

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

“Unidades Ecodinâmicas: Análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP”.

ROSANGELA DO AMARAL

**Dissertação de Mestrado, área de Geografia Física,
apresentada ao Departamento de Geografia da
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
da Universidade de São Paulo, sob orientação do
Prof. Dr. JURANDYR LUCIANO SANCHES ROSS**

**São Paulo
Setembro de 2005**

Para Gabriela,

Com amor

Não há fronteiras para os que lutam.

Ao meu marido André

Por sua presença em minha vida

Aos meus pais Alderico e Rosa

Por todo o apoio

Isolda, Johnny, Zeca, Olívia, Himê e Yuki

Por me tirarem do trabalho exaustivo

enquanto pediam atenção

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma ajudaram no andamento e conclusão deste trabalho.

Em especial, os meus agradecimentos para algumas pessoas cujas presenças foram essenciais:

Ao meu orientador, Prof^o Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross, pela dedicação, ajuda, apoio e a confiança nos momentos de insegurança.

Aos Professores do Departamento, que apoiaram e incentivaram esta pesquisa: Aílton Luchiari, Cleide Rodrigues e Felisberto Cavalheiro (*in memoriam*).

Ao meu marido André Luiz Andrade Pinto pela grande ajuda no trabalho de campo e pelo companheirismo.

Ao Instituto Florestal - Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo - pelo apoio durante o trabalho de campo e, em especial, a Dimas Antonio da Silva.

Aos colegas Cláudia, Gérson, Marcos, Cristiano, Tupy e Edson (Bigode) pelo apoio no trabalho de campo, Fernando N. Junqueira Villela, Rubens Villela e Marisa de Souto Mattos Fierz.

Aos meus colegas de trabalho do Instituto Geológico, Silvio Takashi Hiruma, José Antônio Ferrari, Sônia A. Abissi Nogueira, Francisco de Assis Negri, Maria de Lourdes F. Gomes, Mirian Ramos Gutjahr e Maria Saudade A. Maranhão, pela paciência e o apoio.

Muito Obrigada!!!

*O modo como o homem atua
sobre a natureza e a transforma,
transforma sua própria natureza...*

KARL MARX

RESUMO

Localizado no extremo Oeste do Estado de São Paulo, o Pontal do Paranapanema é uma área caracterizada por pastagens extensivas em relevo de colinas amplas com intensos processos erosivos. O desmatamento gerado pela ocupação desordenada e irregular, que se deu com a apropriação irregular de parte das terras da região e a construção da Estrada de Ferro Sorocabana no início do século passado, acabou por agravar os processos erosivos.

O objetivo desta pesquisa é analisar as fragilidades ambientais naturais perante as intervenções antrópicas na Bacia do Ribeirão Bonito e entorno, incluindo-se o Parque Estadual do Morro do Diabo em toda a sua extensão, no município de Teodoro Sampaio. Nessa bacia ocorrem predominantemente três tipos de uso da terra: a área restrita ao Parque Estadual do Morro do Diabo, destinada à preservação da fauna e flora, as pastagens e as agriculturas diversificadas.

A fragilidade ambiental pode ocorrer por fatores naturais, devido a uma combinação de características climáticas, pedológicas e geomorfológicas ou devido ao fator antrópico, representado pelo uso da terra.

Os processos erosivos na área de estudo são desencadeados primeiramente pela combinação entre o tipo de solo da região, com composição granulométrica predominante de cerca de 80% de areia, e o uso da terra implantado, basicamente a pastagem e as agriculturas.

Para análise da representatividade dos dados obtidos por mapeamento, feito a partir de fontes secundárias e levantamentos de campo, foram executados experimentos de infiltração e de resistência dos solos à erosão, além de coleta de amostras de solo para granulometria e de matéria orgânica. Esses ensaios foram realizados em seis pontos na área da Bacia do Ribeirão Bonito em alta, média e baixa vertentes.

Para a análise, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING 3.6, desenvolvido pelo INPE, que possibilitou a confecção da carta síntese, Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, a partir da correlação de dados geomorfológicos, pedológicos e de uso da terra.

ABSTRACT

Pontal do Paranapanema is an area situated on the western extreme of São Paulo state. It is characterized by extensive pastures in a widely hilly relief exhibiting intensive erosive processes. An aggravation of the erosive processes was brought about by deforestation created by disorderly and irregular occupation, coming from irregular appropriation of part of the land in the region and the construction of the Sorocabana Railroad around 1900.

The object of this research is to analyse the natural environmental fragilities related to anthropic intervention in the Ribeirão Bonito River basin and its surroundings, including Morro do Diabo State Park throughout its area, in the municipality of Teodoro Sampaio. Three types of land use occur predominantly in this basin: the area restricted to the Morro do Diabo State Park, destined to preservation of the fauna and flora, the pastures and the diversified agricultural uses.

The environmental fragility can occur through natural factors, due to a combination of climatic, pedological and geomorphological characteristics, or due to the anthropic factor, represented by the land use.

The erosive processes in the study area begin firstly by a combination between the region's soil type, predominantly composed granulometrically by about 80% sand, and the land use adopted, basically pasture and agriculture.

In order to analyse the representativeness of data obtained by mapping, done from secondary sources and field surveys, some experiments of infiltration and soil resistance to erosion were carried out. In addition, soil sample collections were analysed for granulometry and organic matter. The survey was made at six points in the Ribeirão Bonito River basin on high, middle and low slope sections.

A Geographical Information System (GIS) SPRING 3.6 was used for the analysis, what made possible the elaboration of the synthesis chart, from the correlation of geomorphological, pedological and land use data. The final result is the Chart of the Ecodynamical Units of Potential and Emergent Instability.

ÍNDICE

I	INTRODUÇÃO	1
II	OBJETIVO E JUSTIFICATIVA	4
III	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	7
III.1	Síntese histórica do desenvolvimento da metodologia aplicada	8
III.2	O mapeamento geomorfológico aplicado – A classificação taxonômica proposta por ROSS (1992)	12
III.3	Exemplos de concepções de análise integrada	17
III.3.1	Geossistema	17
III.3.2	Ecossistema e Ecodinâmica	19
III.3.3	Fragilidade Ambiental	23
III.4	Sistematização e aplicação das concepções e classificações na área de estudo	29
III.5	Conceitos sobre erosão: processos geomórfico-pedológicos	30
IV	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E TÉCNICOS	35
IV.1	Procedimentos operacionais	36
IV.2	Procedimentos técnicos de análise cartográfica	38
IV.2.1	Os SIGs e os CADs	40
IV.2.2	A elaboração das cartas base e temáticas	41
IV.2.2.1	Aquisição de dados base	41
IV.2.2.2	Criação do banco de dados georreferenciado	41
IV.2.2.3	Modelagem numérica do terreno	43
IV.2.2.4	Imagem de satélite	44
IV.2.2.5	Carta das Unidades Ecodinâmicas	52
IV.3	Procedimentos técnicos para realização dos ensaios em trabalho de campo	55
IV.3.1	O penetrômetro de bolso	55

IV.3.2	O penetrômetro de percussão (ou impacto)	57
IV.3.3	O infiltrômetro de superfície	59
IV.3.4	O infiltrômetro de subsuperfície	60
IV.3.5	A coleta de matéria orgânica	61
IV.3.6	Amostras de solo	62
V	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-NATURAL E SÓCIO-ECONÔMICA DA ÁREA EM ESTUDO	65
V.1	Caracterização físico-biótica	66
V.1.1	Aspectos climáticos	66
V.1.2	Geologia	69
V.1.3	Pedologia	70
V.1.4	Geomorfologia	75
V.1.5	Hidrografia	87
V.1.6	Vegetação	88
V.2	Caracterização do meio antrópico	91
V.2.1	A ocupação, o uso da terra e o desmatamento no Pontal do Paranapanema	91
V.2.2	A ocupação da Bacia do Ribeirão Bonito	104
V.2.3	Caracterização sócio-econômica e condições de vida no Município de Teodoro Sampaio	106
V.2.3.1	Demografia	107
V.2.3.2	Condições de vida	108
VI	ANÁLISE E CORRELAÇÃO DOS DADOS: APLICAÇÃO METODOLÓGICA	116
VI.1.	Síntese dos resultados obtidos nos produtos cartográficos temáticos	117
VI.1.1	Base cartográfica	117
VI.1.2	Carta hipsométrica	117
VI.1.3	Carta clinográfica	118
VI.1.4	Carta geológica	118
VI.1.5	Esboço pedológico	118
VI.1.6	Carta geomorfológica	119
		IX

VI.1.7	Carta imagem de satélite	120
VI.1.8	Carta de uso da terra	121
VI.1.9	Carta de índices da vegetação	121
VI.2	Análise dos ensaios obtidos nos trabalhos de campo	122
VI.2.1	Localização dos pontos de amostra e classificação granulométrica do solo	123
VI.2.2	Infiltração	124
VI.2.3	Resistência à penetração	127
VI.2.4	Matéria orgânica	137
VI.2.5	Análise integrada dos dados coletados em trabalho de campo	139
VI.3	Análise integrada das informações: as correlações entre os produtos cartográficos – a Carta de Unidades Ecodinâmicas	143
VI.3.1	Descrição das Unidades Ecodinâmicas	151
VI.3.1.1	Estáveis	151
VI.3.1.2	Instáveis	152
VI.4	Considerações parciais	154
VII	CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
VIII	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
	ANEXOS	171
Anexo 1	Cartas	
Anexo 2	Ábaco para análise granulométrica por densimetria, Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de outubro de 2000, Resultado da análise granulométrica realizada pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ/USP) e Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de março de 2003	
Anexo 3	Planilha de correlações	
Anexo 4	Programa no módulo LEGAL para correlação das Cartas Geomorfológica, Esboço Pedológico e Uso da Terra e geração da Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes.	

LISTA DE FIGURAS

I-1	Localização da área de estudo	3
III-1	Unidades taxonômicas propostas por ROSS (1992)	15
III-2	Enquadramento da área de estudo de acordo com a proposta de ROSS (1992)	16
III-3	Tentativa de modelização para conduzir pesquisas climatológicas utilizando a concepção de Geossistemas, desenvolvida por MONTEIRO (2000)	20
III-4	Diagrama do fluxo de energia solar, segundo TRICART (1977)	22
III-5	Relação entre a velocidade do fluxo d'água em vertentes, erosão, transporte e deposição de partículas	32
IV-1	Fluxograma operacional	37
IV-2	Fluxograma de análise	39
IV-3	A divisão da imagem em bandas RGB	45
IV-4	As bandas RGB equalizadas em processo de registro	47
IV-5	Composição RGB / Imagem sintética	48
IV-6	Imagem monocromática	50
IV-7	Imagem resultante da operação aritmética que destaca a vegetação	51
IV-8	Teste com o penetrômetro de bolso	56
IV-9	Teste com o penetrômetro de percussão	59
IV-10	Instalação do infiltrômetro de superfície	60
IV-11	Cronometragem do tempo de infiltração da água na superfície	60
IV-12	Tradagem para procedimento de teste com infiltrômetro de subsuperfície e coleta de amostragem de solo para análise granulométrica	61
IV-13	Colocação da água	61
IV-14	Medição da infiltração da água, com trena em cm.	61
IV-15	Seleção do local de amostragem e localização do ponto com GPS	62
IV-16	Delimitação da área de coleta de matéria orgânica (0,5 x 0,5 m)	62

V-1	Média pluviométrica mensal da área de estudo no período de 1973 a 1992	68
V-2	Análise granulométrica – Quantidades de areia e argila + silte (em %) presentes nos pontos à montante, médio curso e jusante da Bacia do Ribeirão Bonito	71
V-3	Quantidades de areia, argila e silte (em %) presentes nas amostras dos pontos em área do Parque Estadual do Morro do Diabo e área de Assentamento, localizados em baixa, média e alta vertente	72
V-4	Sistema de curvas de nível implantado na maioria das propriedades dos assentamentos rurais para conter erosão. O objetivo é conter o escoamento da água pluvial, que além de carrear as camadas de solo suscetível à erosão, leva também os nutrientes do solo. Desta forma, procura-se também conter o assoreamento dos corpos d'água da região	73
V-5	As colinas amplas, predominantes na região do Pontal do Paranapanema	75
V-6	Voçoroca encontrada em propriedade particular, próxima às cabeceiras do Ribeirão Bonito. Como não houve tentativa de recuperação, os braços do Ribeirão que estão nestas proximidades foram assoreados e o pasto abandonado	77
V-7	Assoreamento no braço do Ribeirão Bonito próximo à voçoroca. A cerca ficava à margem do Ribeirão, a fim de evitar a passagem do gado para a propriedade vizinha	78
V-8	Perfil 1 – Montante	79
V-9	O Morro do Diabo, única elevação na região da área de estudo	80
V-10	Perfil 2 – Médio Curso	81
V-11	Tipo de capim braquiária plantado em pasto próximo à foz do Ribeirão Bonito. Entre os tufo de vegetação ocorrem sulcos porque estes locais tornam-se preferenciais para a passagem da água que vai escavando-os aos poucos, porém em um processo contínuo	83
V-12	Pisoteio de gado próximo à cerca. A retirada da vegetação para dar lugar à implantação de pasto desprotege o solo que fica mais suscetível a este tipo de erosão	84
V-13	Ravina em vertente próxima à foz do Ribeirão Bonito	85
V-14	Perfil 3- Jusante	86
V-15	Presença de mandacarus (<i>Cereus spp.</i>) em meio à vegetação de floresta	89
V-16	Composição da vegetação do Parque Estadual do Morro do Diabo	90

V-17	Presença de peroba (<i>Aspidosperma spp.</i>) no limite do Parque Estadual do Morro do Diabo	90
V-18	A evolução da rede municipal no Pontal do Paranapanema	93
V-19	Situação primitiva da cobertura florestal no Estado de São Paulo	94
V-20	Situação da cobertura florestal em 1935	95
V-21	Situação da cobertura florestal em 1952	98
V-22	Situação da cobertura florestal em 1962	99
V-23	Situação da cobertura florestal em 1973	100
V-24	Projeção da cobertura florestal para 2000	102
V-25	Cicatriz de erosão encontrada em uma das estradas que dão acesso aos assentamentos. Este tipo de erosão é bastante comum nestas estradas sem pavimentação, pelo fato do solo estar sem cobertura vegetal	103
V-26	Pastagens extensivas, predominantes em toda a área de estudo	104
V-27	Evolução das condições de vida no Município de Teodoro Sampaio	109
V-28	Tipos de estabelecimento instalados no Município de Teodoro Sampaio – dados de 2001	110
V-29	Distribuição dos trabalhadores formais por tipo de estabelecimento – dados de 2001	111
V-30	Rendimento das pessoas responsáveis por domicílios no Município de Teodoro Sampaio – dados de 2000	112
V-31	Matrículas iniciais nos níveis de pré-escola, fundamental e médio no Município de Teodoro Sampaio em escolas públicas e particulares	114
VI-1	Taxas de infiltração em solos argilosos, siltosos e arenosos	124
VI-2	Compactação do solo em função da densidade	128
VI-3	Dados de resistência à penetração no Ponto P-AV em Março de 2003	131
VI-4	Dados de resistência à penetração no Ponto P-AV em Agosto de 2003	131
VI-5	Dados de resistência à penetração no Ponto P-MV em Março de 2003	132
VI-6	Dados de resistência à penetração no Ponto P-MV em Agosto de 2003	132
VI-7	Dados de resistência à penetração no Ponto P-BV em Março de 2003	133
VI-8	Dados de resistência à penetração no Ponto P-BV em Agosto de 2003	133

VI-9	Dados de resistência à penetração no Ponto A-AV em Março de 2003	134
VI-10	Dados de resistência à penetração no Ponto A-AV em Agosto de 2003	134
VI-11	Dados de resistência à penetração no Ponto A-MV em Março de 2003	135
VI-12	Dados de resistência à penetração no Ponto A-MV em Agosto de 2003	135
VI-13	Dados de resistência à penetração no Ponto A-BV em Março de 2003	136
VI-14	Dados de resistência à penetração no Ponto A-BV em Agosto de 2003	136
VI-15	Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes – Fator preponderante: Relevo	149
VI-16	Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes – Fator preponderante: Solos	150

LISTA DE TABELAS

III-1	Matriz dos graus de fragilidade ambiental	25
III-2	Matriz dos índices de dissecação	25
III-3	Matriz dos índices de declividade	26
III-4	Matriz da fragilidade dos solos	27
III-5	Matriz dos graus de proteção de acordo com a cobertura vegetal	27
III-6	Matriz dos níveis hierárquicos de comportamento pluviométrico	28
VI-1	Localização dos pontos de coleta e classificação granulométrica das amostras coletadas em campo e analisadas pela ESALQ/USP	123
VI-2	Dados de infiltração dos pontos amostrados	125/6
VI-3	Dados de resistência à penetração nos pontos amostrados	129
VI-4	Quantidade de matéria orgânica nos pontos amostrados	138
VI-5	Dados síntese – Unidades Ecodinâmicas Estáveis	139
VI-6	Dados síntese – Unidades Ecodinâmicas Instáveis	141
VI-7	Índices de fragilidade	144
VI-8	Classes de fragilidade de acordo com os tipos de vertentes na área de estudo	144
VI-9	Classes de fragilidade na área de estudo de acordo com os tipos de solos	145
VI-10	Graus de proteção à erosão na área de estudo de acordo com a cobertura vegetal	146
VI-11	Níveis de comportamento pluviométrico na área de estudo	147
VI-12	Classificação numérica por grau de fragilidade das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis – fator determinante: uso da terra	151

I - INTRODUÇÃO

No último século o Estado de São Paulo sofreu severas mudanças ambientais, intensificadas nas últimas décadas, devido ao crescente desenvolvimento urbano, industrial e aumento populacional. O desmatamento, a poluição, a degradação dos solos e a exploração irrestrita dos recursos naturais têm trazido diversos impactos ao meio ambiente.

Toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis. (ROSS, 1990)

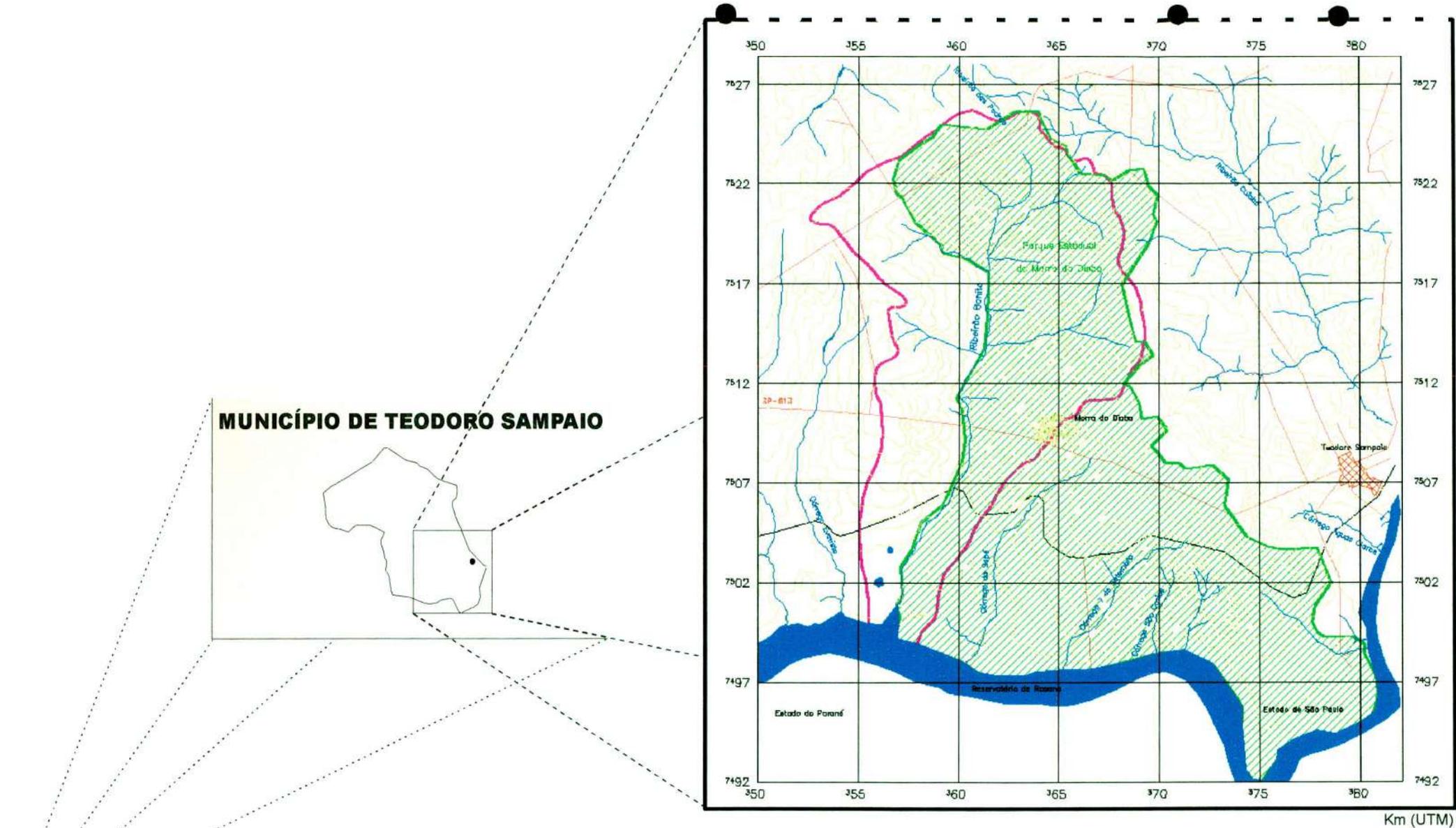
O Pontal do Paranapanema, localizado no Oeste do Estado, é uma área que foi vastamente modificada, hoje caracterizada por pastagens extensivas em relevo de colinas amplas, apresentando intensos processos erosivos.

O desmatamento gerado pela ocupação desordenada e irregular, que ocorreu inicialmente com a grilagem das terras na região e a construção da ferrovia Sorocabana, no início do século XX, acabou por agravar os processos erosivos.

Com base nesses fatos acredita-se que todo planejamento deva considerar as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo, as fragilidades diante das diferentes intervenções antrópicas na natureza.

Neste sentido, o estudo da fragilidade ambiental é aplicado como uma avaliação da evolução e adaptação do sistema natural às novas condições impostas pelo homem.

A análise será realizada com base nos dados das características físicas e ambientais locais (geologia, clima, geomorfologia, pedologia, uso da terra, balanço hídrico, pluviometria, entre outros) e dados primários coletados em campo. Pretende-se comparar os diferentes usos da terra que ocorrem na área com o desenvolvimento dos processos erosivos e como agravante destes.



Km (UTM)

Ilustração sem escala
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Figura I-1: Localização da Bacia do Ribeirão Bonito e do Parque Estadual do Morro do Diabo em relação ao Município de Teodoro Sampaio e ao Estado de São Paulo

II - OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

Em visita prévia à região do Pontal do Paranapanema, em 1998, constatou-se por observações não-sistemáticas que, embora a área apresente relevos relativamente aplanados, verifica-se a existência de fortes marcas de processos erosivos, o que sugere um ambiente frágil.

Diante disso, surgiu o interesse por analisar mais detalhadamente a região, iniciado com a pesquisa desenvolvida no Trabalho de Graduação Individual e pesquisa de Iniciação Científica “A Fragilidade Ambiental no Pontal do Paranapanema: Um estudo de caso aplicado à Bacia do Ribeirão Bonito, no município de Teodoro Sampaio/SP” – (AMARAL, 2001), em que se analisou a fragilidade ambiental natural frente às intervenções antrópicas na Bacia.

Verificou-se que a fragilidade ambiental natural na relação relevo-solo apresenta algumas potencialidades naturais ao processo erosivo, independente de intervenção antrópica.

A fragilidade ambiental natural associada às intervenções humanas potencializa a capacidade dos processos erosivos, como ocorre por meio do desmatamento para fins de implantação de agriculturas e pastagens, ou ainda para implantação de rede viária e ferroviária.

Nesta pesquisa se propõe buscar outros resultados: o objetivo é a análise da fragilidade ambiental com ênfase nos processos erosivos comandados pela ação das águas pluviais e indução da ação antrópica, aplicando-se a proposta de ROSS (1994).

Para obter esses resultados são necessários mapeamentos que apresentem as características da área de estudos, com a finalidade de identificar as Unidades Ecodinâmicas propostas por TRICART (1977). A análise dessas Unidades ocorre em função das diferentes fragilidades potenciais e emergentes (ROSS, op. cit.).

Além dos dados obtidos por mapeamento, são necessários ensaios de campo para mensuração da resistência do solo à erosão, da permeabilidade dos solcs em relação ao escoamento superficial e das taxas de infiltração superficial e subsuperficial da área, com a finalidade de determinar as suscetibilidades do solo e subsolo à erosão.

Esses dados devem ser correlacionados com os dados obtidos nos mapeamentos, com o objetivo de auxiliar na aplicação da metodologia proposta.

Para viabilizar a pesquisa, foram coletadas amostras na área interna do Parque Estadual do Morro do Diabo e na área dos assentamentos, em três posições distintas no relevo: em alta vertente, média vertente e baixa vertente, no médio curso da Bacia do Ribeirão Bonito, ao longo da Rodovia SP-613.

Para a análise e tratamento das imagens de satélite utilizou-se o *software* SPRING 3.6, desenvolvido pelo INPE. O uso deste SIG permite gerar mapas sínteses, em que são feitas as correlações dos dados de declividade e formas do relevo, tipos de solos, grau de proteção dos solos de acordo com a cobertura vegetal e tipos de uso da terra. Desta forma, pôde-se viabilizar a aplicação da metodologia selecionada de maneira precisa.

III - PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

III.1 Síntese Histórica do Desenvolvimento da Metodologia Aplicada

Para escolher a metodologia adequada para esse trabalho foi necessário proceder a uma revisão crítica das linhas metodológicas existentes na Geografia Física.

Filogêneses do desenvolvimento global da ciência geomorfológica foram elaboradas por ABREU (1983) e MARQUES (1994), as quais deram suporte a esse breve histórico.

De acordo com MARQUES (op. cit.), o século XIX marcou uma etapa em que eram necessárias explicações articuladas e coerentes de conteúdo para explicar como surgiam, interagiam e evoluíam, no tempo e no espaço, todos os processos e formas de relevo.

Observações empíricas, estudos sistemáticos, conceitos e idéias necessitavam ser revisados e articulados, de modo a criar uma base sólida de referência para oferecer respostas à classificação dos fatos geomorfológicos (as formas de relevo) e a projeção dos resultados a serem atingidos, em sucessivos momentos, pela evolução do relevo na superfície terrestre. (MARQUES, op. cit., p.29)

No final do século XIX destacaram-se duas linhas teórico-metodológicas:

- ✓ a linhagem epistemológica anglo-americana, com ênfase nos trabalhos de W. M. Davis (1899) sobre os ciclos do relevo, nos quais este surgia como função da estrutura geológica, dos processos operantes e principalmente do tempo. A evolução do relevo era condicionada às fases de juventude, maturidade, senilidade. A partir deste último, um novo ciclo poderia ser desenvolvido;
- ✓ a linhagem epistemológica alemã, com base na biogeografia, com ênfase na influência climática.

O resultado dessa evolução diferenciada é que principalmente do lado anglofônico localizam-se as teorias e os métodos de análises quantitativas como instrumentos de pesquisa, ao passo que, do lado germanofônico, encontramos basicamente um sistema de classificação conceitual do objeto da geomorfologia expresso em suas divisões formais, um método de pesquisa que valoriza principalmente a cartografia geomorfológica e uma disciplina que incorpora parte do conteúdo formal de seu campo em um sistema de análise ambiental voltado para o homem e que surge como instrumento de articulação teórica com a geografia. (ABREU, op. cit., p.18-9)

A linha metodológica que este trabalho segue é a alemã. Esta se inicia com a postura naturalista herdada de Goethe e Humboldt, direcionada para observação e análise dos fenômenos em um contexto onde a geomorfologia se relacionava de maneira mais intensa com as ciências da terra e tinha na cartografia sua maior representação.

Em uma breve síntese, lista-se alguns dos principais autores e a forma de evolução desta metodologia, enfatizando os trabalhos geomorfológicos.

Ferdinand von Richthofen (1886) é a referência inicial desta linhagem, valorizando em seu trabalho a observação dos fatos, com uma perspectiva empírico-naturalista. Este trabalho denominado *Führer für Forschungreisende* (Guia para pesquisadores de campo) é considerado o primeiro manual de geomorfologia moderna.

A. Penck, em 1894, lança uma obra com o intuito de sistematizar teorias e formas de relevo.

S. Passarge, em 1912, publica um trabalho de análise global das formas de relevo, integrando-as em uma visão geográfica da paisagem e com base na cartografia geomorfológica. Hettner, em duas obras (1921 e 1927) é crítico do ponto de vista do método de proposição davisiana. S. Günther, em 1925, lança uma obra em que dedica um capítulo intitulado “Geomorfologia”, em que desenvolve uma abordagem processual que pode ser considerada moderna, além das críticas ao paradigma davisiano.

O resultado dessa oposição ao método davisiano traz a emergência de novos conceitos e métodos de trabalho, tendo como seu maior representante W. Penck (1924), que valoriza o clima como elemento responsável por uma morfogênese diferencial e cria os termos ‘processos exógenos e endógenos’.

A partir deste ponto, que mereceu críticas de Davis e seus seguidores, a linha metodológica alemã é vista como novo e revolucionário meio de entender o relevo, com a chamada ‘geomorfologia climática’ ou ‘climatogenética’.

Essa linha metodológica, que também deu origem à cartografia geomorfológica, foi adotada por estudiosos de diversos países.

Os mapeamentos geomorfológicos foram desenvolvidos pela demanda gerada pelos regimes socialistas do leste europeu, assumindo um importante papel no planejamento territorial regional.

Sua concepção se deu originalmente com Passarge (1912), que propôs um “Atlas Morfológico” para a análise do relevo. A partir da 2ª Guerra Mundial a preparação de mapas geomorfológicos de detalhe avançou como prioridade e necessidade. Durante o Congresso da UGI - União Geográfica Internacional (1956), passou a ser visto inclusive, como forma de prover a economia nacional, como importante elemento para facilitar o uso racional da terra.

Algumas metodologias de análise se desenvolveram com estas influências, e destacam-se os autores:

- ✓ Gerasimov (1946), Sotchava (1963), Mescerjakov (1968), Grigoryev (1968), Basenina e Trescov (1972) na URSS;
- ✓ Demek (1976) na Tchecoslováquia;
- ✓ Bertrand (1968) e Tricart (1965 e 1977) na França;
- ✓ Klimaszewski (1963) na Polônia;
- ✓ Troll (1932) e Klink (1966 e 1972) na Alemanha.

Na década de 1950, a geomorfologia sofre uma especialização e compartimentação tão acentuada que perde sua visão de conjunto. A divisão principal foi entre Geomorfologia Climática e Estrutural.

Com o objetivo de recuperar a análise global, GRIGORYEV (1968) lança o conceito de “Estrato Geográfico da Terra”, o que, de acordo com ROSS (2001), poderia ser definido como “o palco onde os seres humanos têm seu habitat, pois esse é o único estrato que sustenta a vida”, e que se delimita na parte superior da crosta terrestre, baixa atmosfera, compreendendo hidrosfera, solos, cobertura vegetal e reino animal.

Em 1977, TRICART também retoma a visão integrada da ciência, priorizando a análise não apenas dos detalhes, mas do meio ambiente como um todo. Desta forma, o ambiente seria considerado um sistema.

MARQUES (op. cit.) afirma que a partir deste período, as formas passam a ser descritas com um comportamento dinâmico, ao estar continuamente sujeitas a ajustes em seu modelado, como resultado de suas relações com os processos que atuam sobre elas.

Um processo ou um conjunto de processos geomorfológicos, que se interligam ou interagem, quando ativados, são identificados e caracterizados por executar tipos de ações que se repetem, obedecendo comportamentos que lhe são peculiares. A dinâmica de seus trabalhos é atrelada às frequências, intensidades e magnitudes que norteiam o modo de sua atuação. (MARQUES, op. cit, p. 26)

Derivado deste contexto surge a interação entre as formas, representadas pela morfografia, morfometria e morfogênese, os materiais, representados pelo estado e propriedades da matéria, e os processos, que envolvem, entre outros fatores, erosão, intemperismo, processos biológicos, transporte e deposição.

Outro recurso metodológico que se destaca em trabalhos de geografia física, iniciados na década de 50 com Bertalanffy, e muito utilizado a partir da década de 70, em particular nos de geomorfologia aplicada, relaciona-se ao uso de modelos e abordagens sistêmicas, que são representações da realidade de acordo com certos parâmetros definidos.

Os modelos são necessários, portanto, por constituírem uma ponte entre os níveis da observação e o teórico e tratam da simplificação, redução, concretização, experimentação, ação, extensão, globalização, explicação e formação da teoria. (Chorley & Hagget (1974) apud RODRIGUES (1997, p.73))

De acordo com Orme (1981) apud RODRIGUES (1997, p. 72), “a originalidade da geografia física residiria na combinação de métodos e assuntos e na ênfase da inter-relação dos fenômenos e destes com a sociedade”.

Destaca-se outra particularidade apresentada por este trabalho: a aplicabilidade da metodologia em um estudo de caso específico, de acordo com as características naturais e antrópicas de determinado local.

III.2 O Mapeamento Geomorfológico Aplicado - A Classificação Taxonômica proposta por ROSS (1992)

Segundo TRICART (1965), os mapas geomorfológicos são complexos. Devem comportar dados de quatro naturezas distintas:

- ✓ Morfométricos: são dados topográficos, incluindo altimetrias, hipsometrias e declividades da área em questão;
- ✓ Morfográficos: são dados sobre as formas, diretamente ligados à gênese;
- ✓ Morfogenéticos: são dados sobre a gênese e natureza litológica do material. É a composição da forma e o processo que a originou;
- ✓ Cronológicos: são dados inseridos em uma escala de tempo, o que demonstra a evolução das formas e que podem ser representados por uma classificação taxonômica.

A representação dessas informações geomorfológicas deve ser feita de acordo com a escala de trabalho, que deve ser definida em função do objeto que se pretende representar. É importante destacar que um mapa que deixe de conter alguma dessas informações não se constitui como um mapa geomorfológico completo.

Os mapas de pequena escala, de acordo com DEMEK (1977), sofrem generalizações de seus conteúdos. Não é possível adequá-los a uma grande escala, por perder muitos detalhes das informações.

No caso desta pesquisa, a escala de trabalho a ser utilizada é 1:50.000, embora a impressão seja feita em escala de menor detalhe para facilitar o manuseio das cartas.

KLIMASZEWSKI (1982) relata que o mapa geomorfológico de detalhe fornece uma precisa ilustração do relevo em seus aspectos dinâmicos, possibilitando a reconstrução do desenvolvimento do relevo e seus estágios, a cognição e avaliação da participação de vários fatores e processos em sua gênese e transformação.

É fundamental, portanto, apresentar uma visão completa do relevo, que, de acordo com a metodologia de ROSS (1992), essa representação é dada pela composição de uma legenda integrada, estruturada na compartimentação das formas do relevo, baseando-se nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

Tendo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos como geradores das formas grandes, médias e pequenas do relevo terrestre, Gerasimov (1946) e MECERJAKOV (1968) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

Assim todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura. Deste modo a morfoestrutura e a morfoescultura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos (ROSS, 1992).

A utilização dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, propostos por Gerasimov (1946, 1959), permitem distinguir entre a diversidade das formas do relevo em grupos genéticos mais importantes. Sob a ação de fatores endógenos são formados os elementos morfoestruturais / morfotectônicos do relevo da Terra.

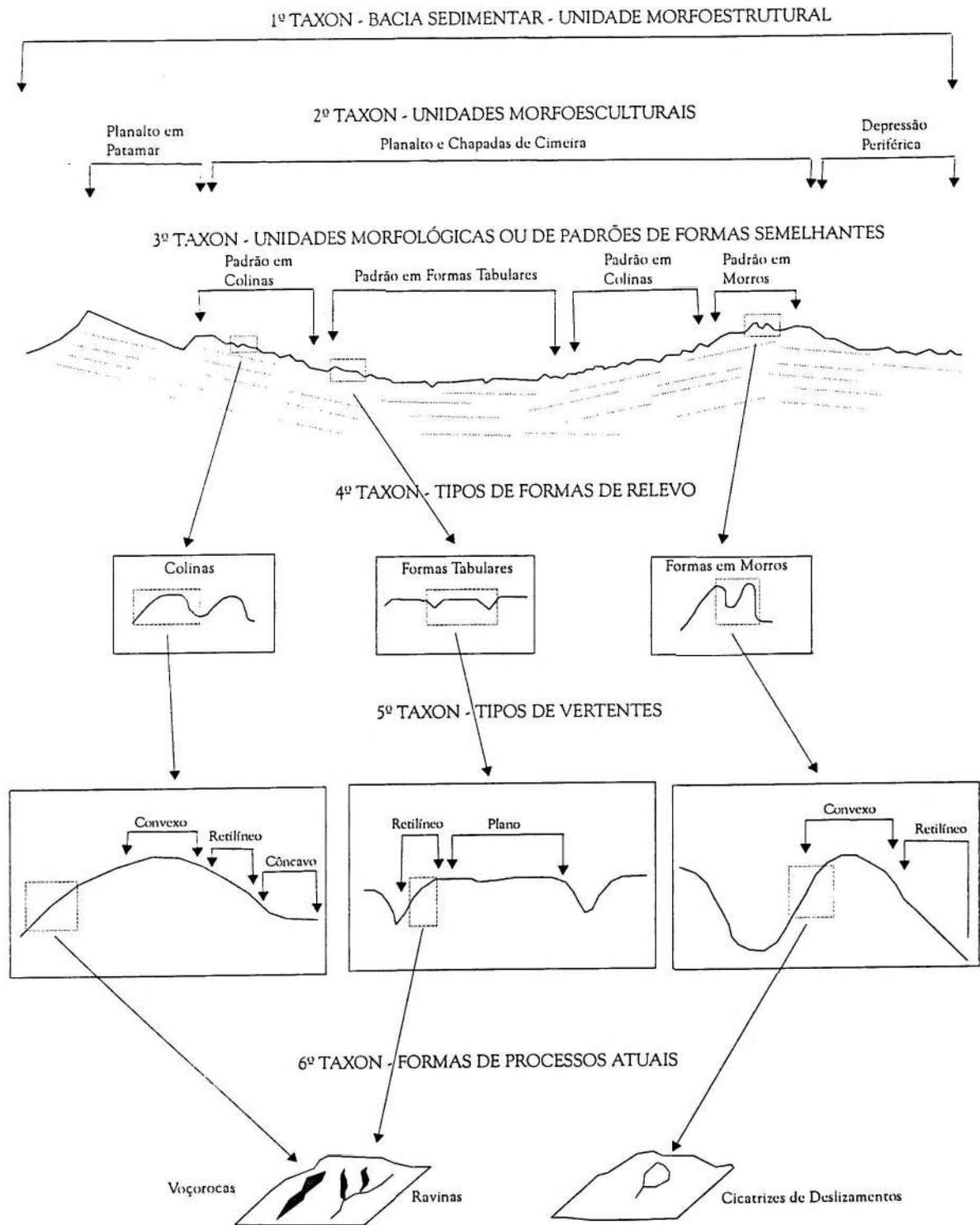
A morfoestrutura é definida pelas grandes formas do relevo da superfície dos continentes e do fundo dos oceanos e têm uma relação genética com a estrutura e os movimentos da crosta terrestre.

A morfoescultura é a forma como o relevo se apresenta frente a zonalidade e aos processos exógenos, ou seja, o desgaste sofrido por erosão, que esculpe as formas das colinas, morros e topos, entre outros.

Pela taxonomia estabelecida por ROSS (1992), as formas são classificadas de acordo com o grau de detalhamento em que se analisa o relevo, conforme a figura III-1.

A classificação começa pelas grandes estruturas, ou seja, as unidades morfoestruturais, que correspondem ao 1º táxon. Em seguida, as unidades morfoesculturais, que correspondem ao 2º táxon. Detalhando-se a escala de análise, chega-se ao 3º táxon, o das unidades de padrões de formas semelhantes do relevo ou padrões de tipos de relevo. Estas formas, analisadas individualmente correspondem ao 4º táxon e os tipos que vertentes que as compõem correspondem ao 5º táxon. Estes só podem ser identificados em escalas de grande detalhe. As formas de processos atuais, como erosão em ravinas e voçorocas são representadas no 6º táxon, conforme ilustram as figuras III-1 e III-2 a seguir.

Aplicando-se essa taxonomia na área de estudo, observou-se como 1º táxon a Bacia Sedimentar do Paraná; no 2º táxon relaciona-se o Planalto Ocidental Paulista; no 3º táxon identificou-se os padrões em colinas e em formas tabulares; no 4º táxon identificou-se as colinas amplas e baixas (predominantes), o morro com topo aplanado ou tabular (correspondente ao Morro do Diabo) e as planícies e terraços fluviais; no 5º táxon, reconheceu-se os seguintes tipos de topos e vertentes: Tc – topos convexos, Vc1 – vertentes convexas com baixa declividade, Vc2 – vertentes convexas com declividade média, Vcc – vertentes côncavas, Vr1 – vertentes retilíneas com declividade média, Vr2 – vertentes retilíneas com alta declividade, Tp – topos planos, Pt – patamares tabulares, Tf – terraços fluviais e Pf – planícies fluviais; no 6º táxon verificou-se, por mapeamento e em trabalhos de campo, a existência de voçorocas, cabeceiras de drenagem com erosão acelerada, ravinas e erosão laminar. A figura III-2 ilustra o descrito.



FONTE: ROSS, 1992.

Figura III-1: Unidades Taxonômicas propostas por ROSS (1992).

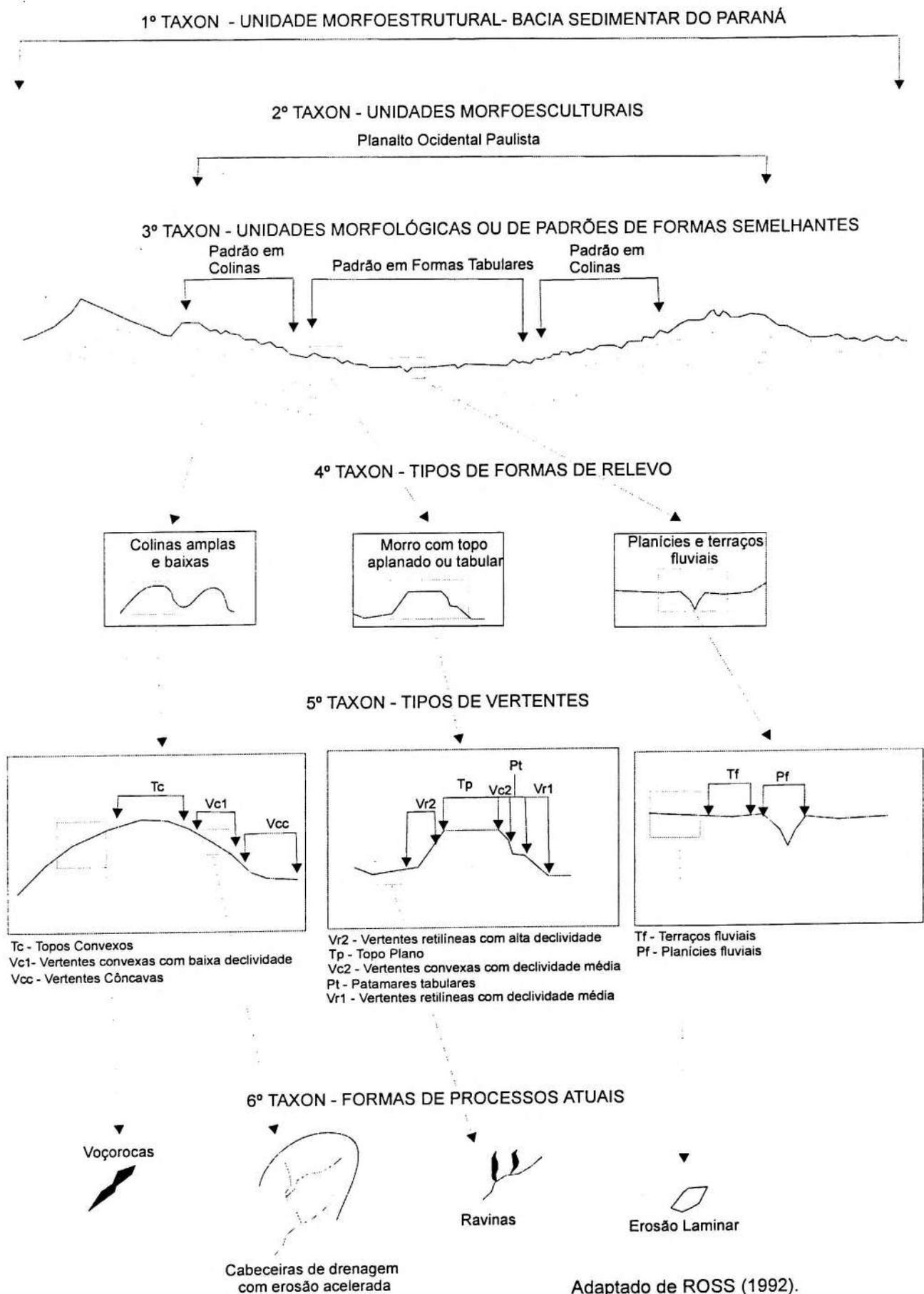


Figura III-2: Enquadramento da área de estudo, de acordo com a proposta de ROSS (1992)

Um dos objetivos de se fazer um mapa geomorfológico de detalhe é para prever e conter as áreas mais suscetíveis à erosão, ou mais frágeis.

As características geomorfológicas naturais que potencializam o desenvolvimento de erosão são a declividade e o comprimento da vertente, a amplitude do relevo, a dimensão interfluvial, as formas dos topos, os tipos de vertentes e a densidade da drenagem.

No entanto, não são apenas as características geomorfológicas que definem a fragilidade das áreas. As características pedológicas, o uso da terra empregado, a pluviometria da área, entre outros fatores também têm influência.

Portanto, para se obter, por meio dos mapeamentos, resultados que sejam adequados à realidade, é necessário analisá-los de forma integrada.

III.3 Exemplos de Concepções de Análise Integrada

Com o objetivo de sistematização, prognose e planejamento, buscou-se descrever brevemente as concepções de Geossistema, de BERTRAND (1971) e SOTCHAVA (1978), Ecossistema/Ecodinâmica, de TRICART (1977) e Fragilidade Ambiental, de ROSS (1994), ambos seguindo e sendo influenciados pela linhagem epistemológica alemã. Essas concepções dão um panorama das tendências seguidas pelo presente trabalho.

III.3.1 Geossistema¹

A concepção de Geossistema tem como marco inicial a análise feita por BERTRAND (1971). A princípio, as considerações partem do conceito de paisagem, a qual define:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos

¹ Destaca-se que para o escopo desse trabalho, somente serão consideradas as concepções de BERTRAND (1971), SOTCHAVA (1978) e MONTEIRO (2000) a respeito de Geossistema, dentre os diversos autores que também discorreram sobre o tema.

físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é o próprio fundamento do método de pesquisa. (BERTRAND, op. cit, p. 2).

Como análise da paisagem, é proposto um sistema que permite classificar em função da escala. Este sistema comportava seis níveis têmporo-espaciais. Unidades superiores: zona, domínio e região. Unidades inferiores: geossistema, geofácies e geótopo.

A classificação foi estruturada de modo que a zona comportava todas as demais subdivisões e assim sucessivamente, até a menor subdivisão, o geótopo, portanto considerando ordens de grandeza. O conceito “zona” poderia ter como exemplo as zonas climáticas da Terra, fenômeno de escala global, e o geótopo seria equivalente a uma microclima ou uma formação como um terraço de uma várzea específica.

Nessa classificação, o Geossistema corresponderia a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos.

O homem, portanto, não é um elemento principal na concepção de BERTRAND (op. cit.). Será considerado como agente de interferência na dinâmica do Geossistema no que o autor define como “clímax”, o que ocorre quando há um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, ou seja, a exploração restrita, de forma a não esgotar os recursos naturais.

SOTCHAVA (1978) também utiliza o termo Geossistemas. Destaca-se que a concepção russa não é seqüencial à francesa, proposta por BERTRAND (op.cit.), mas que se desenvolveram paralelamente.

SOTCHAVA (op. cit.) também se baseia nas paisagens para definir o Geossistema. Nesse caso, os Geossistemas não fazem parte de uma classificação taxonômica por ordem de grandeza, mas estão subdivididos de acordo com sua estrutura: homogênea (geômeros) e diversificada (geócoros), constituídos dentro de um espaço paramétrico, que pode ser planetário, global ou topológico.

A teoria de classificação refere-se principalmente à dinâmica: às estruturas primitivas e às mudanças de estado, às funções de determinada invariante.

Diferentemente de Bertrand que quis amarrar a sua tipologia às ordens taxonômicas do “relevo”, Sotchava vai ligar-se às formações biogeográficas. A adoção das categorias de “Geômeros” e “Geócoros”, como unidades superiores, e, sobretudo as subdivisões do geossistema, parecem-me constituir-se na maior dificuldade. Sem querer ser “determinista” atribuo a esta diferença de atitude entre os dois geógrafos a influência de seus próprios “meios” e locais de trabalho. Parece lógico que o francês, trabalhando nos Pirineus – onde as mudanças se acentuam em altitude – recorresse ao relevo. Enquanto isso o russo, trabalhando nas planícies siberianas, seria natural que seu maior apoio viesse a ser o revestimento biótico (vegetal-animal). (MONTEIRO, op. cit, p. 47)

Conseqüentemente, com o desenvolver do tema percebe-se a tentativa de promover uma maior integração entre o natural e o humano, com o objetivo de atingir-se uma prognose.

MONTEIRO (2000) utiliza a concepção de Geossistema em diversos trabalhos por ele desenvolvidos.

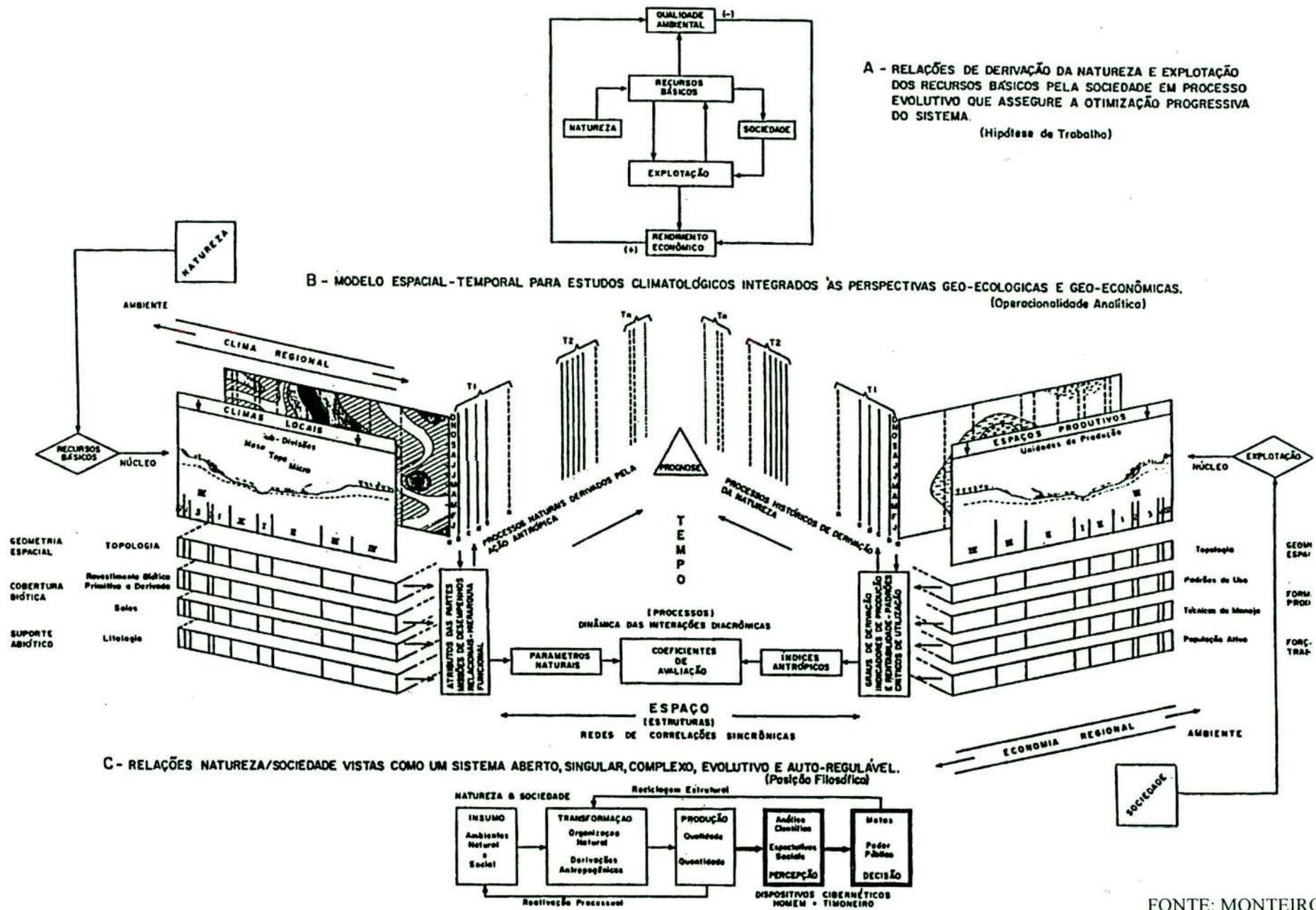
O autor explicita que por ele, tanto ecossistemas como geossistemas são considerados sistemas naturais e desenvolve um fluxograma de modelo de condução de pesquisas em climatologia com objetivo de prognose, conforme reproduzido na figura III-3.

III.3.2 Ecossistema e Ecodinâmica²

De origem ecológica, a concepção de ecodinâmica está baseado na de ecossistema. De fato, TRICART (1977) compreende a geografia física como um aspecto da ecologia.

Tansley (1934) apud TRICART (op. cit.) define ecossistema: “O ecossistema é um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente em que vivem”.

² Destaca-se que para o escopo desse trabalho, somente serão considerados os conceitos de TRICART (1977) a respeito de Ecossistema e Ecodinâmica, dentre os diversos autores que também discorreram sobre o tema.



FONTE: MONTEIRO (2000)

Figura III-3: Tentativa de modelização para conduzir pesquisas climatológicas utilizando a concepção de Geossistemas, desenvolvida por MONTEIRO(2000)

De acordo com essa definição e conforme ressalta o autor, o homem participa ativamente dos ecossistemas em que vive, que são modificados e, por sua vez, reagem forçando o homem a algumas adaptações. Atualmente, já não existe ecossistema que seja considerado como não alterado pelo homem, mas são alterações de diferentes naturezas e importâncias.

Lembraremos somente que um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes. Uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema. (TRICART, op. cit., p. 19)

Para estruturar o sistema do meio ambiente, TRICART (op. cit.) propõe um diagrama do fluxo de energia solar, reproduzido na figura III-4.

Como conclusão, o autor considera que:

O componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre é o morfogênico. Os processos morfogênicos produzem instabilidade da superfície, que é um fator limitante muito importante do desenvolvimento dos seres vivos. Do ponto de vista ecológico, a morfodinâmica é uma limitação. Onde a morfodinâmica é intensa – por exemplo, num campo de dunas ou em área de intenso ravinamento – a vegetação é pobre e muito aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade específica. Existe, portanto, uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida. Um dos objetivos da administração e ordenamento do meio ambiente é, necessariamente, diminuir a instabilidade morfodinâmica. (TRICART, op. cit., p. 29).

Para TRICART (op. cit.), um meio estável é aquele que está em um “clímax ecológico”, ou seja, possui cobertura vegetal fechada em fitoestasia, dissecação moderada e com ausência de manifestações vulcânicas que possam levar a alguma “catástrofe”. Há pedogênese, mas não há perdas por erosão mecânica.

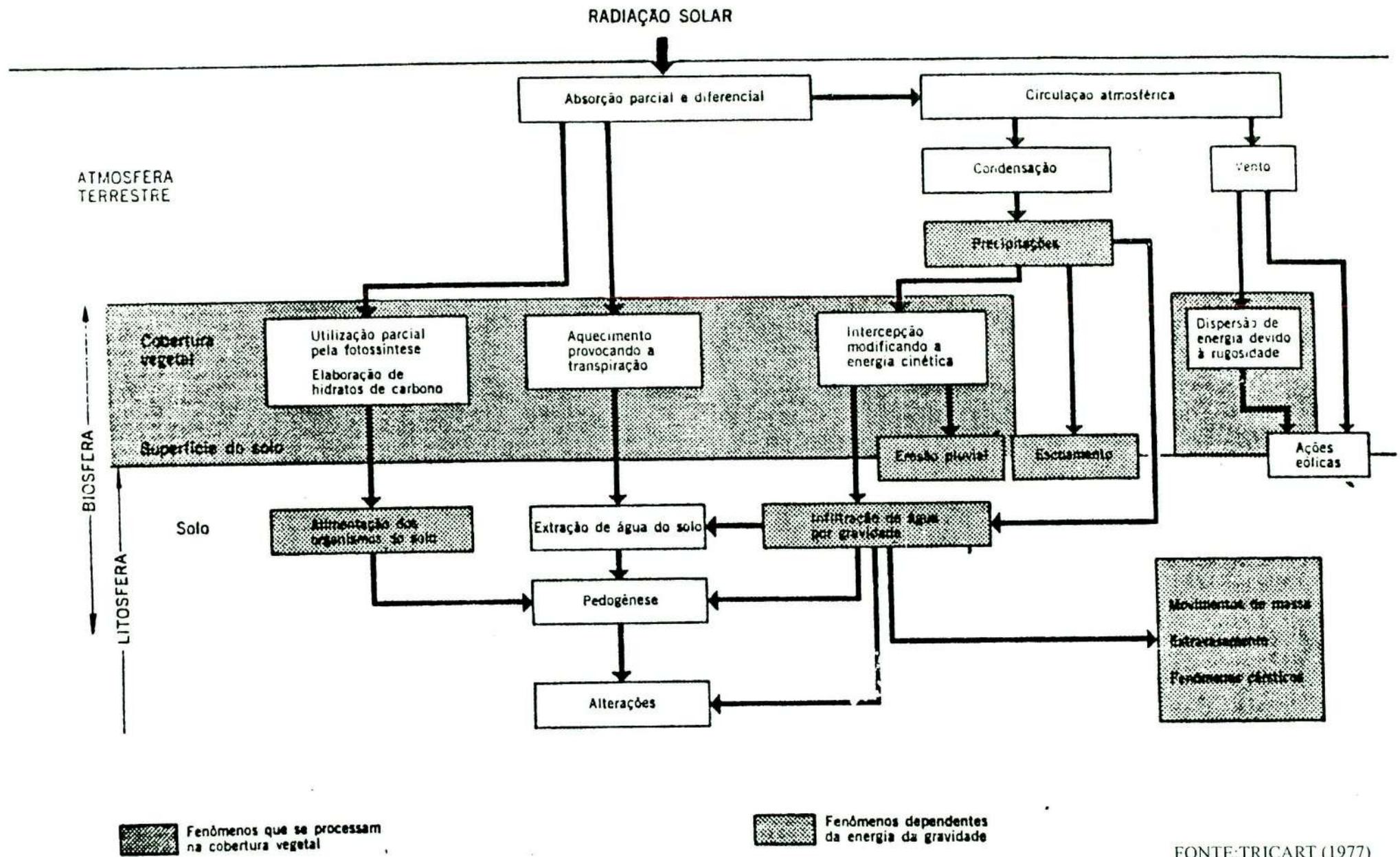


Fig. 2

FONTE:TRICART (1977)

Figura III-4: Diagrama do fluxo de energia solar, segundo TRICART (1977)

Os meios fortemente instáveis são os que sofrem efeitos da morfogênese como dinâmica principal, possuem cobertura vegetal pouco densa e desmatamentos, influência climática de fortes chuvas ou secas, o que aumenta o potencial energético de carreamento, degradação antrópica (revestasia) e presença de fenômenos catastróficos, como o de intensa erosão superficial e desgaste dos horizontes pedológicos, deixando o solo improdutivo.

Entre os extremos, o meio intergrades, que é uma transição do meio estável para o fortemente instável, com um equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese.

III.3.3. Fragilidade Ambiental

A concepção de Ecodinâmica de TRICART (1977) é admitida e considerada por ROSS (1994) em “Análise empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”.

Segundo a metodologia de ROSS (1994), as ações antrópicas, além das características do meio natural, são fundamentais para o entendimento dos processos erosivos e da fragilidade ambiental.

As alterações feitas pelo homem nas componentes da natureza afetam a funcionalidade do sistema e induzem aos processos degenerativos. Normalmente, busca-se o retorno técnico e econômico imediato, sem prognosticar as conseqüências passíveis de ocorrer em longo prazo devido a essas intervenções. Outro agravante é que essas transformações ocorridas ao longo do tempo têm caráter definitivo, ou seja, a natureza jamais se recuperará a ponto de voltar à estabilidade de seu estado primário.

Desta forma, é importante que as ações antrópicas sejam compatíveis com a potencialidade dos recursos naturais de um lado, e de outro com a fragilidade dos ecossistemas.

Para assegurar a manutenção dos sistemas naturais, o desenvolvimento deve estar inserido no contexto de uma postura conservacionista. ROSS (op. cit.) avalia as fragilidades ambientais naturais aplicadas ao planejamento territorial de caráter ambiental, baseando-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas de TRICART (op. cit.).

Sob essas concepções, o ambiente é analisado segundo a Teoria dos Sistemas, que parte do pressuposto de que na natureza os fluxos de energia e matéria se processam por meio de relações em equilíbrio dinâmico, ou seja, a evolução natural das componentes do ambiente se dá em harmonia entre si.

ROSS (1990) elaborou novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis.

As Unidades Instáveis foram definidas como os ambientes naturais que foram modificados intensamente pelo homem com desmatamentos, agriculturas, industrialização e urbanização, denominadas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente.

As Unidades Estáveis são as que estão em equilíbrio dinâmico em seu estado natural, porém, há uma instabilidade potencial contida nelas diante da possibilidade da intervenção antrópica, por isso foram consideradas como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial.

Esses locais são considerados estáveis, porém não estáticos, pois ocorrem pedogênese, morfogênese, produção vegetal, consumo animal, entre outros. No entanto, essas relações de produção, consumo, evolução e mudanças ocorrem de forma a manter o local em equilíbrio, ou seja, com suas características físicas-bióticas praticamente inalteradas e por isso considerado em equilíbrio dinâmico ou auto-sustentável.

Deve-se esclarecer que essa definição não restringe de forma total a ocupação humana, de forma de se pode citar, como exemplo, as Unidades de Conservação de Uso Sustentável, que permitem em seu interior a ocupação humana controlada e a existência de grupos tradicionalmente extrativistas, que apesar da exploração de subsistência, mantêm o equilíbrio da unidade. O fator de restrição se aplica quando a exploração dos recursos supera o ritmo de recomposição natural, desequilibrando o ambiente.

Ainda foram criadas diferentes categorias para classificar essas Unidades, do grau muito fraco ao muito forte (índices de fragilidade).

Para avaliar a potencialidade dos recursos naturais são necessários dados de geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação e uso da terra. Para análise da fragilidade dos ambientes, estes fatores devem ser analisados integradamente.

A correlação entre os fatores de análise é feita a partir de matrizes, com classificações em níveis hierárquicos (ROSS, 1994):

1	Muito Fraco
2	Fraco
3	Médio
4	Forte
5	Muito Forte

FONTE: ROSS (1994)

Tabela III-1: Matriz dos graus de Fragilidade Ambiental

A carta geomorfológica é um dos produtos intermediários para a construção da carta de fragilidade. Para análise em escalas médias e pequenas, utiliza-se como informação os índices de dissecação do relevo, determinados por meio da Matriz dos índices de Dissecação:

Densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média (Classes)	Muito baixa (1) > 3.750 m > 15 mm	Baixa (2) 1.750 a 3.750 m 3 a 15 mm	Média (3) 750 a 1.750 m 3 a 5 mm	Alta (4) 250 a 750 m 1 a 3 mm	Muito Alta (5) < 250 m 1 mm
Graus de Entalhamento dos vales (Classes)					
Muito Fraco (1) (< 20 m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

FONTE: ROSS (1994)

Tabela III-2: Matriz dos índices de dissecação

As categorias morfométricas ficam classificadas em:

1 – Muito Fraca: Matriz 11

2 – Fraca: Matriz 21, 22, 12

3 – Média: Matriz 31, 32, 33, 23, 13

4 – Forte: Matriz 41, 42, 43, 44, 34, 24, 14

5 – Muito Forte: Matriz 51, 52, 53, 54, 55, 45, 35, 25, 15

Para análises de maior detalhe, utiliza-se as formas de vertentes e as classes de declividade, conforme a matriz a seguir:

Categorias Hierárquicas	Classes de Declividade
1 – Muito Fraca	Até 6%
2 – Fraca	De 6 a 12%
3 – Média	De 12 a 20%
4 – Forte	De 20 a 30%
5 – Muito Forte	Acima de 30%

FONTE: ROSS (1994)

Tabela III-3: Matriz dos índices de declividade

Os critérios utilizados para a variável solo abordam as características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais e seguem a classificação proposta pela matriz da Tabela III-4.

Para elaborar esta matriz, ROSS (1994) baseou-se, entre outros, em dados do IAC - Instituto Agrônomo de Campinas e IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná.

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1 - Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
3 – Média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
4 – Forte	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa
5 - Muito Forte	Cambissolos, Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas.

FONTE: ROSS (1994)

Tabela III-4: Matriz da fragilidade dos solos

A análise da proteção dos solos pela cobertura vegetal passa pela construção da carta de uso da terra / cobertura vegetal, resultante de estudos de gabinete e campo e segue a matriz da Tabela III-5:

Graus de Proteção	Tipo de Cobertura Vegetal
1 - Muito Alta	Florestas/Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
2 – Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária Cerrado Denso, Capoeira Densa). Mata homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
3 – Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
4 – Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento)
5 - Muito Baixa a Nula	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas

FONTE: ROSS (1994)

Tabela III-5: Matriz dos graus de proteção de acordo com a cobertura vegetal

A distribuição e intensidade da pluviometria também são fatores que devem ser considerados na análise integrada, visto que a concentração de períodos com chuvas fortes pode aumentar a fragilidade de determinadas regiões, dependendo da combinação com os demais índices.

Graus de Fragilidade	Tipos de Situações Pluviométricas
1 - Muito Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1.000 mm/ano
2 – Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2.000 mm/ano
3 – Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março. Pluviometria entre 1.300 a 1.600 mm/ano.
4 – Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 a 6 meses, e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem 70 a 80% do total das chuvas. Pluviometria entre 1.500 a 2.000 mm/ano.
5 - Muito Forte	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando os 2.500 mm/ano (Tropical amazônico) ou ainda, comportamento pluviométrico irregular ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semi-árido).

FONTE: SPÖRL, 2001 – Definidos por ROSS, 2000, inédito.

Tabela III-6: Matriz dos níveis hierárquicos de comportamento pluviométrico

Deste modo a associação numérica representa um dígito para a intensidade de dissecação do relevo ou declividade (de 1 a 5), outro para a suscetibilidade à erosão dos tipos de solos (de 1 a 5) do menos suscetível ao mais suscetível, outro dígito para o grau de proteção aos solos pela vegetação (natural ou cultivada), variando da mais protetora a menos protetora (1 a 5) (op. cit.). Atualmente, pode ainda ser complementada pelo quarto dígito, referente aos tipos de comportamento pluviométrico.

III.4 Sistematização e Aplicação das concepções e classificações na área de estudo

A partir das concepções anteriormente citadas, buscou-se aplicar a Teoria dos Sistemas e das Fragilidades das Unidades Ecodinâmicas para a análise da Bacia do Ribeirão Bonito e Parque Estadual do Morro do Diabo. Dentro dessa perspectiva está o objetivo de prognose e planejamento da área.

Um sistema é um conjunto de objetos junto com a relação entre esses objetos e seus atributos ... Uma bacia de drenagem pode ser descrita como um sistema aberto que troca permanentemente matéria e energia com o ambiente circundante; portanto, a área da bacia está sujeita à fluxos contínuos. (Zavoianu, 1985 apud COLTRINARI, 1994/2000, p. 3)

Para alcançar a aplicação das concepções na área selecionada são necessários mapeamentos que apresentem as características do local, e ensaios de campo, com o objetivo de determinar as suscetibilidades do solo e subsolo à erosão.

A correlação dos temas do mapeamento, a confecção das cartas e sua análise podem ser tratadas por sistema analógico ou digital. Para este estudo, utilizou-se a segunda técnica, adotando-se como instrumento de trabalho o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING 3.6, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Segundo Alves (1990) apud ROSA & ROSS (1999, p.78), os Sistemas de Informações Geográficas são destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados de diversas fontes como mapas, imagens de satélite e outras, permitindo recuperar e combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análise sobre os dados, possuindo recursos específicos para a criação de mapas.

O uso de um SIG nos permite gerar mapas sínteses e modelos digitais de terreno valendo-se de uma base de dados previamente digitalizada. Essa base de dados é composta de várias camadas (*layers*) onde ficam as informações planialtimétricas e temáticas.

Para a obtenção da carta síntese, são feitas as correlações dos dados de declividade e formas do relevo, tipos de solos, grau de proteção dos solos de acordo com a cobertura vegetal e tipos de uso da terra.

O resultado final é a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, na escala original de trabalho 1:50.000, com a definição dos diferentes níveis de fragilidade ambiental e sua análise.

Para confirmar ou refutar os resultados obtidos na Carta de Unidades Ecodinâmicas foram coletados dados das taxas de infiltração que ocorrem nos solos e sua relação com o escoamento superficial na Bacia em questão, e efetuados testes de resistência do solo à erosão, determinados com o uso do penetrômetro de percussão.

Um dos resultados do desequilíbrio ambiental que pode ser verificado na região onde se localiza a área de estudo são as marcas de processos erosivos presentes, como ravinas e sulcos.

A execução de todas essas etapas será detalhada no capítulo IV.

III.5 Conceitos sobre erosão: processos geomórfico-pedológicos

De acordo com KIRKBY & MORGAN (1980), a erosão do solo é a remoção do material superficial pelo vento ou água. Os processos erosivos respondem à combinação de tipo de solo, relevo, clima e à atividade agropecuária praticada, portanto, não há uma fórmula única no seu combate, embora possam ser usadas medidas corretivas distintas.

A erosão pode ocorrer por diversos processos. Entre os principais: processos de intemperismo, biológicos e pedológicos.

De acordo com HART (1986), os processos são classificados como de desintegração – cristalização; mudanças de temperatura; ressecamento e umidificação; orgânico, como a penetração de raízes - e processos de decomposição - hidratação e hidrólise; oxidação e redução; solução e carbonatação; quelação; mudanças bioquímicas.

A erosão por ação das águas é a mais comum nos climas tropicais.

O transporte dos sedimentos é o ponto de ligação entre o processo erosivo e o deposicional. A figura a seguir, baseada em Morisawa (1968) apud HART (1986), é conhecida como Curva de Hjulström³, e demonstra a relação entre a velocidade do fluxo d'água em vertentes, a erosão, o transporte e a deposição de partículas de tamanhos diferentes (escala logarítmica).

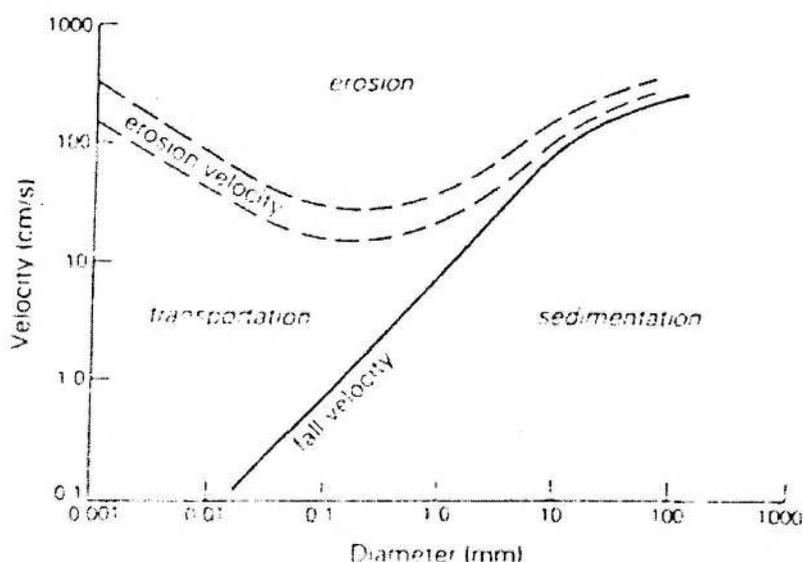
A curva que representa a velocidade de erosão (*erosion velocity*) indica a velocidade necessária para que o fluxo d'água mova as partículas de diversos tamanhos. A curva de velocidade de queda (*fall velocity*) mostra, de forma similar, as circunstâncias da deposição de acordo com o diâmetro da partícula.

A partir do gráfico se podem extrair duas considerações:

A areia (0,06 a 2 mm) é carregada mais facilmente do que outras frações, tanto as maiores quanto as menores. As partículas finas, como a argila e o silte, são mais coesivas, e os grãos maiores, como o cascalho, movem-se vagarosamente em função do peso.

A velocidade requerida para mover o material em suspensão é maior do que a velocidade necessária para transportar as partículas. Isso se aplica particularmente aos grãos de menor tamanho que, uma vez em suspensão, podem manter-se assim em velocidades extremamente baixas. Isso ajuda a explicar, entre outros eventos, as partículas em suspensão em rios e praias e sua ausência em áreas de dunas.

³ De acordo com GUERRA & GUERRA (2003)



FONTE: Morisawa (1968) apud. HART (1986)

Figura III-5: Relação entre a velocidade do fluxo d'água em vertentes, erosão, transporte e deposição de partículas.

Deve ser destacada também a erosão fluvial como uma das mais importantes, sendo um processo constante de erosão das margens e leito, transporte e deposição de sedimentos escavados e carregados pelo próprio rio, cujas proporções estão condicionadas à velocidade das águas, forma dos canais, declividade (gradiente), características das partículas, entre outros fatores.

Na perspectiva agrônômica, importante em relação ao uso da terra predominante na área de estudo, pode-se citar a erosão como um processo de empobrecimento do solo por meio do transporte de partículas e nutrientes, conforme as definições de BERTONI & LOMBARDI NETO (1990).

Erosão é o processo de desprendimento e arraste ... das partículas do solo causado pela água e pelo vento. A erosão do solo constitui, sem dúvida, a principal causa do depauperamento acelerado das terras. As enxurradas, provenientes das águas de chuva que não ficaram retidas sobre a superfície, ou não se infiltraram, transportam partículas de solo em suspensão e elementos nutritivos essenciais

em dissolução. Outras vezes, esse transporte de partículas se verifica, também, por ação do vento. ... A erosão, no seu aspecto físico, é simplesmente a realização de uma quantidade de trabalho no desprendimento do material de solo e no seu transporte. O processo erosivo começa quando as gotas de chuva embatem a superfície do solo e destroem os agregados, e termina com três etapas seguintes: (a) as partículas de solo se soltam; ... (b) o material desprendido é transportado; ... (c) esse material é depositado... (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, p. 68-70)

A concentração das chuvas no período de verão agrava ainda mais a erosão. A energia cinética determina a erosividade e este potencial depende das características dos eventos chuvosos.

De acordo com GUERRA et. al. (1999), o início do processo erosivo é por meio da erosão por salpicamento ou *splash*, que ocorre quando a gota d'água atinge o solo. Pode ser definida como a ruptura das partículas que compõem o solo e que posteriormente são transportadas pelo escoamento superficial.

À medida que os agregados vão se rompendo no topo do solo, pode ocorrer a formação de crostas, que eventualmente podem provocar a selagem da superfície.

Esse processo causa a diminuição das taxas de infiltração e, conseqüentemente, o aumento das taxas de escoamento superficial, proporcionando a erosão laminar ou *runoff*. As taxas de infiltração também estão diretamente ligadas à porosidade e permeabilidade dos tipos de solo.

A saturação do solo pela infiltração também pode causar a formação de poças. A água acumulada nessas poças escoar por um caminho preferencial, e ao passo que estes vão se aprofundando, surgem os sulcos e as ravinas. Nesse momento configura-se o escoamento linear, com concentração dos fluxos d'água.

Erosão laminar é a remoção de camadas delgadas de solo sobre toda uma área. É a forma de erosão menos notada, e por isso a mais perigosa. Em dias de chuva as enxurradas tornam-se barrentas. Os solos, por sua ação, tomam coloração mais clara, e a produtividade vai diminuindo progressivamente. A erosão laminar arrasta primeiro as partículas mais leves do solo, e considerando que a parte mais ativa do solo é de maior valor, é a integrada pelas menores partículas, pode-se julgar os seus efeitos sobre a fertilidade do solo. ... A erosão em sulcos, resulta de pequenas irregularidades na declividade do terreno que faz que a enxurrada, concentrando-se em alguns pontos do terreno, atinja

volume e velocidade suficientes para formar riscos mais ou menos profundos ... Voçoroca é a forma espetacular da erosão, ocasionada por grandes concentrações de enxurrada que passam, ano após ano, no mesmo sulco, que vai se ampliando, pelo deslocamento de grandes massas de solo, e formando grandes cavidades em extensão e em profundidades ... (BERTONI & LOMBARDI NETO, op. cit., p. 76-7)

Com o objetivo de quantificar a erosão dos solos, inclusive a laminar, Wischmeier e Smith (1962) propuseram a Equação Universal de Perdas de Solo:

$$E = R . K . L . S . C . P$$

Onde:

E = perda de solo em toneladas, por hectare, por ano;

R = erosividade da chuva;

K = índice de erodibilidade dos solos, de acordo com suas características físicas;

L = comprimento da vertente;

S = declividade média da vertente (gradiente);

C = fator relacionado ao uso da terra;

P = índice relativo à prática conservacionista adotada.

Essa equação pode ser utilizada para predizer as perdas anuais médias de solo em condições específicas de declive, solo, sistemas de manejo e cultivo e outros fatores. Serve ainda como guia para o planejamento do uso da terra e para a determinação de quais práticas de conservação são mais apropriadas a uma determinada área.

No Estado de São Paulo, a Equação Universal de Perdas de Solo foi utilizada em diversos trabalhos, em escala regional, desenvolvidos pelo IAC – Instituto Agrônomo de Campinas e pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, com o objetivo de diagnosticar os processos erosivos para estabelecer orientações ao seu combate.

IV. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E TÉCNICOS

IV.1 Procedimentos Operacionais

Seguindo a metodologia proposta por LIBAULT (1971), a pesquisa foi seccionada em etapas distintas, porém complementares, conforme se pode notar pelo fluxograma a seguir.

O Nível Compilatório, correspondente à primeira fase da pesquisa, em que se determinou a área de estudo a ser trabalhada e se procurou obter todos os dados referentes ao local. Esses dados foram previamente coletados e definidos no trabalho anterior e apenas complementados e atualizados nesse trabalho.

O Nível Correlativo, correspondente à segunda fase, na qual correlacionam-se os dados para posterior interpretação. Esta é uma operação importante e seletiva, em que uma correlação errônea poderia levar a resultados distorcidos.

Para este estudo, foram correlacionados os dados climático-pluviométricos, pedológicos, geomorfológicos e de uso da terra.

Foram efetuados trabalhos de campo para averiguar as informações necessárias para a aplicação da metodologia proposta.

Para viabilizar a pesquisa, foram amostrados 6 locais, na área interna do Parque Estadual do Morro do Diabo e na área dos assentamentos, em três posições distintas no relevo: em alta vertente, média vertente e baixa vertente, no médio curso da Bacia do Ribeirão Bonito, ao longo da Rodovia SP-613. Em cada um destes 6 locais foram efetuadas coletas de amostras de solo, feitos testes de resistência do solo à erosão, através dos ensaios com o penetrômetro e testes de infiltração. O objetivo era verificar a diversidade dos dados de acordo com a posição dos pontos no relevo e o uso da terra empregado no local. Todos os testes foram efetuados em duas situações pluviométricas distintas – período chuvoso (março/2003) e período seco (agosto/2003).

O Nível Semântico, última etapa, é a fase interpretativa, na qual se chegou a resultados conclusivos a partir dos dados selecionados e correlacionados nas etapas anteriores. Essa etapa define os resultados da pesquisa, que serão discutidos no Capítulo VI.

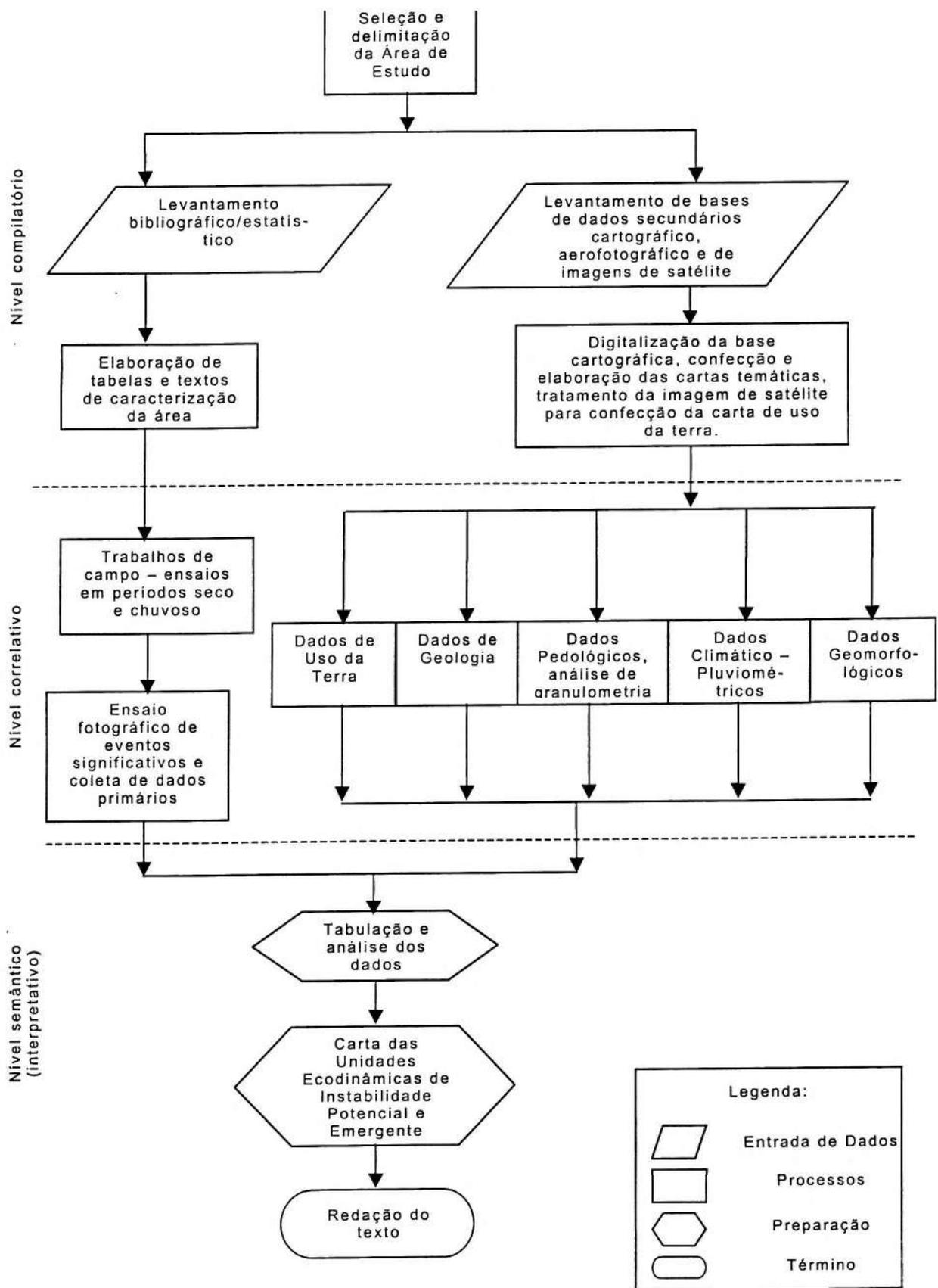


Figura IV-1: Fluxograma Operacional

Org.: Rosângela do Amaral, 2004

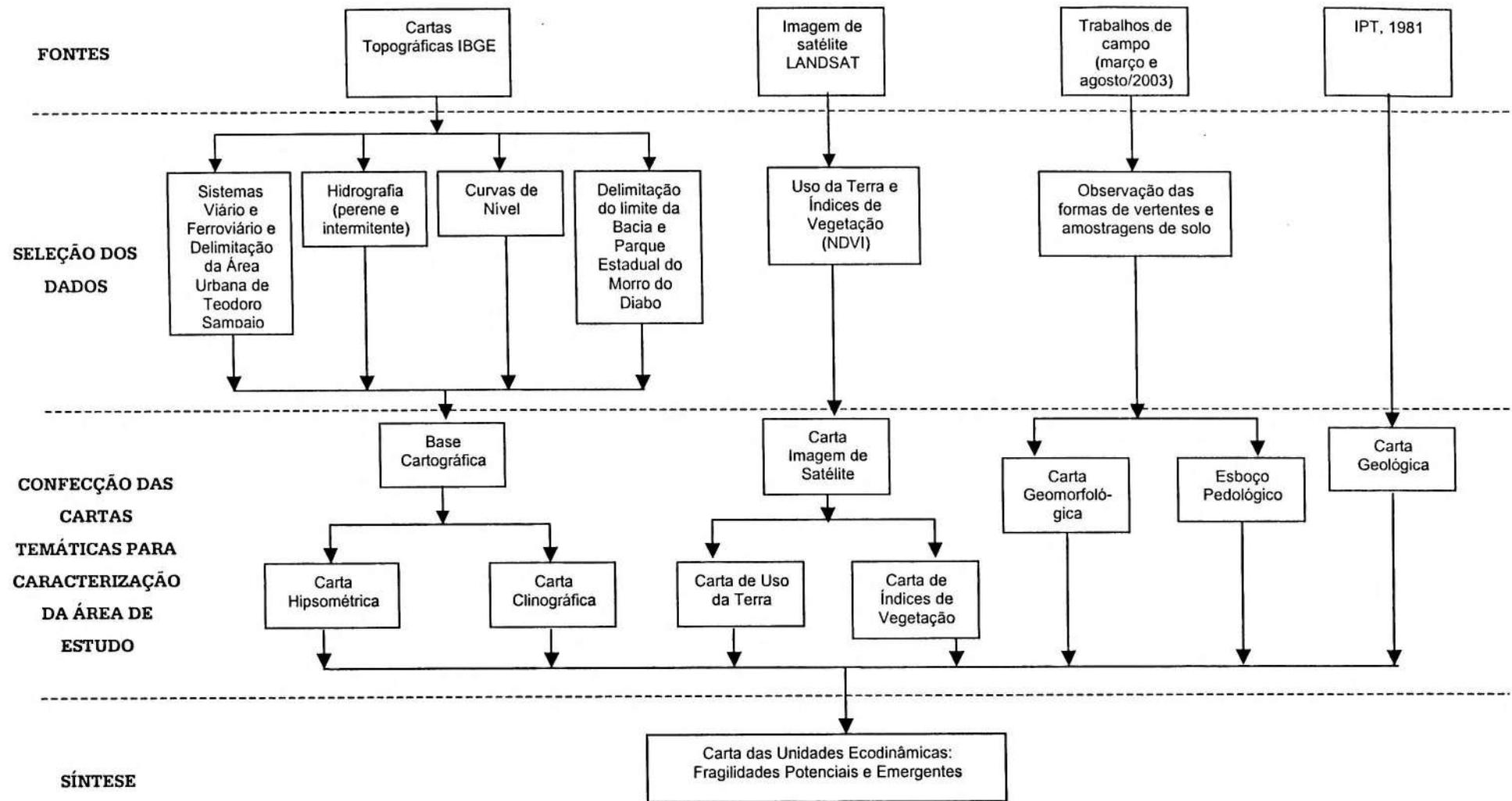
IV.2 Procedimentos Técnicos de Análise Cartográfica

O fluxograma de análise a seguir apresenta quais as correlações feitas com os produtos cartográficos para a obtenção da Carta de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente.

Foram quatro etapas distintas:

- ✓ A captação das fontes;
- ✓ A seleção dos dados;
- ✓ A confecção das cartas temáticas;
- ✓ A síntese final.

Para realizar as correlações para obter a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente foi necessário dispor de algumas ferramentas de trabalho. Desta forma, foi essencial identificar as diferenças entre os softwares que tornavam esse trabalho possível e selecionar os mais apropriados.



Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Figura IV-2: Fluxograma de análise

IV.2.1 Os SIGs e os CADs

Um SIG (Sistema de Informação Geográfica) é um *software* com a capacidade de trabalhar com informações georreferenciadas. Por meio destas informações, obtém-se melhor gerenciamento e planejamento do espaço e dos elementos localizados sobre ele.

Utilizando um sistema de projeção definido, se faz a localização de determinado ponto ou área, possibilitando a coordenação da sobreposição perfeita de diferentes camadas de informações temáticas.

Desse modo, se pode concluir que o SIG nos permite de forma rápida e precisa gerar mapas integrados valendo-se de uma base de dados pré-digitalizada.

Esta base, no entanto, normalmente é feita em um *software* do tipo CAD (*Computer Aided Design* - Desenho Auxiliado por Computador). Estes programas são orientados para a criação de elementos gráficos não possuindo recursos para trabalhar com coordenadas geográficas ou fazer a correlação entre várias camadas (*layers*) para a obtenção de um resultado-síntese.

A entrada de dados pode ser feita por meio de uma mesa digitalizadora ou por escanerização (obtenção da imagem em arquivo digital por um *scanner*). Estes dados são vetorizados, isto é, as linhas são convertidas em informações temáticas e direcionadas para um plano de informação ao qual pertença. Por exemplo, é criada uma camada para as curvas de nível. Escolhe-se uma cor para representá-la e executa-se a entrada de dados, de qualquer um dos modos mencionados. Quando terminadas as informações referentes às curvas, passa-se para uma segunda informação, por exemplo, hidrografia. Da mesma forma, cria-se uma outra camada que conterà estas informações. Escolhe-se uma cor para representá-la e executa-se a entrada de dados. Assim é feito sucessivamente até que todas as informações estejam 'cadastradas'. Desta forma ocorre a diferenciação entre o que é curva de nível, estrada, ferrovia, hidrografia, entre outras, para que estas possam ser entendidas pelo *software*.

IV.2.2 A Elaboração das Cartas Base e Temáticas

IV.2.2.1 Aquisição de Dados-Base

Neste estudo, foi utilizado o *software* AUTOCAD 2002 para fazer a digitalização da base cartográfica, por meio de uma mesa digitalizadora tamanho A1. A base cartográfica tem como fonte dos dados as seguintes cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000: Ribeirão das Pedras (SP), Santo Antônio do Caiuá (PR-SP), Cuiabá Paulista (PR-SP) e Teodoro Sampaio (SP). Destas cartas foram retiradas as informações de hidrografia, topografia, estradas e ferrovia na área referente ao objeto de estudo e seu entorno. Sobre a base foi interpretada a linha representativa do limite da Bacia do Ribeirão Bonito.

Foi digitalizado também o mapa temático da geologia da área de estudo, com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981). Como para a escala em que este mapa é encontrado, 1:500.000, somente existem coordenadas geográficas, foi utilizado o *software* TRANSCOORD versão 1.0, da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/Poli/USP, para convertê-las em UTM's para que desta forma as coordenadas pudessem ser identificadas pelo SIG.

Com a base de dados e as cartas temáticas concluídas, deu-se início à pesquisa e geração de outros mapas temáticos. Nesta fase 'importa-se', ou transfere-se a base cartográfica e os temas para o SIG, de forma a permitir a criação de mapas a partir da seleção de outros temas.

A Carta Base Cartográfica encontra-se no anexo 1, no final do trabalho.

IV.2.2.2 Criação do Banco de Dados Georreferenciado

Nesta etapa é preciso escolher um SIG para instrumentalizar o trabalho. Existem diversos SIGs disponíveis no mercado. Embora se possa perceber pequenas diferenças entre eles o resultado esperado é sempre o mesmo: a correlação de cartas temáticas georreferenciadas.

Para este estudo foi selecionado o software SPRING, desenvolvido pelo DPI/INPE (Divisão de Processamento de Imagens - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), de tecnologia nacional, de domínio público e disponível na internet⁴, utilizado na área de geoprocessamento, sobretudo nas Universidades Públicas e nos órgãos públicos de pesquisa e planejamento.

O SPRING é um SIG no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais, com os objetivos de: construir um sistema de informações geográficas para aplicações em Agricultura, Florestal, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, Planejamento Urbano e Regional; tornar amplamente acessível para a comunidade brasileira um SIG de rápido aprendizado; fornecer um ambiente unificado de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para aplicações urbanas e ambientais; e ser um mecanismo de difusão do conhecimento desenvolvido pelo INPE e seus parceiros, sob forma de novos algoritmos e metodologias.

Foi criado um banco de dados no SPRING versão 3.6 e escolheu-se um nome para identificar o projeto em estudo. O projeto que define a área física do trabalho é armazenado em um subdiretório juntamente com os arquivos de dados: pontos, linhas, imagens orbitais, imagens temáticas, textos, grades e objetos.

Definiu-se qual a projeção a ser utilizada, que no caso deste estudo é sistema UTM, modelo da Terra Hayford/Córrego Alegre, tendo como referência a longitude de O 51° 00 00. O retângulo envolvente do Projeto localiza-se entre as coordenadas UTMs: 350.000 m e 382.000 m E e 7.492.000 m e 7.528.000 m N, fuso 22.

O projeto contém um conjunto de Planos de Informação (PIs) georreferenciados, todos utilizando o mesmo sistema de projeção. Neste item são definidas categorias que podem ser de diversos modelos: temáticos, modelos numéricos de terreno (MNT), imagens, entre outros.

Os temas geomorfologia e pedologia, importantes para a correlação e obtenção dos graus de fragilidade, não foram encontrados na mesma escala da base cartográfica.

⁴ A aquisição do *software* SPRING 3.6 pode ser feita por acesso na internet ao site do INPE: <http://www.dpi.inpe.br/spring>

A escala mais próxima é a de 1:500.000, que causa imensa generalização cartográfica em relação aos dados 1:50.000 utilizados na base. Para fazer correlações entre estes mapas e a base, foi bastante difícil, pois as distorções e generalizações destes mapas são tamanhas que os pontos em comum com a base cartográfica não foram coincidentes.

Para auxiliar na elaboração das Cartas Pedológica e Geomorfológica na escala de 1:50.000, foram geradas no SPRING uma Carta Hipsométrica e uma Carta Clinográfica, a partir da topografia digitalizada na base de dados, além dos controles sistemáticos de campo.

IV.2.2.3 Modelagem Numérica do Terreno

Para a confecção da Carta Hipsométrica, foi necessário selecionar o PI no qual estão todas as curvas de nível da base na escala 1:50.000 já cotadas, de modelo MNT, e gerar uma grade retangular, com resolução de 20 m, e uma grade triangular (TIN), com menor aresta de triangulação 2 m.

Um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real.

Segundo o INPE (2000), a grade retangular é um modelo digital que aproxima superfícies por meio de um poliedro de faces retangulares. Os vértices desses poliedros podem ser os pontos amostrados ou a grade desejada. Estas são geralmente utilizadas em aplicações qualitativas, ou seja, para visualização da superfície. Na grade triangular, os vértices dos triângulos são geralmente pontos amostrados da superfície. Esta modelagem permite que as informações morfológicas importantes como as discontinuidades, representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagens (vales), possam ser representadas em uma visão tridimensional.

Após a geração das grades, foi feita a divisão nas classes desejadas para a Carta Hipsométrica. Neste estudo, utilizou-se as classes: 240 a 300m, 300 a 400m, 400 a 500m, 500 a 600m.

Para a confecção da Carta Clinográfica, também na escala 1:50.000, foi necessário utilizar a grade TIN e unidades em porcentagem. Em seguida, foi feita a divisão em classes de

declividades. As classes utilizadas foram: de 0 a 3%, de 3 a 12%, de 12 a 30%, de 30 a 50% e maior que 50%.

Em ambas as cartas, as classes foram definidas de acordo com a área de estudo, por se tratar de uma área predominantemente plana.

Estas cartas, elaboradas também na escala 1:50.000, que se encontram no anexo 1 no final deste trabalho, serviram de apoio para a geração de um esboço pedológico sobre o qual foram feitas algumas amostragens no trabalho de campo.

Para este esboço pedológico de detalhamento da área tomou-se como base o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, de OLIVEIRA et al.(1999), escala 1:500.000 e foram feitas modificações e adaptações de acordo com as declividades determinadas pela Carta Clinográfica e o controle sistemático de campo, conforme detalhado no Capítulo V.

Não foi possível obter uma classificação mais detalhada por aerofotos pelo fato da área de estudo ser muito extensa, sendo necessário cerca de 180 aerofotos em escala 1:25.000 para recobrir toda a área.

A Carta Geomorfológica, à semelhança do Esboço Pedológico, também foi gerada com auxílio do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, de ROSS & MOROZ (1997), escala 1:500.000, da imagem de satélite (1997) e do controle sistemático de campo. Foi feita a interpretação dos compartimentos de relevo e a interpretação dos tipos de topos e vertentes, classificados de acordo com a taxonomia proposta por ROSS (1992), descritos no Capítulo V.

IV.2.2.4 Imagem de Satélite

A partir da Imagem de Satélite LANDSAT TM5, composição colorida 5R, 4G e 3B, gerada pelo INPE e pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente, de 1997, que se encontra no anexo 1, foi gerada a Carta de Uso da Terra.

Uma imagem digital pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, na forma $I(x,y)$; onde os valores de "I" representam a cada coordenada espacial (x,y) a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por

um valor inteiro, não-negativo e finito, chamado nível de cinza. A cada ponto imageado pelos sensores, corresponde a uma área mínima denominada *pixel* (picture cell), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registrados valores digitais relacionados à intensidade de energia refletida em faixas (bandas) bem definidas pelo espectro eletromagnético. (INPE, 2000, p.1 - aula 2)

Para ler e converter a imagem de satélite, primeiro é necessário abrir o módulo IMPIMA do SPRING, onde se corta a imagem do tamanho equivalente à área de estudo e que envolva uma faixa de entorno; divide-se a imagem nas três bandas da composição colorida, na resolução de 20m e salva-se no formato GRIB.

Em seguida, no SPRING, a imagem é 'importada' ou transferida e registrada. O registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (satélite) (INPE, 2000).

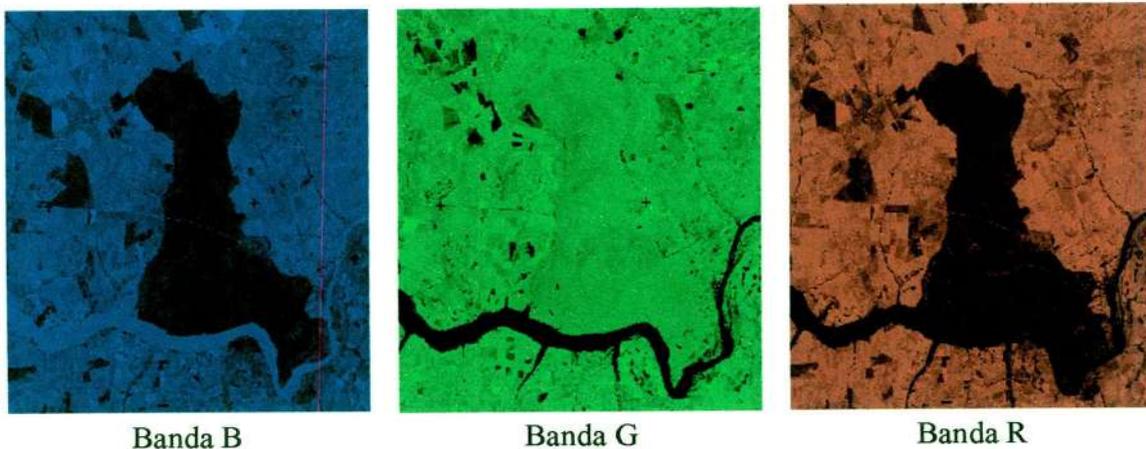


Figura IV-3: A divisão da imagem em bandas RGB.

Para fazer o registro é necessário escolher os pontos de controle, que são os pontos em comum entre a base e a imagem, como por exemplo, o cruzamento de estradas ou uma confluência na rede de drenagem.

Estes pontos em comum podem ser adquiridos pela mesa digitalizadora, tela, ou teclado. No caso deste estudo, optou-se por fazer a aquisição dos pontos pela tela, selecionando com o *mouse* um ponto na base cartográfica e correlacionando-o ao mesmo ponto comum na imagem. São necessários no mínimo 10 pontos para georreferenciar a imagem. O ideal é utilizar o máximo de pontos que for possível correlacionar e estes pontos devem estar bem distribuídos na área da imagem.

O aumento de contraste e a equalização da imagem fizeram destacar as variáveis importantes em cada banda, como por exemplo, a vegetação, a área urbana e corpos d'água.

A técnica de realce de contraste tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos ao olho humano. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste em uma transferência radiométrica em cada *pixel*, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. (INPE, 2000).

A equalização é uma técnica aplicada aos histogramas⁵ da imagem que reduz automaticamente o contraste em áreas muito claras ou muito escuras.

O histograma de uma imagem descreve a distribuição estatística dos níveis de cinza em termos do número de amostras (*pixels*) com cada nível. (INPE, 2000).

⁵ Histograma – gráfico que representa o número de ocorrências de um determinado fenômeno dentro do intervalo possível. (TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997)

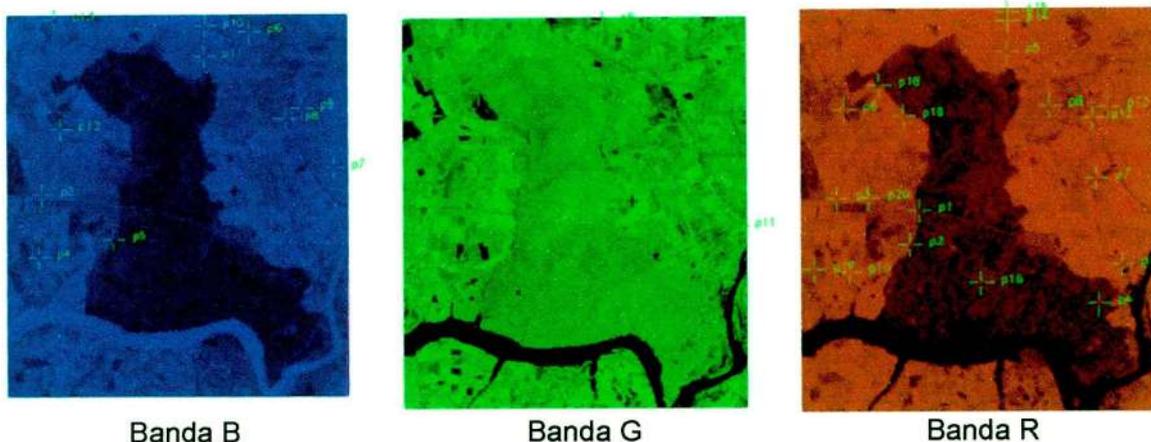


Figura IV-4: As bandas RGB equalizadas em processo de registro.

Os 45 pontos de controle foram distribuídos de acordo com o que foi possível visualizar em cada banda e identificar na base cartográfica. Como a base do IBGE é antiga (década de 70) e a imagem mais recente (1997), muitos pontos da imagem não foram encontrados na base para fazer a correlação.

De qualquer forma, o erro dos pontos de controle foi aceitável, cerca de 2 m. A correção geométrica utilizada foi a interpolação bilinear.

Na precisão do mapeamento é importante verificar os erros dos pontos de controle. Para um mapeamento como este na escala 1:50.000, o maior erro aceitável no registro é metade do valor da escala, ou seja, 25 metros.

Em seguida, aplica-se o georreferenciamento para as demais bandas, 'importando-as' ou transferindo-as para o projeto.

Em seguida, para viabilizar a posterior confecção da Carta de Uso da Terra, foi efetuada uma nova composição colorida RGB (Imagem sintética).

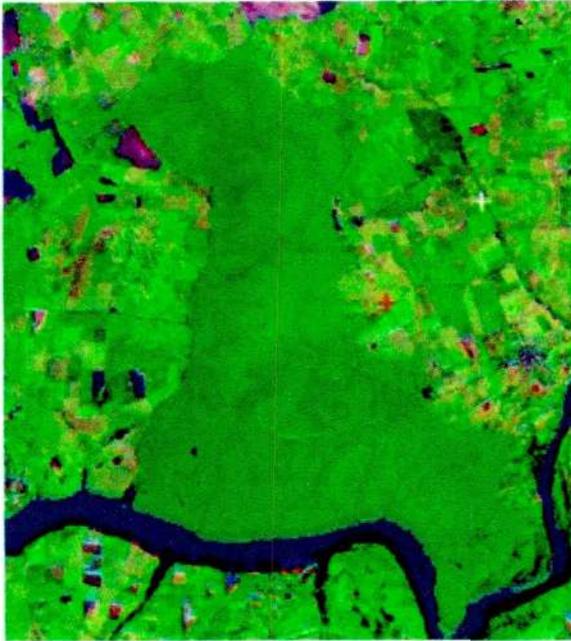


Figura IV-5: Composição RGB / Imagem sintética.

Com a imagem georreferenciada, pode-se interpretá-la para gerar a Carta de Uso da Terra.

O procedimento para confeccionar esta carta é selecionar amostras de cor retiradas da imagem e fazer um treinamento, que é equivalente a um teste da carta que será gerada. Quando o resultado estiver aceitável, efetua-se a classificação da imagem.

Para este caso e, a classificação foi feita pelo método MAXVER (máxima verossimilhança), e já que o uso da terra na área de estudo é bastante diversificado devido aos assentamentos ali instalados foi necessário 'generalizar' pequenas manchas, para tornar viável a confecção da Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente.

As classes identificadas foram floresta, capoeira, solo exposto, pastagem e agriculturas diversas, conforme poderá ser verificada pela Carta de Uso da Terra, no anexo 1.

Não foi possível obter uma classificação mais detalhada por aerofotos pelo fato da área de estudo ser muito extensa e porque não existem vôos recentes que permitam a interpretação correta dos atuais usos da terra.

No entanto, desejou-se obter mais dados dessa mesma imagem, como a compartimentação e feições geomorfológicas e o índice de vegetação da área.

Para eliminar o ruído⁶ presente em cada banda foi feita consulta aos seus respectivos histogramas. A partir disso foi efetuada a operação aritmética de subtração para eliminar o ruído presente em cada uma das imagens e a equalização para destacar as variáveis de interesse. A banda R não apresentava ruído significativo.

Com o objetivo de destacar as feições morfológicas da área e a rede de drenagem foram feitos diversos testes com vários filtros disponíveis no SPRING, para verificar qual deles responderia melhor ao relevo da região, que é predominantemente de colinas amplas. A melhor resposta de resolução obtida foi com o filtro Passa-baixa de matriz 3x3, que é útil para remoção de ruído não-sistemático. Um destaque importante a ser dado à imagem filtrada é que a análise pode ser feita de maneira bem mais precisa do que na imagem sintética.

⁶ Ruído – variação irregular, que não pode ser facilmente explicada ou associada a elementos do mapa.(TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997)

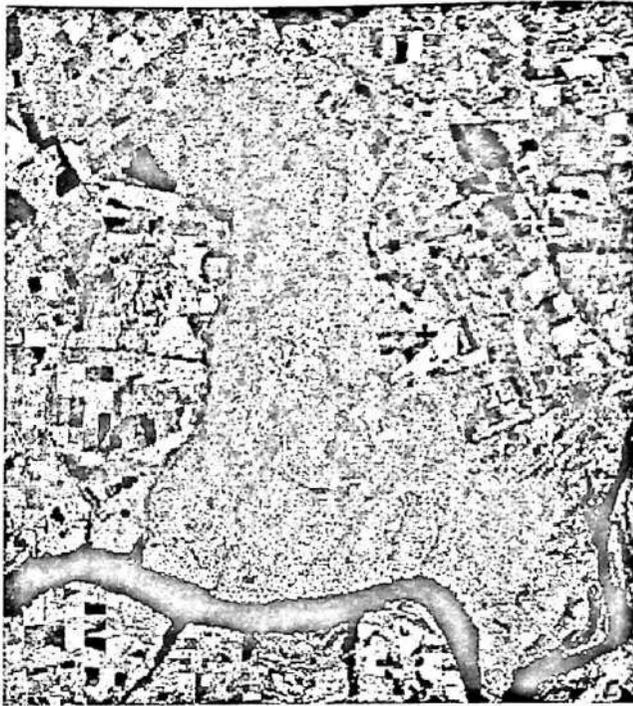


Figura IV-6: Imagem monocromática.

A apresentação em monocromático e a filtragem dos ruídos fazem com que se possa ver com maior detalhe, por exemplo, o entalhamento dos vales, a diferenciação entre as colinas amplas e o morro residual denominado Morro do Diabo.

Foi ainda aplicada a operação aritmética para o cálculo de Índice de Vegetação, resultante de divisão entre bandas, que é importante para aumentar a diferença de radiância entre solo e vegetação e diminuir o efeito de sombreamento topográfico, que pode causar erros de interpretação.

Quando a variável a ser destacada é a vegetação, a clorofila presente nas folhas verdes é responsável por uma forte radiação incidente na faixa do vermelho (FORESTI & PEREIRA, 1987).

Neste caso, a interpretação do comportamento espectral dos alvos a ser feita da imagem é que os locais de vegetação densa são representados por níveis de cinza altos (coloração mais

clara) e as áreas desprovidas de vegetação são representadas por níveis de cinza baixos (coloração mais escura). Nota-se que os corpos d'água e as áreas densamente ocupadas são representados por nível de cinza zero, representando a ausência total de reflectância de vegetação.

Para a definição do valor de ganho, foi utilizado o proposto no trabalho de FORESTI & PEREIRA (1987).



Figura IV-7: Imagem resultante da operação aritmética que destaca a vegetação.

Pôde-se destacar a presença da vegetação densa do Parque Estadual do Morro do Diabo, em alguns fragmentos pequenos que ainda restaram na região, as matas ciliares, e outros fragmentos, cuja vegetação não é tão densa, mas ainda existente, como as capoeiras, por exemplo.

A partir da imagem gerada é possível ser efetuada uma classificação das densidades de vegetação presentes na área de estudo. Em uma classificação preliminar, pela complexidade da área, foram distinguidas apenas 3 classes. As classes utilizadas foram:

- ✓ Ausência de Vegetação: engloba as áreas urbanas, solo exposto e corpos d'água.
- ✓ Vegetação densa: compreende a área do Parque Estadual do Morro do Diabo e alguns fragmentos de mata ainda existentes na região.
- ✓ Vegetação esparsa: considerou-se nessa classe intermediária as áreas de agricultura, que são bastante diversificadas no local pela existência de pequenas culturas distribuídas na área de assentamentos (à esquerda do Parque), as pastagens extensivas, que são predominantes nessa porção e alguns fragmentos de capoeira (estágio inicial de regeneração).

Os resultados podem ser visualizados na Carta Índices de Vegetação, no anexo 1.

As cartas temáticas geradas servem de subsídio para a caracterização da área de estudo e a correlação para a confecção da carta síntese, a Carta das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis: Fragilidades Potenciais e Emergentes.

IV.2.2.5 Carta das Unidades Ecodinâmicas

Para confeccionar a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes, resultado da síntese deste estudo, apresentada no anexo 1, foi necessário correlacionar as informações contidas nas cartas intermediárias relacionadas aos temas clima, geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra/cobertura vegetal.

... Assim os estudos dos solos prestam-se por um lado a avaliação da potencialidade agrícola (aptidão agrícola e capacidade de uso) e de outro subsidiam a análise da fragilidade do ambiente perante às ações antrópicas ligadas a agropecuária. Os levantamentos geológicos são básicos para o entendimento da relação relevo/solo/rocha, as informações climáticas, sobretudo as de chuvas (intensidade, volume, duração), também se prestam tanto para a análise da potencialidade agrícola como para a avaliação da fragilidade natural dos ambientes, a rugosidade topográfica do relevo

(índices de dissecação) e declividades das vertentes bem como os levantamentos dos tipos de Uso da Terra, manejo dos solos para agricultura, tratados integradamente, possibilitam chegar a um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. (ROSS, 1994, p. 66)

Os produtos para a correlação foram escolhidos de acordo com a escala de trabalho. Neste estudo, especificamente, em que os dados foram mapeados na escala 1:50.000, foram utilizadas as seguintes cartas: Geomorfológica, Esboço Pedológico e Uso da Terra.

Por meio de programação no módulo LEGAL do SPRING, a carta é gerada através das linhas de comando que determinam todas as possibilidades de correlação de cada polígono, sendo, portanto, de maior exatidão. No entanto, este processo, que gera no SPRING uma matriz, classifica os polígonos automaticamente. A classificação numérica, neste caso, fica subentendida na classificação final, considerando-se apenas o índice final de fragilidade, representado pela cor.

O módulo LEGAL é uma ferramenta de análise, também denominada Álgebra, por meio do qual são elaboradas e, posteriormente executadas, linhas de comando de programação. São declaradas quais variáveis e suas categorias serão utilizadas na correlação e quais as condições para ser gerado o produto final.

Cada linha de comando (sentença) pode envolver operadores que determinam todas as combinações possíveis e a qual classe este resultado irá pertencer.

Para identificar o grau de fragilidade dos polígonos identificados na Carta das Unidades Ecodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes utiliza-se uma combinação numérica de quatro algarismos: relevo, classes de solo, cobertura vegetal/uso da terra e condições pluviométricas.

Deste modo a associação numérica apresenta 4 dígitos, todos variando de 1 a 5: um dígito representa a intensidade de dissecação do relevo ou declividade, outro a suscetibilidade à erosão dos tipos de solos, do menos suscetível ao mais suscetível, o seguinte representa o grau de proteção aos solos pela vegetação (natural ou cultivada) também variando da mais protetora a menos protetora e o último dígito representa as condições climáticas conforme a distribuição e volume das chuvas ao longo do ano.

Como exemplo de correlação, toma-se o caso de um determinado ponto cujo relevo é de vertentes convexas de baixa declividade, características pedológicas de latossolos vermelho-amarelos de textura média e uso da terra de mata (vegetação densa de floresta, correspondente à área interna do Parque Estadual do Morro do Diabo).

De acordo com a metodologia proposta por ROSS (1994), a classificação numérica do polígono gerado a partir da correlação dos dados é:

2 3 1 3, onde o primeiro algarismo (2) corresponde ao tipo de vertente, o segundo algarismo (3) corresponde ao tipo de solo, o terceiro algarismo (1) corresponde à cobertura vegetal e o quarto algarismo (3) corresponde às características pluviométricas.

Nessas condições, a Unidade Ecodinâmica a qual este local pertencerá será Estável, por se tratar de área interna ao Parque, ou seja, de vegetação que até o momento não sofre intervenção antrópica - grau máximo de proteção devido à cobertura vegetal de floresta. O grau de fragilidade da área será Fraco, pois as características do relevo combinadas ao tipo de solo e ao uso da terra determinam poucas possibilidades de erosão do solo. O relevo tem baixa declividade, os solos possuem textura média, mas ambos estão associados à densa cobertura vegetal, que garante proteção ao solo, diminuindo o impacto das gotas de chuva e prevenindo contra a formação de erosão laminar e linear.

Como a situação pluviométrica é a mesma para toda a área, não é necessário colocá-la como condição no programa.

Considerando este local analisado como exemplo, descreve-se uma das muitas combinações possíveis, que deve constar no módulo LEGAL em formato de linguagem de programação:

```
"E fraco": (Geomorfo.Classe== "Vc1" && Pedologia.Classe== "LVA4" && Usoterra.Classe== "Floresta"),
```

Desta forma, relaciona-se que pertencerá à classe E fraco (Unidade Ecodinâmica Estável de grau de fragilidade Fraco) o local que apresentar Vc1 (Vertente convexa de baixa declividade) como classificação geomorfológica, associado à LVA4 (solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo

de textura média) como classificação pedológica, ambos associados à Floresta/Mata natural como classificação de uso da terra.

A partir disso devem ser descritas no módulo LEGAL todas as combinações possíveis de ser encontradas, para que o SPRING possa gerar automaticamente a Carta das Unidades Ecodinâmicas com as Fragilidades Potenciais e Emergentes.

Foram geradas três Cartas de Unidades Ecodinâmicas, alterando-se a seqüência dos algarismos:

Na primeira carta, considerou-se o relevo como fator determinante, e a seqüência foi relevo – solo – cobertura vegetal /uso da terra – pluviometria.

Na segunda carta, considerou-se o solo como fator determinante, e a seqüência foi solo – relevo – cobertura vegetal/uso da terra – pluviometria.

Na terceira carta, considerou-se a cobertura vegetal/uso da terra como fator determinante, e a seqüência foi: cobertura vegetal/uso da terra – relevo – solo – pluviometria.

Os resultados são apresentados e analisados no Capítulo VI.

A planilha de correlações é apresentada no anexo 3. O programa em módulo LEGAL que gerou a Carta de Unidades Ecodinâmicas é apresentado no anexo 4.

IV.3 Procedimentos Técnicos para Realização dos Ensaios em Trabalho de Campo

IV.3.1 O penetrômetro de bolso

Segundo STOLF (1991), os “penetrômetros são aparelhos destinados a determinar a resistência do meio no qual penetram”.

O equipamento utilizado nos ensaios de campo foi o H-4200 – Pocket Soil Penetrometer.

Esse equipamento avalia a resistência de compressão do solo, verificando sua consistência. Por meio da penetração de uma haste são feitas as medições mensuradas em kg/f/cm^2 (quilogramas/força/centímetro quadrado).

O cone do aparelho possui uma área de $0,32 \text{ cm}^2$ e registra resistência de até $4,5 \text{ kg/f/cm}^2$ (THOMAZ, 2003).

Por se tratar de uma área predominantemente aplanada, os ensaios foram feitos na superfície. Para melhor avaliação das características de resistência dos materiais do solo da área foi também utilizado o penetrômetro de percussão.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-8: Teste com penetrômetro de bolso.

IV.3.2 O penetrômetro de percussão (ou impacto)

De acordo com as características apresentadas na área de estudo optou-se por realizar ensaios com o penetrômetro de percussão nos mesmos pontos onde foram efetuados os ensaios com o penetrômetro de bolso. O objetivo de utilizar ambos os aparelhos nas medições é determinar a variação de resistência de superfície e sub-superfície.

STOLF (1991, p.230) define as características dos penetrômetros de impacto:

têm características dinâmicas de penetração, sendo comumente denominados penetrômetros dinâmicos: a haste penetra no solo através do impacto de um peso que cai de uma altura constante, em queda livre. Conta-se o número de impactos necessários para que o aparelho penetre a espessura de determinada camada.

De acordo com MOSCA (2003, p.49),

os penetrômetros são constituídos de uma ponteira padrão e por uma haste, que devem ser introduzidas no solo, com a finalidade de medir o esforço à penetração à medida que esta se desloca ao longo do perfil do solo a uma velocidade constante padronizada.

O modelo utilizado nos ensaios de campo foi o Planalsucar/Stolf. O equipamento segue as especificações da American Society of Agricultural Engineers e apresenta as seguintes características:

- ✓ Peso que provoca o impacto: 4 kg;
- ✓ Curso de queda livre: 40 cm;
- ✓ Área da base do cone: 1,29 cm²;

Os impactos foram cadastrados de forma cumulativa até atingir o comprimento total da haste, que totaliza 70 cm.

Segundo STOLF (1991, p. 235)

entre as três fórmulas analisadas no campo da agronomia [Sanders, Holandeses e Brix], tanto do ponto de vista teórico como experimental, a melhor para a determinação da resistência dinâmica é a dos holandeses. Sua aplicação, considerando as características do penetrômetro de impacto modelo Stolf, conduz à seguinte expressão particular:

$$R \text{ (kgf/cm}^2\text{)} = 5,6 + 6,89 N$$

onde:

R= resistência do solo ou índice de cone (kgf/cm²);

5,6=valor adicional devido à variação da energia potencial do conjunto, após impacto (kgf);*

6,89= valor do fator de perda devido ao choque multiplicado pelo termo principal de energia disponível para penetração;*

N= impactos /dm

A quantidade de impactos pode ser bastante variável, visto que cada ponto pode apresentar características distintas em relação a alguns fatores como, por exemplo, densidade de partículas, teor de água, densidade do solo, porosidade e densidade radicular.

Pode-se ainda determinar a espessura da serrapilheira encontrada em cada um dos pontos, medindo-se a quantidade de cm penetrados no solo antes do primeiro impacto, ou seja, apenas com o peso do aparelho.

* Valores definidos de acordo com as características do penetrômetro em uso: massa que provoca o impacto=4 kg; massa das demais componentes do penetrômetro, excluída a de impacto=3,2kg; aceleração da gravidade; altura de queda da massa que provoca o impacto=40 cm.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-9: Teste com penetrômetro de percussão.

IV.3.3 O infiltrômetro de superfície

De acordo com GUERRA & CUNHA (1994), a água infiltra no solo por força da gravidade e capilaridade. Isto faz com que as partículas do solo sejam envolvidas por uma fina película de água. Durante um evento chuvoso, os espaços entre as partículas são preenchidos por água, e as forças capilares decrescem, até o ponto de saturação.

Para medir as taxas de infiltração, foi utilizado como infiltrômetro de superfície um recipiente com fundo vazado, com capacidade de aproximadamente 3 litros. Esse recipiente foi fincado no solo aproximadamente 4 cm de sua altura. A partir disso, foi colocada água no

recipiente até sua capacidade total e cronometrado o tempo de infiltração do volume, sistematicamente, até a saturação do solo.

A capacidade de infiltração de água na superfície está condicionada ao tipo de solo, sua textura, densidade, porosidade, e densidade radicular, entre outros fatores.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-10: Instalação do infiltrômetro de superfície.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2003.

Figura IV-11: Cronometragem do tempo de infiltração da água na superfície.

IV.3.4 O infiltrômetro de subsuperfície

Foi executado a trado um furo com 70 cm de profundidade, de onde, no primeiro trabalho de campo, foram coletadas amostras de solo para análise granulométrica.

O furo foi completado com água sistematicamente, e cronometrada a infiltração em subsuperfície, até sua saturação.

O objetivo dos ensaios é determinar correlações a partir das taxas de infiltração e percolação da água nos locais amostrados, de acordo com o tipo de solo, sua textura, densidade, porosidade, entre outros fatores.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-12: Tradagem para procedimento de teste com infiltrômetro de subsuperfície e coleta de amostragem de solo para análise granulométrica.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-13: Colocação da água.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2003.

Figura IV-14: Medição da infiltração da água, com trena em cm.

IV.3.5 A coleta de matéria orgânica

Foi coletada matéria orgânica de todos os pontos amostrados na proporção de um quadrado de 0,5 x 0,5 m. Essas amostras foram coletadas no Horizonte O e posteriormente secas ao ar e pesadas.

A quantidade de matéria orgânica encontrada determina certo grau de proteção do solo. Os solos desprovidos de cobertura vegetal ou com vegetação rasteira sofrem maior impacto das

gotas de chuva e são carregados facilmente pela baixa resistência à desagregação dos grãos à ação mecânica da energia cinética das chuvas.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura IV-15: Seleção do local de amostragem e localização do ponto com GPS.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2003.

Figura IV-16: Delimitação da área de coleta de matéria orgânica (0,5 x 0,5m).

IV.3.6 Amostras de solo

Para verificar a composição pedológica da área de estudo, no trabalho de campo foram coletadas amostras de diferentes tipos de solos em locais distintos, que posteriormente foram examinadas pelo método da análise granulométrica.

Os locais para amostragens foram selecionados de acordo com LEMOS (1982), em cortes de estradas ou voçorocas em perfis limpos. Nos locais onde não foi possível fazer um perfil, foi utilizado o trado holandês para retirar as amostras. A localização dos pontos de amostragens foi feita com GPS e as características do solo foram anotadas em caderneta de campo.

Em outubro de 2000, foram coletadas amostras à montante, no médio curso e à jusante da bacia.

A análise foi efetuada em laboratório, somente a partir das areias com o objetivo de classificar as frações em mm e verificar a participação das areias no total da amostra.

Essa classificação tem como objetivo caracterizar a composição textural dos solos na área de estudo e auxiliar na elaboração do Esboço Pedológico, no qual foram plotados os pontos de coleta de amostras.

Para proceder à análise granulométrica, foram seguidas as etapas:

- ✓ Coleta das amostras;
- ✓ Secagem das amostras em bandejas (TFSA - Terra Fina Seca ao Ar) durante 48 horas;
- ✓ Esboroamento;
- ✓ Pesagem;
- ✓ Separação de material diferenciado (raízes e carvão);
- ✓ Peneiragem para retirada da fração maior que 2 mm;
- ✓ Pesagem;
- ✓ Divisão em amostras de 50g (para serem utilizadas na análise granulométrica) em beakers;
- ✓ Adição de 2g de dispersante Pirofosfato de Sódio, para cada uma das 50g amostradas e água destilada. Descanso de 24 horas;
- ✓ Agitação mecânica;
- ✓ As amostras são colocadas em provetas com 1 litro de água e se procede com a agitação manual e retirada da suspensão dispensável das amostras por sifonagem de acordo com o tempo calculado no ábaco para análise granulométrica por

densimetria⁷ (anexo 2). Durante a decantação da solução, após a agitação, deve-se aguardar aproximadamente 2 minutos antes de cada sifonagem;

- ✓ A fração de areia restante é transferida para um becker e levada para a estufa por, no mínimo 48 horas;
- ✓ Peneiragem mecânica das amostras por 5 minutos. Peneiras de fração 1,00 mm, 0,50 mm, 0,250 mm, 0,125 mm, 0,062 mm e < 0,062mm;
- ✓ Pesagem de cada fração e separação em compartimentos plásticos individuais.

Em março de 2003 foi realizado outro trabalho de campo e, nesta etapa, as amostras foram coletadas de acordo com o tipo de uso da terra (áreas interna e externa ao Parque Estadual do Morro do Diabo) e de acordo com sua posição do relevo – alta, média e baixa vertente.

Os pontos foram localizados com GPS e as amostras foram encaminhadas a ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP) para análise granulométrica (anexo 2).

Os dados adquiridos nos ensaios de campo, com o objetivo de determinar as suscetibilidades do solo e subsolo à erosão devem ser analisados, juntamente com o resultados obtidos nos mapeamentos, com a finalidade de auxiliar na aplicação da metodologia de fragilidade proposta por ROSS (1994). Esses dados podem confirmar ou refutar os resultados obtidos na Carta de Unidades Ecodinâmicas.

⁷ Para fazer o cálculo no Ábaco para Análise Granulométrica por Densimetria é necessário utilizar o peso específico do quartzo (2.65 g) no eixo 1, a temperatura ideal medida no Laboratório (20°C) no eixo 2, onde se deduz no eixo 3 o número 11,25. Determina-se o diâmetro máximo das partículas a serem coletadas (1 mm) no eixo 5 e a profundidade que será feita a coleta (20cm), no eixo 6. A reta entre o eixo 5 e 6 determina o tempo de coleta no eixo 7 (2 minutos, aproximadamente).

**V - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-NATURAL E SÓCIO-ECONÔMICA DA ÁREA
EM ESTUDO**

V.1 Caracterização Físico-Biótica

Para a análise da região foram consideradas as informações sobre clima, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação/uso da terra. No entanto, é muito importante que estes dados sejam avaliados integradamente, pois é desta forma que a natureza se apresenta com seus componentes físicos e bióticos.

V.1.1 Aspectos Climáticos

Como primeiro fator de análise, os dados climáticos de uma região têm bastante influência no estudo das Unidades Ecodinâmicas e no entendimento da fragilidade ambiental aos processos erosivos.

o extremo oeste paulista é uma região influenciada pelos sistemas tropicais e extra-tropicais, devido à sua própria localização geográfica, entre o Centro-Oeste brasileiro, dominado pelas massas tropicais, e Sul, pelos sistemas polares; logo é uma área de transição climática. (MARIANO, 1995, p. 26)

O mecanismo de circulação atmosférica regional gera tipos de tempos diferentes, pois no inverno, sob a atuação freqüente da Massa Polar Atlântica (Pa) e recuo da Tropical Atlântica (Ta), ocasiona escassez de chuvas e influência de ondas de frio, responsáveis pelas temperaturas mais baixas.

Durante o verão, há o recuo da ação da Massa Polar Atlântica (Pa), devido ao aquecimento e ação de massas tropicais; contudo, os sistemas frontais continuam atuando como reguladores do mecanismo, pois são responsáveis pela gênese das chuvas na maior parte do ano (Zavatini, 1983 apud MARIANO, 1995).

Nesta área, segundo dados de SÃO PAULO (ESTADO) (1999), o clima é predominantemente tropical-continental, dada à participação dos sistemas atmosféricos do Centro-Oeste.

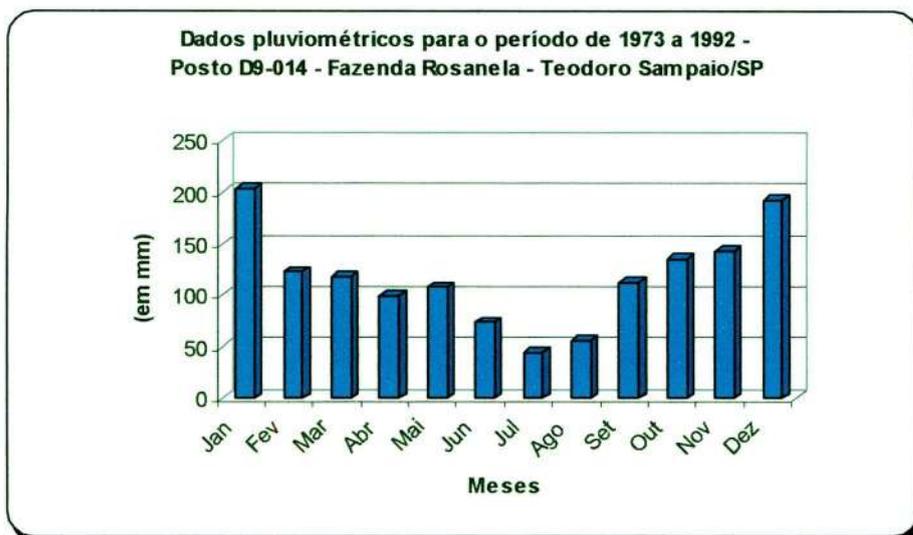
Em referência à classificação de Köppen, a definição é Cwa: Mesotérmico de Inverno Seco, caracterizado por temperaturas médias anuais ligeiramente inferiores a 22° C, com chuvas típicas de clima tropical de maior ocorrência no verão.

A temperatura média no verão oscila entre 28,4°C a 25,0°C e no inverno entre 19,6°C a 15,4°C. Apresenta uma estação chuvosa e quente (verão, primavera) e outra seca, com temperatura amena (inverno e outono). É freqüente a ocorrência de verânico, ou seja, invasão de ondas de calor em pleno inverno durante semanas; contudo, em alguns dias durante o inverno chegam a registrar 0°C, devido à invasão de ondas de frio. Estas 'ondas de frio' podem ocasionar pequenos episódios de ocorrências de geadas em alguns dias de inverno. (MARIANO, 1995)

O DAEE disponibiliza dados de 5 postos pluviométricos localizados em Teodoro Sampaio. Foi escolhido para este trabalho parte dos dados do posto D9-014 – Fazenda Rosanela, pela proximidade da área de estudo e pela quantidade de dados consistidos apresentados.

O Posto Pluviométrico D9-014 – Fazenda Rosanela localiza-se na latitude de 22° 34' S, longitude de 52° 25' W e altitude média de 300 m. Os dados totais disponíveis são de 1969 a 2000, mas com falhas de medição, tendo apenas o período de 1973 a 1992 com dados completamente consistidos.

O gráfico da Figura V-1 apresenta as médias mensais para o período selecionado.



Fonte dos dados: DAEE (2003)
Org: Rosangela do Amaral (2004)

Figura V-1: Média pluviométrica mensal da área de estudo no período de 1973 a 1992.

A média anual de pluviosidade é em torno de 1400mm/ano.

De acordo com dados de SÃO PAULO (ESTADO) – 1999, a evapotranspiração é mais acentuada nos meses de agosto, setembro e outubro, embora déficits hídricos ocorram já a partir dos meses de maio ou junho.

A umidade é relativamente estável durante o ano, com médias anuais entre 70 e 80%. Nos meses de agosto e setembro apresentam ligeira queda (médias de 60%), acompanhando o balanço hídrico e os baixos índices de precipitação nesse período.

V.1.2 Geologia

Nesta pesquisa, os dados foram baseados no Mapa Geológico do Estado de São Paulo - IPT (1981) e no trabalho Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Parapanema), Relatório n.º 24.739- IPT (1987), ambos em escala 1:500.000.

A área de estudo está localizada na Bacia do Paraná, sobre rochas do Grupo Bauru.

Conforme se pode observar na Carta Geológica, no anexo 1, na maior parte da área predomina a Formação Caiuá. Esta é constituída de arenitos bastante uniformes, de granulação fina a média, bem selecionados, com grãos arredondados a subarredondados, de coloração arroxeada típica.

Em uma estreita faixa das margens do Ribeirão Bonito a jusante, existem sedimentos aluvionares, constituídos de aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e terraços.

As formações predominantemente areníticas presentes em toda a área de estudo favorecem os processos erosivos, por tornar a litologia mais frágil pela baixa compactação dos grânulos, causando sua desagregação e carreamento.

Na parte Norte do Parque Estadual do Morro do Diabo aparecem manchas derivadas das Formações Adamantina e Santo Anastácio.

A característica principal da Formação Adamantina é que contém micas, e, mais raramente, feldspatos, sílica amorfa e minerais opacos, bem como exibem uma grande variedade das estruturas sedimentares.

A Formação Santo Anastácio é constituída de arenitos com granulometria média a fina, com grau de seleção regular a ruim. Nesses arenitos estão presentes quartzo, feldspato, sílica amorfa e minerais opacos.

V.1.3 Pedologia

Em relação aos solos, foram pesquisados OLIVEIRA, et al. (1999), Secretaria de Estado do Meio Ambiente (1998), IPT (1987) e coletadas amostras para análise em trabalhos de campo.

Deve considerar-se que as formações pedológicas correlacionam-se com os demais componentes do meio físico, em especial com o substrato rochoso, as formas de relevo, o clima e os fatores bióticos.

As características climáticas favoreceram o desenvolvimento de processos de alteração ferralítica, bem desenvolvidos nos solos da região. A água também exerce papel de fundamental importância, podendo acelerar o processo de migração de argila para os horizontes mais profundos, causando a lixiviação dos sais solúveis. As formas do relevo contribuem para a definição das intensidades destes processos.

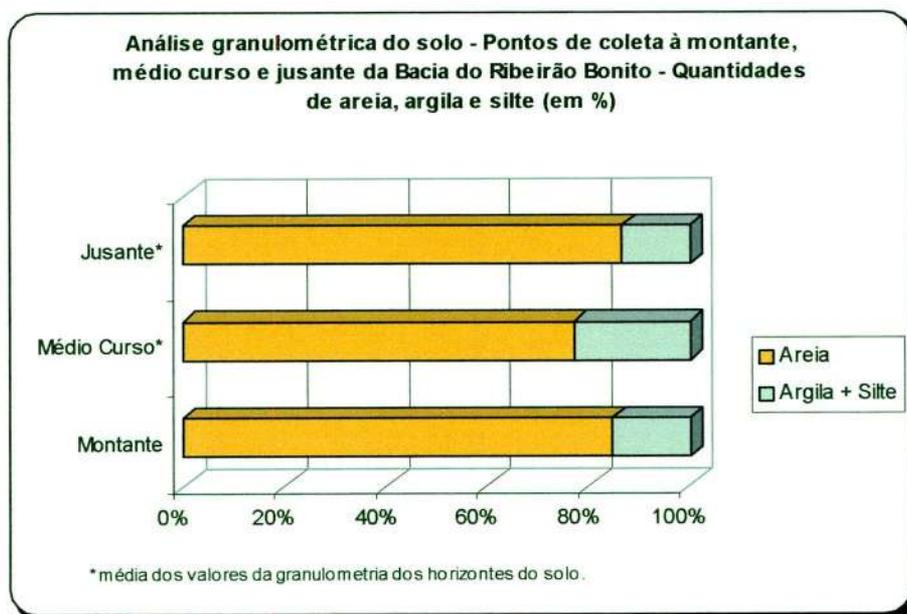
A influência do substrato rochoso no desenvolvimento pedológico verifica-se fundamentalmente por meio da composição mineralógica e da permeabilidade. Essa influência é observada tanto nos processos de alteração física e química dos constituintes minerais como nos processos de movimento da matéria no solo.

No caso da área de estudo, o substrato pedogenético, produto da alteração de arenitos não calcíferos apresenta-se relativamente pobre em cátions básicos, facilitando o desenvolvimento de perfis latossólicos. A ocorrência de perfis podzólicos está provavelmente condicionada a coluvionamentos subsuperficiais de areias e argilas transportadas por ação de chuvas torrenciais e movimentação por gravidade ao longo das vertentes mais inclinadas.

Conforme se verificou em análise às amostras de solos coletadas em trabalhos de campo, os solos são predominantemente arenosos, o que causa uma rápida e profunda infiltração da água, que leva consigo os minerais e empobrece o solo superficial.

A análise das amostras coletadas em outubro de 2000 em três diferentes pontos da Bacia do Ribeirão Bonito (montante, médio curso e jusante) demonstrou que ocorre em média 80% de areia nos horizontes e perfis estudados, conforme a figura V-2. A maior parte das amostras

concentra-se na fração 0,250 mm, o que comprovam que a composição dos solos é predominantemente de areias médias a finas.

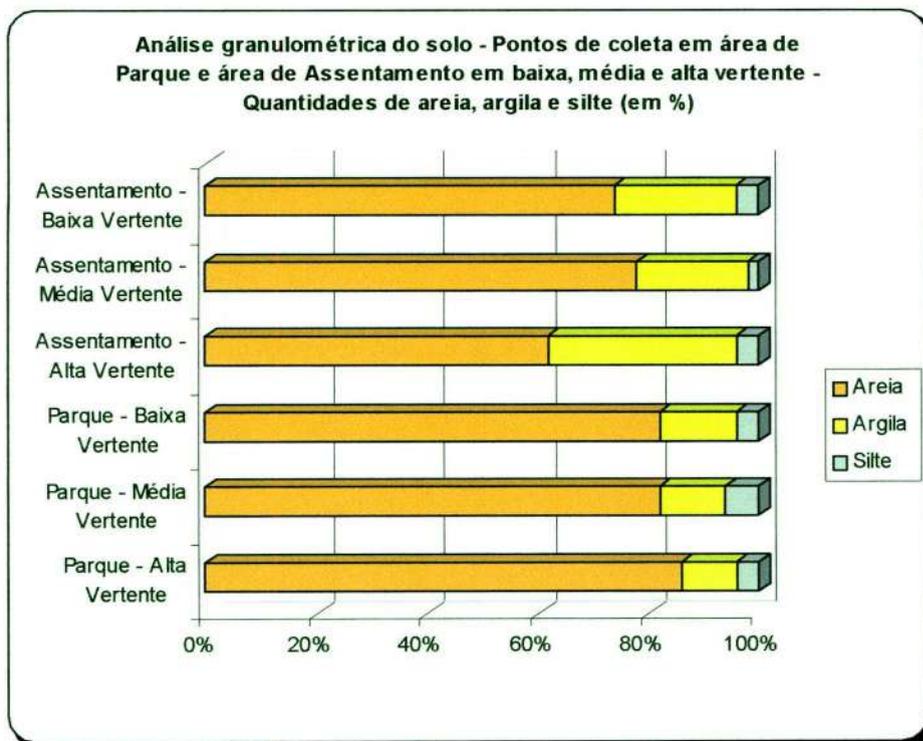


Análise de solo: Rosângela do Amaral (2000) – Laboratório de Pedologia/Depto de Geografia/FFLCH/USP
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2005)

Figura V-2: Análise granulométrica - Quantidades de areia e argila + silte (em %) presentes nos pontos à montante, médio curso e jusante da Bacia do Ribeirão Bonito.

As amostras coletadas de acordo com o tipo de uso da terra (áreas interna e externa ao Parque Estadual do Morro do Diabo), em março de 2003, e de acordo com sua posição no relevo – alta, média e baixa vertente, também demonstraram a predominância da fração areia, conforme a figura V-3.

A localização dos pontos de coleta podem ser verificados no Esboço Pedológico, no Anexo 1 e a tabulação dos dados das amostras coletadas se encontra no Anexo 2.



Análise de solo: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ/USP (2003)
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2005)

Figura V-3: Quantidades de areia, argila e silte (em %) presentes nas amostras dos pontos em área do Parque Estadual do Morro do Diabo e área de Assentamento, localizados em baixa, média e alta vertente.

Para evitar o empobrecimento do solo, em algumas propriedades, optou-se por fazer os cultivos em curvas de nível na área afetada, como tentativa de conter a erosão laminar dos solos, bastante freqüente na região. Como os arenitos da área são finos, o impacto da chuva desagrega o solo com facilidade e estes são carregados - causando erosão em área sem vegetação ou com cultivos sem práticas conservacionistas - e sedimentando em rios ou reservatórios.



Foto: Rosangela do Amaral, 2000.

Figura V-4: Sistema de curvas de nível, implantado na maioria das propriedades dos assentamentos rurais para conter erosão. O objetivo é conter o escoamento da água pluvial, que além de carrear as camadas de solo suscetível à erosão, leva também os nutrientes do solo. Desta forma, procura-se também conter o assoreamento dos corpos d'água da região.

Por observações em trabalho de campo na área de estudo, verificou-se que os horizontes superficiais são arenosos e somente encontra-se a presença de argila abaixo de cerca de 1 metro de profundidade.

Conforme pode ser verificada no Esboço Pedológico no anexo 1, os tipos de solo encontrados na área de estudo são:

RL8 - Neossolos Litólicos distróficos A moderado, textura média, associados a afloramentos de rochas. Este tipo de solo é encontrado apenas no Morro do Diabo, sobretudo nas vertentes escarpadas.

RL9 - Neossolos Litólicos distróficos A moderado, textura média associados a afloramentos de rochas. São encontrados no Morro do Diabo, nas vertentes muito inclinadas.

PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos A moderado, textura arenosa/média. São encontrados nas vertentes côncavas e convexas de média a alta declividades, estando distribuídos por áreas restritas na bacia, sobretudo nas cabeceiras dos formadores e tributários do Ribeirão Bonito.

LVA4 - Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos A moderado, textura média. É o tipo de solo predominante na área de estudo, distribuindo-se pelas amplas colinas de topos e vertentes convexas de baixa declividade.

GX9 - Gleissolos Háplicos eutróficos e distróficos, argila de atividade baixa, textura argilosa + Planossolos Háplicos eutróficos, argila de atividade baixa, A moderado textura arenosa/média e arenosa/argilosa associados a Neossolos Flúvicos eutróficos A moderado textura argilosa. Este solo é encontrado às margens do Ribeirão Bonito, demais pequenos afluentes e do Reservatório de Rosana, nos relevos de planícies fluviais ou fundos de vales planos colúvio-fluviais.

“As propriedades do solo são de grande importância nos estudos de erosão, porque, juntamente com outros fatores, determinam a maior ou menor suscetibilidade à erosão.” (GUERRA & CUNHA, 1994, p. 154)

As propriedades do solo que interessam à erosão são a textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH do solo. O tipo de uso agrícola praticado é também importante fator no desenvolvimento de processos erosivos.

São justamente os solos arenosos que apresentam os maiores índices de erodibilidade, o que pode ser comprovado por diversos estudos já efetuados (GUERRA & CUNHA, 1994, p. 155). Os solos desprovidos de cobertura vegetal ou com vegetação rasteira sofrem maior impacto das gotas de chuva e são também carregados facilmente pela baixa resistência à desagregação dos grãos à ação mecânica da energia cinética das águas correntes.

V.1.4 Geomorfologia

Segundo ROSS & MOROZ (1997), em uma classificação regional, a área de estudo está localizada no Planalto Ocidental Paulista, no compartimento geomorfológico denominado Planalto Centro Ocidental.

“...Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente em colinas amplas e baixas com topos convexos (Dc) e topos aplanados ou tabulares (Dt)” (op. cit., p. 42).

Na bacia são encontrados os seguintes tipos de Padrões de Formas Semelhantes: Dt11 e Dc12, que significa que os entalhamentos médios dos vales são inferiores a 20 m e as intermediações interfluviais médias estão entre 1750 e 3750 m. As altimetrias variam de 300 a 600 m e as declividades médias predominantes das vertentes estão entre 2 e 10%.

Estas informações podem ser verificadas na Carta Geomorfológica no anexo 1.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2000.

Figura V-5: As colinas amplas, predominantes na região do Pontal do Paranapanema.

Seguindo a classificação taxonômica proposta por ROSS (1992), os tipos de formas de relevo e vertentes encontrados na área de estudo foram:

- as Colinas amplas e baixas, onde os tipos de vertentes são predominantemente convexas de baixas declividades (3 a 12%), algumas ocorrências de vertentes côncavas, de mesma declividade e alguns topos convexas, com declividades entre 0 a 12%.

- o Morro com topo aplanado ou tabular, correspondente ao Morro do Diabo, única grande elevação da Bacia. Os tipos de vertentes encontrados no morro correspondem às vertentes convexas de médias declividades (12 a 30%), vertentes retilíneas de médias e altas declividades (de 12 a 30% e >30%, respectivamente), topos planos, com declividades de 0 a 3%, patamares planos, de mesma declividade e topos convexas, com declividades de 0 a 12%.

- as Planícies às margens do Ribeirão Bonito e seus afluentes, com declividades de 0 a 3%.

Foram traçados três perfis que cortam a bacia e área de entorno, um a montante, um a médio curso e outro a jusante, que objetivam caracterizar o Ribeirão Bonito desde as cabeceiras até a sua foz, no Rio Paranapanema.

A nascente principal do Ribeirão Bonito está próxima do interflúvio, limite da bacia, à NE, a cerca de 400m de altitude. No Perfil 1 (Figura V-6), pode-se perceber um vale bastante entalhado no curso principal do Ribeirão, já que o arenito Caiuá e os solos arenosos facilitam este processo em toda a bacia. Nas nascentes do Ribeirão e tributários, as cabeceiras apresentam vertentes côncavas, de baixa declividade, porém, predominam as formas convexas (topos e vertentes), também de baixa declividade, que moldam as colinas amplas.

O recobrimento dos interflúvios e vertentes está formado por materiais nos quais identificam-se os Latossolos Vermelho-Amarelos, de textura média, com presença dos Argissolos Vermelho-Amarelos, de textura média/arenosa, apenas nas áreas com maiores declividades.

Quanto à cobertura vegetal/uso da terra, a parte onde se encontra floresta, à leste do Ribeirão, desde as cabeceiras até a foz, é a área restrita ao Parque Estadual do Morro do Diabo,

onde não foram verificadas marcas de erosão, exceto em algumas áreas com intervenção humana, como por exemplo, próximo à antiga ferrovia que cruzava o Parque.

No perfil são encontradas áreas com solo exposto e erosão laminar, intercaladas com as culturas de cana-de-açúcar. Nesta área da bacia, são verificadas as cabeceiras de drenagem com erosão acelerada, a presença de voçorocas e o assoreamento de tributários do Ribeirão Bonito, conforme trabalho de campo efetuado em outubro de 2000.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2000.

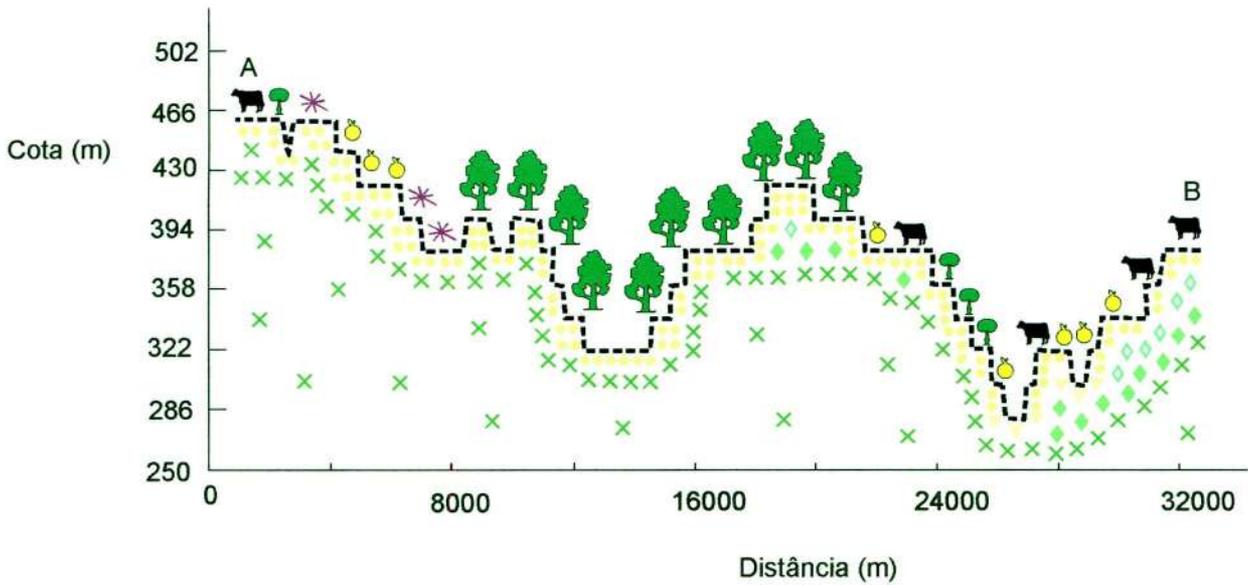
Figura V-6: Voçoroca encontrada em propriedade particular, próxima às cabeceiras do Ribeirão Bonito. Como não houve tentativa de recuperação, os braços do Ribeirão que estão nestas proximidades foram assoreados e o pasto abandonado.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2000.

Figura V-7: Assoreamento no braço do Ribeirão Bonito próximo à voçoroca. A cerca ficava à margem do Ribeirão, a fim de evitar a passagem do gado para a propriedade vizinha.

Perfil Montante



Legenda Integrada

Litologia

Grupo Bauru

- ◊ Ka - Formação Adamantina
- ◆ Ksa - Formação Santo Anastácio
- × Kc - Formação Caiuá

Pedologia

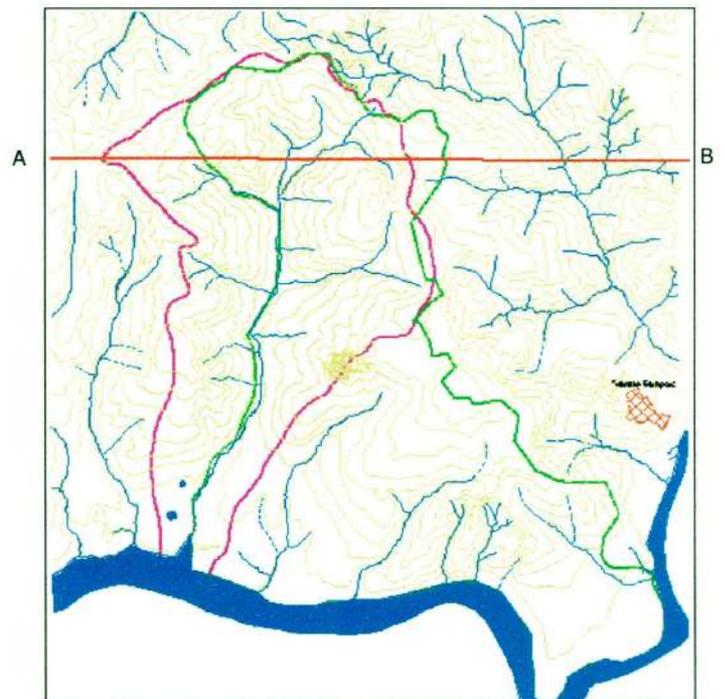
- LVA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo
- GX9 - Gleissolos Háplicos

Uso da Terra/Vegetação

- 🌳 Capoeira
- ✳ Solo Exposto (erosão laminar)
- 🍌 Agriculturas diversas
- 🌳 Floresta
- 🐮 Pastagem

Elaborado por Rosângela do Amaral, 2004

Localização do perfil em relação à área de estudo



3,8 0 3,8 7,6 11,4 15,20 Km



Figura V-8: Perfil 1 - Montante

No Perfil 2 (Figura V-10), referente ao Médio curso do Ribeirão Bonito, começa um estreitamento da bacia, como se pode perceber com a diminuição da distância entre os interflúvios de topos convexos e o vale, em relação ao Perfil 1. Nesta área, o vale está mais encaixado.

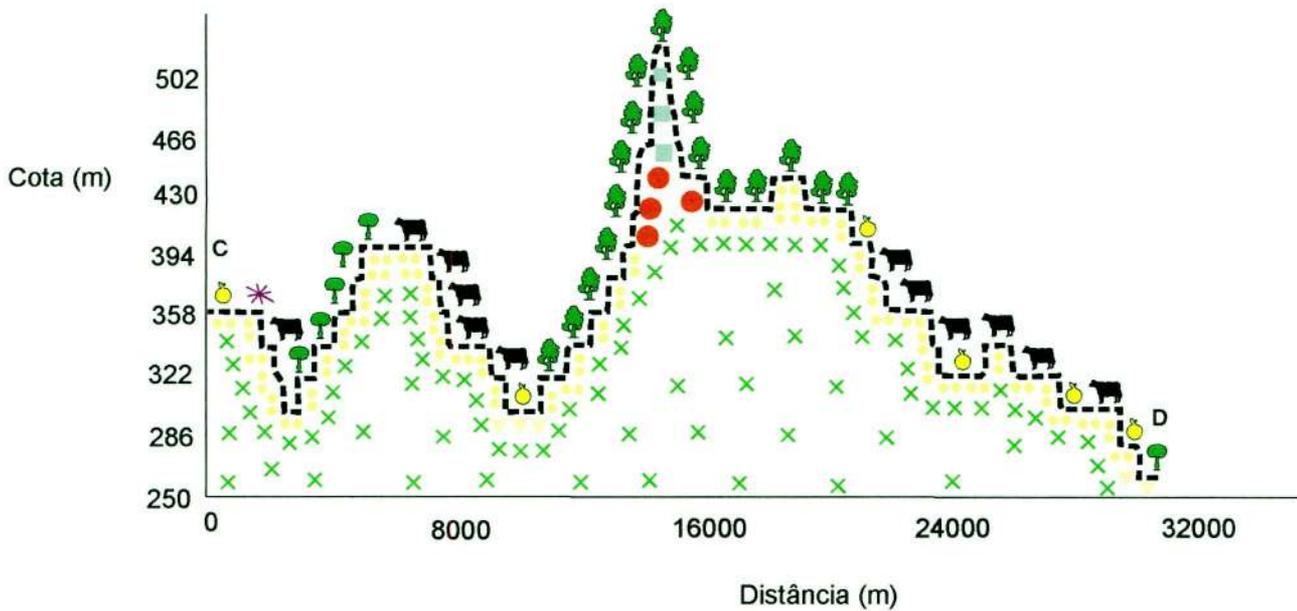
À oeste do Ribeirão são identificadas algumas vertentes côncavas, mas predominam as vertentes e topos convexos. À leste, está o Morro do Diabo, com cerca de 300m de amplitude topográfica em relação à sua base, ponto mais alto da bacia e da região. Mantido por rocha de arenito enriquecido de sílica (silicificado), o Morro foi preservado da erosão e tornou-se testemunho da forte dissecação que as colinas sofreram, como se pode perceber por essa diferença altimétrica e pela representação no perfil.



Foto: Rosangela do Amaral, 1998.

Figura V-9: O Morro do Diabo, única elevação na região da área de estudo.

Perfil Médio Curso



Legenda Integrada

Litologia

Grupo Bauru

× Kc - Formação Caiuá

Pedologia

● LVA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo

● GX9 - Gleissolos Háplicos

● PVA13 - Argissolo Vermelho-Amarelo

■ RL8 e RL9 - Neossolos Litólicos

Uso da Terra/Vegetação

● Capoeira

✱ Solo Exposto (erosão laminar)

● Agriculturas diversas

● Floresta

● Pastagem

Elaborado por Rosangela do Amaral, 2004

Localização do perfil em relação à área de estudo

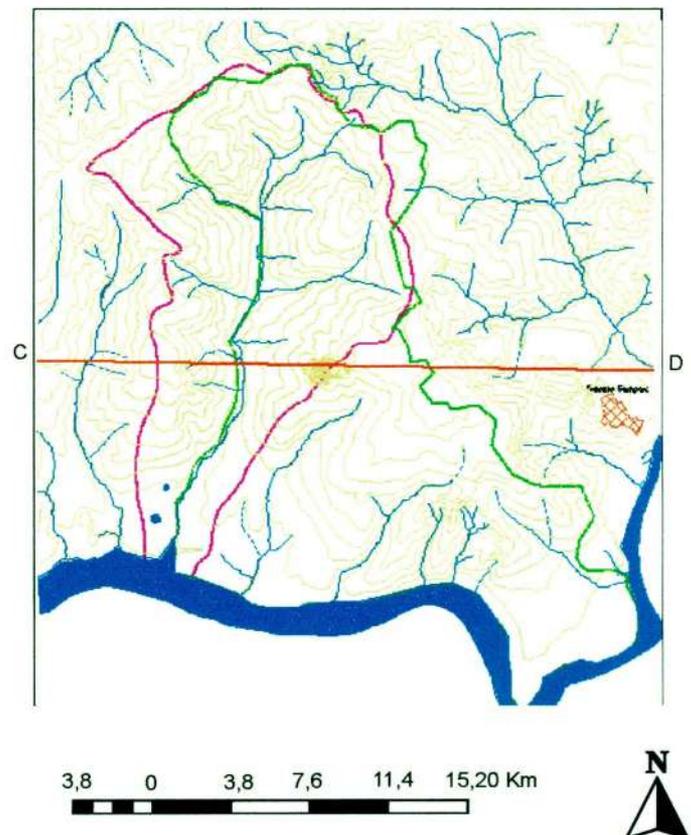


Figura V-10: Perfil 2 - Médio Curso

Apenas no Morro são encontrados os Neossolos Litólicos e afloramentos de rocha. Predominam em toda a área os perfis Latossólicos, com presença restrita dos Argissolos Vermelho-Amarelos.

No Perfil 3 (Figura V-14), da jusante do Ribeirão, percebe-se um estreitamento ainda maior da bacia, porém, há um espraiamento da planície fluvial, com presença dos aluviões com sedimentação de areia fina. Com a diminuição da amplitude topográfica das vertentes convexas em relação ao vale, o Ribeirão apresenta um curso d'água mais fraco e calmo do que o constatado a montante. Há a presença de várias lagoas e ampla área de várzea, com terrenos alagadiços.

Neste trecho predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos, e na área à oeste do Ribeirão Bonito verifica-se uma pastagem extensiva, onde se notam sulcos entre as braquiárias plantadas. Há também o pisoteio do gado em linhas preferenciais, responsável pela erosão linear encontrada nestes trechos.



Foto: Rosangela do Amaral, 2000.

Figura V-11: Tipo de capim braquiária plantado em pasto próximo à foz do Ribeirão Bonito. Entre os tufo de vegetação ocorrem sulcos porque estes locais tornam-se preferenciais para a passagem da água que vai escavando-os aos poucos, porém em um processo contínuo.



Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2000.

Figura V-12: Pisoteio de gado próximo à cerca. A retirada da vegetação para dar lugar à implantação de pasto desprotege o solo que fica mais suscetível a este tipo de erosão.

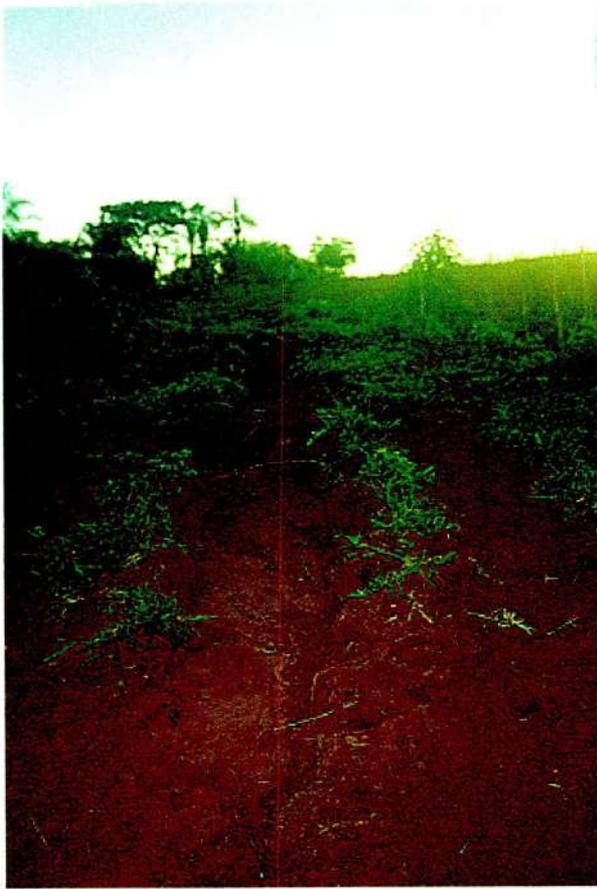
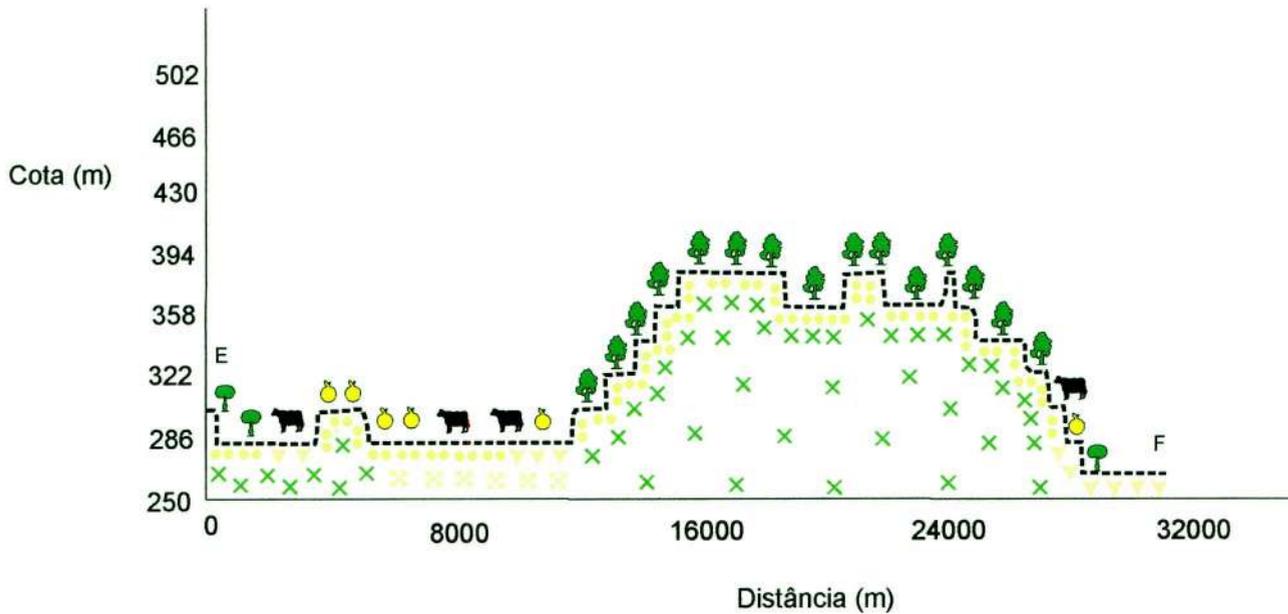


Foto: André Luiz Andrade Pinto, 2000.

Figura V-13: Ravina em vertente próxima a foz do Ribeirão Bonito.

Perfil Jusante



Legenda Integrada

Litologia

Cenozóico

Qa - Aluviões em geral

Grupo Bauru

Kc - Formação Caiuá

Pedologia

LVA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo

GX9 - Gleissolos Háplicos

Uso da Terra/Vegetação

Capoeira

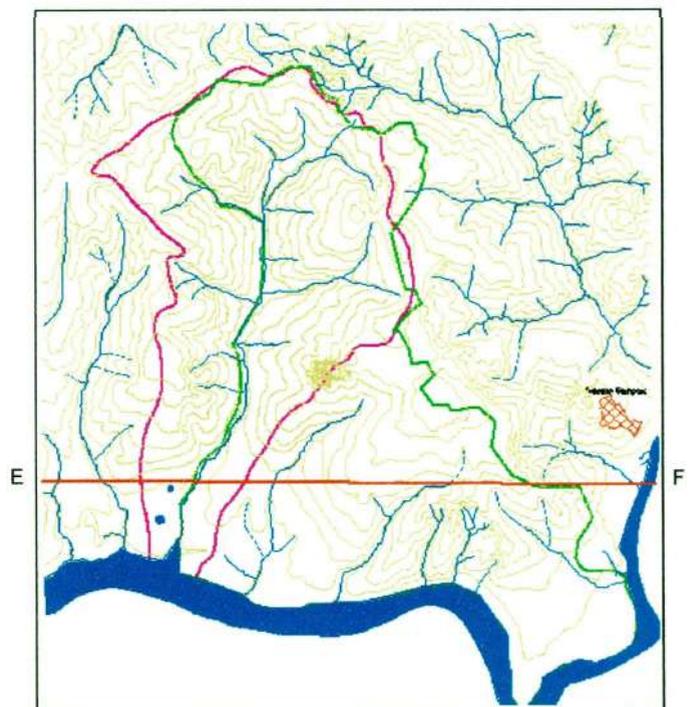
Agriculturas diversas

Floresta

Pastagem

Elaborado por Rosangela do Amaral, 2004

Localização do perfil em relação à área de estudo



3,8 0 3,8 7,6 11,4 15,20 Km



Figura V-14: Perfil 3 - Jusante

V.1.5 Hidrografia

A área de estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de número 22 e é gerenciada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema⁸ (CBH-PP). De acordo com o Comitê, a UGRHI é definida por critérios geomorfológicos, políticos, econômicos e culturais, para implementação e desenvolvimento da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Leal (2000) apud MENEGUETTE (2001) afirma que:

considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade, portanto, impõe abordar todos seus elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo, etc.) e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos.

A UGRHI-22 apresenta como principais problemas a perda acentuada de água superficial provocada pelo intenso desmatamento e aceleração do processo erosivo urbano e rural, assoreamento e desperenização de cursos d'água, lançamento de esgotos urbanos não-tratados, deposição irregular de lixo em nascentes e fundos de vale e o aumento crescente da demanda de água para abastecimento da população e para irrigação.

Numa classificação mais local, procurou-se classificar as drenagens da área de estudo segundo Strahler (1952) apud CHRISTOFOLETTI (1970). Esta classificação tem como definição: partindo da montante, os canais que não possuem tributários são classificados como 1ª ordem; quando houver confluência de dois ou mais canais de 1ª ordem, classifica-se a drenagem, após este ponto, como de 2ª ordem; os canais de 3ª ordem são aqueles que recebem tributários de 2ª ordem, mas também podem receber os de 1ª; e assim sucessivamente.

A área de estudo foi classificada e chegou-se a uma drenagem de 3ª ordem.

⁸ Segundo Leal (2000) apud MENEGUETTE (2001), "se torna inadequado falar em bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema, uma vez que não existe esta bacia, o que existe, na realidade, é um conjunto de bacias reunidas numa unidade hidrográfica para fins de gestão de seus recursos hídricos, sendo mais adequado fazer menção às bacias hidrográficas do Pontal do Paranapanema.

Foram considerados os canais intermitentes como rede de drenagem e classificados naturalmente, pois segundo CHRISTOFOLETTI (1970, p. 35),

... para se calcular a densidade de drenagem, mede-se a extensão de todos os canais fluviais inscritos na topografia, tanto os perenes como os intermitentes. Portanto, todos os canais perfeitamente marcados são levados em consideração.

A bacia apresenta padrão de drenagem dendrítico.

V.1.6 Vegetação

Segundo VICTOR (1975), na área de estudo a vegetação predominante apresenta-se um tanto quanto pobre em comparação a outras ocorrências de Mata Atlântica encontradas no Estado. Isto se deve às interações dos fatores clima e solo, sendo este último bastante arenoso e muito deficiente em nutrientes.

A vegetação original é denominada de Floresta Latifoliada Tropical Semidecídua, pois grande parte das espécies arbóreas perde parcialmente as folhas no período de inverno. Entre as espécies destacam-se: peroba (*Aspidosperma spp.*), pau d'alho (*Gallesia integrifolia*), figueira (*Ficus spp.*), jequitibá (*Cariniana spp.*), pau marfim (*Balfourodendron riedelianum*), jatobá (*Hymenea courbaril*), jacarandá paulista (*Machaerium villosum*), caviúna (*Machaerium scleroxylon*), cabreúva (*Myroxylon peruiferum*), açoita-cavalo (*Luehea spp.*), ipê (*Tabebuia spp.*), braúna preta (*Melanoxylon brauna*) e vinhático (*Plathymenia spp.*). As árvores não são demasiadamente altas, chegando aos 20 a 25 metros e no máximo 50 cm de diâmetro.

No entanto, com base na imagem de satélite do INPE, de 1997, pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente, verificou-se que a vegetação original foi quase que integralmente removida, em grande parte da área.

Além da floresta do Parque Estadual do Morro do Diabo, que conserva parte destas espécies, restam somente pequenos fragmentos dispersos de mata primitiva. Esses pequenos bosques residuais isolados sofrem forte processo de deterioração das bordas, o que faz com que sejam degradados continuamente ao longo do tempo.

Outro fator que se destaca no Parque Estadual do Morro do Diabo é a presença de diversos mandacarus (*Cereus spp.*). Estes aparecem dispersos em meio à vegetação de floresta, inclusive no topo do morro. De acordo com AB'SABER (2003), poderia aplicar-se a este caso a expressão relicto, cuja definição seria “qualquer espécie vegetal encontrada em uma localidade específica e circundada por vários trechos de outro ecossistema” (p.145). No entanto, é difícil afirmar que a ocorrência tenha sido apenas restrita à aquele local, já que no entorno a vegetação nativa foi derrubada e substituída por pastagem. De fato, se a área de ocorrência fosse mais expressiva, poderia ser considerada um reduto de cactáceas.



Foto: Rosângela do Amaral, 2003

Figura V-15: Presença de mandacarus (*Cereus spp.*) em meio à vegetação de floresta.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura V-16: Composição da vegetação do Parque Estadual do Morro do Diabo.



Foto: Rosangela do Amaral, 2003.

Figura V-17: Presença de peroba (*Aspidosperma spp*) no limite do Parque Estadual do Morro do Diabo.

V.2 Caracterização do meio antrópico

V.2.1 A Ocupação, o Uso da Terra e o Desmatamento no Pontal do Paranapanema

Segundo LEITE (1981), em meados de século passado, a última vila da província de São Paulo era Botucatu. A Oeste, o território era desconhecido. O máximo que se sabia é que havia índios tupi-guaranis nesta região.

De acordo com VASQUES (1973),

Terra habitada por índios ou “Sertão Desconhecido” eram os dizeres mais comuns nas antigas Cartas Corográficas de duzentos anos atrás. Muito mais da metade do atual Estado de São Paulo era totalmente ignorada. Havia somente algumas descrições feitas por leigos, viajores que por motivos econômicos ou por ordens militares, se embrenhavam por aqueles desconhecidos sertões, padecendo mil males e enterrando, a cada passo, seus companheiros, vítimas de índios, acidentes e febres desconhecidas. (op. cit., 1973, p.1)

A área que hoje é denominada Pontal do Paranapanema era parte integrante de uma antiga posse de terras não habitada, denominada Fazenda Pirapó-Santo Anastácio, legitimada ilegalmente em 1856, contrariando a Lei 601 que não permitia legitimar possessões após 1850⁹.

Nesta época surgiu a necessidade de mapear a região conhecida como “Sertão do Paranapanema” por questões estratégicas, econômicas e jurídicas. Este mapeamento começou a ser feito pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo em 1886.

Assim é que aos 7 de abril de 1886, por ordens do Exmo. Sr. João Alfredo Corrêa, Presidente da Província, iniciaram-se os preparativos para o referido trabalho. Os Engenheiros Theodoro Fernandes Sampaio, Francisco de Paula Oliveira, engenheiro de minas, incumbido do reconhecimento geológico do vale do Paranapanema e João Frederico Washington de Aguiar, engenheiro civil, ajudante dos trabalhos de topografia, sob as ordens de Orville A. Derby, Chefe da “Comissão”, além do reconhecimento e da cartografia, deveriam tratar, de forma saliente, do estudo de navegabilidade do Paranapanema e das obras necessárias para tanto. (VASQUES, 1973, p.7)

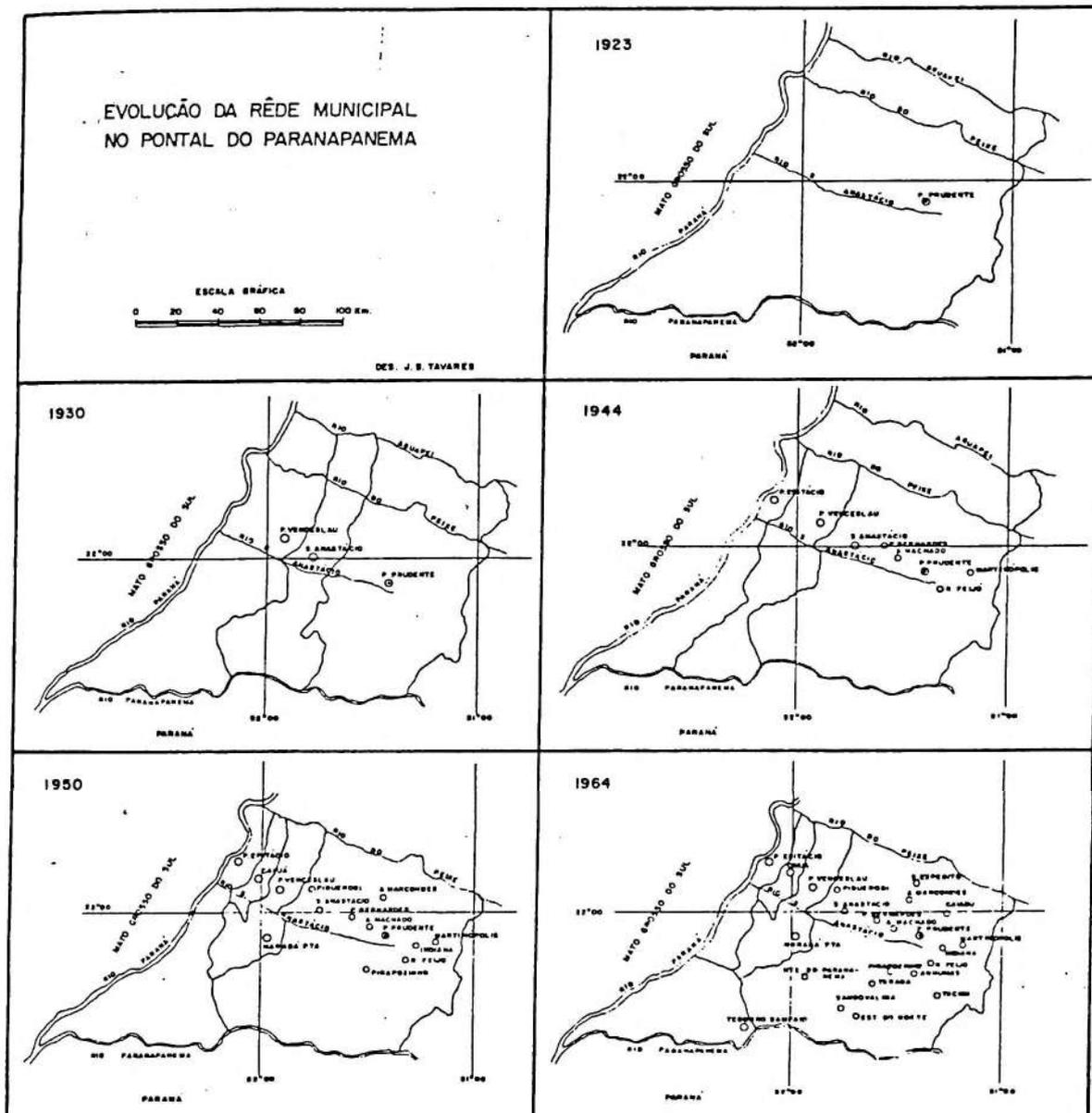
⁹ Em 1858 foi criado por Dom Pedro II um Forte denominado “Estabelecimento Naval de Itapura”, na confluência dos rios Tietê e Paraná, com a intenção de proteger as terras de invasões paraguaias. Pode-se considerar que este foi o único povoado daquele século no Extremo Oeste Paulista, que acabou ficando abandonado. (LEITE, 1981).

A ocupação do território somente efetivou-se com a abertura da Estrada de Ferro Sorocabana. Incentivada pelo Governo Federal, por razões militares e políticas, a ferrovia antecedendo (e incentivando) o café, cortou os sertões em busca do rio Paraná.

Após permanecerem 17 anos estacionados na Vila de Botucatu, os trilhos avançaram atingindo Presidente Prudente em 1917 e Presidente Epitácio em 1922.

Com isso, as matas do Pontal do Paranapanema começam a ser derrubadas em busca de madeira para os dormentes dos trilhos.

Ao longo da ferrovia, surgem os primeiros municípios da região, conforme se pode verificar pela figura V-18.



Fonte: LEITE, 1981.

Figura V-18: A Evolução da Rede Municipal no Pontal do Paranapanema

Segundo VICTOR (1975), com a reconstituição da cobertura florestal do Estado de São Paulo, verifica-se que por volta do ano de 1800 a cobertura florestal de Mata Atlântica correspondia a 81,8% do território. Isso equivalia a 20.450.000 hectares, conforme a figura a seguir, e o restante era predominantemente ocupado por vegetação de campos cerrados naturais e pequenas áreas com ocupação efetiva.



Fonte: VICTOR (1975)
Modificado e adaptado por Rosangela do Amaral (2005)

Figura V-19: Situação Primitiva da Cobertura Florestal no Estado de São Paulo

Até 1935, o Pontal do Paranapanema era uma área do Estado de São Paulo cuja cobertura vegetal encontrava-se praticamente intacta, apesar das clareiras abertas para a passagem da Estrada de Ferro, conforme figura que segue. No entanto, a cobertura florestal total do Estado já havia caído para 26,2%, equivalentes a 6.550.000 hectares.



Fonte: VICTOR (1975)

Modificado e adaptado por Rosângela do Amaral (2005)

Figura V-20: Situação da Cobertura Florestal verificada em 1935.

Em Presidente Epitácio surgia então um porto denominado “Porto Epitácio” e iniciava-se a navegação de pequeno porte no rio Paraná.

No entanto, as caldeiras das embarcações consumiam lenha, o que iniciou a formação de pequenas clareiras e ocupações nas proximidades dos portos, que foram aumentando ao longo dos anos¹⁰.

As terras que antigamente constituíam imensas fazendas de posse particular, ocupadas ilegalmente e consideradas devolutas, foram sendo invadidas e griladas. Como todos os documentos referentes às extensões de terra eram de qualidade duvidosa, pouco se podia fazer para impedir as invasões.

¹⁰ Segundo Petrone (1957) apud VASQUES (1973, p.78), “o caótico amontoado de toras que à espera de transporte, pode ser observado em inúmeros pontos do percurso entre Porto Epitácio e Guairá, constituindo mudo, mas eloqüente testemunho de sistemática destruição das matas”.

Nesta época já estavam em vigor o Decreto Federal nº 4.421 (de 1921), que criava o Serviço Florestal Brasileiro. Até então os Estados não tinham meios legais para atuar sobre os patrimônios naturais e em 1934 havia surgido o Código Florestal, dispondo: ...“nenhum proprietário de terras cobertas de matas poderá abater mais que três quartas partes dessas partes”.

No entanto, não havia órgãos com recursos humanos e materiais para a fiscalização de contravenções em terras públicas ou privadas.

Com base no Código de Caça e Pesca e no Código Florestal (1934) estabelecem-se normas para a conservação botânica e zoológica que criaram os primeiros parques nacionais brasileiros.

Estes incentivos conservacionistas fizeram com que o então Governador de São Paulo, o Engenheiro Agrônomo Dr. Fernando Costa, criasse as reservas Estaduais do Pontal do Paranapanema, em 1941/42, destinadas à conservação da flora e fauna. Eram elas a Reserva Florestal do Morro do Diabo e a Grande Reserva do Pontal. Juntas, elas abrangiam cerca de 300 mil ha, correspondendo a aproximadamente 123 mil alqueires. Estas reservas ocupariam o equivalente hoje aos municípios de Rosana e Euclides da Cunha integralmente e parte de Teodoro Sampaio.

Havia sérias razões para a criação das reservas: ainda havia a disputa por terras por causa da confusão de títulos de posse e porque a frente pioneira ameaçava dizimar totalmente as florestas do Planalto Ocidental de São Paulo.

Mesmo assim, a Grande Reserva do Pontal foi a primeira a ser sacrificada.

Em 1946, o governador Adhemar de Barros, com apoio dos prefeitos da região, renunciou à propriedade estadual de quase metade da Grande Reserva do Pontal, permitindo que ela fosse atravessada por uma ferrovia, que serviu para escoar madeira explorada na região, e incentivando o estabelecimento de uma colônia de imigrantes. No governo de seu sucessor, as invasões na reserva continuaram, “com violência e fraudulência habituais”. (DITT, 2002, p. 26-7)

Em 1949, por manobras políticas, a reserva teve cerca de metade de sua extensão liberada pelo então Secretário da Agricultura¹¹ para loteamentos.

Até a década de 50, existiam apenas 90 homens destacados pela Polícia Florestal para fiscalizar todas as reservas do Estado. Estes homens não possuíam sequer veículos para locomoverem-se em suas rondas.

Assim aos poucos a reserva foi invadida. A falsificação de documentos fez com que as terras abrigassem inúmeras propriedades.

Até 1950, a ocupação ocorreu próxima aos trilhos da ferrovia. Somente a partir daí, passou a ocorrer ao sul, em direção ao rio Paranapanema, por volta de 1951/52, quando a Estrada de Ferro Sorocabana cria um novo ramal, conhecido como “ramal de Dourados”, que se estenderia até o Extremo Oeste do Estado e, mais tarde, passando sobre o rio Paraná atingiria a cidade de Dourados, no Estado do Mato Grosso do Sul. Esta ligação interestadual jamais consolidou-se, mas os trilhos dariam origem mais tarde aos municípios de Rosana, Euclides da Cunha e Teodoro Sampaio.

Com este ramal, de retorno financeiro/econômico duvidoso, o Governo do Estado gastou uma verba considerável, paga à Construtora Camargo Correia.

A Reconstituição da Cobertura Florestal do Estado de São Paulo, realizada em 1952, mostra clareiras abertas na mata onde é hoje a sede do município de Teodoro Sampaio, como se pode verificar pela próxima figura. A estimativa da cobertura florestal do Estado cai para 18,2%, que equivalem à cerca de 4.550.000 hectares. Nesta época, iniciava-se a construção do ramal de Dourados, da ferrovia Sorocabana.

¹¹ Nesta época, o Secretário da Agricultura era o Sr. Salvador de Toledo Artigas. (LEITE, 1981).

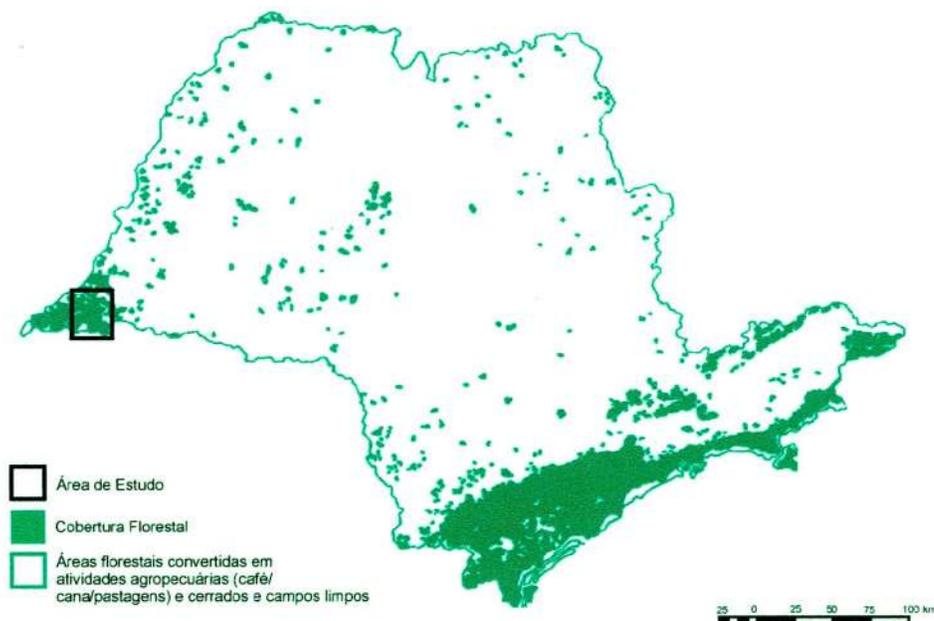


Fonte: VICTOR (1975)
 Modificado e adaptado por Rosângela do Amaral (2005)

Figura V-21: Situação da Cobertura Florestal em 1952.

Em 1962, o desmatamento alcança todo o Extremo Oeste, com a expansão da cultura do café e a ocupação ilegal das terras. Nesta época a estimativa é que a cobertura florestal tenha caído para 13,7%, equivalentes a 3.406.000 hectares. (Figura V-22)

Há uma tendência geral dos agricultores brasileiros em considerar como inesgotáveis as riquezas e a fertilidade original de suas terras. Isso tem feito com que eles conduzam sua agricultura com um sentido extrativista. E, dessa forma, valendo-se da vastidão de novas áreas a explorar, os agricultores brasileiros têm caminhado descuidadamente rumo a oeste, esbanjando a integridade produtiva das novas terras e deixando às suas costas um melancólico caminho percorrido de morros desnudos, de campos afetados pela erosão, de solos exauridos. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, p. 21)



Fonte: VICTOR (1975)

Modificado e adaptado por Rosângela do Amaral (2005)

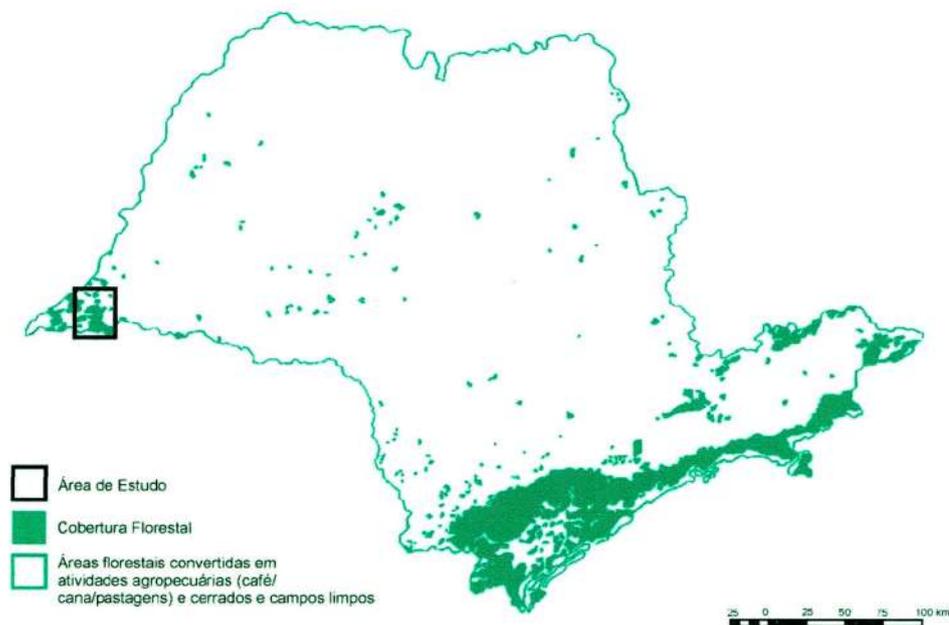
Figura V-22: Situação da Cobertura Florestal em 1962.

O município de Teodoro Sampaio só surgiu em 28 de fevereiro de 1964, com a Lei nº 8092, desmembrando-se de Presidente Epitácio e Marabá Paulista.

De acordo com DITT (2002), “em 1966 a reserva [Grande Reserva do Pontal] foi abolida por decreto de Adhemar de Barros, novamente governador”¹².

Na década de 70, a área urbana dos municípios do Pontal do Paranapanema já está em pleno desenvolvimento. Em 1973, a cobertura florestal na região diminuiu ainda mais, caindo para vertiginosos 8,3% (2.075.000 hectares), conforme a figura a seguir.

¹² De acordo com MENEGUETTE (2001), “o objetivo da criação da Grande Reserva do Pontal deveu-se à conservação da flora e fauna por meio do estabelecimento posterior de florestas protetoras, entretanto, a área de mata restringe-se atualmente a 5,3% da área que seria da Reserva contra 67,6% de pastagem, 24,31% de agricultura, 2,51% de banhado, 0,11% de cerrado e apenas 0,02% de reflorestamento”.



Fonte: VICTOR (1975)
 Modificado e adaptado por Rosangela do Amaral (2005)

Figura V-23: Situação da Cobertura Florestal verificada em 1973.

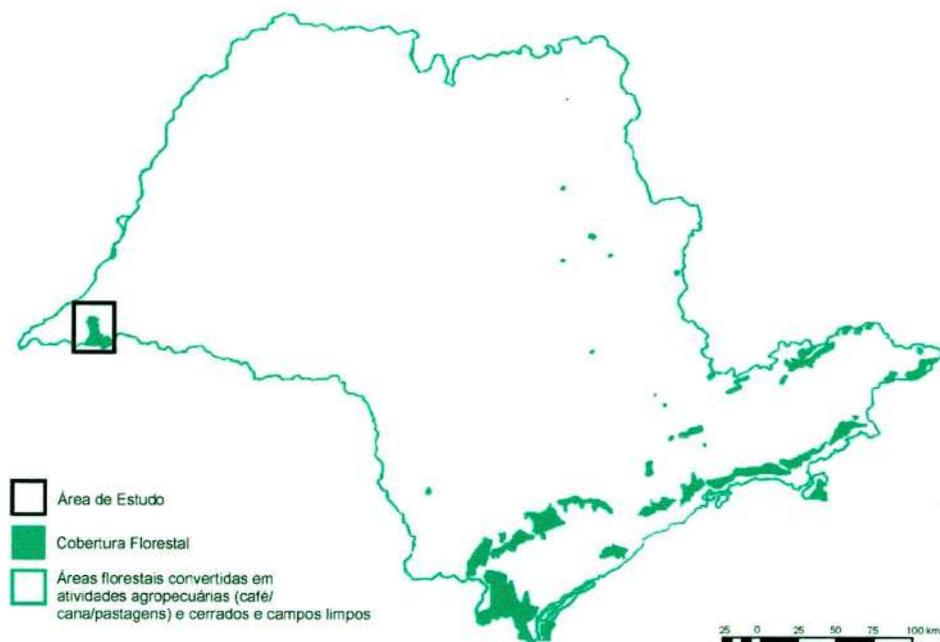
A Reserva do Morro do Diabo, transformada em Parque Estadual persiste até hoje, apesar de ter sofrido grandes investidas, desde a década de 40.

Embora esteja com sua parte Norte alterada, devido às queimadas das propriedades próximas (predominantemente pastagens) e também sejam verificadas alterações na parte central, devido às interferências causadas pela Rodovia SP 613 que corta o Parque, é a única mancha verde significativa remanescente no Pontal do Paranapanema.

(...) No Município de Teodoro Sampaio, a Reserva Florestal da Serra do Diabo¹³ teve o fogo no seu interior, varrendo-a completamente, pelo menos duas vezes, como tivemos oportunidade de verificar no local. Em linhas gerais, o quadro é semelhante ao do Pontal; os incêndios se alastram com grande rapidez devido ao vento, aos poucos acidentes da região, aos córregos bastante estreitos para impedir a passagem do fogo, quando há vento e, acima de tudo, devido ao material – o capim – altamente combustível, quando seco. Nem os aceiros abertos a trator foram capazes de reter o avanço do fogo. (VASQUES, op. cit., p.46)

A estimativa, segundo a Projeção da Cobertura Florestal do Estado de São Paulo do trabalho de VICTOR (1975) era que no ano 2000, restassem realmente só os parques, reservas ou áreas protegidas por lei. Estes representariam um total de 3,0% (cerca de 750.000 hectares) da área do Estado (Figura V-24).

¹³ Segundo MENEGUETTE (2001), o termo "Serra do Diabo" aparece citado em diversos mapas antigos, demonstrando o desconhecimento da topografia dessa região. Na realidade, o que era chamado de "serra" é apenas um morro, o Morro do Diabo.



Fonte: VICTOR (1975)
 Modificado e adaptado por Rosangela do Amaral (2005)

Figura V-24: Projeção da Cobertura Florestal para 2000

Na região verificam-se inúmeras pastagens e agriculturas, sem manejos de conservação, onde as erosões são encontradas com muita frequência.

Um dos fatores de desgaste que mais seriamente têm contribuído para a improdutividade dos solos é a erosão hídrica acelerada pelo homem com as práticas inadequadas de agricultura.

Ao longo de caminhos das propriedades agrícolas, das estradas municipais e estaduais também se observam rigorosos processos erosivos, perante as intensidades das chuvas tropicais associadas aos problemas dos solos arenosos muito friáveis, somadas aos manejos inadequados do escoamento dos fluxos das águas pluviais.



Foto: Rosangela do Amaral, 2000.

Figura V-25: Cicatriz de erosão encontrada em uma das estradas que dão acesso aos assentamentos. Este tipo de erosão é bastante comum nestas estradas sem pavimentação, pelo fato do solo estar sem cobertura vegetal.

Na atualidade, na área da bacia há tipos distintos de uso da terra:

A leste do Ribeirão Bonito e na área das cabeceiras fica o Parque Estadual do Morro do Diabo, e o uso da terra encontrado nesta porção é floresta. Este é um dos raros locais onde ainda é encontrada vegetação original na região do Pontal do Paranapanema.

A oeste se encontra uma área de pastagem, intermeada por porções de agriculturas diversas devido aos assentamentos do ITESP - Instituto de Terras do Estado de São Paulo – (Secretaria de Justiça) ali localizados. Alguns fragmentos de mata também são encontrados. Percebe-se também algumas culturas de cana-de-açúcar, alguns locais de solo exposto e uma restrita área de capoeira.



Foto: Rosângela do Amaral, 2000.

Figura V-26: Pastagens extensivas, predominantes em toda área de estudo.

Estes usos foram identificados pela imagem do satélite LANDSAT TM5, de composição colorida 5R, 4G e 3B, do INPE (1997), pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

V.2.2 A ocupação da Bacia do Ribeirão Bonito

VASQUES (1973) descreve em seu trabalho os detalhes de como se deu a ocupação da Bacia do Ribeirão Bonito:

Várias picadas estavam sendo cortadas: da grande reta sobre o espigão para o sul, até a posse do Zequinha Mineiro e daí para adiante; ao lado direito do Ribeirão Cachoeira do Estreito, três grandes picadas se dirigiam para o norte e oeste, a grosso modo, unindo a aberta do alto curso Ribeirão Cachoeira do Estreito com a do médio curso. Várias manchas de mata de menor porte são encontradas dentro das matas da Reserva Florestal, por deficiências químicas dos solos. Inicia-se a abertura do picadão que separa o 1º perímetro do 2º, ao Norte do Morro do Diabo. Notam-se algumas aberturas de picadas dentro da área da Reserva Florestal, comprovadas com entrevistas feitas com os próprios posseiros. No caso, Afonso Batista, residente em Euclides da Cunha, diz ter aberto uma picada no meio

meio da mata para ligar sua posse (Barracão do Taquara), com a insipiente Teodoro Sampaio (1950), seguindo o traçado pelo rumo auditivo, considerando os rancos dos motores dos caminhões de toras que se movimentavam em Teodoro Sampaio. (...) A sede do município, em 1947, ainda não existia. Apenas várias glebas, partes da Fazenda Cuiabá, tomavam o lugar da cidade de Teodoro Sampaio, e do loteamento ao redor. (op. cit., p. 74)

Neste ano (1951) se formava a sociedade que iria construir a cidade de Teodoro Sampaio, atual sede do Município¹⁴. Porém a venda de lotes já havia sido iniciada a alguns anos atrás, diretamente pelos proprietários. Por esta razão é que em 1950/51 podíamos contar com os primeiros habitantes instalados na futura área da cidade, com aproximadamente 48 quadras demarcadas. No entanto, a fundação da sede do Município só foi oficializada no 7 de janeiro de 1952. (op. cit., p. 77).

Nesta época começa a divisão das propriedades em lotes menores que, aos poucos, iam sendo desmatados para implantação de pasto.

Atualmente, a área da Bacia do Ribeirão Bonito externa ao Parque Estadual do Morro do Diabo é ocupada pelos seguintes assentamentos do ITESP: Santo Antônio Coqueiros, Santa Vitória, Vale Verde, Santa Rita da Serra, Haidéia e Cachoeiro do Estreito.

¹⁴ Organização Colonizadora Engº Theodoro Sampaio – Firma Colonizadora com sede na cidade de Marília. Sócio iniciais: José Miguel de Castro Andrade e Odilon Ferreira.

V.2.3 Caracterização sócio-econômica e condições de vida no Município de Teodoro Sampaio

Teodoro Sampaio é um município que pertence à Região Administrativa e Região de Governo de Presidente Prudente. A área do Município é de 1.633 km².

Para a análise do Município foram utilizados dados do SEADE e IBGE (2003) referentes às pesquisas efetuadas por esses Institutos nos anos de 2000 a 2003.

Para descrever as condições de vida foram utilizadas informações do IPRS - Índice Paulista de Responsabilidade Social, que é baseado do IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (SEADE).

Na década de 1990, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou o IDH - Índice de Desenvolvimento Humano como forma de comparar o desenvolvimento apresentado por diversos países, considerando os fatores renda, escolaridade e longevidade.

Em 1996 o Brasil implantou o IDHM e em 1999 o Estado de São Paulo desenvolveu o IPRS, a pedido da Assembléia Legislativa. As atualizações são feitas a curto prazo, aproximadamente a cada dois anos, o que faz o índice mais eficiente do que o IDHM, que é atualizado a cada dez anos (D'ELBOUX, 2003).

O IDHM procura espelhar, além da renda *per capita*, mais duas características desejadas e esperadas para o desenvolvimento humano: a longevidade da população, expressa por sua esperança de vida ao nascer e o grau de maturidade educacional, que é avaliado pela taxa de alfabetização de adultos e pela taxa combinada de matrícula nos três níveis de ensino. A renda é calculada através do PIB real *per capita*, expresso em dólares e ajustado para refletir a paridade do poder de compra entre os países.

No IPRS os números do Município são avaliados de acordo com os três indicadores – riqueza, longevidade e escolaridade. Segue os mesmos padrões que o IDHM, mas classifica os municípios por grupos, de acordo com seu desenvolvimento social.

O IPRS ainda divide as variáveis em categorias para obter informações mais precisas. Para o cálculo do indicador de riqueza municipal são considerados o consumo de energia elétrica por ligação residencial, o consumo de energia elétrica por ligação no comércio, na agricultura e nos serviços, a remuneração média dos trabalhadores com vínculo empregatício e valor adicionado *per capita*. Com relação à longevidade, utiliza dados de mortalidade infantil, mortalidade perinatal, mortalidade de adultos com mais de 60 anos e mortalidade de adultos de 15 a 39 anos.

Foram utilizados dados do SEADE de 1992 e 1997.

Os grupos estabelecidos a partir do IPRS são os seguintes:

Grupo 1 – município-pólo.

Grupo 2 – economicamente dinâmico e de baixo desenvolvimento social.

Grupo 3 – saudável e de baixo desenvolvimento econômico.

Grupo 4 – de baixo desenvolvimento econômico e em transição social.

Grupo 5 – de baixo desenvolvimento econômico e social

V.2.3.1 Demografia

De acordo com os dados de 2001 (SEADE) o Município possuía 20.078 habitantes, sendo que a taxa de urbanização era de 79,6%. A população teve um crescimento anual em torno de 0,71%, considerando-se o período de 1991 a 2000 (TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual). Essa taxa é bastante inferior à média da Região de Governo de Registro (1,17%) e da média de crescimento do Estado de São Paulo, que para o mesmo período foi de 1,82%.

Percebe-se pela Taxa Geométrica de Crescimento Anual que Teodoro Sampaio é um município estagnado, sem desenvolvimento considerável, que está praticamente mantendo estável sua população ao longo dos anos (1991 a 2000) e dessa forma, não se torna atrativo aos empreendimentos em busca de mão-de-obra disponível ou investimentos do setor privado.

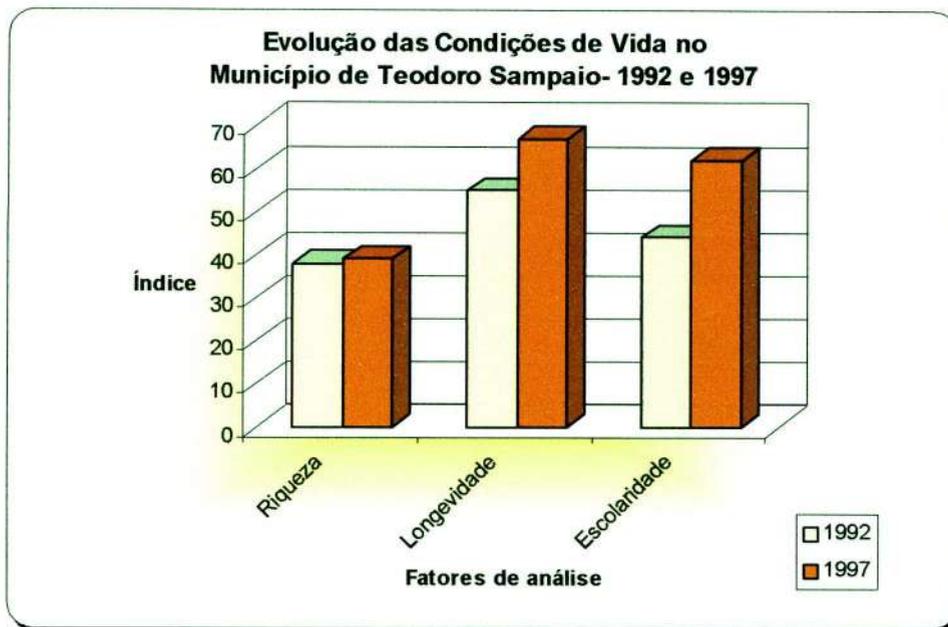
V.2.3.2 Condições de Vida

De acordo com o SEADE, entre 1992 e 1997, Teodoro Sampaio passou do Grupo 5 - de baixo desenvolvimento econômico e social - para o Grupo 3 – saudável e de baixo desenvolvimento econômico. Apresentou, portanto, transição para um grupo que apresenta melhores condições de vida e evolução em relação aos fatores sociais.

Essa classificação (Grupo 3) demonstra as condições financeiras do município em relação às finanças públicas. Apresenta uma arrecadação per capita baixa em relação a algumas taxas, como ICMS, IPTU e ISS, por exemplo. Para um município com cerca de vinte mil habitantes, a arrecadação baixa impede um desenvolvimento da economia local por falta de incentivos e investimentos.

No entanto, em relação aos fatores sociais (saúde e educação), o município mostra bom desenvolvimento.

Nesse intervalo, os três componentes do índice (riqueza, longevidade e escolaridade) sofreram aumentos, conforme é demonstrado pelo gráfico da figura V-27 a seguir.



Fonte dos Dados: SEADE (2003).
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

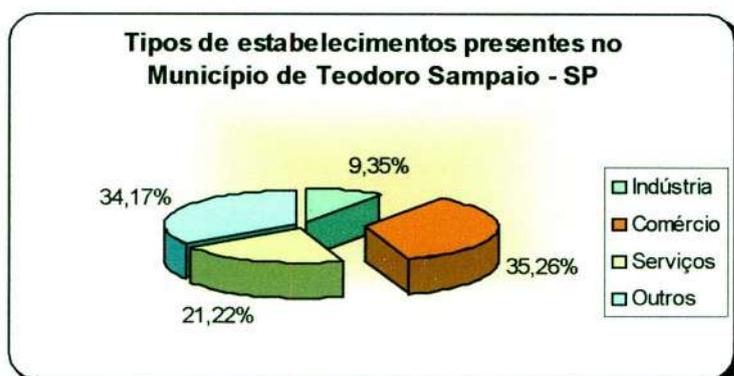
Figura V-27: Evolução das Condições de Vida no Município de Teodoro Sampaio

O fator riqueza, conforme demonstrado no gráfico, está consideravelmente abaixo dos demais fatores. De 38 em 1992 passou para 39 em 1997. Foi uma pequena melhora, mas ainda abaixo da média da Região de Governo (RG), visto que esta passou de 39 em 1992 para 45 em 1997, e bastante abaixo da média do Estado de São Paulo, que evoluiu de 53 em 1992 para 60 em 1997.

Esses dados demonstram um pequeno aumento da renda *per capita* dos municípios e conseqüente elevação da arrecadação nas finanças públicas municipais. Comparando-se à média do Estado de São Paulo, comprova-se que o município ainda tem baixa arrecadação e que seus habitantes não dispõem de acesso a muitos bens de consumo eletrodomésticos e tecnologia.

Em relação ao trabalho e renda, em 2001 o Município contava com 278 estabelecimentos cadastrados no Ministério do Trabalho. O comércio era o setor com maior participação, representando 35,26% dos estabelecimentos. Em seguida, a maior representatividade ficava com

outros estabelecimentos, de natureza diversa, com 34,17%. Os serviços representavam 21,22% e a indústria tinha pequena participação, apenas 9,35%, conforme gráfico da Figura V-28 a seguir.



Fonte dos Dados: SEADE (2003).
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Figura V-28: Tipos de estabelecimentos instalados no Município de Teodoro Sampaio - dados de 2001.

Apesar da maior participação do comércio entre os estabelecimentos, o setor que mais empregava no Município era o de outros estabelecimentos, de natureza diversa, com um total de 879 trabalhadores formais, 42,77% do total. O gráfico da figura V-29 a seguir demonstra a distribuição dos trabalhadores formais por tipo de estabelecimento.



Fonte dos Dados: SEADE (2003).
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Figura V-29: Distribuição dos trabalhadores formais por tipo de estabelecimento - dados de 2001.

Um fator que deve ser destacado é a baixa oferta de empregos no Município. Com uma população de 20.078 habitantes e um registro de apenas 2.055 trabalhadores formais, caracteriza-se um déficit no setor empregatício.

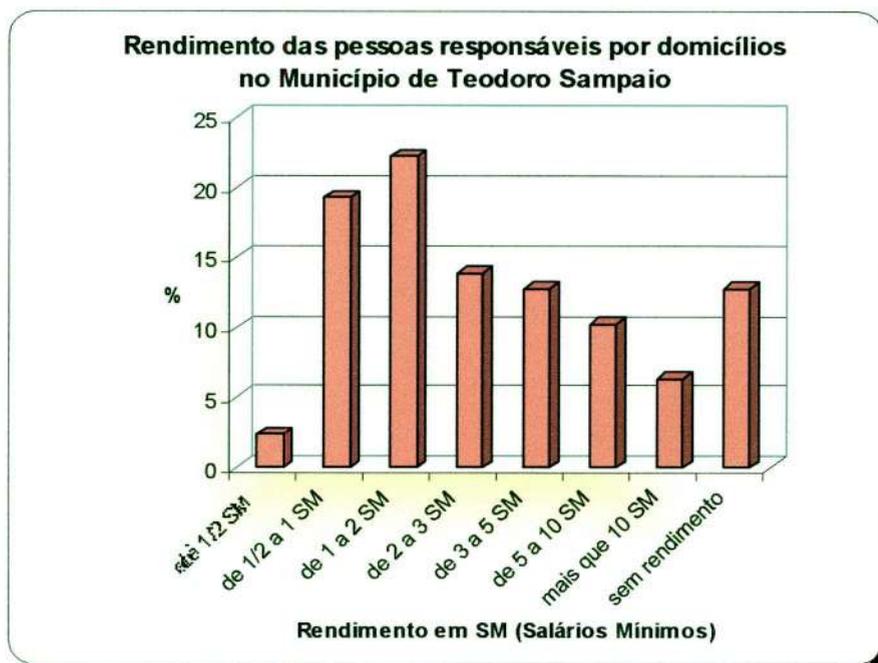
Em um cálculo aproximado, considera-se a População em Idade Ativa (PIA), pessoas entre 15 e 60 anos residentes em um município. Esse valor representa cerca de 40% da população total, de onde se excluem as crianças e os idosos.

Desta forma, a oferta de empregos necessária no Município estaria em torno dos 8.000 empregos formais. Entretanto, deve-se considerar o aumento significativo de empregos informais nas últimas décadas e os habitantes que trabalham em municípios vizinhos. Como não há registro dessas taxas, não é possível calcular o desemprego ou caracterizar Teodoro Sampaio como um município-dormitório.

Deve-se considerar ainda a existência dos assentamentos no Município, onde o pequeno produtor rural trabalha em seu próprio lote, não caracterizando vínculo empregatício.

Também se ressalta que no entorno não estão outros municípios que se constituem como pólos atrativos regionais, tanto em termos de oferta de emprego, como em disponibilidade de recursos tecnológicos e educacionais. O município que é considerado pólo na região é Presidente Prudente, distante 103 km de Teodoro Sampaio.

Quanto ao rendimento da população, em 2000, eram representativas as parcelas de pessoas responsáveis por domicílios que tinham rendimento entre 1 e 2 salários mínimos. O gráfico da Figura V-30 a seguir mostra essa distribuição. O rendimento médio era de R\$ 631,27 (em Reais de julho de 2000).



Fonte dos Dados: SEADE (2003).
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Figura V-30: Rendimento das pessoas responsáveis por domicílios no Município de Teodoro Sampaio - dados de 2000.

O segundo fator analisado, a longevidade, sofreu um aumento significativo: passou de 55 em 1992 para 67 em 1997. O aumento de 12 pontos fez com que o município se igualasse à média da Região de Governo (RG), que também apresentou uma elevação desse fator, que passou de 62 em 1992 para 67 em 1997. O Estado de São Paulo apresentou uma elevação de 57 em 1992 para 60 em 1997.

Pode-se considerar que o fator longevidade, por estar ligado à expectativa de vida ao nascer, envolva parâmetros relacionados à saúde e bem-estar da população. Dessa forma, a elevação desse fator demonstra investimentos no sistema de saúde e em saneamento básico.

Em 2000, o Município contava com 35 leitos do SUS - Sistema Único de Saúde, que significava 2,90 leitos para cada mil habitantes. Esse valor era inferior ao valor representativo da média da RG, que era 3,44 leitos por mil habitantes, mas ambos acima da média do Estado, que era de 2,10 leitos por mil habitantes. De acordo com o IBGE (2003), no censo de 2000 constava que havia também 2 hospitais, 7 unidades ambulatoriais, 1 posto de saúde e 4 centros de saúde.

Quanto ao saneamento básico, os dados de 2000 revelam que o Município tinha bom grau de atendimento à população em relação à RG.

A taxa de atendimento de abastecimento de água para a população foi de 99,55%, acima do atendimento médio na RG, que era de 98,45%.

A taxa de atendimento de esgotamento sanitário foi de 75,41%. Nesse caso, 24,59% dos esgotos domiciliares eram lançados em canaletas e atingiam os córregos e rios *in natura*, sem tratamento algum. Há também o problema da proliferação da fauna sinantrópica e doenças relacionadas a esses vetores, que ocorre nessas situações, nos locais próximos aos lançamentos de esgoto. Na RG o atendimento era de 86,19%.

A taxa de atendimento de coleta de lixo era de 95,35%, enquanto que a média da RG era de 98,25%.

Quanto ao terceiro fator analisado, a escolaridade, o Município teve uma boa evolução no período entre 1992 e 1997. Passou de 44 para 62, enquanto a Região de Governo, que teve um aumento significativo, passou de 59 em 1992 para 75 em 1997.

A taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais, em 2000, foi de 13,33% contra 9,87% da média da RG e 6,64% da média do Estado.

Do total de 583 matrículas iniciais na pré-escola, 55,92% eram em escolas da rede municipal. O restante (44,08%) estava distribuído em escolas da rede particular. Não havia atendimento do ensino estadual para pré-escola.



Fonte dos Dados: SEADE (2003).

Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Figura V-31: Matrículas iniciais nos níveis de ensino de pré-escola, fundamental e médio no Município de Teodoro Sampaio em escolas públicas e particulares.

No Ensino Fundamental, do total de 3.843 matrículas iniciais nos 11 estabelecimentos de ensino, 97,27% eram em escolas da rede pública e 2,73% em escolas da rede particular. Não há atendimento municipal ao ensino fundamental.

No Ensino Médio, de acordo com dados de 2001, do total de 683 matrículas iniciais efetuadas nos 5 estabelecimentos de ensino, 97,36% eram em escolas da rede pública e apenas 2,64% eram em escolas da rede particular.

No Município não há Instituições de Ensino Superior.

De acordo com as pesquisas desenvolvidas por CRESPO (2003), quanto mais alto o nível de escolaridade, mais consistente é o interesse, o conhecimento e a preocupação com as questões ambientais. Outro dado de relevante interesse é que os indivíduos moradores das cidades médias e grandes são mais informados e mais interessados, considerando principalmente a classe média de áreas urbanas.

Neste caso, se pode pressupor que com o aumento da escolaridade da população, tendo como exemplo um município com poucos habitantes e que abriga um Parque Estadual como Teodoro Sampaio, aumentam as chances de se obter, como sociedade, um compromisso maior com as teses do desenvolvimento sustentável.

Pesquisas demonstram que entre a população jovem, de modo geral, há grande interesse pelas questões ambientais, provavelmente ligados aos programas de educação ambiental, normalmente destinados às faixas escolares.

Portanto, os investimentos são importantes para garantir não só as melhores condições de vida em relação à renda, saúde e saneamento básico, mas também em educação além do modelo convencional.

VI. ANÁLISE E CORRELAÇÃO DOS DADOS: APLICAÇÃO METODOLÓGICA

VI.1 Síntese dos resultados obtidos nos produtos cartográficos temáticos

Para alcançar a análise da fragilidade ambiental e obter a Carta das Unidades Ecodinâmicas foi necessário confeccionar várias cartas intermediárias, todas em escala original de trabalho 1:50.000 e apresentadas em escala 1:150.000. São relacionadas a seguir:

VI.1.1 Base Cartográfica

A Carta Base Cartográfica serve como referência para localização e caracterização da área de estudo. Apresenta informações sobre as curvas de nível, estradas, ferrovia, hidrografia, limite da bacia do Ribeirão Bonito, limite do Parque Estadual do Morro do Diabo, área urbana de Teodoro Sampaio e a localização dos pontos onde foram coletadas amostras nos trabalhos de campo.

Foi a partir desta base que as Cartas Hipsométrica e Clinográfica foram geradas.

VI.1.2 Carta Hipsométrica

A Carta Hipsométrica foi elaborada com a finalidade de servir como apoio à análise do relevo.

As classes foram determinadas a partir de um perfil traçado entre o ponto de menor altitude (240 m), que ocorre ao longo das margens do Rio Paranapanema, e o ponto de maior altitude (600 m), que ocorre no topo do Morro do Diabo.

Foram considerados quatro intervalos: 240 a 300 m, 300 a 400 m, 400 a 500 m e 500 a 600 m.

VI.1.3 Carta Clinográfica

Gerada a partir das curvas de nível da Base Cartográfica, a Carta Clinográfica foi elaborada por ser importante para a análise do relevo. É uma componente de morfometria.

Os intervalos das classes foram escolhidos de acordo com a área de estudo, por se tratar de um relevo predominantemente aplanado, adaptado à metodologia proposta por DE BIASI (1992). As classes utilizadas foram: de 0 a 3%, de 3 a 12%, de 12 a 30%, de 30 a 50% e maior que 50%.

VI.1.4 Carta Geológica

As informações desta carta foram baseadas no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, do IPT (1981). A Carta Geológica foi gerada no intuito de caracterizar o subsolo da área de estudo e sua interferência nos processos erosivos da região.

Foram identificados: depósitos cenozóicos ao longo das margens do Rio Paranapanema, constituídos de aluviões em geral; as Formações Adamantina e Santo Anastácio, do Grupo Bauru, que ocorrem à nordeste da Bacia do Ribeirão Bonito, junto às cabeceiras do Ribeirão Cuiabá, constituídas de arenitos finos a muito finos e arenitos finos a médios mal selecionados, respectivamente; a Formação Caiuá, que é predominante em toda a área de estudo, constituída de arenitos finos a médios, arredondados.

VI.1.5 Esboço Pedológico

Da mesma forma que os dados secundários de geologia e geomorfologia apresentaram escalas bastante generalizadas para este estudo, os dados pedológicos também, de forma que se utilizou como base o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, de OLIVEIRA, et al. (1999), na escala 1:500.000.

Como neste estudo era necessário maior detalhamento destas informações, com base no controle de campo, elaborou-se uma carta denominada de Esboço Pedológico.

Nas áreas onde a declividade está próxima de 12%, foram identificados solos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA13) e nas áreas de declividade menores Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA4). Às margens dos rios afluentes e do Rio Paranapanema (Reservatório de Rosana), foram identificados solos Gleissolos Háplicos (GX9). No Morro do Diabo identificaram-se Neossolos Litólicos (RV8 e RV9).

Em geral, os solos são predominantemente arenosos, influenciados diretamente pela composição do subsolo, o que causa uma rápida e profunda infiltração da água que leva consigo os minerais e empobrece o solo superficial. Como os arenitos da área são finos, o impacto da chuva desagrega o solo com facilidade e estes são carreados, causando erosão em área sem vegetação ou com cultivos sem práticas conservacionistas e a sedimentação dessas partículas em rios ou reservatórios.

O intuito da elaboração desta carta é identificar os tipos de solo da região e permitir correlações com os processos erosivos.

VI.1.6 Carta Geomorfológica

As informações gerais desta carta foram baseadas no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, de ROSS & MOROZ (1997) e na imagem de satélite do INPE (1997). A Carta Geomorfológica foi gerada na escala 1:50.000 para identificação das formas de relevo, tipos de vertentes e formas dos processos atuais.

Segundo Carson & Kirkbe (1972) apud NAKASHIMA (1999, p.21):

... o estudo das vertentes é essencial não apenas para o entendimento da paisagem, mas também como um meio prático para o controle da erosão e sedimentação, que ocorrem quando o homem modifica a paisagem através da agricultura, obras de engenharia ou operações de remanejamento de terra. O cultivo e a pastagem têm por muito tempo acelerado as taxas naturais de lavagem da superfície e ocasionando a incisão de ravinas.

A análise morfológica foi feita por meio da imagem de satélite e complementadas com as observações de campo, nas quais foi possível identificar e classificar a taxonomia do relevo da área de estudo.

Nesta carta estão representadas a morfoestrutura (Bacia Sedimentar do Paraná), a morfoescultura (Planalto Ocidental Paulista ou Planalto Centro-Ocidental e Planícies Fluviais), os padrões de forma (Colinas, Morros, Planícies e Terraços fluviais), os tipos de forma (colinas amplas e baixas, morro com topo tabular, planícies e terraços fluviais) tipos de vertentes (côncavas, convexas, planas) e os processos morfodinâmicos (erosão laminar, voçorocas, cabeceiras de drenagem com erosão acelerada).

Os tipos de formas de relevo encontrados na área de estudo foram: as Colinas amplas e baixas, cujos tipos de vertentes são predominantemente convexas de baixas declividades (3 a 12%), algumas ocorrências de vertentes côncavas, de mesma declividade e alguns topos convexas, com declividades entre 0 a 12%. Outro tipo de forma de relevo encontrado foi o morro com topo aplanado ou tabular, correspondente ao Morro do Diabo, única grande elevação da Bacia. Os tipos de vertentes encontrados no morro correspondem às vertentes convexas de médias declividades (12 a 30%), vertentes retilíneas de médias e altas declividades (de 12 a 30% e >30%, respectivamente), topos planos, com declividades de 0 a 3%, patamares planos, de mesma declividade e topos convexas, com declividades de 0 a 12%. Por fim, as Planícies às margens do Ribeirão Bonito e seus afluentes, com declividades de 0 a 3%.

Apesar do relevo predominantemente aplanado, pode-se perceber a incidência de marcas erosivas por toda a bacia. São encontradas ravinas, voçorocas e cabeceiras de drenagem com erosão acelerada.

VI.1.7 Carta Imagem de satélite

A Carta Imagem de satélite apresenta a imagem LANDSAT TM5 RGB, do INPE, de 1997, tratada em cada uma de suas bandas individualmente, até se obter o menor nível de ruído, de forma a possibilitar melhor interpretação dos dados.

A partir desses tratamentos foi efetuada nova composição colorida, a imagem sintética georreferenciada.

VI.1.8 Carta de Uso da Terra

Esta Carta foi gerada a partir da Imagem de Satélite do INPE, de 1997, pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente com a finalidade de associar o Uso da Terra e o manejo agropecuário de práticas conservacionistas com a fragilidade ambiental. Com observações feitas no trabalho de campo, se pôde associar os usos com o grau de proteção que a cobertura vegetal oferece ao solo.

A leste do Ribeirão Bonito e na área das cabeceiras fica o Parque Estadual do Morro do Diabo, cujo uso da terra encontrado é floresta. Alguns outros fragmentos de floresta também são encontrados no entorno.

Predominantemente no entorno do Parque, verificou-se uma área de pastagem, intermeada por porções de agriculturas diversas devido aos assentamentos do ITESP ali localizados.

Verificam-se também alguns pontos de solo exposto, normalmente nos locais de cultivo de cana-de-açúcar (período da queima), e áreas de capoeira no entorno do Parque.

VI.1.9 Carta de Índices de Vegetação

Esta Carta destaca a presença da vegetação densa do Parque Estadual do Morro do Diabo, e em alguns fragmentos pequenos que ainda restaram na região.

A vegetação esparsa identifica as áreas de agricultura, bastante diversificadas no local pela existência de pequenas culturas espalhadas (à esquerda do Parque), as pastagens extensivas e alguns fragmentos de capoeira (estágio inicial de regeneração); ambos ocorrem na área dos assentamentos.

Pode-se verificar ainda as áreas com ausência de vegetação, que englobam as áreas urbanas, solo exposto e corpos d'água.

VI.2 Análise dos ensaios obtidos nos trabalhos de campo

Os ensaios com o penetrômetro de bolso, penetrômetro de percussão, infiltrômetro de superfície, infiltrômetro de subsuperfície e a coleta de matéria orgânica foram realizados em seis pontos, três deles em área do Parque Estadual do Morro do Diabo e outros três em área de assentamento, em diferentes posições no relevo, em alta, média e baixa vertente.

Os pontos são identificados pelas siglas: P-AV (Parque – alta vertente), P-MV (Parque – média vertente), P-BV (Parque – baixa vertente), A-AV (Assentamento – alta vertente), A-MV (Assentamento – média vertente) e A-BV (Assentamento – baixa vertente).

Os ensaios foram feitos em duas etapas: um ensaio no período chuvoso (Março de 2003) e outro no período seco (Agosto de 2003).

VI.2.1 Localização dos pontos de amostra e classificação granulométrica do solo

Ponto	Descrição	Coordenadas	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)	Resultado
P-AV	Alta vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	363.183 m E, 7.509.389 m N	86	10	4	Classe arenosa
P-MV	Média vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	362.488 m E, 7.509.502 m N	82	12	6	Classe arenosa
P-BV	Baixa vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	360.464 m E, 7.509.666 m N	82	14	4	Classe arenosa
A-AV	Alta vertente, Assentamento	356.705 m E, 7.511.098 m N	62	34	4	Classe média-arenosa
A-MV	Média vertente, Assentamento	358.333 m E, 7.510.261 m N	78	20	2	Classe média-arenosa
A-BV	Baixa vertente, Assentamento	359.720 m E, 7.510.161 m N	74	22	4	Classe média-arenosa

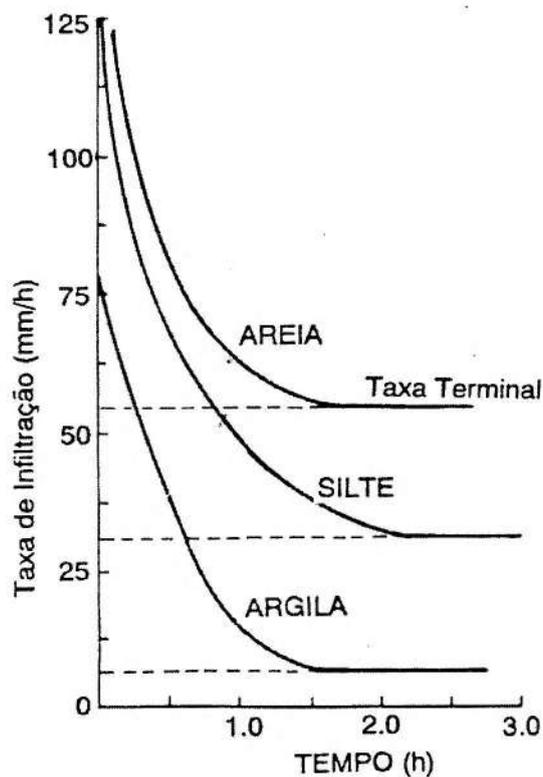
Fonte dos dados de granulometria: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas/ESALQ (2003)
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2005)

Tabela VI-1: Localização dos pontos de coleta e classificação granulométrica das amostras coletadas em campo e analisadas pela ESALQ/USP.

Não há variação de litologia nos locais de amostra – todos os pontos tem como substrato as rochas da Formação Caiuá.

VI.2.2 Infiltração

De acordo com GUERRA & CUNHA (1994) os solos de textura mais grosseira, como os arenosos, possuem taxas de infiltração maiores do que as dos argilosos. O gráfico que segue, baseado no modelo de Withers e Vipond (1974) demonstra taxas de infiltração diversas para solos de diferentes texturas, ao longo das três primeiras horas de um evento chuvoso.



Fonte: GUERRA & CUNHA (1994)

Figura VI-1: Taxas de infiltração em solos argilosos, siltosos e arenosos.

As taxas de infiltração são mais rápidas no começo do evento chuvoso e diminuem até atingir o máximo que o solo pode absorver (saturação). No caso dos solos arenosos a taxa de

infiltração é maior do que os demais, o que pôde ser observado por meio dos testes com os infiltrômetros de superfície e subsuperfície.

Por meio dos testes efetuados se verificou que apenas nos pontos A-AV e A-BV, onde os solos se apresentam com mais de 20% de argila em sua composição é que ocorreu a saturação. Os demais solos, com maior porcentagem de areia se apresentaram mais permeáveis, ou seja, não foi possível verificar saturação em função da quantidade de água disposta.

Outra questão importante a ser destacada é a diferença entre a quantidade de tempo que a água levou para se infiltrar nos diferentes tipos de solo. Nos solos com relativa quantidade de argila (os Latossolos médio-arenosos – pontos A-AV, A-MV e A-BV) a infiltração foi lenta, enquanto nos Latossolos arenosos (pontos P-AV, P-MV) e no Gleissolo arenoso (P-BV) a infiltração foi extremamente rápida.

Pontos amostrados (características)	Granulometria do solo	Ensaio de campo		
		Março (período chuvoso)		Agosto (período seco)
		Infiltrômetro de superfície	Infiltrômetro de subsuperfície	Infiltrômetro de subsuperfície
P-AV Alta vertente Solo: Latossolo Uso da Terra: Floresta	86% areia 4% silte 10% argila = Arenoso	Qtde. água: + de 42 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 3'50"	Qtde. água: 10 L para completar 70 cm de profundidade. Não houve saturação. Tempo decorrido: 4'42"	Qtde. água: + de 80 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 2'15"
		182 ml/s	248 ml/s	592 ml/s
P-MV Média vertente Solo: Latossolo Uso da Terra: Floresta	82% areia 6% silte 12% argila = Arenoso	Qtde. água: + de 30 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 4'05"	Qtde. água: 10 L para completar 70 cm de profundidade. Não houve saturação. Tempo decorrido: 4'16"	Qtde. água: + 80 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 6'57"
		122 ml/s	39 ml/s	191 ml/s
P-BV Baixa vertente Solo: Gleissolo Uso da Terra: Floresta	82% areia 4% silte 14% argila = Arenoso	Qtde. água: + de 39 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 2'32"	Qtde. água: 4 L. para completar 70 cm de profundidade. Não houve saturação. Tempo decorrido: 7'19"	Qtde. água: + 80 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 8'15"
		256 ml/s	9 ml/s	161 ml/s

Pontos amostrados (características)	Granulometria do solo	Ensaio de campo		
		Março (período chuvoso)		Agosto (período seco)
		Infiltrômetro de superfície	Infiltrômetro de subsuperfície	Infiltrômetro de subsuperfície
A-AV Alta vertente Solo: Latossolo Uso da Terra: Pastagem / Agricultura diversas	62% areia 4% silte 34% argila = Médio-arenoso	Qtde. água: + de 30 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 15'08"	Qtde. água: 4 L para completar 70 cm de profundidade. Houve saturação. Tempo decorrido: 1h31'38".	Qtde. água: + de 30 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 30'48"
		33 ml/s	0,7 ml/s	16 ml/s
A-MV Média vertente Solo: Latossolo Uso da Terra: Pastagem / Agricultura diversas	78% areia 2% silte 20% argila = Médio-arenoso	Qtde. água: + de 12 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 19'48"	Qtde. água: 4 L. para completar 70 cm de profundidade. Não houve saturação. Tempo decorrido: 32'02"	Qtde. água: + 70 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 1h03'43"
		10 ml/s	2 ml/s	18 ml/s
A-BV Baixa vertente Solo: Latossolo Uso da Terra: Pastagem	74% areia 4% silte 22% argila = Médio-arenoso	Qtde. água: 6 L. Houve saturação. Tempo decorrido: 35'50"	Qtde. água: 4 L. para completar 70 cm de profundidade. Não houve saturação. Tempo decorrido: 23'45"	Qtde. água: + 35 L. Não houve saturação. Tempo decorrido: 59'35"
		2 ml/s	2 ml/s	9 ml/s

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-2: Dados de infiltração dos pontos amostrados.

A quantidade de água utilizada para os testes variou muito em função do tempo de absorção e da disponibilidade de coleta. Em geral, os locais não apresentavam fontes de coleta próximas, o que prejudicou a constância e padronização das quantidades de água utilizadas em cada teste.

VI.2.3 Resistência à penetração

Conforme demonstrado pela Tabela VI-2, apresentada anteriormente, a granulometria classificou os pontos amostrados em textura arenosa e médio-arenosa.

Verificou-se que a textura do solo também influenciou os testes efetuados com o penetrômetro de percussão ou impacto e o penetrômetro de bolso. Como esse equipamento avalia a resistência de compressão do solo, verificando sua consistência, percebe-se que a textura do solo tem uma relação direta com sua compactidade e, portanto, sua resistência à erosão.

Algumas outras características do solo podem influenciar os resultados, como por exemplo, a densidade de partículas, teor de água, densidade do solo, porosidade e densidade radicular.

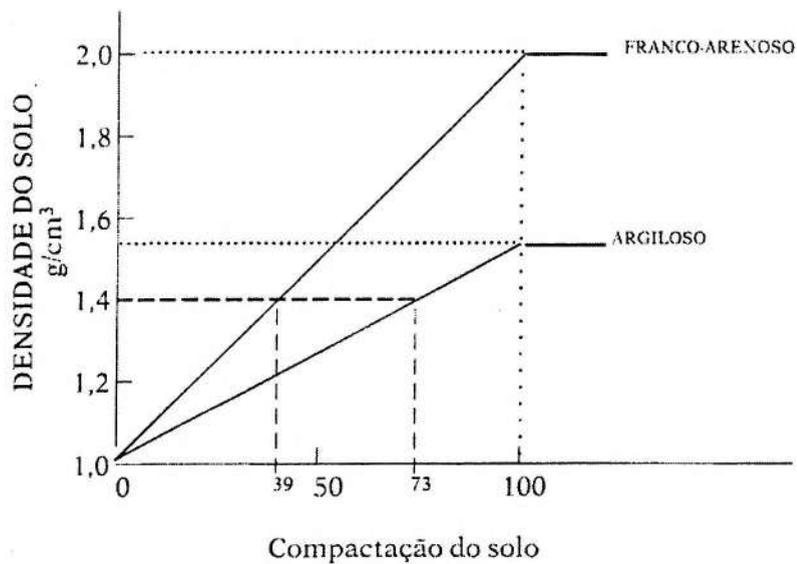
A densidade de partículas é importante para a determinação da compactação do solo, das taxas de infiltração, do desenvolvimento e distribuição de raízes, da estimativa de grau de intemperismo e avaliação de mudanças de volume do solo, através de ganhos e perdas, durante o processo de evolução do solo.

PRADO (1991) descreve as características de solos com textura arenosa:

Elevada susceptibilidade à erosão. CTC¹⁵ baixa, quase que exclusivamente contribuição da matéria orgânica. Drenagem excessiva favorece a lixiviação de nutrientes, especialmente de nitratos. O tamanho dos poros é grande. Baixos valores de retenção de água, não só a altas como baixas tensões. Condutividade hidráulica alta. Alta taxa de infiltração de água. Densidade do solo apresenta valor próximo a 1,4 g/cm³ em área não compactada (PRADO, 1991, p. 35).

O mesmo autor faz uma interpretação da densidade do solo quanto ao grau de compactação em função de sua granulometria. É feita uma comparação entre a densidade (g/cm³) e compactação do solo (%) entre os solos argilosos e os franco-arenosos (textura média), com o mesmo valor de densidade (1,4 g/cm³). Para os solos argilosos verificou-se que a taxa de compactação do solo seria de 73% enquanto que para os franco-arenosos seria de 39%, conforme a figura VI-2.

¹⁵ CTC – capacidade de troca de cátions.



Fonte: PRADO (1991)

Figura VI-2: Compactação do solo em função da densidade.

A partir dessas comparações, pode-se concluir que os solos arenosos apresentam taxas de compactação menores que 39%, ou seja, solos com boa drenagem e pouco suscetíveis à compactação.

A tabela a seguir permite comparar os resultados obtidos nos ensaios entre os seis pontos amostrados. Foram realizadas três medições em cada ponto para evitar locais anômalos, que poderiam comprometer a credibilidade dos dados.

Pontos amostrados ¹⁶	Granulometria do solo	Ensaio de campo											
		Março (período chuvoso)						Agosto (período seco)					
		Penetrômetro de percussão (kgf/cm ²) Índice de cone			Penetrômetro de bolso (kgf/cm ²)			Penetrômetro de percussão (kgf/cm ²) Índice de cone			Penetrômetro de bolso (kgf/cm ²)		
P-AV	86% areia 4% silte 10% argila = Arenoso	10,52	15,44	11,50	2,0	1,5	1,5	5,81	30,21	32,18	0,5	1,0	0,75
P-MV	82% areia 6% silte 12% argila = Arenoso	24,30	20,36	11,50	0,5	0,5	0,5	23,32	27,25	30,21	0,75	0,75	1,0
P-BV	82% areia 4% silte 14% argila = Arenoso	11,51	13,47	11,51	2,0	1,5	1,5	21,35	14,46	14,46	1,0	1,0	1,5
A-AV	62% areia 4% silte 34% argila = Médio-arenoso	17,41	20,36	17,41	2,0	2,0	1,5	20,36	65,64	21,35	1,5	1,7	1,7
A-MV	78% areia 2% silte 20% argila = Médio-arenoso	19,38	18,40	18,40	1,5	2,0	2,0	45,96	39,07	17,41	2,0	2,0	1,5
A-BV	74% areia 4% silte 22% argila = Médio-arenoso	26,27	24,30	25,29	1,5	2,5	2,5	44,97	59,74	56,78	-	-	-

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2005)

Tabela VI-3: Dados de resistência à penetração nos pontos amostrados.

¹⁶ Características dos pontos amostrados:

Ponto P-AV (Parque – Alta Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

Ponto P-MV (Parque – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

Ponto P-BV (Parque – Baixa Vertente) – Planície Aluvial, Solo: Gleissolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

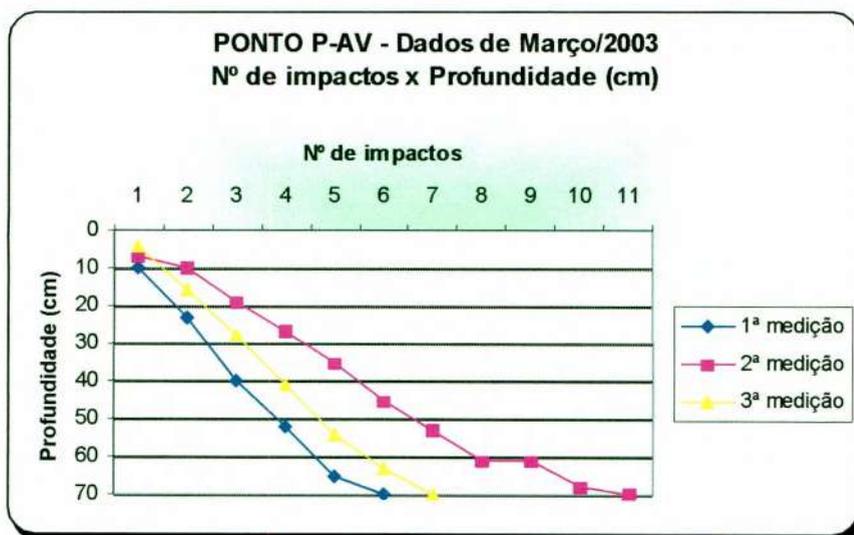
Ponto A-AV (Assentamento – Alta Vertente) – Tipo de vertente: Topo convexo de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.

Ponto A-MV (Assentamento – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.

Ponto A-BV (Assentamento – Baixa Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, uso da terra: pastagem.

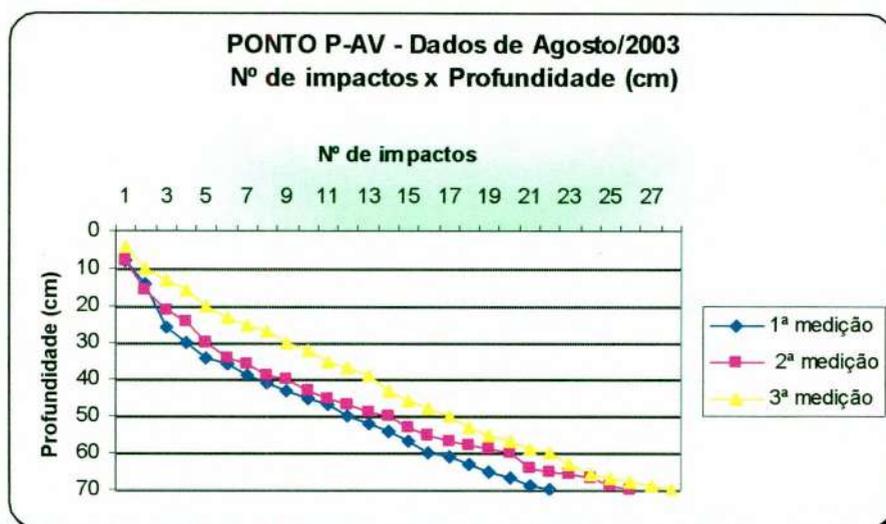
Pode-se verificar que a resistência do solo ou índice de cone é maior nos pontos A-AV, A-MV e A-BV, que apresentam textura médio-arenosa e no ponto P-MV, de textura arenosa. Outro fator importante é que a resistência do solo aumenta consideravelmente em todos os pontos no período de seca (agosto), em função do maior atrito decorrente da pouca umidade dos solos.

As figuras que seguem demonstram a diferença constatada pelos testes com o penetrômetro de percussão. Para cada um dos pontos amostrados é representada a quantidade de impactos necessária para que os 70 cm de comprimento da haste do penetrômetro perfurem o solo. Estabelece-se o comparativo entre os pontos e entre os dados do período chuvoso (março/2003) e o período seco (agosto/2003) de cada um dos pontos.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

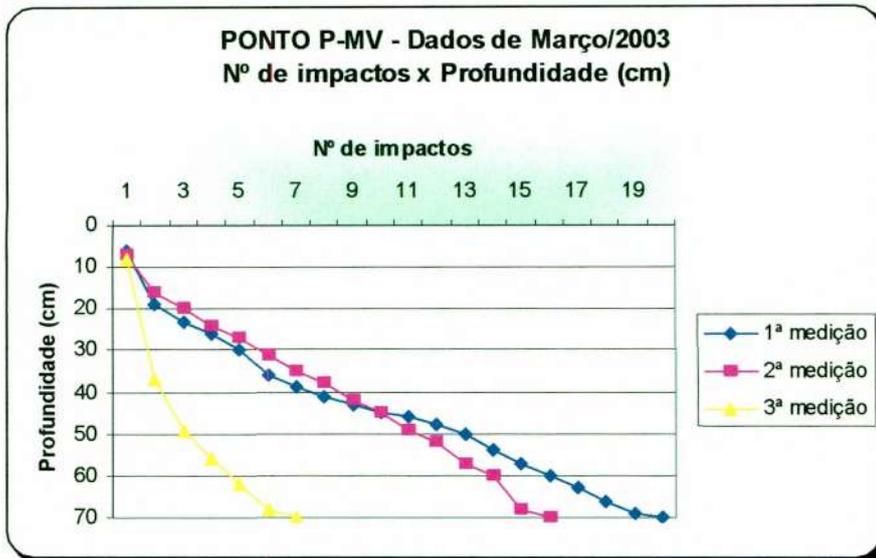
Figura VI-3: Dados de resistência à penetração no Ponto P-AV¹⁷ em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

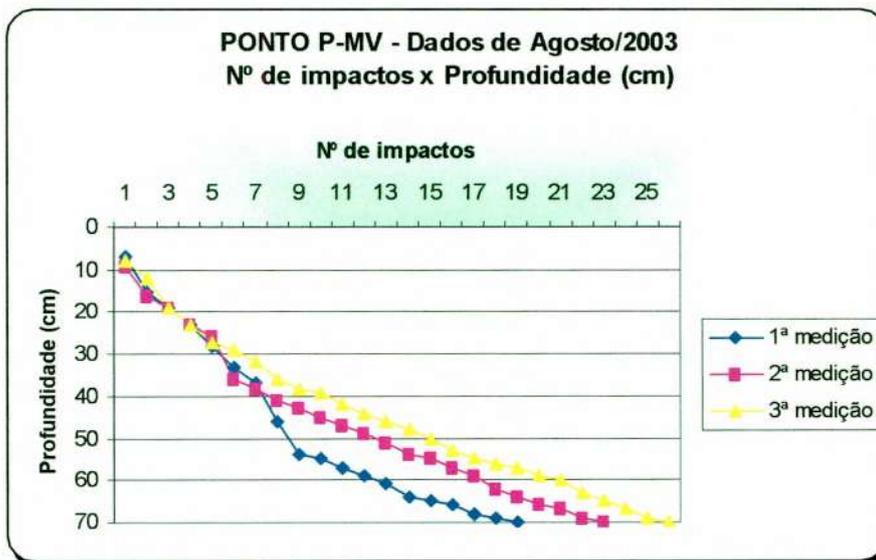
Figura VI-4: Dados de resistência à penetração no Ponto P-AV em Agosto de 2003.

¹⁷ Ponto P-AV (Parque – Alta Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

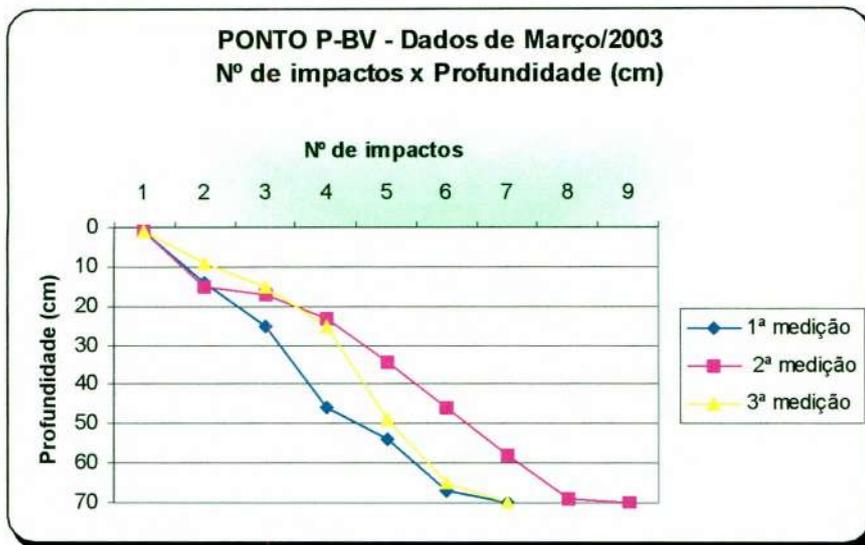
Figura VI-5: Dados de resistência à penetração no Ponto P-MV¹⁸ em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

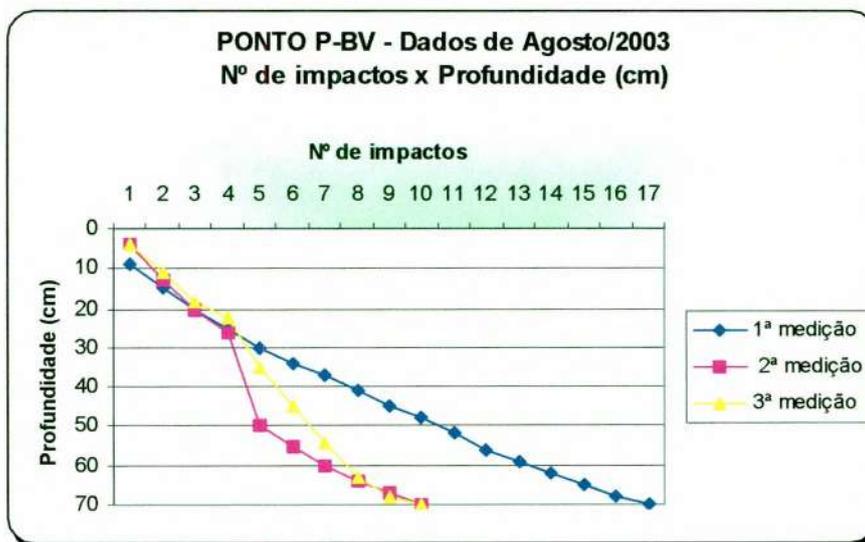
Figura VI-6: Dados de resistência à penetração no Ponto P-MV em Agosto de 2003.

¹⁸ Ponto P-MV (Parque – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

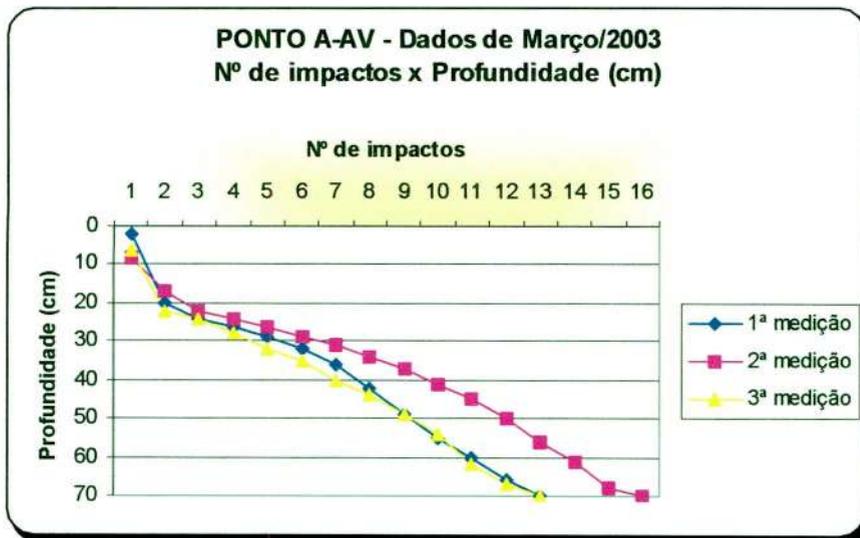
Figura VI-7: Dados de resistência à penetração no Ponto P-BV¹⁹ em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

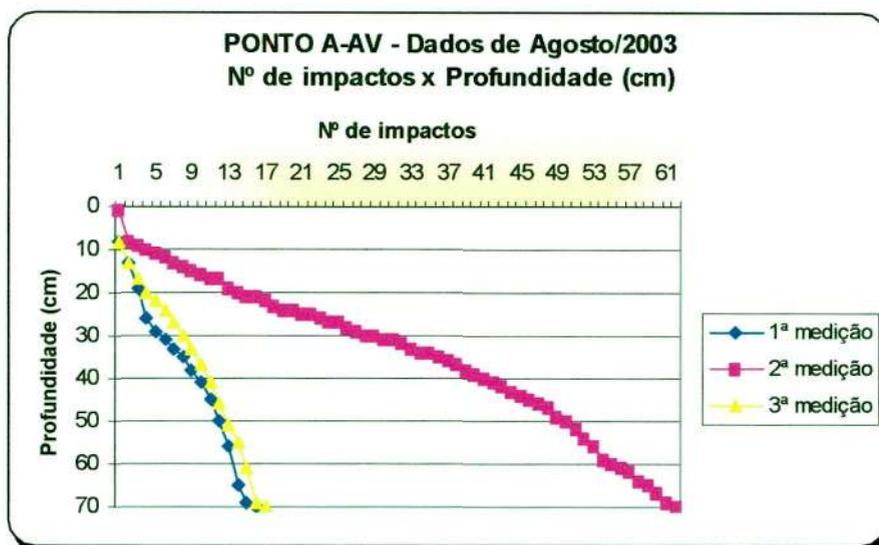
Figura VI-8: Dados de resistência à penetração no Ponto P-BV em Agosto de 2003.

¹⁹ Ponto P-BV (Parque – Baixa Vertente) – Planície Aluvial, Solo: Gleissolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.



Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

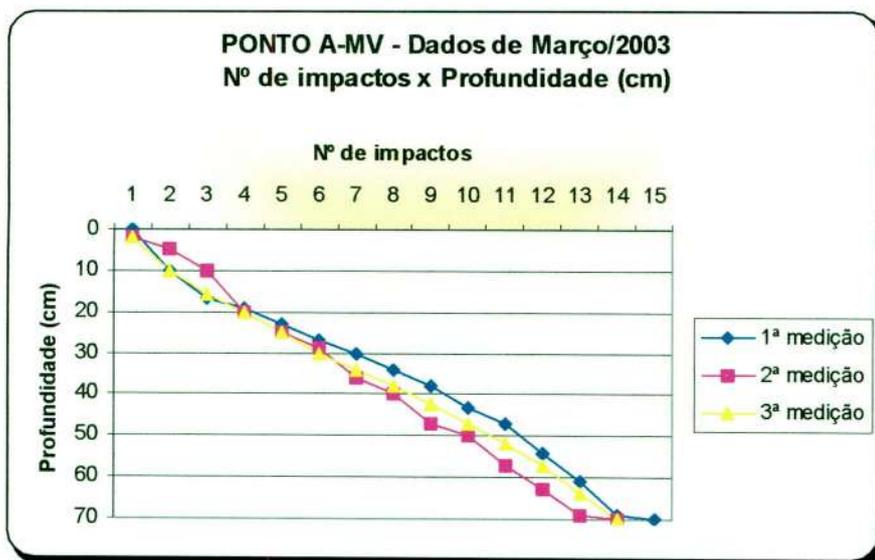
Figura VI-9: Dados de resistência à penetração no Ponto A-AV²⁰ em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

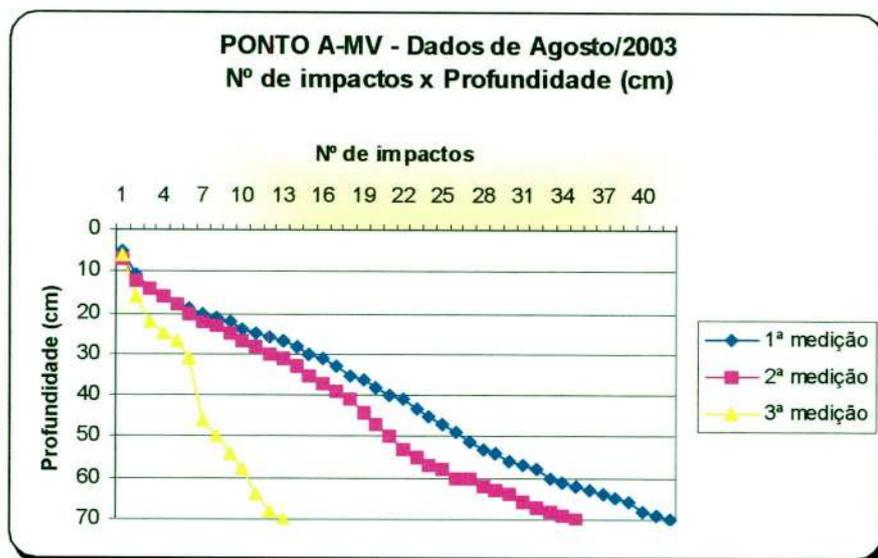
Figura VI-10: Dados de resistência à penetração no Ponto A-AV em Agosto de 2003.

²⁰ Ponto A-AV (Assentamento – Alta Vertente) – Tipo de vertente: Topo convexo de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

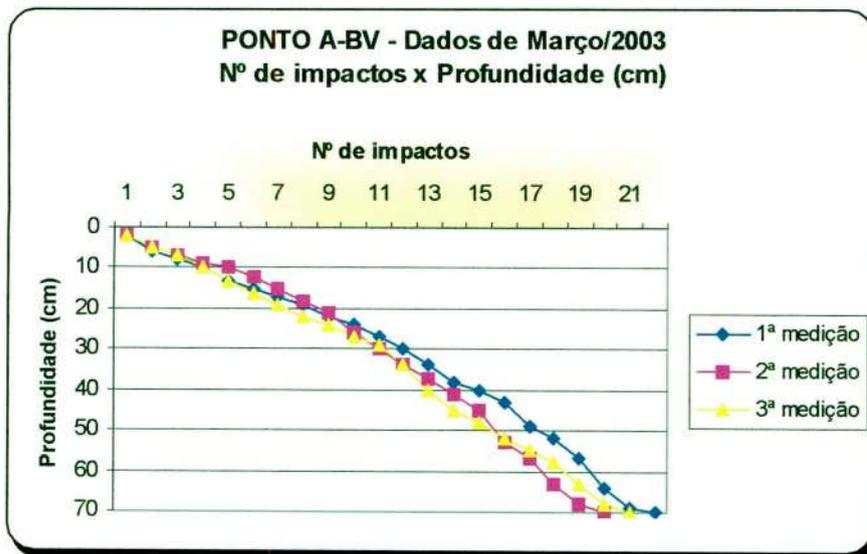
Figura VI-11: Dados de resistência à penetração no Ponto A-MV²¹ em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

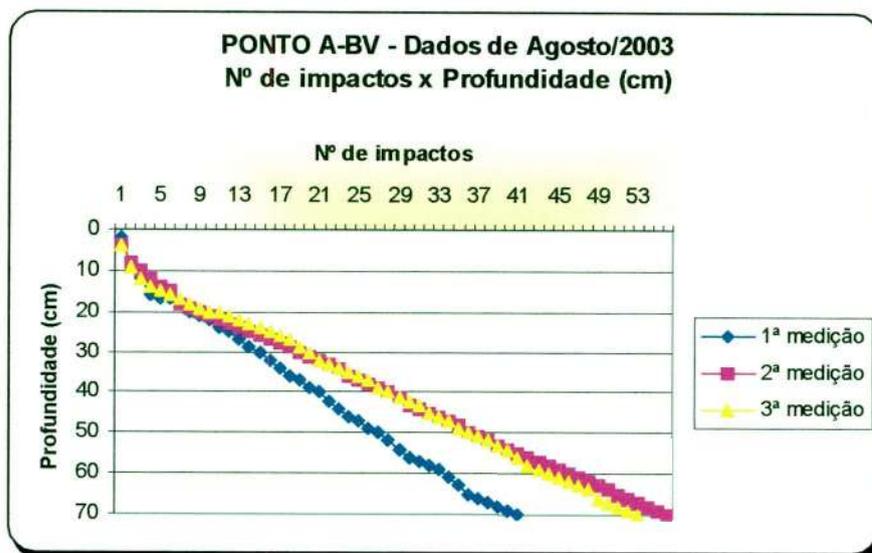
Figura VI-12: Dados de resistência à penetração no Ponto A-MV em Agosto de 2003.

²¹ Ponto A-MV (Assentamento – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Figura VI-13: Dados de resistência à penetração no Ponto A-BV²² em Março de 2003.



Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Figura VI-14: Dados de resistência à penetração no Ponto A-BV em Agosto de 2003.

²² Ponto A-BV (Assentamento – Baixa Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, uso da terra: pastagem.

VI.2.4 Matéria Orgânica

A matéria orgânica protege o solo contra o impacto da chuva. Os solos desprovidos de cobertura vegetal, o que inclui a serrapilheira, são relativamente mais suscetíveis à erosão laminar, visto que sofrem a ação do salpicamento (*splash*).

O que se pode perceber nos pontos amostrados, onde se retirou amostras de áreas de 0,5 x 0,5 m, é que a quantidade de matéria orgânica encontrada é bem menor no período de seca do que no período chuvoso.

Outro destaque é que nos pontos A-AV e A-BV, verificou-se a ausência de matéria orgânica e cobertura vegetal. Esses locais, que se localizam nos assentamentos, estavam sendo preparados para o plantio.

Pontos amostrados ²³	Granulometria do solo	Ensaio de campo – Qtde. de matéria orgânica em 0,5 x0,5 m.	
		Março (período chuvoso)	Agosto (período seco)
P-AV	86% areia 4% silte 10% argila = Arenoso	1650 g.	780 g.
P-MV	82% areia 6% silte 12% argila = Arenoso	900 g.	850 g.
P-BV	82% areia 4% silte 14% argila = Arenoso	520 g.	410 g.
A-AV	62% areia 4% silte 34% argila = Médio-arenoso	Ausente	Ausente
A-MV	78% areia 2% silte 20% argila = Médio-arenoso	750 g.	180 g.
A-BV	74% areia 4% silte 22% argila = Médio-arenoso	580 g.	Ausente

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-4: Quantidade de matéria orgânica nos pontos amostrados.

²³ Características dos pontos amostrados:

Ponto P-AV (Parque – Alta Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

Ponto P-MV (Parque – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

Ponto P-BV (Parque – Baixa Vertente) – Planície Aluvial, Solo: Gleissolo de textura arenosa, Uso da terra: floresta.

Ponto A-AV (Assentamento – Alta Vertente) – Tipo de vertente: Topo convexo de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.

Ponto A-MV (Assentamento – Média Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, Uso da terra: pastagem e agriculturas diversas.

Ponto A-BV (Assentamento – Baixa Vertente) – Tipo de vertente: vertente convexa de baixa declividade, Solo: Latossolo de textura médio-arenosa, uso da terra: pastagem.

VI.2.5 Análise integrada dos dados coletados em trabalho de campo

Dados das Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Pontos da área interna ao Parque Estadual do Morro do Diabo)

Ponto	Posição no relevo / Tipo de vertente	Tipo de solo / textura	Cobertura vegetal / uso da terra	Matéria orgânica/ serrapilheira (g)		Penetrômetro de percussão) ²⁴ (kgf/cm ²)		Infiltrômetro de subsuperfície (ml/s)	
				Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
P-AV	Alta vertente / vertente convexa de baixa declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico text. Arenosa	Floresta	1650	780	12,49	22,73	248	592
P-MV	Média vertente / vertente convexa de baixa declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico text. arenosa	Floresta	900	850	18,72	26,93	39	191
P-BV	Baixa vertente / planície aluvial	Gleissolos Háplicos distr. e eutrof.+ Planossolos Háplicos eutrof.+ Neossolos Flúvicos eutrof. text. arenosa	Floresta	520	410	12,16	16,76	9	161

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-5: Dados síntese das Unidades Ecodinâmicas Estáveis.

Observando a tabela síntese pode-se verificar as diferenças de valores quando se trata do período chuvoso e seco.

²⁴ Média dos 3 valores obtidos nos testes em trabalho de campo.

No período seco, há uma pequena diminuição da quantidade de matéria orgânica disposta sobre o solo, comparado ao período chuvoso, o que nos pontos P-MV e P-BV não é significativa. Apenas no ponto P-AV mostra-se considerável diminuição, mas mantendo-se significativa. O fato da serrapilheira estar presente é importante para a proteção do solo contra a erosão laminar e salpicamento.

Simultaneamente, verificou-se que, do período chuvoso para o seco, houve um aumento da resistência do solo à penetração, ou seja, o solo apresentou-se mais compacto, sendo necessário um número maior de impactos para totalizar 70 cm de profundidade da haste.

Também se verificou que as taxas de infiltração em subsuperfície aumentaram consideravelmente do período chuvoso para o seco, demonstrando o ressecamento dos solos arenosos, que não retém água, mostrando-se extremamente permeável, o que diminui a possibilidade de ocorrência de processos erosivos laminares e lineares, como ravinas e voçorocas.

Dados das Unidades Ecodinâmicas Instáveis (áreas de Assentamentos)

Ponto	Posição no relevo / Tipo de vertente	Tipo de solo / textura	Cobertura vegetal / uso da terra	Matéria orgânica/ serrapilheira (g)		Penetrômetro de percussão ²⁵ (kgf/cm ²)		Infiltrômetro de subsuperfície (ml/s)	
				Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
A-AV	Alta vertente / topo convexo de baixa declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico text. média-arenosa	Pastagem / Agricultura	Ausente	Ausente	18,39	35,78	0,7	16
A-MV	Média vertente / vertente côncava de baixa declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico text. média-arenosa	Pastagem / Agricultura	750	180	18,73	34,15	2	18
A-BV	Baixa vertente / vertente convexa de baixa declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico text. média-arenosa	Pastagem	580	Ausente	25,29	53,83	2	9

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-6: Dados síntese das Unidades Ecodinâmicas Instáveis.

Da mesma forma que se procedeu à análise da tabela síntese anterior, neste caso também se pode verificar as diferenças de valores quando se trata do período chuvoso e seco.

No período seco há uma diminuição da quantidade de matéria orgânica disposta sobre o solo, comparado ao período chuvoso, e conseqüentemente, diminui a proteção ao solo contra a erosão laminar e o salpicamento. Como as propriedades onde se coletaram as amostras são assentamentos agrícolas, na ocasião do trabalho de campo, as terras apresentavam-se limpas para plantio, com ausência de matéria orgânica em dois dos três locais analisados no período chuvoso.

²⁵ Média dos 3 valores obtidos nos testes em trabalho de campo.

Simultaneamente, do período chuvoso para o seco, também se verificou que houve um aumento de resistência do solo à penetração, ou seja, o solo apresentou-se mais compacto, sendo necessário um número maior de impactos para totalizar 70 cm de profundidade da haste.

Também se verificou que as taxas de infiltração em subsuperfície aumentaram do período chuvoso para o seco, porém não tanto como foi verificado nas Unidades Estáveis, demonstrando que os solos médio-arenosos não têm comportamento tão permeável quanto os arenosos.

Quanto maior a taxa de argila e compactação do solo, menor é a velocidade de infiltração. Se o solo estiver com a superfície saturada, que ocorre em eventos chuvosos longos, a concentração de água favorece o escoamento superficial, o que pode provocar a erosão laminar e a formação de pequenos sulcos na superfície, que podem vir a dar origem a processos erosivos laminares e lineares.

Se estes eventos ocorrem em locais com ausência de serrapilheira e vegetação, são maiores as possibilidades de erosão.

Entre as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, destacam-se como principais diferenças:

Nas Unidades Instáveis a matéria orgânica se apresenta em pouca quantidade ou ausente, devido a interferência antrópica;

Quanto à resistência do solo à penetração, nas Unidades Instáveis o solo apresenta maior resistência, nos períodos seco e chuvoso. Pode-se associar o aumento de resistência ao fato de que nas Unidades Instáveis os solos apresentam textura média-arenosa e que na área de assentamentos houve ação de maquinário (preparação das terras para plantio) e pisoteio de gado, enquanto que nas Unidades Estáveis os solos apresentam uma textura arenosa, menos consolidada e com dimensão granular maior;

Como a porosidade dos solos arenosos é maior, estes permitem maior permeabilidade da água e em maior velocidade, como se pode perceber pela grande diferença das taxas de infiltração, que são amplamente maiores nas Unidades Estáveis (de solos arenosos) do que nas Instáveis (de solos médio-arenosos);

Embora os solos arenosos tenham como característica uma menor consolidação do que os que contêm maior quantidade de argila, no caso da área de estudo a estabilidade é proporcionada pela manutenção da cobertura vegetal. Como as Unidades Estáveis foram mantidas com a vegetação original, não sofreram compactação, como ocorreu nas áreas de assentamentos, o que garantiu a permeabilidade dos solos e, conseqüentemente, a proteção contra o escoamento superficial e a formação de sulcos. A densidade da cobertura e a presença de serrapilheira ainda protegem o solo contra a ação das gotas de chuva (salpicamento).

VI.3 Análise integrada das informações: as correlações entre os produtos cartográficos – A Carta de Unidades Ecodinâmicas

Considerando o procedimento técnico apresentado no item IV.2.2.5, foi efetuado o enquadramento da área de estudo na metodologia da Fragilidade Ambiental (item III.3.3) para proceder à análise integrada das informações.

São descritos os fatores de análise: geomorfologia, pedologia, uso da terra e características pluviométricas.

São as classes representativas dos índices de fragilidade:

1	Muito Fraco
2	Fraco
3	Médio
4	Forte
5	Muito Forte

Fonte: ROSS (1994)

Tabela VI-7: Índices de fragilidade

Um dos fatores analisado é o relevo. Consideram-se as classes de declividade associadas a cada uma das tipologias de relevo identificadas como parâmetro para classificação. Na área de estudo foram verificados os seguintes tipos:

Classes de Fragilidade	Tipos de Vertentes (Ocorrências na Área de Estudo)
1- Muito Fraca	Tp - Topos planos (0 a 3% de declividade)
2- Fraca	Tc - Topos convexos (0 a 12% de declividade) Vc1 - Vertentes convexas (3 a 12% de declividade) Pt - Patamares planos (3 a 12 % de declividade)
3- Média	Vcc - Vertentes côncavas (3 a 12% de declividade) Vc2 - Vertentes convexas com declividades médias (12 a 30%)
4- Forte	Vr2 - Vertentes retilíneas com declividades médias (12 a 30% de declividade)
5- Muito Forte	Vr1 - Vertentes retilíneas com altas declividades (maiores que 30%) Planície Fluvial (0 a 3% de declividade)

Fonte: Baseado em ROSS (1994)

Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-8: Classes de fragilidade de acordo com os tipos de vertentes na área de estudo

Outro índice a ser considerado na análise é o grau de fragilidade ou erodibilidade dos solos, avaliando o escoamento superficial difuso ou concentrado das águas pluviais.

De acordo com ROSS (1994), e utilizando a nova classificação dos solos do Estado de São Paulo, segundo OLIVEIRA et. al. (1999), as classes de fragilidade em relação aos tipos de solo identificados na área de estudo seguem os seguintes critérios:

Classes de Fragilidade	de Tipos de Solos (Ocorrências na Área de Estudo)
1- Muito Baixa	(sem ocorrências)
2- Baixa	(sem ocorrências)
3- Média	LVA4 - Latossolo Vermelho-Amarelo (textura média)
4- Forte	PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelo (textura arenosa/média)
5- Muito Forte	RL8 e RL9 - Neossolos Litólicos com afloramento de rochas GX9 - Gleissolos Háplicos

Fonte: Baseado em ROSS (1994)
Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Tabela VI-9: Classes de fragilidade na área de estudo de acordo com os tipos de solos

Para a classificação dos tipos de cobertura vegetal verificados na área de estudo e seus respectivos graus de proteção, seguem-se os seguintes critérios:

Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal (Ocorrências na área de estudo)
1- Muito Alta	Florestas/Matas naturais
2- Alta	Capoeira
3- Média	(sem ocorrências)
4- Baixa	Pastagem sem práticas conservacionistas Agriculturas diversas sem práticas conservacionistas
5- Muito baixa a nula	Áreas desmatadas e queimadas recentemente Solo exposto por arado/gradeação Solo exposto ao longo de caminhos e estradas

Fonte: Baseado em ROSS (1994)

Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Tabela VI-10: Graus de proteção à erosão na área de estudo de acordo com a cobertura vegetal

É necessário ainda, para uma análise mais completa relacionar os níveis de pluviosidade, visto que a ação das chuvas, principalmente quando concentradas em poucos meses, é um elemento importante, pois contribui com a aceleração dos processos morfodinâmicos, acentuando os processos erosivos. (SPÖRL, 2001)

Na área de estudo não se percebe diferenças de comportamento pluviométrico, considerando-se dessa forma, um mesmo índice representativo para todo o compartimento, não sendo esta variável, portanto, diferenciada no mapeamento.

Para a área de estudo, a variável pluviométrica considerada em geral foi a categoria 3 – Médio.

Nível hierárquico	Características pluviométricas (Ocorrências na área de estudo)
1 – Muito baixa	(sem ocorrências)
2 - Baixa	(sem ocorrências)
3 – Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março. Média anual em torno de 1500 mm/a
4 – Forte	(sem ocorrências)
5 – Muito Forte	(sem ocorrências)

Fonte: Baseado em ROSS (1994)
Elab. e Org.: Rosangela do Amaral (2004)

Tabela VI-11: Níveis de comportamento pluviométrico na área de estudo

Foram geradas três Cartas de Unidades Ecodinâmicas, alternando-se a seqüência dos algarismos: na primeira carta, considerou-se o relevo como fator determinante, na seqüência relevo – solo – cobertura vegetal /uso da terra – pluviometria; na segunda carta, considerou-se o solo como fator determinante, na seqüência: solo – relevo – cobertura vegetal/uso da terra – pluviometria; na terceira carta, considerou-se a cobertura vegetal/uso da terra como fator determinante, na seqüência: cobertura vegetal/uso da terra – relevo – solo – pluviometria.

O objetivo de se obter os três produtos cartográficos era verificar qual seqüência representaria melhor a fragilidade da área de estudo, considerando-se as características físico-bióticas do local, os eventos erosivos observados nos trabalhos de campo e os ensaios de resistência à penetração, infiltração e quantidade de matéria orgânica (serrapilheira) sobre o solo.

A primeira carta síntese gerada considerou como fator preponderante o relevo. Verificou-se que o resultado apresentado não representava adequadamente os fenômenos observados na área de estudo. O relevo de colinas amplas, que é predominante na região, é um fator de grau de fragilidade baixo. No entanto, verificam-se diversas ocorrências de processos erosivos nessas áreas, de forma que se conclui que o relevo não é o fator determinante como desencadeador da fragilidade (Figura VI-15).

Dessa forma, gerou-se uma segunda carta síntese, considerando os tipos de solo como fator preponderante (Figura VI-16). No entanto, o resultado obtido também não representava adequadamente a área de estudo. Os solos de textura arenosa são muito permeáveis, de forma a não permitir o escoamento superficial concentrado e o conseqüente desencadeamento dos processos erosivos. Nos trabalhos de campo, verificou-se que os processos erosivos ocorrem quando o solo encontra-se desprotegido, sem cobertura vegetal densa ou quando compactado por maquinários para prepará-los para o plantio.

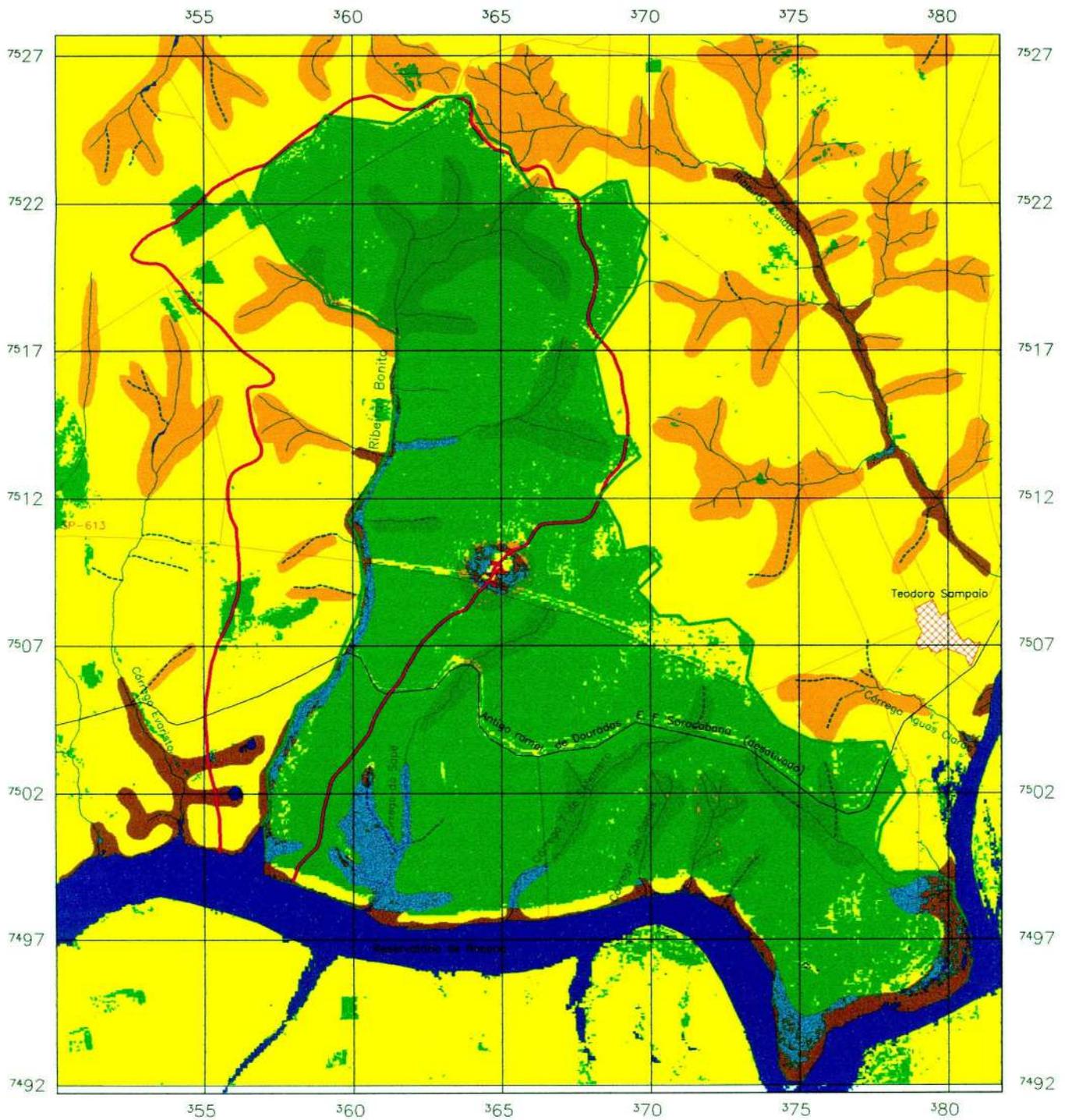
Portanto, concluiu-se que os solos também não são determinantes da fragilidade, mas sim o uso da terra empregado ao solo.

Considerando o uso da terra como fator preponderante, obteve-se a terceira e definitiva Carta das Unidades Ecodinâmicas, de acordo com o proposto pela metodologia de ROSS (1994) e conforme pode ser verificado no Anexo 1.

No sentido de seguir a proposta de Unidades Ecodinâmicas, deve-se partir da seguinte seqüência para a combinação numérica. O primeiro dígito referente ao Uso da terra/Cobertura vegetal, o segundo relativo as Classes dos Índices de Dissecação do relevo e o terceiro associado ao tipo de suscetibilidades dos solos. Deste modo, o conjunto numérico 111 – corresponde a uma Unidade Ecodinâmica Estável, ou Instabilidade Potencial Muito Baixa, pois a cobertura vegetal é de floresta, o relevo tem dissecação muito fraca e o solo tem muito fraca erodibilidade à erosão. No conjunto numérico 555 – a Unidade Ecodinâmica é de Instabilidade Emergente Muito Forte, onde o Uso da Terra se constitui por área desmatada com solo exposto, relevo muito fortemente dissecado e solos muito frágeis aos processos erosivos (ROSS, 1994, p.70).

Figura VI-15

Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes
Fator preponderante: Relevo

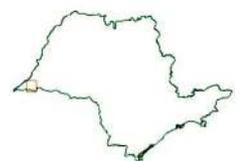
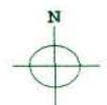


Legenda

- Convenções Cartográficas
- Hidrografia
 - - - Hidrografia intermitente
 - Estradas
 - Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
 - Limite do Parque Est. Morro do Diabo
 - ▣ Área urbana de Teodoro Sampaio

Unidades Ecodinâmicas – Graus de Fragilidade

- | | |
|-----------------|-----------------|
| E – Estáveis | I – Instáveis |
| ■ E muito fraco | ■ I muito fraco |
| ■ E fraco | ■ I fraco |
| ■ E médio | ■ I médio |
| ■ E forte | ■ I forte |
| ■ E muito forte | ■ I muito forte |



2.0 0 2.0 4.0 6.0 8.0 km

Escala 1:200000

Nesta carta, considerando o uso da terra como fator preponderante, foram identificadas as seguintes Unidades Ecodinâmicas:

Graus de Fragilidade: Classificação numérica dos polígonos (possíveis combinações):				
ESTÁVEIS		INSTÁVEIS		
Muito Fraco	Muito Forte	Fraco	Forte	Muito Forte
1133, 1143, 1153, 1233, 1243, 1253, 1333, 1343, 1353, 1433, 1443, 1453, 1533, 1543 e 1553	1533, 1543 e 1553 (apenas para áreas de planícies fluviais)	2133, 2143, 2153, 2233, 2243, 2253, 2333, 2343, 2353, 2433, 2443, 2453, 2533, 2543 e 2553	4133, 4143, 4153, 4233, 4243, 4253, 4333, 4343, 4353, 4433, 4443, 4453, 4533, 4543 e 4553	2533, 2543, 2553, 4533, 4543 e 4553 (apenas para áreas de planícies fluviais) e 5133, 5143, 5153, 5233, 5243, 5253, 5333, 5343, 5353, 5433, 5443, 5453, 5533, 5543 e 5553

Fonte: Baseado em ROSS (1994)
Elab. e Org.: Rosângela do Amaral (2004)

Tabela VI-12: Classificação numérica por grau de fragilidade das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis – fator determinante: uso da terra.

VI.3.1 Descrição das Unidades Ecodinâmicas

VI.3.1.1 Unidades Ecodinâmicas Estáveis

As Unidades Ecodinâmicas Estáveis apresentam dois graus de fragilidade:

Fragilidade Muito Fraca (1133, 1143, ...): correspondem às áreas cuja cobertura vegetal é de floresta / matas naturais, onde o grau de proteção é muito alto, proporcionado pela densidade da vegetação e presença de serrapilheira. A presença da vegetação densa impede que o solo seja atingido diretamente pelas águas pluviais, evitando a ação do salpicamento. A presença da serrapilheira, assim como as próprias raízes, presentes no solo, impedem a erosão laminar e

linear, conforme foi verificado por meio dos ensaios de campo referentes aos Pontos P-AV e P-MV. Nos testes com o infiltrômetro verificou-se rápida infiltração e ausência de saturação, tanto em superfície como em subsuperfície, demonstrando boa permeabilidade e porosidade dos solos, o que evita o escoamento superficial. Independente do tipo de vertentes ou tipo de solo associado, quando a cobertura florestal está presente não são verificados processos erosivos. Entretanto, essas áreas estão restritas ao Parque Estadual do Morro do Diabo e outros pequenos fragmentos ainda preservados, principalmente à oeste do Parque.

Fragilidade Muito Forte (1533, 1543, ...): correspondem às áreas de planícies fluviais, que, embora sejam consideradas estáveis pela cobertura florestal, são classificadas como grau de fragilidade potencial muito forte por se tratar de áreas inundáveis. As freqüentes cheias nessas áreas promovem o carreamento dos sedimentos finos presentes nas margens dos corpos d'água, que podem provocar assoreamento. Na área de estudo, estes sedimentos são carreados para o Reservatório de Rosana, no Rio Paranapanema. Em longo prazo estes sedimentos depositados nos reservatórios podem comprometer sua capacidade. Em análise aos dados obtidos nos ensaios de campo pode-se notar que o Ponto P-BV se apresenta com menor compactação do solo e menor taxa de velocidade de infiltração em relação aos demais (P-AV e P-MV), devido à área ser mais saturada por se localizar em baixa vertente. No entanto, não apresentou saturação.

VI.3.1.2 Unidades Ecodinâmicas Instáveis

As Unidades Ecodinâmicas Instáveis apresentam três graus de fragilidade:

Fragilidade Fraca (2133, 2143, ...): estão associadas às áreas cuja cobertura vegetal é a capoeira ou vegetação de mata em regeneração. Ocorrem esparsas em toda a área de estudo e ao longo das margens dos corpos d'água. Este tipo de vegetação, menos densa do que as áreas de floresta / mata natural, oferece certo grau de proteção aos solos. No entanto, tratam-se de áreas que sofrem intervenção antrópica e que podem ter seu uso da terra alterado e por isso são classificadas como instáveis, ou seja, de fragilidade emergente. Pode-se observar que as bordas do Parque apresentam vegetação de capoeira ou vegetação de mata alterada, assim como algumas

áreas no interior do Parque como ao longo da rodovia e da antiga ferrovia que cruzam o Parque (áreas alteradas) e próximo à margem do Reservatório de Rosana (vegetação de brejo – alterada pelo nível d’água mais alto devido ao enchimento do reservatório).

Fragilidade Forte (4133, 4143, ...): correspondem às áreas de pastagem e agriculturas diversas, predominantes na área de estudo. As áreas destinadas à pastagem sofrem diversos tipos de impactos: podem estar relacionados à erosão de sulcos entre as braquiárias plantadas ou ao pisoteio do gado em linhas preferenciais, responsável pela erosão linear encontrada nestes trechos. As áreas de agriculturas diversas, que ocorrem predominantemente nos assentamentos, também desencadeiam impactos: é rara a aplicação de práticas conservacionistas no manejo dos solos, o que faz com que a superfície seja exposta em alguns períodos do ano (entressafra), favorecendo a erosão laminar e linear, e o uso de maquinário pesado causa compactação dos horizontes superficiais do solo, o que dificulta a infiltração da água no solo e favorece a erosão laminar e linear. Além de propiciar a erosão, estes impactos também causam o empobrecimento dos solos, exigindo outras medidas corretivas para mantê-los férteis. Essas características ocorrem nos pontos A-AV, A-MV e A-BV. Nos dois ensaios de coleta de matéria orgânica, verificou-se que no ponto A-AV o solo estava sendo preparado para plantio, não existindo matéria orgânica na superfície. No ponto A-BV, o mesmo ocorreu na ocasião de coleta no período seco. Os ensaios com o penetrômetro revelaram que os solos estavam bastante compactados, onde foi necessário grande número de impactos para alcançar os 70 cm da haste. Os ensaios com o infiltrômetro confirmaram a compactação dos solos, demonstrando baixa velocidade de infiltração e inclusive a saturação em subsuperfície no ponto A-AV e em superfície no ponto A-BV.

Fragilidade Muito Forte (2533, 2543, ..., 5133, 5143, ...): correspondem às áreas de planícies fluviais, sem cobertura florestal densa, por se tratar de áreas inundáveis, que têm as mesmas implicações das planícies fluviais das Unidades Ecodinâmicas Estáveis. Correspondem também às áreas de solo exposto, que em alguns locais da área de estudo coincidem como áreas destinadas ao plantio da cana-de-açúcar em seu período de queima. O solo exposto, sem nenhum

tipo de cobertura vegetal, associado aos solos de textura média arenosa e arenosa são muito erodíveis, de forma que podem ocorrer processos de erosão laminar e linear.

VI.4 Considerações parciais

Com esta análise se pôde verificar que os dados obtidos nos trabalhos de campo com os testes de infiltração, resistência à erosão e quantidade de matéria orgânica, e os dados de laboratório referentes às análises granulométricas, foram complementares aos dados obtidos no mapeamento.

Por meio destes resultados fica confirmada a influência da cobertura vegetal, onde a mudança de uso (do estado natural – estável – para o antrópico – instável) é o que desencadeia os processos erosivos, que podem ser mais ou menos acentuados de acordo com as condições dos solos, relevo e chuvas.

Na área de estudo as altas taxas pluviométricas concentram-se nos meses de verão, quando as chuvas torrenciais favorecem o escoamento superficial e abrem cicatrizes erosivas que rapidamente podem evoluir de ravinas para voçorocas, principalmente em função das condições físicas dos solos, que são arenosos, do que o relevo, que apresenta em geral vertentes com baixos gradientes topográficos, vertentes longas e baixas declividades. Dessa forma, o fator primordial de estabilidade ambiental é a presença de cobertura vegetal florestal densa e solo recoberto de serrapilheira.

Outro fator que corrobora é a compactação, devido às tecnologias empregadas e o pisoteio do gado, juntamente com a exposição da superfície por meio da diminuição do grau de proteção, comparado ao que havia com a vegetação natural, que também induz ao escoamento superficial, que por sua vez, proporciona a erosão laminar e linear. A textura média-arenosa e arenosa favorece a desagregação do solo pela energia cinética das águas pluviais, tornando difícil a interrupção dos processos erosivos desencadeados.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou analisar as fragilidades ambientais com ênfase nos processos erosivos comandados pela ação das águas pluviais e indução da ação antrópica na área do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno.

O interesse neste estudo deu-se por observações sistemáticas em visita à região, onde embora o relevo se apresente relativamente aplanado, as fortes marcas de processos erosivos são encontradas por toda parte, sugerindo um ambiente frágil. Nota-se, portanto, influência do tipo de solo encontrado na área combinado ao tipo de uso que se faz da terra.

De acordo com LIBAULT (1971), foi elaborado um procedimento operacional que estruturou as etapas de trabalho, para que este pudesse ser viabilizado da forma mais prática e correta possível. A pesquisa foi então seccionada em etapas distintas e complementares, definidas pelos níveis compilatório, correlativo e semântico.

Este estudo teve como procedimento técnico-operacional a utilização do geoprocessamento para viabilizar as etapas de confecção e correlação das cartas temáticas.

O uso do SPRING 3.6 facilitou a confecção e reprodução das cartas. O uso de programas computacionais e imagens de satélite inserem o geógrafo em uma nova área do mercado de trabalho, utilizando o geoprocessamento como instrumento de trabalho, unindo o conhecimento científico previamente adquirido às novas técnicas que vem sendo desenvolvidas nas últimas décadas. No entanto, verificou-se algumas limitações do software, principalmente no que se refere ao acabamento do produto final. É bastante trabalhoso utilizar os moldes para gerar as cartas em versão de impressão, não oferecendo muitos recursos para proporcionar uma arte final melhor elaborada.

Os perfis transversais da área de estudo gerados por este SIG também possibilitaram uma melhor visão da região trabalhada, que não pode ser obtida pela consulta às cartas topográficas e sequer no trabalho de campo, pela impossibilidade de adentrar as matas na área do Parque Estadual do Morro do Diabo.

A confecção das cartas Base e de caracterização da área de estudo (cartas Clinográfica, Hipsométrica, Esboço Pedológico, Geológica, Geomorfológica, Uso da Terra e Índices de

Vegetação) serviram, além do objetivo de correlação para confecção da carta síntese (Carta das Unidades Ecodinâmicas), para viabilizar um estudo regional, de grande importância para a compreensão dos fenômenos de erosão ali desenvolvidos.

Adotou-se como procedimento metodológico a proposta de ROSS (1994) - *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*, que por sua vez baseou-se nos conceitos de Unidades Ecodinâmicas de TRICART (1977). Segundo essa concepção, o ambiente foi analisado de acordo com a Teoria dos Sistemas, que pressupõe que a natureza esteja em equilíbrio dinâmico e que este pode ser alterado pelas intervenções dos homens nas componentes da natureza.

Para a análise, procurou-se avaliar três fatores primordialmente: o relevo, o solo e a cobertura vegetal/uso da terra. A correlação destes fatores possibilitou gerar a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis) e Emergente (Instáveis).

Neste estudo, consideraram-se Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial apenas as áreas com vegetação natural, sem intervenções antrópicas significativas. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, são, portanto, todas aquelas áreas ocupadas pelo homem e modificadas de acordo com suas necessidades.

No Estado de São Paulo, são poucas as áreas que se pode considerar como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial - Estáveis, que hoje se restringem apenas às áreas onde estão os Parques ou Reservas Florestais, com o predomínio da vegetação nativa, ou pequenos fragmentos ainda preservados pelos proprietários rurais.

Foram amostrados pontos em locais que aparentavam estar as Unidades Ecodinâmicas mais significativas, predominantes na região. Pôde-se notar que não se verificam diferenças representativas entre as posições dos pontos amostrados no relevo (alta, média e baixa vertente), mas sim em relação à cobertura vegetal florestal estar presente ou não (Unidades Estáveis e Instáveis).

Na área restrita ao Parque Estadual do Morro do Diabo, classificada como Estável, não se encontram marcas erosivas evidentes, frente ao alto grau de proteção do solo contra a erosão

proporcionado pela cobertura florestal natural. No Morro do Diabo há um forte potencial de erosão devido às altas declividades das vertentes ali encontradas. Entretanto não se observou nenhum ponto com marcas de processos erosivos agressivos, em função da proteção do solo pela floresta.

No restante da área, classificada como Instável, há a influência do fator uso da terra, que torna o ambiente bastante frágil, pois em muitos locais sequer existe alguma cobertura vegetal, encontrando-se solo totalmente exposto. Há ainda as plantações de cana-de-açúcar, que têm queimas periódicas, deixando o solo exposto à ação das águas por determinado período de tempo ao longo do ano.

O pisoteio do gado e a implantação das culturas diversificadas fazem com que o solo fique exposto às intempéries, e qualquer chuva pode carrear grande quantidade de partículas, o que acaba causando o assoreamento nos rios e reservatórios. O tipo de pastagem cultivada com capim braquiária também proporciona o aparecimento de sulcos entre os tufo da vegetação. Em estradas ou próximo às cercas das propriedades são encontradas cicatrizes de erosão e até mesmo voçorocas.

Desta forma, pode-se considerar que a intervenção humana, verificada pela alteração no uso da terra, é o fator preponderante nos casos de processos erosivos observados na área. Este uso expõe o solo à alterações muitas vezes irreversíveis, caso não haja uma intervenção rápida e prática, como a recuperação de áreas muito suscetíveis à erosão. Processos como o voçorocamento têm custo muito alto para serem revertidos e, às vezes, são até ineficazes. Deste modo, percebe-se ser melhor prevenir, do que no futuro ter que recuperar estas áreas. A textura média-arenosa e arenosa favorece a desagregação do solo, tornando difícil a interrupção dos processos erosivos instalados. Verifica-se também que se implantou o sistema de curvas de nível em algumas propriedades agrícolas para conter a erosão.

As planícies fluviais apesar de se localizarem em áreas de baixa declividade (0 a 3%), foram classificadas como sendo de grau de fragilidade muito alto de acordo com o índice de relevo, porque estas áreas estão condicionadas às inundações constantes e elevação do nível do lençol freático, proporcionando o carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

Na área em estudo, assim como em todo o Pontal do Paranapanema, as terras são pouco férteis, o que restringe o plantio, sobretudo nos assentamentos agrários, onde o grau de mecanização e práticas conservacionistas quase não ocorrem. As culturas, além do baixo aproveitamento potencial, fazem com que o solo seja exposto freqüentemente, o que diminui cada vez mais sua capacidade de uso agrícola.

A compactação do solo e a exposição da superfície por meio da diminuição do grau de proteção, comparado à proteção que havia com a vegetação natural fazem com que ocorra o escoamento superficial, que por sua vez, proporciona a erosão laminar e linear.

Um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a improdutividade dos solos é a erosão hídrica acelerada pelo homem com as práticas inadequadas de ocupação e agricultura perante os tipos de solos e clima.

Por meio dos resultados desta análise, fica confirmada a influência da cobertura vegetal florestal, onde a mudança de uso (do estado natural – estável – para o antrópico – instável) é o que desencadeia os processos erosivos.

Verificou-se que o procedimento metodológico adotado caracterizou satisfatoriamente a área de estudo, testando-se os fatores preponderantes de fragilidade (relevo, solos, cobertura vegetal/uso da terra), até obter-se o resultado que melhor representava a fragilidade da área de estudo, considerando-se as características físico-bióticas do local e os eventos erosivos observados nos trabalhos de campo.

Outro fator a ser destacado é a necessidade de adequar a escala de trabalho à área que se pretende analisar. De acordo com as características apresentadas, pode-se mudar a ordem de prioridade dos fatores que determinam a fragilidade, para melhor representar os dados predominantes.

Ressalta-se que a metodologia, como qualquer modelo que possa ser aplicado, é uma representação da realidade, de acordo com a perspectiva de enfoque. Portanto, em algumas áreas o resultado da fragilidade pode não condizer com a realidade atual, mas representa o seu potencial.

As informações obtidas com os ensaios de campo deram suporte ao modelo adotado, servindo como geoindicadores e auxiliando na escolha do fator preponderante como desencadeador da fragilidade, conforme representado pelos mapeamentos.

De qualquer forma, a utilização de modelos pode ser útil ao planejamento ambiental e urbano, proporcionando a análise das fragilidades que cada local possa apresentar e adequando o uso e ocupação de forma a preservar o equilíbrio ambiental.

De acordo com os dados de caracterização da área, do mapeamento e dos ensaios de campo analisados, foram diagnosticados problemas na área de estudo. Desta forma, pode-se discorrer sobre algumas breves orientações ao planejamento ambiental, visando a prevenção e minimização dos impactos.

No entanto, a resolução destes problemas está ligada a diversas esferas, como a Prefeitura Municipal de Teodoro Sampaio, o Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, por meio do Plano de Manejo do Parque Estadual do Morro do Diabo, o ITESP- Instituto de Terras do Estado de São Paulo, por meio dos incentivos e orientações aos moradores dos assentamentos e aos habitantes e visitantes da área.

Entre as constatações mais importantes, verificou-se que o uso da terra, quando empregado de forma inadequada, compromete a qualidade ambiental.

A degradação ambiental no local ocorre desde que a vegetação original foi derrubada para dar lugar às monoculturas extensivas. Observando os dados de cobertura florestal do Estado de São Paulo verificou-se o avanço do desmatamento e a conseqüente ocupação do território, de forma que a Mata Atlântica somente restou nas Unidades de Conservação e em pequenos fragmentos de vegetação em áreas particulares. Tratando-se aqui de uma área onde se encontra o principal fragmento de Mata Atlântica do interior do Estado de São Paulo, o planejamento deve objetivar sua preservação e manutenção.

Verificou-se que na área do Parque não ocorrem processos erosivos severos, exceto nas áreas com intervenção humana, como por exemplo, onde a antiga ferrovia cruzava as matas. Nesses locais, agora abandonados com a desativação da ferrovia, ocorrem processos de erosão

em estágio avançado, como as voçorocas. É importante fazer a contenção do fluxo d'água das vertentes com canaletas e caixas de retenção temporária, desviando a água para que não continue atingindo a voçoroca e conseqüentemente aumentando sua proporção. Deve ser feito o reflorestamento das áreas atingidas, pois o solo exposto é carregado facilmente, o que causa assoreamento dos cursos d'água e do Reservatório de Rosana, no Rio Paranapanema.

Para melhorar as condições ambientais da área, é importante não só a preservação do Parque, mas do entorno também, melhorando inclusive a qualidade de vida dos moradores.

Na área dos assentamentos e nas fazendas devem ser incentivados o sistema de curvas de nível e as redes de terraços para contenção de escoamento superficial e indução da infiltração, pois controlam a erosão laminar e o assoreamento. É necessário ainda impedir que o solo fique exposto, já que além da erosão laminar, causa o empobrecimento do solo, adotando-se técnicas de cultivo adequadas, como o plantio na palha (plantio direto).

A diversificação da produção, o reflorestamento de áreas e a capacitação técnica dos assentados devem ser algumas das prioridades para que seja obtido sucesso na produtividade, melhoria na qualidade ambiental e de vida da população.

Um outro problema que preocupa na atualidade é a qualidade da água, visto que a poluição a torna um recurso escasso. De acordo com os dados do IBGE (2000) cerca de 25% do esgoto sanitário do Município não recebe coleta e tratamento adequado. Há também a questão do uso de agrotóxicos e defensivos agrícolas nos assentamentos e fazendas, que causa poluição de solo e água, e que, portanto, deve ser controlado. Esses itens devem ter prioridade de resolução.

Além desses fatores, a qualidade da água está ligada também à existência e manutenção das matas ciliares.

A função hidrológica das matas ciliares está ligada à sua influência sobre uma série de fatores importantes para a manutenção da microbacia, tais como: escoamento das águas da chuva, atenuação do pico dos períodos de cheia, dissipação de energia do escoamento superficial, estabilidade das margens de corpos d'água, equilíbrio térmico das águas (favorece a ictiofauna),

ciclagem de nutrientes, controle de sedimentação entre outros. (BARBOSA & POTOMATI, 2003)

Apesar da legislação que protege as áreas de proteção permanentes, na Carta de Índices de Vegetação podem ser verificados locais com ausência de vegetação ao longo dos cursos d'água. Essas áreas devem ser reflorestadas, inclusive para impedir a sua ocupação. Para tal, poderiam ser utilizadas mudas de vegetação do Parque.

As matas ciliares também podem servir como corredores de fauna, proporcionando uma área maior a ser percorrida pelos animais que habitam o Parque Estadual do Morro do Diabo e, com isso, possibilitar o aumento do número de espécies. De acordo com a Teoria de Biogeografia de Ilhas (DITT, 2002), o número de espécies deve aumentar com a área porque normalmente áreas maiores contêm mais habitats e, quanto maior a área, maiores serão as populações de cada espécie, diminuindo o risco de extinção. A perda da biodiversidade é uma das piores conseqüências da fragmentação florestal.

Conforme a caracterização sócio-econômica, o Município de Teodoro Sampaio não apresenta crescimento econômico significativo, de forma que esses cuidados e investimentos poderiam incentivar o ecoturismo na região, desde que bem estruturado e de acordo com as normas do Instituto Florestal, responsável pela administração do Parque Estadual do Morro do Diabo. Com isso, os setores de comércio e serviços poderiam se ampliar, impulsionando a geração de empregos, que está em déficit no Município.

A educação ambiental também deve ser incentivada, em forma de projetos integrados que envolvam os alunos das escolas públicas e particulares e em informativos para os habitantes do Município. É uma forma de incentivar a preservação e conscientizar sobre a importância do Parque, inclusive em contexto regional.

Estes são apenas alguns dos problemas diagnosticados aos quais se propõem formas de tentar minimizar seus impactos. Muitos outros poderão ser diagnosticados em estudos em escalas de maior detalhe e em estudos com outros enfoques, como por exemplo, o agrário e o sócio-econômico, aos quais este trabalho pode servir de subsídio.

Recomenda-se e espera-se que esse estudo seja considerado no planejamento da área analisada, de forma que serão encaminhadas cópias ao Instituto Florestal (SMA), para que possa auxiliar no Plano de Manejo do Parque Estadual do Morro do Diabo, ao ITESP, para auxílio no que se refere à área de assentamentos e à Prefeitura Municipal de Teodoro Sampaio (Secretaria de Planejamento), para auxílio em questões relativas ao planejamento da expansão e ocupação territorial e zoneamento do Município.

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Simbologia:

-  Referências Bibliográficas
-  Referências Cartográficas
-  Referências Bibliográficas Eletrônicas

-  AB'SABER, A. N. – *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160 p.
-  ABREU, A. A. de - A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista do Instituto de Geografia da USP*, nº 4, p. 5-23, 1983.
-  AMARAL, R. - *A fragilidade ambiental da Bacia do Ribeirão Bonito, município de Teodoro Sampaio/SP*. 2001. 89f. (Monografia de Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo. São Paulo.
-  BARBOSA, L. M.; POTOMATI, A. - *Manual Prático para recuperação de áreas degradadas*. Anais do Seminário Regional.– Ilha Comprida – SP, 2003.
-  BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. - *Conservação do solo*. 3ª ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
-  BERTRAND, G. – Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico. In: *Caderno de Ciências da Terra*, 13. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1971.
-  CHRISTOFOLETTI, A. - *Análise morfométrica das bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas (MG)*. 1970. 215f. Tese (Livre-Docência) – Departamento de Geografia - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
-  COLTRINARI, L. - *A Bacia como Unidade de Análise em Geomorfologia - As Vertentes*. São Paulo, 1994/2000, 8p. (manuscrito).

-  CRESPO, S. – Uma visão sobre a evolução da consciência ambiental no Brasil nos anos 1990. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.) – *Meio ambiente no século 21*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 59-73.
-  D'ELBOUX, Y - . Eficiente mas ainda pouco conhecido. *Jornal da USP*, São Paulo, página B2, 05-11 mai. 2003.
-  DE BIASI. M. - A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 6, p. 45-60, 1992.
-  DEMEK, J. – Generalization of Geomorphological Maps. In: *Progress Made in Geomorphological Mapping*. Brno, 1977
-  DITT, E. H. – *Fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema*. São Paulo: Annablume / Ipê / IIEB, 2002. 140 p.
-  FORESTI, C.; PEREIRA, M.D.B. – *Utilização de Índices Vegetativos obtidos com dados do Sistema TM-LANDSAT no estudo da qualidade ambiental urbana: cidade de São Paulo*, São José dos Campos, 1987, 24 p.
-  GERASIMOV, I. - *La Sociedad Y el Medio Natural*, Moscou: Editorial Progreso, 1983.
-  GRIGORYEV, A.A. - *The Interaction of Sciences in the Study of the Earth*, Moscow: Progress Publishers, 1968, p.77-91.
-  GUERRA, A. J. T., et. al. (Org.) – *Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, 339p.
-  GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. – *Novo Dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 652p.
-  HART, M. G. – *Geomorphology, pure and applied*. London: George Allen & Unwin, 1986.
-  IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em 22.01.2003.

- ✦ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - *Cartas Ribeirão das Pedras (SP), Cuiabá Paulista (PR-SP), Teodoro Sampaio (SP), Santo Antônio do Caiuá (PR-SP)* São Paulo, 1973 e 1975. Carta color. Escala: 1:50.000.
- ✦ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - Departamento De Águas E Energia Elétrica - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. In: *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Paranapanema)*, Relatório n.º 24.739. São Paulo: DAEE, 1987. Mapa p&b. Escala: 1:500.000.
- ✦ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981. Mapa color, v. 1 e 2. Escala: 1:500.000.
- 📖 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Paranapanema)*, Relatório n.º 24.739, São Paulo: DAEE, 1987.
- 🖱️ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - *SPRING 3.6 (Software)*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/>>, Acesso em: 06.2000.
- 🖱️ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - *Spring Tutorial*. Aulas de 1 a 10. Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/>>, Acesso em: 23.08.2000.
- 📖 KIRKBY, M. J.; MORGAN, R. P. C. – *Soil Erosion*. Great Britain: John Wiley & Sons Ltd., 1980.
- 📖 KLIMASZEWSKI, M. – *Detailed geomorphological maps*. Krakow (Polônia): ITC-Journal p. 265-271, 1982.
- 📖 LEITE, J. F. - *A ocupação do Pontal do Paranapanema*. 1981. 256f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- 📖 LEMOS, R. C. et. al. - *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Campinas: Embrapa, 1982. 50p.

-  LIBAULT, A. - *Os quatro níveis da pesquisa geográfica*. Tribuna Metodológica do Instituto de Geografia, São Paulo/SP, 1971.
-  MARIANO, Z. F. - *Ritmo climático e a utilização da terra no Extremo Oeste Paulista: análise comparativa entre os Municípios de Presidente Venceslau e Teodoro Sampaio*. 1995. f. 14-16, 26-31. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
-  MARQUES, J.S. – *Ciência Geomorfológica*. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) - *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 458p.
-  MECERJACOV, J. P. – *Les concepts de morphostruture et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse geomorphologique*. Annales de Geographie 77 année- n° 423. Paris, 1968.
-  MENEGUETTE, A. A. C. – *Atlas interativo do Pontal do Paranapanema: uma contribuição à educação ambiental*. Disponível em: <<http://www2.prudente.unesp.br/atlaspontal>>, Acesso em: 21.05.2003.
-  MONTEIRO, C. A. F. – *Geossistemas – a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.127 p.
-  MOSCA, A. A. O. – *Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação dos indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas*. 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ / Universidade de São Paulo, Piracicaba.
-  NAKASHIMA, M. S. R. - *Análise dos processos erosivos e da fragilidade ambiental na Bacia do Rio Keller-PR*. 1999. 2v. e anexos. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo, São Paulo.

- ✦ OLIVEIRA, J. B., et. al. - *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo*, Rio de Janeiro: Instituto Agrônomo de Campinas / Embrapa - Solos, 1999. Mapa color. Escala: 1:500.000.
- 📖 PRADO, H. - *Manejo dos solos: descrições pedológicas e suas implicações*. São Paulo: Nobel, 1991. 117 p.
- 📖 RODRIGUES, C. - *Geomorfologia aplicada – avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. 1997. 2 v. e anexos. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 📖 ROSA, M. R., ROSS, J. L. S. - Aplicação de SIG na geração de cartas de fragilidade. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 13, p. 77-106, 1999.
- 📖 ROSS, J. L. S. - Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 8, p. 63-73, 1994.
- 📖 ROSS, J. L. S. - *Geomorfologia ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990. 85p.
- 📖 ROSS, J. L. S. - *Geomorfologia e geografia aplicadas à gestão territorial: teoria e metodologia para o planejamento ambiental*. 2001. 322f. e anexos. Tese (Livre-Docência em Geografia) - Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 📖 ROSS, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 6, 17-29, 1992.
- ✦ ROSS, J. L. S., MOROZ, I. C. - *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, DG, FFLCH, USP / Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada - IPT / FAPESP, 1997. Mapa color, v.1 e 2. Escala: 1:500.000.

-  SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente - *Zoneamento Econômico e Ecológico do Pontal do Paranapanema*. São Paulo, 1999. 170p.
-  SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Disponível em <<http://www.seade.gov.br>>, Acesso em:22.01.2003.
-  SOTCHAVA, V. B. – Por Uma Teoria de Classificação de Geossistemas da Vida Terrestre. In: *Biogeografia n° 14*. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1978.
-  SPÖRL, C. – *Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. 2001. 160f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo, São Paulo.
-  STOLF, R. – Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. In: *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, n° 15, 1991. p. 229-35.
-  TEIXEIRA, A.L.A.; CHRISTOFOLETTI, A. – *Sistemas de Informação Geográfica – Dicionário Ilustrado*. São Paulo: Hucitec, 244p., 1997.
-  THOMAZ, E. L. – *O relevo e o uso da terra em ambiente subtropical úmido: ensaio em geomorfologia aplicada*. 2003. 83 f. Relatório de Qualificação para Exame de Doutorado em Geografia – Departamento de Geografia / FFLCH - Universidade de São Paulo, São Paulo.
-  TRICART, J. – *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.
-  TRICART, J. – *Principes et Methodes de la Geomorphologie*. Paris: Masson et Cie Editemas, 1965.
-  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP - *Normas para publicações da UNESP*. São Paulo: Editora

UNESP, 1994. 4v. Volume 2: Referências bibliográficas, Volume 3: Preparação e revisão de textos e Volume 4: Dissertações e teses.



VASQUES, A. C. B. – *A evolução da ocupação das terras do Município de Teodoro Sampaio/SP*. 1973. Tese (Doutoramento em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Franca.



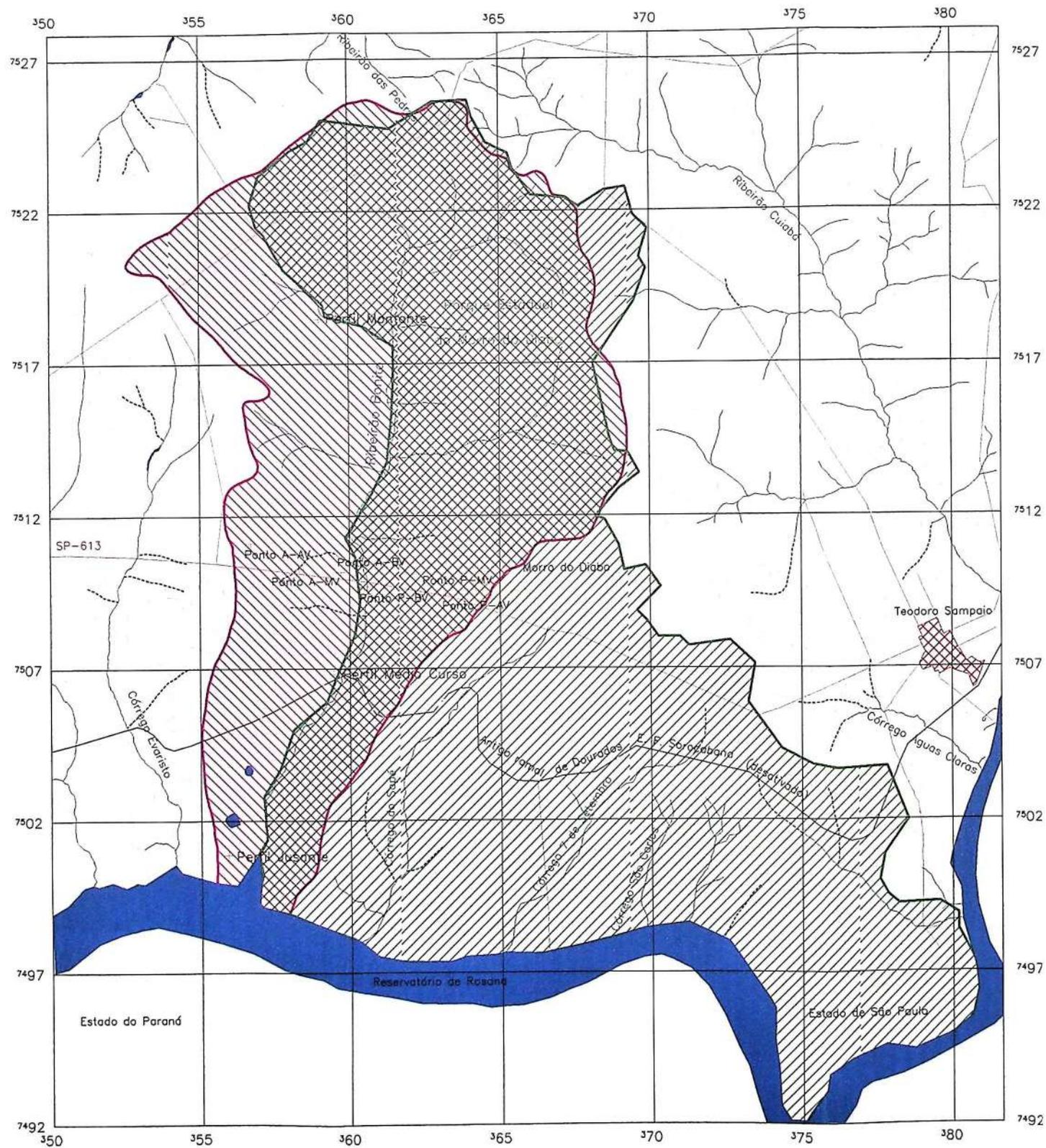
VICTOR, M. A. M. - *A devastação florestal*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, Revista n.º 98, 1975. 50p.

ANEXOS

Anexo 1: Cartas

- ✓ Base Cartográfica
- ✓ Carta Hipsométrica
- ✓ Carta Clinográfica
- ✓ Carta Geológica
- ✓ Esboço Pedológico
- ✓ Carta Geomorfológica
- ✓ Carta Imagem de Satélite
- ✓ Carta de Uso da Terra
- ✓ Carta de Índices de Vegetação
- ✓ Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes

Carta-Base do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- ▨ Bacia do Ribeirão Bonito
- ▧ Parque Est. do Morro do Diabo
- ▩ Área urbana de Teodoro Sampaio
- + Pontos amostrados em campo

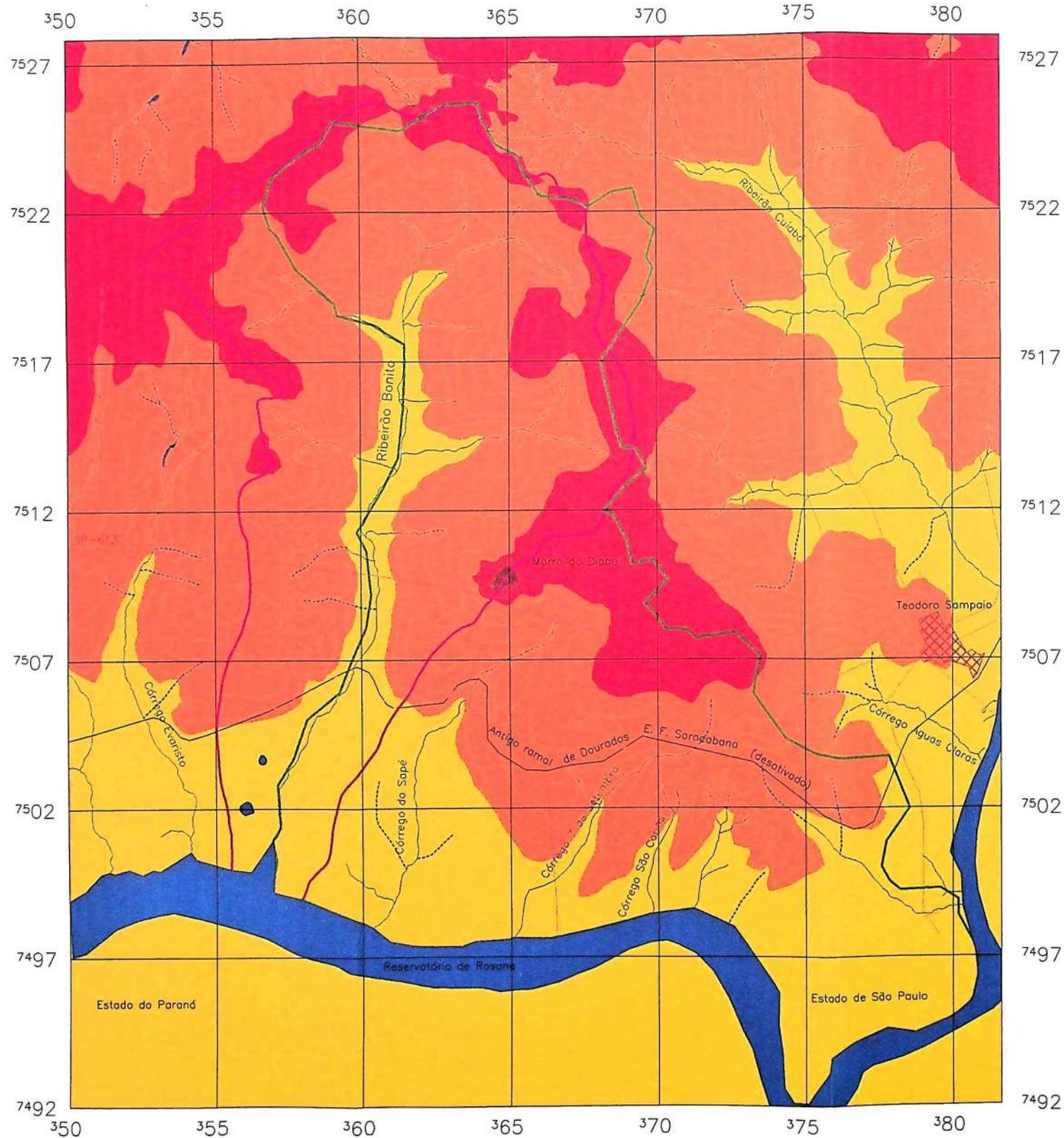
Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiú, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta Hipsométrica do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



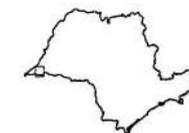
Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo

Legenda Temática

- 240 a 300m
- 300 a 400m
- 400 a 500m
- 500 a 600m

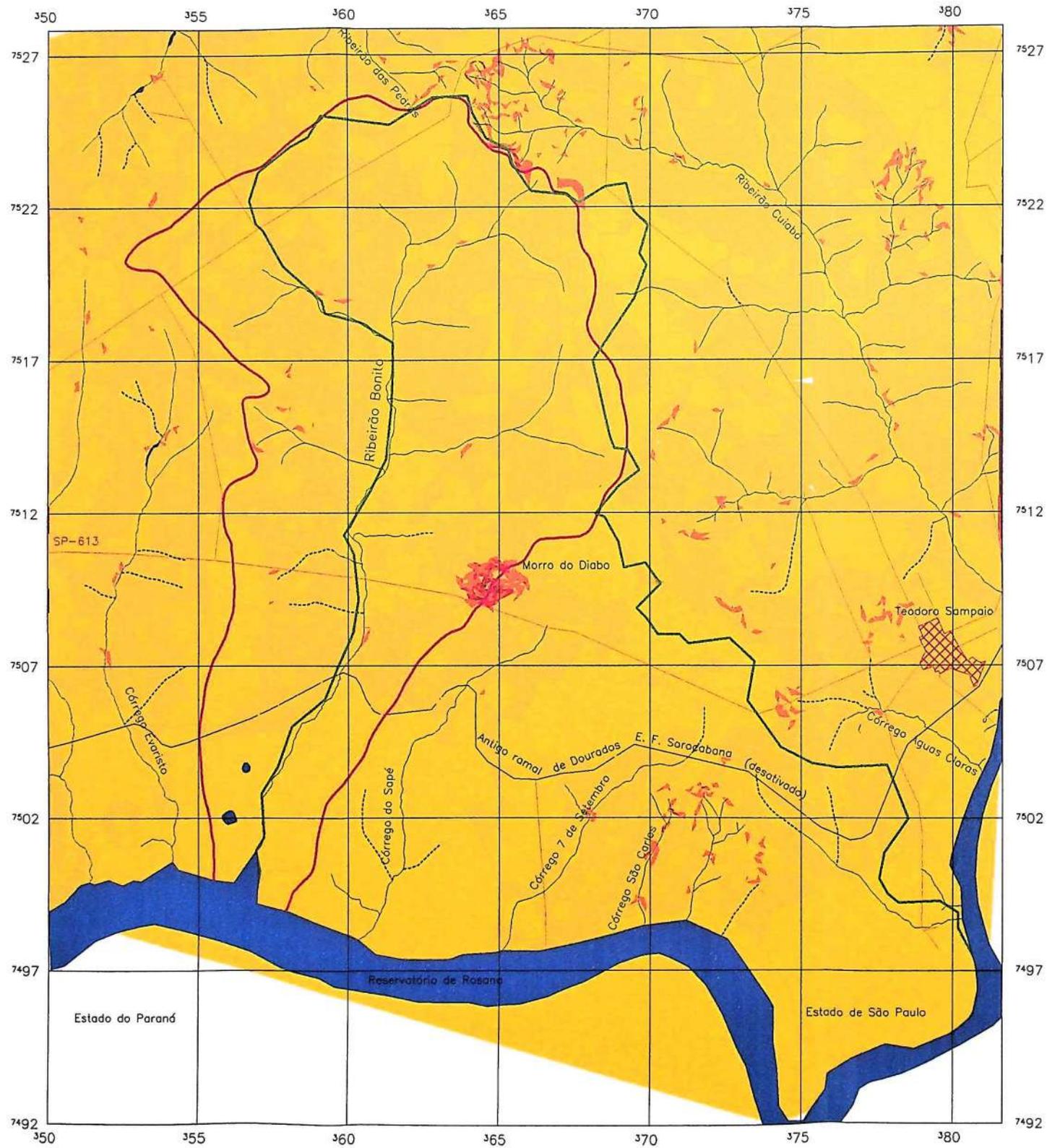
Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Cuiabá, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TMS RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta Clinográfica do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



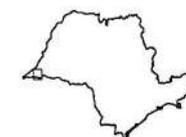
Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ▣ Área urbana de Teodoro Sampaio

Legenda Temática

- 0 a 3%
- 3 a 12%
- 12 a 30%
- 30 a 50%
- > 50%

Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiúá, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta Geológica do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ▣ Área urbana de Teodoro Sampaio

Legenda Temática

Depósitos Cenozóicos

- ▣ Qa
Aluviões em geral, incluindo areias com granulometria variável, argilas e subordinadamente, cascalheiras, formando depósitos de calha e/ou terraços

Mesozóico – Grupo Bauru

- ▣ Kc
Formação Adamantina – Arenitos finos a muito finos.
- ▣ Ksa
Formação Santo Anastácio – Arenitos finos a médios, mal selecionados.
- ▣ Kc
Formação Caiuá – Arenitos finos a médios, arredondados. Localizadamente, cimentos e nódulos carbonáticos.

Base dos Dados: IPT, 1981 – Escala 1:500.000

Base Cartográfica:

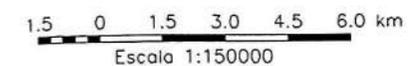
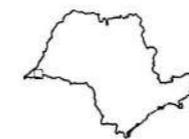
Cartas do IBGE 1:50.000

Ribeirão dos Pedras, Santo Antônio do Caiuá, Caiuá Paulista e Teodoro Sampaio

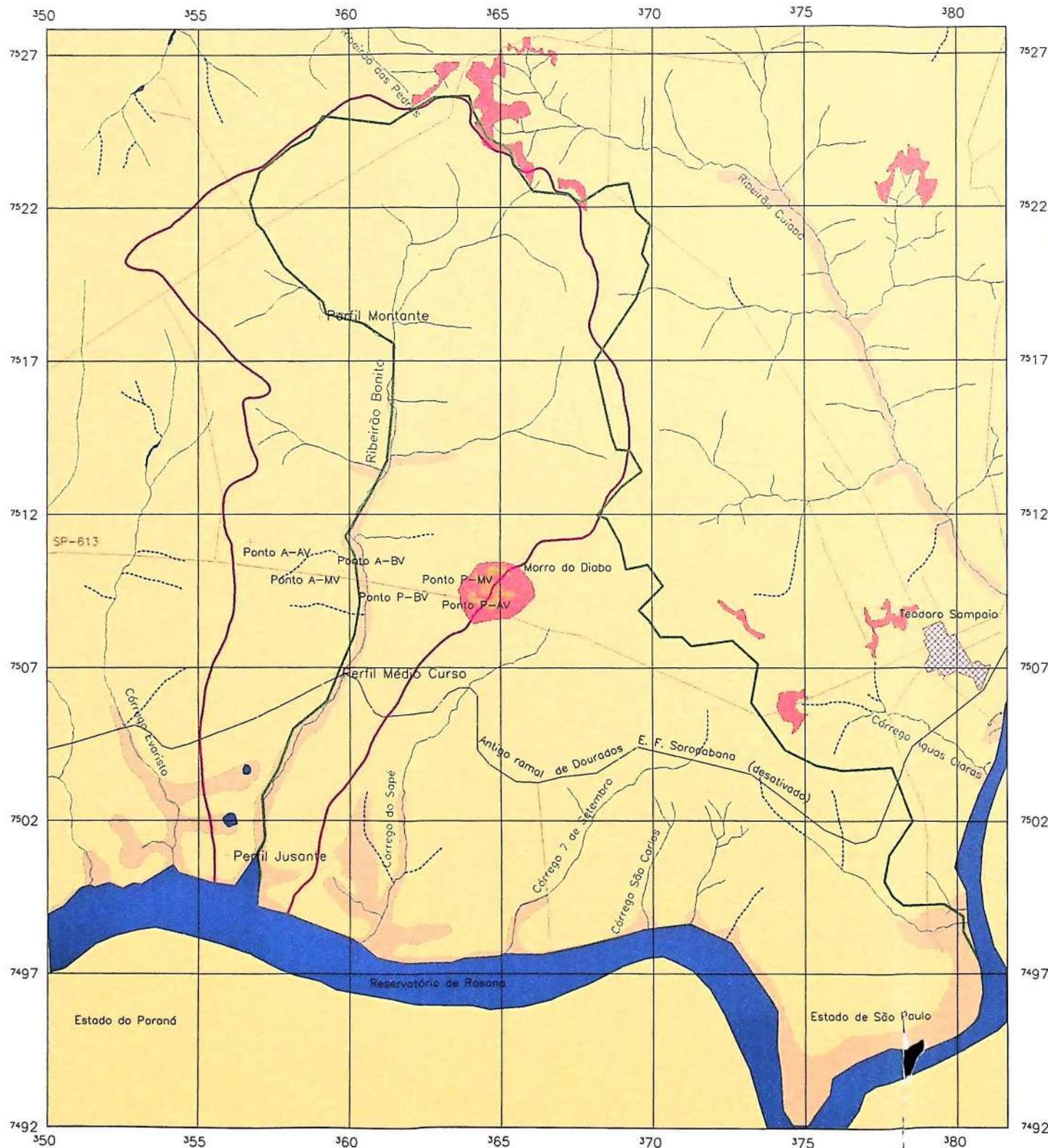
Atualizado pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997

Escala original de trabalho 1:50.000

Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



Esboço Pedológico do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



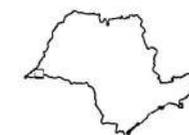
Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ▨ Área urbana de Teodoro Sampaio
- + Pontos amostrados em campo

Legenda Temática

- RL8
Neossolos Litólicos distróficos A mod. text. média + afloramentos de rochas ambos rel. escarpado
- RL9
Neossolos Litólicos distróficos A mod. text. média rel. forte ondulado + afloramentos de rocha
- LVA4
Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos A mod. text. média rel. suave ondulado
- PVA13
Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos A mod. text. arenosa/média rel. ondulado
- GX9
Gleissolos Háplicos eutróficos e distróficos Tb. text. argilosa + Planossolos Háplicos eutróficos Tb. A mod. text. arenosa/média e arenosa/argilosa + Neossolos Flúvicos eutróficos A mod. text. argilosa

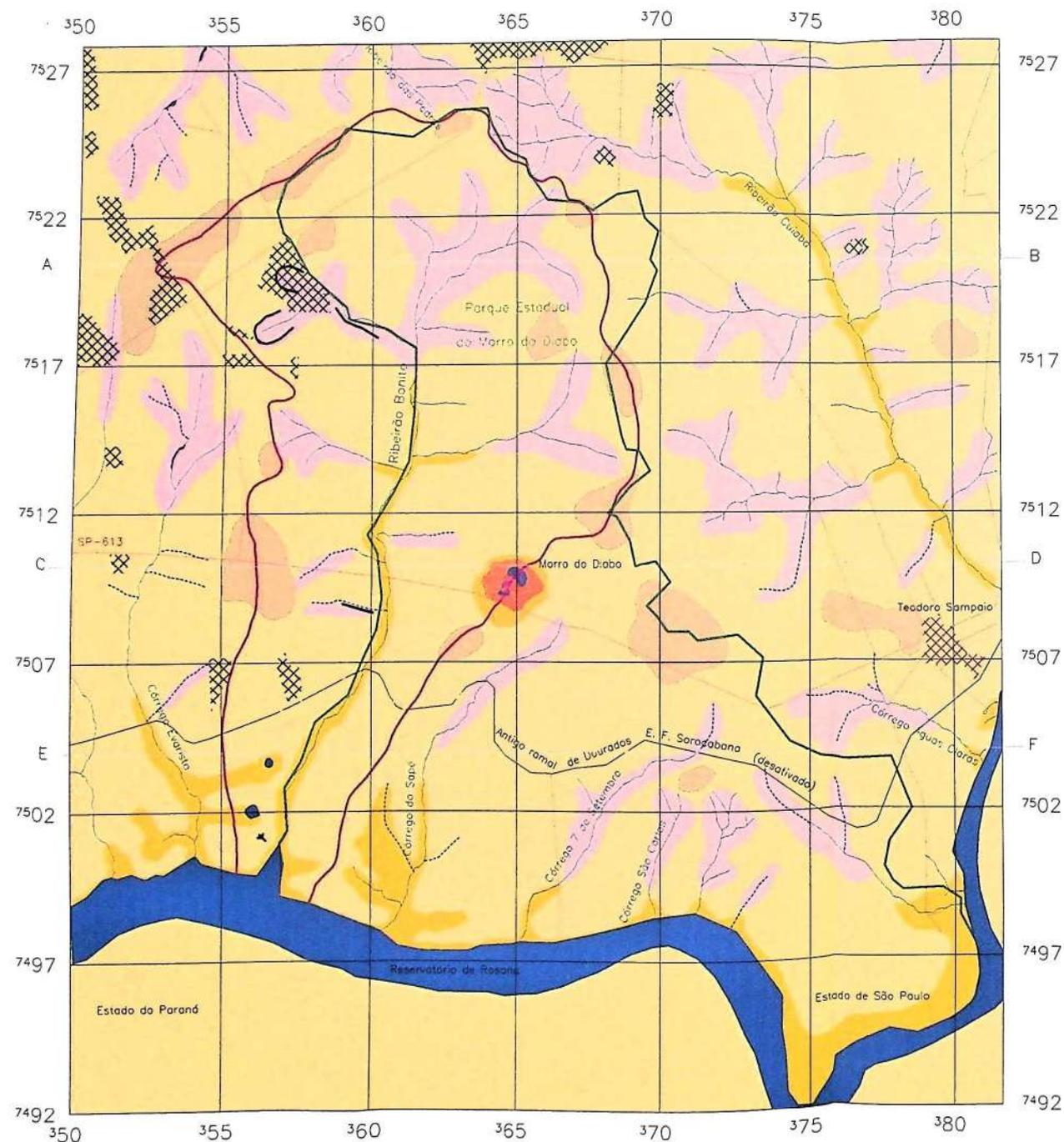
Base dos Dados: OLIVEIRA et. al., 1999 – Escala 1:500.000
 Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiuá, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta Geomorfológica do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



Convenções Cartográficas

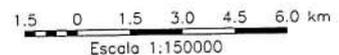
- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ⊠ Área urbana de Teodoro Sampaio

Legenda Temática

- | | |
|--|---|
| <p>Tipos de Vertentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Vc1 Tc Vcc Vc2 Vr1 Vr2 Tp Pt planos | <p>Formas de Processos Erosivos Atuais</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊠ laminar / voçoroca Y ravina ⤴ cabeceira de drenagem com erosão acelerada |
|--|---|
- Perfis
x — y



Metodologia adotada: ROSS, 1994
 Base dos Dados: Imagem de satélite LANDSAT TMS RGB, 1998
 Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiú, Caiúá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TMS RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



Legenda integrada – Classificação taxonômica

1ª TAXON	2ª TAXON	3ª TAXON	4ª TAXON	5ª TAXON		6ª TAXON					
				Tipos de Vertentes	Morfometria		Litologias dominantes	Tipos de solos dominantes	Formas de processos erosivos atuais		
Morfoestrutura	Morfoescultura	Padrões de Formas Semelhantes	Tipos de Formas de Relevo	Tipos de Vertentes	Declividades	Altimetrias					
Bacia Sedimentar do Paraná	Planalto Ocidental Paulista Planalto Centro-Ocidental	Colinas	Colinas amplas e baixas	Vc1 - Vertentes convexas de baixa declividade	de 3 a 12%	280 a 400 m	Grupo Bauru - Formação Caiú - arenitos finos a médios	PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelos LVA4 - Latossolos Vermelho-Amarelos LVA4 - Latossolos Vermelho-Amarelos	Erosão laminar Voçorocas		
				Tc - Topos convexos	de 0 a 12%	400 a 440 m		PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelos	-		
				Vcc - Vertentes côncavas	de 3 a 12%	300 a 380 m		PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelos LVA4 - Latossolos Vermelho-Amarelos	Cabeceiras de drenagem com erosão acelerada		
				Vc2 - Vertentes convexas de declividade média	de 12 a 30%	400 a 440 m		PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelos	-		
				Vr1 - Vertentes retilíneas de declividade média	de 12 a 30%	420 a 520 m		PVA13 - Argissolos Vermelho-Amarelos RL8 e RL9 - Neossolos Litólicos	-		
		Vr2 - Vertentes retilíneas de alta declividade	> 30%	440 a 580 m	RL9 - Neossolos Litólicos	-					
		Tp - Topos planos	de 0 a 3%	600 m	RL8 e RL9 - Neossolos Litólicos	-					
		Pt - Patamares tabulares	de 3 a 12%	500 a 540 m	GX9 - Gleysolos Háplicos	Inundações e carregamento de sedimentos					
		Planícies fluviais	Planícies e terraços fluviais	Planícies e terraços fluviais	Planas	de 0 a 3%		240 a 280 m	Cenozóico - Aluviões em geral		

Imagem de satélite do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno

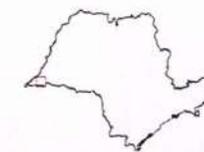
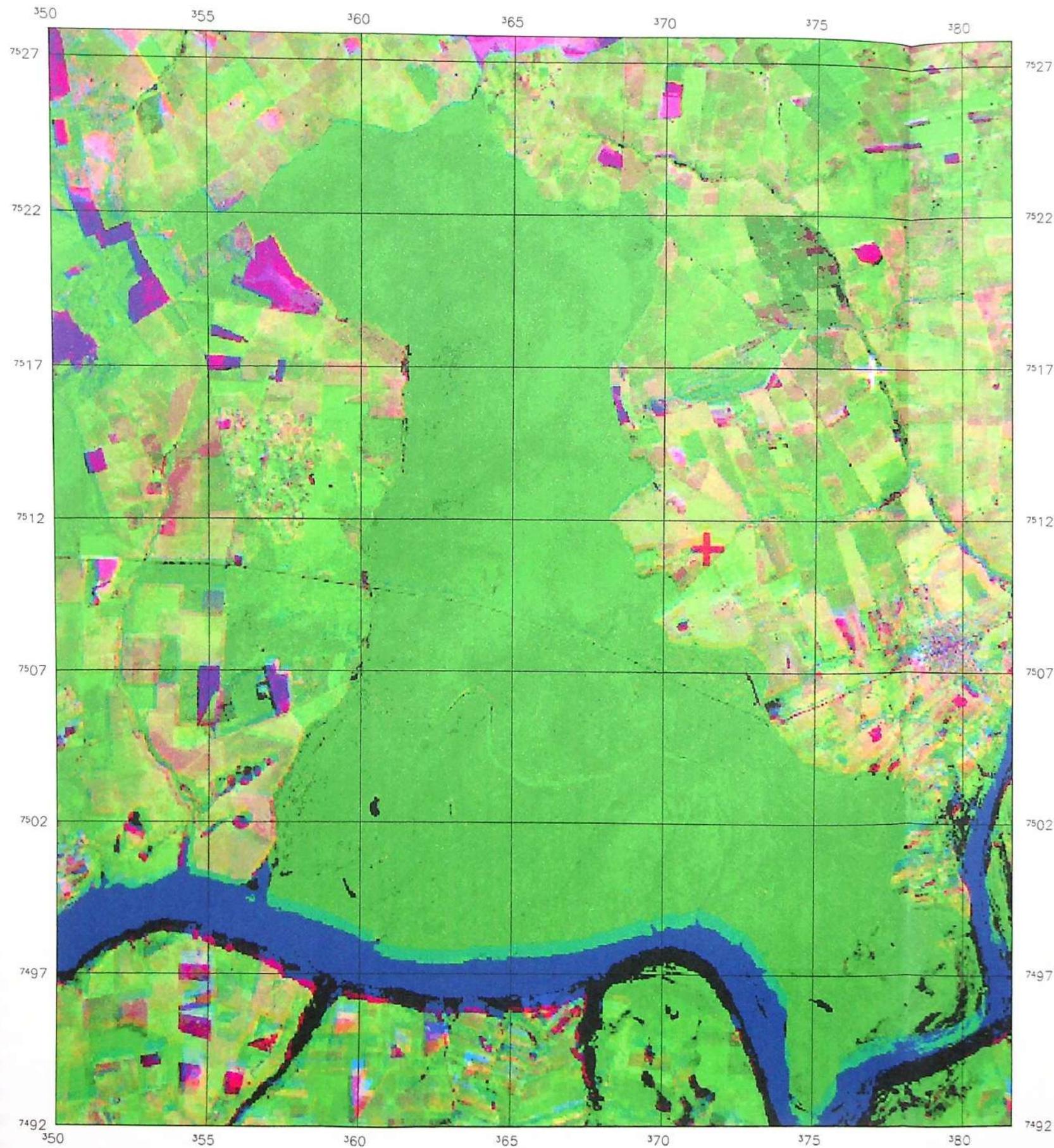
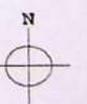
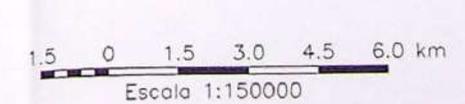
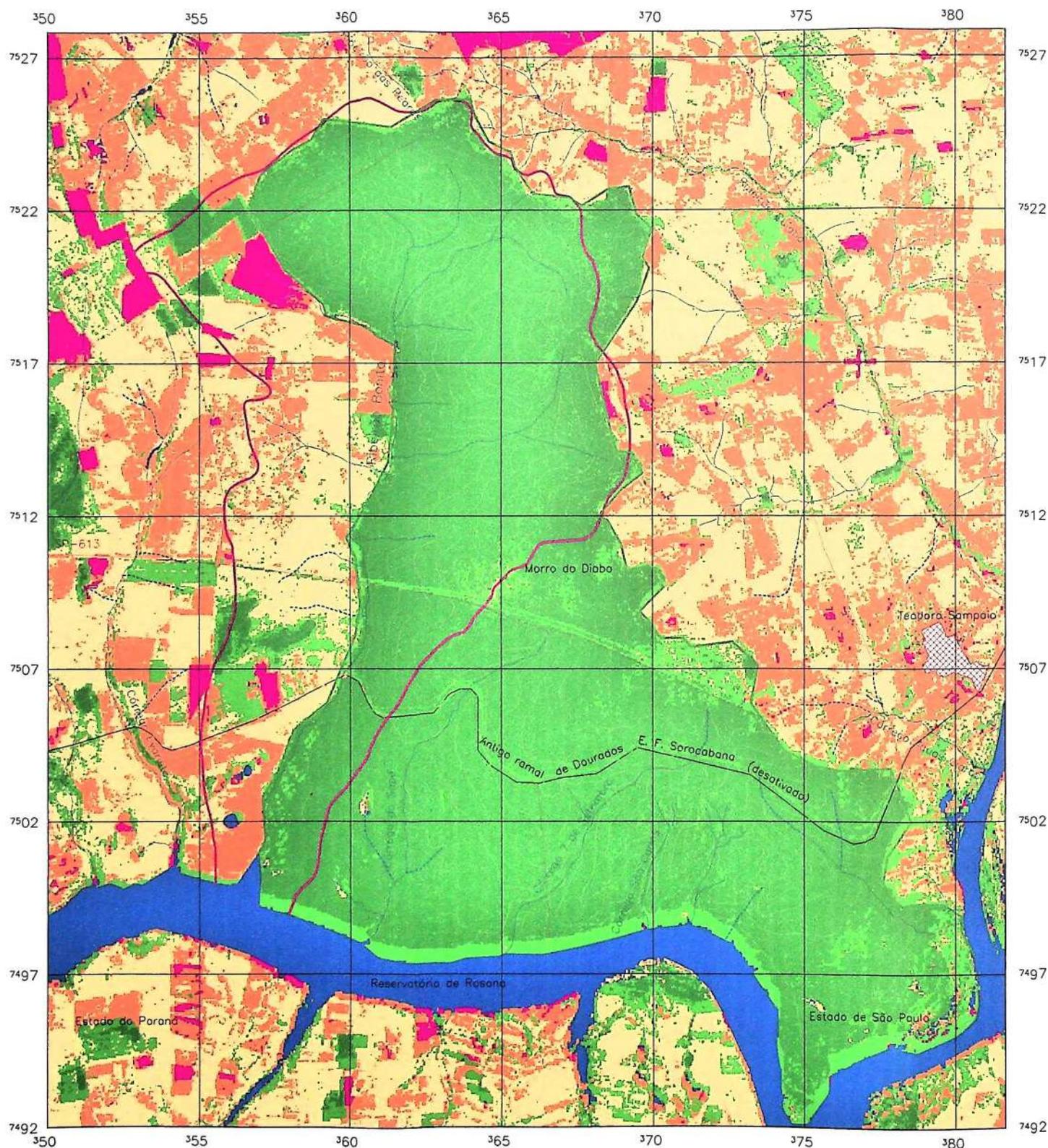


Imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
Escala original de trabalho 1:50,000
Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



Carta de Uso da Terra do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo

Legenda Temática

- Capoeira
- Solo Exposto
- Pastagem
- Agricultura
- Floresta

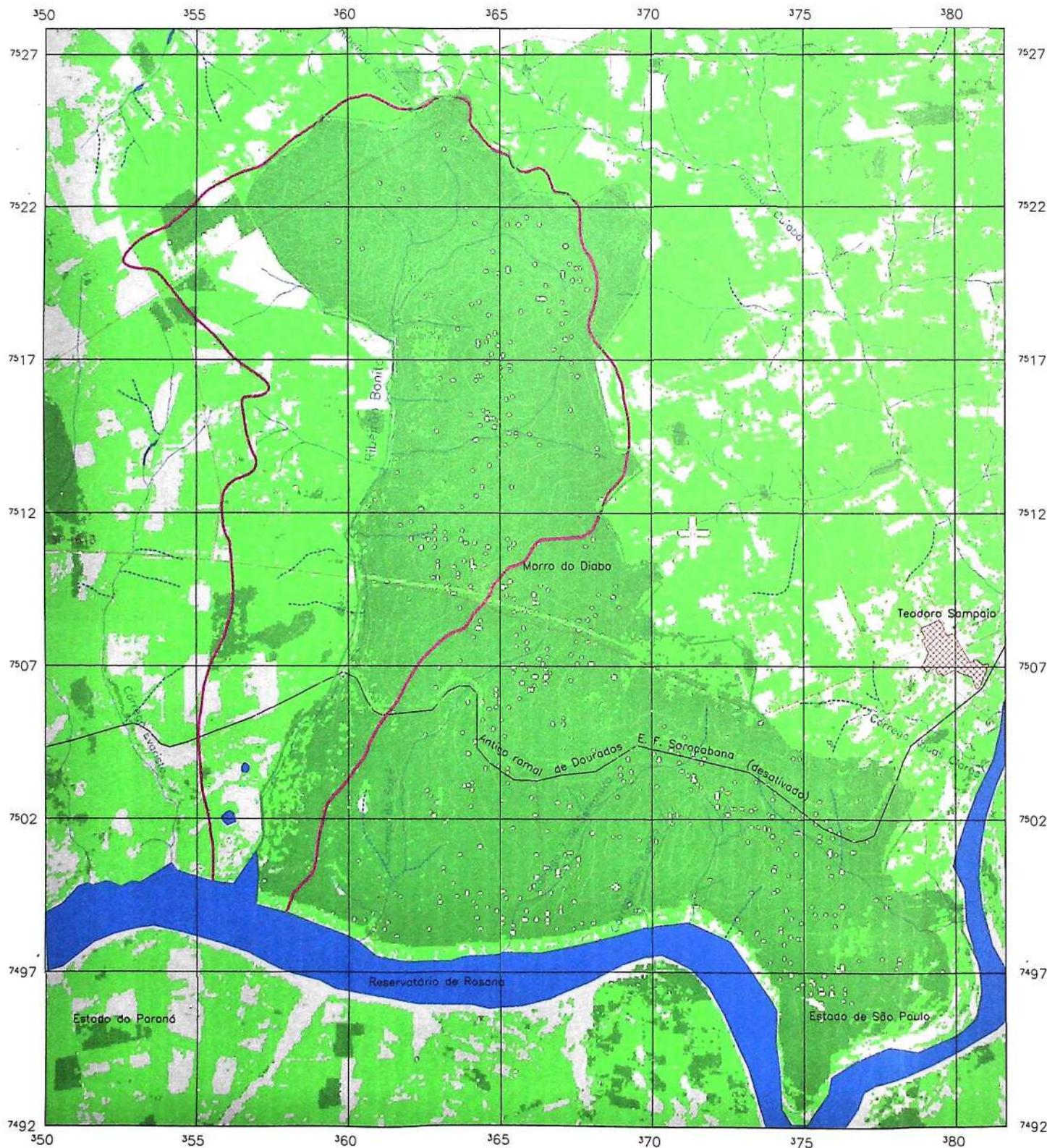
Base dos Dados: Imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, 1998
 Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão dos Pedras, Santo Antônio do Caiú, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta de Índices de Vegetação do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



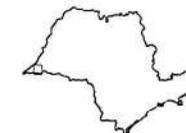
Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ▨ Área urbana de Teodoro Sampaio

Legenda Temática

- Ausência de vegetação
- Vegetação esparsa
- Vegetação densa

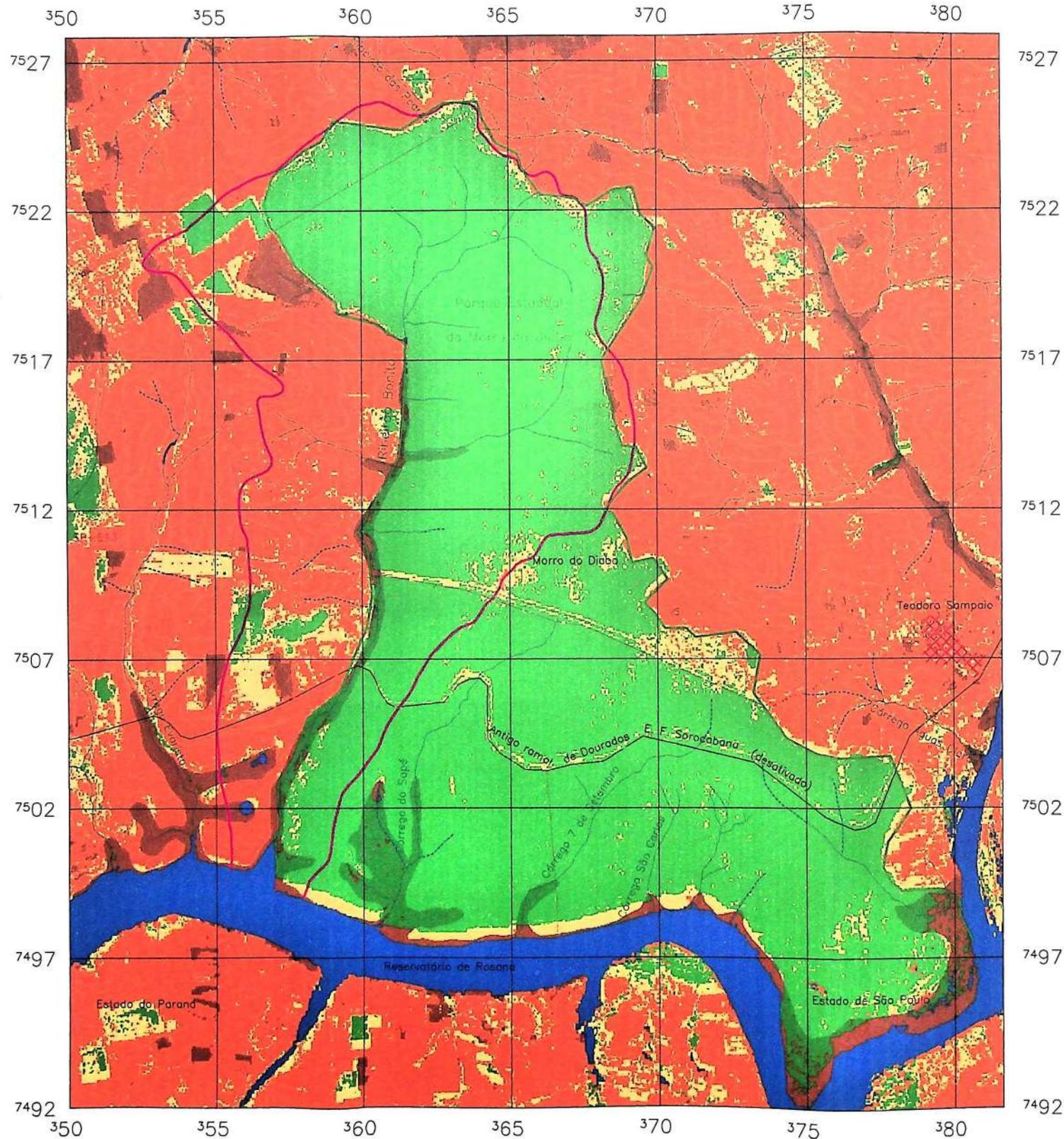
Metodologia adotada: FORESTI & PEREIRA, 1987
 Base dos Dados: Imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, 1998
 Base Cartográfica:
 Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiuá, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela do Amaral, 2004



1.5 0 1.5 3.0 4.5 6.0 km
 Escala 1:150000



Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno



Convenções Cartográficas

- Curva de Nível
- Estradas
- Ferrovia (desativada)
- Hidrografia
- - - Hidrografia intermitente
- Limite da Bacia do Ribeirão Bonito
- Limite do Parque Est. do Morro do Diabo
- ⊠ Área urbana de Teodoro Sampaio

Legenda Temática

Unidades Ecodinâmicas Estáveis – Graus de Fragilidade

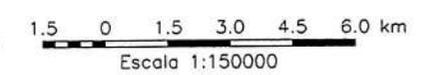
- E muito fraco
- E muito forte

Unidades Ecodinâmicas Instáveis – Graus de Fragilidade

- I fraco
- I forte
- I muito forte



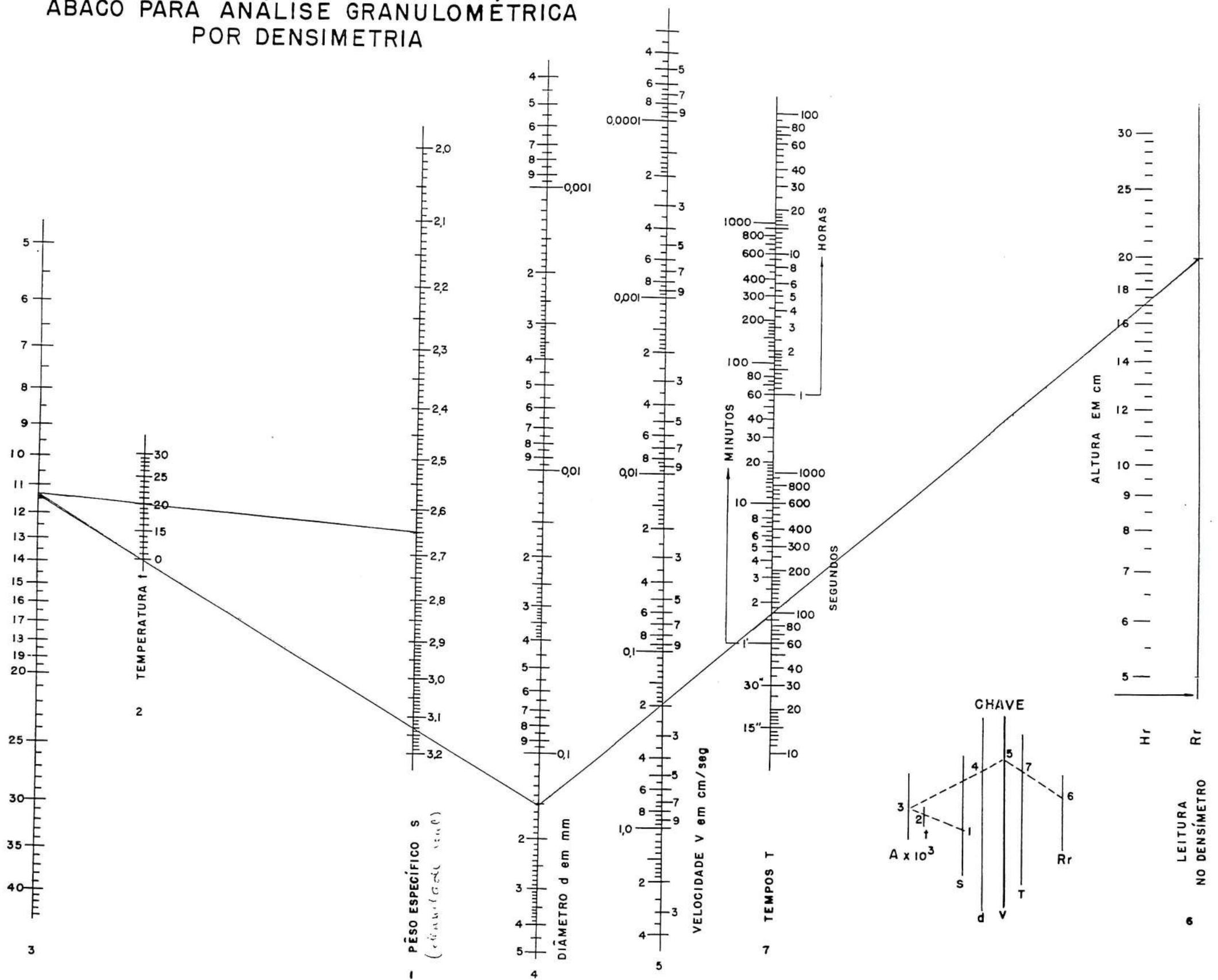
Metodologia adotada: ROSS, 1994
 Base dos Dados: Imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, 1998
 Base Cartográfica: Cartas do IBGE 1:50.000
 Ribeirão das Pedras, Santo Antônio do Caiuá, Cuiabá Paulista e Teodoro Sampaio
 Atualizada pela imagem de satélite LANDSAT TM5 RGB, INPE, 1997
 Escala original de trabalho 1:50.000
 Elaboração e Organização: Rosângela da Amaral, 2004



Anexo 2: Dados das amostras de solo

- ✓ Ábaco para Análise Granulométrica por Densimetria
- ✓ Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de outubro de 2000.
- ✓ Resultado da Análise Granulométrica realizada pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ/USP)
- ✓ Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de março de 2003 (Análise ESALQ).

ÁBACO PARA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR DENSIMETRIA



Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de outubro de 2000.

Perfil Montante				
Localização: 359.006 m E e 7.518.460 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,55	23,54	0,01	0,02
0,5	33,7	24,65	9,05	18,1
0,25	50,9	27,15	23,75	47,5
0,125	27,7	22,39	5,31	10,62
0,062	24,66	21,39	3,27	6,54
< 0,062	22,27	21,34	0,93	1,86
Total	182,78	-	42,32	84,64

Tabela 1: Perfil de solo montante - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Médio curso - Horizonte 1				
Localização: 359.481 m E e 7.506.805 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,55	23,54	0,01	0,02
0,5	29,48	24,65	4,83	9,66
0,25	49,75	27,15	22,6	45,2
0,125	30,44	22,39	8,05	16,1
0,062	26,77	21,39	5,38	10,76
< 0,062	22,54	21,34	1,2	2,4
Total	182,53	-	42,07	84,14

Tabela 2: Perfil de solo Médio curso- Horizonte 1 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Médio curso - Horizonte 2				
Localização: 359.481 m E e 7.506.805 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,56	23,54	0,02	0,04
0,5	29,13	24,65	4,48	8,96
0,25	46,43	27,15	19,28	38,56
0,125	29,26	22,39	6,87	13,74
0,062	27,41	21,39	6,02	12,04
< 0,062	22,93	21,34	1,59	3,18
Total	178,72	-	38,26	76,52

Tabela 3: Perfil de solo Médio curso - Horizonte 2 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Médio curso - Horizonte 3				
Localização: 359.481 m E e 7.506.805 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,55	23,54	0,01	0,02
0,5	29,25	24,65	4,6	9,2
0,25	46,17	27,15	19,02	38,04
0,125	28,94	22,39	6,55	13,1
0,062	27,35	21,39	5,96	11,92
< 0,062	23,51	21,34	2,17	4,34
Total	178,77	-	38,31	76,62

Tabela 4: Perfil de solo Médio curso - Horizonte 3 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Médio curso - Horizonte 4				
Localização: 359.481 m E e 7.506.805 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,63	23,54	0,09	0,18
0,5	28,37	24,65	3,72	7,44
0,25	44,36	27,15	17,21	34,42
0,125	28,91	22,39	6,52	13,04
0,062	27,22	21,39	5,83	11,66
< 0,062	23,67	21,34	2,33	4,66
Total	176,16	-	35,7	71,4

Tabela 5: Perfil de solo Médio curso - Horizonte 4 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Jusante - Horizonte 1				
Localização: 355.905 m E e 7.500.875 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,61	23,54	0,07	0,14
0,5	27,56	24,65	2,91	5,82
0,25	49,61	27,15	22,46	44,92
0,125	37,75	22,39	15,36	30,72
0,062	24,78	21,39	3,39	6,78
< 0,062	22,09	21,34	0,75	1,5
Total	185,4	-	44,94	89,88

Tabela 6: Perfil de solo Jusante - Horizonte 1 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Jusante - Horizonte 2				
Localização: 355.905 m E e 7.500.875 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,66	23,54	0,12	0,24
0,5	27,06	24,65	2,41	4,82
0,25	47,27	27,15	20,12	40,24
0,125	38,04	22,39	15,65	31,3
0,062	25,41	21,39	4,02	8,04
< 0,062	22,35	21,34	1,01	2,02
Total	183,79	-	43,33	86,66

Tabela 7: Perfil de solo Jusante - Horizonte 2 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Jusante - Horizonte 3				
Localização: 355.905 m E e 7.500.875 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,72	23,54	0,18	0,36
0,5	27,59	24,65	2,94	5,88
0,25	47,84	27,15	20,69	41,38
0,125	36,81	22,39	14,42	28,84
0,062	25,2	21,39	3,81	7,62
< 0,062	22,35	21,34	1,01	2,02
Total	183,51	-	43,05	86,1

Tabela 8: Perfil de solo Jusante - Horizonte 3 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Jusante - Horizonte 4				
Localização: 355.905 m E e 7.500.875 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,66	23,54	0,12	0,24
0,5	26,5	24,65	1,85	3,7
0,25	44,7	27,15	17,55	35,1
0,125	37,92	22,39	15,53	31,06
0,062	26,74	21,39	5,35	10,7
< 0,062	22,78	21,34	1,44	2,88
Total	182,3	-	41,84	83,68

Tabela 9: Perfil de solo Jusante - Horizonte 4 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar

Perfil Jusante - Horizonte 5				
Localização: 355.905 m E e 7.500.875 m N				
Fração (em mm)	Peso total (com a cápsula) (em g)	Cápsula (Tara) (em g)	Peso da Fração (em g)	% de areia em relação à amostragem de 50g de TFSA
1	23,7	23,54	0,16	0,32
0,5	27,55	24,65	2,9	5,8
0,25	48,18	27,15	21,03	42,06
0,125	37,1	22,39	14,71	29,42
0,062	24,8	21,39	3,41	6,82
< 0,062	22,18	21,34	0,84	1,68
Total	183,51	-	43,05	86,1

Tabela 10: Perfil de solo Jusante - Horizonte 5 - % de areia em relação à Terra Fina Seca ao Ar



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Análise SF3

No.Cliente: 5226

[Interessado]

Nome.....: ROSANGELA DO AMARAL
Endereço.: R. JOAO GOMES JUNIOR, 355
Município: SAO PAULO, SP
[Proprietário]
Propriedade:
Município..: SAO PAULO, SP

RESULTADO DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

No.Amostra		AREIA (%)						SILTE	ARGILA (%)		FLOCU- LAÇÃO	CLASSE DE TEXTURA
NB.	IDENTIF.	MG	G.	M.	F.	MF.	TOT.	(%)	TOT.	AGUA	(%)	
1982	SOLO 1	0	11	55	17	3	86	4	10	6	40	ar.
1983	SOLO 2	0	8	29	19	6	62	4	34	28	18	md-arg.
16984	SOLO 3	0	5	43	28	6	82	4	14	8	43	ar.
1985	SOLO 4	0	2	50	18	4	74	4	22	2	91	md-ar.
1986	SOLO 5	0	12	48	14	4	78	2	20	10	50	md-ar.
19987	SOLO 6	0	7	39	29	7	82	6	12	10	17	ar.

METODOLOGIA: Método do Densímetro

Data de emissão: 11/07/2003

FRACÇÕES DE DIÂMETRO (mm):

em 5 frações de areia: Muito Grossa = 2-1; Grossa = 1-0,5; Média = 0,5-0,25; Fina = 0,25-0,10; Muito Fina = 0,10-0,05;
Total = 2-0,05; Silte = 0,05-0,002; Arg.total < 0,002; Arg.H2O < 0,002.

em 2 frações de areia: Grossa = 2-0,25; Fina = 0,25-0,05

FRACÇÕES DE TEXTURA: ate 14% - arenosa: ar.; 15 a 24% - media-arenosa: md-ar.; 25 a 34% - media-argilosa: md-arg.;
35 a 59% - argilosa: arg.; 60% ou superior - muito argilosa: m.arg.

(-) = Elemento não analisado

Prof.Dr. Alvaro Pires da Silva

-Responsável-

144.00

Avenida Pádua Dias, 11 - CP. 09 - Piracicaba, SP - Cep 13418.900 - Fone (19) 3429-4171 / 3429-4295 - Fax (19) 3434-5354
E-mail: Isn@carpa.ciagri.usp.br - Home-page: http://www.esalq.usp.br/d-solos/

Tabulação dos dados das amostras de solo coletadas no trabalho de campo de março de 2003 (Análise ESALQ).

Ponto	Descrição	Coordenadas	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)	Resultado
P-AV	Alta vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	363.183 m E, 7.509.389 m N	86	10	4	Classe arenosa
P-MV	Média vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	362.488 m E, 7.509.502 m N	82	12	6	Classe arenosa
P-BV	Baixa vertente, Parque Estadual do Morro do Diabo	360.464 m E, 7.509.666 m N	82	14	4	Classe arenosa
A-AV	Alta vertente, Assentamento	356.705 m E, 7.511.098 m N	62	34	4	Classe média- arenosa
A-MV	Média vertente, Assentamento	358.333 m E, 7.510.261 m N	78	20	2	Classe média- arenosa
A-BV	Baixa vertente, Assentamento	359.720 m E, 7.510.161 m N	74	22	4	Classe média- arenosa

Tabela 11: Amostras coletadas em campo e analisadas pela ESALQ/USP.

Anexo 3: Planilha de correlações

As correlações feitas nesta planilha deram subsídio à elaboração do programa codificado em módulo LEGAL, que se encontra no anexo 4.

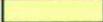
Com a disposição dos dados à serem correlacionados em planilha, tornam-se claras quais são as possibilidades de combinação e os resultados.

As cores apresentadas na planilha representam os graus de fragilidade e a estabilidade ou instabilidade de cada correlação.

O primeiro algarismo representa o grau de proteção em relação ao Uso da Terra/Cobertura Vegetal; o segundo algarismo representa o índice de fragilidade em relação aos tipos de vertentes e o terceiro algarismo representa o índice de fragilidade em relação aos solos.*

Classificação do uso da terra	Floresta	Capoeira	Pastagem	Agricultura	Solo exposto
Tipos de Vertentes combinado com Tipos de solos					
Tp+LVA4	113	213	413	413	513
Tc+LVA4	123	223	423	423	523
Vc1+LVA4	123	223	423	423	523
Pt+LVA4	123	223	423	423	523
Vcc+LVA4	133	233	433	433	533
Vc2+LVA4	133	233	433	433	533
Vr2+LVA4	143	243	443	443	543
Vr1+LVA4	153	253	453	453	553
planas+LVA4	153	253	453	453	553
Tp+PVA13	114	214	414	414	514
Tc+PVA13	124	224	424	424	524
Vc1+PVA13	124	224	424	424	524
Pt+PVA13	124	224	424	424	524
Vcc+PVA13	134	234	434	434	534
Vc2+PVA13	134	234	434	434	534
Vr2+PVA13	144	244	444	444	544
Vr1+PVA13	154	254	454	454	554
planas+PVA13	154	254	454	454	554
Tp+RL8	115	215	415	415	515
Tc+RL8	125	225	425	425	525
Vc1+RL8	125	225	425	425	525
Pt+RL8	125	225	425	425	525
Vcc+RL8	135	235	435	435	535
Vc2+RL8	135	235	435	435	535
Vr2+RL8	145	245	445	445	545
Vr1+RL8	155	255	455	455	555
planas+RL8	155	255	455	455	555
Tp+RL9	115	215	415	415	515
Tc+RL9	125	225	425	425	525
Vc1+RL9	125	225	425	425	525
Pt+RL9	125	225	425	425	525
Vcc+RL9	135	235	435	435	535
Vc2+RL9	135	235	435	435	535
Vr2+RL9	145	245	445	445	545
Vr1+RL9	155	255	455	455	555
planas+RL9	155	255	455	455	555
Tp+GX9	115	215	415	415	515
Tc+GX9	125	225	425	425	525
Vc1+GX9	125	225	425	425	525
Pt+GX9	125	225	425	425	525
Vcc+GX9	135	235	435	435	535
Vc2+GX9	135	235	435	435	535
Vr2+GX9	145	245	445	445	545
Vr1+GX9	155	255	455	455	555
planas+GX9	155	255	455	455	555

Legenda

Unidades Ecodinâmicas		Estáveis de Grau de Fragilidade Muito Fraco
		Estáveis de Grau de Fragilidade Muito Forte
		Instáveis de Grau de Fragilidade Muito Fraco
		Instáveis de Grau de Fragilidade Forte
		Instáveis de Grau de Fragilidade Muito Forte

Relevo

Tp	Topos planos
Tc	Topos convexos
Vc1	Vertentes convexas de baixa declividade
Pt	Patamares planos
Vcc	Vertentes côncavas
Vc2	Vertentes convexas de declividade média
Vr2	Vertente retilínea de declividade média
Vr1	Vertente retilínea de alta declividade
planas	Planície Fluvial

Solos

LVA4	Latossolo Vermelho-Amarelo
PVA13	Argissolo Vermelho-Amarelo
RL8	Neossolo Litólico
RL9	Neossolo Litólico
GX9	Gleissolo Háptico

* Não foi considerada a variável Comportamento Pluviométrico por tratar-se de área com característica uniforme. Portanto, apenas acrescenta-se o algarismo 3 (grau médio) no final das combinações para representar o 4º índice de análise da fragilidade.

Anexo 4: Programa no módulo LEGAL para correlação das Cartas Geomorfológica, Esboço Pedológico e Uso da Terra e geração da Carta das Unidades Ecodinâmicas: Fragilidades Potenciais e Emergentes.

Este programa codificado no módulo LEGAL do SPRING 3.6 especifica as etapas para a correlação e síntese da Carta de Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis.

O programa é constituído de sentenças (linhas de comando) que estão estruturadas em: declarações das variáveis de trabalho, associadas a uma categoria no modelo de dados; instanciação, onde recuperam-se os dados já existentes do banco de dados e cria-se um novo plano de informações, em que será armazenado o resultado das operações; operação, onde são feitas as correlações dos dados e as classificações.

```

{
//definindo variáveis e suas categorias
Tematico Geomorfo("geomorfo"), Pedologia("pedologico"), Usoterra("uso_terra_2"), Fragil("Fragilidade_relevo_2");

//recuperando planos de informacao
Geomorfo = Recupere (Nome="geomorfo2");
Pedologia = Recupere (Nome="solos");
Usoterra = Recupere (Nome="uso_2-T");

//criando novo plano de informacao
Fragil=Novo(Nome="fragil", ResX=30, ResY=30, Escala=50000);

//definindo as relacoes entre as classes
Fragil=Atribua(CategoriaFim="Fragilidade_relevo_2")
{
"E muito fraco": (Geomorfo.Classe=="Tp" && Pedologia.Classe=="LVA4" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E muito fraco": (Geomorfo.Classe=="Tp" && Pedologia.Classe=="PVA13" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E muito fraco": (Geomorfo.Classe=="Tp" && Pedologia.Classe=="RL8" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E muito fraco": (Geomorfo.Classe=="Tp" && Pedologia.Classe=="RL9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E muito fraco": (Geomorfo.Classe=="Tp" && Pedologia.Classe=="GX9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Tc" && Pedologia.Classe=="LVA4" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Tc" && Pedologia.Classe=="PVA13" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Tc" && Pedologia.Classe=="RL8" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Tc" && Pedologia.Classe=="RL9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Tc" && Pedologia.Classe=="GX9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Vc1" && Pedologia.Classe=="LVA4" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Vc1" && Pedologia.Classe=="PVA13" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Vc1" && Pedologia.Classe=="RL8" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Vc1" && Pedologia.Classe=="RL9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Vc1" && Pedologia.Classe=="GX9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Pt" && Pedologia.Classe=="LVA4" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Pt" && Pedologia.Classe=="PVA13" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Pt" && Pedologia.Classe=="RL8" && Usoterra.Classe=="Floresta"),
"E fraco": (Geomorfo.Classe=="Pt" && Pedologia.Classe=="RL9" && Usoterra.Classe=="Floresta"),

```



```
"I muito forte": (Geomorfo.Classe== "planas" && Pedologia.Classe== "RL9" && Usoterra.Classe== "Solo Exposto"),  
"I muito forte": (Geomorfo.Classe== "planas" && Pedologia.Classe== "GX9" && Usoterra.Classe== "Solo Exposto"),  
"Agua":(Usoterra.Classe=="Corpos d'água e alagadiços")  
};  
}
```