

CAMILA CUNICO

**Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio
Marumbi - PR: Perspectivas para a Análise e Avaliação
das Condições Sócio-Ambientais**

CURITIBA
2007

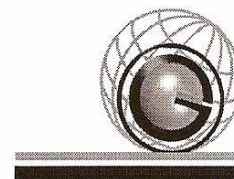
CAMILA CUNICO

**Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio
Marumbi - PR: Perspectivas para a Análise e Avaliação
das Condições Sócio-Ambientais**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração em Análise e Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas. Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Chisato Oka-Fiori

CURITIBA
2007



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **Camila Cunico**, intitulada: “**Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi – Pr: perspectivas para análise e avaliação das condições sócio - ambientais**”, para obtenção do grau de **Mestre** em Geografia, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, com Menção **Distinção e Louvor**.

Curitiba, 30 de março de 2007.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

Dra. Chisato Oka Fiori
(Orientadora e Presidente da Banca)

Dr. Edvard Elias de Souza Filho - UEM

Dr. Naldy Emerson Canali - UFPR

Dedico este trabalho aos que acreditam
na concretização dos sonhos.

Em especial aos meus pais
Belmor Cunico (sempre vivo em minha memória),
Maria Cleci Rosseto Cunico e a minha irmã Cássia Cunico.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

A minha orientadora e amiga, Profa. Dra. Chisato Oka-Fiori, pela confiança, apoio, constante incentivo, direcionamento e paciente orientação sempre presente em todos os diálogos. Nossa amizade ao longo destes seis anos foi muito além do convívio científico. Meu respeito, admiração e profunda gratidão.

A minha mãe, Maria Cleci Rosseto Cunico, e irmã, Cássia Cunico, que embora distantes, sempre me apoiaram incondicionalmente e me incentivaram. Obrigada pelo companheirismo, por compreenderem e aceitarem minha ausência do convívio familiar, pela cumplicidade e carinho que nos une, sem os quais a realização desse sonho não seria possível... nem teria iniciado... Amo vocês!

A todos os demais familiares, pela torcida e encorajamento, principalmente a querida Tia Elena, por seus e-mails sempre animadores.

Ao Volmir Carlos Maldaner, pelo apoio e estímulo mesmo distante. Obrigada Cunhado!

Aos professores do Departamento de Geografia, em especial o Prof. Francisco Mendonça, pelas sugestões no início da pesquisa, a Profa. Inês Moresco Danni-Oliveira, pelo auxílio no tratamento dos dados climáticos, o Prof. Irani dos Santos, pelos diálogos que solucionaram muitas dúvidas e pela indicações bibliográficas e o Prof. Leonardo José Cordeiro Santos, pelas valiosas conversas e por auxiliar na elaboração da carta de solos.

Ao Prof. Edvard Elias de Souza Filho e ao Prof. Naldy Emerson Canali por aceitarem o convite para participar da avaliação final desta dissertação e pelas importantes considerações prestadas.

A Gracie Abad Maximiano pela participação e considerações no processo de qualificação deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação, em especial ao Luis Carlos Zem, que além da enorme disposição em ajudar, revelou-se um grande amigo.

A Associação de Defesa do Meio Ambiente e do Desenvolvimento de Antonina – ADEMADAN – em especial a Eliane Bee Boldrini e Ariel Ramon Fonseca que auxiliaram nas pesquisas de campo e disponibilizaram informações temáticas.

A Prefeitura Municipal de Morretes, em especial: Pedro Juck (Secretaria de Obras, Transporte e Desenvolvimento Urbano) pelas longas conversas a cerca da área de estudo, Ana Maria Schimure Robazza, Miriam Duarte Brudeck e Sandra Coutinho Costa (Secretaria Municipal de Ação Social) pela acolhida e auxílio na caracterização populacional da área de estudo e a Viviane Cristina Schimure Camargo (Secretaria Municipal de Educação) pelo apoio e disponibilidade em ajudar.

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA – pela disponibilização das cartas topográficas.

Aos moradores da bacia hidrográfica do rio Marumbi que sempre se mostraram receptivos ao desenvolvimento da pesquisa, em especial ao Sr. Jahyr Tonetti e Sra. Marlene C. Tonetti, representantes da Associação dos Moradores “Amantanal”, sempre dispostos a conversar sobre as experiências e vivências na área de estudo e esclarecer questões importantes para a pesquisa.

Ao amigo Felipe Vanhoni Jorge, pelo agradável convívio, por me auxiliar na condução do primeiro trabalho do campo, além da edição dos dados pluviométricos.

Aos integrantes do Projeto CAD – Contaminantes, Assoreamento e Dragagem da Baía de Antonina e de Paranaguá, em especial ao Eduardo Vedor de Paula pela troca idéias e opiniões.

A Simone Kozciak por disponibilizar informações da área de estudo.

Aos amigos especiais: Dorothea Glufke, Laiane Westphalen e Marciel Lohmann. Obrigada por compartilharmos idéias, sugestões, críticas, horas de convívio, incentivo no momento do desânimo. Pelas alegrias e tristezas divididas, pelas buscas por respostas e acima de tudo pela eterna amizade.

Aos demais amigos que participaram desta jornada: Camilla Lourena, Dalton Brasil, Fernanda Xavier, Helena Lisboa, Josilene Hornung, Kalina Springer, Leandro Fontoura, Marcelo Rakssa, Márcia Oliveira e Marcos Miara, obrigada pelo reconhecimento da amizade e pelas conversas iluminadoras. Ao Tiago Damas, por possibilitar uma experiência única: superar o medo e conhecer o Pico Marumbi. As fotos e as descrições não se comparam a sensação grandiosa de estar no topo da montanha.

A Camila Jorge, a Kika Osowski e ao Pequeno-Grande João, por nossos saborosos “Cafés Terapêuticos”, pela força poderosa da amizade e, sobretudo pelas longas conversas “extra-acadêmicas” que trazem a “iluminação e o entendimento dos problemas mais incompletos verbalizados nos cafés”... E que isso não se acabe! Nossos momentos de convivência ajudaram a superar crises e eliminar barreiras que pareciam intransponíveis na concretização da pesquisa.

A Nalú Martini Picoli, pelas longas conversas que distraíam e ajudavam a esquecer um pouco da saudade da família e dos amigos distantes. Obrigada por sempre me “acudir” nos momentos mais difíceis... mesmo de madrugada!

Aos colegas do Mestrado pelo agradável convívio durante o curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço a Deus e aos Amigos Espirituais que me iluminaram e me acompanharam neste caminho.

*Segue teu destino
rega tuas plantas
ama tuas rosas.
O resto é sombra
de árvores alheias.*

Fernando Pessoa

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE FOTOGRAFIA.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA.....	04
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	07
1.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	08
2. BASE TEÓRICA E METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	10
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	10
2.2 ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO E SUAS CONSEQÜÊNCIAS.....	17
2.2.1 Atividades Agropecuárias.....	20
2.2.2 Atividades Industriais.....	24
2.2.3 Atividades Mineradoras.....	25
2.2.4 Processos de Urbanização.....	26
2.3 METODOLOGIAS E PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	32
2.3.1 Diagnóstico Físico-Conservacionista.....	33
2.3.2 Mapeamento Geomorfológico.....	34
2.3.3 Compartimentação Morfopedológica.....	36
2.3.4 Unidades Ecodinâmicas e Fragilidade Ambiental.....	37
2.3.5 Zoneamento Ecológico-Econômico.....	40
2.3.6 Diagnóstico Sócio-Ambiental.....	42
2.4 POLÍTICA E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	43
2.5 GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE AMBIENTAL.....	48
3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS-OPERACIONAIS E METODOLÓGICOS.....	50
3.1 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS OPERACIONAIS.....	50
3.1.1 Materiais Utilizados.....	50
3.1.2 Processamento das Informações Temáticas.....	52
3.1.3 Curvas de Nível.....	53
3.1.4 Pontos Cotados.....	54
3.1.5 Hidrografia.....	54
3.2 TÉCNICAS ADOTADAS PARA ELABORAÇÃO DAS CARTAS TEMÁTICAS.....	55
3.2.1 Carta de Hipsometria.....	55
3.2.2 Carta Clinográfica.....	56
3.2.3 Carta de Dissecação do Relevo.....	57
3.2.4 Carta de Amplitude Altimétrica.....	58
3.2.5 Carta de Formas de Vertentes Predominantes.....	58
3.2.6 Carta de Geologia.....	60
3.2.7 Carta de Pedologia.....	60

3.2.8 Carta de Uso e Cobertura da Terra.....	61
3.2.9 Carta de Intensidade Pluviométrica.....	61
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	66
3.3.1 Metodologia de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural.....	66
3.3.2 Metodologia de Potencialidade Social.....	72
3.4 ATRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL.....	74
3.4.1 Vulnerabilidade Clinográfica.....	74
3.4.2 Vulnerabilidade a Dissecação do Relevo.....	77
3.4.3 Vulnerabilidade a Amplitude Altimétrica.....	79
3.4.4 Vulnerabilidade a Forma de Vertentes Predominantes.....	82
3.4.5 Vulnerabilidade Geológica.....	83
3.4.6 Vulnerabilidade Pedológica.....	86
3.4.7 Vulnerabilidade ao Uso e Cobertura da Terra.....	88
3.4.8 Vulnerabilidade a Intensidade Pluviométrica.....	92
4. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI – MORRETES – PR.....	96
4.1 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS.....	100
4.1.1 Topografia e Geomorfologia.....	100
4.1.2 Hidrografia.....	106
4.1.3 Geologia.....	109
4.1.4 Clima.....	111
4.1.5 Pedologia.....	119
4.1.6 Vegetação.....	121
4.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	123
4.2.1 Economia.....	123
4.2.2 População.....	129
5. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI.....	130
5.1 VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL.....	135
5.2 VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL CONSIDERANDO O GRAU E PROTEÇÃO DA TERRA.....	138
5.3 POTENCIALIDADE SOCIAL.....	147
5.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	153
5.5 PROPOSTA DE ZONEAMENTO SÓCIO-AMBIENTAL VISANDO AÇÕES DE PLANEJAMENTO.....	156
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	161
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164
ANEXO 1 – ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO MINERAL NO ENTORNO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI.....	173
ANEXO 2 – ROTEIRO DE CAMPO.....	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Unidades de Conservação da Porção Oriental do Estado do Paraná.....	05
Figura 02 – Localização da Área de Estudo.....	09
Figura 03 – Representação de Possíveis Alterações Ambientais.....	31
Figura 04 – Articulação da Área de Estudo.....	51
Figura 05 – Pontos de Coleta de Informações de Campo.....	52
Figura 06 – Exemplificação dos <i>Layers</i> Básicos Utilizados na Pesquisa.....	55
Figura 07 – Desenho Esquemático para Identificação dos Tipos de Vertentes.....	59
Figura 08 – Localização das Estações Seleccionadas para Caracterização da Intensidade Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi – PR.....	62
Figura 09 – Precipitação Pluviométrica Média Mensal (Média Histórica 1975-2004).....	64
Figura 10 – Número Médio de Dias com Chuva.....	65
Figura 11 – Saturação das Cores Vermelho, Verde e Azul para os Diferentes Graus de Vulnerabilidade.....	72
Figura 12 – Fluxograma Esquemático da Metodologia.....	74
Figura 13 – Carta de Vulnerabilidade Clinográfica da Área de Estudo.....	76
Figura 14 – Carta de Vulnerabilidade a Dissecção do Relevo da Área de Estudo.....	78
Figura 15 – Carta de Vulnerabilidade a Amplitude Altimétrica da Área de Estudo.....	80
Figura 16 – Carta de Vulnerabilidade ao Predomínio de Vertentes da Área de Estudo.....	84
Figura 17 – Carta de Vulnerabilidade Geológicas da Área de Estudo.....	87
Figura 18 – Carta de Vulnerabilidade ao Tipo de Solo da Área de Estudo.....	89
Figura 19 – Carta de Vulnerabilidade ao Uso e Cobertura da Terra da Área de Estudo.....	91
Figura 20 – Tipologia Climática do Estado do Paraná.....	93
Figura 21 – Representação da Precipitação e Temperatura no Estado do Paraná.....	94
Figura 22 – Carta de Vulnerabilidade a Intensidade Pluviométrica da Área de Estudo.....	95
Figura 23 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi no Complexo Hídrico da Baía de Antonia e de Paranaguá – PR.....	97
Figura 24 – Localização das Unidades de Conservação e das Áreas Antropizadas da Área de Estudo.....	99
Figura 25 – Carta de Hipsometria da Área de Estudo.....	103
Figura 26 – Frequência Hipsométrica da Área de Estudo.....	104
Figura 27 – Frequência Clinográfica da Área de Estudo.....	105
Figura 28 – Escorregamentos Identificados em Diferentes Períodos (1980, 1990 e 2003) na Área de Estudo.....	106
Figura 29 – Rede Hidrográfica Hierarquizada da Área de Estudo.....	108
Figura 30 – Rede de Drenagem da Área de Estudo.....	109
Figura 31 – Temperatura Média Anual e Sazonal da Área de Estudo (Média Histórica – 1975-2003).....	114
Figura 32 – Temperatura Máxima Média Anual e Sazonal da Área de Estudo (Média Histórica – 1975-2003).....	115

Figura 33 – Temperatura Mínima Média Anual e Sazonal da Área de Estudo (Média Histórica – 1975-2003).....	116
Figura 34 – Precipitação Média Anual e Sazonal da Área de Estudo (Média Histórica 1975 – 2004).....	117
Figura 35 – Eventos Pluviométricos em 24 horas.....	118
Figura 36 – Valor Bruto de Produção do Núcleo Regional de Paranaguá nos anos de 1997 e 2004.....	126
Figura 37 – Municípios Paranaenses com Relações Comerciais com Morretes em 2005...	127
Figura 38 – Vulnerabilidade Geomorfológica da Área de Estudo.....	131
Figura 39 – Representação Esquemática do Cruzamento das Cartas Temáticas Necessárias para a Definição da Carta de Vulnerabilidade Geomorfológica.....	132
Figura 40 – Representação Esquemática do Cruzamento das Cartas Temáticas Necessárias para a Definição das Cartas de Vulnerabilidade.....	134
Figura 41 – Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Área de Estudo.....	136
Figura 42 – Frequência da Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Área de Estudo....	137
Figura 43 – Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural Considerando o Grau de Proteção da Terra da Área de Estudo.....	140
Figura 44 – Frequência da Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural Considerando o Grau de Proteção da Terra da Área de Estudo.....	141
Figura 45 – Abrangência da Classe Moderadamente Estável.....	145
Figura 46 – Abrangência da Classe Medianamente Estável-Vulnerável.....	145
Figura 47 – Abrangência da Classe Moderadamente Vulnerável.....	146
Figura 48 – Abrangência da Classe Vulnerável.....	146
Figura 49 – Sistema de Abastecimento e Esgoto da Área de Estudo.....	148
Figura 50 – Lixo na Área de Estudo.....	149
Figura 51 – Propriedades na Área de Estudo.....	150
Figura 52 – Características da Rede de Drenagem da Área de Estudo.....	152
Figura 53 – Características da Infra-Estrutura da Área de Estudo.....	153
Figura 54 – Carta de Restrições Legais de Uso da Área de Estudo.....	154
Figura 55 – Carta de Incongruências de Uso da Área de Estudo.....	155
Figura 56 – Zoneamento Sócio-Ambiental da Área de Estudo.....	158

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 01 – Ambiente de Serra.....	102
Fotografia 02 – Ambiente de Planície.....	102
Fotografia 03 – Cicatrizes Naturais de Deslizamentos nas Encostas.....	138
Fotografia 04 – Cicatrizes Naturais de Deslizamentos nas Encostas.....	138
Fotografia 05 – Segundo Plano Porção de Serra com a Vegetação preservada.....	139
Fotografia 06 – Segundo Plano Porção de Serra com a Vegetação preservada.....	139
Fotografia 07 – Cultivo de Berinjela.....	142
Fotografia 08 – Cultivo de Chuchu.....	142
Fotografia 09 – Cultivo de Maracujá.....	143
Fotografia 10 – Solo Preparado para o Cultivo de Abobrinha.....	143
Fotografia 11 – Área de Pastagem.....	143
Fotografia 12 – Criação de Gado.....	143
Fotografia 13 – Solo Exposto.....	143
Fotografia 14 – Adensamento Urbano.....	143
Fotografia 15 – Incongruência de Uso nas Margens do Rio Marumbi (Porção Rural).....	156
Fotografia 16 – Incongruência de Uso nas Margens do Rio Marumbi (Próximo a Foz, Porção Urbana).....	156
Fotografia 17 – Acesso Privado à Área de Estudo.....	157
Fotografia 18 – Acesso privado à Área de Estudo.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Classes Clinográficas.....	57
Tabela 02 – Classes Clinográficas e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	75
Tabela 03 – Classes de Dissecação do Relevo e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	77
Tabela 04 – Classes de Amplitude Altimétrica do Relevo e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	79
Tabela 05 – Tipos de Vertentes e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	83
Tabela 06 – Unidades Geológicas e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	86
Tabela 07 – Tipos de Solos e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	88
Tabela 08 – Classes de Uso e Cobertura da Terra e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	90
Tabela 09 – Intensidade Pluviométrica e Respetivos Valores na Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	94
Tabela 10 – Classes de Hipsometria e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	104
Tabela 11 – Classes Clinográficas e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	105
Tabela 12 – Unidades Geológicas e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	110
Tabela 13 – Classes Pedológicas e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	120
Tabela 14 – Classes de Uso e Cobertura da Terra e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	122
Tabela 15 – Classes Geomorfológicas e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	133
Tabela 16 – Classes de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	137
Tabela 17 – Classes de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural Considerando o Grau de Proteção da Terra e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	141
Tabela 18 – Diferenças entre as Classes de Vulnerabilidade Morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	144
Tabela 19 – Classes do Zoneamento Sócio-Ambiental e Respetivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi.....	157

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Fatores de Degradação do Solo.....	22
Quadro 02 – Estações Pluviométricas Seleccionadas para Caracterização da Intensidade Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi – PR.....	62
Quadro 03 – Identificação da Vulnerabilidade Natural a partir da Relação Morfogênese-Pedogênese.....	69
Quadro 04 – Classes de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural.....	71
Quadro 05 – Escala de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural.....	71
Quadro 06 – Principais Produtos Cultivados em Morretes – PR (Ano Base – 2006).....	125
Quadro 07 – Estabelecimento por Grupo de Atividade Econômica de Morretes – PR, em 1996.....	127
Quadro 08 – Número de Estabelecimentos Comerciais por Grupo de Área em Morretes – PR em 1996.....	128
Quadro 09 – Características Físico-Naturais Predominantes por Classe de Vulnerabilidade Geomorfológica.....	133

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEIT – Área Especial de Interesse Turístico
APA – Área de Proteção Ambiental
BH – Bacia Hidrográfica
CEASA – Central de Abastecimento
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSEMAS – Conselhos Estaduais do Meio Ambiente
DFC – Diagnóstico Físico-Conservacionista
DSG – Divisão de Serviços Geográficos do Exército
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA – Estudos de Impacto Ambiental
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Food and Agriculture Organization
IAP – Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPMA – Índice de Preservação da Mata Atlântica
IQA – Índice de Qualidade das Águas
MINEROPAR – Minerais do Paraná
PNMH – Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas
PACS – Programa de Agentes Comunitários de Saúde
RIMA – Relatório de Impacto no Meio Ambiente.
SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná
SEMA – Secretaria do Meio Ambiente
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TGS – Teoria Geral dos Sistemas
UAN – Unidades Ambiental Territorial
UTB – Unidade Territorial Básica
ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

RESUMO

Adotou-se para a pesquisa a bacia hidrográfica do rio Marumbi, localizada na porção oeste do litoral do estado do Paraná, no município costeiro de Morretes. Esta bacia de drenagem é representada por quatro cartas topográficas na escala 1:25.000, as quais foram obtidas junto à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. A partir destas extraíram-se os dados referentes às curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica, indispensáveis para a elaboração das cartas temáticas utilizadas na pesquisa. Elaborar um zoneamento ambiental que possibilite analisar e avaliar as condições sócio-ambientais da referida área consiste no objetivo principal do trabalho. Sendo assim, a metodologia utilizada é dividida em dois momentos distintos: fundamenta-se nas concepções de Crepani, *et al* (2001) para avaliar a vulnerabilidade morfodinâmica natural da área estudada, considerando-se, para tal, o clima, a geologia, a geomorfologia, a pedologia, o uso e cobertura da terra. Para cada elemento aplicaram-se valores de vulnerabilidade definidos em função dos processos de morfogênese e pedogênese. O segundo momento consiste na avaliação das condições sócio-econômicas, adotando-se como referencial teórico-metodológico Becker e Egler (1996) e Mendonça (1999). Buscou-se definir parâmetros possíveis de serem coletados *in loco*, por meio de um diagnóstico da realidade da bacia hidrográfica. A utilização de tais abordagens permitiu manter as especificidades dos processos naturais e dos processos sociais ao mesmo tempo em que promover a sua integração. Esse procedimento envolve a elaboração de várias cartas temáticas utilizadas para propor o zoneamento sócio-ambiental e uma carta síntese, a partir da qual é possível subsidiar as ações de planejamento e gestão, baseada na sustentabilidade e na legislação ambiental existente.

Palavras-Chave: Bacia Hidrográfica, Processos de Morfogênese e Pedogênese, Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural, Condições Sócio-Econômicas, Zoneamento Sócio-Ambiental.

ABSTRACT

This research considers the Marumby River's hydrographic basin located on the western part of the State of Paraná's (Brazil) coastline area, in the coastal municipal district of Morretes. This drainage basin is represented by four topographic maps, scale 1:25,000, obtained at the State Secretary for Environment and Hydric Resources (*Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos* – SEMA). From those maps were extracted data related to the contour lines, elevation points and hydrographic network, once they are indispensable for the elaboration of the thematic maps used in the research. To organize an environmental zoning, in order to allow the analysis and evaluation of socio-environmental conditions in this area, is the main purpose in this work. Thus, the methodology that was used is divided into two distinct instances: it is based upon the conceptions of Crepani *et al* (2001), in order to evaluate the natural morphodynamic vulnerability in the studied area, considering for such, its climate, geology geomorphology, pedology, and soil use and coverage. For each element were applied vulnerability values defined according to the morphogenesis and pedogenesis processes. The second instance consists in the evaluation of the socio-economic conditions, adopting Becker & Egler (1996) and Mendonça (1999) as the theoretical-methodological reference. We tried to define parameters that could be collected *in loco* by means of a diagnosis of the hydrographic basin's reality. By using these approaches, we could keep the specificities of the natural processes and of the social processes and, at the same time, promote their integration. This procedure involves preparing several thematic charts, used to propose the socio-environmental zoning, as well as a synthesizing chart from which it is possible to subsidize planning and management actions, based upon sustainability and the existing environmental law.

Keywords: Hydrographic Basin, Morphogenesis and Pedogenesis Processes, Natural Morphodynamic Vulnerability, Socio-Economic Conditions, Socio-Environmental Zoning.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a problemática ambiental e sua abordagem apresenta-se como uma constante não só na ciência geográfica como também nos demais campos do conhecimento. Isso ocorre, principalmente, em razão da conscientização atual, na qual o ambientalismo e a crise ecológica assumem definitivamente papel de destaque no cenário mundial, uma vez que centralizam questões éticas, políticas, econômicas, sociais e culturais.

O século XX é marcado por inúmeros questionamentos a cerca da interação do homem com a natureza, desafiando os estudiosos da temática ambiental, de maneira particular, os geógrafos, repensar as reflexões e práticas diante dos graves problemas sócio-ambientais que se materializam na superfície terrestre. É importante destacar, que estes são conseqüências das alterações na organização social que emergiram, sobretudo, a partir da difusão e do impacto do industrialismo e do progresso tecnológico, que por sua vez, refletiram em uma nova relação entre a sociedade e o ambiente físico-natural.

Leff (2004) afirma que as discussões sobre as questões ambientais surgiram no final de 1960 como reflexo de uma crise de civilização, com o intuito de questionar a racionalidade econômica e tecnológica dominante. Sendo assim, é percebida, por um lado, como conseqüência do crescimento populacional diante dos limitados recursos naturais do planeta, e por outro, é explicada como resultado da acumulação e aumento de capital e das taxas de lucro, que acabam por induzir o ritmo de exploração da natureza. Da mesma maneira, incita as formas de consumo, que afeta, sobretudo, as condições de regeneração dos ecossistemas. Portanto, de acordo com o mesmo autor, o uso dos recursos naturais pela sociedade deveria ser dirigido por uma nova racionalidade, a qual se baseia na democracia ambiental e na equidade social, econômica e cultural.

Entretanto, ressalta-se que as reflexões sobre a deteriorização dos recursos naturais devem ser abordadas na interface existente entre a origem dos problemas e os sistemas econômicos, sociais e ambientais em que os mesmos estão inseridos, adotando-se para análise e avaliação não uma perspectiva unitária, mas certamente o conceito de totalidade, de holístico, no qual os elementos envolvidos não se apresentam de maneira dissociada, e sim interação de maneira dinâmica e em diferentes escalas.

Dessa forma, verifica-se uma tentativa de delinear novas possibilidades de estudos perante as mudanças atuais, na qual os pesquisadores posicionam-se a favor da compreensão

integrada do ambiente físico e dos processos antrópicos atuantes, ou seja, busca-se articular as subáreas do conhecimento e suas respectivas modalidades teórico-metodológicas a uma perspectiva conjuntiva, baseada na interdependência dos fenômenos físicos, biológicos, culturais e sociais, na tentativa de (re)formular, intervir e auxiliar no planejamento ambiental e na gestão territorial.

Brandenburg (1996) apontou para a necessidade de reorganizar o sistema de conhecimento e de mediação com a natureza, uma vez que os problemas da modernidade resultam da relação entre os sistemas naturais e sociais, portanto sócio-ambientais. Neste mesmo sentido, Mendonça (2002) evidenciou que se torna coerente à utilização do termo supracitado, para dessa forma, enfatizar o conflitante envolvimento da sociedade enquanto elemento ativo diante dos problemas ambientais contemporâneos, uma vez que age como sujeito, parte fundamental dos processos atuantes. Isso nos leva a refletir, em suma, que é insuficiente falar de meio ambiente somente a partir da concepção naturalista, sendo necessário considerar a interdependência existente entre os componentes físicos e humanos e as relações existentes entre ambos.

Reforçando a idéia, o mesmo autor afirma:

Tornou-se lugar comum, no debate ambientalista atual, o envolvimento de especificidades da Natureza e da Sociedade na abordagem da problemática ambiental, donde falar-se da perspectiva socioambiental. Uma tal postura não explícita, necessariamente, posição de concorrência das duas dimensões da realidade, mas sim de complementaridade das mesmas, afinal, quando as questões ambientais afloram torna-se muito difícil excluir suas repercussões sociais (MENDONÇA, 2004, p. 187-188).

Essa nova postura diante dos problemas sócio-ambientais exige uma revisão das propostas de zoneamento, considerando-se além das questões e interesses econômicos, as necessidades e demandas sociais, de conservação da biodiversidade e também das potencialidades geoambientais.

Conforme Silva (1997), uma das tentativas para ampliar as discussões relacionadas a essa temática foram as conferências organizadas a partir de 1970, das quais se destaca a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em Estocolmo (1972), que passa a priorizar a participação das comunidades ameaçadas pela degradação ambiental, bem como difunde a concepção do modelo de ecodesenvolvimento, introduzindo nos questionamentos a idéia de impacto ambiental.

Não menos importante, a autora citada menciona também a Segunda Conferência Mundial ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como ECO 92. Nesse momento, buscou-se estabelecer os pilares do desenvolvimento sustentável, considerando-se como uma premissa básica a qualidade de vida, enquanto necessidade biológica e psíquica, a manutenção da qualidade ambiental, no que diz respeito a interação Sociedade-Natureza, e a garantia econômica, ou seja, da produtividade e do fluxo de rendimento. Nessa ocasião foi elaborada a Agenda 21 como instrumento de orientação para ações concernentes a sustentabilidade, a partir da implantação de propostas para assegurar justiça social e eficiência econômica com equilíbrio ambiental.

Para avaliar as propostas e os resultados da aplicabilidade da Agenda 21, ocorreu em 2002 na cidade de Johannesburgo, a Rio +10. O Brasil sediou, em 2006, dois eventos concomitantes, a 8ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica – COP8 e a 3ª Reunião das Partes do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança – MOP3, que conforme as notícias veiculadas na mídia, além de possibilitar a aproximação entre os representantes da sociedade civil e dos setores governamentais, promoveu a discussão de medidas relacionadas a conservação da biodiversidade.

Importantes avanços já foram alcançados em relação ao debate sobre o meio ambiente, porém, no Brasil ainda não se estabeleceu de maneira adequada medidas para o cumprimento das leis ambientais vigentes na tentativa de restringir, retardar ou minimizar os efeitos da apropriação dos bens naturais diante do processo de uso e ocupação da terra, fato este, que muitas vezes desencadeia impactos negativos, reduzindo significativamente a qualidade ambiental. Os problemas então gerados demandam investigações que contemplam a estrutura, a dinâmica, as potencialidades e as vulnerabilidades dos ambientes face às interferências humanas.

Nesta perspectiva, é que se contempla a necessidade de aprimorar a gestão ambiental, fundamentada nas especificidades que configuram o território, compatibilizando às análises ambientais às intervenções da sociedade na natureza. Entre os vários recortes espaciais possíveis, o mais comumente utilizado entre as ciências naturais é a bacia hidrográfica ou de drenagem, por ser considerada uma unidade de análise adequada para estudos de cunho ambiental, enfatizando seu caráter sistêmico.

Dessa forma compreendida, a bacia hidrográfica também se torna uma possibilidade de representação para intervenção sócio-ambiental, pois favorece a integração entre as atividades produtivas e a preservação dos recursos naturais. Para isso, requer o

desenvolvimento e materialização de ações de planejamento e gestão territorial adequados e que contribuam para a implantação de medidas a fim de estabelecer não só um diagnóstico, mas também propor soluções.

A presente pesquisa está estruturada a partir das abordagens e conceitos previamente apresentados, sendo o recorte espacial selecionado para tal, a bacia hidrográfica do rio Marumbi.

A dissertação é composta por mais cinco capítulos: *Base Teórica e Metodológica da Pesquisa (Capítulo 2)*, o qual apresenta os principais conceitos norteadores da temática abordada; *Procedimentos Técnicos-Operacionais e Metodológicos (Capítulo 3)*, abordagem da metodologia e o roteiro de atividades técnicas empregadas; *Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi – Morretes – PR (Capítulo 4)*, resgatando as características físico-naturais e sócio-econômicas no contexto regional e local; *Avaliação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi (Capítulo 5)*, análise e avaliação das condições sócio-ambientais a partir da estrutura dos dados pesquisados e mapeados, fornecendo suporte para as *Considerações Finais*.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

Na porção oriental do Estado do Paraná concentra-se uma significativa reserva de cobertura florestal em estágio avançado, assumindo, no contexto brasileiro, o maior e mais representativo complexo de remanescente da Floresta Ombrófila Densa, popularmente conhecida como Floresta Atlântica.

Conforme a Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE (2006) a Floresta Atlântica recobria aproximadamente 1.3 milhões de km², e atualmente encontra-se reduzida a cerca de 152 mil km², dos quais 34 mil km², ou seja, 22.3% localizam-se em território paranaense. Estes órgãos criaram o Índice de Preservação da Mata Atlântica – IPMA, que indica o *ranking* dos 100 municípios brasileiros com melhores estágios de preservação da referida classe de vegetação. De acordo com este índice, cinco municípios do litoral paranaense encontram-se entre os vinte primeiros colocados, sendo eles: Morretes (7º lugar), Antonina (8º lugar), Guaratuba (11º lugar), Guaraqueçaba (12º lugar) e Pontal do Paraná (19º lugar).

Inseridas nessa região, estão localizadas importantes unidades de conservação federais e estaduais (Figura 01), que foram criadas com o propósito de proteger o ambiente físico-natural, preservar a biodiversidade e, em alguns casos, promover o uso sustentável dos recursos naturais. Merece destaque a Área Especial de Interesse Turístico – AEIT do Marumbi¹, a Área de Proteção Ambiental – APA de Guaraqueçaba e a APA de Guaratuba, as quais apresentam uma variedade de ambientes: Serra do Mar, Planície Costeira, Complexo Estuarino e Manguezais. Estas características conferem uma diversidade única, tanto no que diz respeito a biodiversidade e preservação natural quanto ao patrimônio cultural representado por pescadores artesanais e agricultores familiares.

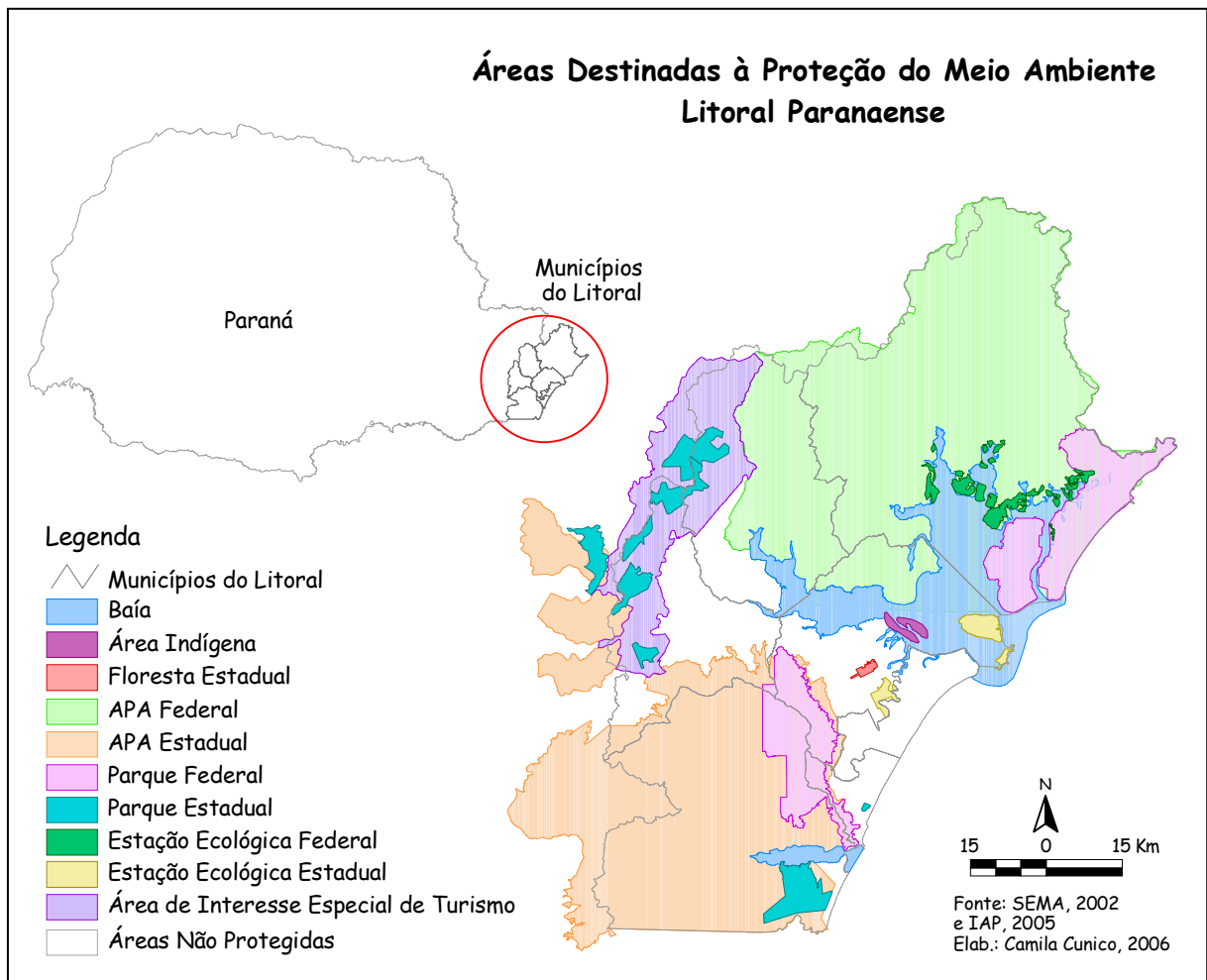


FIGURA 01 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA PORÇÃO ORIENTAL DO ESTADO DO PARANÁ

¹ Segundo Wilson Loreiro do Departamento de Unidades de Conservação do Instituto Ambiental do Paraná – Escritório Regional de Curitiba e Francisco Torres, Gerente da AEIT do Marumbi, Escritório Regional de Morretes, em comunicação verbal em junho de 2006, afirmam que está em processo jurídico a transformação da AEIT do Marumbi em APA da Serra do Mar. Já existem trabalhos publicados com a nova nomenclatura, porém a mesma até a referida data não é oficial. Salientam que a APA da Serra do Mar abrangerá em termos de área, praticamente a mesma extensão ocupada atualmente pela AEIT do Marumbi.

Diante desse contexto, torna-se imperativo que qualquer ação que objetive gerir ou intervir no uso dessa região, procure conhecer os elementos que a compõem, embasado científica e tecnicamente. Ressalta-se que a preocupação com o monitoramento e o uso sustentável não é recente, já sendo estes assuntos abordados por diversos autores, principalmente após 1970.

Entre estes se destaca Bigarella, *et al* (1978) que expõe sérias preocupações quanto à fragilidade e os problemas encontrados na Serra do Mar. Classifica-os como problemas de segurança ambiental, pois um erro nas previsões de uso pode ocasionar conseqüências desastrosas, como perdas materiais e possivelmente humanas. Tecem também, considerações sobre algumas das conseqüências que podem ocorrer a partir da transformação desequilibrada da paisagem pela atuação antrópica, das quais se destacam o aumento no volume e na energia no fluxo das águas na superfície de um terreno, inundações severas, processos erosivos acelerados e até mesmo crescente probabilidade de movimentos de massa.

Atenta-se ao fato que as alterações ambientais são decorrentes tanto das forças naturais (endógenas e exógenas) como também das atividades antrópicas. A ocupação de maneira desordenada é um dos fatores responsáveis pelo aumento da degradação ambiental, uma vez que rompe com o frágil equilíbrio existente entre o ambiente natural e os processos de ocupação deste espaço. Para Cunha e Guerra (1996), a intervenção humana e a utilização inadequada dos recursos naturais acabam por acelerar os processos cujas conseqüências podem se apresentar tanto nas proximidades do foco quando refletir em áreas mais afastadas, sendo exemplos: poluição hídrica, assoreamento de rios e baías, desertificação, inundações, deslizamentos, entre outros.

No que concerne a Serra do Mar, é importante destacar que as bacias hidrográficas localizadas nesta região são compostas por elevadas encostas, fato este que lhes confere gradientes acentuados. Este elemento, associado à presença de uma planície constituída de materiais pouco consolidados, revela um ambiente naturalmente frágil. Cabe destacar que muitas delas estão amparadas pela legislação ambiental vigente nas APAs, que regulamenta e restringe as formas de uso e ocupação da terra. No entanto, isso não exclui a ocorrência de incongruências ou incompatibilidades entre a forma de ocupação e as leis ambientais, como se verifica nas áreas de maior concentração das atividades antrópicas.

Portanto, as bacias hidrográficas que compõem a denominada bacia hidrográfica Atlântica ou Leste apresentam grande complexidade em relação ao sistema natural e social que as constituem. Estão inseridas em uma região na qual se iniciou o processo de

colonização do território paranaense, estabelecendo uma estreita relação com os ciclos econômicos do estado. São caracterizadas por diversos problemas de gestão, de desenvolvimento humano e de conservação, ocasionando situações conflitantes entre as atividades econômicas, práticas humanas e proteção ambiental.

De acordo com Esteves (2005), apesar da degradação ambiental no litoral paranaense ter se intensificado a partir do século XX, como consequência do processo de ocupação e desenvolvimento ocorrido, é ainda, umas das regiões cujo ambiente físico-natural encontra-se em melhor estado de conservação, embora seriamente ameaçado. Apresenta como exemplos de degradação ambiental desta área de interesse: o crescimento desordenado das zonas urbanas, a ocupação de parte do litoral não acompanhada pela implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto adequado, atividade portuária que em muitos casos não respeita a legislação ambiental em vigor e o carente sistema de coleta, acondicionamento e reciclagem do lixo.

Sem dúvida, a região litorânea constitui um importante espaço geográfico, no qual a complexidade ambiental, os problemas decorrentes da degradação e conseqüentemente a diminuição na qualidade do meio ambiente são fatores motivadores para a elaboração de diagnósticos sócio-ambientais precisos. Estes auxiliam na identificação das potencialidades e limitações do meio diante dos processos de intervenção antrópica, como também colaboram na formulação de propostas de zoneamentos eficazes que auxiliem efetivamente no planejamento ambiental.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal dessa pesquisa vinculada a Análise e Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas é elaborar um zoneamento ambiental que possibilite analisar e avaliar as condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica do rio Marumbi, localizada no município de Morretes – PR.

De maneira específica, os objetivos que auxiliaram na concretização da pesquisa foram:

- Estudar a Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural à Perda de Solos a partir de um diagnóstico físico-natural da área de estudo por meio da confecção e integração das

cartas temáticas que representam o clima, a geologia, a geomorfologia, a pedologia e a vegetação;

- Compreender a Potencialidade Social da bacia hidrográfica em questão, por meio da identificação das formas de uso e cobertura da terra, bem como os possíveis impactos ambientais registrados e do mapeamento da infra-estrutura existente na porção mais povoada da bacia, analisando a condição sócio-econômica da população nela inserida;
- Analisar as condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica do rio Marumbi;
- Elaborar um banco de dados geográficos contendo os elementos físico-naturais e sócio-econômicos disponíveis da área;
- Propor o Zoneamento Sócio-Ambiental da área de estudo.

1.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área do presente estudo corresponde a bacia hidrográfica do rio Marumbi, situada na porção oeste do município costeiro de Morretes (Figura 02), geograficamente entre as coordenadas de latitude Sul 25°27' e 25°35' e longitude Oeste 48°59' e 48°49'.

A área da bacia hidrográfica corresponde a 102.8 km², abrangendo parte da Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi e importantes parques estaduais com finalidade de proteção integral e de uso sustentável, como o Parque Estadual do Pico Marumbi e o Parque Estadual do Pau-Oco.

O rio Marumbi tem suas nascentes na Serra do Marumbi e deságua no rio Nhundiaquara, no perímetro urbano de Morretes, cuja foz é a baía de Antonina. Seus principais afluentes são: rio Iporanga, no qual se localiza a Estação de Captação de Água da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR para todo município de Morretes, o rio Brumado, o rio Pau-Oco e o rio Ipiranga.

A distância aproximada de Curitiba é de 70 km, sendo as principais vias de acessos a rodovia Estadual PR – 408 que interliga a área de estudo com os demais municípios litorâneos e a rodovia Federal BR – 277, principal acesso entre Curitiba e a cidade portuária de Paranaguá, configurando-se como um importante acesso para a exportação de produtos oriundos do próprio estado, bem como das demais regiões brasileiras.

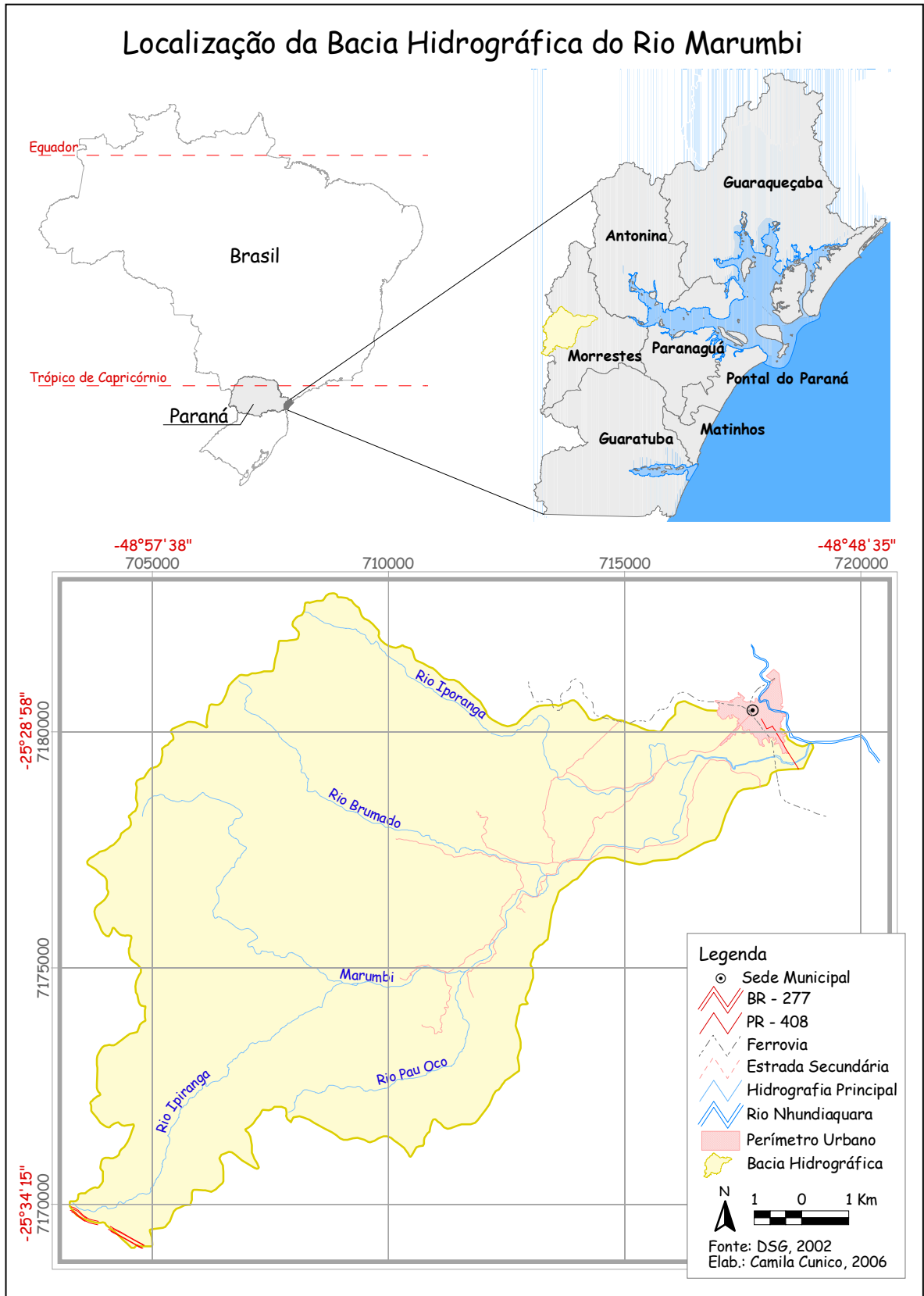


FIGURA 02 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2. BASE TEÓRICA E METODOLÓGICA DA PESQUISA

Para melhor pontuar a discussão da temática proposta nesta pesquisa, alguns conceitos mostram-se como essenciais para o desenvolvimento da mesma. Este capítulo discorre a cerca das questões ambientais, salientando a relação Sociedade-Natureza.

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

No decorrer do século XX, as ciências de forma geral, foram sendo construídas pautadas na divisão em subáreas do conhecimento. Conforme Canali (2002), a geografia humana aproximou-se das ciências sociais, distanciando-se das relações com as bases naturalistas, representadas pela geografia física, enquanto que esta se utiliza cada vez mais do método de análise das ciências naturais e, conseqüentemente, tende a verticalização em distintos campos de especialização. Pode-se citar a hidrogeografia, a climatologia, a biogeografia, a geomorfologia, cada qual com uma construção teórico-metodológica própria.

Para Leff (2004, p. 32), a fragmentação do conhecimento pode resultar em um obstáculo para a compreensão e a resolução de problemas sócio-ambientais complexos. No entanto afirma que “se a ciência, na busca de unidade e objetividade, terminou fraturando e fracionando o conhecimento, as ciências ambientais, guiadas por um método interdisciplinar, estavam invocadas à missão de alcançar uma retotalização do conhecimento”.

Diante dessa realidade, alguns geógrafos, na tentativa de integrar o conhecimento de maneira holística, utilizam, como alternativa, a abordagem sistêmica, a qual está baseada na Teoria Geral dos Sistemas, proposta introduzida pelo norte americano Defay em 1929, a qual foi difundida principalmente a partir da década de 1960 pelos estudos de Sotchava e Bertalanffy.

Christofoletti (1999, p. 02) enfatiza a necessidade da utilização da idéia de totalidade para compreender como as entidades ambientais físicas expressam-se em unidades complexas, englobando a estruturação, a organização, o funcionamento e a dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos. Nessa perspectiva, considera que “os grupos humanos devem compreender as características e o funcionamento dos sistemas do

meio ambiente e evitar reproduzir ações que provoquem rupturas no equilíbrio, ocasionando os impactos que ultrapassem a estabilidade existente”.

Conforme Vicente e Perez Filho (2003) o homem tem interferido de forma variada, rápida e agressiva na dinâmica natural da Terra, fornecendo elementos para uma nova realidade ambiental, na qual as derivações antrópicas apresentam-se cada vez mais influentes e contundentes. Nesse contexto, inserem-se novas nuances e possibilidades de intervenção sobre o complexo ambiental voltado para o planejamento e gestão (diagnose e prognose), por meio da evolução de seus componentes, priorizando suas relações muito mais do que suas particularidades.

Capra (2004) salienta que o pensamento sistêmico está vinculado a termos como conexidade, de relação, de contexto. Sendo assim, as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo, que nenhuma parte possui. Quando o sistema é dissecado em elementos isolados essas propriedades tendem a serem destruídas. Isso evidencia o caráter holístico da abordagem, a qual se contrapõe a visão reducionista.

Em função da possibilidade de uma visão conjunta do comportamento das condições naturais, das atividades humanas, da co-relação estabelecida entres as mesmas a partir da perspectiva sistêmica, se utiliza como uma das possibilidades de recorte espacial a bacia hidrográfica. O emprego desse recorte, de modo geral, ocorre em função da crescente necessidade de preservar, discutir e atuar em defesa do equilíbrio do meio ambiente, devendo, portanto, ser compreendida como uma unidade de análise.

Segundo Botelho (1999) a bacia hidrográfica, uma vez que é delimitada considerando-se critérios geomorfológicos, leva vantagem sobre as demais unidades de planejamento definidas por outros atributos, os quais apresentam limites imprecisos, como os baseados nos tipos de vegetação ou em características climáticas. Anterior a 1980 era comum à utilização de unidades político-administrativas ou quadriculas definidas por coordenadas cartográficas como unidades de pesquisa.

Para tanto, a bacia hidrográfica, segundo Chorley² (1962) citado por Coelho Netto (1994), constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes. Já a perda de energia ocorre por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis que são exportados pelo seu deflúvio. É importante destacar que se compreende como sistema aberto

² CHORLEY, R. J. Geomorphology and the general systems theory. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 500-B, 1962.

a definição proposta por Bertalanffy (1976, p. 167): “como um sistema com troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem”. Tricart (1977 p. 19) também define sistema, sendo este um “conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia”. Esses fluxos de energia originam relações de dependência mútua, cuja consequência resulta no sistema apresentar propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades de seus componentes.

De maneira objetiva, Almeida e Tertuliano (1999, p. 115) definem sistema como:

Um conjunto de unidades com relações entre si. Essas unidades possuem propriedades comuns. O conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior do que a soma de suas partes. Cada unidade tem seu estado controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades.

Os autores acima citados dissertaram ainda que o sistema pode, em função de um evento que ultrapassa o limiar compatível com a organização do mesmo, se desestabilizar. A transição até atingir um novo equilíbrio consiste na readaptação do sistema, na qual o tempo varia de acordo com a resistência oferecida às mudanças pelos componentes individuais do sistema, sua complexidade, magnitude e fluxos de energia.

Odum (1988) também afirma que a bacia hidrográfica se comporta como um sistema aberto e acrescenta que o funcionamento e a estabilidade relativa refletem as taxas de influxo e os ciclos de energia, de água e de materiais ao longo do tempo. Dessa maneira, a degradação da água é consequência, muitas vezes, do gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica, cuja solução não é encontrada observando-se apenas o interior da água e sim toda bacia de drenagem enquanto uma unidade de planejamento.

De acordo com essa mesma concepção, Cunha e Guerra (1996) afirmam que internamente, verificam-se constantes ajustes nos elementos das formas e processos associados à bacia hidrográfica. Conforme esses mesmos autores as bacias de drenagem integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas, pois mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações ou até mesmo impactos a jusante e nos fluxos de energia.

Qualquer mudança no ciclo hidrológico provoca alterações consideráveis no funcionamento do sistema. O grau de interferência humana pode ocasionar uma reação em cadeia, interferindo em todo o meio. Segundo Drew (1998, p. 90) “quanto mais à jusante for o ponto da intervenção, menos elementos do sistema hidrológico serão provavelmente afetados”.

No entanto, a utilização de bacias hidrográficas, segundo Christofolletti (1974), conquistou mais objetividade a partir de 1945, com a divulgação dos trabalhos realizados por Horton e posteriormente por Strahler. Atualmente, é um dos recortes geográficos mais utilizado em estudos de cunho ambiental, seja para análises quantitativas ou principalmente para enfoques sócio-ambientais.

Lanna (1995) propõem, como uma possível alternativa para estudos ambientais, a utilização desta unidade de intervenção, destacando como vantagem a possibilidade de identificar as relações de causa-efeito, e como desvantagem, argumenta que nem sempre os limites municipais e estaduais respeitam os divisores de drenagem, sendo necessária maior articulação entre as partes, principalmente quando envolve negociações políticas e sociais.

Botelho e Silva (2004), afirmam que a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia desde o fim dos anos 1960, sendo, sobretudo, na última década incorporada aos estudos de pesquisadores de áreas similares. Isso ocorre em razão da mesma ser entendida como célula básica de análise ambiental, permitindo conhecer e avaliar seus diversos componentes, processos e interações que nela ocorrem.

Muitas definições de bacia hidrográfica podem ser resgatadas, das quais se salienta a de Maksoud (1956, p. 330), como sendo “um conjunto de terrenos drenados por um curso d’água e seus tributários”. Similar a este, cita-se Lencastre e Franco (1984) que conceituam como sendo uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água, de maneira que todos os caudais efluentes sejam descarregados por meio de uma única saída. O Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica – PNMH, por meio do Decreto 94.076/1987 definiu como sendo uma área drenada por um curso d’água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada. Suguio e Bigarella (1990) afirmam que é uma área abrangida por um sistema fluvial constituída por um curso principal e seus tributários. De acordo com Coelho Netto (1994) conceitua-se bacia hidrográfica como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial.

Araújo, *et al* (2005) afirmam que a bacia hidrográfica se caracteriza por ser constituída por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos, ao longo de seus canais. São delimitadas pelos divisores de águas ou de drenagem, que correspondem a parte mais elevada altimetricamente do relevo, que por sua vez, de acordo com Albuquerque e Guerra (2003) divide as taxas de processos hidrológicos como precipitação, vazão, percolação e outros, entre bacias vizinhas. No seu interior, existem elevações que são denominadas de interflúvios, que a dividem em sub-bacias.

Entre muitos aspectos comuns nas definições supracitadas, a rede de drenagem é o elemento mais relevante, uma vez que reflete a qualidade e saúde ambiental³ da bacia hidrográfica.

Os estudos relacionados com a rede de drenagem sempre foram relevantes para a Geografia. De acordo com Christofolletti (1974), a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão e à elucidação de várias questões, pois os cursos de água constituem processos morfogênicos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

Compreender e analisar a rede de drenagem é, conforme Canali e Oka-Fiori (1987), de fundamental importância para a compreensão de um sistema ambiental, dado que a estruturação da rede de canais fluviais é resultante da interação entre elementos de natureza geológica, climatológica, topográfica e biogeográfica.

De acordo com Beltrame (1994) as características da rede de drenagem, associadas direta ou indiretamente aos demais aspectos físicos-naturais, refletem o potencial de degradação física de uma bacia hidrográfica, sugerindo a partir de índices previamente estabelecidos, uma análise qualitativa em relação à preservação dos mesmos. É indispensável considerar os fatores antrópicos, uma vez que apresentam influência marcante sobre o estado de conservação da bacia hidrográfica, permitindo assim caracterizar e entender de forma mais completa a dinâmica existente, sendo possível gerar informações para subsidiar trabalhos de gestão e planejamento deste espaço geográfico.

Para a recuperação de bacias hidrográficas degradadas, conforme Guerra e Marçal (2006, p. 51) é necessário conhecer a formação, constituição e dinâmica das mesmas, para que as obras não se apresentem ineficientes ou até mesmo temporárias, assim como possibilite o

³ Segundo Leonardo (2003) o termo saúde deve ser entendido como uma condição viável, um estado sustentável de equilíbrio dinâmico, compatível com a necessidade de uso dos recursos naturais para a produção dos bens que satisfazem as demandas da sociedade.

aproveitamento dos recursos hídricos sem agravar os danos ambientais “nos canais fluviais e nos ambientes drenados pelos rios, como um todo, ou seja, na própria bacia hidrográfica”.

Cunha (2005, p. 224) afirma que:

Os rios espelham, de maneira indireta, as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica, sofrendo, em função da escala e intensidade de mudanças nesses dois elementos, alterações, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga, carga sólida e dissolvida, e poluição das águas.

Como a água está no centro de muitas discussões ambientais, evidencia-se a necessidade do gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que a disponibilidade da mesma não se refere somente a quantidade, mas também a qualidade. Para Andreoli, *et al* (1999), esta é prejudicada, muitas vezes, em razão de uma agricultura predatória e de um crescimento urbano desordenado, refletindo altos custos econômicos e sociais. Portanto, para a manutenção sustentável deste recurso natural, é imprescindível o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização adequados.

Sendo assim, a gestão ambiental assume importância ímpar na tentativa de promover a compatibilização entre o uso e a preservação do meio ambiente. Lanna (1995, p. 14) pensou a gestão ambiental como sendo:

Uma atividade voltada para formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisões, tendo por objetivo final promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e socioeconômicos em um determinado espaço geográfico, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Para o mesmo autor, um dos instrumentos de uso para gestão ambientalmente adequada do espaço, é o gerenciamento de bacias hidrográficas, que pode ser compreendido como instrumento que orienta o poder público e a sociedade na utilização e monitoramento dos recursos ambientais tanto naturais e econômicos quanto sócio-culturais, sendo para tanto, a bacia hidrográfica a área de abrangência.

Ross (1995) enfatiza que a água é um recurso natural de importância máxima no planejamento ambiental. Sem a devida atenção, ações de planejamento podem estar

predestinadas ao fracasso face ao esgotamento das potencialidades, perdas de qualidade por uso excessivo dos cursos hídricos, seja como diluidores de resíduos, irrigação para agricultura, alimento para rebanhos da pecuária ou até mesmo geração de energia. Salienta também que:

Planejar e gerenciar a utilização das águas é importante tarefa a ser desempenhada pelas instituições públicas responsáveis pelo desenvolvimento econômico, social e de conservação/preservação ambiental. Esse trabalho deve ser obrigatoriamente ser feito para cada uma das bacias hidrográficas que compõem o território político-administrativo objeto do planejamento (ROSS, 1995, p. 69).

No entanto, para efetuar trabalhos com esta finalidade, deve-se escolher cautelosamente a escala adotada. Um projeto de planejamento exige a implementação de diversas etapas vinculadas desde a implantação do mesmo até as atividades de monitoramento dos resultados obtidos. Botelho (1999) afirma que é possível desenvolver projetos de planejamento em bacias hidrográficas de menores dimensões, as quais são denominadas de microbacias hidrográficas.

Porém, não há uma definição rigorosa quanto ao tamanho atribuído para cada um dos termos, microbacia, sub-bacia e bacia hidrográfica, ficando a critério do pesquisador ou gestor a definição da terminologia utilizada. Existem algumas sugestões (Bertoni e Lombardi Neto, 1990; Freitas e Kerr, 1996) quanto a definição e uso, contudo, sem um consenso.

Botelho (1999) sugere que o conceito de microbacia, intimamente subordinado ao conceito de bacia hidrográfica, esteja fortemente relacionado aos projetos de planejamento e conservação ambiental. Disserta também que o estabelecimento de uma área está atrelado aos objetivos da análise e aos elementos envolvidos na pesquisa, como técnicas, recursos materiais e equipe disponível. Sendo assim, a microbacia deve abranger uma área representativa tanto para a identificação das inter-relações entre os aspectos físico-naturais e o quadro sócio-econômico quanto estar combatível com os recursos disponíveis. Nada impede que a partir dos resultados alcançados se implemente projetos similares em microbacias vizinhas.

Considerando que ainda não exista consonância entre os pesquisadores na utilização e na definição de uma terminologia adequada, optou-se por adotar no presente trabalho bacia

hidrográfica, por ser um conceito com uma base teórica mais concreta e difundida entre as ciências ambientais.

2.2 ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO E SUAS CONSEQÜÊNCIAS

A interação do homem com o meio físico-natural resulta em possíveis alterações ambientais, tanto de forma harmônica como provocando sérias modificações que acabam por comprometer a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a qualidade de vida. Pode-se afirmar que são procedentes da relação homem-natureza, fato que tem gerado constantes discussões em distintos segmentos da sociedade.

Bastos e Freitas (1999, p. 17) ressaltam que:

Sob o ponto de vista da melhoria da qualidade de vida e da própria sobrevivência das espécies sobre o planeta, a relação homem-natureza está sendo reavaliada. A natureza não pode mais ser vista como uma simples fonte de matéria-prima ou um local de despejo da sucata industrial. Esta mentalidade, largamente empregada em tempos passados, resultou em desequilíbrio ambiental, que atualmente manifesta-se de diversas formas: poluição hídrica, poluição atmosférica, chuva ácida, destruição da camada de ozônio. E os processos erosivos que comprometem a nossa qualidade de vida.

As interferências no meio, suas causas e conseqüências, trazem uma série de relações entre si, que se apresentam de maneira complexa, sendo necessário a investigação e compreensão dos processos mediante a interação de todas as variáveis envolvidas, ou seja, buscar a articulação entre os diversos componentes. Dessa forma, amplia-se significativamente a possibilidade de decisões e ações mais eficazes.

Conceitualmente, alterações ambientais são, de acordo com Collares (2000, p. 12) “processos do meio físico e ou tecnológico que promovem dinamismo ao meio ambiente, e que provocam mudanças no mesmo”. Entre as existentes, destacam-se os impactos ambientais que podem ser definidos conforme a Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA como:

Qualquer alteração ambiental das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos naturais.

Christofoletti (1994, p. 427) define impacto ambiental como sendo “mudança sensível, positiva ou negativa, nas condições de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema, do qual depende a sobrevivência humana”. Essas mudanças podem resultar de ações acidentais ou planejadas, provocando alterações direta ou indiretamente. Segundo esse mesmo autor, deve-se considerar os efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico, os quais refletem nas condições ambientais.

Os termos degradação ambiental e impacto ambiental, amplamente empregados nas discussões atuais e muitas vezes utilizados de forma incoerente, também foram definidos por Guerra e Guerra (1997) que os diferenciam em relação ao contexto em que devem ser aplicados. Portanto, degradação ambiental está relacionada com a deteriorização do meio ambiente causada pela ação antrópica, que acaba por não respeitar os limites impostos pela natureza.

Já impacto ambiental, segundo os autores supracitados, é uma expressão utilizada para caracterizar as modificações no meio ambiente que influenciam na estabilidade dos ecossistemas. Envolve não só a erosão dos solos, como também compromete as espécies animais e vegetais, poluição das nascentes, rios, lagos e bacias hidrográficas, além de assoreamento e outras incongruências que prejudicam o meio ambiente e o próprio homem.

No entanto, para Coelho (2001) impacto ambiental é o processo de mudanças sociais e ecológicas resultado de perturbações, sendo esta uma nova ocupação e/ou construção de um novo objeto no ambiente, ou seja, é a relação entre a sociedade e a natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Destaca ainda que incide de maneira distinta, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço, uma vez que atinge principalmente os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas, as quais estão associadas à desvalorização do mesmo, como: proximidades dos leitos de inundação do rio, das indústrias, das áreas suscetíveis a deslizamento e erosão.

Segundo Ab’Sáber (1994) os estudos de impactos ambientais requer uma posição essencialmente multidisciplinar, em razão de três fatores: primeiro, revela o nível de

esclarecimento da sociedade em relação à capacidade de antever a organização espacial de seu território; segundo, apresenta-se como um indicador de pressão social em relação ao uso dos instrumentos legais para garantir qualidade ambiental e ordenamento territorial; por último, possibilita a avaliação das potencialidades da legislação disponível, assim como a sua aplicabilidade em casos concretos.

Problemas decorrentes do mau uso dos recursos naturais disponíveis ocorrem em todos os lugares, porém com maior ou menor intensidade, dependendo das técnicas utilizadas na exploração, bem como da preocupação com a conservação. Portanto, atribui-se um fator de julgamento em relação a magnitude do impacto ambiental, classificando-o como positivo (ação benéfica de melhoria na qualidade de uma variável ambiental) ou negativo⁴ (ação adversa que promove danos a qualidade de uma variável ambiental). É importante destacar que os referidos danos não se restringem somente ao ambiente natural, mas também a população inserida neste contexto, que acaba por conviver em uma área de risco.

Cabe ressaltar que na última década a temática risco ambiental vem mobilizando pesquisadores, apesar de não existirem investigações tão expressivas entorno do assunto. Merece destaque o trabalho coordenado por Brito e Cardoso (2002) no qual afirmam que uma área se encontra em situação de risco em decorrência da interação entre processos ambientais (características geofísicas), processos econômicos (existência de infra-estrutura sujeita a acidentes) e processos sociais (características da população).

Considerando-se a bacia hidrográfica como recorte de análise, as principais ações modificadoras que podem provocar alterações significativas no meio, são aquelas originadas a partir das atividades agropecuárias, industriais, mineradoras e da urbanização, as quais serão abordadas no decorrer do capítulo. Essa escolha se justifica a partir da abordagem de Ross (1994, p. 63) que afirma:

A crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias-primas como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, minérios, tem alterado de modo irreversível o cenário da terra e levado com frequência a processos degenerativos profundos na natureza.

⁴ De acordo com Guerra e Guerra (1997) a utilização atual do termo Impacto Ambiental já confere uma conotação negativa.

Todavia, as características ambientais aliadas ao surgimento de diferentes atividades econômicas, desde os complexos industriais e minerais até o extrativismo, exigem, conforme Almeida, *et al* (1993) o ordenamento do território para possibilitar o equilíbrio entre o desenvolvimento sócio-econômico e os aspectos físico-naturais, a fim de se tornar um instrumento para a ocupação racional dos espaços, objetivando o aproveitamento ou redirecionamento das atividades antrópicas.

Ross (1994) compartilhando dessa idéia ressalta que os problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias interferem, obviamente, na sociedade a médio e longo prazo, diante do desperdício dos recursos naturais e a degradação generalizada com perda na qualidade ambiental e de vida, tornando mais urgente o planejamento do território, não só a partir da perspectiva sócio-econômica, mas, sobretudo, ambiental. Dessa forma, as intervenções humanas devem ser planejadas com objetivos claros, considerando-se como premissas básicas a potencialidade dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes, sendo uma constante a preocupação com o desenvolvimento integrado entre a conservação e recuperação ambiental e o progresso tecnológico, econômico e social.

2.2.1 ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

O impacto ambiental advindo das atividades agropecuárias, em decorrência do aumento na produtividade⁵ e da utilização de técnicas de manejo inadequadas, podem provocar alterações significativas, haja visto que as características e limitações físicas não são observadas, comprometendo dessa forma, o equilíbrio do sistema ambiental. Dentre as principais conseqüências geradas a partir desse distúrbio citam-se os processos erosivos e o assoreamento dos canais hídricos.

Faz-se necessário ressaltar que a erosão, o assoreamentos dos rios, a perda de solos, os movimentos de massa, entre outros, são processos naturais, ou seja, ocorrem sem a intervenção antrópica. Porém, a atividade humana pode desencadear a aceleração dos mesmos contribuindo expressivamente para o desequilíbrio ambiental, cuja reversibilidade pode não

⁵ Somente no Estado do Paraná, segundo Andretta (2006), o valor bruto da produção agropecuária em 1997 totalizou cerca de R\$ 19,25 bilhões, enquanto que em 2004 esse valor chegou a aproximadamente R\$ 29,28 bilhões. É necessário esclarecer que esse fato se deve não somente ao crescimento de área, produtividade e preços, mas também à diversidade da base de produção. Enquanto que em 1997 o acompanhamento contemplava 307 produtos, em 2004 houve um acréscimo de 201, totalizando 508 produtos.

corresponder a toda diversidade precedente. Além disso, a recuperação de áreas degradadas envolve na maioria das vezes um grande aporte financeiro.

Com relação ao exposto, Ross (1990) esclarece que as modificações inseridas pelo homem no ambiente físico-natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que se apresenta em um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens.

As áreas rurais são bastante atingidas pelos danos ambientais em função, principalmente, do desmatamento de grandes extensões de terra, no qual se desconsidera a suscetibilidade dos solos aos processos erosivos. A consequência mais expressiva dos impactos ambientais no meio rural é segundo Araújo, *et al* (2005) a degradação das condições dos solos, em razão da formação e regeneração constituírem processos lentos. Sendo assim, os mesmos autores afirmam que o principal efeito é um declínio na produtividade ou uma necessidade crescente da utilização de nutrientes para manter os mesmos índices.

Conforme Lima-e-Silva, *et al* (1999) a retirada da vegetação e o uso agrícola, sem a utilização de critérios conservacionistas, compromete a proteção dos solos, sendo necessário a adoção de práticas que reduzam os impactos causados pelas atividades agrícolas, como agricultura em curva de nível, terraceamento e recuperação de áreas atingidas por erosão. Porém, ainda há o predomínio de atividade agrícola exercida irracionalmente, que utiliza técnicas bastante precárias que contribuem para o depauperamento do solo como o plantio continuado de culturas esgotantes, plantio em linhas a favor do fluxo das águas, queimadas e pastoreio.

No solo desprotegido também aumenta a ação da chuva por meio de seus efeitos dinâmicos, uma vez que, segundo os autores supracitados, a cobertura vegetal intercepta a mesma, aumenta a capacidade de infiltração da água nos solos e contribui para a estabilidade das encostas. A remoção da cobertura vegetal nas encostas tende a promover uma aceleração dos processos erosivos e dos movimentos de massa, tanto em termos de magnitude quanto frequência. Para Bertoni & Lombardi Neto (1990) a chuva corresponde a um dos elementos mais importantes para desencadear erosão dos solos, pois está relacionada com a intensidade, a duração e a frequência da mesma.

Lohmann (2005) afirma que, em áreas rurais, as taxas de erosão acelerada tendem a ampliar significativamente quando os terrenos são deixados descobertos durante grande parte do ano ou mesmo em áreas de superpastoreio, que causa o aumento da densidade do solo pelo pisoteio do gado. Além da erosão, outros impactos são bastante comuns como a compactação

em razão da mecanização, o cultivo sucessivo sem períodos de pousio adequados para a reposição de nutrientes, ou até mesmo a aplicação abusiva de produtos químicos agrícolas que acabam por eliminar os organismos cuja ação é benéfica ao mesmo (ARAÚJO, *et al* 2005). Outros fatores que contribuem para a degradação dos solos são: entrada excessiva de água, drenagem insuficiente e disposição de resíduos domésticos e industriais.

Os problemas erosivos, além de prejudicar a produção agrícola, podem comprometer em função do assoreamento a qualidade de rios, lagos e reservatórios. Destaca-se também que os sedimentos transportados, quando associados à utilização elevada de agrotóxicos, tornam-se agentes poluidores. Portanto, as atividades agropastoris também podem comprometer os corpos líquidos, alterando totalmente o ciclo hidrológico. Diante deste contexto, os recursos líquidos são ameaçados particularmente de três maneiras, conforme Lima-e-Silva, *et al* (1999):

- Desmatamento generalizado, diminuindo a infiltração, aumentando o escoamento, e em muitos casos contribuindo para a sedimentação dos rios;
- Contaminação dos lençóis freáticos, por meio da poluição dos solos, em função do uso excessivo de fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas;
- Uso excessivo deste recurso por meio do bombeamento para irrigação, empreendimentos nas indústrias e nas cidades.

Apresenta-se um resumo no Quadro 01 dos fatores de degradação do solo já explicitados.

QUADRO 01 – FATORES DE DEGRADAÇÃO DO SOLO

	Fatores Facilitadores para a Degradação	Fatores de Atuação Direta para a Degradação
Ação Antrópica	Desmatamento, suprerpastoreio, uso excessivo da vegetação, taludes de corte, remoção da vegetação para o cultivo.	Maquinário, condução do gado, encurtamento do pousio, água excessiva ou insuficiente, uso demasiado de produtos químicos e disposição de resíduos domésticos e industriais.
Condições Naturais	Topografia, textura e composição do solo, cobertura vegetal, regimes hidrográficos.	Chuvas e ventos fortes, alagamentos.

Fonte: Adaptado de FAO⁶ (1980) citado por Araújo, *et al* (2005).
Org.: Camila Cunico, 2006.

⁶ FAO. Natural resources and the human environment for food and agriculture. Environment Paper n° 1. Roma, 1980.

Quirino, *et al* (1999) acrescentam que a falta de treinamento e de discernimento direcionados para a aplicação equilibrada de insumos agrícolas torna-os poluentes, pois o uso indiscriminado excede a capacidade de assimilação pelo meio ambiente, desequilibrando o balanço ambiental. Isso é válido tanto para os solos quanto para o uso da água.

Sendo assim, na tentativa de reduzir os impactos ambientais ou ao menos minimizar suas conseqüências é preciso implantar um sistema de manejo adequado para a exploração dos recursos naturais e das demais atividades desenvolvidas. Dessa forma deve-se planejar o uso da terra e desenvolver um diagnóstico da área, possibilitando prever alguns dos impactos que possam ocorrer, como: riscos de inundação, deslizamentos e erosão dos solos.

Salomão (1999, p. 258) sugere, para proporcionar a conservação do solo, a utilização de práticas conservacionistas, que “têm por concepção fundamental garantir a máxima infiltração e menos escoamento superficial das águas pluviais”. As técnicas mais utilizadas são agrupadas, de acordo com este autor, em vegetativas, edáficas e mecânicas⁷. As duas primeiras são mais indicadas, pois são de fácil aplicação, menos dispendiosas, além de manter os terrenos cultivados em condições próximas ao estado natural.

Outra alternativa é a adoção da agricultura sustentável, a qual tem se destacado nas discussões relativas às atividades rurais. Segundo Brandenburg (1999) a noção de sustentabilidade na agricultura propõe uma restauração no equilíbrio da relação homem-natureza, principalmente após as conseqüências danosas provocadas no meio ambiente pelo industrialismo e pela revolução verde⁸. Nesse sentido, muitas definições remetem-se à dimensão social, econômica e política, porém estão centradas nos recursos biofísicos e na preservação dos recursos naturais.

A agricultura sustentável pode ser definida como “sendo ecologicamente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa” (BRANDENBURG, 1999, p. 76), ou seja, é capaz de manter a produtividade dos ecossistemas considerando, sempre que possível, a preservação ambiental. Compartilhando dessa idéia, Altieri (2000) assegura que a expressão agricultura sustentável indica um propósito social e produtivo, objetivando a adoção de um padrão tecnológico que não use de forma predatória os recursos naturais e nem modifique tão

⁷ As práticas de caráter vegetativo utilizam a cobertura vegetal para contenção da erosão, as de caráter edáfico mantêm ou melhoram as condições de fertilidade do solo e as de caráter mecânico são artificialmente desenvolvidas para controlar o escoamento superficial das águas e facilitar sua infiltração (Salomão, 1999).

⁸ Altieri (2000) afirma que a partir de 1960, muitos países latino-americanos engajaram-se na implantação da Revolução Verde, sendo está compreendida como um ideário produtivo e implementado após a Segunda Guerra Mundial. O objetivo central era o aumento da produção e da produtividade das atividades agropecuárias a partir do uso intensivo de insumos químicos, variedades geneticamente melhoradas de alto rendimento, expansão dos sistemas de irrigação e intensa mecanização das ações produtivas.

agressivamente o meio ambiente. Entretanto, está ancorada na manutenção da produtividade e lucratividade das unidades de produção agrícola.

De acordo com a realidade da bacia hidrográfica do rio Marumbi, é possível afirmar que a concentração das atividades agropecuárias localiza-se no compartimento geomorfológico de planície, sendo bastante comum o predomínio de atividades cujas técnicas apresentam-se precárias, contribuindo para a vulnerabilidade do meio ambiente.

2.2.2 ATIVIDADES INDUSTRIAIS

Algumas indústrias, em razão das atividades que desenvolvem, provocam danos ao meio ambiente, por meio do lançamento de poluentes tanto atmosféricos como resíduos líquidos e sólidos, os quais acabam por comprometer o ciclo hidrológico, colocando em risco a vida humana e a sobrevivência de outros seres vivos.

De acordo com Almeida, *et al* (1993) os cursos de água estão sendo cada vez mais afetados pelas alterações em seus percursos e margens. Aliado a ação nociva dos insumos agrícolas, a rede hidrográfica recebe também restos industriais e domésticos, cuja consequência é grave tanto para a vida prática quanto para o abastecimento de água potável.

Collares (2000) aponta que as indústrias despejam poluentes orgânicos, como os derivados de petróleo e detergentes, derivados de fertilizantes e agrotóxicos, e até mesmo metais pesados. Estes constituem a classe mais preocupante, pois os elementos formadores são altamente perigosos, a exemplo do chumbo, e também apresentam grande mobilidade.

Quanto a ocorrência de danos ambientais, as indústrias são responsáveis pelos altos índices de poluição atmosférica, sonora e hídrica advindas de suas atividades. Algumas lançam seus efluentes acima dos padrões e critérios estabelecidos pelos órgãos de fiscalização ambiental, afrontando a legislação existente, podendo causar prejuízos na qualidade de vida da coletividade. Muitas operam sem licença ambiental, bem como sem equipamentos adequados para o controle de seus efluentes, constituindo fontes de poluição. Exemplos assim são resgatados por Araújo (2001).

Outro problema citado pela autora refere-se a instalação de atividades industriais em locais cujo zoneamento urbano estabelece uso exclusivamente residencial.

Necessita-se rever o Regulamento de Zoneamento Urbano, que tem por finalidade disciplinar a ocupação do solo, para evitar as incompatibilidades entre os usos distintos. Deve-se levar em consideração, que em alguns casos, as indústrias são implantadas obedecendo aos padrões estabelecidos, porém, em função da dinamicidade urbana, passam a fazer parte de bairros residenciais, centrais ou periféricos.

As características e os processos descritos em razão das atividades industriais danosas ao ambiente são mais facilmente identificados quando predominam ou se destacam em meio das demais atividades encontradas. No entanto, na área de estudo, as atividades industriais não são consideradas as principais fontes de desequilíbrio da natureza, uma vez que as mesmas são agroindústrias, na grande maioria, de pequeno porte e familiares, cuja produção é voltada para abastecer o comércio municipal e regional ou o atendimento direto aos turistas.

2.2.3 ATIVIDADES MINERADORAS

A extração mineral, como é o caso do Brasil e do próprio estado do Paraná, está associada aos ciclos econômicos, sendo reflexo do modelo de desenvolvimento nacional e regional, ocupando importância desigual ao longo do tempo. Se não alcançou a posição de agente central do desenvolvimento, foi o instrumento preponderante na motivação da ocupação do território (PELLENZ, 2001).

Uma expressiva parte da atividade mineral está voltada para a extração, a exploração e o aproveitamento de substâncias minerais utilizadas na construção civil, como areia, calcário, brita e argila. Além desses, pode-se citar ainda, mármore, granitos, saibro e rochas ornamentais. Segundo Pellenz (2001, p. 35) a finalidade da mineração é “a apropriação do recurso mineral independentemente de desempenhar ou não alguma função social”. O principal aspecto de funcionamento reportar-se ao ritmo da lavra e beneficiamento, cuja intensidade é regida a fim de otimizar a produção, obtendo maiores quantidades nos menores prazos e a custos mínimos. Dessa forma, as alterações ambientais proporcionadas se processam diretamente nos meios físico e biótico.

De acordo com o autor acima mencionado, o contexto sócio-econômico em que se realizam as atividades de mineração está muitas vezes vinculado a situações históricas decorrentes da demanda de mercado e da necessidade de prover o local de matéria-prima.

Assim sendo, a indústria mineral se caracteriza não somente como fornecedora, mas também como consumidora, sobretudo de energia, o que lhe confere grande potencial de transformação do meio ambiente.

O Programa de Proteção da Floresta Atlântica (SEMA, 2002a) aponta que eventualmente as áreas de extração mineral podem situar-se em locais mais sensíveis ambientalmente, ocasionando um potencial de impacto que pode resultar em riscos aos diferentes ecossistemas.

As atividades mineradoras são regulamentadas por lei federal, cuja aplicação e fiscalização é de responsabilidade do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Portanto, a extração mineral brasileira está regida pelo Código de Mineração de 1967, alterado pela Lei nº 9.314/96.

Apesar dessa regulamentação, as principais irregularidades encontradas, de acordo com Araújo (2001) concernem à ilegalidade da licença de operação e a falta de recuperação da área degradada pela exploração já realizada. Verifica-se ainda a ausência de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, uma vez que se trata de uma atividade considerada como potencialmente poluidora. Ressalta também, que a atividade de exploração mineral provoca lesões graves ao meio ambiente e em alguns casos, irreversíveis.

Para tanto, guardada as devidas proporções, os impactos negativos originados das atividades de mineração, têm mostrado aspectos similares na maioria das médias e grandes cidades. Em razão da magnitude do problema, a recuperação dessas áreas se constitui hoje, ao lado de outras graves discussões (poluição das águas e ar, ruídos, entre outras), um dos pressupostos fundamentais para melhorar a qualidade de vida e alcançar a sustentabilidade ambiental tão desejada (BITAR, 1999).

Na bacia hidrográfica do rio Marumbi não foram localizadas lavras de extração mineral, porém no seu entorno, segundo o Programa de Proteção da Floresta Atlântica (SEMA, 2002a) é possível verificar a presença das mesmas, podendo comprometer a qualidade ambiental da região (Anexo 01).

2.2.4 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

Tucci (2001), no prefácio do livro Impactos Ambientais Urbanos no Brasil, afirma que a concentração urbana no país é da ordem de 80%, cujo planejamento tem sido realizado de

forma pouco expressiva, com conflitos institucionais e tecnológicos. Em função disso, a tendência atual é um caos ambiental urbano com custos elevados para a sociedade, sendo os principais problemas relacionados à contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos em virtude do sistema de saneamento insatisfatório, as inundações devido à ocupação das áreas de risco e drenagens urbanas inadequadas e disposição inapropriada de material sólido.

Isso se confirma em Fernandes (2004, p. 100) que acrescenta que o modelo urbano-industrial intensivo e altamente predatório adotado já provocou mudanças sócio-espaciais drásticas e conseqüências ambientais graves, “cujos impactos e implicações podem ser tecnicamente comparadas aos efeitos de grandes catástrofes naturais que até hoje têm poupado o país”.

No entanto, para Cunha e Guerra (1996, p. 345) é comum responsabilizar o crescimento populacional e a pressão que este proporciona sobre o meio físico pela degradação ambiental, a qual pode ter uma série de causas. Afirmam que “essa é uma posição simplista de que áreas com forte concentração populacional estejam, necessariamente, sujeitas a degradação. É claro que essa pode ser uma causa, mas não a única, nem a principal”.

Porém, muitos impactos ambientais urbanos podem ser citados como conseqüência da antropização: impermeabilização do solo, resultando em maiores incidências de inundações; ocupação de encostas com loteamentos e edificações, aumentando o risco de deslizamentos; em regiões litorâneas a redução das áreas de mangue e invasão das áreas de dunas com construções, muitas vezes clandestinas; canalização e retificação dos canais fluviais, depósitos de lixo em locais impróprios, invasão das áreas periféricas com a instalação de favelas, implantação de obras públicas mal dimensionadas, ocasionando rompimento de canais pluviais, de esgoto, de pontes, entre outros (OLIVEIRA e HERRMANN, 2001).

Além dos problemas relacionados aos aspectos físicos do meio urbano, cuja solução está no planejamento, requerendo soluções técnicas e administrativas, estão presentes os problemas originados a partir das desigualdades sociais, cujas soluções extrapolam o âmbito local. Define-se meio urbano como “o espaço no qual se operam as transformações ambientais induzidas pela humanidade, criando contingências, estruturas e padrões que extrapolam os limites da cidade” (OLIVEIRA e HERRMANN, 2001, p. 151).

Christofolletti (1994) disserta sobre a repercussão da impermeabilização nas áreas urbanas, uma vez que dificulta a infiltração da água no solo, propiciando o escoamento superficial e a incidência de enxurradas e enchentes, afetando o ciclo hidrológico o que pode ocasionar efeitos adversos e imprevistos.

Como consequência grave cita-se os escorregamentos nas áreas de topografia mais acidentada, colocando em risco a população instalada nesses locais, além de elevados prejuízos materiais. É claro que o desencadeamento desses processos depende de outros condicionantes, tais como: chuvas prolongadas ou intensas, desmatamento e má conservação dos solos.

Da mesma forma, Salomão (1999) aponta que com a ampliação das áreas construídas e pavimentadas, aumenta consideravelmente o volume e a velocidade das enxurradas, acelerando o desenvolvimento de ravinas e voçorocas. Alerta também sobre a possibilidade de acidentes em razão da ocupação humana nas proximidades das ocorrências erosivas. Estas se tornam geralmente depósitos de lixo e lançamento de esgoto, transformando-se em focos de doenças. O autor destaca como as principais causas do desenvolvimento e evolução de erosões urbanas o traçado e o plano de obras inadequados do sistema viário, a deficiências do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas e a expansão urbana descontrolada.

Portanto, a impermeabilização dificulta a infiltração da água, cuja finalidade é propiciar maior permanência da mesma na bacia hidrográfica, permitindo que o ciclo hidrológico se complete. As modificações introduzidas na paisagem “impede que a água sirva de suprimento para os vegetais, abasteça o lençol freático, recarregue os aquíferos e, finalmente, abasteça os cursos d’água durante a estação chuvosa e durante a estiagem” (BOTELHO e SILVA, 2004, p. 167). De acordo com os mesmos autores, o sistema hidrológico também é danificado com a canalização e retificação dos rios, ação que promove o escoamento rápido do volume de água e a ocupação antrópica de suas margens.

Conforme Mendes e Cirilo (2001) o impacto decorrente da alteração do uso do solo reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos. Essas são consequências do desenvolvimento e expansão da sociedade moderna que tornou mais complexa as relações entre as forças que atuam no espaço.

Outro problema apresentado em função da urbanização refere-se a retirada da vegetação, que reflete diretamente no microclima, na fauna, na proteção do solo e na rede de drenagem. A intervenção indiscriminada nas formações vegetais acentua os processos de erosão e assoreamento dos leitos dos rios, com um ritmo superior em relação ao que a natureza imprime. O aumento na quantidade de sedimentos pode comprometer os reservatórios de abastecimento de água e geração de energia, sendo necessários elevados custos com manutenção, além de inviabilizar atividades portuárias e de navegação.

A poluição também é apresentada como uma consequência grave do crescimento urbano desordenado. Em um primeiro momento estava associada somente a produção industrial, porém, segundo Jacobi (2004), atualmente 90% da poluição é provocada pela emissão de gases poluentes de veículos automotores. A deterioração da qualidade do ar tem intensificado os problemas de saúde, principalmente de doenças respiratórias e cardiovasculares. Além disso, a combinação de fatores topográficos, climáticos e do excesso de partículas poluentes na atmosfera, cria o fenômeno de inversão térmica, acentuando ainda mais os problemas de poluição e seus efeitos na qualidade de vida da população.

Os resíduos sólidos constituem uma das grandes fontes poluidoras, principalmente nas grandes cidades, o que vem esgotando a capacidade útil dos aterros sanitários. Muitos não têm tratamento adequado para o chorume produzido, comprometendo a qualidade do solo e dos lençóis freáticos. Soma-se a isso a poluição do ar produzida por combustão espontânea, emissões de gases na atmosfera e até mesmo a infiltração destes no sistema de esgoto público (JACOBI, 2004).

Entre outros fatores Nucci (2001) cita como consequências dos resíduos sólidos quando não tomadas as providências coerentes: aspecto estético desagradável, mau cheiro, proliferação de animais vetores de doenças, enfermidades por contato direto, poluição da água, desvalorização de áreas, obstrução de cursos de água, aumentando as possibilidades de inundações e diminuição do espaço útil disponível.

Segundo Araújo (2001), a disposição final do lixo urbano corresponde a um grave problema enfrentado pelo Poder Público, responsável por destinar diariamente resíduos sólidos de toda espécie, como lixo doméstico, industrial, hospitalar, entre outros. É uma atividade impactante, uma vez que os aterros sanitários, mesmo controlados, provocam a degradação ambiental de extensas áreas, sendo comum os vazadouros clandestinos. Os depósitos ilegais mais comuns são os terrenos vagos, córregos, margens de rodovias e vias expressas.

Entretanto, é importante frisar que não são todas as cidades que possuem aterros sanitários de acordo com os critérios estabelecidos pelas leis ambientais, sendo os lixões a única alternativa para o descarte do lixo produzido.

Quanto ao abastecimento de água, pode-se afirmar que ocorre uma degradação constante ocasionada, sobretudo, pelas ocupações irregulares, por transações clandestinas de terras, pelo lançamento de esgoto e de lixo, pela destruição de matas ciliares e pelo assoreamento dos canais hídricos. Para Jacobi (2004) a rede de abastecimento de água e o sistema de esgoto estão desigualmente distribuídos em um município. Sendo assim, em

algumas áreas observa-se o lançamento do esgoto a céu aberto, conexões ilegais na rede de águas pluviais ou lançamento direto nos rios e ribeirões, alterando a balneabilidade dos mesmos, além de provocar a proliferação de microorganismos e bactérias responsáveis pelo processo de eutrofização.

A questão do saneamento básico, envolvendo tratamento de água, coleta e tratamento de esgoto, adequação e manutenção do sistema de drenagem urbana, coleta, disposição final do lixo e limpeza urbana, assume papel relevante “na manutenção dos recursos naturais e do sistema físico-biótico ou na manutenção da qualidade de vida das comunidades, ou seja, no equilíbrio ambiental, no seu mais amplo sentido” (BOTELHO e SILVA, 2004, p. 179).

Contudo, acredita-se que o planejamento reduz a ocorrência de impactos ambientais derivados da ação antrópica indiscriminada. É preciso orientar a ocupação humana a fim de resguardar áreas destinadas à preservação ambiental, tendo em vista a conservação dos recursos naturais, a forte instabilidade ou fragilidades ambientais e a alta suscetibilidade à erosão e movimento de massa que certas porções da paisagem podem apresentar. Dessa forma é possível conciliar crescimento econômico e preservação ambiental (BOTELHO, 1999).

Diante dessa realidade, o planejamento urbano torna-se indispensável. Porém, além da preocupação com os aspectos físico-naturais, deve considerar também a implementação de infra-estrutura funcional, organização sócio-econômica e cultural, preservação do patrimônio histórico e natural, e melhoria na qualidade de vida da população por ele alcançada (OLIVEIRA e HERRMANN, 2001).

Como se pode perceber, as atividades modificadoras (agropecuária, indústrias, mineração e urbanização) apresentadas como exemplos das alterações que possivelmente ocorrem em bacias hidrográficas, atingem diferentes níveis e fatores ambientais. Visando a preservação ambiental e a recuperação de áreas já danificadas, é necessário o desenvolvimento de projetos de caráter preventivo ou corretivo que objetivem minimizar os impactos adversos e proponham o monitoramento das ações envolvidas.

Na bacia do rio Marumbi a concentração populacional, da mesma forma que as atividades agroindustriais, localiza-se, sobretudo, na porção mais plana do relevo, sendo as principais conseqüências a ocupação das margens dos rios e leito de inundação, sistema de coleta de lixo e saneamento básico insatisfatórios.

Para exemplificar e resumir as atividades apresentadas como as principais responsáveis por alterações ambientais em bacias hidrográficas, elaborou-se a Figura 03, na qual é possível verificar diferentes relações entre o desenvolvimento de ações indiscriminadas e seus reflexos no meio e a necessidade de ações de organização e planejamento na tentativa de garantir a dinâmica ambiental.

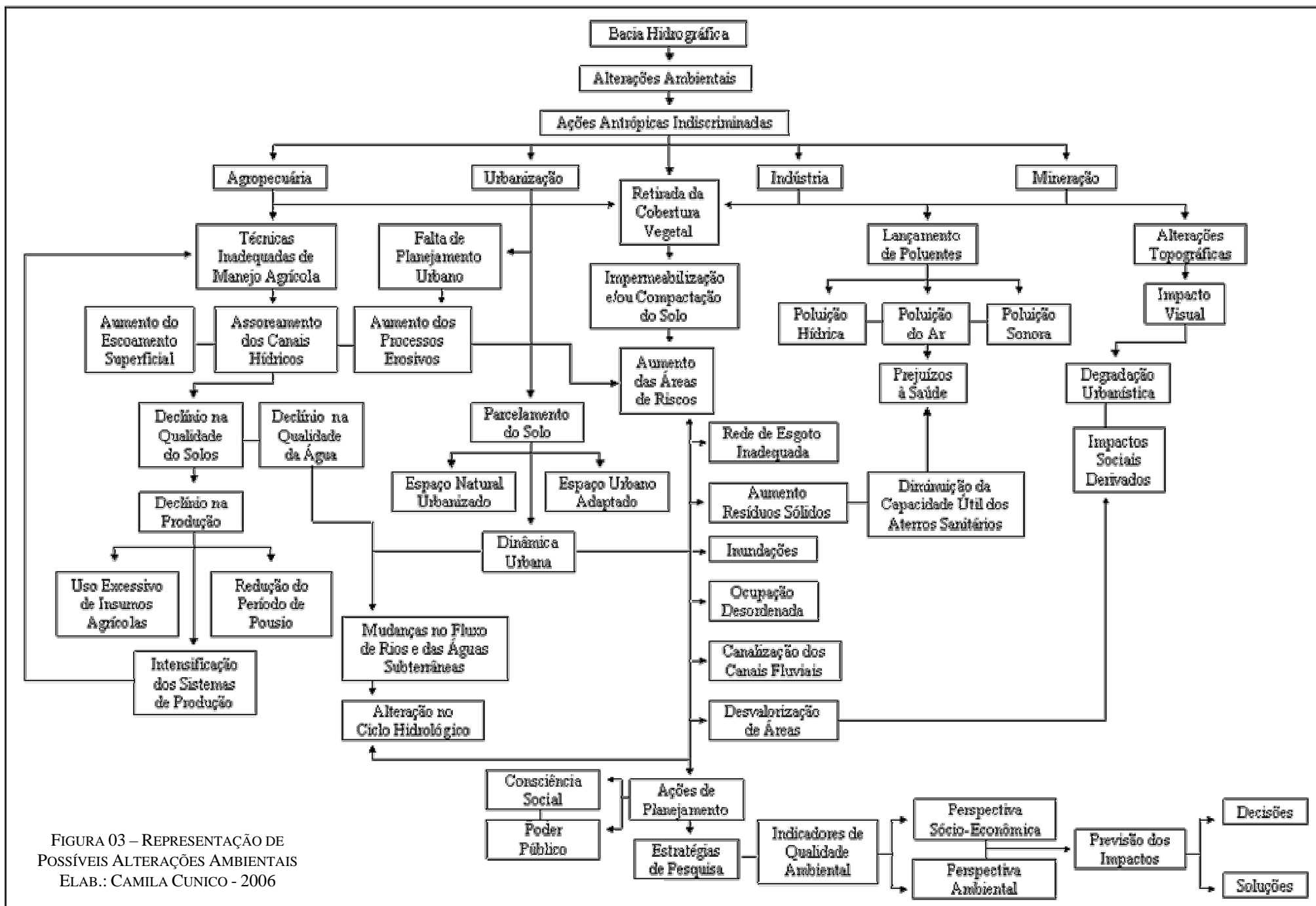
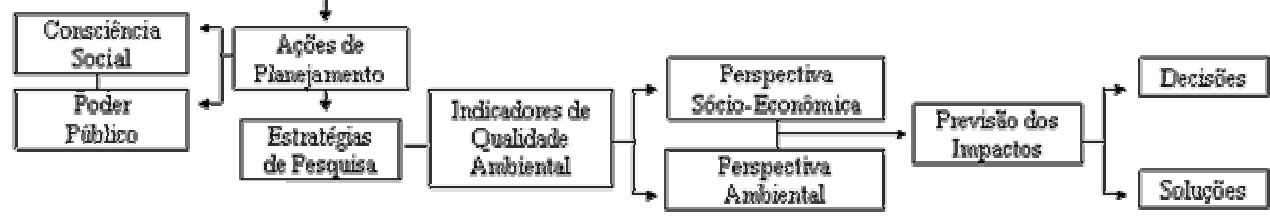


FIGURA 03 – REPRESENTAÇÃO DE POSSÍVEIS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS
 ELAB.: CAMILA CUNICO - 2006



2.3 METODOLOGIAS E PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Os grupos humanos devem compreender as características e o funcionamento dos sistemas ambientais e evitar reproduzir ações que provoquem rupturas no equilíbrio, ocasionando impactos que ultrapassem a estabilidade existente. Torna-se indispensável o conhecimento das potencialidades do meio ambiente para, somente então, propor alternativas e implementar propostas a cerca da sua utilização coerente.

É prudente considerar ainda que, como o homem faz parte do ambiente, age como um elemento ativo capaz de modificar a paisagem. Possui capacidade de alterar solos, vegetação, condições hidrológicas, formas de erosão, introduzindo consideráveis modificações no sistema, as quais, podem propiciar o desequilíbrio ou novos arranjos que, muitas vezes, atingem novamente o estado de equilíbrio funcional (SPÖRL, 2001).

Para isso, é necessário compreender que os sistemas ambientais interagem a partir de uma perspectiva dinâmica e de inter-relação entre os elementos constituintes, possibilitando adotar uma visão abrangente e uma postura coerente diante dos objetos investigados e dos problemas ambientais contemporâneos.

Segundo Ross (1995) a pesquisa ambiental na abordagem geográfica é indispensável para elaborar diagnósticos coerentes a partir dos quais é possível formular proposições, tendo como objetivo compreender as relações das sociedades humanas com a natureza, diante de uma perspectiva dinâmica que envolve os aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais, fornecendo suporte técnico para as políticas de planejamento indiferente do recorte administrativo utilizado (estado, município, bacia hidrográfica, áreas metropolitanas, entre outros).

Ross (2006, p. 57-58) ressalta que:

Tanto os elementos que determinam as especificidades dos componentes naturais, como as relações econômico-sociais não terminam no contexto do espaço territorial de um lugar, pois as estruturas geológicas, o relevo, o solo, a vegetação, a fauna e o clima, por serem regidos por uma complexidade de mecanismos naturais, definem espaços territoriais próprios. Igualmente, as relações sociais e econômicas das populações humanas, assentadas em um determinado lugar, têm vínculo culturais e econômicos que, invariavelmente, extrapolam os limites do lugar onde vivem, pois seus vínculos e interações

são estabelecidos pelos mecanismos econômicos, culturais e sociais que não são globais.

Assim, quando se objetiva avaliar as condições ambientais de uma porção da superfície terrestre, é necessário articular a realidade natural e a realidade social e como estas interagem e se manifestam.

De acordo com Botelho (1999) a realização de um estudo de planejamento ambiental envolve várias fases, como a compilação e levantamento dos dados, descrição do meio físico, estabelecendo as unidades cartográficas básicas e a aplicação de um método de avaliação destas unidades conforme os objetivos propostos. Para isso, muitas metodologias já foram elaboradas e posteriormente aperfeiçoadas na tentativa de subsidiar as ações de planejamento enfocando o equilíbrio entre as atividades humanas e o meio físico-natural. Cabe aqui ressaltar algumas propostas e práticas de avaliação do meio ambiente.

2.3.1 DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA

Conforme Beltrame (1994) o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas objetiva determinar o potencial de degradação ambiental de uma bacia hidrográfica. Para tanto, é imprescindível a escolha de indicadores potenciais de proteção dos recursos naturais renováveis da mesma, os quais são selecionados em razão da capacidade potencial de contribuição para a degradação ou que refletem essa situação. Assim sendo, os parâmetros sugeridos que compõem a fórmula descritiva do estado físico-conservacionista são:

- **Vegetação:** em relação ao grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a original e o grau de proteção da cobertura vegetal fornecida ao solo;
- **Clima:** erosividade da chuva e balanço hídrico;
- **Geologia e Pedologia:** pela suscetibilidade à erosão associada a declividade e pela densidade de drenagem;
- **Relevo:** considerando a declividade média, geomorfologia, curva hipsométrica, altura média, coeficiente de massividade e o coeficiente orográfico.

No que concerne aos fatores antrópicos destaca-se que:

Apresentam influência marcante sobre o estado de conservação física em que se encontra a área. Entretanto, consideramos que tal influência, pela importância que apresenta, merece estudos específicos e aprofundados, o que poderia ser feito através de um diagnóstico sócio-econômico da bacia. (BELTRAME, 1994, p. 14).

Beltrame (1994) disserta também que os parâmetros definidos a partir dos fatores potenciais naturais, são expressos numericamente, por meio da utilização de uma fórmula descritiva, a qual estabelece o risco de degradação física da bacia hidrográfica. O valor numérico representativo pode ser analisado a partir dos índices mínimos e máximos de cada parâmetro, correspondendo as piores e melhores condições de risco de degradação dos recursos naturais, respectivamente. O valor crítico assumido é ideal para análises comparativas entre setores de uma bacia hidrográfica.

Entre os produtos cartográficos possíveis de serem confeccionados, a metodologia recomenda: de setorização (unidades de planejamento integral), hipsométrico, clinográfico, de cobertura vegetal original, de uso da terra atual, geológico, geomorfológico, de potencial erosivo, de conflitos de uso e a proposta de uso racional.

2.3.2 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A criação e a evolução do relevo não estão dissociadas da presença e participação dos demais componentes do ambiente e sobre eles exerce a sua influência. As características geológicas, climáticas, pedológicas, hidrológicas, biológicas, topográficas e altimétricas devem ser consideradas quando se pretende entender o tipo de relevo de uma bacia hidrográfica e a dinâmica dos processos inerentes à mesma. Essa complexidade vem sendo ampliada, na medida em que o homem aumenta seu nível de relação com as formas de relevo (MARQUES, 1994).

Ross (1995) afirma que a geomorfologia balizando os diagnósticos ambientais revela-se integradora, pois se preocupa com os efeitos diretos (aterros, retificação de leitos fluviais, empreendimentos em áreas de riscos a natureza e a presença humana) e indiretos (processos erosivos, movimento de massa, assoreamentos) sob o relevo, mantendo suas bases conceituais nas ciências da Terra e direcionando-se para as ciências humanas, à medida que serve como

suporte para o entendimento dos ambientes naturais, onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para sobrevivência e organiza o espaço físico-territorial.

Uma das técnicas desenvolvida neste campo da ciência é o mapeamento geomorfológico que é definido por Fujimoto e Schmitz (2004, p. 01) “como a identificação das formas de relevo e a análise dos processos morfogenéticos que operam na sua formação”. Portanto, diz respeito a um estudo de compartimentação geomorfológica centrado na dinamicidade da natureza, tornando possível evidenciar as potencialidades e fragilidades do meio físico, fornecendo elementos para uma adequada ordenação territorial.

Para Ross (1990) o mapeamento geomorfológico deve seguir um ordenamento taxonômico para classificação, baseando-se nos aspectos fisionômicos das formas do relevo, nos aspectos morfogenéticos e nas influências estruturais e esculturais. Assim sendo, os diferentes táxons são: Unidades Morfoestruturais, Unidades Morfoesculturais, Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes, Padrões de Tipos de Relevo, Formas de Vertentes e Formas de Processos Atuais.

Os mapas geomorfológicos apresentam maior grau de complexidade em razão da dificuldade de se apreender e representar as formas de relevo, sua dinâmica e gênese do que os demais mapas temáticos como solos, vegetação, geologia e recursos hídricos. Estes são mais facilmente representados, pois apresentam uma classificação taxonômica internacionalmente consagrada (ROSS, 1990).

Conforme Argento (1994, p. 366) o mapeamento geomorfológico está cada vez mais próximo da realidade, porém, ainda não seguem um padrão definido, “tanto no que diz respeito ao nível de escala adotado, quanto à adoção de bases taxonômicas a este aferido”. Cada mapeamento deve fornecer informações coerentes, representadas por meio de uma legenda de conteúdo prático e operacional, cuja utilidade está relacionada com o planejamento urbano, rural ou regional. Salienta também, que os mapeamentos em base geomorfológica têm sido priorizados e, geralmente, acompanhados de legenda que servem para auxiliar e subsidiar decisões nos projetos de gerenciamento ambiental, em níveis pedológicos, climatobotânicos, planialtimétricos e batimétricos, como também em relação ao uso potencial da terra. A utilização de tais cartas contribui para a elucidação de problemas erosivos e deposicionais, possibilita cruzamentos com outros mapeamentos temáticos, elaboração de cenários futuros e subsídios à instalação de obras de engenharia.

2.3.3 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA

A abordagem morfopedológica aprimorada por Castro e Salomão (2000), embasa-se teoricamente na proposta de Ab-Sáber (1969), Salomão (1994) e Castro (1997). É necessário esclarecer que os compartimentos morfopedológicos são produtos da inter-relação dentre substrato geológico, relevo e solos que, por sua vez, constituem unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico, reconhecíveis em médias e grandes escalas (CASTRO e SALOMÃO, 2000).

De acordo com Lohmann (2005) essa metodologia envolve a análise integrada da paisagem a partir dos elementos do meio físico e permite delimitar compartimentos homogêneos no que se refere a sua interação, a partir dos quais é possível tecer considerações sobre o meio físico, distribuição dos processos erosivos, funcionamento hídrico de vertentes e por fim, a delimitação de áreas com diferentes suscetibilidades a erosão. Segundo o mesmo autor:

A partir da idéia de compartimentos morfopedológicos pode-se chegar a interpretações até então não vistas quando esses fatores são analisados de forma separada, já que a análise conjunta dos elementos do meio físico se traduz em respostas totalmente diferentes no que se refere ao funcionamento e dinâmica do meio físico associado às erosões (LOHMANN, 2005, p. 41).

A referida metodologia apresenta os principais procedimentos e as escalas possíveis para a elaboração da compartimentação geomorfológica e destina-se aos estudos que privilegiam os solos para fins de diagnósticos, prognósticos e controle de processos erosivos lineares, ou seja, requer uma abordagem integrada para a obtenção de indicadores seguros que subsidiem a elaboração de planos de controle preventivo de uso e ocupação do espaço e dos solos, numa perspectiva de equilíbrio ambiental (CASTRO e SALOMÃO, 2000).

Uma das considerações a ser mencionada sobre a abordagem morfopedológica é que a mesma possui, indiscutivelmente, importância ímpar nos estudos que engendram a relação rocha-relevo-solo. Quando ponderada a questão de uso e ocupação da terra é possível formular hipóteses na tentativa de compreender a relação estabelecida entre a sociedade e a natureza e os processos de degradação ambiental, sugerindo formas de manejo adequadas.

2.3.4 UNIDADES ECODINÂMICAS E FRAGILIDADE AMBIENTAL

Os sistemas ambientais naturais apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas. De acordo com Ross (1996) para o conhecimento de suas potencialidades e fragilidades é indispensável avaliar os elementos do extrato geográfico de forma integrada, fundamentada no princípio de que na natureza a funcionalidade é intrínseca entre os componentes físicos, bióticos e sócio-econômicos.

Segundo a concepção teórico-metodológica deste mesmo autor, a avaliação das fragilidades dos ambientes naturais baseia-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas abordadas anteriormente por Tricart em 1977, o qual afirma que o equilíbrio natural é freqüentemente alterado pela intervenção antrópica, assim, objetiva entender a dinâmica do meio físico-natural, bem como delimitar as áreas com usos restritos.

Os estudos de Tricart (1977, p. 31) estão baseados na dinâmica do meio ambiente, a qual denomina de ecodinâmica. Afirma que “a dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas é tão importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos quanto a dinâmica das próprias biocenoses”⁹.

Dessa forma, Tricart (1977) elaborou o conceito de ecodinâmica, sendo então, a relação entre os aspectos ecológicos e suas interações com os seres vivos. Baseando-se no referido conceito, este autor propôs uma metodologia para análise do meio ambiente considerando as suas relações dinâmicas, ou seja, as trocas de energia e matéria que se processam na natureza, analisando-a sob o prisma da Teoria Geral dos Sistemas.

De acordo com o mesmo autor, o conceito de unidades ecodinâmicas baseia-se, então, no instrumento lógico de sistema, enfocando as relações mútuas entre os diversos componentes e os fluxos de matéria e energia no meio ambiente. Esse entendimento assegura identificar rapidamente quais vão ser as modificações indiretas desencadeadas por uma intervenção nos elementos constituintes.

A referida dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço, uma vez que estudar a organização do mesmo é “determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece” (TRICART, 1977, p. 35). Deve guiar a avaliação, conferindo uma classificação dos meios em distintos níveis taxonômicos.

⁹ Tricart (1977) define biocenose como sendo um conjunto de seres vivos de um ecossistema.

Tricart estabelece uma relação entre os processos de morfogênese e os de pedogênese. Para tal, no primeiro prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, enquanto que no segundo os processos formadores de solos, considerados mais estáveis do ponto de vista da dinâmica dos sistemas naturais. Assim, propicia a classificação do meio quanto aos graus de instabilidade ambiental. Em outras palavras, os processos de morfogênese referem-se às Unidades Ecodinâmicas Instáveis, enquanto que os processos de pedogênese estão associados às Unidades Ecodinâmicas Estáveis. Podem ocorrer situações nas quais o balanço morfogênese-pedogênese permanece em equilíbrio, ou seja, Unidades Ecodinâmicas Intermediárias ou de Transição.

A taxonomia proposta pelo autor supracitado define os ambientes em três fases de evolução: os meios estáveis, os meios intergrades e os meios fortemente instáveis. As três categorias citadas possuem características distintas que são:

- **Meios Estáveis:** correspondem a um comportamento morfodinâmico estável com cobertura vegetal densa que auxilia na proteção contra os processos mecânicos da morfogênese, dissecação moderada do relevo sem incisão violenta dos cursos de água, ausência de solapamentos vigorosos dos rios, vertentes de lenta evolução e ausência de manifestações vulcânicas;
- **Meios Intergrades:** é a fase de passagem gradual entre os meios estáveis e os instáveis, caracterizando-se pela interferência permanente da morfogênese e pedogênese, as quais exercem concorrência sobre um mesmo espaço. Esse equilíbrio pode ser comprometido em função da intensidade e frequência de fenômenos perturbadores;
- **Meios Fortemente Instáveis:** refere-se a unidades com desequilíbrio ou instabilidade morfogenética, as quais apresentam condições bioclimáticas agressivas, relevo com acentuada dissecação, solos rasos e incoesos e presença de manifestações geodinâmicas.

Estes conceitos foram adaptados e aperfeiçoados por Ross (1990, 1994, 1995), que utilizou novos parâmetros para a definição das relações de equilíbrio dinâmico. Assim sendo, as Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram definidas como aquelas cujas intervenções humanas alteraram significativamente o ambiente natural, enquanto que as Unidades Ecodinâmicas Estáveis foram compreendidas como aquelas em equilíbrio dinâmico, portanto, preservadas das atividades humanas.

Visando aplicações ao planejamento ambiental Ross (1994 e 1995) acrescenta novos critérios e amplia o uso das unidades ecodinâmicas por meio de graus de instabilidade, que variam de Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Assim, as Unidades Ecodinâmicas Instáveis correspondem à Fragilidade Emergente, enquanto que as Unidades Ecodinâmicas Estáveis à Fragilidade Potencial.

A correlação dos aspectos físicos do meio ambiente, segundo o autor supracitado, retrata a Fragilidade Potencial, ou seja, as condições naturais de cada ambiente. Ao inserir a variável uso e cobertura da terra, tem-se a Fragilidade Emergente, a qual apresenta as fragilidades dos ambientes naturais face as diferentes inserções do homem na natureza. Portanto, pode-se afirmar que, as referidas alterações, compreendidas como consequência da relação entre os condicionantes do meio físico-natural e as atividades humanas na paisagem, é atingida por meio das modificações nas relações de suas variáveis.

Utilizando-se também dos estudos preconizados por Tricart (1977), pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE em parceria com a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República elaboraram uma metodologia para ponderar a vulnerabilidade natural à perda de solos. Esta metodologia utiliza a reinterpretação de dados temáticos preexistentes (mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e uso da terra) sobre imagens de satélite, que possibilita “uma visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem” (CREPANI, *et al*, 2001, p. 11).

Semelhante aos estudos desenvolvidos por Ross, a metodologia proposta pelo Crepani, *et al* (2001) também classifica o grau de vulnerabilidade de cada unidades territorial baseando-se nos processos de morfogênese e pedogênese, atribuindo valores conforme uma escala pré-definida. Essas unidades territoriais básicas podem ser distintas em unidades de paisagem natural ou polígonos de intervenção antrópica. É importante salientar, que neste contexto, compreende-se a paisagem como a síntese dos aspectos físicos e sociais expressa em um determinado espaço geográfico.

Como se pode perceber existe uma relação intrínseca entre os três autores discutidos, sendo que as propostas metodológicas se complementam e podem ainda sofrer adaptações a diferentes realidades e objetos de estudo. Sendo assim, destaca-se que os trabalhos que enfocam as potencialidades e fragilidades do meio ambiente são de suma importância ao planejamento e gestão territorial, uma vez que possibilitam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas, visando o desenvolvimento sustentado e a recuperação ambiental. Por meio desses estudos é possível identificar as áreas mais frágeis,

nas quais é necessário estabelecer restrições quanto ao uso e até mesmo exigir ações públicas adequadas a essas condições.

Uma das adaptações metodológicas já bastante difundida no meio acadêmico é a utilização do aparato tecnológico disponível atualmente para auxiliar no desenvolvimento das pesquisas ambientais, a exemplo do geoprocessamento e dos sistemas de informações geográficas, que facilitam a sistematização e manipulação das informações temáticas, o direcionamento das atividades, a redução do tempo e a qualidade dos resultados finais. Porém, a introdução dessas novas ferramentas e emprego das modernas técnicas de captura e interpretação dos dados ambientais devem ser compreendida como um complemento a metodologia de análise ambiental, pois de maneira contrária reduz e simplifica a aplicação da mesma.

2.3.5 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

Quando se pretende elaborar um zoneamento ambiental é preciso estar consciente que o mesmo requer métodos e estratégias próprias para que seja possível atuar na ocupação adequada dos espaços ou até mesmo no redirecionamento das atividades antrópicas. Este é um instrumento previsto pela Política Nacional de Meio Ambiente que ganha maior destaque a partir da década de 1990.

Ross (1994, p. 65) assegura que:

As proposições de zoneamento ambiental devem refletir a integração das disciplinas técnico-científicas na medida em que se deve considerar as potencialidades do meio natural, adequando os programas de desenvolvimento e os meios institucionais a uma relação harmônica entre sociedade e natureza, onde o princípio básico é ordenamento territorial calcado nos pressupostos do desenvolvimento com políticas conservacionistas.

O Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE da Amazônia Legal foi adotado pelo Ministério de Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal como instrumento de planejamento e ordenamento do território brasileiro. De acordo com Becker e Egler (1996)

e Crepani, *et al* (2001) o ZEE é composto por dois processos dinâmicos que interagem no território. O primeiro refere-se aos processos naturais caracterizados pelos parâmetros físico-naturais e o segundo corresponde aos processos sociais, ou seja, a dinâmica econômica e política. Dessa forma é possível estabelecer interações e articulações entre seus componentes.

Becker e Egler (1996) esclarecem que a aplicação do ZEE estabelece o grau de sustentabilidade e de vulnerabilidade do ambiente, possibilitando a prognose de seu comportamento futuro, frente as alternativas de expansão e integração das estruturas produtivas regionais no processo de ocupação e utilização do território.

De maneira sucinta, a primeira fase do ZEE consiste na elaboração do diagnóstico ambiental e avaliação da vulnerabilidade natural à perda de solo. Para este procedimento sugere-se a proposta apresentada por Crepani, *et al* (2001). Posteriormente, confecciona-se o diagnóstico sócio-econômico e a avaliação da potencialidade social, adotando-se como metodologia a desenvolvida por Becker e Egler (1996). A síntese final é a integração das informações objetivando subsidiar a gestão do território, uma vez que pressupõe a relação entre a dinâmica do sistema ambiental e a formação sócio-econômica, estabelecendo interações e articulações entre seus componentes.

Dessa forma, compreende-se o ZEE com um instrumento para a racionalização da ocupação dos espaços e redirecionamento das atividades, subsidiando estratégias e ações para atingir o desenvolvimento sustentável. As principais vantagens apresentadas são, segundo Becker e Egler (1996):

- **Instrumento técnico de informação:** informações integradas em uma base geográfica e classificação da área de estudo conforme suas potencialidades e vulnerabilidades;
- **Instrumento político de regulação do uso do território:** permite integrar as políticas públicas em uma base geográfica, aumentando a eficácia das decisões; possibilita ampliar a escala de abrangência das ações e a negociação entre as várias esferas de governo, do setor privado e da sociedade civil;
- **Instrumento de gestão e planejamento territorial:** base teórica e técnica para a prática do desenvolvimento sustentável.

Segundo Ross (2006), o ZEE torna-se, dessa forma, um instrumento indispensável para subsidiar a formulação de políticas territoriais, orientando as diferentes esferas

governamentais (federal, estadual, municipal) na adoção de políticas convergentes com as diretrizes de planejamento estratégico, dando suporte ao processo de ordenamento territorial.

2.3.6 DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL

Esta prática metodológica baseia-se na análise da interação entre as atividades humanas e o meio físico-natural, tendo como base a Teoria Geral dos Sistemas amplamente empregada em estudos de análise ambiental.

Segundo Mendonça (1999), o diagnóstico sócio-ambiental foi adaptado da metodologia elaborada por Hidalgo (1990), a qual se remete a recuperação ambiental de bacias hidrográficas, envolvendo os aspectos culturais, políticos e institucionais em um amplo processo de gestão e intervenção destas unidades espaciais.

Conforme o autor, na proposição apresentada, em um primeiro momento são enfocados e mapeados os elementos físico-naturais (relevo, dinâmica espacial da radiação e dos ventos, uso e ocupação da terra¹⁰) e posteriormente são considerados os aspectos relativos à degradação do ambiente estudado, ou seja, derivações humanas, a qualidade da água e a legislação ambiental. Salienta que as atividades humanas e sua espacialização constituem-se “um importante elemento na análise da degradação ambiental, e deve ser abordada de um ponto de vista crítico – de causas e conseqüências sociais” (MENDONÇA, 1999, p. 69).

A dinâmica social e econômica da área de estudo pode ser compreendida e analisada a partir das características de uso e cobertura da terra, porém é recomendado elaborar uma coleta de informações sócio-econômicas mais detalhadas da realidade em foco por meio das atividades de campo e aplicação de questionários. Como aspectos importantes na análise e avaliação das condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica, Mendonça (1999) sugere: demografia, escolaridade, saúde, manifestações culturais, emprego, tipo e rendimento de produção agrícola, industrial e de serviços, tipo e fluxo de transporte, políticas públicas implementadas, saneamento básico, destinação e tratamento do lixo.

Por meio da confrontação dos dados obtidos, da cartografia e das atividades de campo, é possível estabelecer o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica, do ponto de vista de

¹⁰ Mendonça (1999, p. 69) destaca que o uso e ocupação da terra “envolve tanto aqueles elementos derivados da dinâmica natural como a vegetação natural, quanto aqueles atinentes às atividades humanas, como a vegetação secundária, agricultura, edificações, etc.”

hierarquizar os ambientes conforme os estágios de degradação, além de apontar para diretrizes de planejamento e gestão ambiental da área (MENDONÇA, 1999). Dessa forma, a proposta envolve aspectos culturais, políticos e institucionais extra-academia, constituindo-se num amplo processo de gestão e intervenção das referidas unidades espaciais.

O autor enfatiza que o zoneamento ambiental constitui-se na concretização do diagnóstico ambiental precedente, no qual pode ser acrescido outras informações que corrobora para enriquecer a análise. Para Ferreira (2005) esta prática prioriza o trabalho de campo com elevado detalhamento e possibilita ao pesquisador adaptações necessárias de acordo com a realidade de cada estudo, ou seja, moldada aos interesses do investigador conforme a situação e o objetivo a ser atingido.

2.4 POLÍTICA E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Fernandes (2004) discorrendo sobre problemas da política e da gestão urbano-ambiental no Brasil, afirma que desde a Constituição de 1988 muitas mudanças positivas na política ambiental foram consolidadas. Entre outros avanços, o mais significativo refere-se as regulamentações introduzidas na Constituição Federal que têm oferecido suporte as novas leis ambientais em todos os níveis de governo.

Para Cunha e Coelho (2005, p. 41) a partir da década de 1980 que o processo de formulação e implementação da política ambiental no país passou a ser consequência da interação de diferentes atores sociais em função da multiplicidade de interesses envolvidos na problemática do meio ambiente. Até então, o “Estado ditou, de forma centralizada, a política ambiental a ser seguida no Brasil”.

Na tentativa de balizar as questões ambientais, bem como as ações de caráter aplicativo, foi promulgado um conjunto de leis federais, estaduais e municipais que agem como instrumento de regulação e de normatização. É importante destacar que esta grande quantidade de leis é capaz de promover a proteção do meio ambiente, porém o conhecimento e a aplicação das mesmas é ainda insatisfatório.

O Código Florestal de 1965 é uma importante conquista na estruturação da legislação ambiental brasileira, que apesar de algumas alterações ocorridas desde

sua implantação, continua em vigor, compondo a base legal para estabelecer as condições e restrições quanto a exploração das espécies vegetais.

A Lei 4.771/1965 do Código Florestal Brasileiro, em seu artigo segundo explana que ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima encontra-se especificada, corresponde a áreas de preservação permanente. Sendo assim, a Lei prevê que sejam resguardados:

- 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- 100 metros para os cursos d'água que tenham 50 metros a 200 metros de largura;
- 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
- 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros de largura;
- Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais;
- Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura;
- No topo de morros, montes, montanhas e serras;
- Nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° equivalente a 100% na linha de maior declive;
- Nas restingas, como fixadoras e dunas ou estabilizadoras de mangues;
- Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;
- Em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

Salienta-se que a partir das décadas de 1960 e 1970 iniciaram-se os movimentos ambientalistas, acentuando a preocupação com a temática ambiental, principalmente em função das Conferências organizadas pelas Nações Unidas. Bastos e Almeida (1999) apontam que no final dos anos 1960, tanto nos países industrializados quanto nos em desenvolvimento, a sociedade civil conscientiza-se do rápido crescimento da degradação ambiental e exige mudanças nas posturas políticas em relação a promoção do desenvolvimento econômico e da preservação do meio ambiente.

Collares (2000) discorre que em resposta a pressão das organizações

internacionais insatisfeitas com a ausência de políticas ambientais no país, em 1973 é criada a Secretaria do Meio Ambiente – SEMA em nível federal. Esse mesmo autor aponta que só a partir de 1980 que a política ambiental brasileira se destaca. É criada a Lei Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, diretriz orientadora e responsável pela estruturação da legislação ambiental brasileira. É vista também como uma ferramenta essencial para o licenciamento ambiental, pois traz para a discussão a definição de meio ambiente, sendo “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

A Lei 6.938/1981 tem por objetivo a:

Preservação, melhoria, e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Para atingir tal objetivo, a Lei 6.938/1981 apresenta alguns instrumentos, dos quais se destaca: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; zoneamento ambiental; licenciamento e a revisão das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; avaliação de impactos ambientais, incentivo a produção e instalação de equipamentos voltados para a melhoria da qualidade ambiental; criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público nas três esferas de governo; penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental, entre outros instrumentos normativos.

Entretanto, o que se observa é que muitos desses instrumentos não foram implementados, sendo necessária a adequação dos mesmos a realidade atual e aos objetivos que estão propostos.

É também na década de 1980 que é criado como órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que segundo Ross (1996) tem como atribuições estabelecer normas e critérios para licenciamento de atividades poluidoras e determinar a realização de estudos sobre as conseqüências de projetos públicos e privados. Porém, de acordo com Bastos e Almeida (1999) só a partir de 1986 que se estabelecem os critérios e normatizações para o licenciamento ambiental por meio dos Estudos de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

A Resolução 001/1986 do CONAMA elenca as atividades que necessitam de licenciamento ambiental, exemplificando: estradas, ferrovias, portos, aeroportos, aterros sanitários, oleodutos, gasodutos, distritos industriais, usinas de geração de eletricidades, obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, entre outros.

A atividade técnica exigida pelo EIA compete o diagnóstico ambiental de toda a área de influência do projeto, sendo necessária a completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações para caracterizar a situação ambiental da área anterior a implantação do projeto, considerando-se o meio físico, o meio biológico, os ecossistemas naturais e o meio sócio-ecomônico. Ross (1996) aponta que os EIAs e os RIMAs devem estabelecer as medidas mitigadoras que possam minimizar os efeitos dos impactos adversos previamente identificados e qualificados.

Posteriormente à consolidação do CONAMA pela Constituição Federal, as leis estaduais também passam a abordar a temática ambiental, dispondo sobre a criação dos Conselhos Estaduais do Meio Ambiente – CONSEMAS. Isso também se aplicou aos municípios que promulgaram suas leis baseadas nas federais e estaduais, “ajustando e detalhando suas especificidades de acordo com a realidade de cada lugar” (ROSS, 1996, p. 300).

A partir de 1998 passa a vigorar a Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605/1998, que assegura sobre a conduta e atividades classificadas como lesivas ao meio ambiente. O autor da degradação é responsável por promover a recuperação do dano, além do pagamento de multa e processo criminal.

Também em 1998 passa a desenvolver atividades o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, vinculado ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituído pela Lei 6.433 de 8 de janeiro de 1997. É de competência desse Conselho desenvolver regras de mediação entre os diversos usuários de água e a implementação dos recursos hídricos no país. Além disso, também promove a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estadual e aprova as propostas e as diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

A partir dessa Lei que se institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual considera a água um bem de domínio público, um recurso natural limitado e com valor econômico, definindo a bacia hidrográfica a unidade territorial ideal para implementação da referida política e para atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Estes foram os principais avanços em relação as políticas ambientais ocorridos em âmbito Federal. Já em relação as leis estaduais, as referências ao meio ambiente na Constituição do Estado do Paraná é promulgada em 1989, a qual prevê a defesa do meio ambiente e a qualidade de vida. Também assegura a proteção do meio ambiente, combate a poluição em qualquer de suas formas, preservação das florestas, fauna e flora e dá outras providências.

É importante frisar que as leis que regulamentam as questões ambientais no Estado seguem as promulgadas na esfera nacional. Merece destaque a Lei 7.389 de 12 de novembro de 1980 que pondera sobre as Áreas Especiais de Interesse Turístico localizadas nos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes e Paranaguá, em razão dessas localidades apresentarem condições climáticas especiais, paisagens notáveis, reservas e estações ecológicas, proteção dos recursos hídricos, acidentes naturais adequados a atividades recreativas, entre outras providências.

O Decreto 5.040 de 11 de maio de 1989 aprova o regulamento que define o Macro-Zoneamento da Região do Litoral Paranaense, tendo em vista a necessidade de compatibilizar as atividades produtivas com o potencial dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente para garantir o desenvolvimento da referida região.

Em relação aos recursos hídricos, salienta-se a Lei 12.726 de 26 de novembro de 1999 institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cuja unidade territorial para a implementação é a bacia hidrográfica. A finalidade principal é assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de águas de acordo com os padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável e por fim, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

O principal Decreto, tendo como base a Lei anteriormente descrita, é o 2.315 de 17 de julho de 2000, o qual estabelece as normas e critérios para a instituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas, cujo principal objetivo é promover a discussão de questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação de órgãos, entidades, instituições e demais pessoas físicas ou jurídicas intervenientes, realizando debates destinados ao fortalecimento da participação social e comunitária na gestão dos recursos hídricos.

Quanto a competência municipal, de acordo com Peters e Pires (2006) cada município pode ter seu quadro legal ambiental próprio, porém o mesmo deve estar perfeitamente acoplado ao sistema estadual e federal.

2.5 GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE AMBIENTAL

Segundo Argento (1994) as ciências vêm se desenvolvendo no sentido de aprofundar a diagnose dos fenômenos, para posteriormente chegar a uma melhor base prognóstica ou de controle dos mesmos. A geomorfologia também está se ajustando as técnicas modernas, a fim de acompanhar os avanços da informática, viabilizando interfaces com o sensoriamento remoto, com a cartografia computadorizada e com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs.

Conceitualmente pode-se afirmar que geoprocessamento consiste em um conjunto de técnicas computacionais que opera bases de dados georreferenciados, para transformá-los em informações relevantes, apoiando-se em estruturas de percepção ambiental que proporcione o máximo de eficiência nesta transformação (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Mendes e Cirilo (2001, p. 15), resgatam uma série de conceitos de geoprocessamento, destacando a definição: “um sistema de banco de dados com capacidade bem específica para dados referenciados geograficamente e bem como um conjunto de operadores para trabalhar com estes dados”.

Entretanto, a utilização do conhecimento das modernas técnicas de captura e interpretação dos dados ambientais não pode ser compreendida e empregada como uma metodologia em detrimento aos conceitos e metodologias de investigação ambiental, pois isso reduziria a geografia enquanto ciência.

As técnicas desenvolvidas a partir dos SIGs permitem manipular uma maior quantidade de informações, possibilitando estabelecer estratégias de ações e tomadas de decisões em espaços de tempo mais curtos em relação aos métodos tradicionais.

Botelho (1999, p. 292) assegura que:

O uso do geoprocessamento na edição e conjugação das cartas temáticas representa um forte aliado, que não deve ser dispensável. A entrada de dados no SIG, além de permitir várias possibilidades de conjugação, mantém esses dados disponíveis para eventuais repetições. Vale lembrar, entretanto, que ele não substitui os conhecimentos sobre a área adquiridos em campo, e nem tampouco os conhecimentos do pesquisador, que podem ser exigidos, por exemplo, no momento da correção de imperfeições na geometria das feições mapeadas.

Xavier-da-Silva (1994) afirma que o geoprocessamento é um instrumento poderoso para a investigação ambiental, pois permite tanto a análise setorizada quanto a pesquisa integrada da atuação de processos convergentes no tempo e no espaço geográfico.

Diante dessas novas técnicas é possível aprimorar as representações cartográficas que ilustram a realidade. Os mapeamentos contribuem para elucidação de eventuais problemas no meio ambiente, bem como viabilizam a elaboração de cenários ambientais. É indiscutível que todo o aparato tecnológico existente amplia o poder pragmático das ciências ambientais subsidiando com mais precisão as ações de planejamento. Destaca-se também a confiabilidade dos dados e a velocidade de manipulação das informações.

É fundamental ter em mente que a utilização das modernas tecnologias garante boa resolução cartográfica, porém não é suficiente para a elaboração de mapeamentos temáticos. É necessário, além de dominar as técnicas, ter conhecimento sobre a base conceitual do tema abordado e saber avaliar, intervindo quando necessário para controle de erros, nos produtos apresentados a partir do geoprocessamento.

Entre as muitas aplicabilidades do geoprocessamento e do SIG na avaliação ambiental destaca-se: criação de banco de dados geográficos incorporados ao objeto de investigação, análises geoestatísticas, abordagem holística ao geoplanejamento¹¹ processando concomitantemente informações quantitativas e qualitativas, facilidade para sobreposição de informações temáticas, gerenciamento de atividades como o uso do solo e questões sócio-ambientais, capacidade de associar as representações do mundo real em planos de informações sobrepostos, auxiliando e apoiando a tomada de decisões e o monitoramento dos recursos naturais.

É inegável o avanço que a utilização das geotecnologias proporciona para a análise ambiental, porém, Xavier-da-Silva (2004) ressalta que a utilização de técnicas e métodos modernos não deve ser gerador de deslumbramento inibindo o poder crítico de pesquisador, o qual deve estar ancorado em uma base teórica sólida e conceitual de seu campo de investigação, baseando-se também nas considerações epistemológicas. Sua atuação deve “ser guiada por objetivos ambiciosos, em coerência com os amplos recursos tecnológicos hoje disponíveis, mas deve almejar resultados exequíveis e socialmente justificáveis” (XAVIER-DA-SILVA, 2004, p. 24).

¹¹ Geoplanejamento consiste no tratamento qualificado da informação gerada pelo geoprocessamento, visando ao conhecimento integrado de um território, para subsidiar a elaboração de um procedimento e/ou normas de ação para melhor utilização dos recursos ambientais disponíveis (VEIGA e XAVIER-DA-SILVA, p. 194).

3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS-OPERACIONAIS E METODOLÓGICOS

Após as discussões descritas no embasamento teórico da pesquisa, fez-se a adaptação da metodologia escolhida para a realidade da área de estudo orientando-a para o diagnóstico, análise e gestão ambiental, na tentativa de integrar os fatores ambientais, sociais e econômicos presentes na bacia hidrográfica do rio Marumbi, a fim de tecer considerações que apontem perspectivas coerentes para ações de caráter aplicativo quanto à preservação, conservação e desenvolvimento sócio-econômico da mesma.

3.1 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS OPERACIONAIS

3.1.1 MATERIAIS UTILIZADOS

A escala adotada para o desenvolvimento da pesquisa foi 1:25.000. Sendo assim, a área estudada é compreendida por quatro cartas topográficas (Figura 04) da Divisão de Serviços Geográficos do Exército – DSG, elaboradas no ano 2002, obtidas junto à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, as quais são: MI 2843-3 SO (Serra do Marumbi), 2843-3 SE (Morretes), 2858-1 NO (Rio Marumbi) e 2858-1 NE (Rio Sagrado).

As informações referentes aos dados de vegetação foram fornecidos em ambiente digital, na escala 1:50.000, ano 2002, pelo Programa Pró-Atlântica da SEMA, por meio do Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná (SEMA, 2002b).

Quanto aos dados geológicos, também foram cedidos em formato digital, na escala 1:50.000, ano 2002, por meio do Programa Pró-Atlântica da SEMA em convênio com a Minérios do Paraná – MINEROPAR (SEMA, 2002a). É importante salientar que a área de abrangência destes dois mapeamentos corresponde a Serra do Mar, Planície Litorânea e Ilhas Interiores e parte do Vale do Ribeira. Para o presente trabalho extraiu-se dos mapeamentos mencionados a área equivalente a bacia hidrográfica do rio Marumbi.

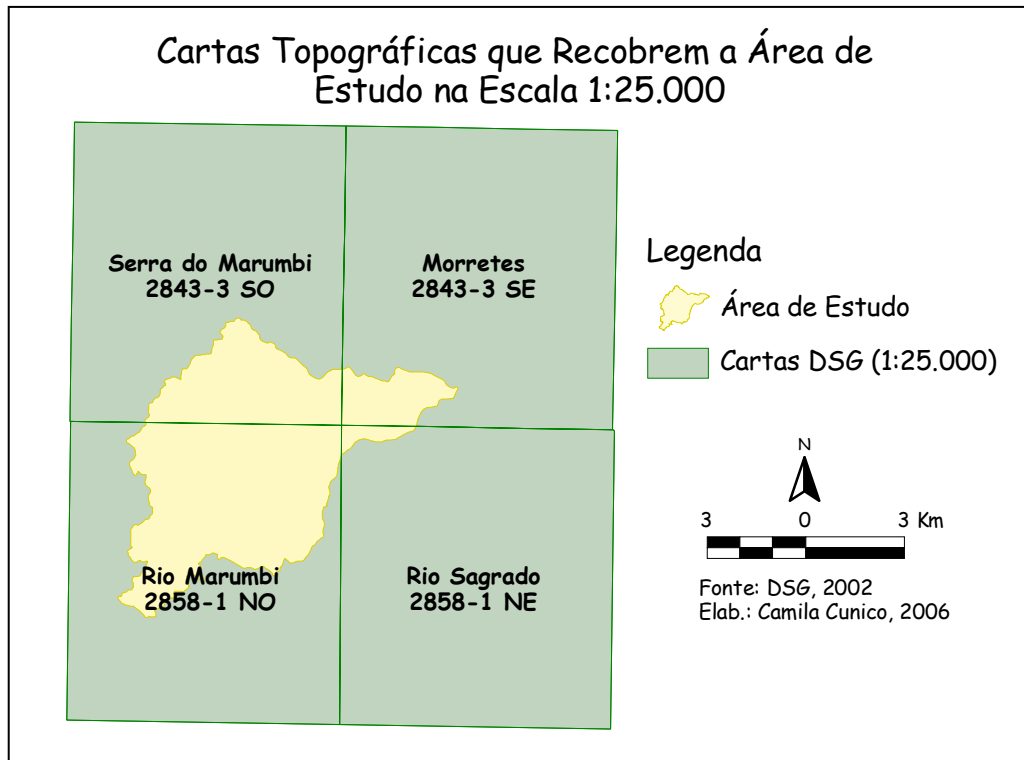


FIGURA 04 – ARTICULAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As classes pedológicas foram definidas baseadas no mapeamento desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (1984) e na proposta apresentada por Kozciak (2005), na tese de doutorado em Geologia Ambiental, intitulada Análise Determinística da Estabilidade de Vertentes na Bacia do Rio Marumbi – Serra do Mar – Paraná.

Para o estudo da variável pluviosidade foram utilizados os dados obtidos na Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA e no Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, referentes as estações: 2548000 (Morretes), 2548002 (Véu da Noiva), 2548027 (Marumbi), 2548038 (Morretes), 2548047 (São João da Graciosa) e 2548068 (Antonina).

Para as atividades de campo, utilizou-se de GPS para referenciamento das coordenadas dos pontos do roteiro de campo, que totalizaram 61 (Figura 05), sendo pertinente salientar que todas as estradas principais e secundárias foram percorridas, extraindo-se as coordenadas do último ponto de acesso.

Em relação ao armazenamento e geração das informações espaciais os *softwares* ArcView GIS 3.3 e respectivos módulos *Spatial Analyst* e *3D Analyst*, ENVI 3.4 e AutoCad 2000, CorelDRAW 10 e CartaLinx.

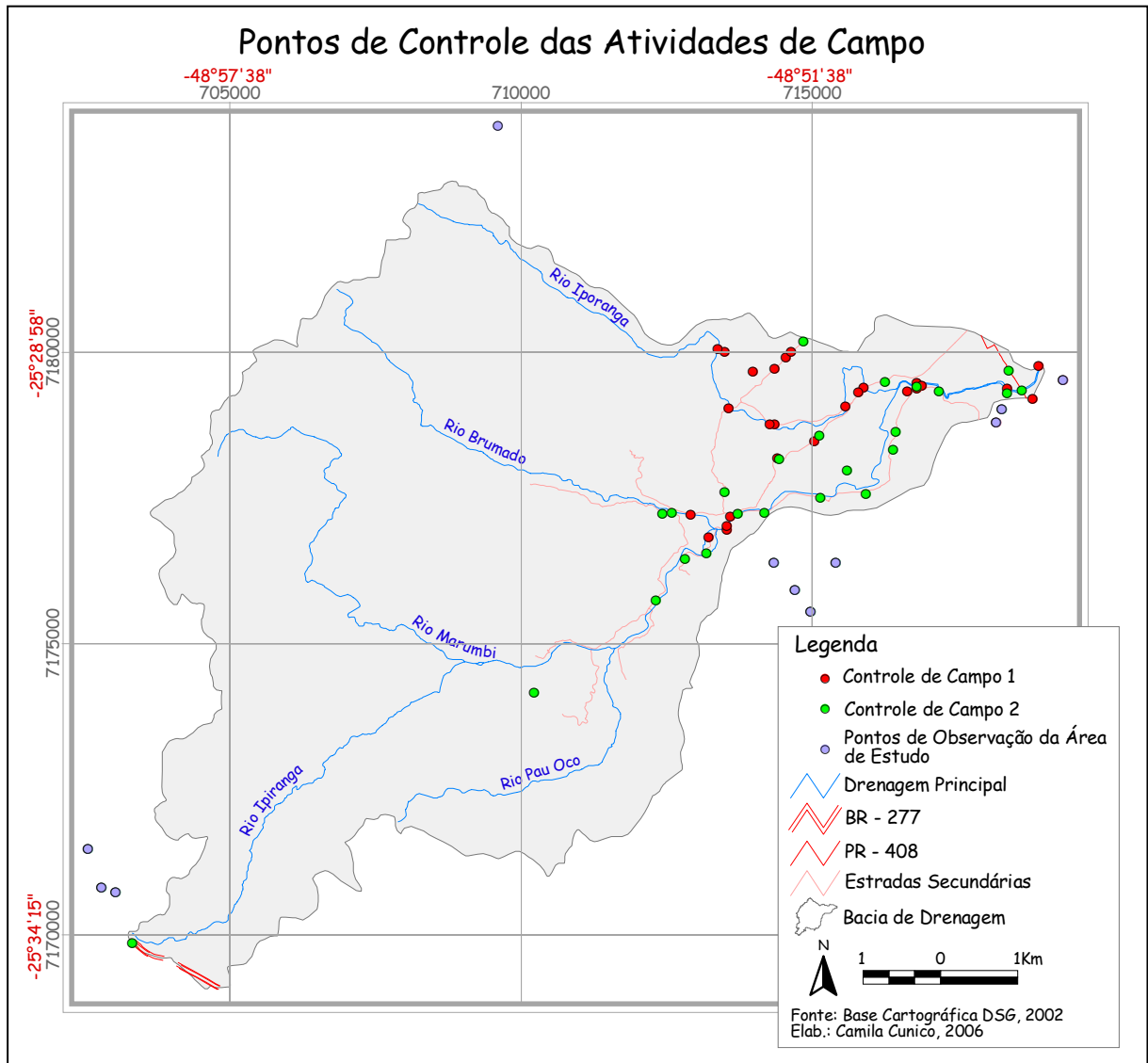


FIGURA 05 – PONTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES DE CAMPO

3.1.2 PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES TEMÁTICAS

As cartas topográficas foram obtidas em extensão *.PDF*, das quais foram extraídos dados tanto no formato *raster*, quanto no formato vetorial. Os dados *raster* foram georreferenciados e salvos em extensão *.TIF*, com o auxílio do *software ENVI 3.4*.

As cartas em formato *raster* e georreferenciadas são denominadas *ScanMaps*, sobre os quais delimitou-se a bacia hidrográfica em questão, considerando-se os seus divisores de drenagem, ou seja, a união dos topos que correspondem a porção do relevo da bacia mais elevada altimetricamente. É importante ressaltar que para a maior precisão do contorno da

área de estudo, o processo de vetorização do mesmo foi executado em uma escala mais detalhada, isto é 1:10.000.

Para a confecção das cartas temáticas que subsidiam a pesquisa, se fez necessário a extração das informações que correspondem as *layers* básicos, ou seja, os dados referentes a altimetria (curvas de nível e pontos cotados) e rede de drenagem, que possibilitam a geração dos demais mapas.

3.1.3 CURVAS DE NÍVEL

Conforme mencionado anteriormente, além dos dados em formato *raster* (*ScanMaps*) também foram obtidas as mesmas informações em formato vetorial. Estes últimos foram salvos em extensão *.DWG*, por intermédio do *software CorelDRAW 10*. Escolheu-se a referida extensão com o intuito de carregar os vetores em ambiente *AutoCAD 2000* e posteriormente georreferenciá-los.

Uma vez georreferenciados¹², os vetores foram separados em *layers* distintos – *layer* curvas de nível, *layer* pontos cotados e *layer* hidrografia, porém, os três *layers* gerados não apresentavam dados atributivos, ou seja, informações descritivas acerca das características das feições gráficas. No caso das curvas de nível, as respectivas cotas altimétricas deveriam ser inseridas, para tal, o procedimento seqüencial corresponderia na inserção dos valores manualmente, no entanto, os vetores encontravam-se segmentados devido à junção das cartas.

Com o objetivo de simplificar o procedimento supracitado exportou-se o *layer* curvas de nível em extensão *.DXF*, para que o mesmo pudesse ser aberto em ambiente *CartaLinx*. Neste *software* efetuou-se a união semi-automática dos segmentos, por meio do recurso denominado *Snap*.

Seqüencialmente, as curvas de nível foram abertas no *software ArcView GIS 3.3*, convertidas para extensão *.SHP*, a qual possibilita processar e editar os arquivos neste *software*, inserindo-se as cotas de cada uma das curvas manualmente. As mesmas foram divididas em duas camadas de informação distintas: curvas mestras, com eqüidistância de 50 metros e curvas intermediárias, cuja eqüidistância é de 10 metros.

¹² Dados e informações relacionados a um sistema de coordenadas de um mapa plano e às respectivas coordenadas do mundo real.

3.1.4 PONTOS COTADOS

Da mesma forma que as curvas de nível, os pontos cotados não possuíam valores altimétricos, apresentando ainda o agravante de estarem representados por feições lineares, em vez de feições pontuais. Diante disto, em ambiente *ArcView GIS 3.3* criou-se um novo *layer* com vetores pontuais para os pontos cotados, no qual os valores altimétricos foram inseridos manualmente, totalizam 619, tomando-se como referência os *ScanMaps*.

3.1.5 HIDROGRAFIA

O *layer* hidrografia originalmente era composto por pontos e linhas, o que impede a união semi-automática dos segmentos, a exemplo do procedimento utilizado no *layer* curvas de nível. Sendo assim, com o auxílio do *software ArcView GIS 3.3*, executou-se manualmente a união dos segmentos que compõem a rede hidrográfica da bacia de drenagem do rio Marumbi.

Simultaneamente efetuou-se a hierarquização da rede de drenagem, conforme metodologia proposta por Strahler¹³ (1952) *apud* Christofoletti (1974). Nesta metodologia os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se da nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem. Os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem. Os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem e recebem tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Após esses procedimentos descritos foi possível confeccionar as demais cartas temáticas necessárias para a pesquisa. Mesmo sendo preciso processar uma grande quantidade de informações e domínio de diferentes *softwares* para tal, os dados gerados apresentam-se confiáveis e com qualidade superior, como pode ser observada na Figura 06.

¹³ STRAHLER, A. N. Dynamic Basis of Geomorphology. Geol. Soc. America Bulletin, 1952.

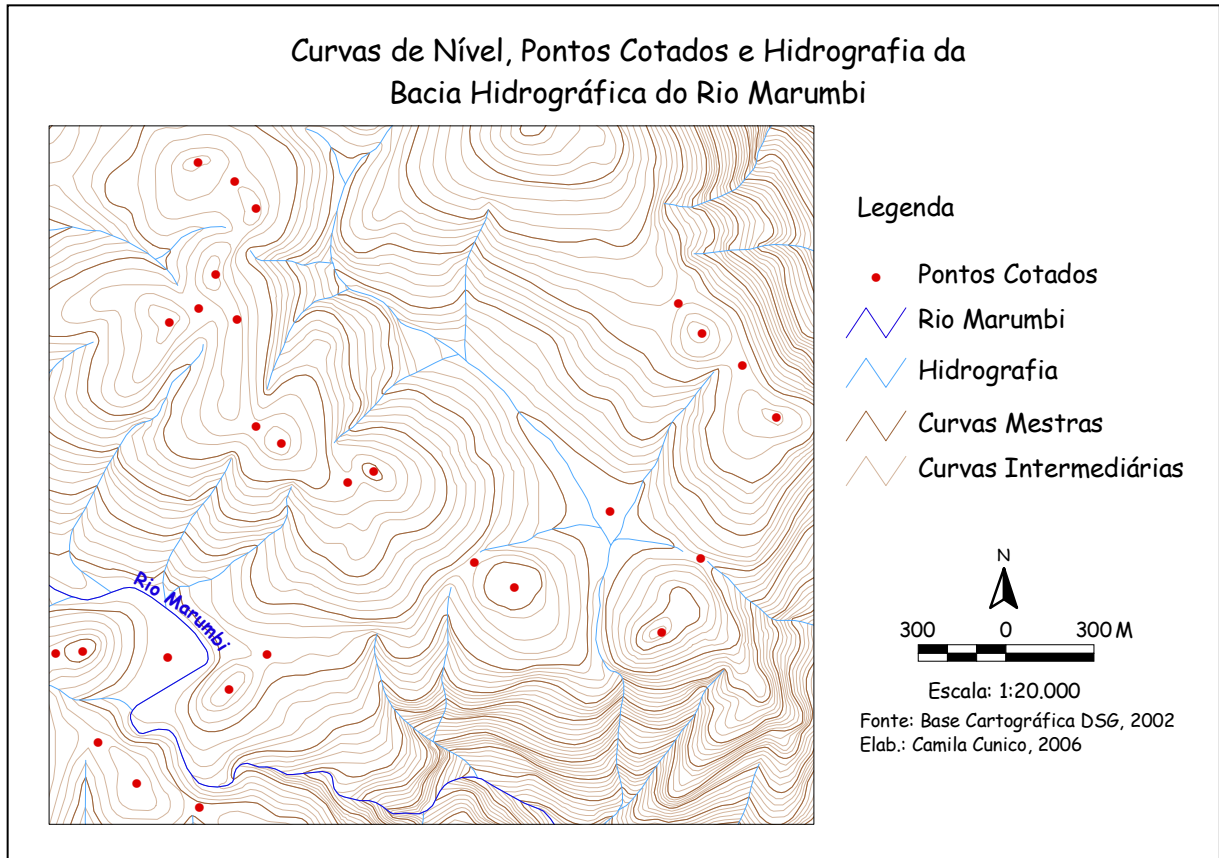


FIGURA 06 – EXEMPLIFICAÇÃO DOS *LAYERS* BÁSICOS UTILIZADOS NA PESQUISA

3.2 TÉCNICAS ADOTADAS PARA ELABORAÇÃO DAS CARTAS TEMÁTICAS

3.2.1 CARTA DE HIPSOMETRIA

A carta de hipsometria foi confeccionada a partir da interpolação entre os dados relativos ao limite da bacia de drenagem, curvas de nível, pontos cotados e hidrografia. Utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento *create TIN for features*, disponibilizada na extensão *3D Analyst*, do software *ArcView GIS 3.3*. É importante salientar que o software utiliza um método de triangulação irregular no terreno, que por sua vez constitui o modelo tridimensional.

Após esse procedimento definiu-se o número de classes, os intervalos entre as mesmas e as respectivas cores utilizadas. A distribuição das classes de altitudes de uma carta hipsométrica varia de acordo com a amplitude altimétrica (ponto mais elevado e menos elevado da bacia). Na área da pesquisa totalizam treze, que variam de altitudes inferiores a 25

metros até 1.520 metros. Salienta-se que a utilização dessa quantidade de classes revelou-se como a mais adequada para a valorização dos diferentes compartimentos topográficos da área de estudo, justificando a escolha da mesma.

A variação de cores buscou refletir, conforme padrão internacional, a noção de incremento de relevo: verde para as áreas mais baixas, passando para o amarelo, laranja e marrom, à medida que a altitude se mostra mais expressiva.

Essa carta temática não é utilizada diretamente na metodologia, porém a elaboração da mesma justifica-se na necessidade de caracterização da topografia da área de estudo, auxílio na delimitação da amplitude altimétrica e principalmente para gerar a carta clinográfica, uma vez que é a partir da hipsometria que esta é derivada.

3.2.2 CARTA CLINOGRÁFICA

A carta clinográfica foi confeccionada a partir da carta de hipsometria, pois quando se cria um Modelo Digital do Terreno é possível estabelecer uma série de outras informações, entre elas a referida carta. Assim, basta selecionar a opção *Derive Slop*, presente na extensão *3D Analyst* e da mesma forma que a anterior definir as classes.

Deve-se salientar que as classes criadas pelo *software* são expressas em graus sendo necessário a conversão das mesmas em porcentagem. Para transformá-las é necessário aplicá-las na fórmula: $X/100 * \text{inverso da tangente}$, sendo que X corresponde aos valores em graus.

Na metodologia sugerida por Crepani, *et al* (2001), as classes clinográficas e seus respectivos valores não se apresentaram como adequados para a área de estudo, uma vez que homogeneizam a variação das inclinações, em função dos intervalos de classes se constituírem muito amplos, mas oportuno para a utilização em áreas cuja topografia não seja tão acentuada.

Sendo assim, as classes estabelecidas para a confecção desta carta temática, procurando refletir a intensidade clinográfica no terreno, foram definidas a partir do trabalho proposto por Biase (1995). Na Tabela 01 é possível verificar as classes sugeridas por ambos os autores.

TABELA 01 – CLASSES CLINOGRÁFICAS

Crepani, et al (2001)		De Biase (1995)	
Decliv. (%)	Decliv. (°)	Decliv. (%)	Decliv. (°)
< 2	< 1.14	< 5	< 2.86
2 – 6	1.14 – 3.43	5 – 12	2.86 – 6.84
6 – 20	3.43 – 11.30	12 – 30	6.84 – 16.69
20 – 50	11.30 – 26.56	30 – 47	16.69 – 25.17
> 50	> 26.56	> 47	> 25.17

Fonte: Crepani, *et al* (2001); Biase (1995).

Org.: Camila Cunico, 2006.

A proposta de Biase (1995) revelou-se como a mais adequada, pois valoriza as variações da morfologia da bacia analisada, uma vez que esses intervalos estabelecidos foram elaborados para aplicação em estudos da região costeira brasileira. Oka-Fiori e Canali (1998) Oka-Fiori, *et al* (2002) também utilizam os mesmos intervalos de classe para estudos no litoral paranaense.

Em relação a representação cartográfica, as cores adotadas no mapeamento sugerem uma noção de incremento clinográfico, ou seja, atribuíram-se tons de claros (amarelos) para os segmentos cuja topografia caracteriza-se por segmentos mais planos, enquanto que os tons de laranja e vermelho foram utilizados para representar inclinações mais expressivas no relevo.

3.2.3 CARTA DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

De acordo com Ross (1990) a dissecação do relevo é uma variável física que indica e auxilia na caracterização da vulnerabilidade natural do ambiente. É definida por este autor como a densidade de drenagem associada ao grau de entalhamento dos canais, promovendo uma rugosidade topográfica. Dessa forma, a intensidade de dissecação está relacionada a porosidade e permeabilidade dos solos e das rochas que compõem o relevo.

A maior ou menor intensidade de dissecação do relevo é facilmente identificada nas cartas topográficas a partir da amplitude dos interflúvios (distância entre os canais de drenagem), podendo também ser obtida pela densidade de drenagem.

Para a confecção desta carta temática optou-se por medir a distância entre os canais de primeira ordem, delimitando-se os polígonos de acordo com a amplitude encontrada.

3.2.4 CARTA DE AMPLITUDE ALTIMÉTRICA

A carta de amplitude foi confeccionada a partir da análise da hipsometria, clinografia, dissecação do relevo e geologia, sendo pré-estabelecidos quatro diferentes compartimentos, os quais foram delimitados manualmente no *software ArcView GIS 3.3*.

De acordo com a metodologia adotada na pesquisa, a carta clinográfica, dissecação do relevo e amplitude altimétrica definem a carta de geomorfologia necessária para compor a equação de vulnerabilidade morfodinâmica natural. Porém, na tentativa de detalhar melhor a respectiva variável, optou-se por confeccioná-la utilizando também como critério de análise as formas de vertentes.

3.2.5 CARTA DE FORMAS DE VERTENTES PREDOMINANTES

Via de regra, o relevo apresenta diversas formas de vertentes, consequência dos processos morfogenéticos, desde superfícies próximas à horizontal (planas ou suavemente inclinadas) até próximas a vertical (retilíneas ou escarpadas). Tradicionalmente, a classificação das mesmas resulta em perfis côncavos, convexos, retilíneos e os perfis compostos, também denominados de complexos, ou seja, vertentes constituídas pela associação de curvaturas, como as côncava-convexas e as convexa-côncavas.

No entanto, para a pesquisa, as vertentes foram classificadas entre os três primeiros perfis citados (Figura 07), utilizando-se da proposta de Müller Filho e Sartori (1999), que as diferenciam a partir da observação da forma assumida pelas curvas de nível na carta topográfica e sua seqüência altimétrica crescente ou decrescente.

Segundo o perfil assumido pelas curvas de nível, as vertentes podem ser:

- **Retilínea:** as curvas de nível apresentam igual afastamento entre elas,

- **Côncava:** o afastamento gráfico entre as curvas de nível aumenta à medida que as altitudes decrescem, ou seja, elemento de curvatura negativa.
- **Convexa:** à medida que as altitudes decrescem, o afastamento entre as curvas de nível torna-se cada vez menor, ou seja, elemento de curvatura positiva.

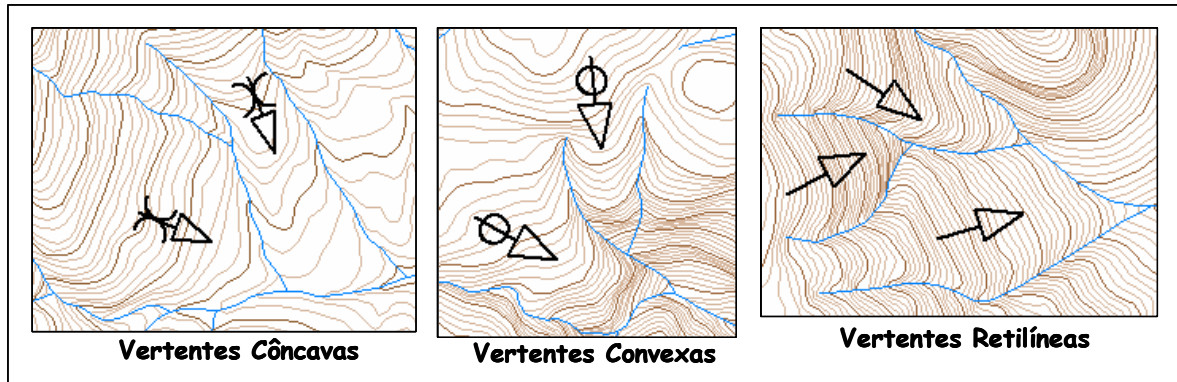


FIGURA 07 – DESENHO ESQUEMÁTICO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE VERTENTES

Para a inserção dos símbolos sobre a base cartográfica digital adotou-se o seguinte procedimento: em ambiente *ArcView GIS 3.3* criou-se um tema linear denominado vertentes, neste inseriu-se segmentos indicando a orientação das vertentes selecionadas. À medida que se traçavam os segmentos, eram acrescentados os atributos com as respectivas formas das vertentes. Após a identificação, exportou-se os vetores para o *software AutoCAD 2000*, neste foi inserida a simbologia, bem como efetuou-se a rotação dos símbolos conforme a direção das vertentes. Por fim, as informações geradas foram novamente salvas no formato de dados padrão do *software ArcView GIS 3.3*.

A carta confeccionada a partir da identificação das feições acima detalhadas corresponde a compartimentação por predomínio das formas de vertentes. Esta foi elaborado no *software ArcView GIS 3.3* de acordo com a proposta de Hendler (2003) e Boiko (2004) a qual emprega para definição dos polígonos de predominância os aspetos físico-naturais do relevo, utilizando como limites a rede de drenagem, a delimitação da planície e os divisores secundários de água. Seguindo esta mesma proposta, estipulou-se que para o fechamento do polígono seria necessário no mínimo três vertentes iguais, ocorrendo somente uma ou duas, seriam agrupadas ao polígono predominante mais próximo.

3.2.6 CARTA DE GEOLOGIA

Quanto a elaboração desta carta temáticas, a área de estudo compreende duas cartas geológicas na escala 1:50.000 elaboradas pela SEMA (2002a) em convênio com a MINEROPAR, as quais foram mosaicadas e apresentadas em um único arquivo por meio da extensão *GeoProcessing Wisard*, comando *merge themes together*, disponíveis no *software ArcView GIS 3.3*. Após, extraiu-se a área interna da bacia hidrográfica estudada, utilizando-se para tal o comando *clip one theme based on another*, também encontrada na mesma extensão que o anterior.

É importante destacar que, os vetores de geologia já apresentavam dados atributivos, ou seja, a entidade gráfica já se encontrava associada a um banco de dados em forma de tabela, não sendo necessária à inserção dos mesmos. Esse mesmo procedimento operacional foi adotado para se obter a geologia estrutural.

3.2.7 CARTA DE PEDOLOGIA

Em relação as classes pedológicas, o mapeamentos disponíveis para a área de estudo refere-se ao desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (1984) na escala 1:600.000 e a proposta de Kozciak (2005) que realizou, em função da escala inadequada para estudos de detalhe, ajustes cartográficos por meio da sobreposição de imagem de satélite e demais feições físico-naturais.

No entanto, a carta de solos utilizada nesta pesquisa foi elaborada baseando-se nos trabalhos supracitados, porém redefinindo-se os limites das unidades pedológicas, a fim de adequá-las ao objetivo do trabalho.

Sendo assim, utilizou-se o método dos mapas Generalizados e Esquemáticos, que conforme Lepsch (2002) as classes de solos são definidas a partir dos principais fatores formadores dos mesmos, ou seja, por meio da correlação da clinografia, hipsometria e geologia, tomando-se como base os mapas de solos já existentes. Portanto, não houve a realização de atividades de campo específicas para o estudo dos solos, sendo que as fontes empregadas são dados secundários.

Dessa forma, delimitaram-se três grupos de solos com características distintas. A classe de Gleissolos definida a partir dos sedimentos recentes do quaternário, baixas altitudes e áreas planas ou suavemente onduladas. A classe dos Afloramentos Rochosos + Neossolos Litólitos que apresenta características inversas da anterior, portanto, áreas com altitudes significativas (acima de 1.000 metros acima do nível do mar) e clinografia acentuada, predominando as classes de 30 – 47% e superior a 47%. Por fim, a classe de Cambissolos, que nos mapeamentos pré-existentes são a classe predominante, também associados a incidência de relevo fortemente ondulado.

3.2.8 CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA

Da mesma forma que a geologia, a área de estudo compreende duas cartas de uso e cobertura da terra na escala 1:50.000 elaboradas pela SEMA (2002b), as quais foram editadas e mosaicadas para serem visualizadas em um único arquivo. Para tal, utilizou-se a extensão *GeoProcessing Wisard*, comando *merge themes together*, disponíveis no *software ArcView GIS 3.3*. Posteriormente, utilizou-se o comando *clip one theme based on another*, acessado na mesma extensão, para extrair área de interesse, ou seja, o recorte interno da bacia hidrográfica. Os vetores de vegetação já apresentavam dados atributivos não sendo necessária à inserção dos mesmos.

3.2.9 CARTA DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

Originalmente a metodologia sugere que para se obter o valor da intensidade pluviométrica, deve-se dividir o valor da pluviosidade média anual em milímetros pela duração do período chuvoso em meses, resultando nas isoietas de médias anuais. Deste modo, elegeu-se trabalhar com as seis estações pluviométricas localizadas nas imediações da área de estudo, as quais se encontram listadas na Quadro 02 e espacializadas na Figura 08. Essa quantidade de estações visa melhorar a amostragem de dados e conseqüentemente o resultado extraído do modelo geoestatístico de interpolação utilizado.

QUADRO 02 – ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA CARACTERIZAÇÃO DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI – PR

Código	Estação	Lat.	Long.	Alt.	Período	Operador
2548000	Morretes	-25.28	-48.50	8 m	1939 – Atual	ANA
2548002	Véu da Noiva	-25.26	-48.57	680 m	1940 – 1996	ANA
2548027	Marumbi	-25.30	-48.52	60 m	1948 – Atual	SUDERHSA
2548038	Morretes (Est. Exp. Frutas)	-25.30	-48.49	59 m	1965 – Atual	IAPAR
2548047	São João da Graciosa	-25.23	-48.52	159 m	1974 – Atual	SUDERHSA
2548068	Antonina	-25.36	-48.57	74 m	1974 – Atual	SUDERHSA

Fonte: IAPAR (2006) e SUDERHSA (2006).
Org: Camila Cunico, 2006.

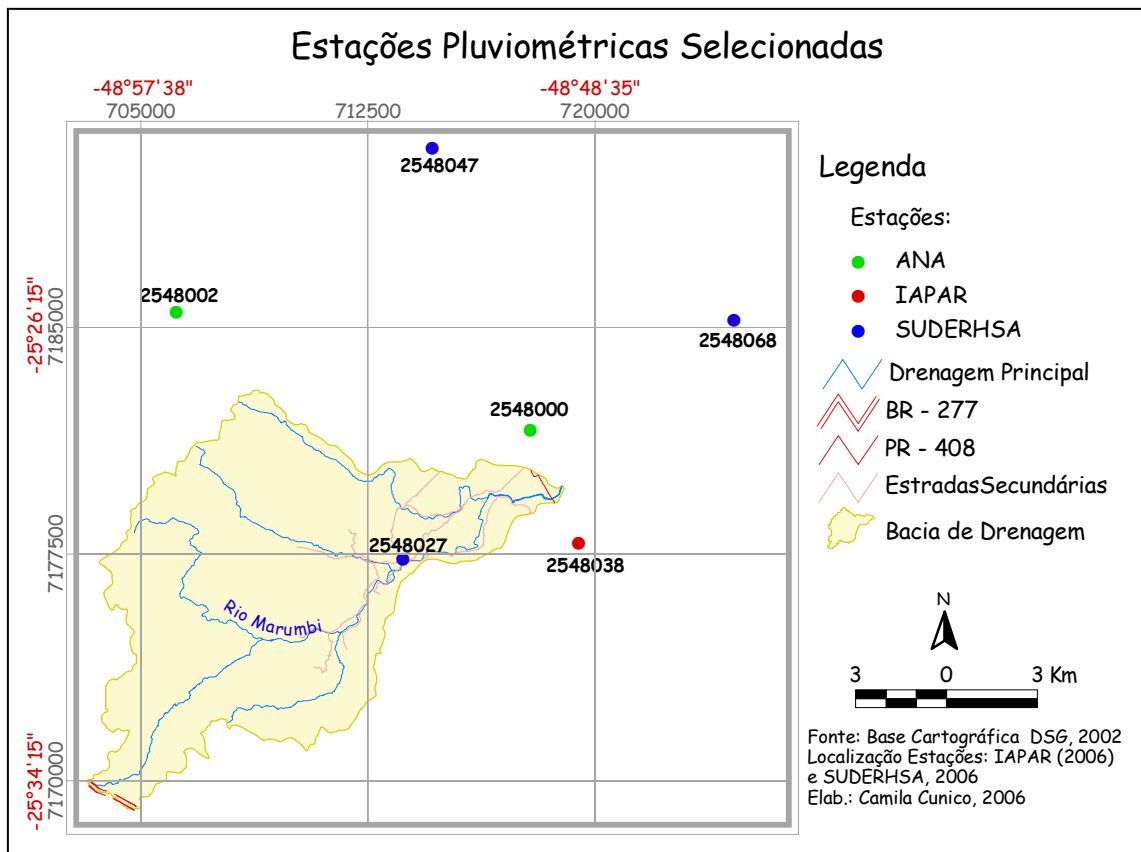


FIGURA 08 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS PARA CARACTERIZAÇÃO DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI - PR

Destaca-se que foi considerada uma série histórica de 30 anos (1975 – 2004), com exceção da estação 02548002 (Véu da Noiva) extinta em 1996. A estação 02548041 (Mananciais da Serra) e a estação 02548050 (Pilão da Pedra) foram excluídas da análise por apresentarem características pluviométricas distintas das encontradas na região litorânea uma vez que a primeira localiza-se no município de Piraquara, portanto na Região Metropolitana

de Curitiba. Já a segunda, apesar de sua localização geográfica pertencer ao município de Morretes, situa-se na divisa com São José dos Pinhais, desse modo as características pluviométricas registradas assemelham-se a anterior.

Apesar da região apresentar satisfatória distribuição anual de pluviosidade, nos meses de primavera e verão¹⁴ ocorre considerável incremento de precipitações, representando, portanto, os dois períodos sazonais com valores mais expressivos, ou seja, o período chuvoso. Esse fato denota o favorecimento para a formação de cenários com elevados graus de instabilidade, principalmente quando associados as diferentes tipologias de solos e as altas clinografias presentes na área de estudo.

O referido período chuvoso foi constatado a partir da confecção e interpretação dos gráficos de Pluviosidade Média Mensal (Figura 09) e Número Médio de Dias com Chuva (Figura 10) para cada estação trabalhada, utilizando-se para tal a série de dados anteriormente definida.

Para obter a variável intensidade pluviométrica fez-se uso das médias mensais da pluviosidade, observadas em cada estação, considerando-se como dias com chuva os valores acima de cinco milímetros. Assim, dividiu-se a média encontrada pelo total de meses do período chuvoso.

Quanto a confecção do mapa de intensidade pluviométrica, utilizou-se o recurso de interpolação *Spline Tencionado*, implementado na extensão *Spatial Analyst* do *software ArcView GIS 3.3*. Assim, para cada ponto amostral cria-se um área de influência do valor da pluviosidade que diminui a medida que a distância aumenta.

¹⁴ Os meses considerados para primavera são setembro, outubro e novembro, sendo o verão compreendido pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

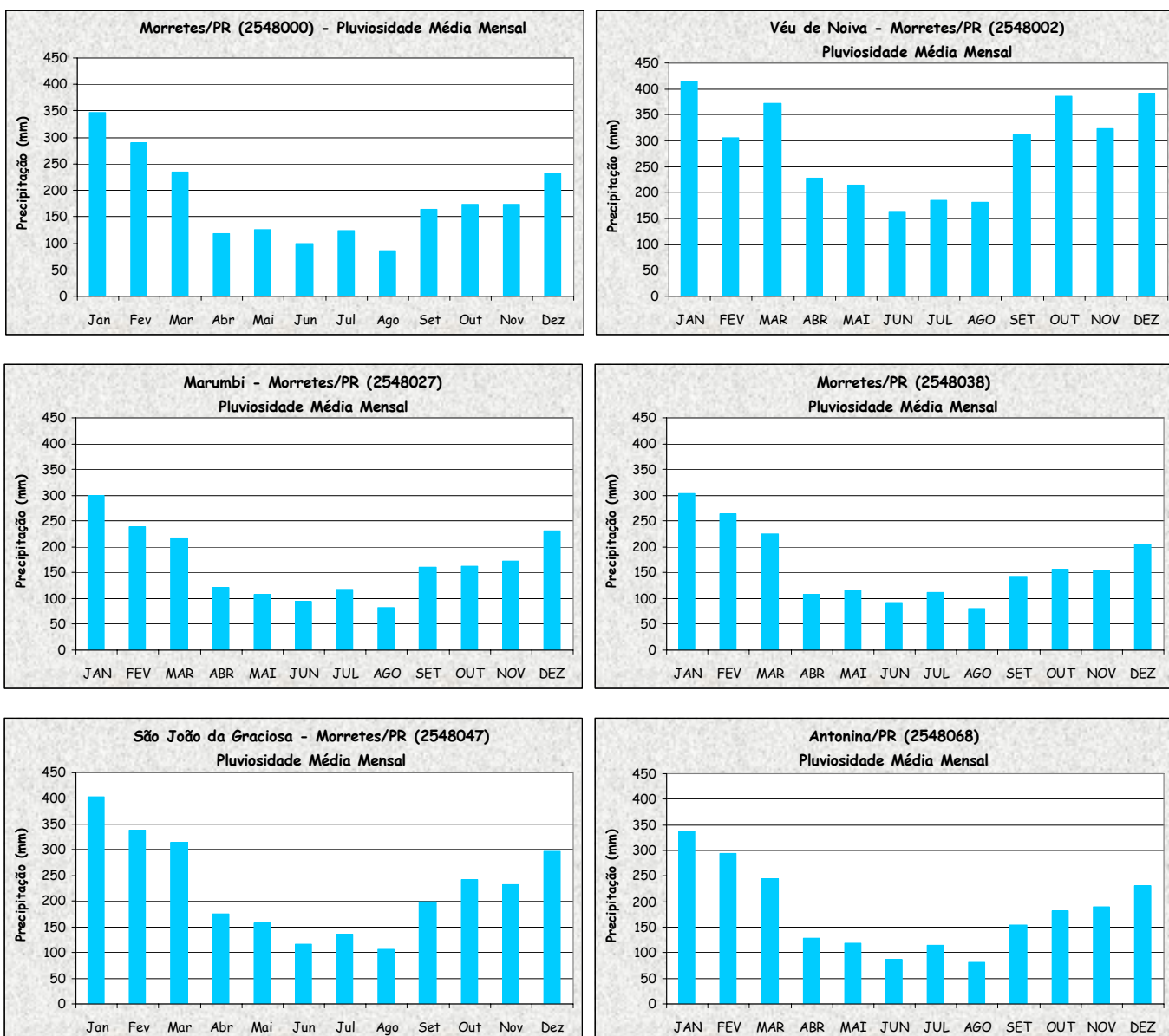


FIGURA 09 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA MENSAL
 FONTE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS: SUDERHSA (2006) E IAPAR (2006)
 EDIÇÃO DOS DADOS: FELIPE VANHONI JORGE (2006) ORG.: CAMILA CUNICO (2006)

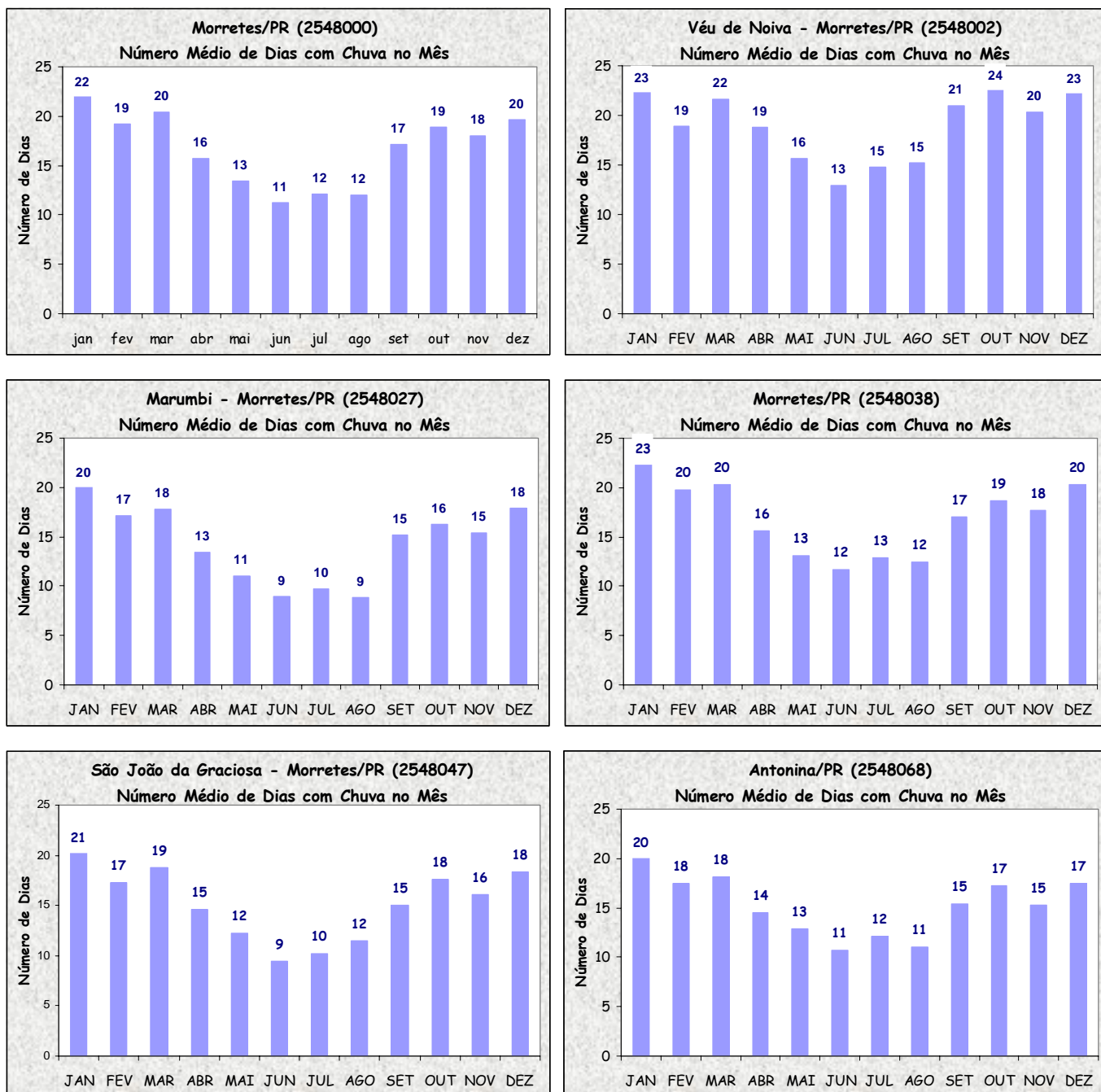


FIGURA 10 – NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVA
 FONTE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS: SUDERHSA (2006) E IAPAR (2006)
 EDIÇÃO DOS DADOS: FELIPE VANHONI JORGE (2006) ORG.: CAMILA CUNICO (2006)

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada baseia-se nas propostas desenvolvidas por Crepani, *et al* (2001), Becker e Egler (1996) e Mendonça (1999). Sendo assim, é dividida em dois momentos distintos:

- Avaliação do grau de vulnerabilidade morfodinâmica natural baseada nos estudos elaborados por Crepani, *et al* (2001), preconizados a partir da proposta de Ecodinâmica de Tricart (1977), acrescentando-se o uso de geotecnologias.
- Avaliação das condições sociais da área de estudo, por meio dos parâmetros de avaliação propostos por Becker e Egler (1996) e Mendonça (1999).

Como o objetivo principal do trabalho é analisar e avaliar as condições sócio-ambientais da área de estudo, coligaram-se as referidas propostas, pois Crepani, *et al* (2001) enfoca os aspectos físico-naturais, restringindo, portanto, as variáveis sócio-econômicas. Para suprir essa necessidade, optou-se por Becker e Egler (1996), porém, como a escala de trabalho é local ao invés de regional, foi preciso adaptar os parâmetros que refletem as condições sócio-econômicas ao detalhamento das informações obtidas *in loco* e ao recorte geográfico escolhido, ou seja, bacia hidrográfica. Dessa forma, utilizou-se como referencial a proposta desenvolvida por Mendonça (1999).

É pertinente salientar que dessa forma foi possível manter as especificidades dos processos naturais e dos processos sociais ao mesmo tempo em que promover a sua integração. Esse procedimento envolve a elaboração de várias cartas temáticas utilizadas para se propor um zoneamento, carta síntese, a partir da qual é possível subsidiar as ações de planejamento e gestão, baseada na sustentabilidade e na legislação ambiental existente.

3.3.1 METODOLOGIA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

A metodologia adotada para obtenção da vulnerabilidade morfodinâmica baseia-se no conceito de Ecodinâmica, porém associado a utilização das técnicas de geoprocessamento. Originalmente a primeira fase da metodologia consiste em definir Unidades Territoriais Básicas – UTBs, que podem ser consideradas unidades de paisagem natural ou polígonos de

intervenção antrópica. As UTBs são compreendidas como uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-las de suas vizinhas, porém, possuem vínculos dinâmicos que as articulam com as demais unidades (CREPANI, *et al*, 2001). No entanto, para esta pesquisa optou-se por não diferenciar a área de estudo em UTBs em função da homogeneidade das informações temáticas.

Apesar disto, todos os elementos (clima, geologia, geomorfologia, solos, uso e cobertura da terra) utilizados para definir as UTBs, foram representados por meio de cartas temáticas e avaliados observando-se a bacia hidrográfica integralmente, portanto, de maneira sistêmica, considerando para tal, as relações existentes entre os elementos físicos, bióticos e humanos. Para cada elemento supracitado aplicaram-se valores de vulnerabilidade definidos em função dos processos de morfogênese e pedogênese, ou seja, quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos. São atribuídos valores para cada um dos temas que variam de 1.0 (estável) a 3.0 (vulnerável).

Cada elemento físico-natural contribui de uma maneira para a vulnerabilidade do ambiente. A geologia é responsável pelas informações relativas ao grau de coesão das rochas que a compõem, inferindo-se, dessa forma, sua resistência ao intemperismo. Em rochas pouco coesas predomina os processos modificadores das formas de relevo, enquanto que nas rochas caracterizadas por serem bastante coesas, sobressai a formação de solos.

A geomorfologia oferece, para a caracterização da estabilidade das unidades, as informações relativas à morfogênese que influenciam de maneira marcante os processos ecodinâmicos. As informações morfométricas utilizadas são: a amplitude de relevo, a clinografia e o grau de dissecação. Essas informações permitem que se analise a energia potencial disponível para o escoamento superficial. Assim, em unidades de paisagens que apresentam valores altos de amplitude de relevo, clinografia e grau de dissecação, prevalecem os processos morfogenéticos, enquanto que em situações inversas exercem domínio os processos pedogenéticos.

A pedologia fornece as informações diretas do balanço morfogênese e pedogênese, ou seja, a caracterização morfodinâmica da maturidade dos solos, a qual indica se prevalecem os processos erosivos (morfogenéticos) que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou se há o predomínio das condições de estabilidade (pedogenético), permitindo solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos.

Tão importante quanto os demais elementos analisados, a cobertura vegetal representa a proteção da unidade de paisagem diante dos processos modificadores das formas de relevo, ou seja, evita o impacto direto das gotas de chuvas que promove a desagregação das partículas de solo, impede a compactação que diminui a capacidade de absorção de água, aumenta a capacidade de infiltração, a porosidade e a permeabilidade do mesmo.

Salienta-se também, que a cobertura vegetal adia o ingresso das águas derivadas das precipitações, pois o ingresso direto promove o incremento do *runoff*¹⁵ com o conseqüente aumento na capacidade de erosão. Assim, a unidade onde a cobertura é mais densa permite o desenvolvimento e maturação do solo, ou seja, preponderam os processos pedogenéticos, enquanto que os processos morfogenéticos ocorrem em unidades cuja cobertura vegetal se caracteriza por baixa densidade.

Quanto as informações climatológicas, representam a situação inversa da cobertura vegetal, ou seja, a intensidade pluviométrica definida a partir da pluviosidade anual e duração do período chuvoso, expõem a unidade de paisagem a situações de risco em função do excesso de água disponível para desencadear os processos erosivos. Portanto, situações de alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso, podem ser traduzidas como situações com quantidade de água excessiva para o *runoff*, reunindo as condições necessárias para o desenvolvimento da morfogênese. A baixa pluviosidade anual com distribuição em um maior período de tempo, revela situações de menor disponibilidade de água, ou seja, minimizando os riscos de erosão, prevalecendo a pedogênese.

No Quadro 03 encontra-se resumida as características de cada variável envolvida para a obtenção da vulnerabilidade natural e a relação morfogênese-pedogênese.

¹⁵ Fluxo superficial da água sobre as encostas.

QUADRO 03 – IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL A PARTIR DA RELAÇÃO MORFOGÊNESE-PEDOGÊNESE

VARIÁVEL FÍSICO-NATURAL	PROCESSO DE MORFOGÊNESE	PROCESSO DE PEDOGÊNESE
Geologia	Rochas pouco coesas	Rochas muito coesas
Geomorfologia	Elevada amplitude de relevo, clinografia e grau de dissecação	Baixa amplitude de relevo, clinografia e grau de dissecação
Pedologia	Solos jovens e pouco desenvolvidos	Solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos
Cobertura Vegetal	Densidade baixa	Densidade elevada
Intensidade Pluviométrica	Alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso	Baixa pluviosidade anual distribuída em um maior período de tempo

Fonte: Crepani, *et al* (2001).
Org.: Camila Cunico, 2006.

Dessa forma, a carta síntese de vulnerabilidade morfodinâmica natural resulta da média aritmética entre as classes de vulnerabilidade das variáveis em questão: clima (intensidade pluviométrica), geologia, geomorfologia (clinografia, dissecação do relevo, amplitude altimétrica, formas de vertentes predominantes), solos e uso e cobertura da terra. Porém, para melhor representar a potencialidade natural da área de estudo, optou-se por elaborar a carta de vulnerabilidade morfodinâmica natural considerando-se para tal somente os elementos que caracterizam os aspectos físico-naturais. A carta resultante foi correlacionada posteriormente com o uso e cobertura da terra.

Sendo assim, utilizam-se três equações: primeira, para definição da carta geomorfológica, segunda para a obtenção da carta de vulnerabilidade morfodinâmica natural, e terceira para a elaboração da carta de vulnerabilidade morfodinâmica natural considerando o uso e cobertura da terra, abaixo representadas:

$$R = \frac{G + A + C + V}{4} \quad (01)$$

Onde:

R: Vulnerabilidade para a Geomorfologia

G: Grau de Dissecação

A: Amplitude Altimétrica

C: Clinografia

V: Forma de Vertentes Predominantes

$$\mathbf{VN = \frac{GE + CL + R + S}{4}}$$

(02)

4

Onde:

VN: Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural

GE: Geologia

CL: Clima

R: Geomorfologia

S: Solos

$$\mathbf{VC = \frac{VN + VE}{2}}$$

(03)

2

Onde:

VC: Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural Considerando o Uso e Cobertura da Terra

VN: Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural

VE: Uso e Cobertura da Terra

A média entre os valores de cada um dos elementos indica a posição dos mesmos em uma escala de vulnerabilidade a erosão (Quadro 04). No entanto, quando os valores se aproximam de 1.0 indicam a categoria morfodinâmica estável, com predomínio de processos pedogenéticos. Valores próximos a 2.0 apresentam uma categoria de morfodinâmica intermediária, com equilíbrio entre os processos formadores de solos e de erosão. Valores próximos a 3.0 indicam uma categoria de instabilidade, no qual prevalecem os processos de morfogênese.

QUADRO 04 – CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

Categoria Morfodinâmica	Relação Pedogênese – Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1.0
Intermediária	Equilíbrio entre a Pedogênese e a Morfogênese	2.0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3.0

Fonte: Crepani, *et al* (2001).

Insiste-se em retomar que o grau de vulnerabilidade natural é estabelecido para cada variável envolvida, definindo-se o valor a partir dos processos de morfogênese e pedogênese, compondo um total de 21 classes, como pode ser observado no Quadro 05.

QUADRO 05 – ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

MÉDIA	GRAU DE VULNERABILIDADE
3.0	Vulnerável
2.9	
2.8	
2.7	
2.6	Moderadamente Vulnerável
2.5	
2.4	
2.3	
2.2	Medianamente Estável – Vulnerável
2.1	
2.0	
1.9	
1.8	Moderadamente Estável
1.7	
1.6	
1.5	
1.4	Estável
1.3	
1.2	
1.1	
1.0	

Fonte: Crepani, *et al* (2001).

A metodologia propõe a representação cartográfica das cartas temáticas, a partir da combinação das cores Azul, Verde e Vermelho. Assim, para o valor de maior estabilidade (1.0) associa-se a cor azul, ao valor de estabilidade intermediária (2.0) a cor verde e ao valor de maior vulnerabilidade (3.0) a cor vermelha. Para os valores situados entre estes citados,

utiliza-se uma variação na luminosidade das cores, ou seja, combinação entre o azul e o verde e entre o verde e o vermelho. Dessa forma, busca-se associar a tonalidade das cores frias (tons de lilás, de azul, de verde) a situações de tranqüilidade, enquanto que às cores quentes (tons de amarelo, de alaranjado, de vermelho), a situações de emergência, conforme Martineli (2003). As cores sugeridas para as representações cartográficas constam na Figura 11.

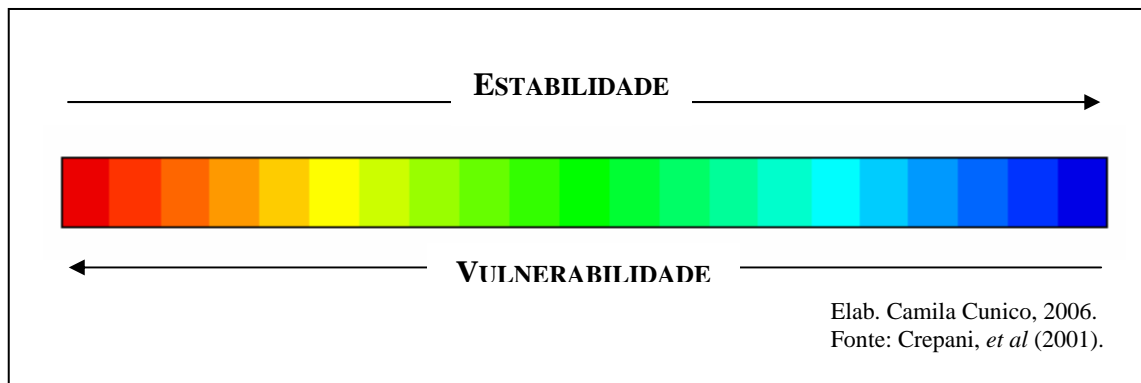


FIGURA 11 – SATURAÇÃO DAS CORES VERMELHO, VERDE E AZUL PARA OS DIFERENTES GRAUS DE VULNERABILIDADE

Em razão do nível informativo das cartas temáticas representadas optou-se por adotar cores que estejam associadas as variáveis em questão, reduzindo assim a quantidade sugerida das mesmas, facilitando a percepção das próprias cores e dos símbolos cartográficos utilizados e a interpretação adequada do tema espacializado.

3.3.2 METODOLOGIA DE POTENCIALIDADE SOCIAL

A carta de Potencialidade Social é muito utilizada em estudos de zoneamento sócio-ambiental, porém em áreas regionais, sendo assim, a metodologia utilizada está sendo adaptada ao recorte de análise de bacia hidrográfica. Portanto, ao invés de se identificar as estruturas produtivas regionais e suas incompatibilidades de usos, almeja-se identificar os fatores locais capazes de impulsionar o desenvolvimento e os conflitos de uso e ocupação com vistas ao estabelecimento de metas ambientais de gestão.

A metodologia original trabalha com quatro dimensões sociais: a natural, a humana, a produtiva e a institucional. Para cada um destes Becker e Egler (1996) definiram um conjunto de indicadores em dois níveis de agregação: o setor censitário e o município.

Mesmo se tratando de uma bacia hidrográfica de médio porte, não comporta a área do município no qual está inserida. Além disso, possui o agravante de localizar-se, quase que totalmente, no meio rural e em unidades de conservação. Os dados dos setores censitários que apresentam essas características ainda não são disponibilizados pelo IBGE¹⁶, sendo possível a aquisição dessas informações a partir do próximo censo demográfico.

Diante dessa situação, buscou-se definir parâmetros possíveis de serem coletados em campo e que ao mesmo tempo expressem as condições sócio-econômicas do local. Para tal, elaborou-se um roteiro sócio-ambiental com as informações mais revelando necessárias para o mapeamento (Anexo 02). Além desses, é importante identificar pontos relevantes para a análise, tais como: desmatamentos, depósito de lixo, lançamento direto de esgoto, erosão, solo exposto, extração de recursos naturais, agroindústrias, ocupações irregulares, edificações em locais impróprios, represamento de água, áreas de possíveis inundações, infra-estrutura turística, infra-estrutura hospitalar ou posto de saúde e escolas.

Todas essas informações foram utilizadas para se estabelecer diversas correlações e análises quanto à qualidade sócio-ambiental da bacia hidrográfica. Conforme Mendonça (1999), que trabalhou com esse recorte espacial e nível de informação, os dados da realidade em foco constituem parâmetros indispensáveis para a elaboração do planejamento e gestão ambiental da área.

Após a elaboração desse diagnóstico, fez-se o zoneamento das condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica, sob a perspectiva de hierarquização dos ambientes. A carta síntese foi elaborada objetivando classificar diferentes unidades, de acordo com suas características físico-naturais e sócio-econômicas. Podem ser assim classificadas:

- **Áreas Produtivas:** Consolidadas (utilizadas para o desenvolvimento humano) e Expansão (a serem utilizadas);
- **Áreas Críticas:** Conservação (em função de sua vulnerabilidade natural) e Recuperação (áreas com elevado grau de vulnerabilidade natural e utilização social intensa);
- **Áreas Institucionais:** Preservação Permanente e de Uso Restrito e Controlado.

É importante salientar que essa classificação das áreas deve levar também em consideração os aspectos relativos a legislação ambiental, principalmente o Código Florestal Brasileiro.

¹⁶ Informação verbal cedida por responsável do IBGE de Curitiba, Luís Alceu Paganotto, em maio de 2006.

Para melhor compreender a correlação entre as variáveis físico-naturais e os dados sócio-ambientais utilizados para a elaboração das cartas temáticas, elaborou-se o fluxograma apresentado na Figura 12.

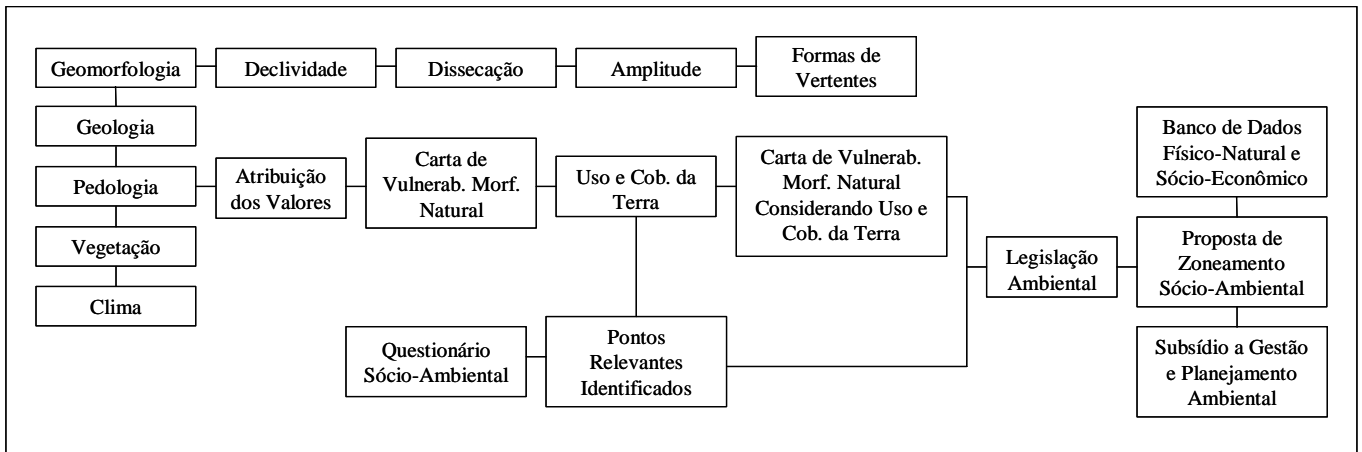


FIGURA 12 – FLUXOGRAMA ESQUEMÁTICO DA METODOLOGIA

3.4 ATRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

Cada carta temática elaborada apresenta, de acordo com os elementos representados, diferentes valores na escala de vulnerabilidade morfodinâmica, os quais serão abordados individualmente.

3.4.1 VULNERABILIDADE CLINOGRÁFICA

Segundo Mendes e Cirilo (2001) o relevo apresenta múltiplas funções na natureza, uma vez que os ciclos de matéria e energia dos processos físicos, químicos e biológicos existentes na bacia hidrográfica estão diretamente vinculados à topografia. Com o desenvolvimento e auxílio do geoprocessamento é possível estabelecer e aprofundar a descrição e a utilização numérica do terreno por meio de modelos.

Salomão (1999) afirma que a topografia do terreno influencia na intensidade dos processos erosivos, principalmente em função dos fatores clinográficos e do comprimento da rampa, ou seja, da vertente, pois interferem diretamente na velocidade das enxurradas.

Para Crepani, *et al* (2001, p. 57) a variável clinográfica “refere-se a inclinação do relevo em relação ao horizonte”, sendo sua análise indispensável, principalmente em estudos de vulnerabilidade, pois mantém relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em cinética, ou seja, com a velocidade da água em movimento responsável pelo *runoff*. Portanto, quanto maior o referido tema, maior a velocidade da água e sua capacidade de transporte de sedimentos, podendo causar erosões e modificar as formas de relevo, prevalecendo, então, os processos de morfogênese.

Assim, em vertentes com ângulo de inclinação elevado (30 – 47% e > 47%) os valores atribuídos na escala de vulnerabilidade aproxima-se de 2.5 e 3.0, o que indicam que se sobressaem os processos erosivos da morfogênese. As vertentes cuja inclinação apresenta-se entre 12 a 30% constituem uma classe intermediária, ou seja, existe um equilíbrio nos processos modificadores das formas de relevo e formadores de solos. No entanto, inclinações mais suaves como as encontradas nas classes de 0 – 5% e de 5 – 12%, por predominarem os processos pedogenéticos recebem valores de vulnerabilidade próximos a 1.0.

Na bacia hidrográfica do rio Marumbi, identificaram-se cinco classes de vulnerabilidade, as quais podem ser visualizadas na Figura 13. Na Tabela 02 verificam-se as classes e os valores de vulnerabilidade adotados na pesquisa.

TABELA 02 – CLASSES CLINOGRÁFICAS E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Clinografia		Vulnerabilidade	
(%)	(°)	Classes	Valor
< 5	< 2.86	Estável	1.0
5 – 12	2.86 – 6.84	Moderadamente Estável	1.5
12 – 30	6.84 – 16.69	Medianam. Estável-Vulnerável	2.0
30 – 47	16.69 – 25.17	Moderadamente Vulnerável	2.5
> 47	> 25.17	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001); Biase (1995).
Org.: Camila Cunico, 2006.

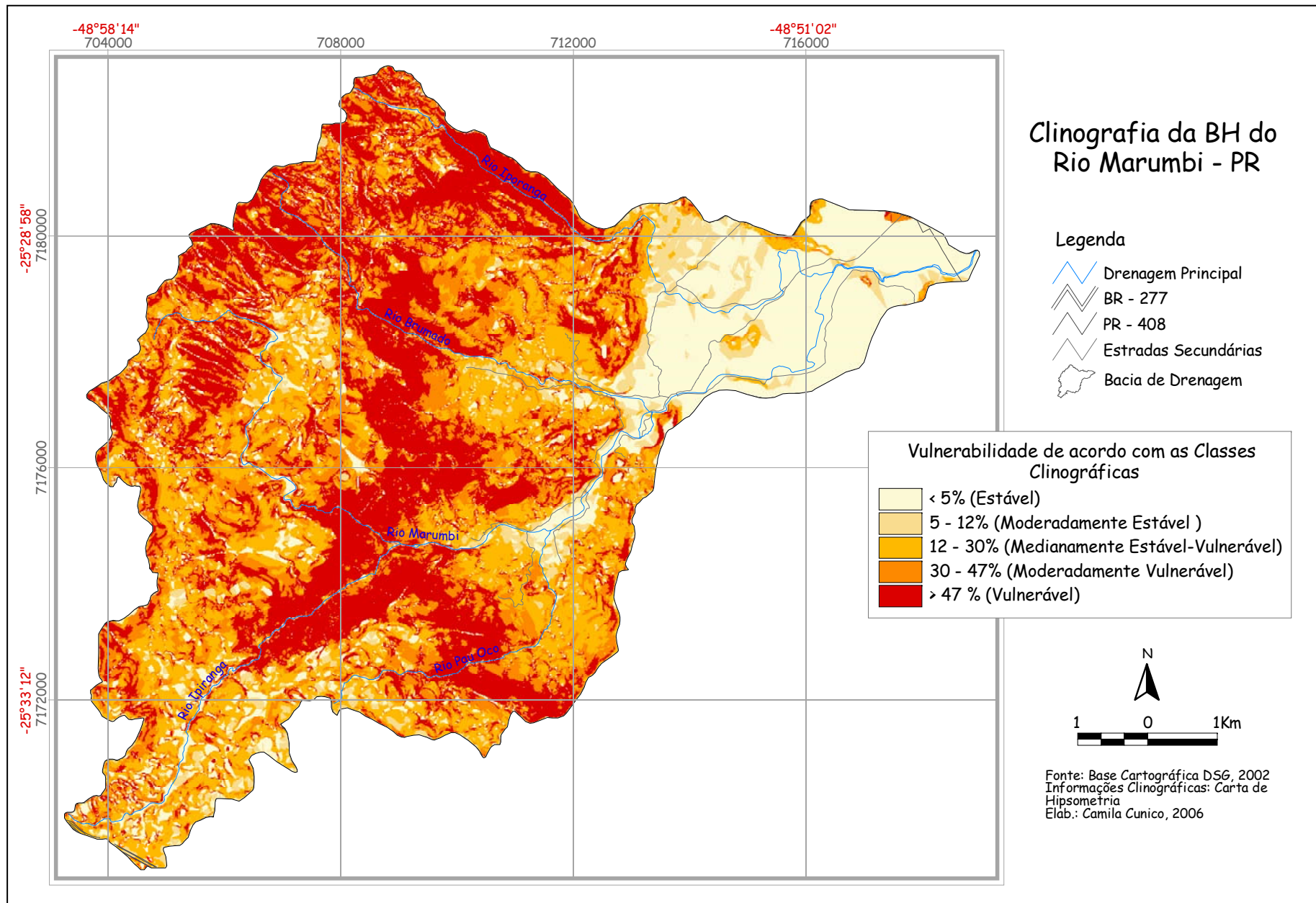


FIGURA 13 – CARTA DE VULNERABILIDADE CLINOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

3.4.2 VULNERABILIDADE A DISSECAÇÃO DO RELEVO

A dissecação do relevo é analisada a partir da quantidade de canais existentes e respectiva amplitude do interflúvio, configurando-se, portanto, como dissecação horizontal. Assim sendo, existe uma relação direta entre a quantidade de canais, a disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial e a ocorrência de processos modificadores do relevo ou formadores de solos.

Dessa forma, quanto maior a quantidade de canais, maior a disponibilidade hídrica e conseqüentemente maior é a dissecação do relevo, predominando a morfogênese. Nessas condições, o valor atribuído na escala de vulnerabilidade é 3.0 ou próximos a este. O contrário ocorre na menor intensidade de dissecação do relevo, quando os valores atribuídos estão mais próximos da estabilidade (1.0), proporcionando a pedogênese.

Na área de estudo, após medir os interflúvios, verificou-se que existem seis classes diferentes de dissecação, conforme a Figura 14. Porém, as mesmas, de acordo com a proposta metodológica sugerida por Crepani, *et al* (2001) apresentam valores altos de vulnerabilidade, os quais podem ser verificados na Tabela 03. Isso significa que existe uma grande quantidade de canais, com amplitude pequena entre os mesmos, maior quantidade de água em superfície para ser drenada em direção as partes mais baixas do terreno, ou seja, maior energia potencial para o *runoff*, possibilitando a ocorrência de processos erosivos da morfogênese.

TABELA 03 – CLASSES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Amplitude do Interflúvio	Classe	Valor
1251 – 1500 metros	Moderadamente Vulnerável	2.5
1001 – 1250 metros	Moderadamente Vulnerável	2.6
751 – 1000 metros	Vulnerável	2.7
501 – 750 metros	Vulnerável	2.8
251 – 500 metros	Vulnerável	2.9
< 250 metros	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).
Org.: Camila Cunico, 2006.

É importante salientar que o intervalo de classes apresentado segue os sugeridos pela metodologia, assim, amplitudes do interflúvio inferiores a 250 metros foram agrupadas e

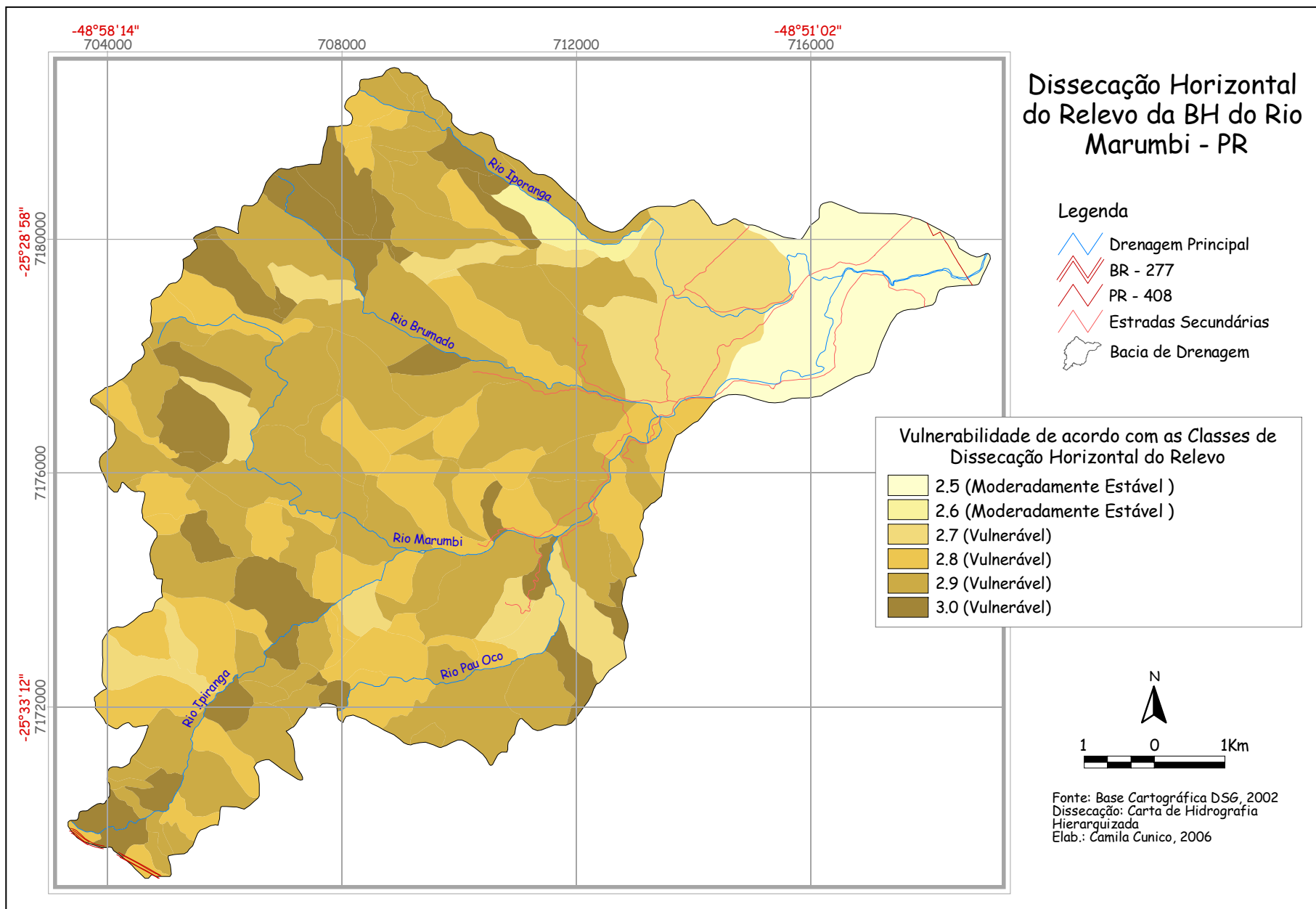


FIGURA 14 – CARTA DE VULNERABILIDADE A DISSECAÇÃO DO RELEVO DA ÁREA DE ESTUDO

contemplam a classe de maior vulnerabilidade. Os valores encontrados entre 251 e 500 metros também foram coligados para compor a classe imediatamente superior. E assim sucessivamente. Apesar das diferentes classes, pode-se afirmar que a bacia do Rio Marumbi apresenta grande dissecação do relevo, predominando no balanço morfogênese-pedogênese os processos modificadores do relevo.

3.4.3 VULNERABILIDADE A AMPLITUDE ALTIMÉTRICA

Crepani, *et al* (2001) enfatiza que a amplitude altimétrica está relacionada com a dissecação do relevo, sendo um indicador de energia potencial disponível para erodir o solo. Portanto, existe uma relação intrínseca entre a amplitude topográfica, energia potencial e balanço morfogênese-pedogênese.

Na metodologia utilizada, quando os valores na escala de vulnerabilidade se aproximam de 3.0, traduzem situações de maior possibilidade de processos modificadores do relevo, por outro lado, os menores valores (próximos de 1.0) indicam maior estabilidade, prevalecendo os processos formadores de solos.

Na bacia em questão, após analisar as diferenças hipsométricas, a clinografia, a dissecação do relevo e a geologia, definiram-se quatro compartimentos com características específicas, que correspondem a amplitude altimétrica (Figura 15), para os quais foram atribuídos os valores de vulnerabilidade, conforme a Tabela 04.

TABELA 04 – CLASSES DE AMPLITUDE ALTIMÉTRICA DO RELEVO E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Compartimento	Amplitude Altimétrica	Classe	Valor
Compartimento 1	77 – 84.5 metros	Moderadamente Estável	1.7
Compartimento 2	> 200 metros	Vulnerável	3.0
Compartimento 3	> 200 metros	Vulnerável	3.0
Compartimento 4	> 200 metros	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).
Org.: Camila Cunico, 2006.

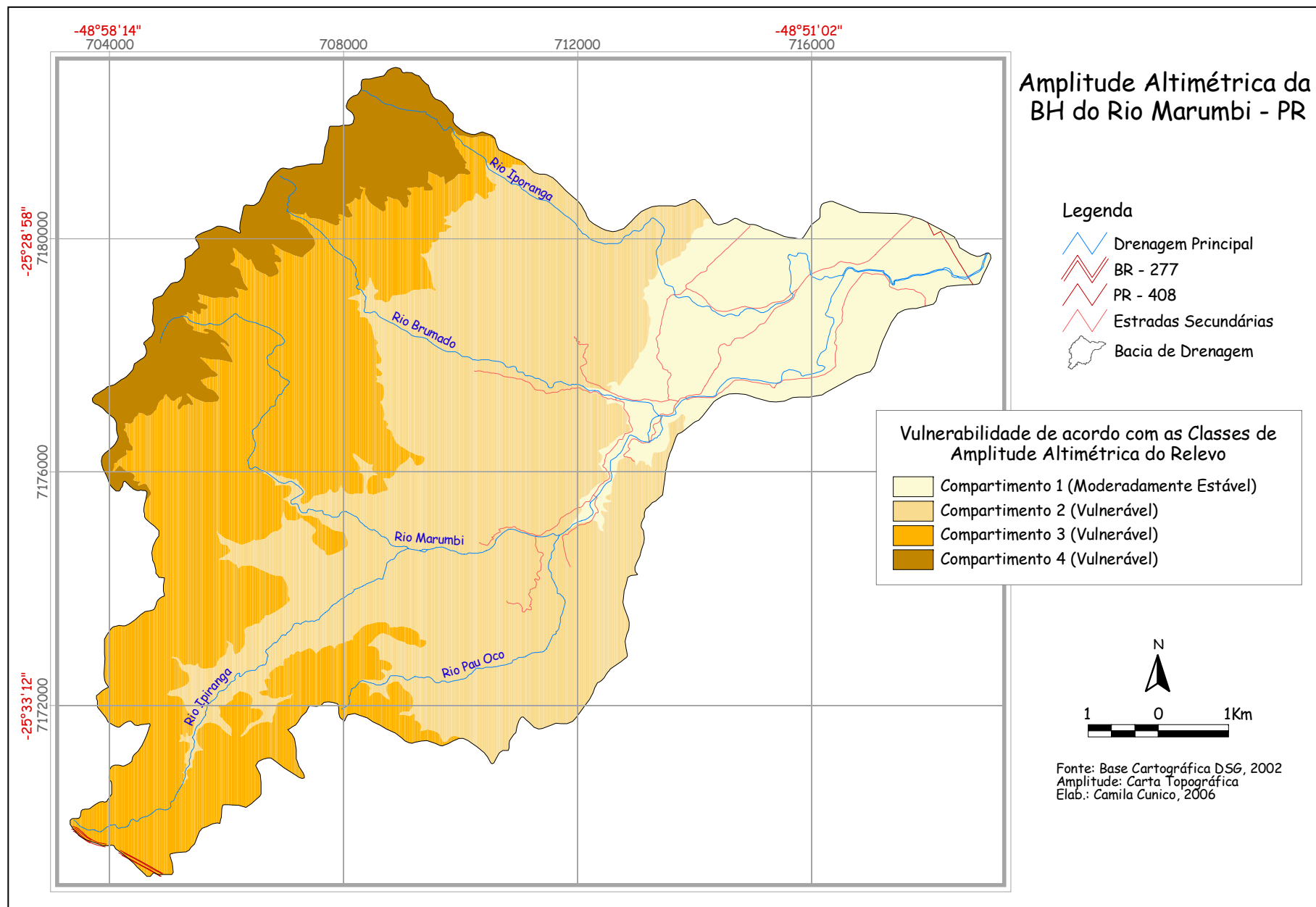


FIGURA 15 – CARTA DE VULNERABILIDADE A AMPLITUDE ALTIMÉTRICA DA ÁREA DE ESTUDO

O primeiro compartimento varia de altitudes inferiores a 10 metros até 80 metros, sendo assim definido como o compartimento de planície. Sua litologia corresponde aos sedimentos recentes, tais como os aluviões indiferenciados, compostos por Areia, Silte e Argila. Topograficamente o relevo apresenta-se bastante plano ou suavemente ondulado com clinografia inferior a 5%. Neste também ocorrem as principais concentrações antrópicas e suas atividades derivadas.

À medida que a clinografia torna-se expressiva, é mais comum a presença de eventos geotécnicos, como os deslizamentos. Respalda neste fato, delimitou-se o segundo compartimento de amplitude altimétrica, cuja variação é de 81 metros a 850 metros. O relevo apresenta-se bastante íngreme, com aclividades/declividades superiores a 47%, observando-se as maiores clinografias da área de estudo, sendo geologicamente composto por Migmatitos e Gnaisses. É nesta porção da bacia hidrográfica do rio Marumbi que, conforme Kozciak (2005), é possível identificar deslizamentos ou reconhecer a evidência dos mesmos.

O terceiro compartimento varia de 851 metros a 1200 metros, sendo delimitado em função de apresentar características de clinografia e geologia que o distingue o anterior, ou seja, existem pequenas áreas com aclividades/declividades superiores a 47%, porém predomina a classe de 12 a 30%. Observando-se a geologia, pode-se afirmar que as referidas áreas com clinografia superior a 47% coincidem com a presença de diques constituídos de Felsito e Microgranitos e com a Formação Granito Marumbi, composta por Suíte Álcali-Granitos do período Cambriano.

No entanto, as classes de aclividades/declividades de 12 a 30% deste compartimento correspondem a Formação Guaratubinha composta de Arcósios, Siltitos, Argilitos e Conglomerados, revelando, na área de estudo, clinografias menos expressivas e baixa dissecação do relevo. Da mesma maneira, a Formação Miringuava, que apesar de pertencer ao Complexo Granítico-Gnáissico também possui clinografia e dissecação do relevo baixas. A partir dessas características, pode-se afirmar que o compartimento em questão apresenta relevo com processos intempéricos mais atuantes.

Por fim, o quarto compartimento corresponde a variação altimétrica de 1201 metros a 1563 metros de altitude, localizando-se as nascentes dos principais rios que compõem a área de estudo. Possui as maiores altitudes da bacia hidrográfica, modelados predominantemente com encostas íngremes, sendo a litologia que sustenta estes maciços composta por Suíte Álcali-Granitos. Destaca-se que neste compartimento é bastante comum a presença de rochas expostas.

3.4.4 VULNERABILIDADE A FORMA DE VERTENTES PREDOMINANTES

De acordo com a metodologia adotada na pesquisa, a carta clinográfica, de dissecação do relevo e de amplitude altimétrica definiriam a carta de geomorfologia necessária para compor a equação de vulnerabilidade morfodinâmica natural. Porém, na tentativa de detalhar melhor a respectiva variável, optou-se por confeccioná-la utilizando também como critério de análise as formas de vertentes.

Christofoletti (1974) afirma que o estudo, compreensão e análise dos processos e formas concernentes as vertentes representa um dos principais setores da pesquisa geomorfológica, pois as formas de relevo, compondo as diferentes configurações da paisagem, constituem o objeto central da Geomorfologia. As vertentes são definidas por este autor como “superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional” (CHRISTOFOLETTI, 1974, p. 21), podendo resultar da influência de qualquer processo, portanto, abrangendo os componentes da superfície terrestre e a variedade de condições internas e externas.

Compartilhando dos mesmos princípios, para Penteado (1974) a Geomorfologia procura entender as formas e elucidar os processos que atuam na superfície. Assim, o relevo resulta da interação entre a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera. Ressalta que a litosfera (superfície de contato) reflete um equilíbrio dinâmico entre os processos endógenos e exógenos que condicionam a formação das feições e sua evolução.

As vertentes abrangem, segundo Bigarella (2003), a maioria das paisagens, fornecendo água e sedimentos para os cursos de água que drenam as bacias hidrográficas. Contudo, os diferentes processos que atuam das mesmas, inclui fatores como o clima regional, a cobertura vegetal, litosfera, estrutura geológica e tipo erosivo. Assim, apresentam uma grande variedade de formas, sendo “difícil estabelecer um modelo generalizado de desenvolvimento e evolução” (BIGARELLA, 2003, p. 972).

De acordo com o autor anteriormente citado, a forma da vertente representa um determinado processo predominante envolvido na sua formação implicando no desenvolvimento de um perfil de equilíbrio. Quando esse equilíbrio é atingido, a vertente diminui por erosão mantendo, entretanto, sua forma.

Em relação aos valores atribuídos ao grau de vulnerabilidade das vertentes, já existe um consenso entre pesquisadores, como apresentado por Fernandes e Amaral (1996), que as

vertentes de perfil côncavos são mais propensas a ocorrência de deslizamento, processos erosivos e até mesmo ravinamento e voçorocas, em razão da convergência de fluxo de água, sendo assim, atribui-se valor 2.5, expressando vulnerabilidade.

Como os segmentos retilíneos estão associados a porções do relevo caracterizados por clinografias muito acentuadas e também predispostas a processos erosivos, optou-se por atribuir valor intermediário 2.0. Já para as vertentes convexas, localizadas em acilividades/declividades mais amenas, foi conferido o grau 1.5, representando agrupamentos moderadamente estáveis.

Para o compartimento de planície, o valor 3.0 adotado segue o sugerido por Crepani, *et al* (2001), por se constituir uma área sujeita a inundações e a intensa morfodinâmica, nas quais os processos de morfogênese predominam sobre a pedogênese e desse modo, apesar de apresentar um relevo bastante plano, são muito instáveis, principalmente quando ocorre a ocupação humana.

Os polígonos de forma de vertentes predominantes encontram-se espacializados na Figura 16 e os respectivos valores de vulnerabilidade listados na Tabela 05.

TABELA 05 – TIPOS DE VERTENTES E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Tipos de Vertentes	Classe	Valor
Convexa	Moderadamente Estável	1.5
Retilínea	Medianamente Estável-Vulnerável	2.0
Côncava	Moderadamente Vulnerável	2.5
Planície	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).

Org.: Camila Cunico, 2006.

3.4.5 VULNERABILIDADE GEOLÓGICA

A variável físico-natural geologia tem uma importância ímpar para a análise e compreensão das categorias morfodinâmicas, principalmente considerando-se as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente e as referentes ao grau de coesão das rochas que o compõem, sendo esta segunda opção adotada para a atribuição dos valores de vulnerabilidade adotados na metodologia (CREPANI, *ET AL*, 2001).

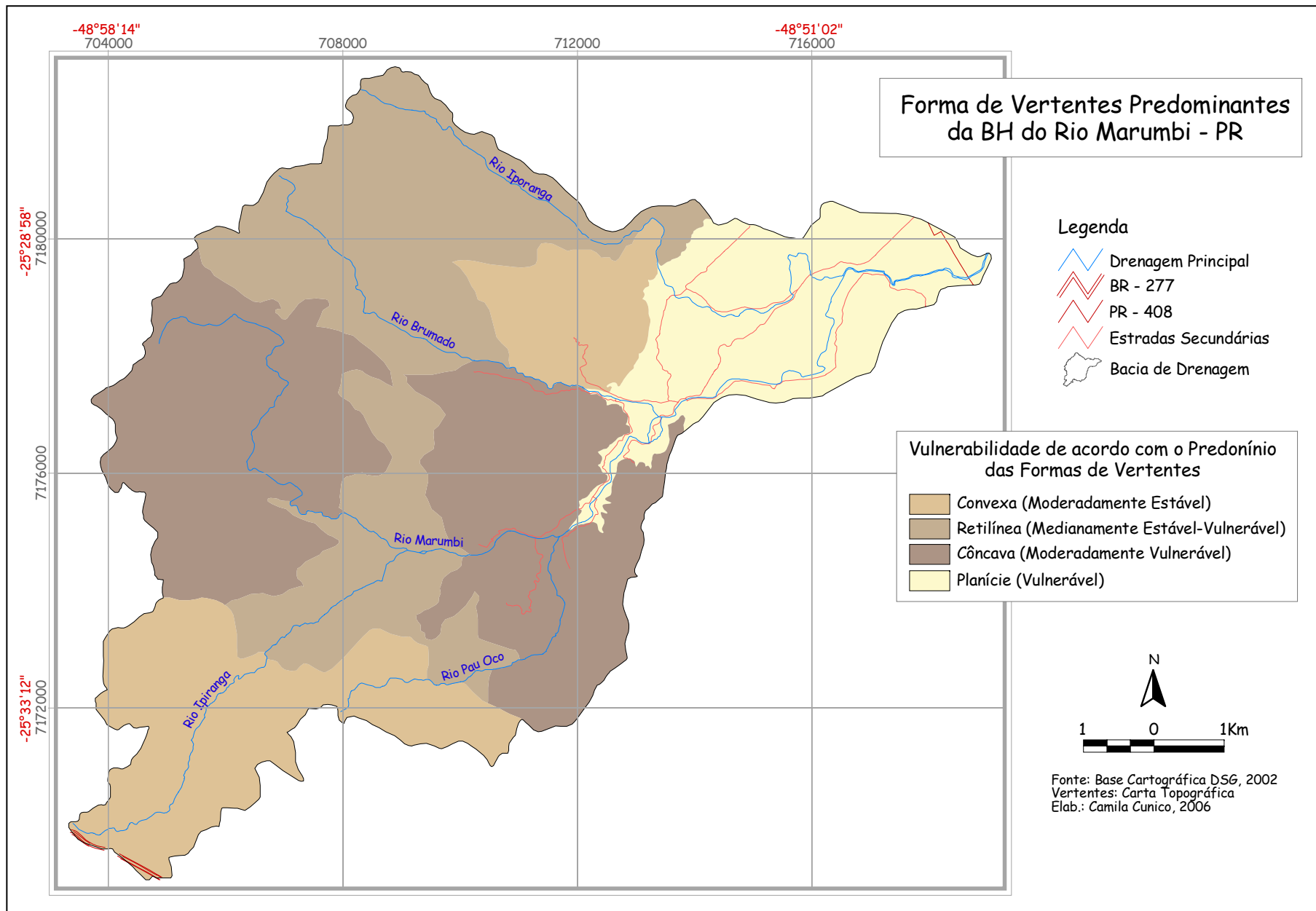


FIGURA 16 – CARTA DE VULNERABILIDADE AS FORMAS DE VERTENTES PREDOMINANTES DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com os autores da proposta metodológica, rocha é um agregado de minerais, cuja resistência ao intemperismo depende de fatores como: a resistência dos minerais constituintes ao intemperismo (natureza das ligações entre os átomos dos diferentes elementos químicos que os compõem) e a resistência à desagregação entre os minerais (natureza das forças que agregam as partículas, cristais ou grãos).

Portanto, o grau de coesão das rochas é fundamental e deve ser considerado a partir da resistência da mesma a denudação, ou seja, aos processos de intemperismo e aos processos erosivos. Quanto ao estudo do intemperismo devem ser considerados os processos atuantes (físicos, químicos e biológico), os materiais sobre os quais atuam (rochas e minerais), os produtos do intemperismo (exemplo: perfis de solos e formas de paisagem) e as condições ambientais (climáticas e hidrológicas) em que os mesmos estão inseridos.

Assim, em rochas pouco coesas podem sobressair os processos responsáveis pela modificação das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de intemperismo e de formação dos solos (pedogênese).

A MINEROPAR (2005) elaborou um documento para auxiliar no Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná, cujos fundamentos teórico-metodológicos utilizados também se baseiam em Crepani, *et al* (2001). Desse modo, enfoca a questão das potencialidades e fragilidades das rochas do substrato paranaense, com base nos critérios de vulnerabilidade para o tema geologia, considerando para tal as associações de rochas, suas relações de idade e a estruturação interna de cada unidade. Esse estudo foi realizado detalhadamente para cada meso-região do estado, que totalizam 10, sendo uma delas a meso-região metropolitana que inclui 37 municípios, inclusive os litorâneos.

Contudo, os valores de vulnerabilidade a denudação das rochas que compõem as litologias encontradas na área de estudo seguem a proposta de Crepani, *et al* (2001) e MINEROPAR (2005), conforme a Tabela 06. No que se refere a espacialização das unidades geológicas existentes na área de estudo, as mesmas podem ser visualizadas na Figura 17.

TABELA 06 – UNIDADES GEOLÓGICAS E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Geologia	Classe	Valor
Formação Guaratubinha (Rochas Vulcânicas)	Estável	1.1
Suíte Álcali-Granitos	Estável	1.2
Complexo Gnáissico-Migmatítico	Estável	1.3
Complexo Granítico-Gnáissico	Estável	1.3
Formação Guaratubinha (Rochas Sedimentares)	Moderadamente Vulnerável	2.5
Sedimentos Recentes (Depósito de Colúvios e Talús)	Vulnerável	3.0
Sedimentos Recentes (Aluviões Indiferenciados)	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001) e MINEROPAR (2005).
Org.: Camila Cunico, 2006.

3.4.6 VULNERABILIDADE PEDOLÓGICA

Para Lepsch (2002, p. 9-10) o solo é definido como “coleção de corpos dinâmicos, que contém matéria viva, e é resultado da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo”. Portanto, a existência de diferentes tipos de solos é consequência da ação de fatores como: clima, organismos, material de origem, relevo e idade da superfície do terreno.

Assim, a formação e até mesmo a regeneração de solos inadequadamente utilizados, se constitui um processo lento, pois dependem de inúmeras modificações químicas e físicas nos minerais que o compõem. A esse processo denomina-se de intemperismo ou meteorização. A situação ideal seria que a taxa média de perda superficial de solo por erosão não fosse superior a taxa média de formação superficial pelo processo de intemperismo.

Quando considerada as características morfodinâmicas, os solos são analisados como produto direto do balanço morfogênese-pedogênese, ao passo que indicam se prevalecem os processos formadores do mesmo, gerando solos bem desenvolvidos, intemperizados, maduros e estáveis, ou a ação erosiva, predominando o transporte de material. Dessa forma, considera-se para a atribuição das classes de vulnerabilidade o grau de desenvolvimento ou maturidade do solo (CREPANI, *ET AL*, 2001).

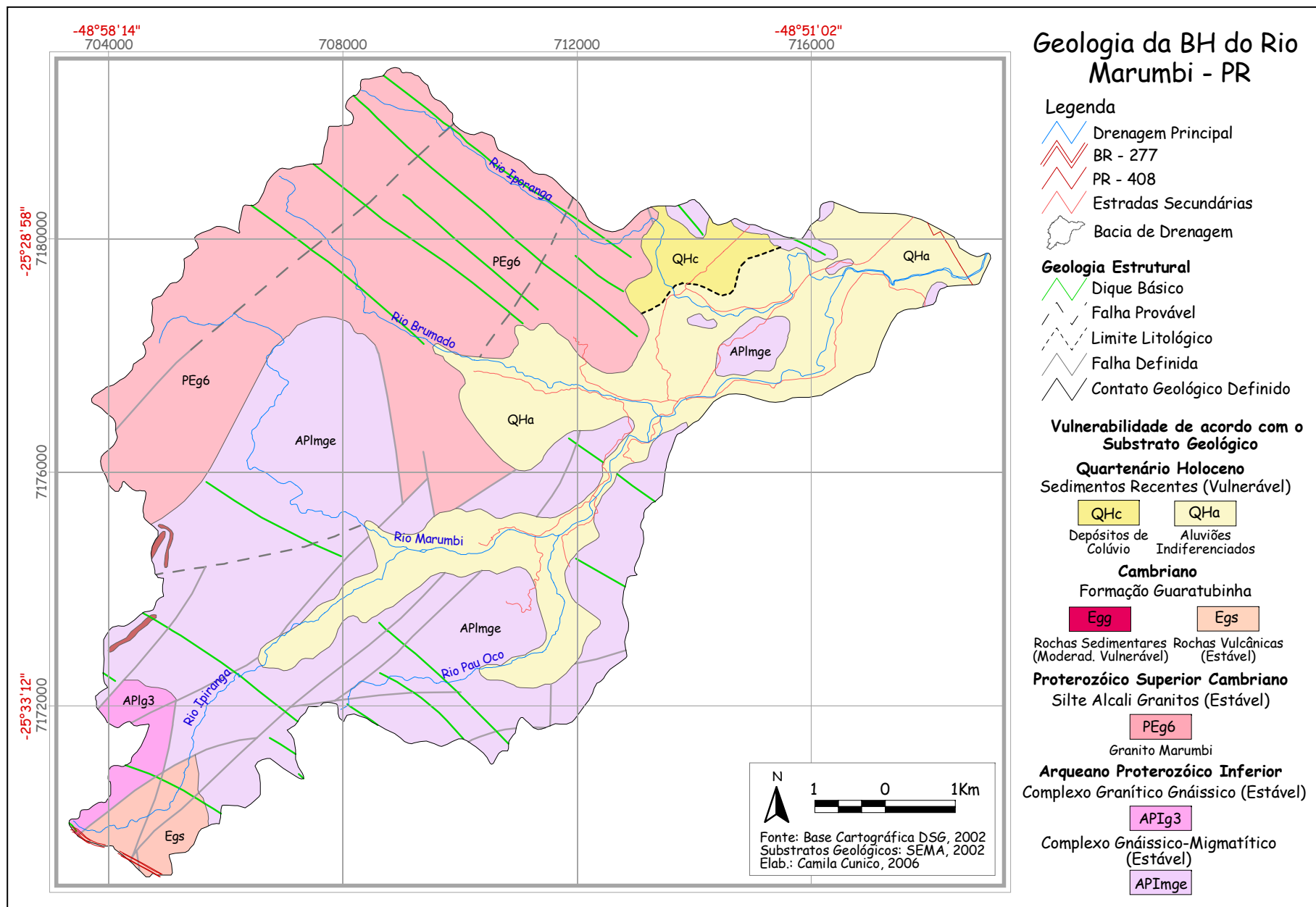


FIGURA 17 – CARTA DE VULNERABILIDADE GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

Porém existem outros fatores que influenciam na suscetibilidade de um solo diante dos processos erosivos, como: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade e a presença de camadas impermeáveis (CREPANI, *ET AL*, 2001).

Os valores atribuídos para cada tipo de solos seguem os propostos na metodologia, cujas classes de vulnerabilidade são observadas na Tabela 07 e espacializadas na Figura 18.

TABELA 07 – TIPOS DE SOLOS E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Tipos de Solos	Classe	Valor
Cambissolos	Moderadamente Vulnerável	2.5
Solos Hidromórficos Gleysados Indiscriminados	Vulnerável	3.0
Solos Litólicos + Afloramento de Rochas	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).

Org.: Camila Cunico, 2006.

3.4.7 VULNERABILIDADE AO USO E COBERTURA DA TERRA

É inegável que a cobertura vegetal desempenha papel de destaque na proteção dos solos, correspondendo a um agente de equilíbrio da paisagem. Porém, a intensificação dos desmatamentos possibilita desencadear processos de movimento de massa, bem como erosivos. Essa situação se agrava na presença de clinografias acentuadas e em períodos de pluviosidade expressiva.

Portanto, para a variável vegetação o parâmetro utilizado para definir as classes de vulnerabilidade é a densidade de cobertura vegetal, que segundo Crepani, *et al* (2001) é um fator de proteção contra os processos morfogenéticos que se traduzem na forma de erosão. Assim, valores próximos a 1.0 revelam situações de estabilidade e alta densidade de cobertura vegetal. Entretanto, valores próximos a 3.0 representam áreas mais suscetíveis a vulnerabilidade à perda de solos e baixa densidade de cobertura vegetal. Uma situação intermediária na escala de vulnerabilidade e densidade da vegetação é demonstrada pelos valores próximos a 2.0.

Para as classes de vegetação encontradas na área de estudo, os valores sugeridos na metodologia apresentam-se adequados. No entanto, algumas classes não foram contempladas.

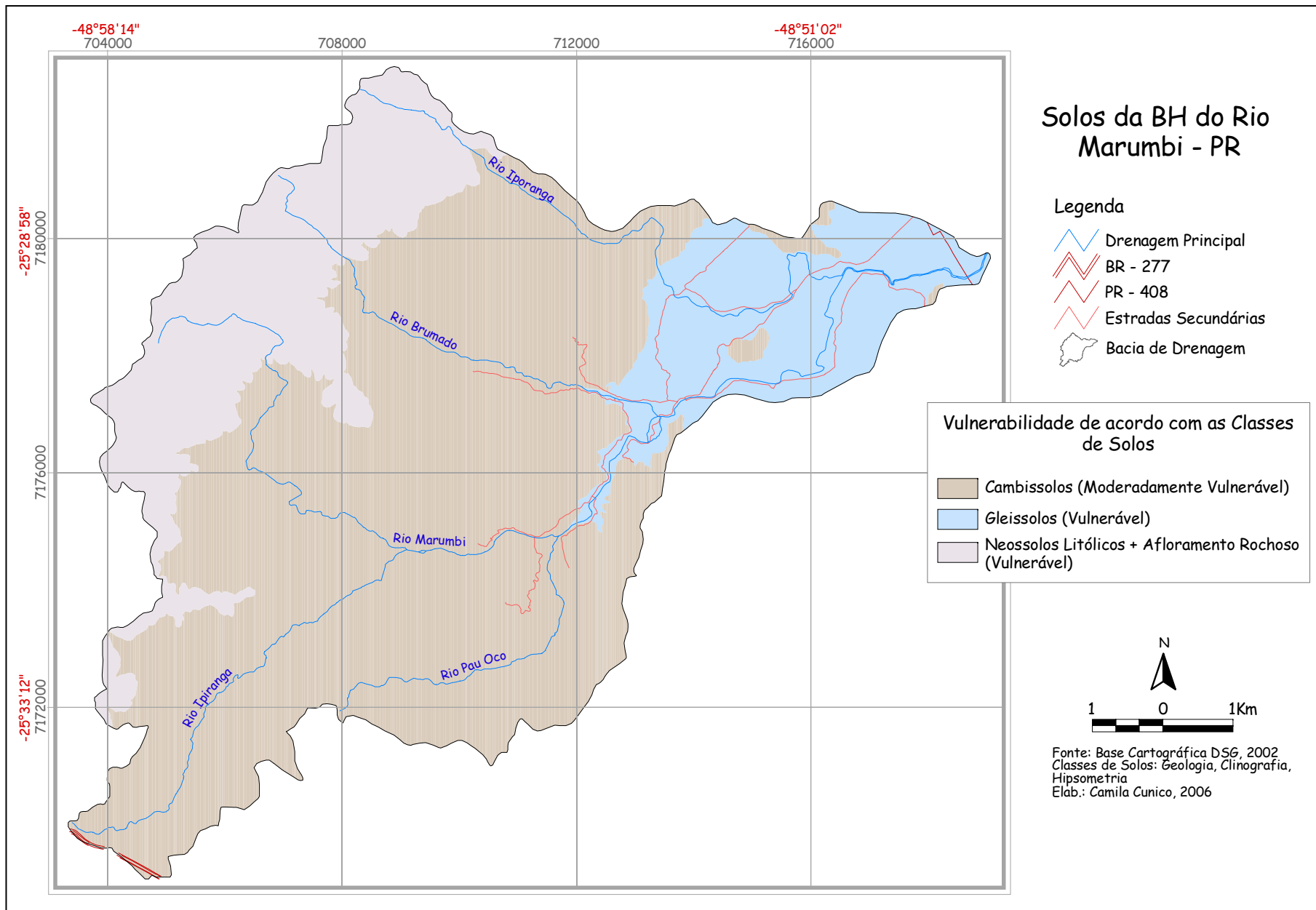


FIGURA 18 – CARTA DE VULNERABILIDADE AO TIPO DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

Dessa forma, estipularam-se valores de acordo com o estágio de desenvolvimento e recobrimento do terreno pela vegetação. A partir dessas considerações, para a Floresta Ombrófila Densa (e suas subclasses) e para a Floresta Ombrófila Mista mantiveram-se os valores que representam estabilidade (1.0), uma vez que as mesmas apresentam-se em estágio de conservação e/ou muito pouco alteradas pela ação antrópica. Esse fato, portanto, favorece a ação dos processos formadores de solos, contribuindo para a estabilidade da paisagem.

A Fase Inicial e Intermediária da Sucessão apesar de ambas constituírem a classe Moderadamente Estável, receberam valores distintos, 1.7 e 1.4 respectivamente na escala de grandeza definida, em razão das alterações antrópicas existentes, porém em estágio evoluído de recomposição.

Para a área com Reflorestamento atribuiu-se valor 2.0, constituindo a classe Medianamente Estável-Vulnerável, em função de ser considerada uma significativa intervenção antrópica no equilíbrio da paisagem, uma vez que introduz desequilíbrios bióticos. No entanto, destaca-se que o estágio de desenvolvimento e recobrimento do terreno pelo mesmo é expressivo.

As demais classes de vegetação seguiram os valores sugeridos pela proposta metodológica. A Tabela 08 demonstra as diferentes classes encontradas na bacia hidrográfica do rio Marumbi e suas respectivas classes de vulnerabilidade, as quais também podem ser visualizadas na Figura 19.

TABELA 08 – CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Tipos de Uso e Cobertura	Classe	Valor
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Estável	1.0
Floresta Ombrófila Densa Montana	Estável	1.0
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Estável	1.0
Floresta Ombrófila Densa Altomontana	Estável	1.0
Floresta Ombrófila Mista Montana	Estável	1.3
Fase Intermediária da Sucessão	Moderadamente Estável	1.4
Fase Inicial da Sucessão	Moderadamente Estável	1.7
Reflorestamento	Medianamente Estável-Vulnerável	2.0
Formações Pioneiras com Influência Fluvial	Moderadamente Vulnerável	2.3
Refúgios Montanos e Altomontanos	Vulnerável	2.7
Agricultura e Pecuária	Vulnerável	2.8
Solo Exposto + Áreas Adensadas	Vulnerável	3.0

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).

Org.: Camila Cunico, 2006.

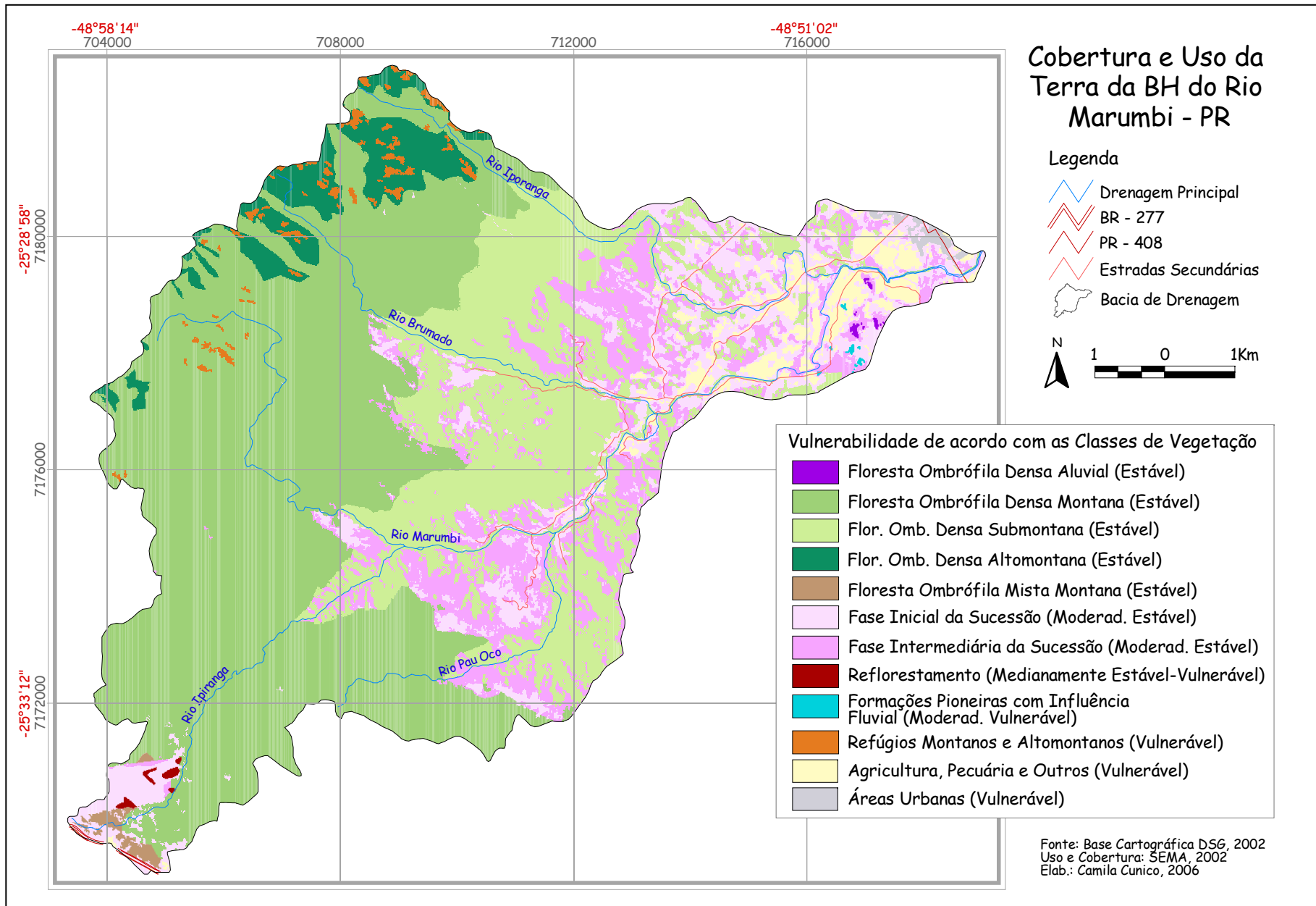


FIGURA 19 – CARTA DE VULNERABILIDADE AO USO E COBERTURA DA TERRA DA ÁREA DE ESTUDO

3.4.8 VULNERABILIDADE A INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

Conforme Bigarella, *et al* (1978, p. 37) a análise dos componentes climáticos auxiliam na compreensão dos sistemas que interagem no meio ambiente, tais como sistemas morfoclimáticos, processos erosivos, balanço hídrico e o estudo do regime térmico, “dos quais dependem os seres vivos e sua ecologia”.

O clima é um dos fatores que influenciam diretamente no processo de intemperismo, tanto por meio da precipitação pluviométrica, quanto pela temperatura que acaba por influenciar nos demais aspectos físico-naturais. Assim, a ação da chuva pode auxiliar na formação dos solos, como pode também removê-lo pela erosão hídrica. As principais características físicas da chuva envolvidas nestes processos são a pluviosidade total, a intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre estas, Crepani, *et al* (2001) destacam que é especialmente importante para o balanço morfogênese-pedogênese a intensidade pluviométrica visto que representa uma relação entre as outras duas variáveis citadas. Nesse sentido, pode-se afirmar que o resultado expressa a quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética responsável pela erosividade da chuva.

De acordo com a metodologia, uma elevada pluviosidade anual, porém distribuída ao longo do período, possui menor poder erosivo que a situação inversa, quando se registra uma reduzida precipitação anual concentrada em um período determinado do ano. Sendo assim, quanto maior a intensidade pluviométrica, maior a erosividade e logo, maior será a vulnerabilidade à perda de solos.

Contudo, no litoral do estado do Paraná conforme a classificação climática de Köppen, distinguem-se predominantemente dois tipos climáticos, sendo Cfa e Cfb, como pode ser observada na Figura 20. É importante destacar que os fenômenos climatológicos que definem as características climáticas da Serra do Mar e da Planície Litorânea estão inscritas em um sistema mais amplo de circulação atmosférica. Assim, os sistemas atmosféricos que definem o clima no âmbito regional (litoral do estado do Paraná) são: MPA (Massa Polar Atlântica, originária do Anticiclone Migratório Polar) e MTA (Massa Tropical Atlântica, originária no Anticiclone Semi-Fixo do Atlântico). A FPA (Frente Polar Atlântica) é fundamental no controle do regime pluvial na região o ano todo, conforme identificou Monteiro (1968).

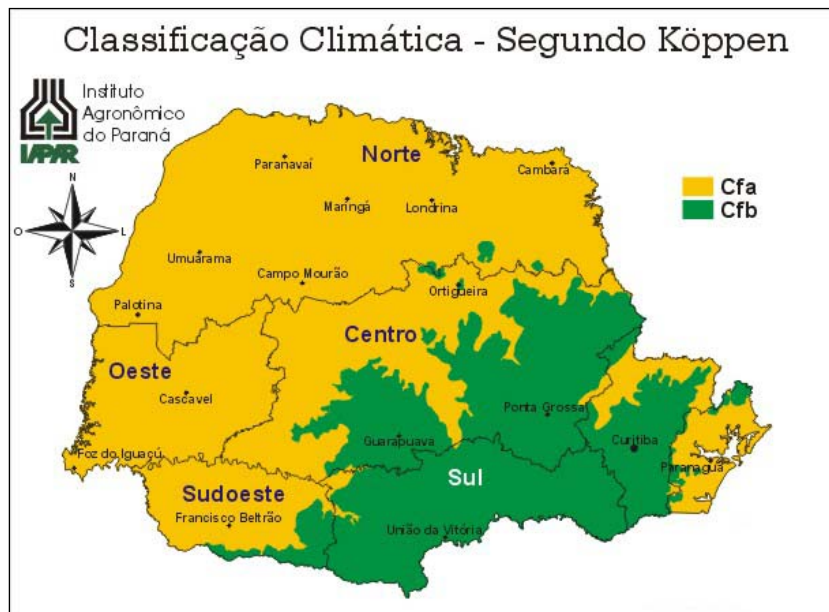


FIGURA 20 – TIPOLOGIA CLIMÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ
 FONTE: IAPAR, 2006

Segundo o IPARDES (2001), na presente área de estudo, tanto para o clima do tipo Cfa como o Cfb, a condição de temperatura caracteriza-se por valores amenos durante os meses mais frios, sendo os meses de verão com média de temperatura próxima aos 22°C. Em relação aos índices pluviométricos, afirma-se que não há um período de seca pronunciado, ocorrendo boa distribuição ao longo do ano. É claro, que os mesmos variam sazonalmente, porém nos meses cuja precipitação se reduz, a quantidade de chuva ainda apresenta-se como significativa, principalmente se comparado as demais regiões do estado, como pode ser observado na Figura 21.

Após o tratamento adequado dos dados pluviométricos, ou seja, a definição da variável intensidade pluviométrica a partir da relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso, confeccionou-se a Carta de Intensidade Pluviométrica (Figura 22), sendo composta por cinco classes de vulnerabilidade. As mesmas encontram-se com os valores discriminadas na Tabela 09, na qual é possível verificar as diferentes classes de pluviosidade da área de estudo e as respectivas classes de vulnerabilidade. Os valores encontrados foram agrupados uma vez que os intervalos de classes sugeridos não representavam adequadamente a bacia hidrográfica.

É importante salientar que os valores de intensidade pluviométrica baixos corroboram para a estabilidade do terreno, ou seja, para os processos pedogenéticos, enquanto que os mais expressivos contribuem para os modificadores derivados da morfogênese.

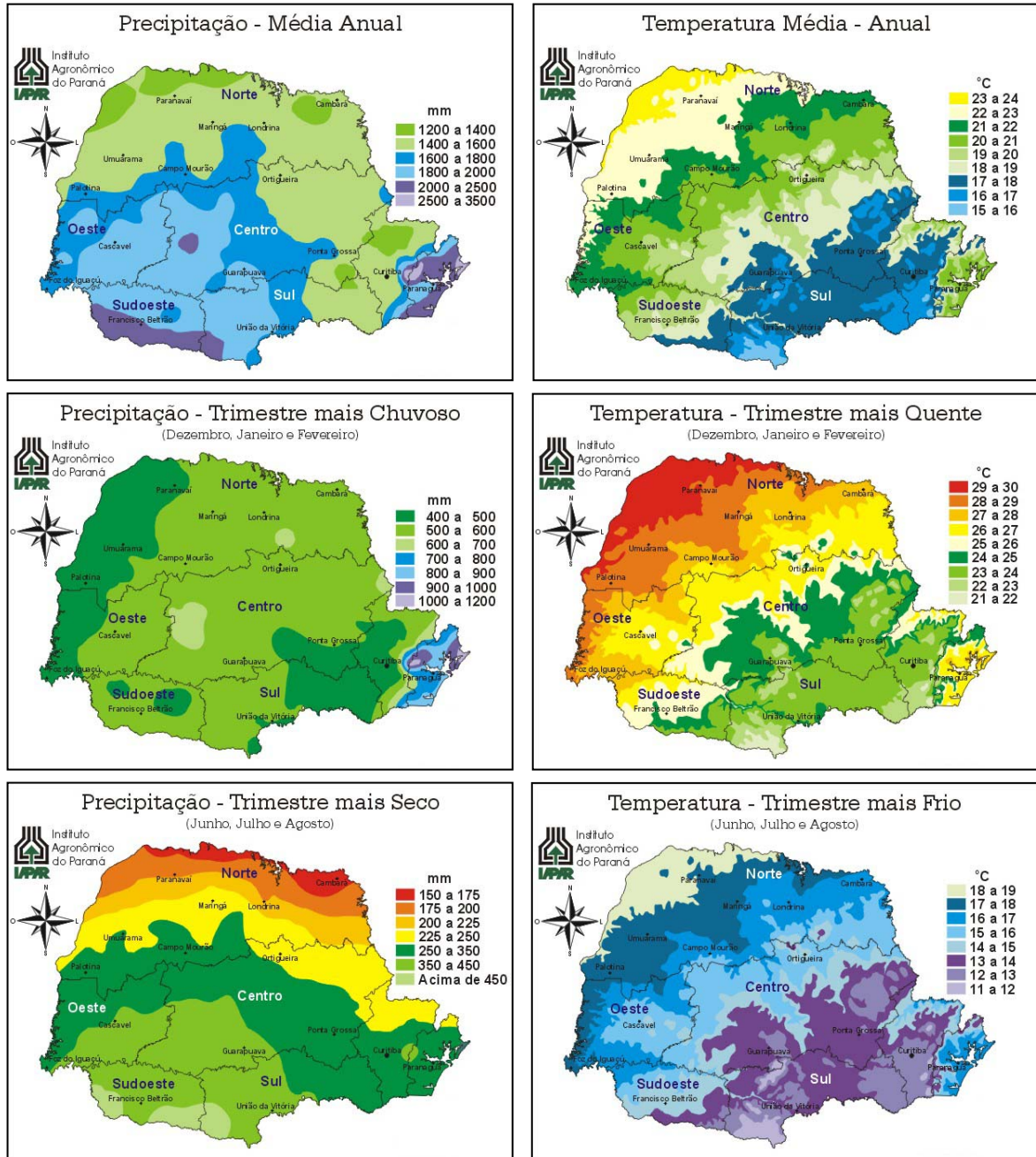


FIGURA 21 – REPRESENTAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA NO ESTADO DO PARANÁ
 FONTE: IAPAR, 2006

TABELA 09 – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA E RESPECTIVOS VALORES NA ESCALA DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Classe	Valor
275 mm – 350 mm	Medianamente Estável-Vulnerável	2.1
350 mm – 400 mm	Moderadamente Vulnerável	2.3
400 mm – 450 mm	Moderadamente Vulnerável	2.5
450 mm – 500 mm	Vulnerável	2.7
> 500 mm	Vulnerável	2.9

Fonte: Baseado em Crepani, *et al* (2001).
 Org.: Camila Cunico, 2006.

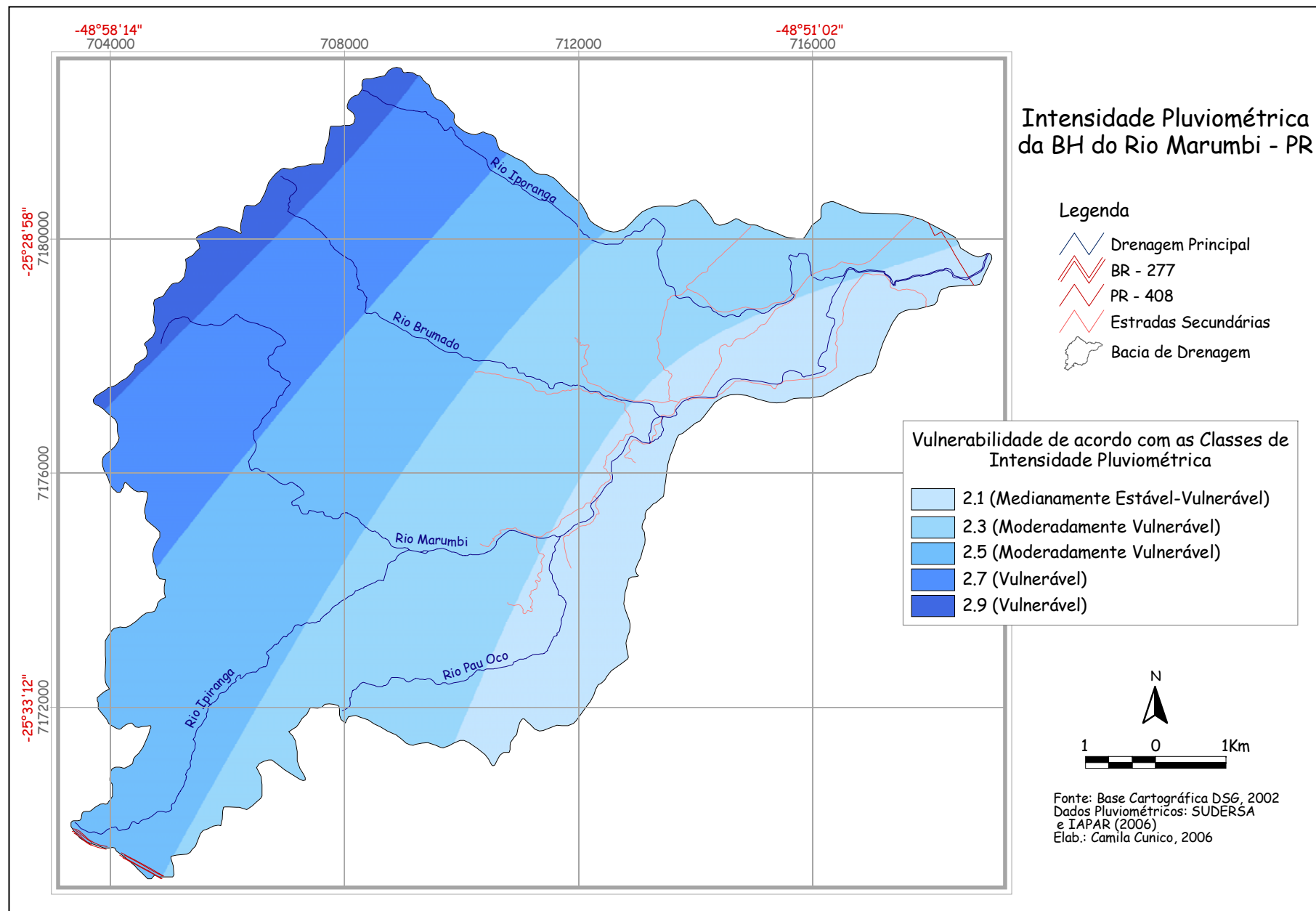


FIGURA 22 – CARTA DE VULNERABILIDADE A INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DA ÁREA DE ESTUDO

4. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI – MORRETES - PR

Botelho (1999) assinala que para o conhecimento das reais potencialidades e limitações de uma determinada área é fundamental apropriar-se dos dados relativos aos seus atributos físicos, como o clima, geologia, geomorfologia, solos, rede drenagem e vegetação. Sendo assim, de forma sucinta, os itens referentes ao meio físico serão abordados tanto na escala regional quanto de bacia hidrográfica. Sabe-se também que para se propor um zoneamento sócio-ambiental é necessário conhecer os aspectos sócio-econômicos da área de estudo e sua dinâmica, uma vez que estes subsidiarão as análises futuras.

Dessa forma, salienta-se que a bacia hidrográfica do rio Marumbi possui 102.8 km² e suas nascentes principais localizam-se na Serra do Marumbi, a uma altitude de 1.400 metros, nas proximidades da divisa entre os municípios de Piraquara e São José dos Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba, e Morretes, no litoral paranaense.

O rio Marumbi é um dos principais afluentes do rio Nhundiaquara, correspondendo a 20% da área drenada para esta bacia. Deságua no perímetro urbano de Morretes após percorrer aproximadamente 24 km. No contexto do município equivale a 15% do total de área.

Diante dessa realidade, o rio Marumbi pertence ao complexo hídrico que drena para a baía de Paranaguá (Figura 23), a qual é objeto de muitos estudos em razão da ameaça de inviabilização das atividades portuárias, tornando-se necessário investigar a origem do assoreamento e dos contaminantes presentes na área, com vistas a desenvolver planos de ação que venham a atenuá-los e a viabilizar áreas de despejo alternativas do material dragado. Ou seja, despejos próximos às áreas de dragagem e atendendo a legislação de licenciamento ambiental correspondente (PAULA, *et al*, 2006).

Segundo os autores supracitados, a área das bacias hidrográficas que drenam da Serra do Mar para a baía de Paranaguá é de 2.305,06 km² dividida em seis bacias hidrográficas (rio Nhundiaquara, rio Cachoeira, rio Guaraguaçu, rio Sagrado, rio Cacatu e rio Faisqueira) e seis áreas incrementais. Assim, a bacia do rio Marumbi corresponde a 4.5% do total drenado.

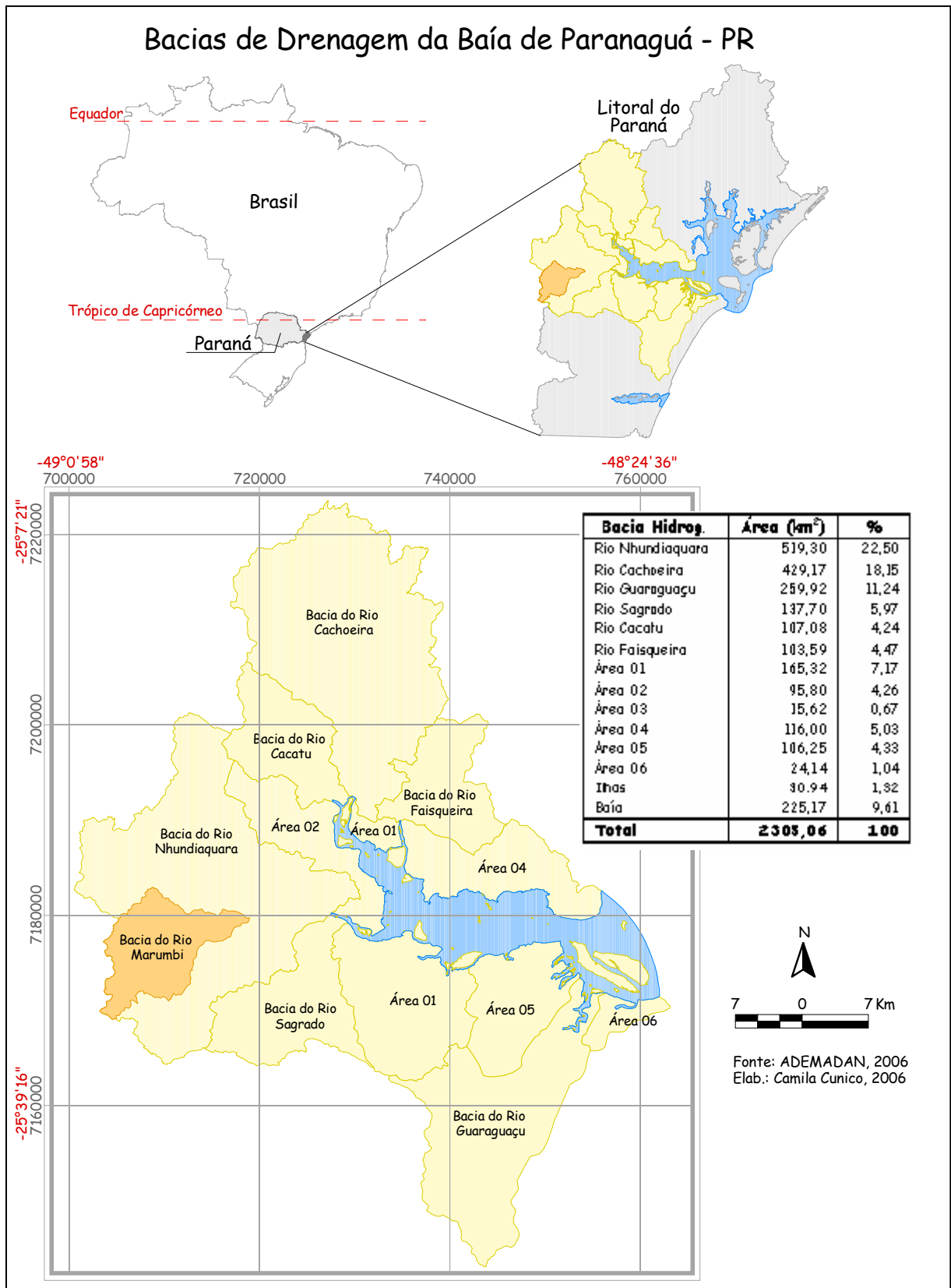


FIGURA 23 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI NO COMPLEXO HÍDRICO DA BAÍA DE ANTONINA E DE PARANAGUÁ – PR

A área de estudo contempla importantes Unidades de Conservação, regulamentadas por leis federais e estaduais, as quais podem ser compreendidas de acordo com Peters e Pires (2006, p. 130) como:

Um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção e manejo.

A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC auxilia na disposição sobre o uso sustentável e o gerenciamento das unidades de conservação brasileira. Para tal, dividem-se as unidades de conservação em dois grupos: Unidade de Proteção Integral e Unidade de Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral engloba, segundo Peters e Pires (2006), estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, monumentos naturais e refúgios da vida silvestre. Os autores salientam que nestes locais, qualquer atividade a ser realizada fica condicionada à autorização prévia do órgão responsável e deverá priorizar a manutenção do equilíbrio do ecossistema.

A categoria de Uso Sustentável objetiva compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Destacam-se: áreas de proteção ambiental, áreas de relevante interesse ecológico, florestas nacionais, reservas extrativistas, reservas de fauna, reservas de desenvolvimento sustentável e reservas particulares do patrimônio natural.

É importante salientar que do total da bacia hidrográfica do rio Marumbi, 83.45% está inserida em áreas ambientalmente protegidas (Figura 24), sendo elas:

- **AEIT do Marumbi:** está situada nos municípios de Campina Grande do Sul, Antonina, Morrestes, São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras, totalizando 66.732,99 hectares. A regulamentação de sua criação foi aprovada pelo Decreto nº 5.308 de 18 de abril de 1985. Segundo Feuerschuette (1993), a ação governamental dessa área tem por objetivo a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público, possibilitando o desenvolvimento de atividades turísticas, recreativas, desportivas e de lazer.

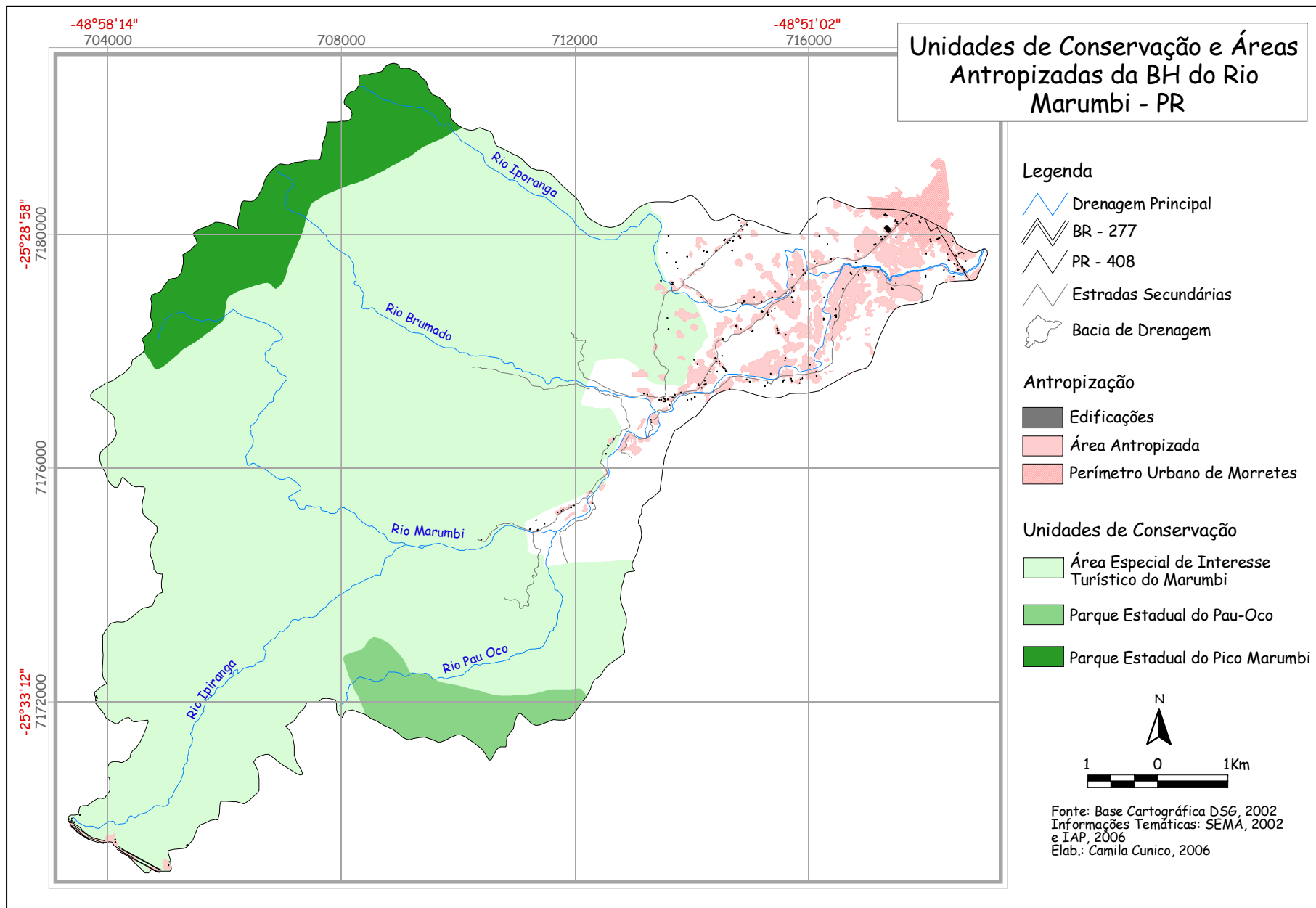


FIGURA 24 – LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DAS ÁREAS ANTROPIZADAS DA ÁREA DE ESTUDO

- **Parque Estadual do Pico Marumbi:** localiza-se no município de Morretes, totalizando 2.342,41 hectares. O Decreto nº 7.300 de 24 de setembro de 1990 regulamentou sua criação. De acordo com Feuerschuette (1993), os parques tanto estaduais quanto federais, têm por finalidade a preservação permanente e integral, objetivando proteger os ecossistemas naturais. Esse parque abriga uma paisagem notável composta pelo complexo de montanhas denominado de Conjunto Marumbi.
- **Parque Estadual do Pau-Oco:** também está localizado no município de Morretes, totalizando 905,58 hectares. O Decreto que aprova sua criação é o nº 4.266 de 21 de novembro de 1994. Da mesma forma que o anterior, tem por finalidade a preservação integral do ecossistema presente.

4.1 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS

4.1.1 TOPOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA

A modelagem da atual superfície paranaense foi processada pelos sistemas hidrográficos, movimentos epirogênicos e tectônicos, assim como pela influência de alterações do clima. Como o litoral do estado do Paraná é muito estreito, geográfica e economicamente é considerado um estado de planalto ou de interior.

Segundo Cordani e Girandi (1967) a Serra do Mar apresenta um desnível acentuadamente maior para o oceano do que para o continente, mas possui taludes e vertentes íngremes para os dois flancos. O relevo é bastante acidentado, com vales profundos, estreitos e clinografia acentuada. Muitas vezes a drenagem está encaixada em linhas de falhas ou fraturas.

Para Oka-Fiori e Canali (1987) a zona da serra que acompanha a escarpa de falha do Complexo Cristalino é repartida por falhas transversais em blocos elevados e rebaixados. Em certos pontos forma serras isoladas que têm denominações locais, as quais se elevam consideravelmente sobre o nível geral do interior. Oka-Fiori, *et al* (2002) alegam que a Serra do Mar exerce um importante papel na geomorfologia paranaense, uma vez que constitui o

divisor de águas que separa a região litorânea dos planaltos, cujas elevações se aproximam de 2000 metros de altura.

Sob uma perspectiva geomorfológica, o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES elaborou um zoneamento do litoral paranaense enfocando as UANs – Unidades Ambientais Territoriais. Estas são definidas como “uma porção do território com características naturais (físicas ou biológicas) particulares que as diferenciam das unidades vizinha” (IPARDES, 1989, p. 01). Podem ser definidas de maneira distinta, em um mesmo território, de acordo com os objetivos, parâmetros utilizados e escala de trabalho.

As UANs integram diferentes aspectos da paisagem, como aclividade/declividade, forma e comprimento das vertentes, solos e vegetação. Portanto apresentam uma dinâmica ambiental própria que “condiciona não somente sua evolução natural, como também as formas de ocupação e potencialidades para as diversas atividades humanas” (IPARDES, 1989, p. 01). Sendo assim, o litoral foi subdividido em três regiões principais: Montanhosa Litorânea, Planícies Litorâneas e Planaltos.

- **Montanhas Litorâneas:** constitui a Serra do Mar, possuindo relevo muito energético com grandes desníveis e fortes aclividades/declividades, geralmente superior a 45%. Os solos são pouco desenvolvidos, rasos, com áreas de afloramentos rochosos. Possui também, alta potencialidade morfogenética, ou seja, grande capacidade de promover uma rápida evolução das vertentes. Essa situação é atenuada pela presença de vegetação natural que recobre suas encostas, estabilizando a paisagem.
- **Planícies Litorâneas:** possui um relevo plano e suavemente ondulado, cuja altitude é geralmente inferior a 40 metros. É comum, em seu interior, sobressair morros e colinas de diferentes tamanhos. A formação da planície está associada concomitantemente as variações do nível do mar e as mudanças climáticas. Foi dividida em seis UANs: Planícies Aluviais, Planícies de Restinga, Morros, Colinas, Áreas Coluviais e Mangues.
- **Planalto:** são remanescentes de antigas superfícies de erosão, localizados atualmente entre 600 e 900 metros acima do nível do mar. São bastante dissecados em função da drenagem superficial. Foi dividido em duas UANs: Planalto Ondulado e Planalto Dissecado.

Destaca-se também, que além das unidades anteriormente abordadas, é possível identificar e delimitar os Morros Isolados, os quais são comumente encontrados no interior de

área mais planas, destacando-se na topografia ou formando pequenos maciços na planície sedimentar. Geologicamente são, na maioria das vezes, constituídos por rochas Pré-Cambrianas ou diques de diabásio.

Perante essas elucidações pode-se afirmar que a área de estudo desta pesquisa é composta por diferentes ambientes que abrangem desde as regiões com a clinografia mais acentuadas da Serra do Mar, vales encaixados, estreitos e profundos, até um relevo plano e suavemente ondulado originado por planícies aluvionares, como pode ser observado nas Figuras 13 e 25, e nas Fotografias 01 e 02.



FOTOGRAFIA 01 – AMBIENTE DE SERRA (EM SEGUNDO PLANO SERRA DO MARUMBI)
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 02 – AMBIENTE DE PLANÍCIE (EM PRIMEIRO PLANO PLANÍCIE DO RIO MARUMBI)
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

A variação altimétrica representada pela hipsometria engloba valores entre 9 e 1563 metros de altitude acima do nível do mar, cuja concentração das menores altitudes localiza-se na porção leste da área de estudo, enquanto que as maiores altitudes situam-se na porção noroeste, conseqüentemente, é nesta mesma porção que estão localizados as nascentes dos principais rios que drenam a bacia hidrográfica. A classe hipsométrica com maior frequência das cotas altimétricas é a de 800 a 1000 metros, como pode ser observado na Figura 26 e na Tabela 10. Isso acentua a expressiva presença da Serra do Mar e dos processos concernentes a mesma.

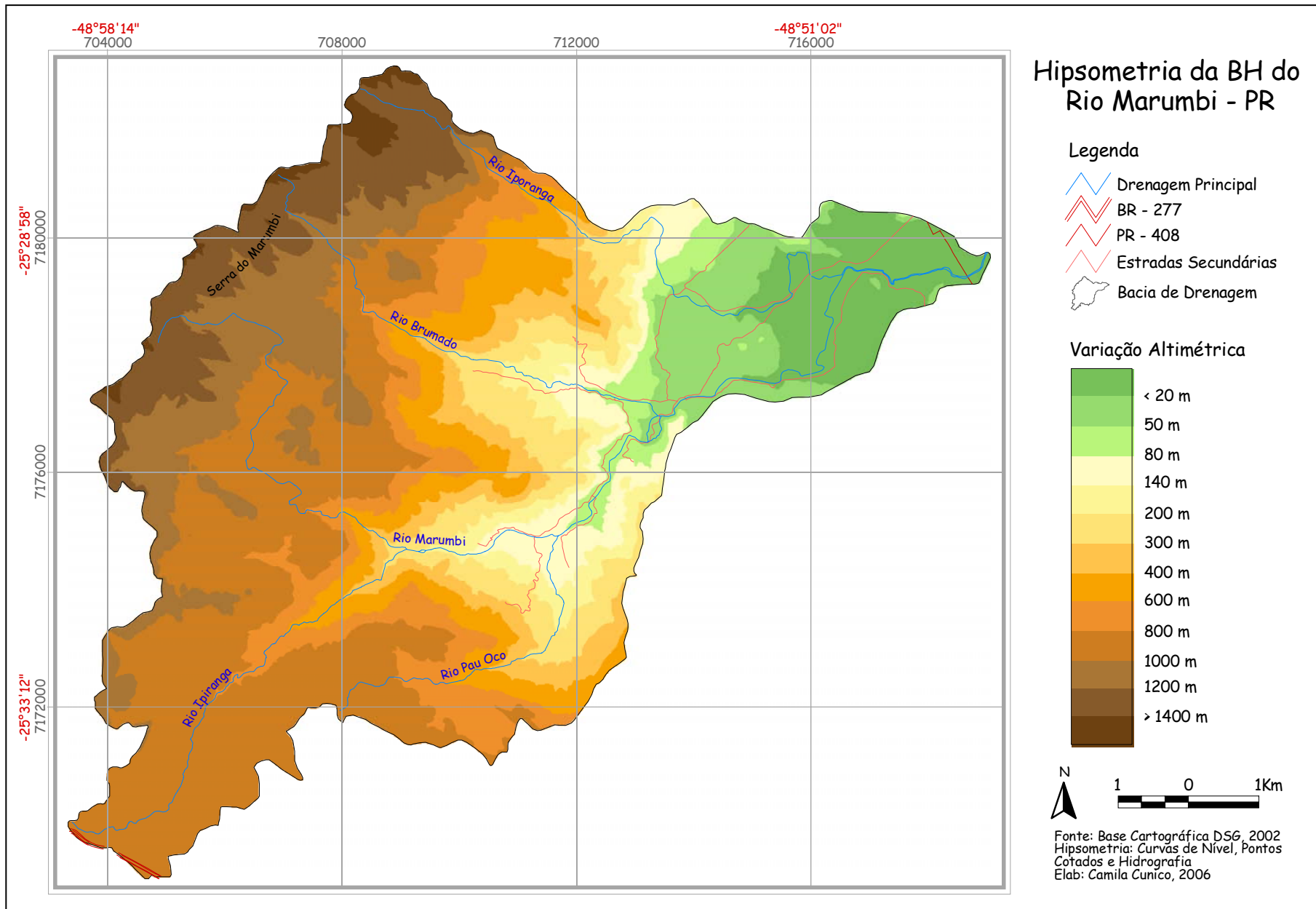


FIGURA 25 – CARTA DE HIPSOMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO

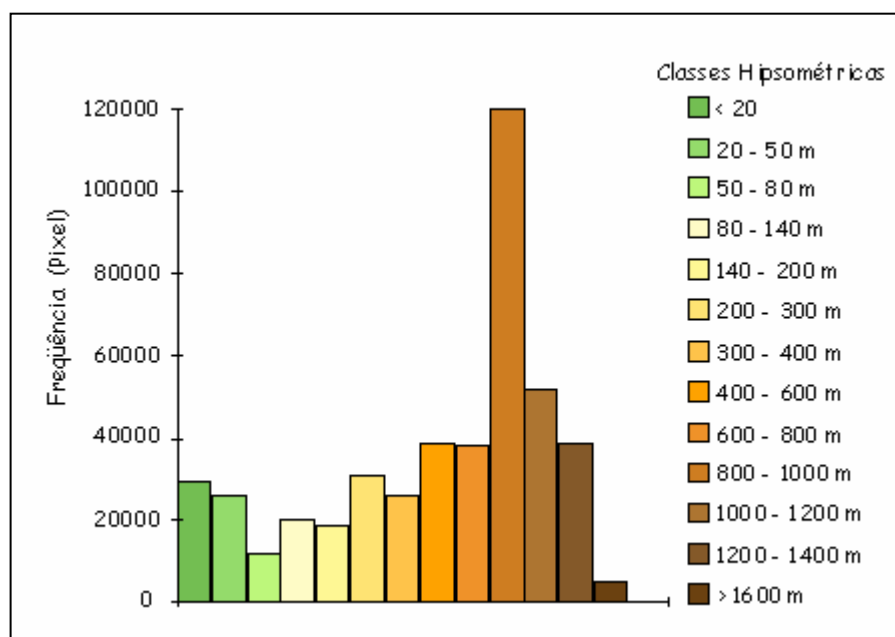


FIGURA 26 – FREQUÊNCIA HIPSONÉTRICA DA ÁREA DE ESTUDO

TABELA 10 – CLASSES DE HIPSONÉTRIA E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe de Hipsometria	Área em Km ²	%
< 20 metros	6.68	6.49
20 – 50 metros	5.89	5.72
50 – 80 metros	2.73	2.65
80 – 140 metros	4.60	4.47
140 – 200 metros	4.19	4.07
200 – 300 metros	7.02	6.82
300 – 400 metros	5.88	5.71
400 – 600 metros	8.73	8.49
600 – 800 metros	8.58	8.34
800 – 1000 metros	26.96	26.22
1000 – 1200 metros	11.63	11.31
1200 – 1400 metros	8.71	8.47
> 1400 metros	1.16	1.12

Fonte: Carta de Hipsometria.
Elab.: Camila Cunico, 2006.

A clinografia da área estudada (Figura 13) configura-se como sendo bastante expressiva, predominando a classe > 47%, como pode ser observada na Figura 27 e na Tabela 11. Em virtude da forte inclinação subentende-se que predomina o escoamento superficial e a erosão linear. O escoamento superficial é mais intenso quanto menor for a taxa de infiltração das águas no terreno, uma vez que esta se relaciona com a permeabilidade do terreno, compactação, intensidade e frequência das chuvas, tipo de solo, inclinação e comprimento das vertentes.

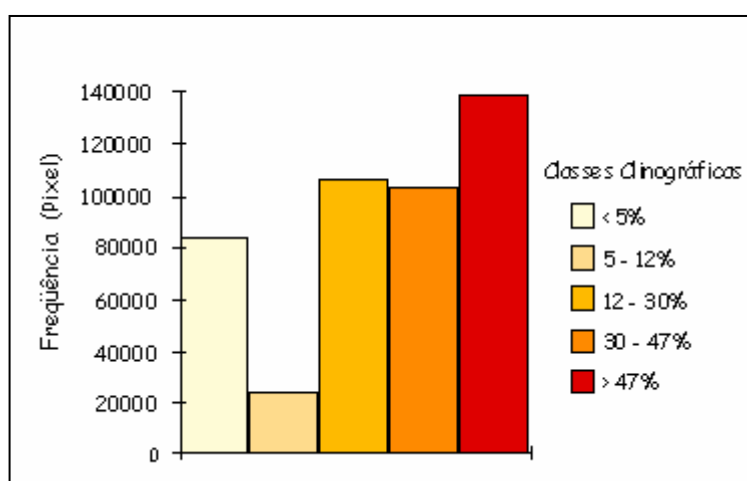


FIGURA 27 – FREQUÊNCIA CLINOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

TABELA 11 – CLASSES CLINOGRÁFICAS E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe Clinográfica	Área em Km ²	%
< 5%	18.67	18.16
5 – 12%	5.37	5.22
12 – 30%	24.10	23.44
30 – 47%	23.08	22.45
> 47%	31.51	30.65

Fonte: Carta Clinográfica.
Elab.: Camila Cunico, 2006.

É importante salientar que a atual configuração topográfica, associada aos demais componentes da paisagem, possibilita a formação de cenários ambientalmente vulneráveis, desencadeando processos como o de ocorrência de deslizamentos. Estes foram identificados e mapeados por Kozciak (2005) e são representados na Figura 28.

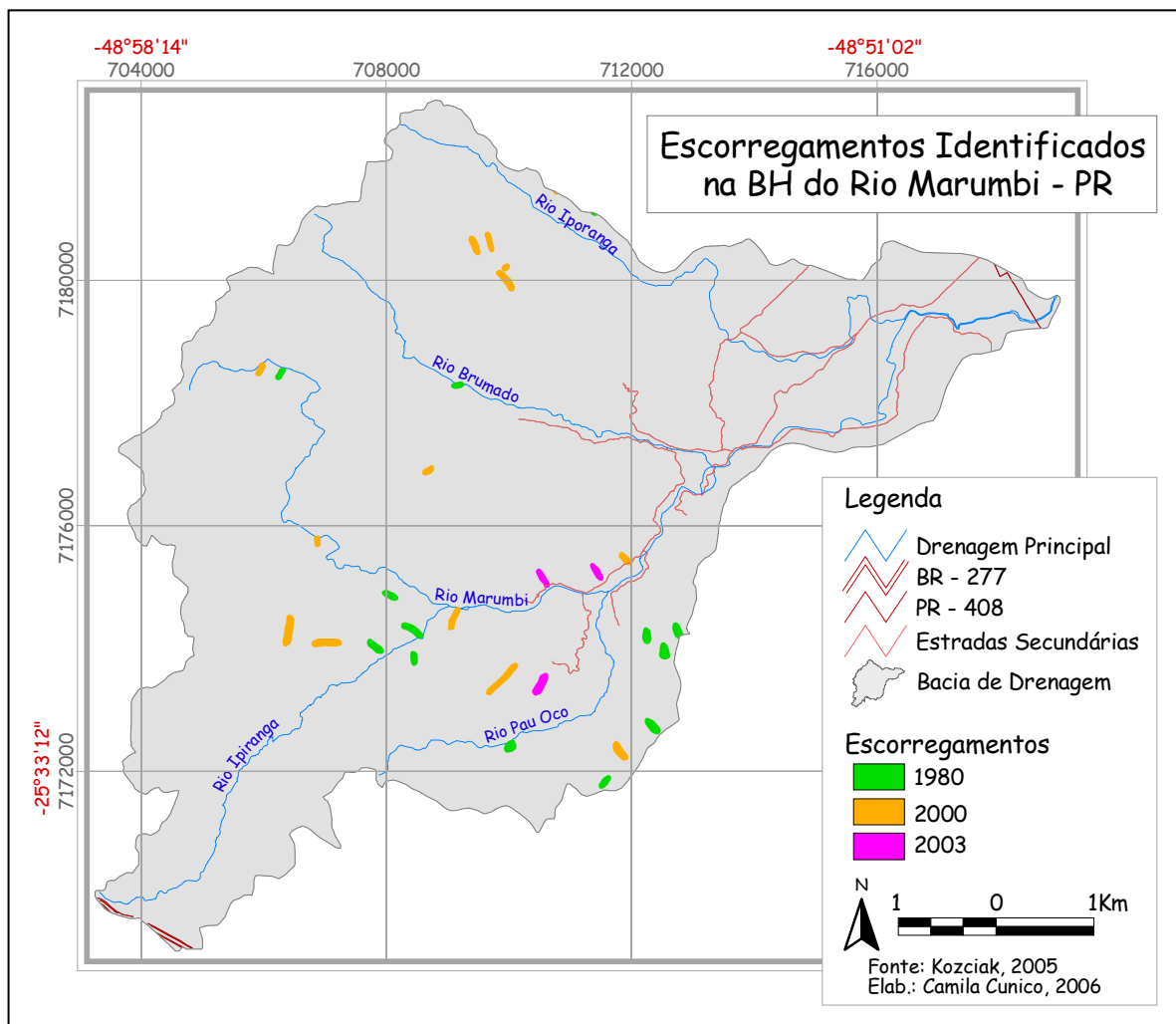


FIGURA 28 – ESCORREGAMENTOS IDENTIFICADOS EM DIFERENTES PERÍODOS (1980, 2000 E 2003) NA ÁREA DE ESTUDO

4.1.2 HIDROGRAFIA

A grande maioria dos rios da porção leste do estado possui suas nascentes na Serra do Mar, próximas aos topos, sob forma de córregos ou riachos. Mesmo em períodos de estiagem, devido à densa drenagem, são poucos os cursos de água que secam. Isso ocorre em virtude dos fatores de ordem física, como: a pluviosidade elevada da região, a boa distribuição das chuvas ao longo do ano, a condensação da umidade atmosférica que se infiltra no solo e as densas neblinas que recobrem as regiões situadas em altitudes iguais ou superiores a 700 metros (BIGARELLA *et al*, 1978).

O autor supracitado afirma que a drenagem da porção oriental do estado do Paraná é densa, sobretudo nas áreas das bacias de recepção. Nas regiões escarpadas e patamares de

serra, a drenagem configura-se com um padrão retangular, enquanto que nas encostas mais íngremes, a mesma encontra-se encaixada nas linhas estruturais originando profundos vales em forma de “V”. Na planície propriamente dita, os rios correm em calhas rasas e largas de margens relativamente simétricas.

Canali e Oka-Fiori (1987) destacam que a Serra do Mar, no estado do Paraná, constitui a zona limítrofe entre o Primeiro Planalto Paranaense e a Planície Costeira. Representa o principal divisor de águas entre os pequenos cursos de água que drenam para o litoral e aqueles, embora oriundos de áreas próximas do litoral, correm para o interior como formadores dos tributários do rio Paraná. Sendo assim, trata-se de um sistema hidrográfico composto por bacias que se limitam à montante pelas montanhas e a jusante pelas baías.

Em relação a qualidade da água, IPARDES (2004) afirma que na bacia do Atlântico, os rios Cachoeira e Cacatu, localizados no município de Antonina, e os rios Guaraqueçaba e Tagaçaba, em Guaraqueçaba, apresentaram águas pouco comprometidas, enquadradas na categoria de ótima qualidade (Índice de Qualidade das Águas – IQA entre 80-100). Já os rios Nhundiaquara e Marumbi, localizados no município de Morretes, e o rio Guaraguaçu, no município de Pontal do Paraná, apresentaram índice moderadamente comprometido, enquadrando-se na categoria de boa qualidade (IQA entre 52-79).

A bacia hidrográfica do rio Marumbi é composta por 460 canais, deste total, 118 são de segunda ordem, 23 são de terceira ordem, 9 são de quarta ordem, 4 são de quinta ordem, e o rio Marumbi como o único representante de sexta ordem de hierarquia (Figura 29). Seus principais afluentes são os rios Pau Oco, Ipiranga, Brumado e Iporanga, no qual se localiza a captação de água para o abastecimento da porção rural e urbana do município de Morretes.

A área de estudo, como um todo, apresenta grande densidade de drenagem e densidade hidrográfica, com o predomínio de canais de primeira e segunda ordem. Esses dois parâmetros são de fundamental importância, uma vez que é possível inferir questões acerca da impermeabilidade dos solos e até mesmo capacidade de geração de novos cursos de água.

A estruturação da rede de drenagem está fortemente vinculada a formação geológica encontrada, e conseqüentemente a sua altimetria e clinografia. Sendo assim, a drenagem de uma bacia hidrográfica pressupõe relações com os demais elementos físico-naturais, tais como as propriedades das rochas, os diferentes tipos de solos, a vegetação, a rugosidade do relevo, as condições climáticas da região, entre outros. As falhas, as foliações e os alinhamentos também contribuem para a padronização dos rios, sendo que as duas primeiras estão relacionadas, principalmente, aos canais de menor hierarquia.

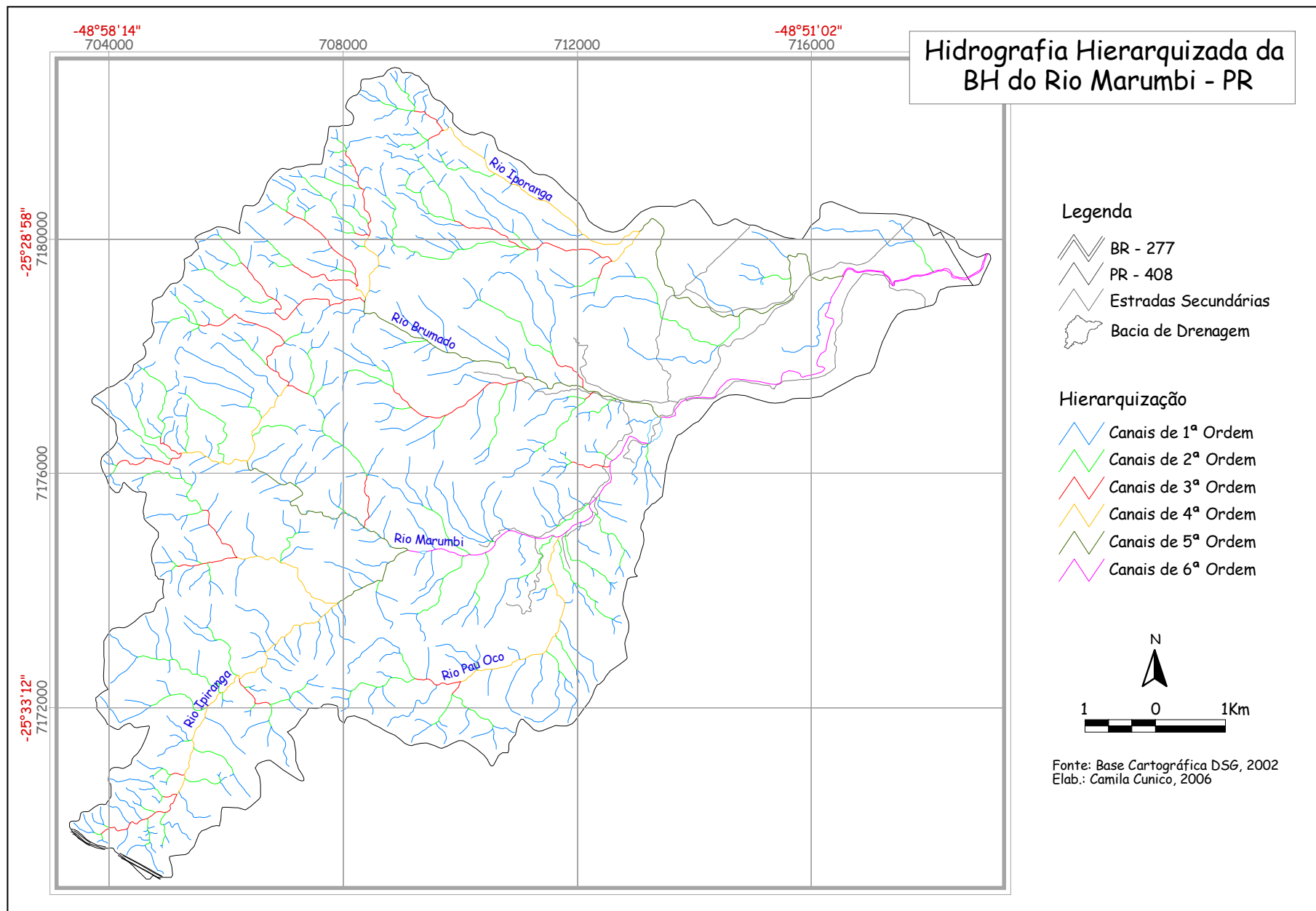


FIGURA 29 – REDE HIDROGRÁFICA HIERARQUIZADA DA ÁREA DE ESTUDO

Os padrões de drenagem predominantes da bacia correspondem ao paralelo e ao dendrítico, como pode ser observado na Figura 30. Essa disposição da rede de drenagem revela a existência de vertentes com aclividades/declividades muito acentuadas, ou até mesmo a presença de controle estrutural que acaba por induzir a configuração paralela.

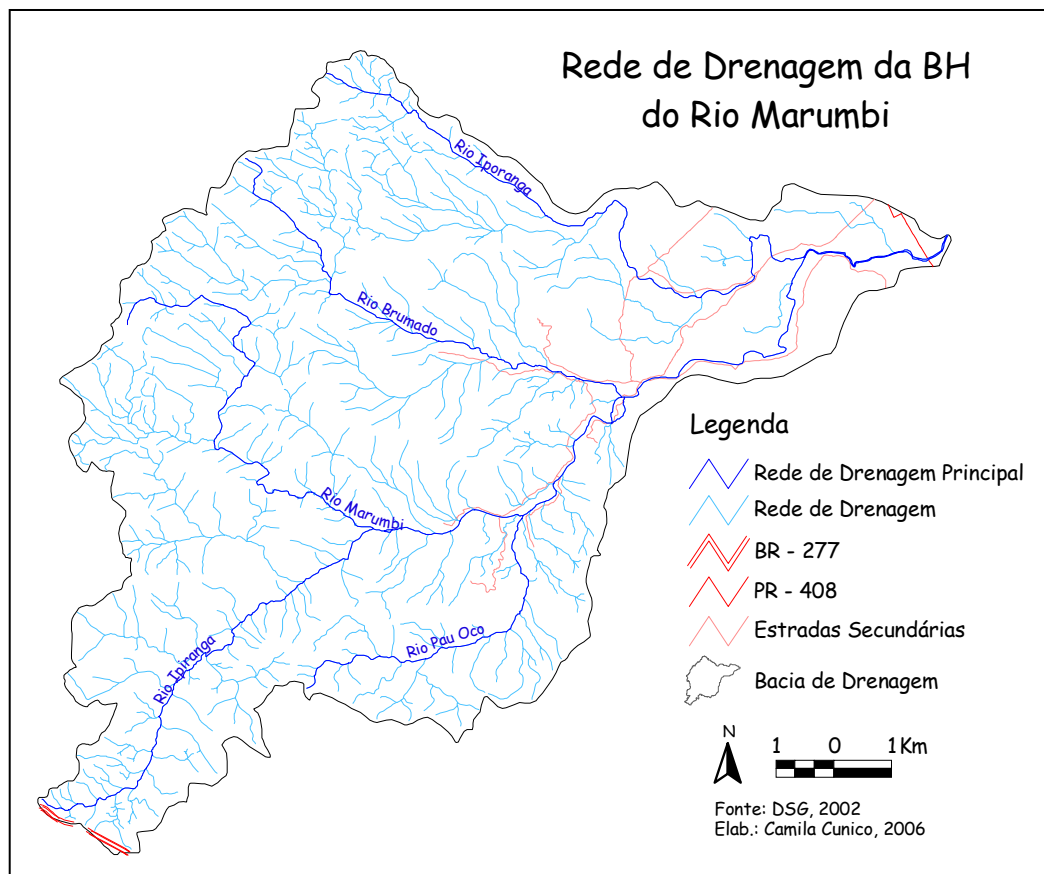


FIGURA 30 – REDE DE DRENAGEM DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.3 GEOLOGIA

A geologia do litoral paranaense é bastante complexa abrangendo desde rochas de idade Proterozóica até sedimentos recentes da planície costeira. As rochas de alto grau de metamorfismo configuram, sem dúvida, as litologias mais importantes e de ampla distribuição na área. Com relação a essas rochas, as mais comuns e de maior ocorrência são os Migmatitos e Gnaisses (SALAMUNI e ROCHA, 2002). Deve-se considerar também a existência de rochas graníticas nas grandes extensões da Serra do Mar, cujos exemplos expressivos são a Serra do Marumbi e a Serra da Prata.

Durante os períodos Jurássico-Cretáceo produziu-se, ainda a intrusão de numerosos diques básicos (Diabásio, Diorito Pórfiro, Microdiorito), os quais aproveitaram um sistema de fraturas profundas e paralelas, com orientação geral N-W, para se alojar. Os fenômenos de erosão e deposição passaram a produzir um efeito significativo no modelado do relevo, sob o condicionamento das flutuações climáticas, pelas oscilações do nível do mar além das forças tectônicas atuantes, resultando na paisagem atual (SEMA, 2002a).

Segundo a publicação acima mencionada, na planície litorânea misturam-se sedimentos de origem marinha, como cordões arenosos, com sedimentos aluviais síltico-arenosos e argilosos fluviais que progridam ou avançam por sobre os sedimentos de fundo e sobre manguezais. Esta região apresenta morfologia profundamente recortada pelos complexos estuarinos os quais originam um extenso litoral de costas protegida, caracterizado pela existência de planícies de maré, cobertas principalmente por vegetação de mangue.

No sopé das vertentes da Serra do Mar aparecem os depósitos de colúvios e ao longo das principais drenagens os depósitos aluvionares. Para Kozciak (2005) ambas as formações são constituídas por sedimentos não consolidados, de origem predominantemente terrígena, principalmente Siltes e Argilas. Os colúvios estão associados a deslize de materiais provenientes do substrato rochoso, enquanto que os aluviões associam-se a sedimentos de deposição fluvial. É muito comum ao longo dos leitos de drenagem a presença de areias de diferentes granulações e também de seixos, indicando transporte efetivo.

A bacia hidrográfica do rio Marumbi, da mesma forma que as demais bacias hidrográficas que compõem o litoral do Paraná, denota complexidade na sua formação geológica, como se pode observar tomando-se por referência a Figura 17 e os dados apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 – UNIDADE GEOLÓGICA E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Unidade Geológica	Área em Km²	%
Complexo Granítico-Gnáissico	1.69	1.64
Formação Guaratubinha	2.54	2.47
Sedimentos Recentes	25.25	24.56
Suíte Álcali-Granito	34.24	33.30
Complexo Gnáissico-Migmatítico	39.05	37.98

Fonte: Carta Geológica.
Elab.: Camila Cunico, 2006.

O Complexo Granítico-Gnáissico corresponde a 1.64% do total da bacia hidrográfica do rio Marumbi, sendo distribuído espacialmente na porção sul da área de estudo. Está associado a presença de clinografia entre 30 – 47% e superior a 47%.

A Formação Guaratubinha corresponde somente a 2.47% do total estudado. Na porção sul é caracterizado por clinografia que varia de 12 – 30%, caracterizando a sua seqüência sedimentar, cujos principais constituintes, de acordo com SEMA (2002a), são os Siltitos, Argilitos, Arcósia e Conglomerados. No entanto, na porção oeste verifica-se a presença de diques de Riólitos, Felsito e Microgranitos resultando em aclividades/declividades entre 30 – 47% e superiores a 47%, correspondendo a sua seqüência vulcânica.

A unidade geológica dos Sedimentos Recente, que totalizam 24.56% da bacia hidrográfica em questão, localiza-se na proximidade da foz do rio Marumbi e ao longo dos principais afluentes, sendo constituídos principalmente de Areia, Silte e Argila. Topograficamente apresenta um relevo plano e/ou suavemente ondulado.

Em relação ao Suíte Álcali-Granitos, o qual corresponde a 33.30% do total da bacia hidrográfica do rio Marumbi, caracteriza-se pela clinografia muito acentuado, acima de 47%, localizando-se nas porções norte, oeste e central da área de estudo.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico, que equivale a maior unidade geológica da bacia hidrográfica, ou seja, 37.98%, está localizado na região centro-sul da área de estudo e em pontos isolados no interior dos Sedimentos Recentes. De acordo com a SEMA (2002a) é constituída por Migmatitos, Mica e Gnaisses e semelhante a unidade anterior, também apresenta aclividades/declividades superiores a 47%.

4.1.4 CLIMA

Bigarella, *et al* (1978) salienta que a região da Serra do Mar apresenta características climáticas extremamente influenciadas pela compartimentação do relevo e pelas variações altimétricas, fato este que reflete na descontinuidade da distribuição espacial e temporal das precipitações e da temperatura. Isso pode ser explicado a partir do fenômeno de orografia.

De acordo com Kozciak (2005) a sazonalidade dos regimes das precipitações, devido ao impacto da frente fria é mais intenso nos meses quentes (novembro a março), quando se concentra a estação chuvosa. Já nos meses frios (maio a agosto), percebe-se que o regime

pluviométrico é reduzido. Saliencia também que é bastante comum durante os meses de verão a atuação das chuvas convectivas, que se precipitam durante à tarde e/ou à noite, a partir da forte evaporação gerada pelo aquecimento diurno.

A classificação climática regional, segundo o IPARDES (2001) corresponde ao tipo Cfa e Cfb. O primeiro é caracterizado de acordo com a classificação de Köeppen, como subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes. Apresenta no mês mais frio temperatura média inferior a 18°C e superior a -3°C e no mês mais quente sua temperatura média é superior a 22°C. Ocorre, nessa classe climática, concentração de chuvas nos meses de verão, entre dezembro e março, contudo sem estação seca. As menores precipitações ocorrem de abril a março. As geadas são pouco freqüentes. O clima do tipo Cfa ocorre na parte de baixa altitude do litoral até aproximadamente a cota altimétrica de 700 metros.

De acordo com a publicação supracitada, o segundo tipo climático, Cfb, é definido como subtropical úmido mesotérmico com verões frescos. Apresenta no mês mais frio temperatura média inferior a 18°C e no mais quente temperatura média inferior a 22°C, não possui estação seca definida e está sujeito a geadas. O clima do tipo Cfb ocorre acima da cota altimétrica de 700 metros.

Maack (2002) afirma que na zona litorânea, em consequência do rápido aquecimento do solo com o sol nascente, ocorrem brisas marítimas de leste e sudoeste, aproximadamente ao meio-dia, soprando continente adentro. Ao anoitecer, o solo esfria de forma mais rápida que o mar ocorrendo inversão do gradiente de pressão, de forma que o vento passa a soprar da terra em direção ao oceano. Apesar desta alternância entre brisas marítimas e continentais, os ventos predominantes são os influenciados pelo alísio ou sudeste.

Na Serra do Mar, devido à expressão do seu relevo com bruscas variações altimétricas, a temperatura média sobre esse ambiente diminui cerca de 0,6°C a cada 100 metros de altura acima. Esta constitui uma barreira natural para os ventos regulares que sopram do oceano proveniente de sudeste. A umidade desses ventos se condensa na vertente da serra, formando uma camada de estratos entre 1.000 e 1.200 metros. Devido à concentração dessa umidade ocorre a chuva orográfica nas encostas a leste da serra, onde são registrados os mais altos índices pluviométricos do estado (MAACK, 2002).

Segundo a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA (1998) a temperatura média anual na região varia entre 20,8°C e 22°C. Em relação a precipitação nas regiões baixas de planície as médias anuais são 2.000 mm, e na serra litorânea entre 2.000 e 2.500 mm. Nas proximidades do Pico Marumbi esse valor chega a 3.000 mm. Estes registros podem variar muito se considerada somente as

médias dos meses mais chuvosos e dos mais secos. Nas Figuras 31, 32, 33 e 34 é possível verificar, para exemplificação das características climáticas acima descritas, a temperatura média (média histórica), a temperatura máxima média e a temperatura mínima média para a área de estudo, bem como a precipitação pluviométrica média anual e sazonal.

Observando a temperatura média, afirma-se segundo Paula (2005, p. 33) que:

Durante o verão a maritimidade e a variação da latitude exercem papéis secundários, em relação à variação da altitude do relevo. No inverno, além do relevo que pela força de atrito, orienta o desenvolvimento da MPA que, associando-se a altitude, provoca quedas importantes de temperatura nos lugares mais elevados, deve-se destacar que a variação da latitude assume também um papel muito importante. Já o efeito a maritimidade no inverno, é justamente o oposto do que se verifica no verão, pois, enquanto no verão a temperatura tende a declinar para o litoral, no inverno, tende a declinar em direção ao interior.

Quanto a pluviosidade, a região litorânea apresenta os índices mais expressivos registrados no estado do Paraná, superando 2.000 mm de chuva. A estação pluviométrica Veu da Noiva (Código 2548002, Figura 08) localizada nas imediações da área de estudo, a uma altitude de 680 metros, apresenta o total acumulado anual de 3.500 mm. Como ocorrem regiões altimetricamente mais elevadas na bacia hidrográfica, acredita-se que existam totais pluviométricas ainda maiores.

Observando-se a sazonalidade (Figura 34) das chuvas, percebe-se claramente a abundância de pluviosidade no período de verão, o que desencadeia processos modificadores das formas de relevo, como os movimentos de massa e erosão, contribuindo consideravelmente para o assoreamento dos canais hídricos.

Além de o acumulado pluviométrico demonstrar-se maior no verão e primavera, correspondendo a aproximadamente 65% do total pluviométrico anual¹⁷, deve-se destacar que as chuvas convectivas de maior intensidade ocorrem, sobretudo nesta época do ano. De acordo com a Figura 35, nota-se a concentração dos eventos acima de 125 mm em 24 horas neste mesmo período. Essa elevada intensidade de chuva, associado ao relevo bastante acidentado, favorece e amplia a capacidade de transporte de sedimentos pela água. É importante destacar que eventos de magnitudes inferiores (30 a 40 mm) já são capazes de provocar enchentes nas porções mais planas do relevo.

¹⁷ O acumulado pluviométrico para cada período sazonal em relação ao total pluviométrico anual de cada estação trabalhada é: 38% para os meses de verão, 27% para os meses de primavera, 22% para os meses de outono e 13% para os meses que correspondem ao inverno.

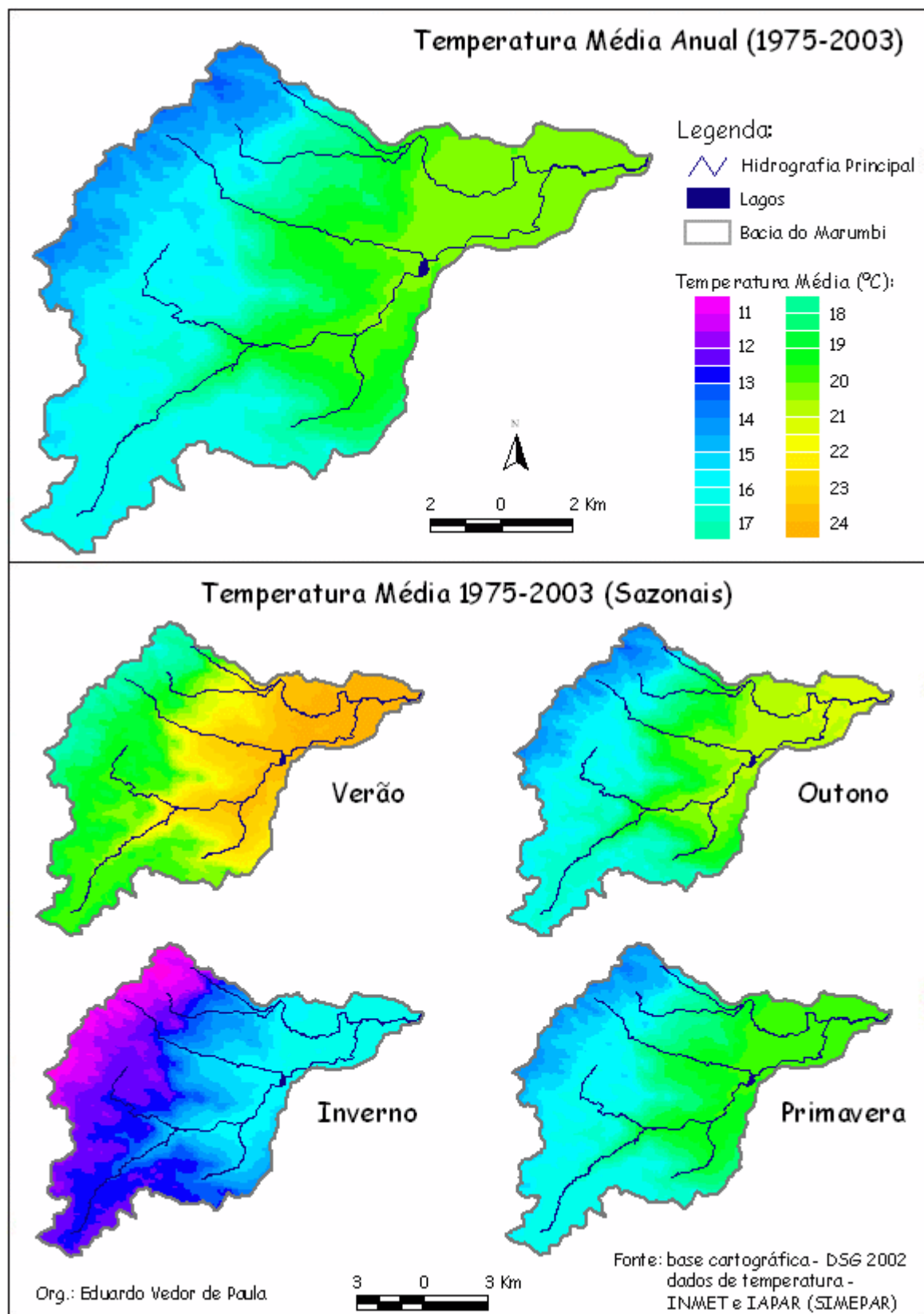


FIGURA 31 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL E SAZONAL DA ÁREA DE ESTUDO (MÉDIA HISTÓRICA – 1975-2003)

FORTE: PAULA, E. V. (2005)

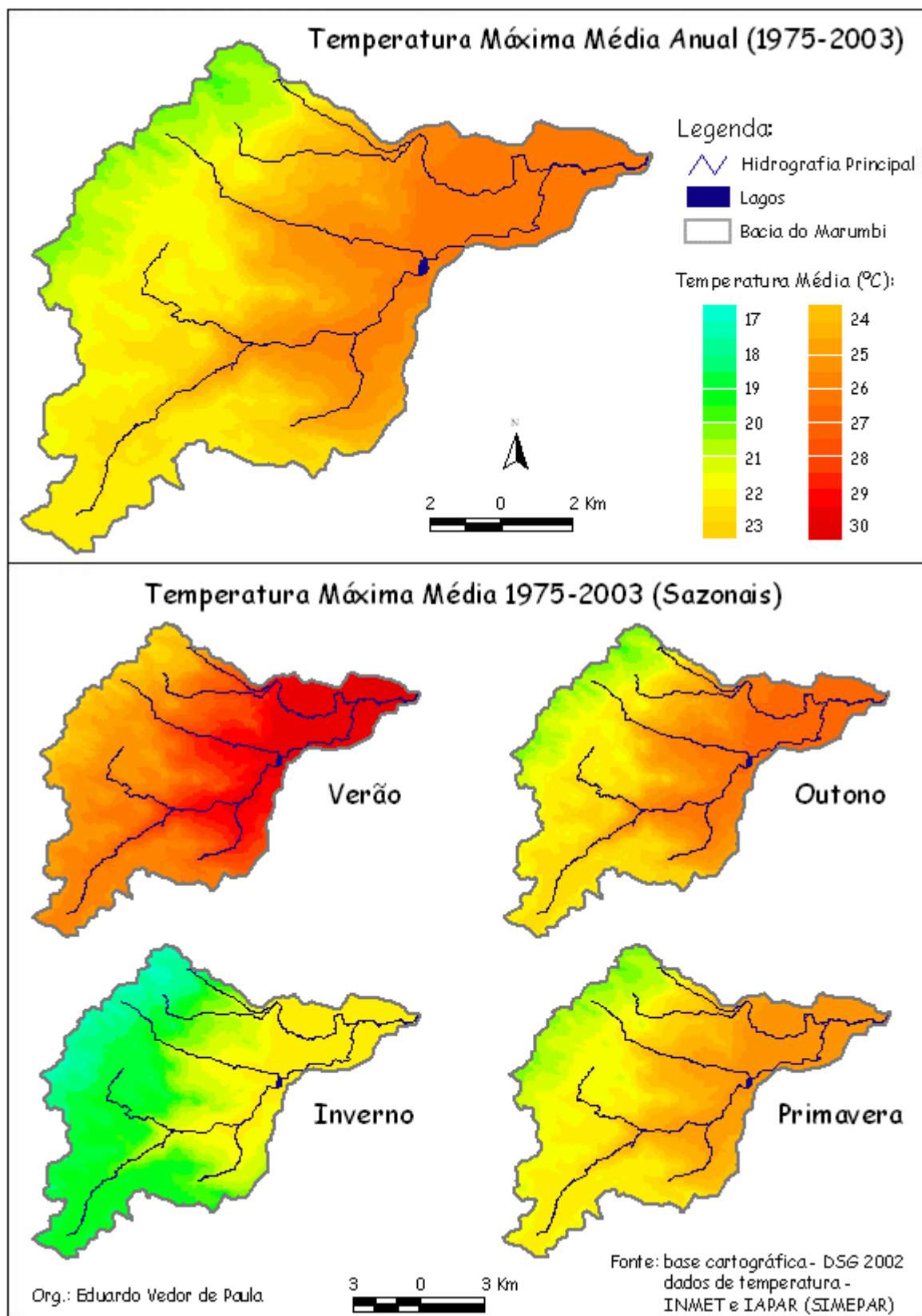


FIGURA 32 – TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA ANUAL E SAZONAL DA ÁREA DE ESTUDO (MÉDIA HISTÓRICA – 1975-2003)
FONTE: PAULA, E. V. (2005)

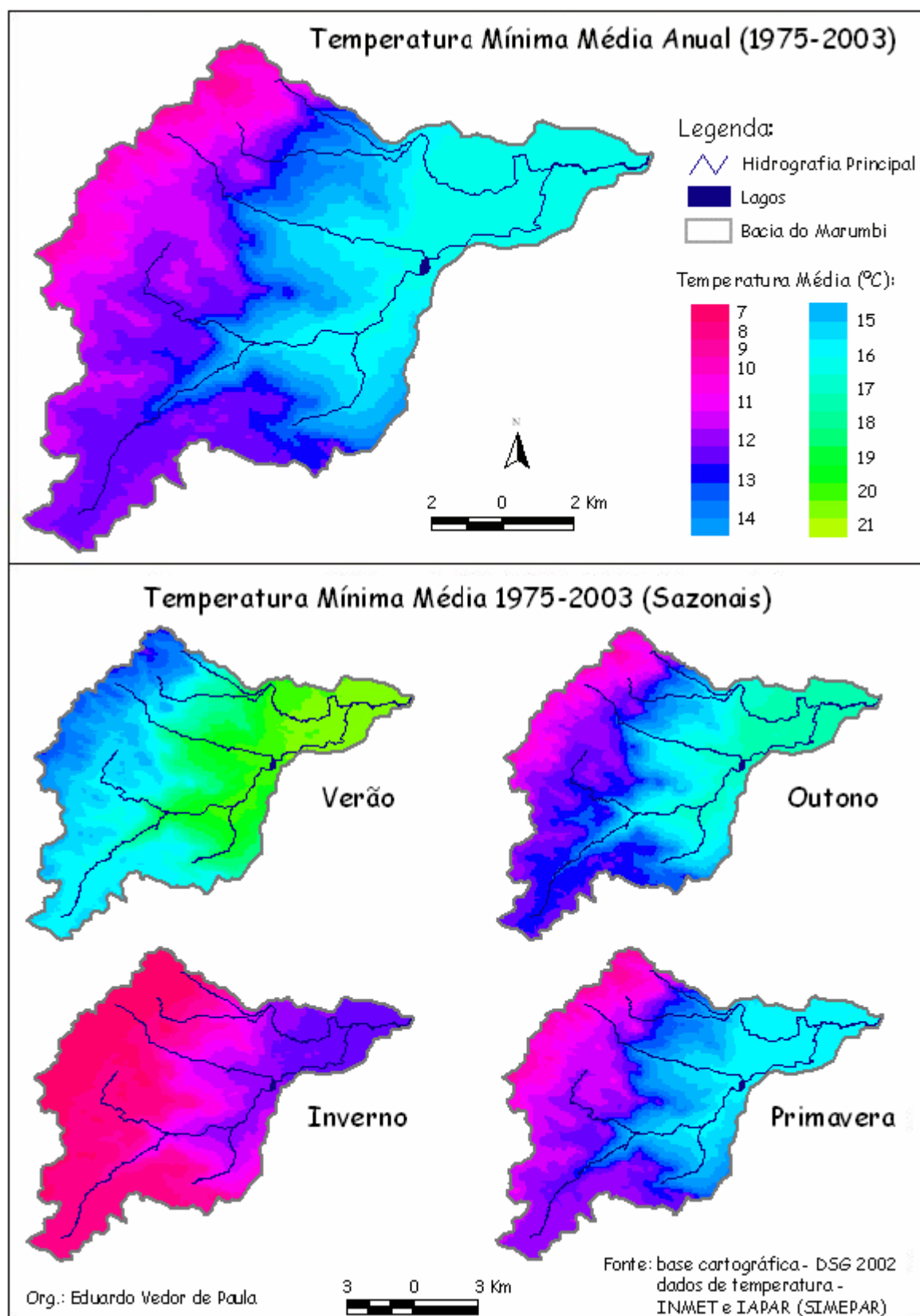


FIGURA 33 – TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA ANUAL E SAZONAL DA ÁREA DE ESTUDO (MÉDIA HISTÓRICA – 1975-2003)
FONTE: PAULA, E. V. (2005)

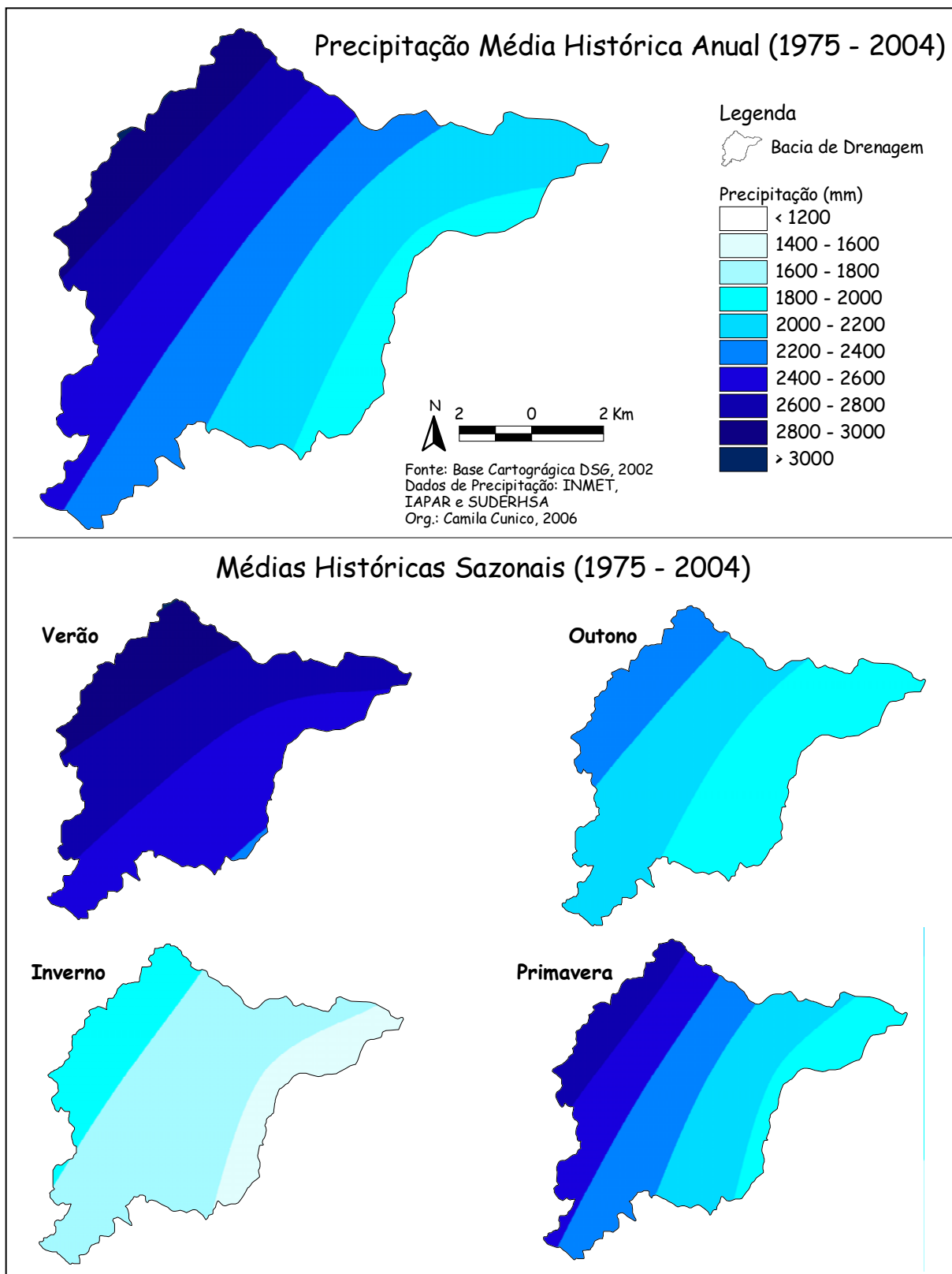


FIGURA 34 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E SAZONAL DA ÁREA DE ESTUDO
 (MÉDIA HISTÓRICA 1975 – 2004)

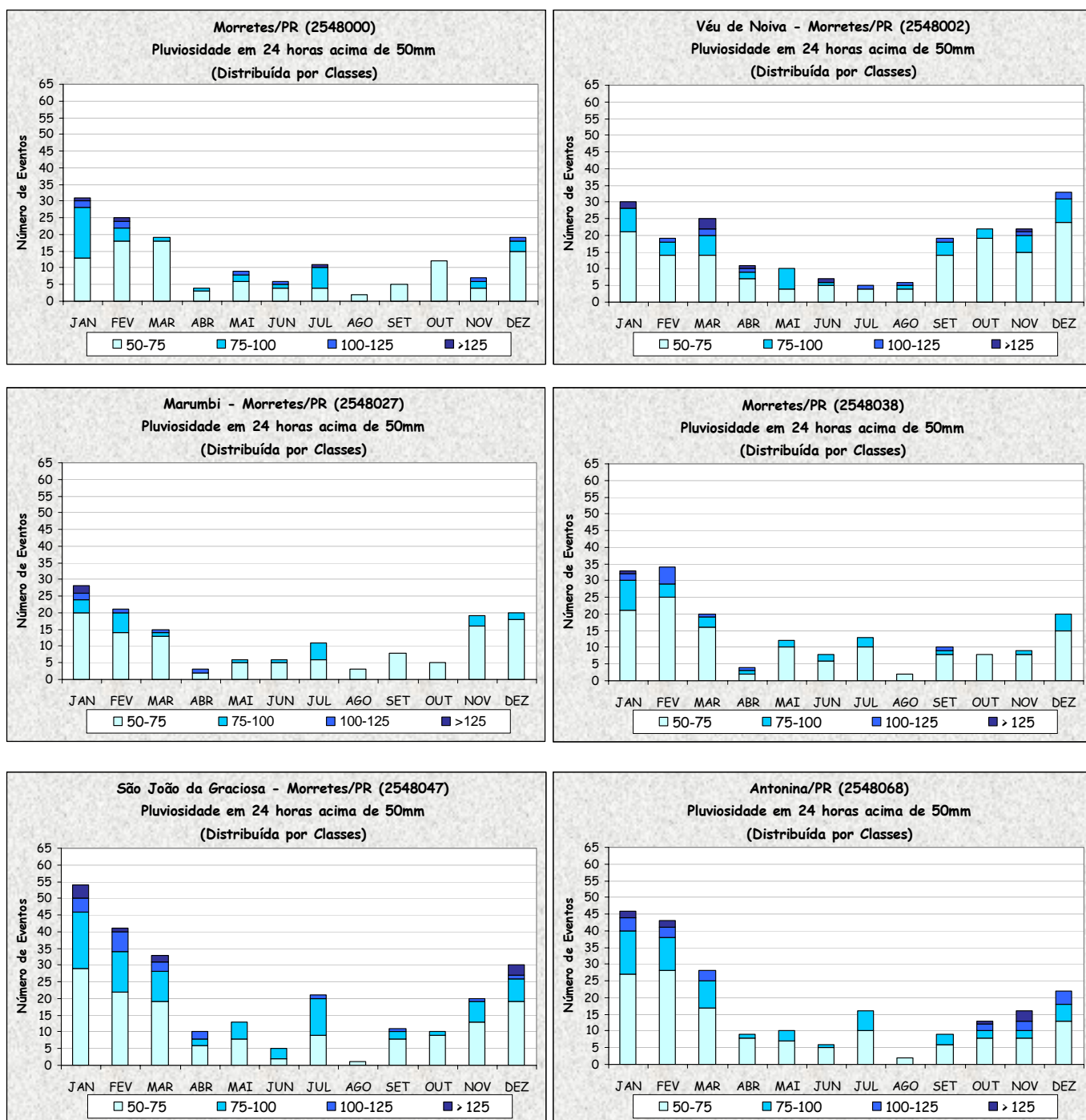


FIGURA 35 – EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EM 24 HORAS

FONTE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS: SUDERHSA (2006) E IAPAR (2006)

EDIÇÃO DOS DADOS: FELIPE VANHONI JORGE (2006) ORG.: CAMILA CUNICO (2006)

Quanto a distribuição espacial da temperatura, pode-se afirmar, analisando-se a temperatura média (média histórica), a temperatura máxima média e a temperatura mínima média, que a mesma segue um padrão de normalidade, ou seja, nas proximidades da foz do rio Marumbi e na região mais plana da área de estudo, verifica-se os maiores registros, enquanto

que na Serra do Mar e adjacências as temperaturas tornam-se mais amenas, em função da altitude. No entanto, em relação a distribuição da pluviosidade, verifica-se a situação inversa. Os maiores registros pluviométricos estão presentes na Serra do Mar e diminuem gradativamente em direção a foz do canal principal. Isso comprova a influência direta do relevo no comportamento das variáveis climáticas.

4.1.5 PEDOLOGIA

O Programa de Proteção da Floresta Atlântica (2002b) considera a existência de três grandes compartimentos ambientais, ou seja, Planalto, Serra do Mar e Planície Litorânea, caracterizando-os, de acordo com as classes pedológicas como:

- **Planície Litorânea:** os solos ocorrem sob relevo plano e alto grau de umidade onde os principais tipos encontrados são os solos de mangue, nas proximidades das baías; os espodossolos, onde ocorrem as restingas e terras baixas; os solos aluviais, próximos às margens dos rios e os solos hidromórficos gleizados indiscriminados (gleissolos) no restante da planície.
- **Serra do Mar:** a grande complexidade geológica contribui para a formação de solos bastante diversificados, com predomínio de cambissolos, solos litólicos e afloramento de rochas nas áreas mais íngremes.
- **Planalto:** a complexidade dos solos é ainda maior devido a presença de diversas formações geológicas, ocorrendo praticamente todas as classes de solos, variando dos menos desenvolvidos como os cambissolos até os mais desenvolvidos como os latossolos.

A área que corresponde a bacia hidrográfica do rio Marumbi é contemplada basicamente por três diferentes tipologias de solos, as quais são: Gleissolos, Cambissolos e Neossolos Litólicos + Afloramentos de Rocha (Figura 18).

Os Gleissolos, são constituídos por material mineral, permanente ou periodicamente saturados por água, portanto, mal drenados. Estão localizados em terrenos baixos com grande influência do lençol freático, o qual pode atingir a superfície. A forte gleização ocorre em função do regime de umidade e deficiência de oxigênio em decorrência do encharcamento do solo. Desenvolvem-se comumente em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos de

água e em materiais colúvio-aluviais, além de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos (EMBRAPA, 1999). Na bacia hidrográfica do rio Marumbi, a tipologia pedológica em questão é encontrada na porção de planície, correspondendo as características descritas.

Os Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, apresentando características bem variadas de um local para outro, devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas. Comportam-se de moderadamente a bem drenados, pouco profundos e com textura uniforme ao longo do perfil. Possuem seqüência de horizontes A, B e C, com transição nítida entre os mesmos (EMBRAPA, 1999). Em relação a geotécnia, são naturalmente pouco estáveis, tornando-se erodíveis e friáveis, podendo ocorrer o desenvolvimento de sulcos, ravinas e solapamentos. Geralmente estão associados a presença de relevos mais acidentados, cujo substrato geológico compõem-se de rochas cristalinas (KOZCIAK, 2005). Dessa forma, localizam-se nas porções centro-sul e leste da bacia hidrográfica em questão.

Já os Neossolos Litólicos caracterizados por serem pouco espessos e geralmente apresentarem horizonte A diretamente sobre substrato rochoso. Compreende solos constituídos por material mineral com baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, os quais não conduzem modificações significativas do material de origem. São comuns em fortes inclinações, geralmente em topos e cristas. É habitual a presença de Afloramento de Rochas. Na área de estudo verifica-se a presença deste solo na porção oeste, caracterizada pelas maiores altitudes e clinografia muito expressiva.

Na Tabela 13 encontram-se listadas as referidas classes de solos e suas respectivas áreas de abrangência na bacia hidrográfica estudada.

TABELA 13 – CLASSES PEDOLÓGICAS E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe Pedológica	Área em Km²	%
Gleissolos	14.56	14.16
Neossolos Litólicos + Afloramentos Rochosos	20.46	19.90
Cambissolos	67.75	65.90

Fonte: Carta Pedológica.

Org.: Camila Cunico, 2006.

4.1.6 VEGETAÇÃO

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE gerou, a partir do programa Radar Amazônia, conhecido como RADAM BRASIL, um mapeamento de características e recursos naturais para todo o Brasil, utilizando como base imagens de radar e imagens de satélite. Foi formulado o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, o qual é aceito oficialmente para a classificação da vegetação no país.

Nesse trabalho, adotou-se a classificação da vegetação segundo o referido manual, utilizando-se também como referência, as informações do Mapeamento da Floresta Atlântica no Paraná, desenvolvido pelo Programa de Proteção da Floresta Atlântica (2002b).

Sendo assim, as classes de vegetação que caracterizam a Serra do Mar e, por conseguinte, a área de estudo são:

- **Floresta Ombrófila Densa:** é popularmente conhecida como Floresta Atlântica, sendo um dos mais expressivos remanescentes situados no litoral do Estado do Paraná. Ocorre associada a presença da Serra do Mar, fatores climáticos tropicais de elevada temperatura e de alta precipitação, sem período seco pronunciado. As formações fitoecológicas da Floresta Ombrófila Densa de ocorrência na bacia em análise e respectiva distribuição espacial são: Floresta Ombrófila Densa Altomontana (norte e oeste), Floresta Ombrófila Densa Aluvial (leste), Floresta Ombrófila Densa Montana (centro-sul e oeste) e Floresta Ombrófila Densa Submontana (centro e leste).
- **Floresta Ombrófila Mista:** designa a floresta com araucária e suas variações. Ocorre no planalto, a partir da encosta oeste da Serra do Mar. Está incluída na área de mapeamento a Floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul da bacia hidrográfica.
- **Áreas de Formações Pioneiras:** cobertura vegetal formada por espécies colonizadoras de ambientes novos. São pioneiras, pois preparam o meio para a instalação subsequente de espécies mais exigentes ou menos adaptativas a condições ambientais existentes. A de ocorrência na área de estudo são as Formações Pioneiras de Influência Fluvial, situadas espacialmente no leste da bacia hidrográfica.
- **Vegetação Secundária:** refere-se aos estágios sucessionais de evolução da vegetação, seja dentro de um processo natural ou de recuperação após perturbações causadas pelo

homem. É encontrada na área de estudo Vegetação Secundária em Fase Inicial de Sucessão em Fase Intermediária da Sucessão, ambas localizadas na porção central e leste da respectiva bacia hidrográfica.

- **Refúgios Vegetacionais:** são as vegetações encontradas acima do limite da Floresta Ombrófila Densa Altomontana ou a ela entre meada. São campos de altitude localizados nos topos dos morros, em solos muito rasos, entre áreas de rocha exposta. As de ocorrência na bacia hidrográfica são os Refúgios Montanos e Altomontanos, localizados nas porções norte e oeste da área de estudo.
- **Reflorestamento:** áreas povoadas com espécies arbóreas predominantemente dos gêneros Pinus. São espécies exóticas e podem causar inúmeros danos aos sistemas naturais à medida que se adaptam e passam a invadir o ambiente natural. São em geral muito agressivas e têm grande capacidade de colonização de áreas abertas, tornando-se dominante ao longo do tempo em detrimento das espécies nativas. Na área em análise estão situados na porção sul da bacia hidrográfica.

As classes de uso e cobertura da terra (Figura 19) presentes na caracterização da área de estudo encontram-se descritas na Tabela 14 com suas respectivas áreas.

TABELA 14 – CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Tipos de Cobertura	Área	%
Áreas de Formações Pioneiras	0.03	0.02
Reflorestamento	0.12	0.11
Solo Exposto + Áreas Adensadas	0.36	0.35
Floresta Ombrófila Mista	0.40	0.38
Refúgios Vegetacionais	0.70	0.68
Agricultura e Pecuária	3.61	3.51
Vegetação Secundária	23.80	23.15
Floresta Ombrófila Densa	73.75	71.74

Fonte: Carta de Uso e Cobertura da Terra.
Org.: Camila Cunico, 2006.

4.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A cidade de Morretes compõe, ao lado de mais seis municípios, a região fisiográfica do litoral do estado do Paraná. Foi fundada em 1721, porém eleva-se a categoria de município, sendo desmembrada de Antonina, somente em 1841. Atualmente possui dois distritos administrativos, Morretes e Porto de Cima, e a zona rural é composta por 28 comunidades, que comporta 55% da população total¹⁸. Seus limites geográficos são: ao oeste os municípios de São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras; ao norte com o município de Campina Grande do Sul; ao nordeste com o município de Antonina; ao leste com Paranaguá e ao sul e sudeste com o município de Guaratuba.

Os aspectos físicos-naturais são proeminentes, portanto, ao norte e ao oeste, o município limita-se com a Serra dos Órgãos, da Graciosa, do Marumbi e da Farinha Seca, no sudeste pelas Serras da Igreja, das Canavieiras e da Prata, no sudeste, no nordeste e no leste, respectivamente os rios Arraial, Sapetanduva e Jacareí.

Em relação a sua colonização, pode-se afirmar que teve seus impulsos iniciais associados ao primeiro ciclo econômico do estado, ou seja, a mineração. Essa atividade, segundo Wachowicz (1988) desencadeou efeitos relevantes para o estado como o povoamento do litoral, surgimento de Paranaguá, desbravamento e colonização do primeiro planalto, fundação de Curitiba, abertura de caminhos que entre o planalto curitibano e o litoral, transpondo a Serra do Mar, vias de comunicação vitais para o desenvolvimento da região.

4.2.1 ECONOMIA

A economia do município de Morretes é essencialmente agrícola, apesar de existirem algumas atividades pesqueiras e outras que induzem o turismo, como a produção de farinha de mandioca, bala e cachaça de banana e a culinária típica da região. Atualmente é rota turística em função da Estrada da Graciosa e da Estrada de Ferro que interliga Curitiba, Morretes e Paranaguá. Segundo o IPARDES (2004), os municípios do litoral apresentam potencial turístico diferenciado e com características específicas, destacando a baía de Paranaguá, a

¹⁸ Informações obtidas na Prefeitura Municipal de Morretes.

Serra do Mar e as cidades de Antonina e Morretes, que constituem importantes centros históricos e gastronômicos da região.

É importante destacar que o município de Morretes apresenta um modelo agrícola diferenciado dos demais municípios litorâneos. De acordo com a publicação supracitada, uma agricultura tradicional, não diversificada, voltada à subsistência via culturas alimentares ou extrativismo, sem participação no mercado, ocorre principalmente nas áreas de serra, nas ilhas e nas bacias hidrográficas onde predominam os solos de mangue. No litoral norte mantém-se uma agricultura tradicional, com grande dependência do extrativismo de palmito e tendência de transformação com a entrada do búfalo, do gengibre e da olericultura. No litoral sul observa-se uma agricultura tecnificada produtiva, visando prioritariamente ao mercado. Já na porção central litorânea, com ênfase no município de Morretes, observa-se um modelo tecnológico em transformação, no qual coexistem a agricultura tradicional, de baixa produtividade, e sistemas de produção tecnificados com vistas ao mercado.

Dessa forma, os principais produtos cultivados em Morretes são, considerando-se além do total produzido, a lucratividade: as hortaliças, destacando-se a abobrinha, o chuchu, a berinjela e o quiabo; as especiarias como o gengibre; a fruticultura, principalmente o maracujá e a banana, e outros produtos como a cana-de-açúcar e o palmito (Quadro 06). Segundo Andretta (2006), em relação ao gengibre, houve um decréscimo de 77% na produção do Estado, o qual está sendo substituído gradativamente por hortaliças, devido a fatores como a alta incidência de doenças e queda de preço na exportação, uma vez que a produção é voltada para o mercado externo.

De acordo com a mesma autora acima mencionada, Morretes compõem o grupo de municípios que contribuíram em: 70% no valor bruto de produção do estado em relação a hortaliça; 80% no valor bruto de produção do estado em relação as especiarias; e 70% no valor bruto de produção do estado em relação a fruticultura. Esses dados referem-se a safra 2003/2004. Porém, o município apresentou uma queda significativa na produção em relação a outros anos. O valor bruto de produção no ano de 1997 foi de R\$ 22.264.103, enquanto que em 2004 chegou a R\$ 17.398.332. No *ranking* de produção caiu de 288º para 371º lugar. No entanto, a contribuição do município no valor bruto de produção do núcleo regional¹⁹ de Paranaguá manteve-se estável (Figura 36).

¹⁹ A divisão política administrativa da SEAB é composta por vinte núcleos regionais, sendo que o de Paranaguá comporta os municípios litorâneos.

QUADRO 06 – PRINCIPAIS PRODUTOS CULTIVADOS EM MORRETES – PR (ANO BASE 2006)

Produto	Área (Hectare)	Total Produzido (Toneladas)
Limão	2	5
Couve	4	8
Feijão	64	28
Acerola	9	76
Arroz	50	120
Jiló	8	160
Milho	95	181
Laranja	25	220
Quiabo	20	300
Tangerina	43	370
Pimentão	20	372
Inhame	25	375
Berinjela	28	476
Mandioca (Consumo Humano)	80	1.244
Mandioca (Indústria)	120	1.266
Feijão-Vagem	80	1.360
Alface	70	1.386
Abobrinha	88	1.488
Tomate	44	1.749
Maracujá	95	1.805
Cana-de-Açúcar	80	3.872
Banana	550	4.125
Pepino	135	4.320
Chuchu	100	5.200
Palmeira Real	-	60.000
Palmito	-	90.000
Pupunha	-	50.000
Gengibre	24	432.000

Fonte: SEAB, 2006.

Org.: Camila Cunico, 2006.

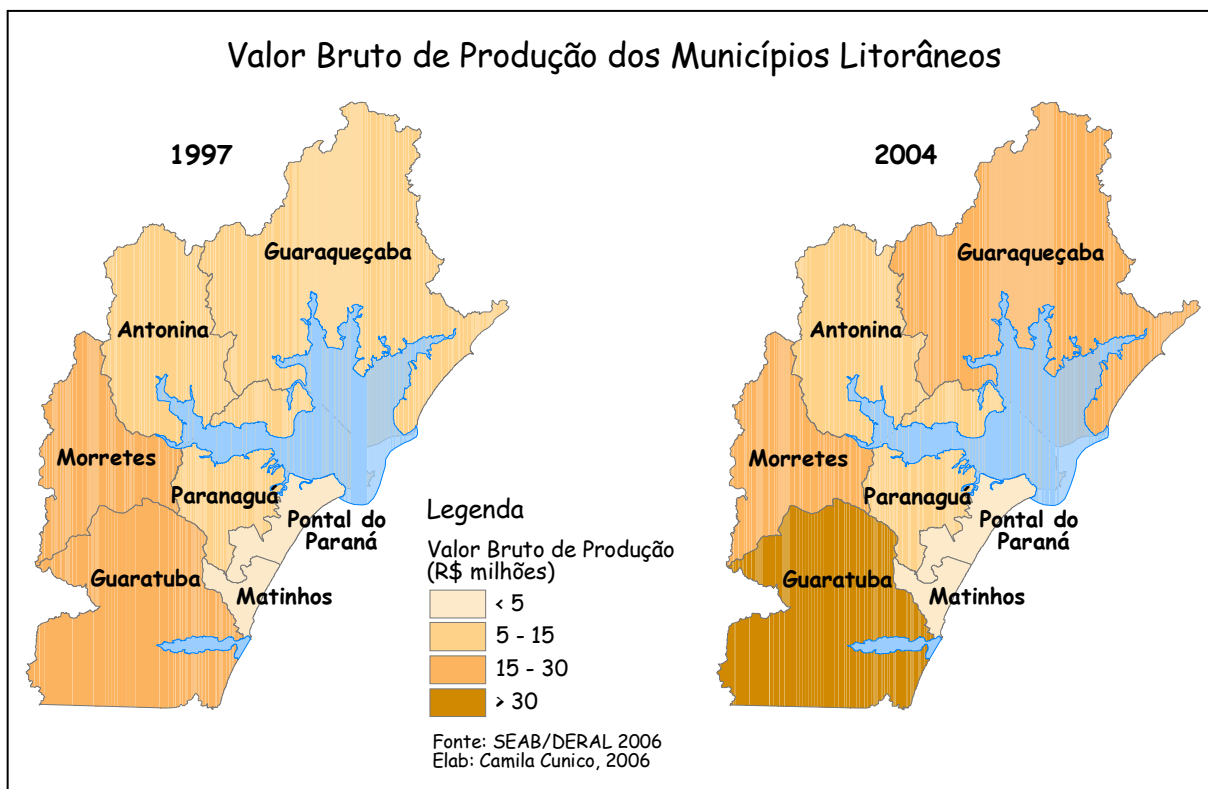


FIGURA 36 – VALOR BRUTO DE PRODUÇÃO DO NÚCLEO REGIONAL DE PARANAGUÁ NOS ANOS DE 1997 E 2004

Em função de todas as intempéries que a agricultura pode sofrer, o produtor em melhor situação financeira no município de Morretes é aquele que produz tanto maracujá quanto chuchu, sendo ambos destinados a comercialização na Central de Abastecimento em Curitiba – CEASA. Pode-se afirmar que, atualmente, o principal produto que gere a economia do município é o maracujá, porém, a banana continua sendo o produto mais importante socialmente. Ou seja, são poucos os produtores que conseguem de adaptar as exigências do mercado em relação ao cultivo do maracujá, o qual é produzido em quantidades significativas para comercialização. Entretanto, a banana, por ser típica da região e bem adaptada ao clima do litoral, é facilmente produzida e encontrada nas propriedades rurais independente do tamanho e nível de desenvolvimento econômico.

Segundo a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Morretes, o município comercializou no ano de 2005 com a Itália e a França, com os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de 33 municípios paranaense (Figura 37). Conforme o IBGE (1996) a produção agrícola estava distribuída em 1996 conforme o Quadro 07.

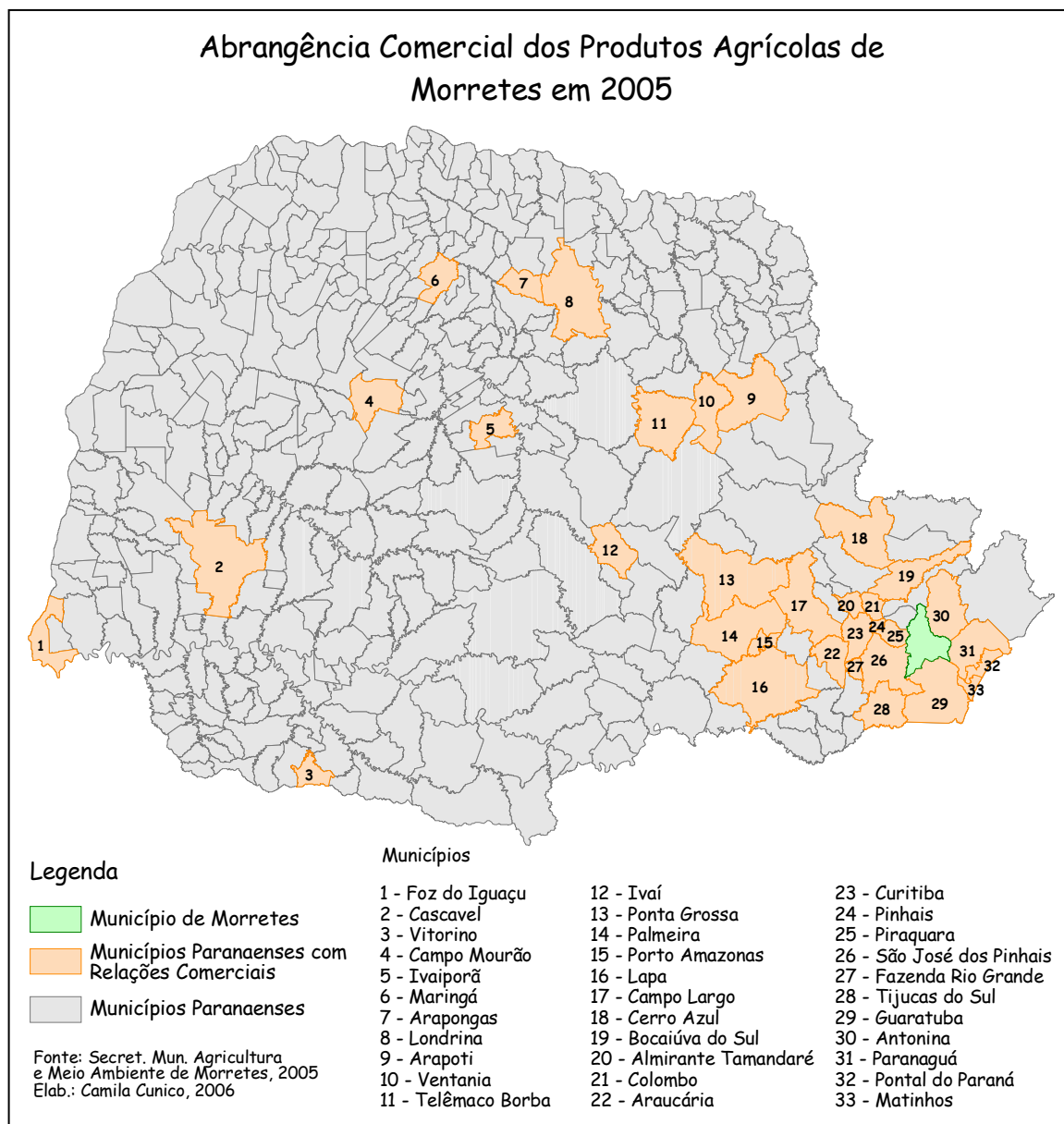


FIGURA 37 – MUNICÍPIOS PARANAENSES COM RELAÇÕES COMERCIAIS COM MORRETES EM 2005

QUADRO 07 – ESTABELECIMENTO POR GRUPO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DE MORRETES – PR EM 1996

Atividade Econômica	Total de Propriedades
Pesca e aqüicultura	2
Silvicultura e Exploração Florestal	8
Produção Mista	26
Pecuária	83
Lavoura Temporária	103
Horticultura	233
Lavoura Permanente	295

Fonte: IBGE, 1996
Org.: Camila Cunico, 2006

Quanto a criação de animais, o município não possui tradição expressiva, apresentando alguns casos isolados. Em relação a mineração, apesar dessa atividade ter sido uma das responsáveis pelo processo de colonização, atualmente não desempenha papel significativo na economia local. Também é possível verificar a presença de agroindústrias de produção artesanal de cachaça e conservas doces e salgadas.

Na bacia hidrográfica do rio Marumbi, foi possível verificar que a área de planície está toda destinada a produção agrícola, salvo alguns casos de criação pecuária, de ovinos e chácara de lazer. Essa região plana não está inserida nas unidades de conservação. Mesmo assim, devem-se resguardar margens de rios, como previstos em Lei, no entanto, é muito comum situações de descaso em relação a preservação ambiental.

As propriedades na área de estudo se caracterizam, na maioria dos casos, como pequenas, com regime de economia familiar e dependendo exclusivamente da renda obtida na agricultura, refletindo a situação encontrada no município de Morretes, a qual pode-se verificar na Quadro 08.

QUADRO 08 – NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS POR GRUPO DE ÁREA EM MORRETES – PR EM 1996

Grupo de Área (hectare)	Total de Estabelecimentos
Menos de 1	40
De 1 a menos de 5	227
De 5 a menos de 10	155
De 10 a menos de 20	189
De 20 a menos de 50	92
De 50 a menos de 100	20
De 100 a menos de 200	10
De 200 a menos de 500	12
Maior que 500	5

Fonte: IBGE, 1996
Org.: Camila Cunico, 2006.

4.2.2 POPULAÇÃO

A população de Morrestes é, segundo o IBGE (2000) de 15.275 habitantes, destes 7.153 estão no meio urbano em 2.379 domicílios, enquanto que 8.112 no meio rural, distribuídos em 3.501 domicílios. Portanto, é neste que se concentram tanto a população do município quando as principais atividades econômicas do mesmo. Conseqüentemente 51.2% da população economicamente ativa pertence ao meio rural, atuando principalmente na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e pesca, totalizando cerca de 1.720 pessoas.

Em relação ao total de habitantes da bacia hidrográfica do rio Marumbi, não foi possível estimar. As informações mais próximas são o total de eleitores nas duas seções que contemplam a área e o censo escolar. Dessa forma, o total de eleitores, segundo a Justiça Eleitoral, é de 760, e o total de crianças que freqüentam as Escolas Municipais Rurais, conforme o Censo Escolar da Secretaria Municipal de Educação, é de 33 alunos.

Na área de estudo localizam-se oito comunidades distintas, as quais são: Fortaleza, Pedra Preta, Pau Oco, Fartura, Marumbi, Pantanal, América de Cima e América de Baixo, sendo que as cinco últimas participam da Associação dos Moradores “Amantanal” que procura, entre muitas finalidades, promover conquistas populares de interesses coletivos (exemplo: saúde, moradia, saneamento básico, água, luz, educação) que proporcionem o desenvolvimento integral humano com a preservação do meio ambiente.

Para conhecer as características gerais dos moradores da área de estudo, pesquisou-se junto a Secretaria Municipal de Ação Social de Morretes, os Cadastros Únicos para Programas do Governo Federal. É importante salientar, que as informações contidas nos mesmos são de responsabilidade do informante. No entanto, selecionou-se do total de cadastros efetuados no município os relativos as comunidades da bacia hidrográfica do rio Marumbi. Assim, o total de cadastros pesquisados foi de 111 (23 de América de Baixo, 22 de América de Cima, 20 de Pantanal, 19 de Fortaleza, 14 de Marumbi e 13 de Fartura). Pesquisou-se, também, no Relatório Anual das Atividades desenvolvidas pela Amantanal referentes ao ano 2005, bem como se entrevistou os presidentes (Jahyr Tonetti e Marlene C. Tonetti).

Dessa forma, pode-se afirmar que as famílias incluídas na área de estudo são moradores antigos da região, na grande maioria essencialmente rurais, dependentes exclusivamente a renda obtida por meio da agricultura.

5. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Como descrito anteriormente, a bacia hidrográfica do rio Marumbi foi considerada como uma única UTB, não sendo, portanto, subdividida de acordo com o proposto originalmente na metodologia de Crepani, *et al* (2001).

Salienta-se mais uma vez, que a vulnerabilidade natural à perda de solo foi analisada a partir da sobreposição das cartas temáticas, permitindo estabelecer relações de causa e efeito entre os elementos constituintes, aliadas ao potencial geotecnológico disponível. Cada um dos componentes da paisagem espacializados foram correlacionados por meio de processamentos computacionais, sendo os resultados obtidos apresentados sob a forma de cartas temáticas, nas quais procurou-se estabelecer níveis hierárquicos de acordo com a vulnerabilidade natural à perda de solos.

O primeiro passo para a aplicação da metodologia consiste na elaboração da carta temática de vulnerabilidade geomorfológica (Figura 38), obtida a partir da correlação dos temas clinografia, dissecação do relevo, amplitude do relevo e predomínio das formas de vertentes, conforme se observa na Figura 39.

A vulnerabilidade geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Marumbi apresenta três classes com características distintas. A classe medianamente estável-vulnerável corresponde a 15 km² (14.59%) da área de estudo, concentrando-se basicamente na região mais plana (até 80 metros), ou seja, na planície. É possível verificar a presença desta classe em altitude superior a 800 metros. Caracteriza-se por aclividades/declividades pouco expressivas (até 12%), predominando o padrão convexo como forma de vertentes, e grande amplitude entre os interflúvios (em média 1.000 metros). Em função destas características afirma-se que o tema clinografia é a variável de maior influência na delimitação da referida classe de vulnerabilidade.

A segunda classe de vulnerabilidade geomorfológica é a moderadamente vulnerável que contempla 50.94 km² (49.55%), encontrando-se bem distribuída por toda área de estudo. Caracteriza-se por clinografia acentuada, que variam de 12 a 47% e dissecação do relevo expressiva, com amplitude entre os interflúvios de 250 a 750 metros e vertentes côncavas e

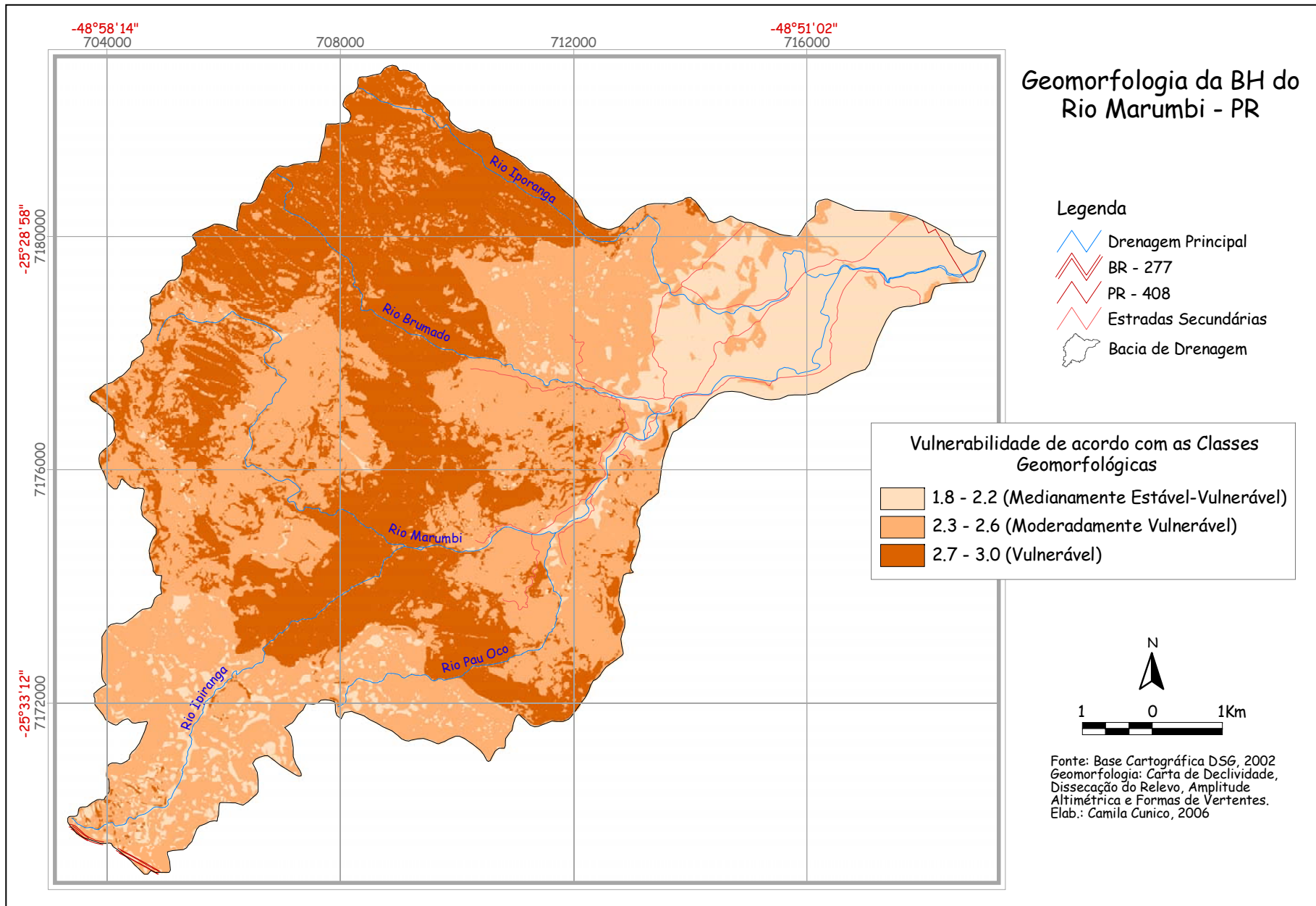


FIGURA 38 – VULNERABILIDADE GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

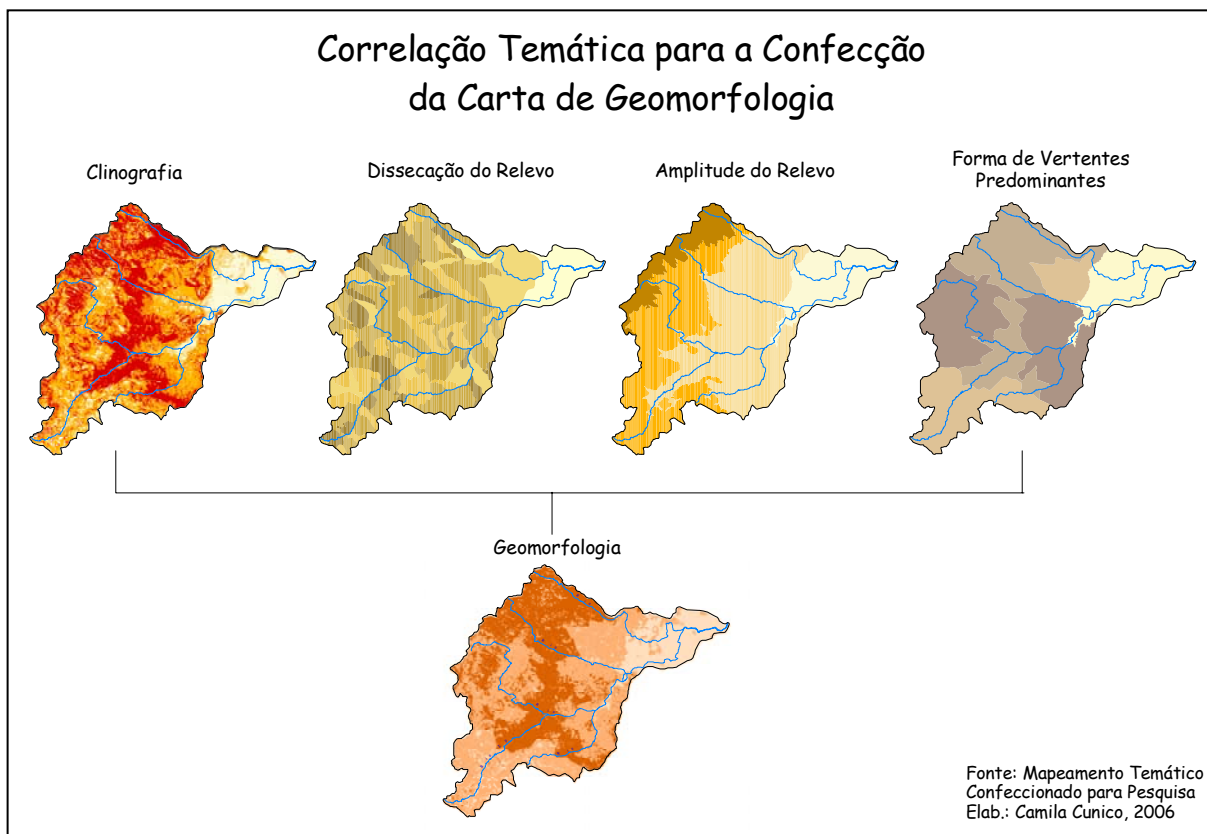


FIGURA 39 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CRUZAMENTO DAS CARTAS TEMÁTICAS NECESSÁRIAS PARA A DEFINIÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE GEOMORFOLÓGICA

convexas. A variável amplitude do relevo não se apresentou essencial para a delimitação da classe.

Já a classe vulnerável corresponde a 36.72 km² (35.71%), concentrando-se na porção norte e centro-sul da bacia hidrográfica. Nesta é possível perceber nitidamente o predomínio da clinografia acima de 47%, amplitude entre os interflúvios inferiores a 500 metros, fato que denota uma acentuada dissecação do relevo e a presença de vertentes retilíneas.

Em relação aos processos morfogenéticos-pedogenéticos afirma-se que na primeira classe descrita prevalecem situações intermediárias de vulnerabilidade, ou seja, equilíbrio entre ambos os processos. Para as outras duas classes preponderam os processos modificadores das formas de relevo (morfogênese). Isso ocorre principalmente em função dos valores atribuídos a cada variável temática apresentar-se elevado em função das características analisadas. Mesmo assim, observa-se que a clinografia mostra-se, sobretudo, como a variável mais importante para a definição da alta vulnerabilidade geomorfológica da bacia hidrográfica em análise, uma vez que predomina a clividades/declividades acima de 47%, traduzindo situações com baixa possibilidade de formação de solo (pedogênese) e sim a

ocorrência freqüente de exposição contínua de material rochoso, por meio dos processos erosivos da morfogênese.

As características físico-naturais da paisagem que predominam em cada uma das classes de vulnerabilidade geomorfológica estão sintetizadas no Quadro 09.

QUADRO 09 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-NATURAIS PREDOMINANTES POR CLASSE DE VULNERABILIDADE GEOMORFOLÓGICA

Vulnerabilidade Geomorfológica	Medianamente Estável-Vulnerável	Moderadamente Vulnerável	Vulnerável
Características Físico-Naturais			
Clinografia	Até 12%	12 a 47%	Acima de 47%
Amplitude Altimétrica	Concentra-se nas altitudes inferiores a 80 metros	Concentra-se nas altitudes entre 850 a 1200 metros	Concentra-se nas altitudes superiores a 1200 metros
Dissecação do Relevo (Amplitude dos Interflúvios)	Em média 1.000 metros	Em média 250 a 750 metros	Inferiores a 500 metros
Predomínio das Vertentes	Convexas	Côncavas e/ou Convexas	Retilíneas

Fonte: Mapeamento temático elaborado para pesquisa.

Elab.: Camila Cunico, 2006.

Na Tabela 15 verificam-se as classes geomorfológicas encontradas e suas respectivas estatísticas.

TABELA 15 – CLASSES GEOMORFOLÓGICAS E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classes Geomorfológicas	Área em Km²	%
1.8 – 2.2 (Medianamente Estável-Vulnerável)	15.00	14.59
2.3 – 2.6 (Moderadamente Vulnerável)	50.94	49.55
2.7 – 3.0 (Vulnerável)	36.72	35.71

Fonte: Carta Geomorfológica.

Elab.: Camila Cunico, 2006.

Após a definição da carta de vulnerabilidade geomorfológica correlacionaram-se as informações temáticas que concernem aos aspectos físico-naturais da área estudada, ou seja, a carta supracitada, a geologia, a intensidade pluviométrica e a pedologia. A carta síntese corresponde a vulnerabilidade morfodinâmica natural, que quando considerado o uso e cobertura da terra obtém-se a vulnerabilidade morfodinâmica natural de acordo com o grau de proteção da terra. Estas correlações estão representadas na Figura 40.

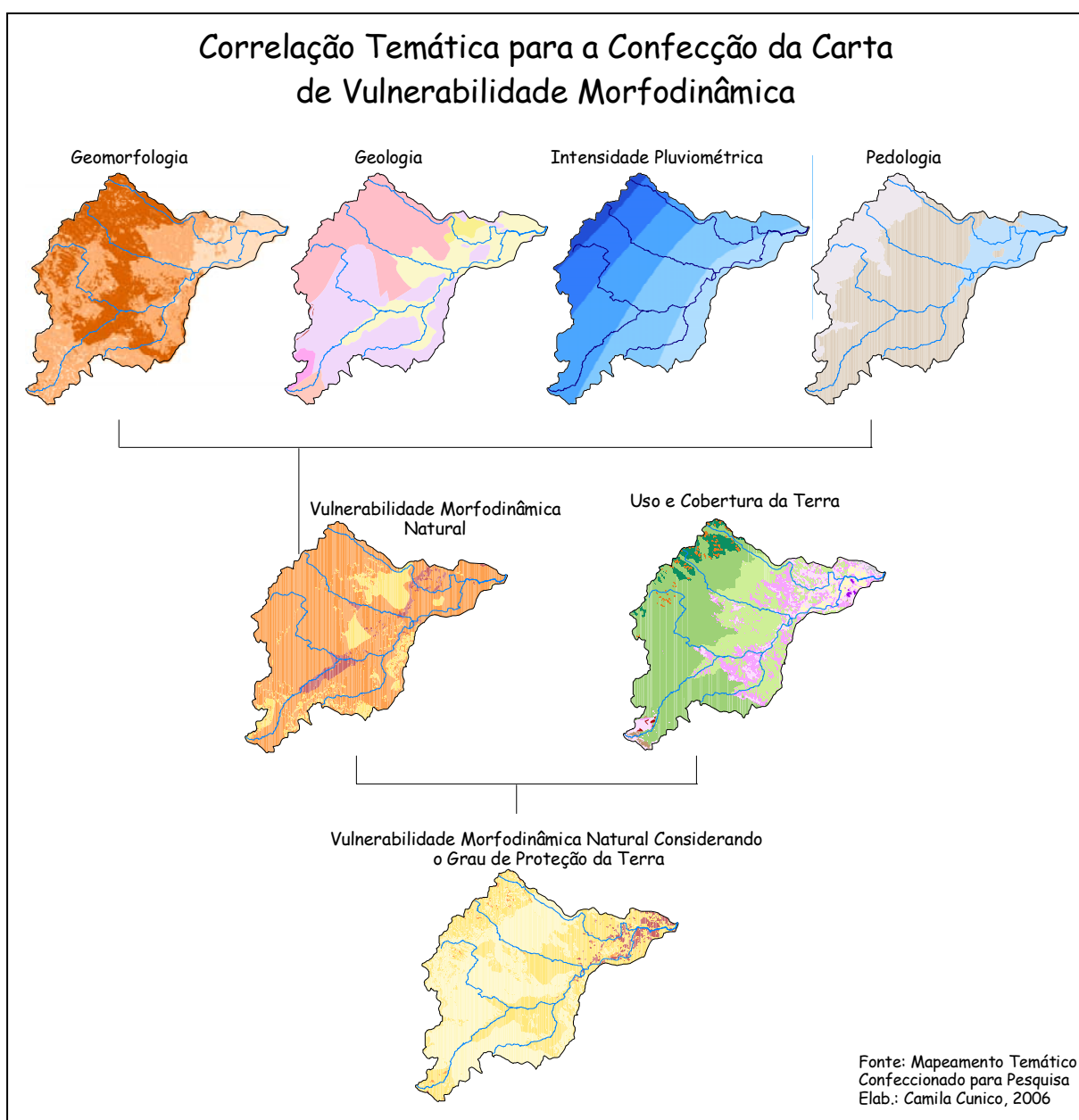


FIGURA 40 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CRUZAMENTO DAS CARTAS TEMÁTICAS NECESSÁRIAS PARA A DEFINIÇÃO DAS CARTAS DE VULNERABILIDADE

5.1 VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

A vulnerabilidade morfodinâmica natural (Figura 41) traduz o equilíbrio dinâmico natural da bacia hidrográfica do rio Marumbi. As classes delimitadas foram agrupadas em uma escala de grandeza seguindo o mesmo padrão adotado para a elaboração de todos os mapas, de acordo com o sugerido na metodologia, portanto, Estável, Moderadamente Estável, Medianamente Estável-Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.

As duas primeiras classes que corroboram com os processos pedogenéticos (menos atuação dos processos modificadores das formas de relevo e maior estabilidade morfodinâmica) não foram constatadas na área de estudo. Isso pode ser justificado em razão das expressivas características físico-naturais existentes na mesma, como os aspectos geomorfológicos (principalmente a clinografia acentuada), a intensidade pluviométrica elevada e a presença de solos pouco desenvolvidos.

A classe Medianamente Estável-Vulnerável ocorre associada a rochas resistentes à denudação como as pertencentes ao Complexo Granítico-Gnáissico, ao Complexo Gnáissico-Migmatítico e Suíte Álcali-Granitos, fato este que condiciona a estabilidade da referida classe, ou seja, ação menos intensiva dos processos morfogenéticos. Porém, a clinografia acentuada (30 a > 47%), a presença de Cambissolos e de elevados índices de intensidade pluviométrica possibilita a formação de cenários erosivos no local.

A classe Moderadamente Vulnerável é a mais significativa da área de estudo, comportando cerca de 82% do total, como pode ser verificado na Figura 42 e na Tabela 16. Apresenta duas porções com características distintas. A primeira corresponde a unidade fisiográfica da Serra do Mar, cujo relevo em função da grande amplitude altimétrica e das encostas com clinografia variando de 12 – 30%, 30 – 47% e acima de 47%, corrobora para o grande potencial energético do mesmo. Nessa porção as formas de vertentes predominantes são as retilíneas e côncavas. Assim, o substrato geológico é representado pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico, Suíte Álcali-Granitos e Formação Guaratubinha, composto por rochas (granitos, gnaisses e migmatitos) com elevada resistência aos processos intempéricos.

A segunda porção identificada na classe Moderadamente Vulnerável equivale à região de planície. Portanto, caracteriza-se pela baixa variação altimétrica e clinografia pouco acentuada. Geologicamente é composta por sedimentos recentes.

Como a classe Moderadamente Vulnerável está presente em grande parte da bacia

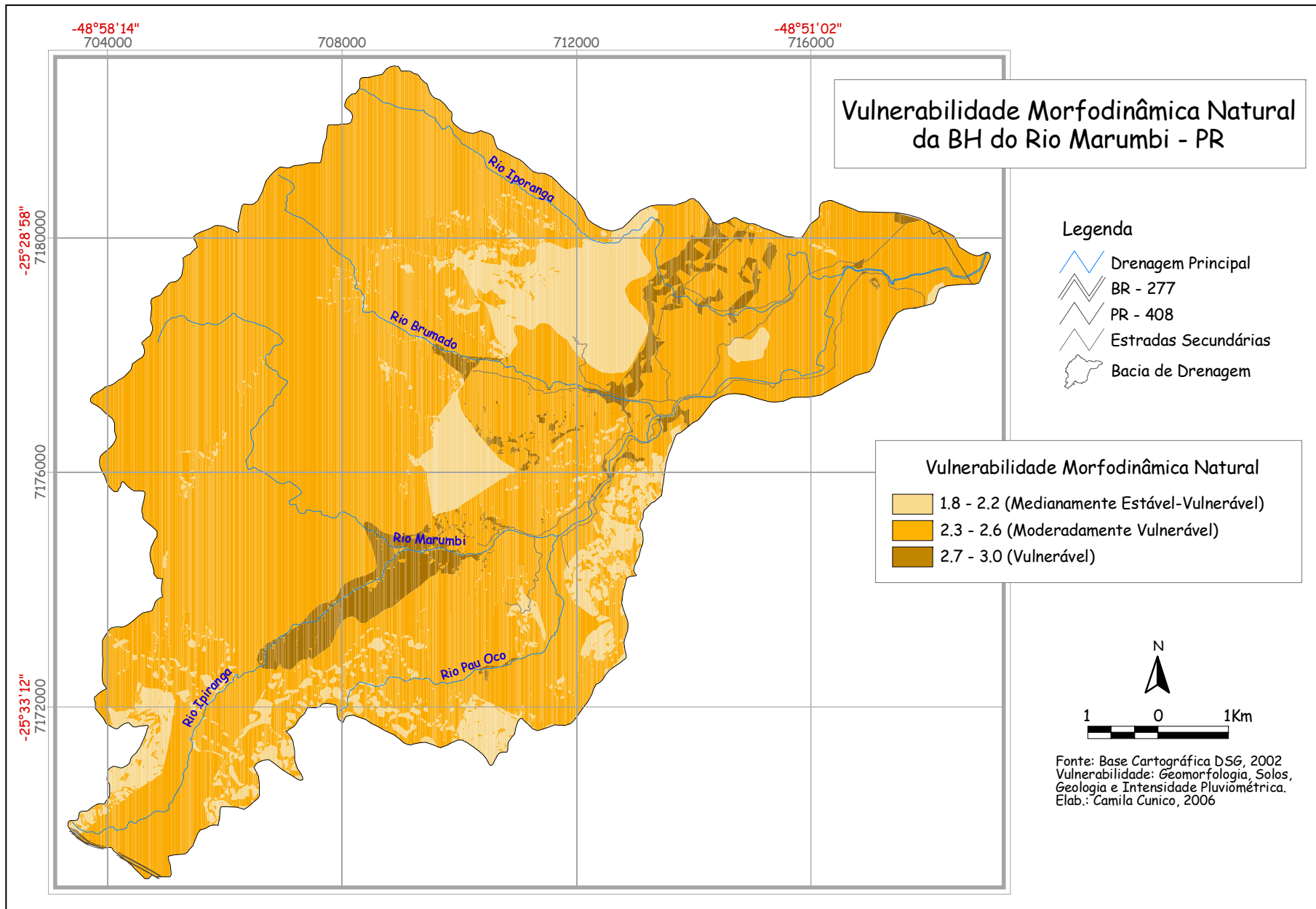


FIGURA 41 – VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO

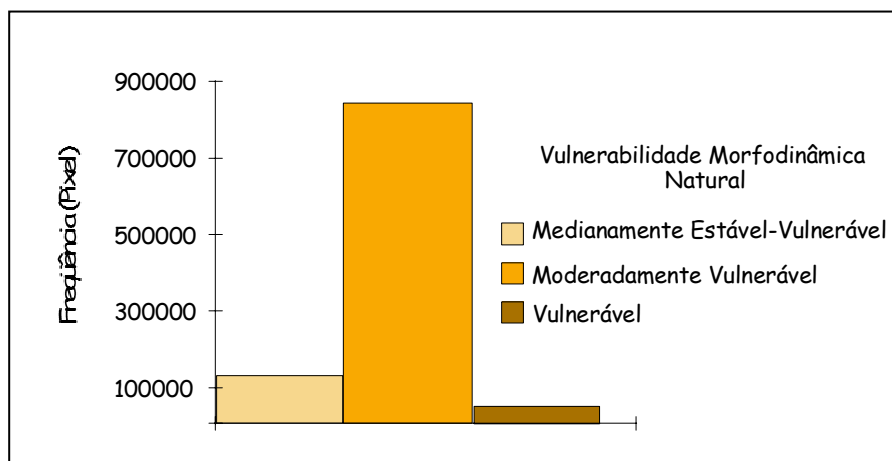


FIGURA 42 – FREQUÊNCIA DA VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO

TABELA 16 – CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe de Vulnerabilidade Morfodinâmica	Área em Km ²	%
1.8 – 2.2 (Medianamente Estável-Vulnerável)	12.89	12.53
2.3 – 2.6 (Moderadamente Vulnerável)	84.64	82.33
2.7 – 3.0 (Vulnerável)	5.08	4.94

Fonte: Carta de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural.
Elab.: Camila Cunico, 2006.

hidrográfica, atinge as três classes de solos (Afloramento Rochosos + Neossolos Litólicos, Cambissolos e Gleissolos), bem como as classes de intensidade pluviométrica (275 - >500 mm).

Como escrito anteriormente, a classe Moderadamente Vulnerável apresenta duas porções diferenciadas. Pode-se afirmar que na primeira as variáveis que compõem geomorfologicamente a área contribuem para acentuar a vulnerabilidade da mesma, sendo a geologia o elemento mais estabilizador. Já na outra porção, apesar das características geomorfológicas não se constituírem igualmente acentuadas, a geologia e os gleissolos comprometem a estabilidade local, principalmente se considerar os índices de pluviosidade, que mesmo não sendo os mais elevados são bastante significativo em função dos sistemas atmosféricos regionais atuantes associados ao processo de orografia.

A última classe de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural corresponde a Vulnerável. Está localizada principalmente nas áreas com aclividades/declividades superiores a 47% com

a presença de vertentes retilíneas, cambissolos e intensidade pluviométrica entre 350 a 400 mm. Na porção mais plana da área de estudo é possível visualizar pequenas manchas de Vulnerabilidade dentre a classe Moderadamente Vulnerável. Isso se explica por ser sujeita à inundações e exposta a intensa morfodinâmica, como também pela associação do substrato geológico (sedimentos recentes) com a tipologia pedológica (gleissolos), que de acordo com a metodologia apresenta valores elevados para os processo pedogênese-morfogênese.

Nas áreas que correspondem às classes Moderadamente Vulnerável e Vulnerável (87.27% do total) os processos morfogenéticos atuam a favor da modificação das formas de relevo, ou seja, predomina a morfogênese. São bastante comuns cicatrizes naturais de escorregamento de encostas (Fotografia 03 e 04), demonstrando a pouca estabilidade das vertentes e em contrapartida a elevada vulnerabilidade morfodinâmica natural da bacia hidrográfica do rio Marumbi.



FOTOGRAFIA 03 – CICATRIZES NATURAIS DE
DESLIZAMENTOS NAS ENCOSTAS
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 04 – CICATRIZES NATURAIS DE
DESLIZAMENTOS NAS ENCOSTAS
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

5.2 VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL CONSIDERANDO O GRAU DE PROTEÇÃO DA TERRA

Como se observou, a bacia hidrográfica do rio Marumbi apresenta elevada vulnerabilidade morfodinâmica natural, sendo, portanto, predominante os processos de erosão em detrimento aos processos de formação e desenvolvimento do solo.

No entanto, quando considerado o uso e cobertura da terra detectou-se alterações significativas quanto à estabilidade da mesma. Dessa forma, correlacionaram-se as informações obtidas por meio da vulnerabilidade morfodinâmica natural com as de uso e cobertura da terra, resultando na vulnerabilidade morfodinâmica natural a partir do grau de proteção da terra, como se pode observar na Figura 40. Destaca-se que a partir dessa nova correlação, é possível inferir sobre as alterações antrópicas introduzidas no equilíbrio dinâmico do meio físico-natural, bem como o atual estágio de preservação da área de estudo.

As categorias obtidas de vulnerabilidade morfodinâmica natural considerando grau de proteção da terra (Figura 43) foram agrupadas em classes seguindo a mesma proposta que a anterior, sendo assim, Estável, Moderadamente Estável, Medianamente Estável-Vulnerável, Moderadamente Vulnerável e Vulnerável.

A classe Estável não foi verificada da área de estudo, uma vez que as variáveis em análise apresentam características não compatíveis que as necessárias para a existência da mesma. A primeira classe encontrada corresponde a Moderadamente Estável, sendo a predominante na área de estudo (Figura 44, Tabela 17). Destaca-se que na carta de vulnerabilidade morfodinâmica natural, a mesma não foi constatada.

A referida classe ocorre nas mesmas áreas que a vulnerabilidade morfodinâmica natural aponta para a classe de Moderadamente Vulnerável. Isso se justifica pela presença da vegetação bastante preservada (Fotografia 05 e 06), como a Floresta Ombrófila Densa Montana e a Submontana (Figura 19), as quais atuam como agentes estabilizadores da vulnerabilidade. Outro fator importante é a pouca alteração antrópica na referida classe, assim, as condições físico-naturais se sobressaem às atividades humanas.



FOTOGRAFIA 05 – SEGUNDO PLANO PORÇÃO DE SERRA COM A VEGETAÇÃO PRESERVADA
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 06 – SEGUNDO PLANO PORÇÃO DE SERRA COM A VEGETAÇÃO PRESERVADA
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

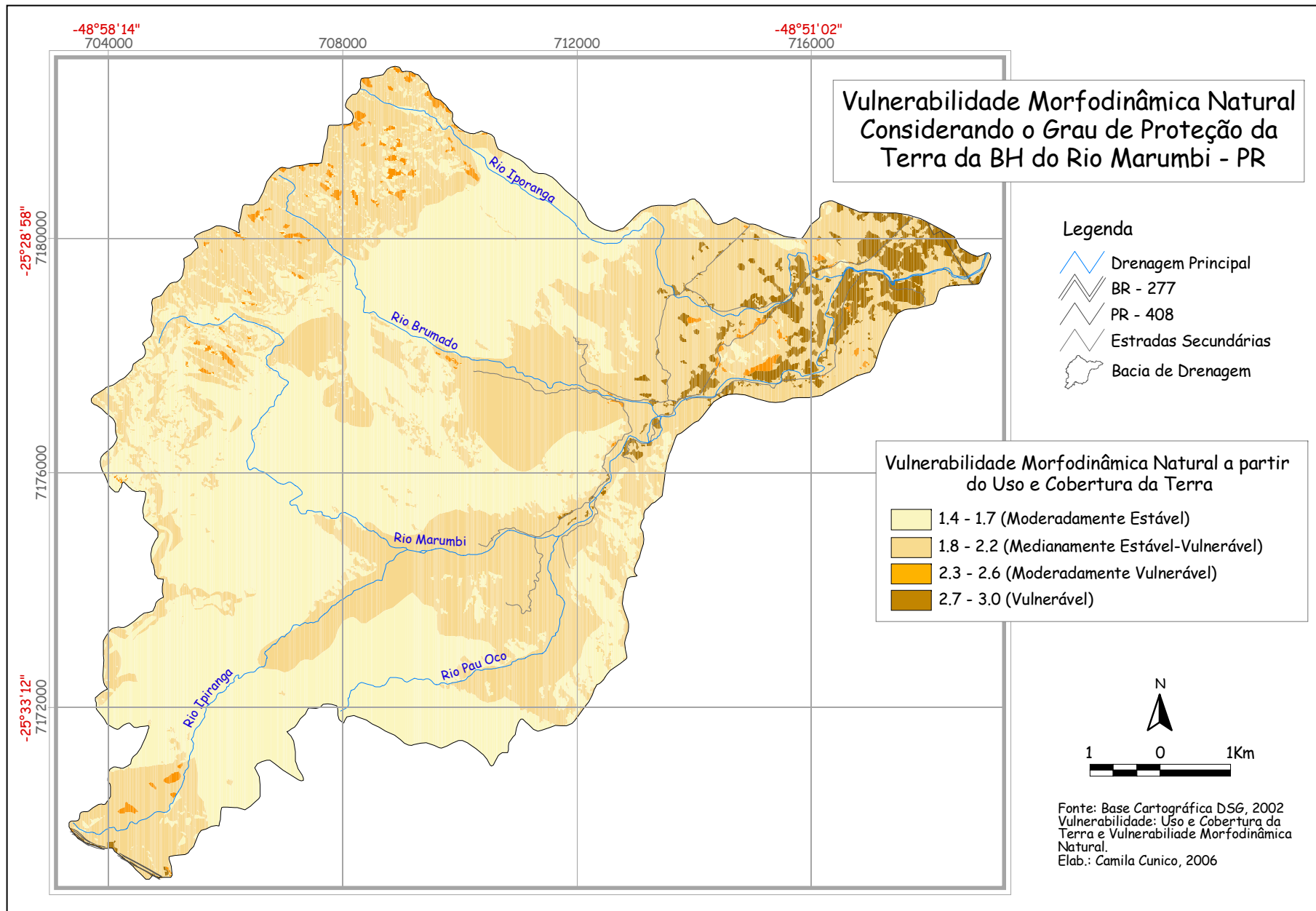


FIGURA 43 – VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL CONSIDERANDO O GRAU DE PROTEÇÃO DA TERRA DA ÁREA DE ESTUDO

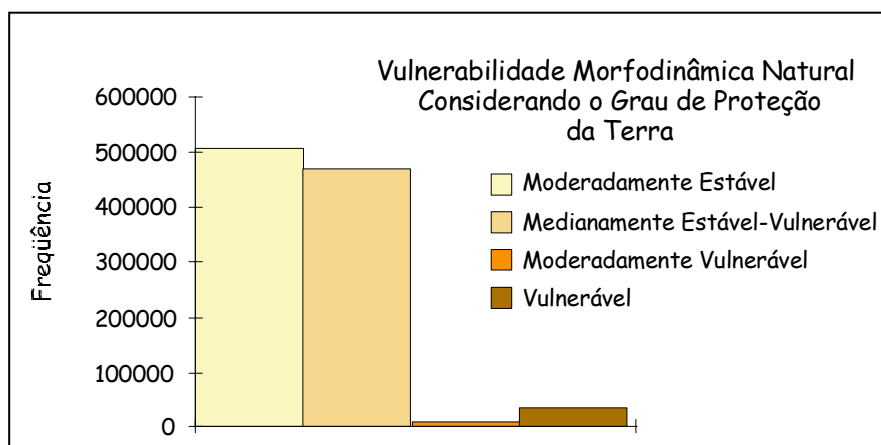


FIGURA 44 – FREQUÊNCIA DA VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL CONSIDERANDO O GRAU DE PROTEÇÃO DA TERRA DA ÁREA DE ESTUDO

TABELA 17 – CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL CONSIDERANDO O GRAU DE PROTEÇÃO DA TERRA E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe de Vulnerabilidade Morfoodinâmica	Área em Km ²	%
1.4 – 1.7 (Moderadamente Estável)	50.81	49.42
1.8 – 2.2 (Medianamente Estável-Vulnerável)	46.99	45.71
2.3 – 2.6 (Moderadamente Vulnerável)	1.08	1.05
2.7 – 3.0 (Vulnerável)	3.72	3.61

Fonte: Carta de Vulnerabilidade Morfoodinâmica Natural considerando o Grau de Proteção da Terra. Elab.: Camila Cunico, 2006.

A vegetação densa e preservada evita problemas de erosão e deslizamento de encostas uma vez que impede a desagregação das partículas de solo por meio do impacto direto da pluviosidade no terreno. Também contribui significativamente para diminuir o escoamento superficial, aumentando a capacidade de infiltração da água. Outros benefícios podem ser citados como a permeabilidade, aeração e porosidade do solo.

Diante disso, a modificação deste cenário altera diretamente na estabilidade do mesmo, possibilitando a ocorrência dos processos modificadores das formas de relevo. Ressalva-se a necessidade de manter a preservação da vegetação, tanto a de grande porte quando a própria mata ciliar ao longo dos canais hídricos. Caso contrário pode ocorrer aumento no grau de vulnerabilidade, alterando a classe para Moderadamente Vulnerável ou até mesmo Vulnerável.

A classe Medianamente Estável-Vulnerável também se apresenta de maneira bastante expressiva na bacia hidrográfica. Esta ocorre associada a classe de vulnerabilidade morfodinâmica natural Moderadamente Vulnerável e Vulnerável e da mesma forma que a anterior, possui o grau de vulnerabilidade atenuado em consequência da cobertura vegetal, sendo verificada principalmente a presença da Floresta Ambrófila Densa Altomontana, Montana e Aluvial, Floresta Ombrófila Mista Montana e vegetação em fase inicial e intermediária de sucessão. As distintas classes de vegetação influenciam diretamente na densidade da cobertura vegetal e conseqüentemente no grau de proteção da terra.

É importante frisar que nas duas classes de vulnerabilidade acima descritas, em função da cobertura vegetal estar preservada e/ou em fase inicial e intermediária sucessional da vegetação, apresentam, na escala de vulnerabilidade valores que se aproximam da estabilidade. Isso pode ser traduzido como maior possibilidade de atuação dos processos formadores de solo, corroborando para a diminuição dos processos modificadores das formas de relevo.

A classe Moderadamente Vulnerável é a menos expressiva na área de estudo. Localiza-se nas áreas onde a cobertura vegetal corresponde aos Refúgios Montanos e Altomontanos, os quais são caracterizados por vegetação de menor porte e gramíneas, entre áreas de rocha exposta, portanto solos muito rasos. Esta classe também é encontrada nas áreas de reflorestamento, nas destinadas à produção agrícola e pecuária e ao longo das estradas secundárias.

Por sua vez, a classe Vulnerável corresponde basicamente às áreas de agropecuária (Fotografias 07, 08, 09, 10, 11 e 12), solo exposto + áreas adensadas (Fotografias 13 e 14) e no entorno dos eixos viários principais e secundários. Estes locais possuem baixa densidade de cobertura vegetal, portanto, o grau de proteção da terra não é o suficiente para impedir o predomínio dos processos morfogenéticos concernentes aos modificadores do relevo.



FOTOGRAFIA 07 – CULTIVO DE BERINJELA
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 08 – CULTIVO DE CHUCHU
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 09 – CULTIVO DE MARACUJÁ
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 10 – SOLO PREPARADO PARA O
CULTIVO DE ABOBRINHA
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 11 – ÁREA DE PASTAGEM
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 12 – CRIAÇÃO DE GADO
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 13 – SOLO EXPOSTO
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 14 – ADENSAMENTO URBANO
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

Assim, afirma-se que as classes Moderadamente Vulnerável e Vulnerável representam os pontos de maior pressão antrópica e de suas atividades derivadas, influenciando no equilíbrio morfodinâmico da bacia hidrográfica. A continuidade dessas atividades sem um planejamento adequado (como exemplo a expansão da área agrícola) pode agravar ainda mais a vulnerabilidade já existente, bem como as áreas estáveis podem assumir graus de vulnerabilidade maiores. É importante salientar que atividades agrícolas desenvolvidas comprometem também a qualidade da água e do solo, pois, na área de estudo é comum a utilização indiscriminada de agrotóxicos e adubos químicos.

A partir das evidências, o grau de proteção da terra mostra-se como elemento essencial para o equilíbrio da paisagem, como é possível observar na Tabela 18 e nas Figuras 45, 46, 47 e 48. Os valores de vulnerabilidade obtidos após considerado o uso e cobertura da terra, indicam menor exposição aos processos morfogenéticos, possibilitando a ocorrência da pedogênese.

TABELA 18 – DIFERENÇAS ENTRE AS CLASSES DE VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classes	Vulnerab. Morfodinâmica Natural		Vulnerab. Morfodinâmica Natural Considerando o Grau de Proteção da Terra		Diferença	
	Área Km ²	%	Área Km ²	%	Área Km ²	%
Estável	-	-	-	-	-	-
Moderadamente Estável	-	-	50.81	49.42	50.81 (+)	49.42 (+)
Medianamente Estável-Vulnerável	12.89	12.53	46.99	45.71	34.10 (+)	33.18 (+)
Moderadamente Vulnerável	84.64	82.33	1.08	1.05	83.56 (-)	81.28 (-)
Vulnerável	5.08	4.94	3.72	3.61	1.36 (-)	1.33 (-)

Fonte: Carta de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural e Carta de Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural considerando o Grau de Proteção da Terra.

Elab.: Camila Cunico, 2006.

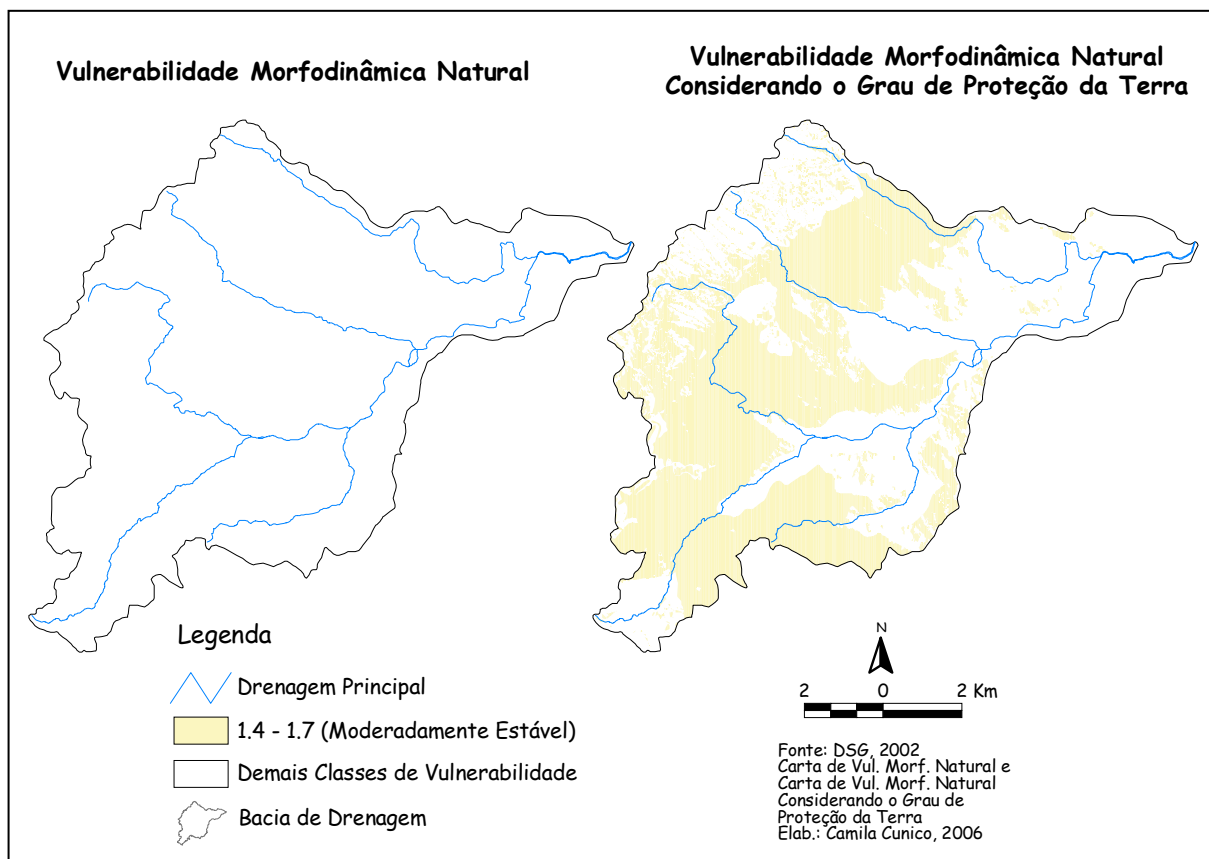


FIGURA 45 – ABRANGÊNCIA DA CLASSE MODERADAMENTE ESTÁVEL

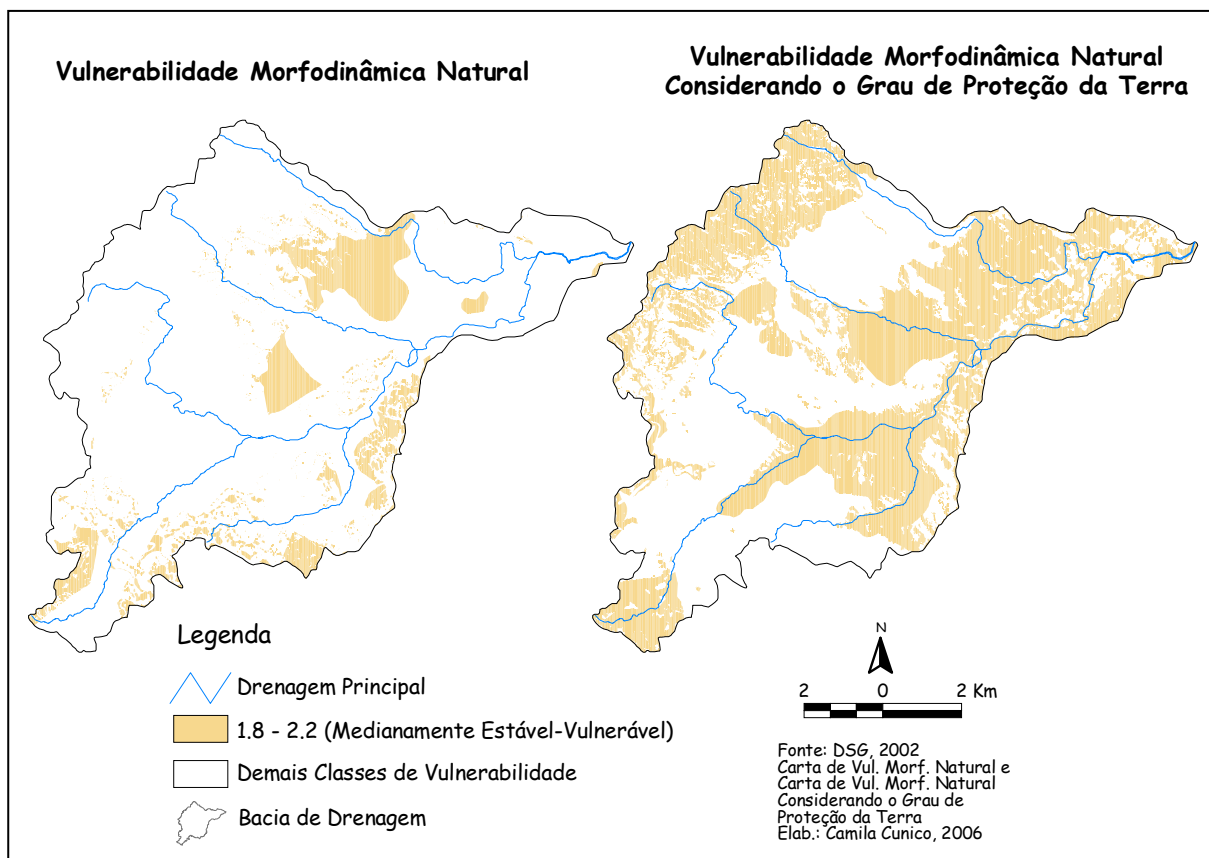


FIGURA 46 – ABRANGÊNCIA DA CLASSE MEDIANAMENTE ESTÁVEL-VULNERÁVEL

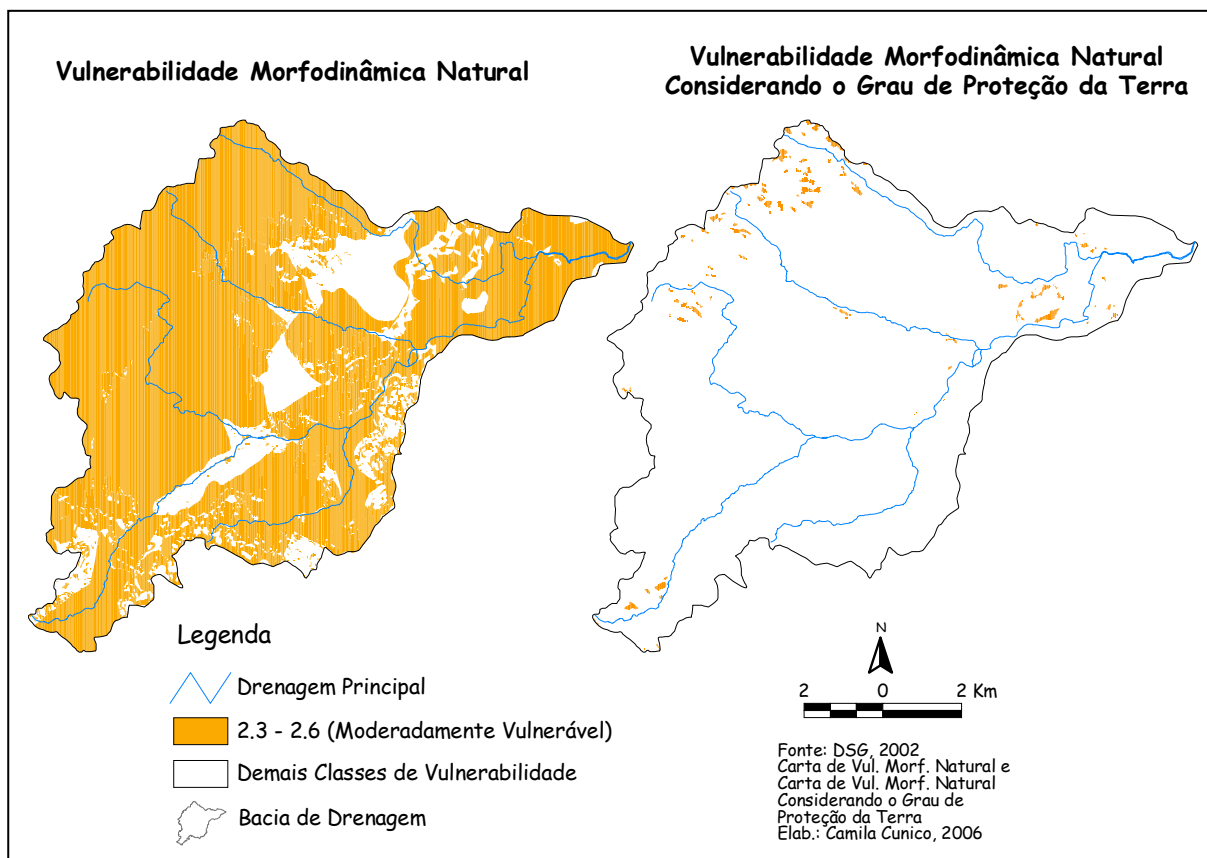


FIGURA 47 – ABRANGÊNCIA DA CLASSE MODERADAMENTE VULNERÁVEL

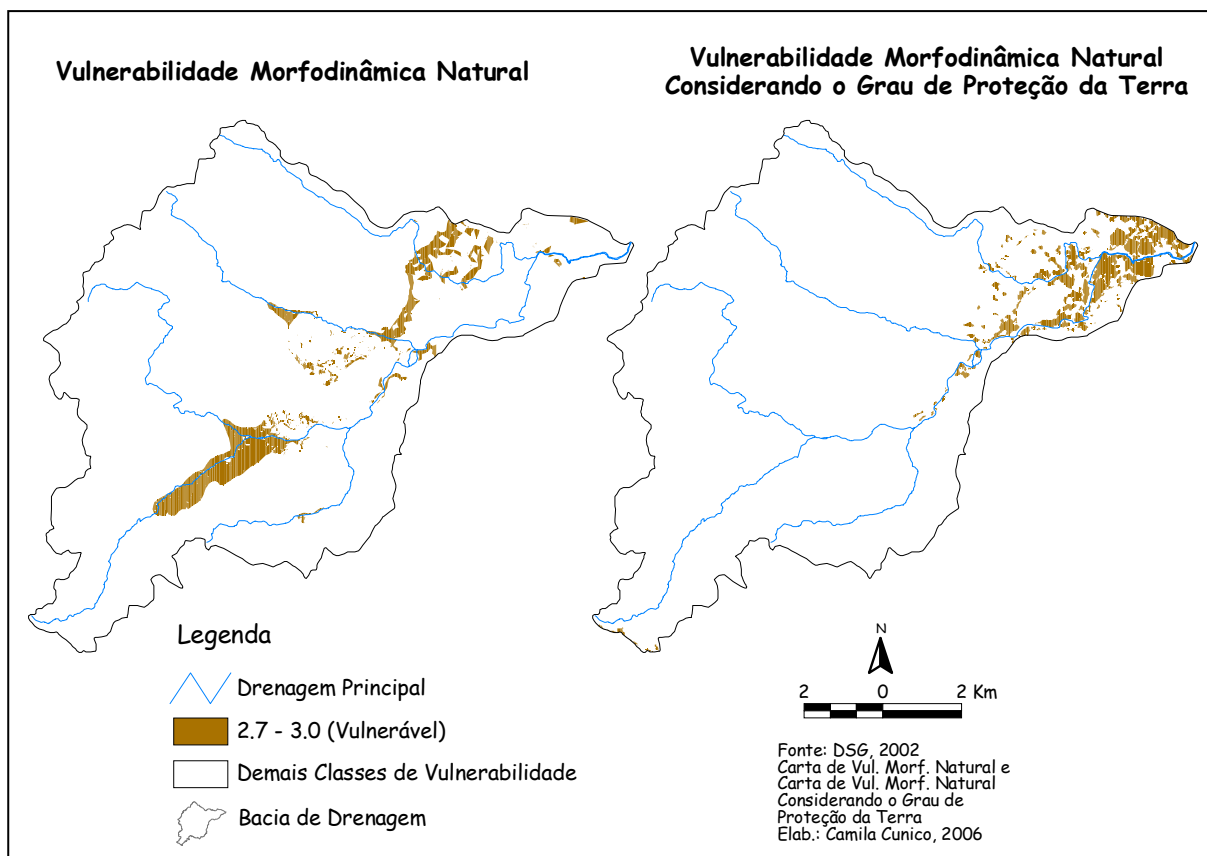


FIGURA 48 – ABRANGÊNCIA DA CLASSE VULNERÁVEL

5.3 POTENCIALIDADE SOCIAL

Como descrito no Capítulo 4, a área de estudo comporta oito comunidades (Fortaleza, Pedra Preta, Pau Oco, Fartura, Marumbi, Pantanal, América de Cima e América de Baixo), nas quais não existe um consenso em relação aos limites territoriais. No entanto, a falta destes não compromete a pesquisa, pois as mesmas apresentam, em função das condições físico-naturais e sócio-econômicas, muitas similaridades.

A partir dos trabalhos de campo e entrevista com moradores das comunidades e com o presidente da Associação dos Moradores “Amantanal” (Jahyr Tonetti) pode-se afirmar que as comunidades com desenvolvimento sócio-econômico mais expressivo são: América de Cima, América de Baixo e Marumbi. Isso pode ser justificado em função da maior proximidade da sede municipal (Morretes) ou até mesmo pelo nível de organização social e mobilização comunitária presentes nas mesmas, sendo a principal consequência disto as ações em parceria com o poder público e privado. No entanto, as comunidades de Pedra Preta e Pau Oco, em função do pequeno número de moradores, encontram-se em processo de extinção, sendo as mesmas absorvidas pela comunidade de Fartura. Apesar destes fatores, foi possível identificar alguns pontos importantes para avaliar as condições sócio-econômicas dos moradores da área de estudo.

O abastecimento público de água é realizado pela SANEPAR, responsável pelo processo de captação, tratamento e distribuição da mesma. Como anteriormente citado, a estação de coleta de água que abastece o município de Morretes localiza-se no rio Iporanga. Entretanto, na área de estudo o tipo de abastecimento mais comum é a utilização de poço ou a captação direta nas nascentes de cursos de água. Nesse caso, dificilmente se utiliza alguma forma de tratamento, quando isso ocorre é a fervura ou a cloração. Para a agricultura e criação utiliza-se a água proveniente dos rios existentes nas imediações da propriedade.

Cerca de 500 metros da foz do rio Marumbi encontra-se a estação de tratamento de efluentes, que, por sua vez, ainda não opera em sua totalidade. Nem todas as propriedades da porção urbana do município possuem o sistema de esgoto doméstico ligado à estação. Enquanto na porção rural, caracterizando também a bacia hidrográfica em análise, o escoamento sanitário apresenta-se ainda mais precário, predominando as fossas rudimentares e as privadas. Os domicílios que possuem alguma forma de rede de esgoto não recebem tratamento, sendo assim, as drenagens são o destino de grande parte dos efluentes.

A população local não desconhece os riscos que as instalações sanitárias inadequadas causam no meio ambiente, porém, não existe mobilização suficiente para tentar se não solucionar ou menos atenuar os problemas decorrentes.

Em função da presença da Serra do Mar, pode-se afirmar que a área estudada é bem suprida de recursos hídricos, abastecendo satisfatoriamente as comunidades existentes. Porém, não se pode desconsiderar o comprometimento da qualidade destas águas diante de um carente sistema de tratamento e coleta de esgoto ou até mesmo os casos mais extremos de ausência do mesmo. O fato de existirem poucas propriedades no contexto geral da bacia hidrográfica não exprime uma relação direta de boa qualidade de hídrica, pois em muitos casos foram registrados lançamentos diretos de esgoto na rede de drenagem.

A Figura 49 representa alguns pontos importantes encontrados na bacia hidrográfica do rio Marumbi a cerca do abastecimento público de água e do sistema de escoamento sanitário.

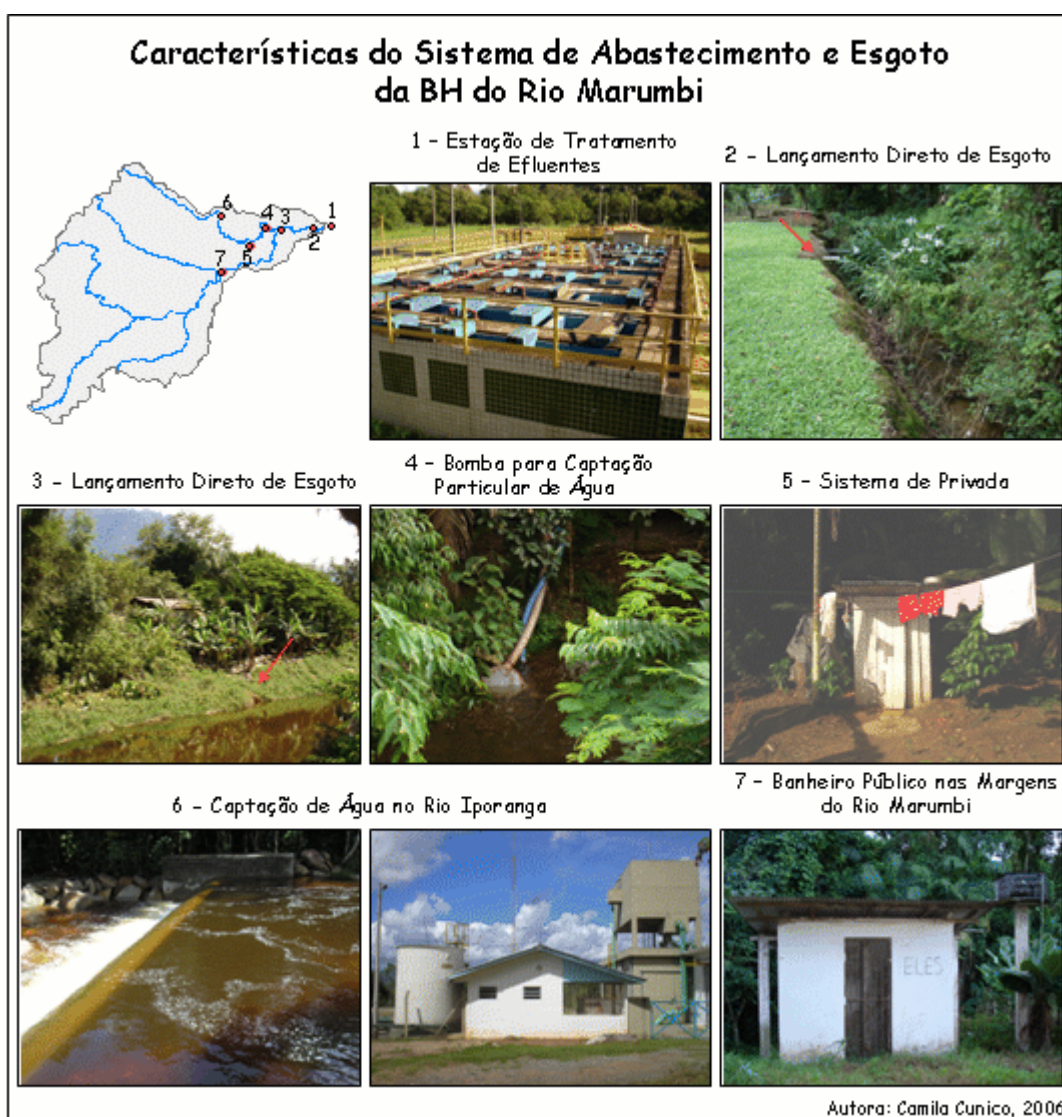


FIGURA 49 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO E ESGOTO DA ÁREA DE ESTUDO

O lançamento de esgoto doméstico na rede de drenagem associado a quantidade de lixo depositado ao longo da mesma pode ser classificado como um dos maiores problemas encontrados na bacia hidrográfica. No entanto, o lixo domiciliar é coletado pela prefeitura do município, geralmente duas vezes por semana, sendo depositado no Lixão de Morretes. Nas propriedades sem essa prestação de serviço, o mesmo é enterrado ou queimado, sem diferenciação de orgânico ou não.

Sem dúvida, a questão do lixo é um fator educacional, pois existe a coleta e mesmo assim a quantidade encontrada é significativa (Figura 50). Pode estar associado também ao baixo nível de escolaridade e a resistência de adquirir novos hábitos.

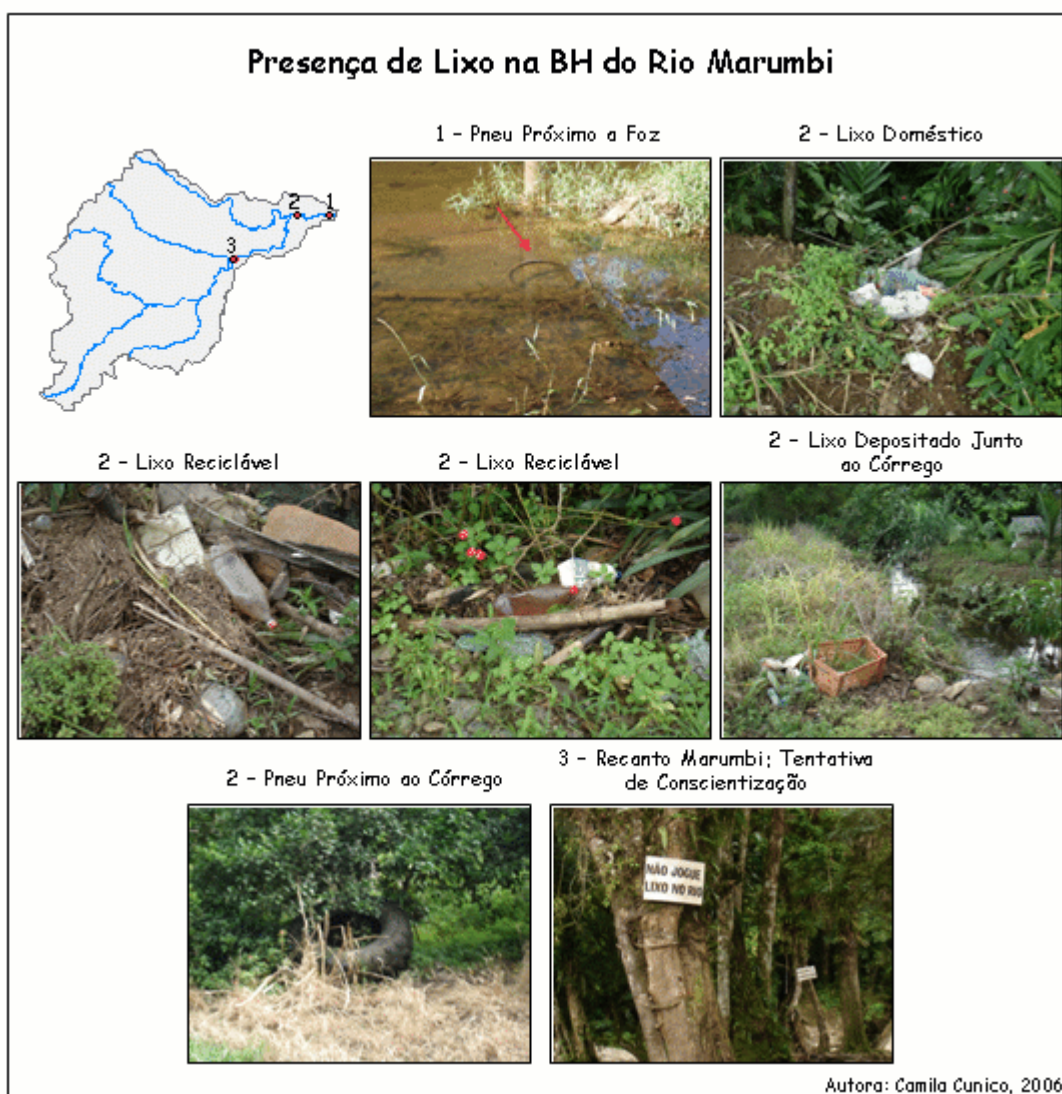


FIGURA 50 – LIXO NA ÁREA DE ESTUDO

Em relação as moradias (Figura 51), a maioria das casas são edificações simples, de madeira, em média com 4 a 6 cômodos. Nas proximidades da foz do rio Marumbi é comum a ocorrência de enchentes no período chuvoso, sendo assim, as casas são construídas de maneira mais elevada. Merece destaque também a foz, propriamente dita, que se localiza no interior de uma chácara de lazer, na qual foi retirada a mata ciliar para fins paisagísticos.

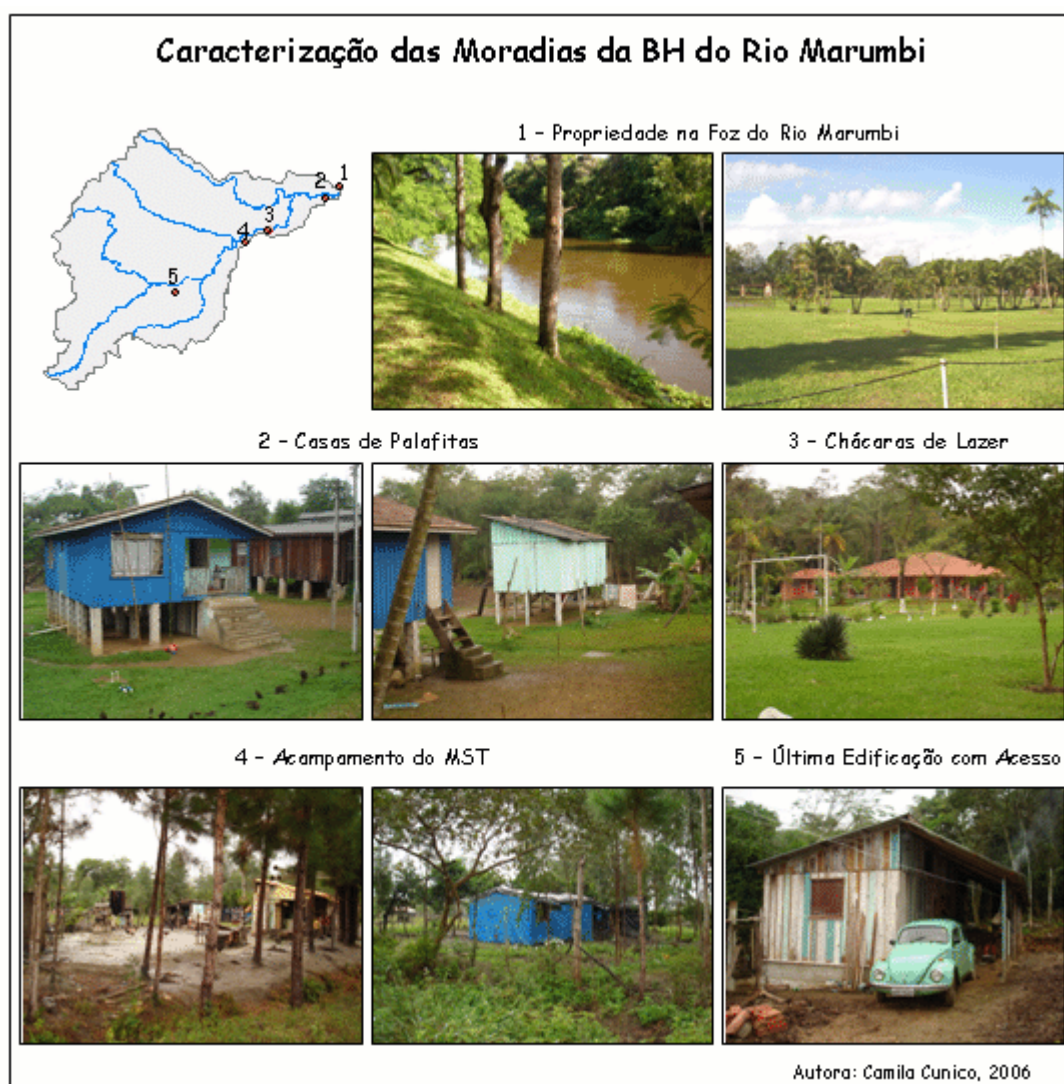


FIGURA 51 – PROPRIEDADES NA ÁREA DE ESTUDO

A principal diferença observada quanto as edificações refere-se as da comunidade Pantanal. Em comparação com as demais, apresentam as condições mais precárias, uma vez que a grande maioria dos moradores pertence a um acampamento do Movimento dos Sem Terra que ainda não foi regulamentado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. O acampamento não possui água encanada, esgoto sanitário e nem energia

elétrica, sendo a água utilizada dos córregos adjacentes e a iluminação realizada por velas ou lampiões.

Próximo ao acampamento se localiza chácaras destinadas ao lazer e loteamentos para construção de futuras. É importante destacar que estas são luxuosas e acompanhadas de toda infra-estrutura necessária.

Alguns problemas foram citados pelos moradores em relação a chegada das chácaras de lazer, sendo o principal o fato de desvio de água dos rios que suprem as necessidades das comunidades para a construção de tanques de piscicultura. Outra questão apontada é em relação a Ponte Molhada, a qual foi inaugurada no início do ano de 2006 e em função da obra de engenharia e dependendo da intensidade das chuvas provoca alagamento nas áreas próximas a mesma. Além disso, provoca o desmoronamento das margens a jusante da ponte e o represamento da água a montante, alagando as propriedades.

Foi possível verificar também o processo de remoção e deposição nas margens das drenagens principais da área de estudo. Apesar deste ser um processo natural, é possível que seja intensificado pela presença de atividades antrópicas. Estas características descritas podem ser visualizadas na Figura 52.

As famílias em média são compostas por quatro membros, rara algumas exceções em que totalizam mais de seis pessoas. Os chefes de família não concluíram o ensino regular, sendo que na maioria dos casos, o nível máximo de escolaridade é até a 4ª Série do Ensino Fundamental. Atualmente a renda do chefe de família chega em média a um salário mínimo. Existem casos de agricultores cuja produção é em grande escala destinada a abastecer o CEASA que a renda mensal é superior a dez salários mínimos.

Em relação aos filhos, os que estão em idade compatível freqüentam a escola, o que leva a crer que futuramente o nível de escolaridade destes será superior ao dos pais. Uma das justificativas é a condição imposta pelo Governo Federal e Estadual que as famílias com crianças em idade escolar regularmente matriculadas e freqüentando as aulas recebem algum recurso, ou seja, o Bolsa Família e/ou o Programa do Leite, respectivamente.

Os domicílios são atendidos pelo Programa de Agentes Comunitários de Saúde – PACS. A única comunidade que possui Posto de Saúde é América de Cima que centraliza o atendimento das demais comunidades.

Apesar dos problemas apontados, salienta-se que a bacia hidrográfica do Marumbi apresenta boas condições de acesso (Figura 53), iluminação pública, escolas, abastecimento

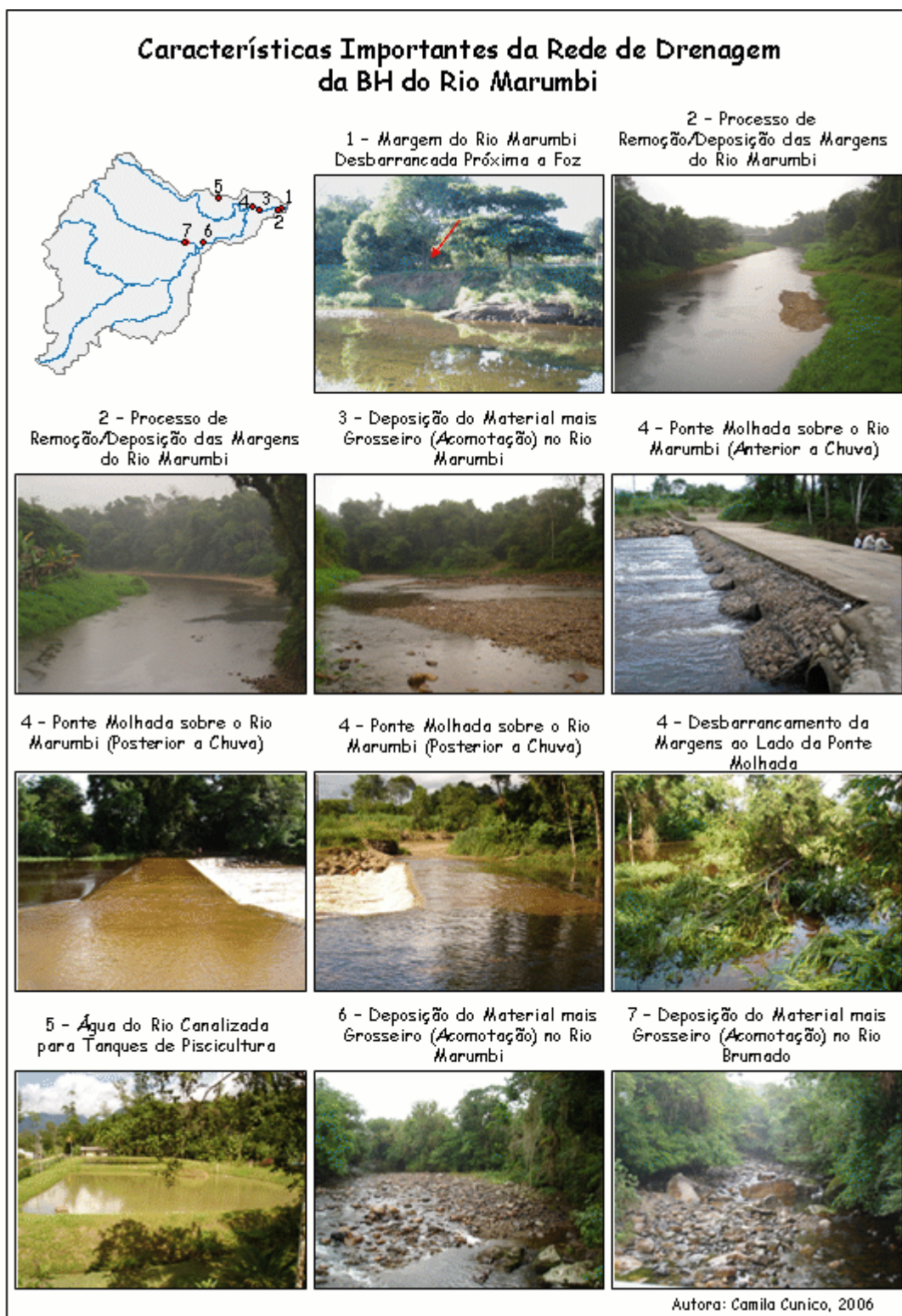


FIGURA 52 – CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM DA ÁREA DE ESTUDO

de água, sendo, no entanto, necessário e urgente adotar medidas para minimizar o problema do esgoto e a conscientização sobre o destino do lixo e da utilização indiscriminada de agrotóxicos. Além disso, é preciso solucionar os problemas sociais graves existentes na

comunidade de Pantanal, seja por meio de políticas públicas que regularizem a situação agrária ou ao menos a instalação de infra-estrutura básica que permita melhores possibilidades de sobrevivência dos moradores.

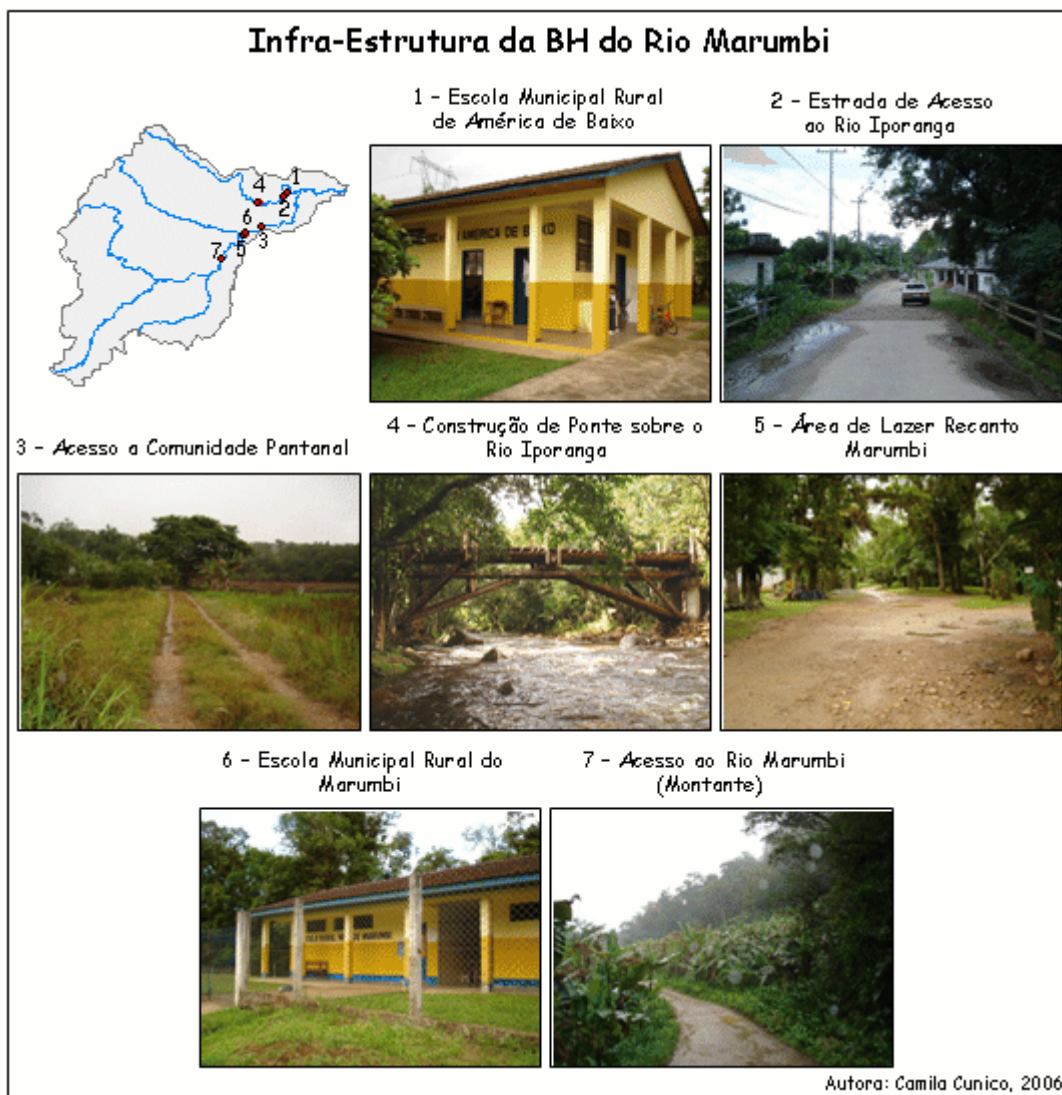


FIGURA 53 – CARACTERÍSTICAS DA INFRA-ESTRUTURA DA ÁREA DE ESTUDO

5.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Segundo o Código Florestal de 1965 ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água devem ser resguardadas áreas de preservação permanente cuja largura mínima encontra-se especificada na Lei 4.771/1965. Como apresentado na Figura 24, a bacia hidrográfica do rio Marumbi está inserida em unidades de conservação, porém, a porção mais

plana da mesma, na qual se localiza as áreas antropizadas e o desenvolvimento das atividades agropecuárias, não corresponde devidamente o previsto em na legislação ambiental.

A partir da Lei 4.771/1965 elaborou-se a Carta de Restrições Legais de Uso da bacia hidrográfica (Figura 54), cujas áreas internas ao *buffer* correspondem às de Proteção Permanente.

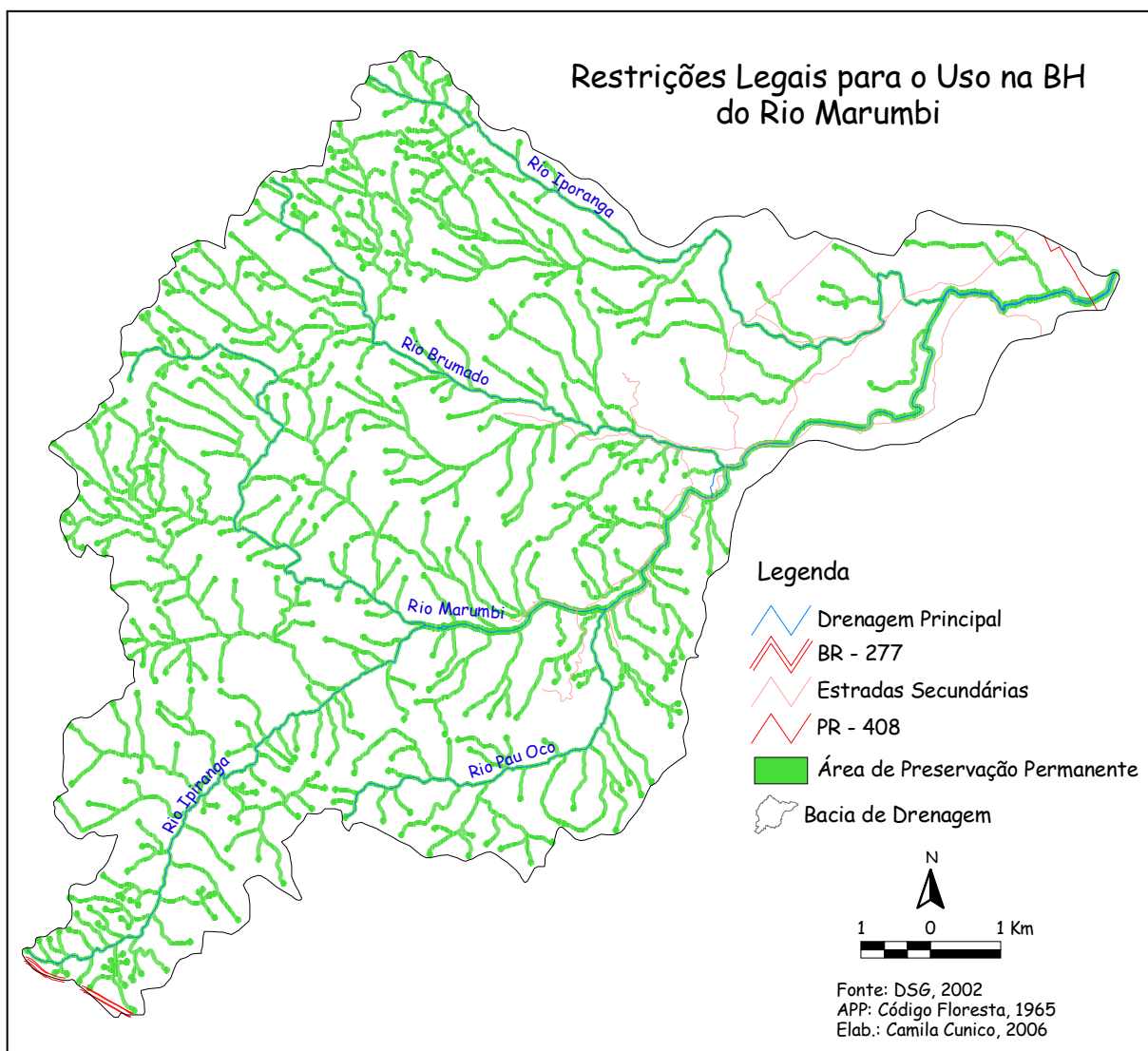


FIGURA 54 – CARTA DE RESTRIÇÕES LEGAIS DE USO DA ÁREA DE ESTUDO

Porém, como se averiguou nas atividades de campo, existem locais de incongruência no uso da terra (Figura 55), principalmente em função da expansão do uso agrícola e pecuário. Nestes locais as margens dos rios não estão devidamente protegidas, fato este que contribui para a crescente sedimentação da rede de drenagem da região.

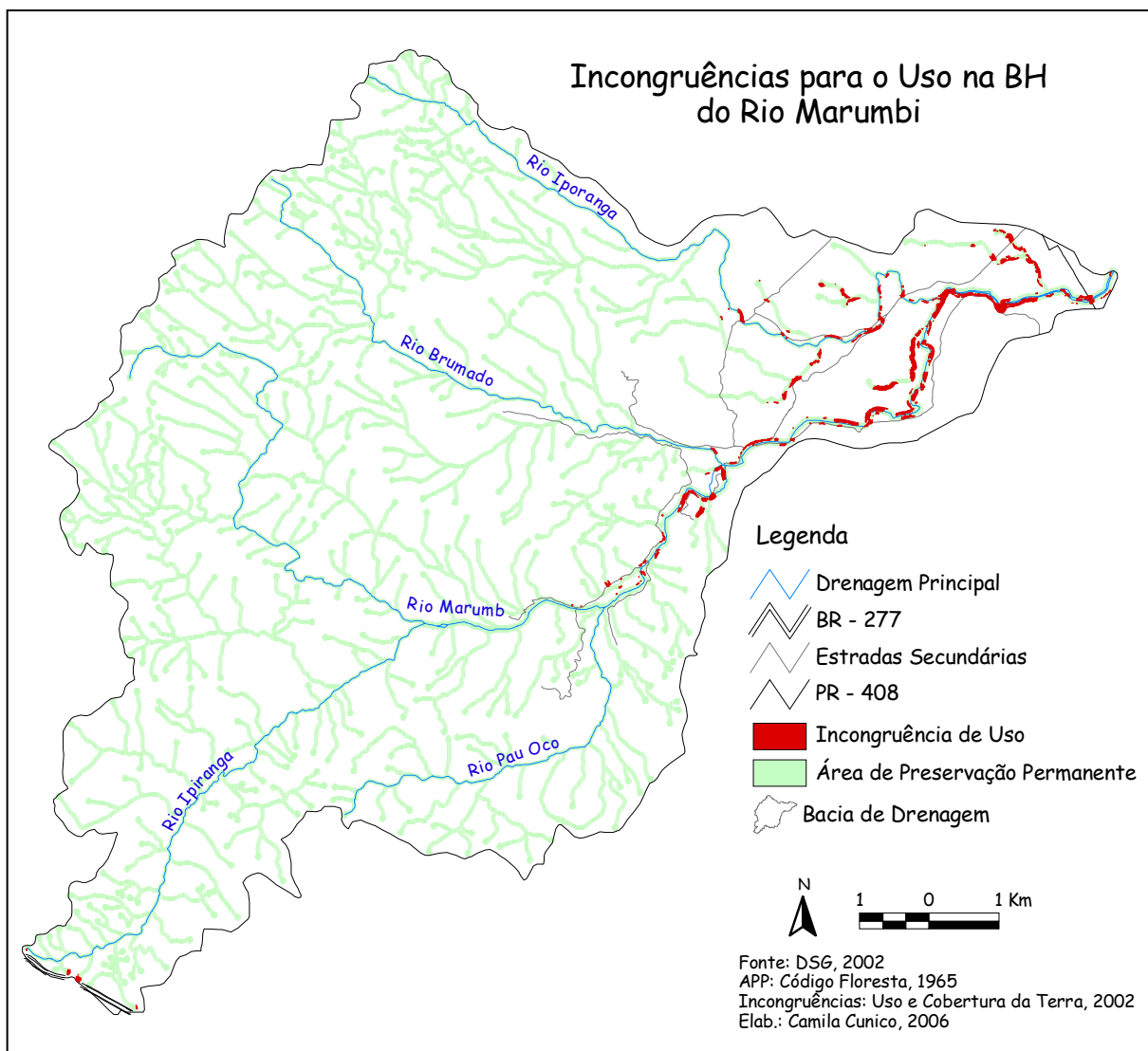


FIGURA 55 – CARTA DE INCONGRUÊNCIAS DE USO DA ÁREA DE ESTUDO

Quanto a preservação prevista em Lei referentes as encostas cuja clinografia é igual ou acima de 45°, bem como a preservação de serras, montanhas e locais com altitude superior a 1.800 metros, indiferentes da classe de vegetação, não foram encontradas incongruências na bacia hidrográfica. É importante destacar que, para a mesma, as condições geomorfológicas contribuem para a preservação da área de estudo, uma vez que a aclividade/declividade e a amplitude altimétrica agem como barreiras naturais para o avanço das atividades antrópicas.

Como se observa, na porção de maior concentração populacional da bacia hidrográfica, há desrespeito quanto ao limite imposto pela legislação ao uso e ocupação, fato este que compromete a eficiência e aplicabilidade da mesma, acelerando o processo de degradação (Fotografias 15 e 16).



FOTOGRAFIA 15 – INCONGRUÊNCIA DE USO NAS MARGENS DO RIO MARUMBI (PORÇÃO RURAL)

AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 16 – INCONGRUÊNCIA DE USO NAS MARGENS DO RIO MARUMBI (PRÓXIMO A FOZ, PORÇÃO URBANA)

AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

Outro ponto importante é que as informações que dizem respeito as incongruências foram obtidas por meio da Carta de Uso e Cobertura da Terra (Figura 18) do ano de 2002. Portanto, acredita-se que as mesmas estejam atualmente superiores ao representado.

Utilizou-se para a criação dos *buffers* 50 metros ao redor das nascentes, 30 metros para os canais de 1ª a 5ª ordem de hierarquia e 50 metros para o rio Marumbi, representante de 6ª ordem hierárquica. A área de incongruência identificada corresponde a 0.46 km² do total da bacia hidrográfica, porém, do compartimento de planície corresponde a 3% do mesmo.

5.5 PROPOSTA DE ZONEAMENTO SÓCIO-AMBIENTAL VISANDO AÇÕES DE PLANEJAMENTO

Seguindo a proposta metodológica, os resultados obtidos foram integrados em uma carta síntese para que possam auxiliar no planejamento ambiental, favorecendo a representação das vulnerabilidades e potencialidades sócio-ambientais da bacia hidrográfica estudada.

A carta de zoneamento ambiental da área de estudo consiste em uma síntese de todo o diagnóstico de campo e dos resultados obtidos a partir do estudo da morfodinâmica natural, representando intrinsecamente as correlações estabelecidas entre a dinâmica da sociedade e a

natureza. Assim sendo, dividiu-se a bacia hidrográfica em questão em sete classes distintas, conforme observado na Tabela 19 e na Figura 56.

TABELA 19 – CLASSES DO ZONEAMENTO SÓCIO-AMBIENTAL E RESPECTIVAS ÁREAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

Classe Zoneamento Sócio-Ambiental	Área em Km²	%
Área Destinada à Conservação + Expansão	0.53	0.51
Área de Uso Consolidação + Recuperação	1.31	1.27
Área Destinada à Recuperação + Conservação	1.56	1.51
Área Destinada à Expansão + Recuperação	3.76	3.65
Área Destinada à Recuperação	4.77	4.64
Área de Uso Controlado	5.44	5.29
Área Destinada à Conservação + Preservação Permanente	85.41	83.08

Fonte: Carta de Zoneamento Sócio-Ambiental.

Elab.: Camila Cunico, 2006.

A primeira classe, **área destinada à conservação e expansão**, localiza-se na porção sudoeste da bacia hidrográfica, nas proximidades da BR – 277 e das nascentes do rio Ipiranga. Nesse local o acesso é restrito (Fotografias 17 e 18), sendo as informações apresentadas extraídas de imagem de satélite *LandSat 7 ETM+*, composição 5R, 4G e 3B + Pan, resolução 15 metros.



FOTOGRAFIA 17 – ACESSO PRIVADO À ÁREA DE ESTUDO
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.



FOTOGRAFIA 18 – ACESSO PRIVADO À ÁREA DE ESTUDO
AUTORA: CAMILA CUNICO, 2006.

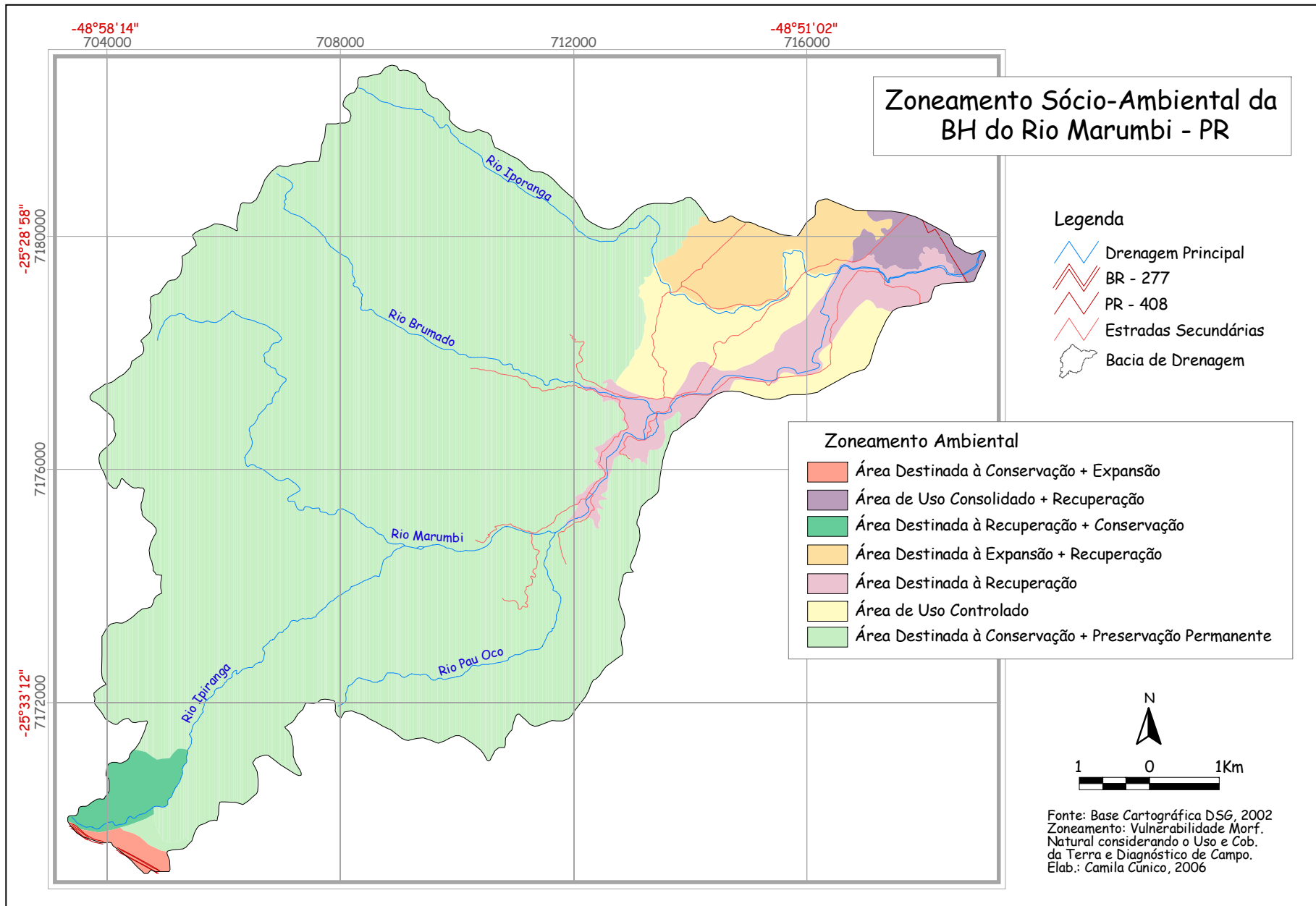


FIGURA 56 – ZONEAMENTO SÓCIO-AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

Na área de conservação e expansão são verificados focos de desmatamentos, fato que agrava a vulnerabilidade local, que se apresenta como medianamente estável-vulnerável, sendo a tendência evoluir para a classe moderadamente vulnerável com a retirada da cobertura vegetal. Além disso, a necessidade de preservação também refere-se a proximidade das unidades de conservação existentes e a grande quantidade de nascentes hídricas. No entanto, a presença da BR, torna-se um componente de expansão, ao longo da qual já é possível visualizar a instalação de agrupamentos populacionais.

A classe de uso consolidado e áreas destinadas à recuperação refere-se a área urbana do município de Morretes interna a bacia hidrográfica do rio Marumbi e localidades rurais intensamente antropizados. As atividades desenvolvidas, tanto as vinculadas ao processo de urbanização quanto a agropecuária, trazem como reflexo alguns problemas ambientais, como a poluição das águas, a ocupação inadequada das margens dos rios e conseqüentemente o risco a enchentes e o assoreamento destes mesmos canais. São locais bastante vulneráveis principalmente em razão da pouca cobertura vegetal e solos pouco desenvolvidos. Uma das alternativas para tentar mitigar as condições ambientais é a recuperação da mata ciliar das margens dos rios, implantação de um sistema de saneamento satisfatório e que contemple toda a população, a conscientização quanto a utilização de agrotóxicos.

A área destinada à recuperação e conservação localiza-se, da mesma forma que a primeira classe, na porção sudoeste da bacia hidrográfica, sendo a característica que as diferem a presença de reflorestamento. A área foi desmatada para a introdução das espécies do gênero *Pinus*, as quais sem o devido manejo pode provocar danos ao sistema natural. É importante ressaltar que os reflorestamentos fazem divisa com as unidades de conservação e podem desequilibrar este ambiente. Entremeados aos *Pinus* existem manchas de floresta nativa em fase inicial e intermediária de sucessão, sendo necessário priorizar a atividade de conservação para assegurar a qualidade ambiental da região.

Quanto a **área destinada à expansão e recuperação** localiza-se na porção nordeste da bacia de drenagem. Trata-se de uma área contígua a de uso consolidado, apresentando problemas similares, porém em menores intensidades. Possui núcleos rurais concentrados paralelamente nas estradas secundárias, com bons indicativos de desenvolvimento humano. No entanto, existem incongruências de acordo com a legislação ambiental quanto a utilização das margens dos rios, sendo necessária a recuperação das mesmas. Citam-se ainda a questão do lixo e do saneamento. É uma área que pode ser utilizada em função da organização social

já existente, guardada as devidas precauções para não agravar a vulnerabilidade morfodinâmica natural e nem acentuar índices de degradação, uma vez que a vegetação está em fase de sucessão e os solos dominantes são os gleissolos.

A classe destinada à recuperação é a que apresenta situação mais grave da área de estudo. Localiza-se ao longo do rio Marumbi, na qual foi constatada as piores condições sócio-ambientais. A legislação ambiental, no que diz respeito a preservação das margens dos canais hídricos não é respeitada, sendo bastante comum a utilização das mesmas com pastagens e plantação de hortifrutigranjeiros. Como consequência têm-se os problemas de assoreamento e as ocupações irregulares sujeitas a enchentes e depósitos de lixo domésticos. Além disso, existe a possibilidade de contaminação dos canais hídricos e do solo pelo uso de agrotóxicos e pela ineficiência do sistema de saneamento. A vulnerabilidade desta classe apresenta-se elevada, sendo mais um motivo para a implantação de atividades de recuperação.

A área de uso controlado localiza-se a leste da bacia hidrográfica e está dividida em duas porções. Apresenta pequenos núcleos rurais e suas atividades derivadas. A vulnerabilidade morfodinâmica apresenta-se expressiva, sendo, portanto, necessário controlar adequadamente o uso para que a mesma não acentue. É importante salientar que são área a instalação de algumas novas chácaras novas e que as mesmas devem seguir os parâmetros recomendados em lei.

A última classe delimitada refere-se **a destinada à conservação e preservação permanente**. Localiza-se em grande parte da bacia hidrográfica, englobando as áreas ambientalmente protegidas previstas em leis estaduais e federais. Devem ser conservadas em razão da alta vulnerabilidade morfodinâmica existente. É nessa classe que se encontram as maiores altitudes, atividades/declividades e riscos de movimentos de massa, além dos remanescentes de Mata Atlântica.

Ressalta-se que o zoneamento proposto procura evidenciar as questões ambientais incorporando aspectos concernentes ao uso e ocupação da terra. Para tal, indica possibilidades de utilização com diferentes finalidades, sendo, portanto, importante instrumento de apoio à tomada de decisões. No entanto, não deve ser compreendido e analisado como um parcelamento da terra, com a finalidade única de restringir e permitir usos, e sim como áreas com aptidões sócio-ambientais distintas, estabelecidas por meio da vulnerabilidade local e indicativos sociais. Considera-se também que as relações existentes são dinâmicas e que os cenários identificados e representados atualmente podem ser modificados em função de alterações nos elementos envolvidos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Marumbi, como já foi exposto, apresenta grande vulnerabilidade morfodinâmica natural como consequência dos condicionantes ambientais que a integram, dos quais se destacam a altimetria elevada associada a clinografia expressiva, a formação pedológica e os elevados índices de pluviosidade registrados. O substrato geológico, por ser constituído por rochas mais resistentes ao processo de denudação, constitui um elemento estabilizador da paisagem, mesmo diante de condições climáticas e hidrológicas favoráveis. O mesmo ocorre com a vegetação, uma vez que se apresenta bastante preservada, principalmente nas encostas da Serra do Mar, assim, a densidade da cobertura vegetal se traduz em fator de proteção contra os processos morfogenéticos, tornando-se imperativo a preservação da mesma.

De maneira geral, a metodologia adotada para a avaliação da vulnerabilidade morfodinâmica natural apresentou-se satisfatória, sendo os resultados obtidos coerentes com a realidade da área de estudo. Porém, é necessário ressaltar que a generalização das informações pedológicas, pode estar homogeneizando fatores relevantes. No entanto, a avaliação de cada elemento físico-natural diante do processo de morfogênese-pedogênese apresentou-se bastante criteriosa, cujos resultados permitem elaborar ações de caráter aplicativo, tanto preventivas como mitigadoras, a cerca da utilização da terra.

É pertinente salientar que a utilização da média aritmética na obtenção dos cruzamentos de vulnerabilidade pode atenuar situações de risco, bem como potencializá-las. Na tentativa de aperfeiçoar a metodologia, sugere-se a elaboração de cenários utilizando média ponderada, verificando-se para tal, quais os elementos mais sobressalentes.

Já no que se refere as variáveis sócio-econômicas da área de estudo, a obtenção das mesmas enfrentou dificuldades reais, pois não existe um levantamento de dados preciso e específico que corrobore que as informações necessárias para pesquisa. Dessa forma, foi necessário um intensivo trabalho de campo, que muitas vezes não correspondeu ao esperado em razão da dificuldade de acesso. Outra questão importante é a falta de delimitação oficial das comunidades envolvidas na pesquisa, porém buscou-se identificar variáveis que as distinguísse por meio do diagnóstico *in loco*.

É cabível ressaltar que estudos de qualidade de água ou até mesmo de contaminação de solos e lençol freático enriqueceriam ainda mais os resultados da pesquisa, pois é sabido

que a população interna a bacia hidrográfica utiliza de maneira indiscriminada agrotóxicos e fertilizantes químicos. Além disso, o sistema de saneamento apresenta-se muito precário e em muitas propriedades ineficaz.

Quanto ao zoneamento proposto, deve ser compreendido como uma alternativa de integrar as variáveis sócio-ambientais. Como as mesmas se constituem de maneira dinâmica, deve ser analisado sob a ótica atual e as tendências sinalizadas, indicando potencialidades ou riscos que podem, sobretudo, sofrer alterações a partir da incorporação de novos elementos ou até mesmo de modificações nos já existentes.

Dessa forma, detectou-se locais bastante degradados, cuja tendência é a intensificação destes processos. Diante da atual conjuntura, é preciso, para melhorar a qualidade ambiental e a qualidade de vida, a implementação de rede de esgoto tratado, recuperação das margens dos rios que estão sendo ocupadas de maneira irregular, atenuando a questão do assoreamento, conscientização maciça da população sobre o lixo produzido e o destino adequado para o mesmo, e programas que proporcionem condições concretas de aumento da renda familiar, pois a maioria da população são agricultores familiares que enfrentam dificuldades em competir com a produção das grandes propriedades, as quais são economicamente mais fortalecidas.

Devem-se respeitar os limites impostos pela Legislação Ambiental, bem como as características singulares presentes da bacia hidrográfica. O manejo adequado possibilita a continuação do uso econômico da terra, garante a manutenção dos agricultores em suas atividades e contribui para a preservação ambiental.

A principal contribuição deste estudo é servir como subsídio ao planejamento e gestão territorial, na tentativa de evitar problemas em função do uso irracional dos recursos naturais. Deve-se considerar que é necessário promover o desenvolvimento sócio-econômico, porém adotando-se medidas que, se não protegerem o meio ambiente de maneira integral, ao menos minimizem os efeitos das ações antrópicas.

Compreender o meio ambiente de maneira integrada é um recurso indispensável para o planejamento, pois contém as principais informações necessárias para organizar e gerir o território, a fim de estabelecer diretrizes para utilização dos recursos naturais e políticas de ocupação. Entre vários recortes possíveis para análise, a unidade bacia hidrográfica revela-se integradora para estudos de cunho ambiental, salientando as potencialidades existentes, bem como os desequilíbrios na paisagem. Utilizá-la como instrumento de monitoramento do

ambiente requer elaborar propostas que viabilize sua utilização de forma coerente e sustentável.

Atualmente, a utilização de geoprocessamento constitui um avanço nos estudos ambientais, pois promovem facilmente a integração das informações temáticas, bem como sua análise individual, além de estabelecer estratégias de ações e tomadas de decisões em espaços de tempo mais curtos e com qualidade visual mais aprimorada.

Por fim, a pesquisa busca de alguma forma contribuir para novos estudos, sejam estes multidisciplinares, multitemporais ou diagnósticos mais precisos que enfoquem as questões aqui abordadas, colaborando com o planejamento e gestão ambiental, por meio da síntese dos dados e cartas temáticas resultantes, bem como para a o aprimoramento da metodologia aplicada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. Bases Conceituais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In: AB'SÁBER, A. N.; MÜLLER-PLANTENBE, C. (orgs.) **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1994.

ALBUQUERQUE, A.; GUERRA, A. J. T. A Contribuição Metodológica da Geografia Física nos Diagnósticos e Planos de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas – GBH. In: **CD ROOM do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada.** Rio de Janeiro, 2003.

ALMEIDA, J. R.; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos Sistemas Ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Avaliação e Perícia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

ALMEIDA, R.; ORSOLON, A. M.; MALHEIROS, T. M.; PEREIRA, S. R. B.; AMARAL, F.; SILVA, D. M. **Planejamento Ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio.** Rio de Janeiro: Thex Editora, 1993.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

ANDREOLI, C. V.; et al. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da Região Metropolitana de Curitiba – RMC. In: **SANARE**, v.12, n.12, Curitiba: SANEPAR, 1999.

ANDRETTA, G. C. **Valor Bruto da Produção Agropecuária Paranaense – 1997 e 2004.** Curitiba: SEAB/DERAL/DEB, 2006.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. O papel da Geomorfologia no Diagnóstico de Áreas Degradadas. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ARAÚJO, L. A. Danos Ambientais na Cidade do Rio de Janeiro In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

BASTOS, A. C. S.; ALMEIDA, J. R. Licenciamento Ambiental Brasileiro no Contexto da Avaliação de Impactos Ambientais. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. Agentes e Processos de Interferência, Degradação e Dano Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Avaliação e Perícia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BECKER, B.; EGLER, C. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: Laboratório de Gestão do Território, 1996.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicações**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas: 1976.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia**. v. 6. São Paulo FFLCH-USP, 1995

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. v.3, Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

BIGARELLA, J. J.; *et al.* **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Estado e Planejamento, 1978.

BITAR, O. Y. Recuperação de áreas degradadas por mineração urbana: um desafio a sustentabilidade ambiental das cidades. In: CAMPOS, H.; CHASSOT, A. **Ciências da Terra e Meio Ambiente: diálogos para (inter)ações no Planeta**. São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

BOIKO, J. D. **Mapeamento Geomorfológico e Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Curralinho – Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Análise Ambiental) Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRANDENBURG, A. **Agricultura Familiar: ONG's e Desenvolvimento Sustentável**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 1999.

BRANDENBURG, A. Modernidade, Meio Ambiente e Interdisciplinaridade. **Caderno de Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 03, Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1996.

BRASIL. Código Florestal Brasileiro. **Lei 4.771/65**. Brasília, 1965.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução 001 de 1986**. Brasília: CONAMA, 1986.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Lei 6.433**. Brasília, 1997.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: MINEROPAR, 2004.

BRASIL. **Lei Nacional de Meio Ambiente. Lei 6.938/81**. Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas - Manual Operativo**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1987.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei 9.605**. Brasília, 1998.

BRITTO, A. L.; CARDOSO, A. **Risco de Desigualdade Ambiental na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPPUR/FASE/PROURB, 2002. CD-ROM.

CANALI, N. E. Geografia ambiental: desafios epistemológicos. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2002.

CANALI, N. E.; OKA-FIORI, C. Análise Morfométrica da Rede de Drenagem da Área do Parque Marumbi – Serra do Mar (PR). In: **Anais do III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia**. Curitiba, 1987.

CAPRA, F. **A Teia da Vida. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 9 ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. de T. Compartimentação Morfopedológica e sua Aplicação: Considerações Metodológicas. Campinas, SP. In: **Revista GEOUSP**, nº 7, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagens de sistemas ambientais**. São Paulo, Edgard Blücher, 1999.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia: uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari – SP**. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

CORDANI, U.G.; GIRARDI, V.A.V. **Geologia da Folha de Morretes**, Departamento de Geologia, UFPR, Curitiba. 1967.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H. FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

DSG. **Cartas Topográficas MI 2843-3 SO, 2843-3 SE, 2858-1 NO, 2858-1 NE**. Porto Alegre. Escala: 1:25.000. Material Cartográfico em Ambiente Digital, 2002

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informações; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

EMBRAPA; IAPAR. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Tomo II. Londrina: EMBRAPA/SUDESUL/ Governo do Estado do Paraná/IAPAR, 1984.

ESTEVES, C. J. O. Ocupação do litoral paranaense. In: REZENDE, C. J.; TRICHES, R. T. (orgs.) **Paraná Espaço e Memória: diversos olhares histórico-geográficos**. Curitiba: Editora Bagozzi, 2005.

FERNANDES, E. Impacto sociambiental em áreas urbanas sob a perspectiva jurídica. In: MENDONÇA, F. (org.) **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2004.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimento de Massa: uma abordagem Geológica-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERREIRA, S. L. S. **Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão dos Padilhas: o Processo de Ocupação do Loteamento Bairro Novo, Sítio Cercado – Curitiba/PR**. Dissertação (Mestrado em Análise e Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FEUERSCHUETTE, R. C. Política e Legislação de Proteção Ambiental no Brasil. In: **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. 2ª ed. Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1993.

FREITAS, P. L.; KERR, J. C. As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo**. Londrina: IAPAR, 1996.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; SCHMITZ, C. M. Mapeamento Geomorfológico Aplicado a Análise Ambiental do Município de Viamão – RS. In: **CD ROOM – V Simpósio Nacional de Geomorfológia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. Santa Maria, 2004.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Índice de Preservação da Mata Atlântica**. Disponível em <www.sosmatatlantica.org.br/?secao=atlas> Acesso em 09 de maio de 2006.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HENDLER, A. M. **Análise da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guaraqueçaba (PR) – uma visão têmporo-espacial**. Monografia de Conclusão de Curso (Grau de Bacharel). Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

IAPAR. **Cartas de caracterização climática do estado do Paraná, de precipitação e de temperatura**. Disponível em <<http://200.201.27.14/Site/Sma/index.html>> Acesso em 02 de outubro de 2006.

IBGE. **Censo Agropecuário**. n.1. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

IBGE. **Censo Demográfico – Características da População e dos Domicílios**. v. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IPARDES. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2001.

IPARDES. **Leituras Regionais: Mesorregião Geográfica Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2004.

IPARDES. **Zoneamento do Litoral Paranaense**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 1989.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade. In: MENDONÇA, F. (org.) **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2004.

JORGE, F. V. **Tipologia Climática do Litoral do Estado do Paraná**. Monografia de Conclusão de Curso (Grau de Bacharel). Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

KOZCIAK, S. **Análise Determinística da Estabilidade de Vertentes na Bacia do Rio Marumbi – Serra do Mar – Paraná.** Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Aspectos Conceituais e Metodológicos.** Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.

LEFF, E. **Aventuras da Epistemologia Ambiental – da articulação das ciências ao diálogo de saberes.** Trad.: Glória Maria Vargas. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

LENCASTRE, A.; FRANCO, F. M. **Lições de Hidrologia.** Lisboa: Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia, 1984.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do Estado do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIMA-E-SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; DUTRA, L. E. D. Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Avaliação e Perícia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

LOHMANN, M. **Estudo Morfopedológico da Bacia do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul – rs: Subsídio à Compreensão dos Processos Erosivos.** Dissertação (Mestrado em Análise e Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3ª ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MAKSoud, H. Características Funcionais e Físicas das Bacias Fluviais. In: **Boletim Geográfico.** Ano XVII. N. 151. São Paulo, 1959.

MARQUES, S. J. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

MARTINELLI, M. **Mapas de Geografia e Cartografia Temática.** São Paulo: Contexto, 2003.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípio, Integração e Aplicação.** Porto Alegre, ABRH, 2001.

MENDONÇA, F. A. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica. Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. In: **RAÍÇA: O espaço geográfico em análise.** v.3.n.3. Curitiba: Editora da UFPR, 1999.

MENDONÇA, F. A. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, F. e KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea.** Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2002.

MENDONÇA, F. A. S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In:_____. **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2004.

MINEROPAR. **Potencialidades e Fragilidades das Rochas do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2005.

MONTEIRO, C. A. F. Clima. In: **A Grande Região Sul**. Tomo 1, v. 4. Rio de Janeiro: IBGE, 1968.

MÜLLER FILHO, I. L.; SARTORI, M. G. B. **Elementos para a interpretação geomorfológica de cartas topográficas: contribuição a análise ambiental**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia urbana e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília**. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E. Geomorfologia da área do Parque Marumbi – Serra do Mar (PR). In: **Anais do III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia**. Curitiba, 1987.

OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E. Mapeamento Geomorfológico. In: LIMA, R. E.; NEGRELLE, R. R. B. **Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná: Diagnóstico**. Curitiba: NIMAD/UFPR, 1998.

OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; KOZCIAK, S. Mapeamento Geomorfológico e Hidrográfico do Litoral Sul do Estado do Paraná. In: NEGRELLE, R. R. B.; LIMA, R. E. **Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná: Subsídios à Ação**. Curitiba: NIMAD/UFPR, 2002.

OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. P. Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

PAULA, E. V. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

PAULA, E. V.; CUNICO, C.; LIMA, I. L. **Caracterização Sócio-Ambiental das Bacias Hidrográficas que Drenam para a Baía de Paranaguá**, 2006. Relatório Técnico.

PELLENZ, E. **Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais da Mineração no Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos da Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

PETERS, E. L.; PIRES, P. T. L. **Manual de Direito Ambiental**. 2ª ed. Curitiba: Juruá, 2006.

QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C. **Impacto Agroambiental: Perspectivas, Problemas, Prioridades**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**. n.08. São Paulo: Editora da USP, 1994.

ROSS, J. L. S. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. In: **Revista do Departamento de Geografia**. n.09. São Paulo: Editora da USP, 1995.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAS. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

SALAMUNI, R. e ROCHA, A.L. **Geologia da região do rio Cachoeira. Antonina/PR**. Curitiba, 2002. Relatório Inédito.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

SEMA. PROGRAMA DE PROTEÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA. **Caracterização da Atividade Mineral**. Curitiba: SEMA/MINEROPAR/PRO-ATLÂNTICA, 2002a.

SEMA. PROGRAMA PROTEÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/PRO-ATLÂNTICA, 2002b.

SILVA, T. C. **Demanda de Instrumentos de Gestão Ambiental: Zoneamento Ambiental**. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SUDERHSA. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná Governo do Estado do Paraná**. Curitiba: SUDERHSA, 1998.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes Fluviais**. 2ªed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

TUCCI, C. E. M. Prefácio. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001

VEIGA, T. C.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para atividade turística: o caso do município de Macaé – RJ. In: XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (orgs.) **Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. In: **Geografia**. v.28. n.03. Rio Claro: AGETEO, 2003.

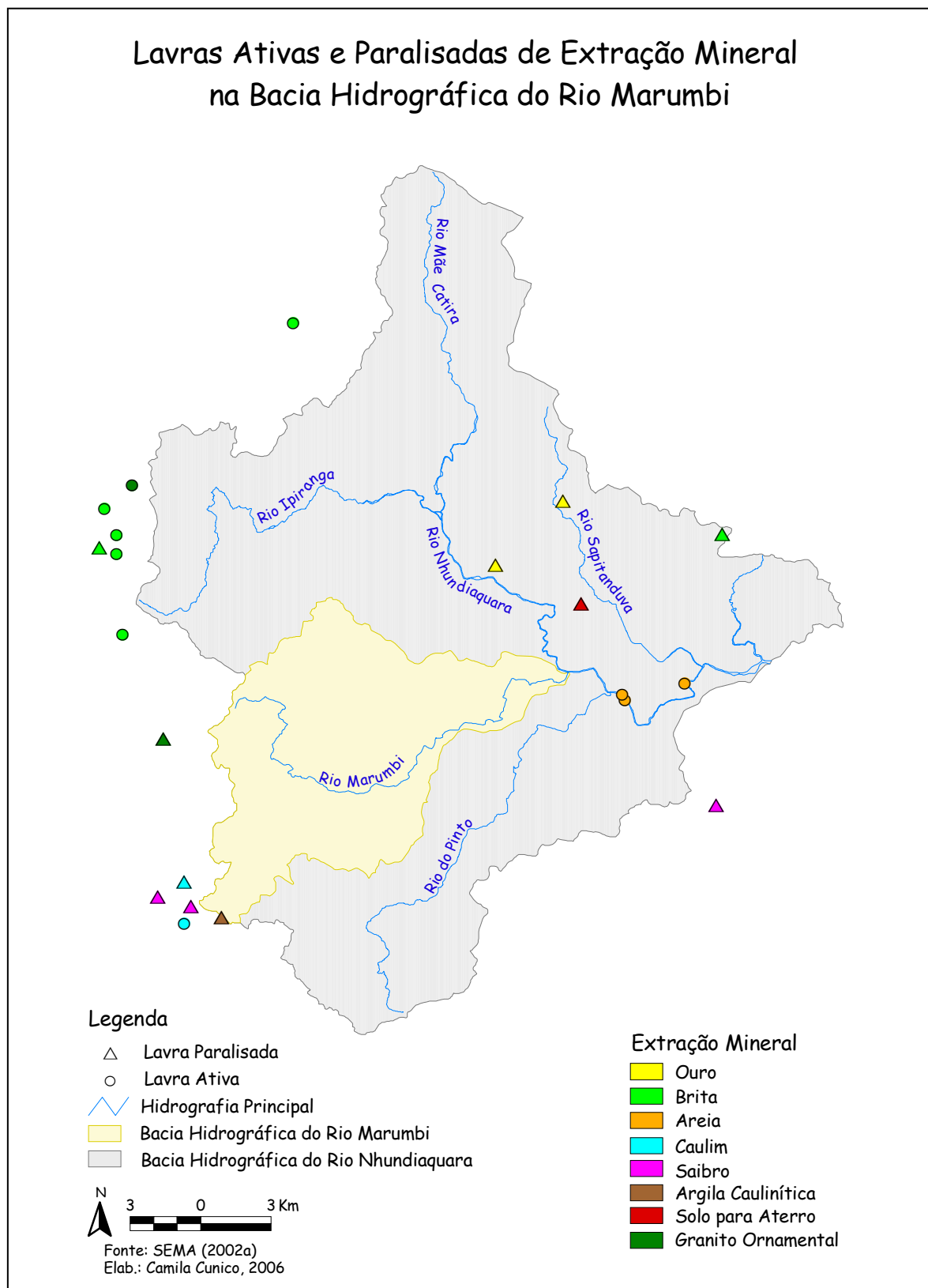
WACHOWICZ, R. **História do Paraná**. Curitiba: Vicentina, 1988.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora do Autor, 2001.

XAVIER-DA-SILVA, J. Introdução. In: XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ANEXO 01 – ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO MINERAL NO ENTORNO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI



ANEXO 02 – ROTEIRO DE CAMPO

1) Posição geográfica da propriedade

Latitude:

Longitude:

2) Número de componentes da família

Até 3 pessoas de 4 a 6 pessoas de 7 a 10 pessoas Superior a 10 pessoas

3) Quanto tempo reside no local

Menos de 5 anos de 6 a 10 anos 11 a 20 anos Mais de 20 anos

4) Procedência da família:.....

Por que deixou o local de origem:.....

.....

5) Tem pretensão de mudar, deixando o lugar que mora atualmente?

Sim Motivo e novo lugar:.....

Não

6) Qual a principal vantagem de morar nesse lugar?

transporte coletivo infra-estrutura (escolas, hospitais....)

oferta de trabalho meio ambiente

comércio/serviços outra:.....

7) Qual a principal desvantagem de morar nesse lugar?

transporte coletivo infra-estrutura (escolas, hospitais....)

oferta de trabalho meio ambiente

comércio/serviços outra:.....

8) Qual a sua avaliação dos serviços oferecidos pela Prefeitura Municipal?

Ruim Regular Bom Ótimo

9) Participa da Associação de Moradores? Sim Não

10) Local da Entrevista é:

Residencial Comercial Residencial e Comercial Fazenda/Sítio

No caso de propriedade rural, qual é o nome?.....

11) A casa do entrevistado é construída com que tipo de material?

Alvenaria Madeira Mista

12) A condição da residência? Própria Alugada Outra:.....

13) O que produz?.....

14) Usa algum tipo de agrotóxico? Sim Não

15) Usa algum tipo de adubo químico? Sim Não

16) O que faz com as embalagens de agrotóxico e adubo?.....

17) Tem alguma criação?.....

18) Utiliza maquinários para auxiliar na produção?

- () Sim Quais?.....
 () Não

19) Finalidade da produção:

- () para a própria família () comércio local () CEASA () atender turistas
 () Outra:.....

20) Há problemas de erosão na propriedade?

- () Sim Onde?.....
 () Não

21) A margem dos rios está protegida com mata ciliar?

- () Sim () Não tem rio () Não. O que existe no lugar da mata ciliar?

22) Dimensão da propriedade?.....

23) A propriedade possui água tratada para o consumo?

- () Sim Qual é a fonte? () Poço () SANEPAR () Rio () Outra. Qual?.....
 () Não

24) A propriedade possui caixa d'água para armazenamento da mesma?

- () Sim () Não Como faz?.....

25) É comum ocorrer interrupções no serviço de abastecimento público? () Sim () Não

26) Qual é a fonte da água utilizada na produção?

- () SANEPAR
 () Rio. Qual?.....
 () Outra. Qual?

27) Na propriedade, há algum tipo de represamento da água dos rios? () Sim () Não

28) O local possui fossa (esgoto sanitário)?

- () Sim. Fossa séptica
 () Sim. Fossa rudimentar
 () Não. O esgoto é despejado no rio
 () Não. O esgoto é despejado no terreno

29) Há coleta de lixo?

- () Sim. Quantas vezes por semana?.....
 () Não. Qual o destino do lixo?.....

30) Quem recolhe o lixo ou resíduos produzidos pela propriedade?

- () Caminhão da Prefeitura
 () Queima e/o enterra

() Empresa de Reciclagem. Qual?.....

31) Há coleta de lixo que não é lixo?

- () Sim. Quantas vezes por semana?.....
 () Sim, mas não participo
 () Não, mas separo o lixo reciclado
 () Não

32) Possui energia elétrica? () Sim A quanto tempo?.....

() Não

33) Possui linha telefônica? () Sim A quanto tempo?.....

() Não

34) Qual o meio de transporte mais utilizado?

() ônibus () carro/moto () bicicleta () animais () caminhada () outro:.....

35) Qual a profissão do chefe da família?.....

36) Quantas pessoas trabalham na residência?.....

37) Há algum membro desempregado?.....

38) Qual o nível de instrução do chefe da família?

- () analfabetos
 () de 1ª a 4ª incompleta
 () de 1ª a 4ª completa
 () de 5ª a 8ª incompleta
 () de 5ª a 8ª completa
 () ensino médio incompleto
 () ensino médio completo
 () ensino superior incompleto
 () ensino superior completo
 () pós-graduação completa, incompleta ou cursando

39) Qual a renda média do chefe da família?

- () Até 1 salário mínimo
 () de 1 a 3 salário mínimo
 () de 4 a 6 salário mínimo
 () de 6 a 8 salário mínimo
 () de 8 a 10 salário mínimo
 () Superior a 10 salário mínimo

40) Fotografias (número e descrição)

.....

