

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI – PR: PERSPECTIVAS PARA A ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

Camila Cunico¹
Chisato Oka-Fiori²

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. Elaborar um zoneamento ambiental que possibilite analisar e avaliar as condições sócio-ambientais da referida área consiste no objetivo principal do trabalho. 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 e na avaliação das condições sócio-econômicas, adotando-se como referencial teórico-metodológico Becker e Egler (1996) e Mendonça (1999). 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, Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural, Condições Sócio-Econômicas, Zoneamento Sócio-Ambiental.

ABSTRACT

Environmental Zoning of the Marumby River's Hydrographic Basin, in Paraná: Perspectives for the Analysis and Evaluation of the Socio-Economic Conditions:

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. 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. 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 and the evaluation of the socio-economic conditions, adopting Becker & Egler (1996) and Mendonça (1999) as the theoretical-methodological reference. 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.

¹ Mestre em Geografia – Universidade Federal do Paraná – camilacunico@yahoo.com.br

² Doutora do Departamento de Geografia – Universidade Federal do Paraná – chisato@ufpr.br

Keywords: Hydrographic Basin, Natural Morphodynamic Vulnerability, Socio-Economic Conditions, Socio-Environmental Zoning.

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.

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.

Essa 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. Nestes casos, é bastante comum a utilização da bacia hidrográfica ou de drenagem como uma unidade de análise, uma vez que é possível enfatizar seu caráter sistêmico, favorecendo a integração entre as atividades produtivas e a preservação dos recursos naturais.

A partir desses preceitos, o objetivo principal desta 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.

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 01), 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.

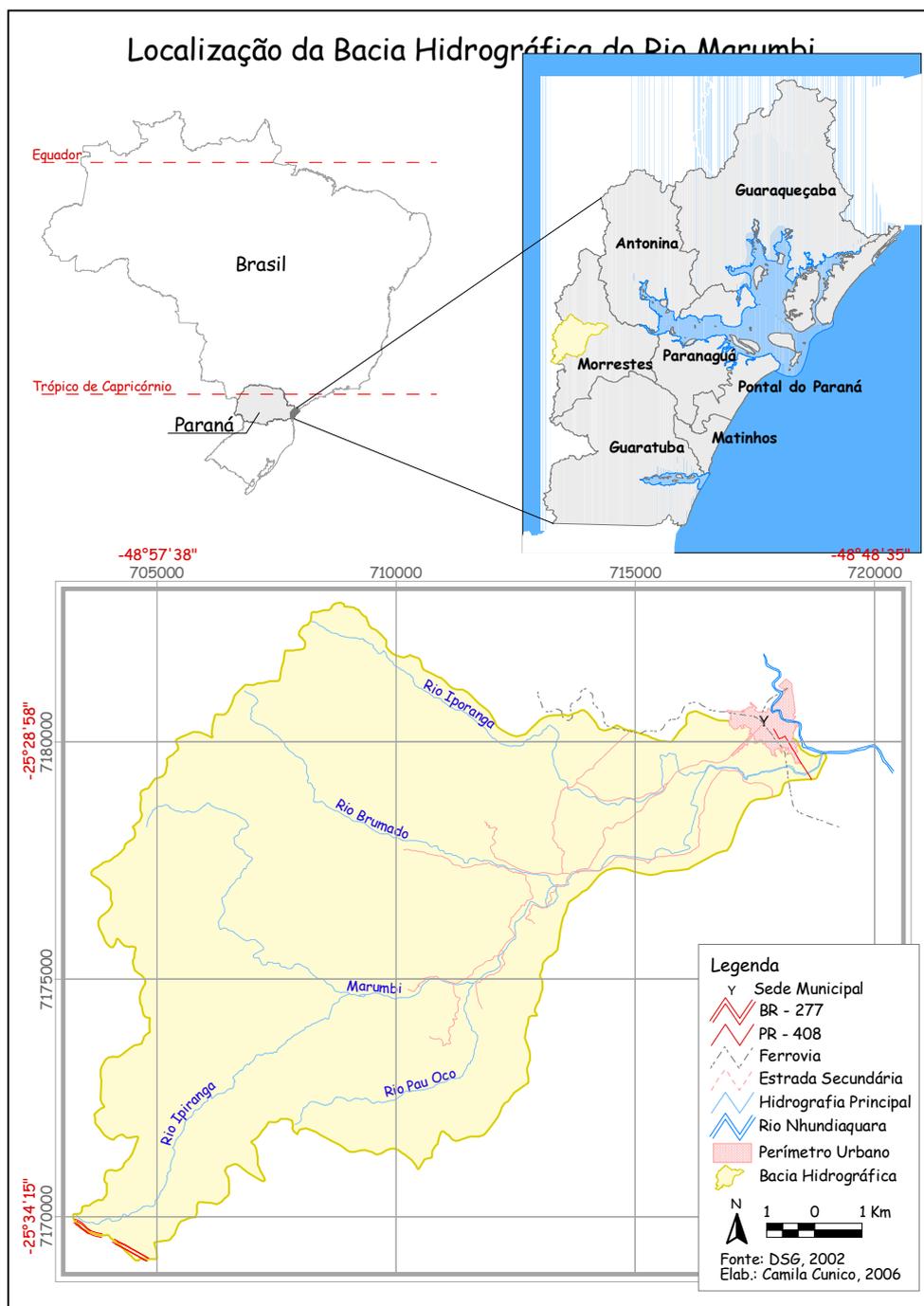


Figura 1 – Localização da Área de Estudo

É importante salientar que a área de estudo está inserida na porção oriental do Estado do Paraná (bacia hidrográfica Atlântica ou Leste), na qual 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. Além desse contexto, localiza-se na região na qual se iniciou o processo de colonização do território paranaense, estabelecendo uma estreita relação com os ciclos econômicos do estado. A bacia hidrográfica do rio Marumbi e as demais bacias que compõem as áreas de drenagem do litoral paranaense 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.

TÉCNICAS OPERACIONAIS

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 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 meio digital, na escala 1:50.000, ano 2002, pelo Programa Pró-Atlântica da SEMA, a partir 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).

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 georreferenciamento das coordenadas dos pontos do roteiro de campo, que totalizaram 61, 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 *software's ArcView GIS 3.3* e respectivos módulos *Spatial Analyst* e *3D Analyst*, *ENVI 3.4*, *AutoCad 2000* e *CartaLinx*.

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.

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. A descrição das técnicas utilizadas para tal encontram-se detalhadas em Cunico (2007).

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 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 propõe 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.

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. 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 considerado na análise contribui de uma maneira para a vulnerabilidade do ambiente. No Quadro 01 encontra-se resumida as características de cada variável envolvida para a obtenção da vulnerabilidade natural e a relação morfogênese-pedogênese.

Quadro 01 – 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*, representado pela intensidade pluviométrica, *geologia*, *geomorfologia*, *solos* e *uso e cobertura da terra*. Salienta-se que a carta de geomorfologia é confeccionada a partir do cruzamento geoestatístico da clinografia, dissecação do relevo e amplitude altimétrica. No entanto, considerou-se também como variável de análise as formas de vertentes predominantes.

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.

A média entre os valores de cada um dos elementos indica a posição dos mesmos em uma escala de vulnerabilidade morfodinâmica natural. Assim, 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.

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 foi adaptada ao recorte de análise de bacia hidrográfica. 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 relevantes para o mapeamento. Além desses, é importante identificar pontos como: áreas de 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 utilizados 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.

Elaborou-se o diagnóstico das condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica sob a perspectiva de hierarquização dos ambientes. A carta síntese foi confeccionada objetivando classificar diferentes unidades, de acordo com suas características físico-naturais e sócio-econômicas, sendo 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.

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 2.

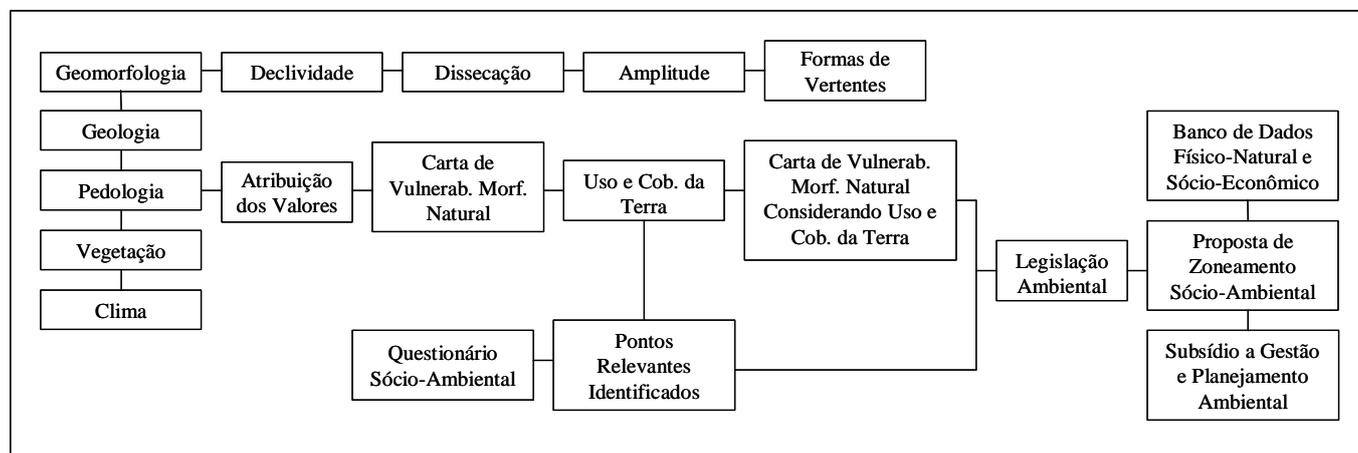


Figura 02 – Fluxograma Esquemático da Metodologia

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.

Clinografia

As classes estabelecidas para a confecção desta carta temática, procuram refletir a intensidade clinográfica no terreno. Sendo assim, foram definidas a partir do trabalho proposto por Biase (1995). Essa proposta 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. Na bacia hidrográfica do rio Marumbi, identificaram-se cinco classes de vulnerabilidade, as quais podem ser verificadas na Tabela 01.

Tabela 02 – Classes Clinográficas e Respetivos 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.

Dissecação do Relevo

Na área de estudo, após medir os interflúvios, verificou-se que existem seis classes diferentes de dissecação. 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 Respetivos 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.

Amplitude Altimétrica

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, para os quais foram atribuídos os valores de vulnerabilidade, conforme a Tabela 04.

Tabela 04 – Classes de Amplitude Altimétrica do Relevo e Respetivos 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.

Formas 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.

Em relação aos valores atribuídos ao grau de vulnerabilidade das vertentes, já existe um consenso entre pesquisadores, como sugerido por Fernandes e Amaral (1996) e Crepani, *et al* (2001). Os respectivos valores adotados encontram-se listados na Tabela 05.

Tabela 05 – Tipos de Vertentes e Respetivos 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.

Geologia

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.

Tabela 06 – Unidades Geológicas e Respetivos 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.

Pedologia

Os valores atribuídos para cada tipo de solos, analisados como produto direto do balanço morfogênese-pedogênese, seguem os propostos na metodologia, cujas classes de vulnerabilidade são observadas na Tabela 07.

Tabela 07 – Tipos de Solos e Respective 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.

Uso e Cobertura da Terra

Para esta variável o parâmetro utilizado para definir as classes de vulnerabilidade é a densidade de cobertura vegetal. Portanto, para as classes de encontradas na área de estudo, os valores sugeridos na metodologia apresentam-se adequados. No entanto, algumas classes não foram contempladas. Assim, estipularam-se valores de acordo com o estágio de desenvolvimento e recobrimento do terreno pela vegetação. A partir dessas considerações, os valores utilizados podem ser verificados na Tabela 08.

Tabela 08 – Classes de Uso e Cobertura da Terra e Respective 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.

Intensidade Pluviométrica

De acordo com a metodologia, a intensidade pluviométrica é definida a partir da relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso. Após o tratamento adequado dos dados pluviométricos³, a área de estudo foi contemplada por cinco classes de vulnerabilidade, cujos valores foram agrupados uma vez que os intervalos sugeridos pela metodologia não representavam adequadamente a bacia hidrográfica. Os mesmos encontram-se com os valores discriminadas na Tabela 09.

³ Dados mensais de uma série histórica de 30 anos (1975 – 2004) de seis estações pluviométricas.

Tabela 09 – Intensidade Pluviométrica e Respective 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.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARUMBI

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, 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 03.

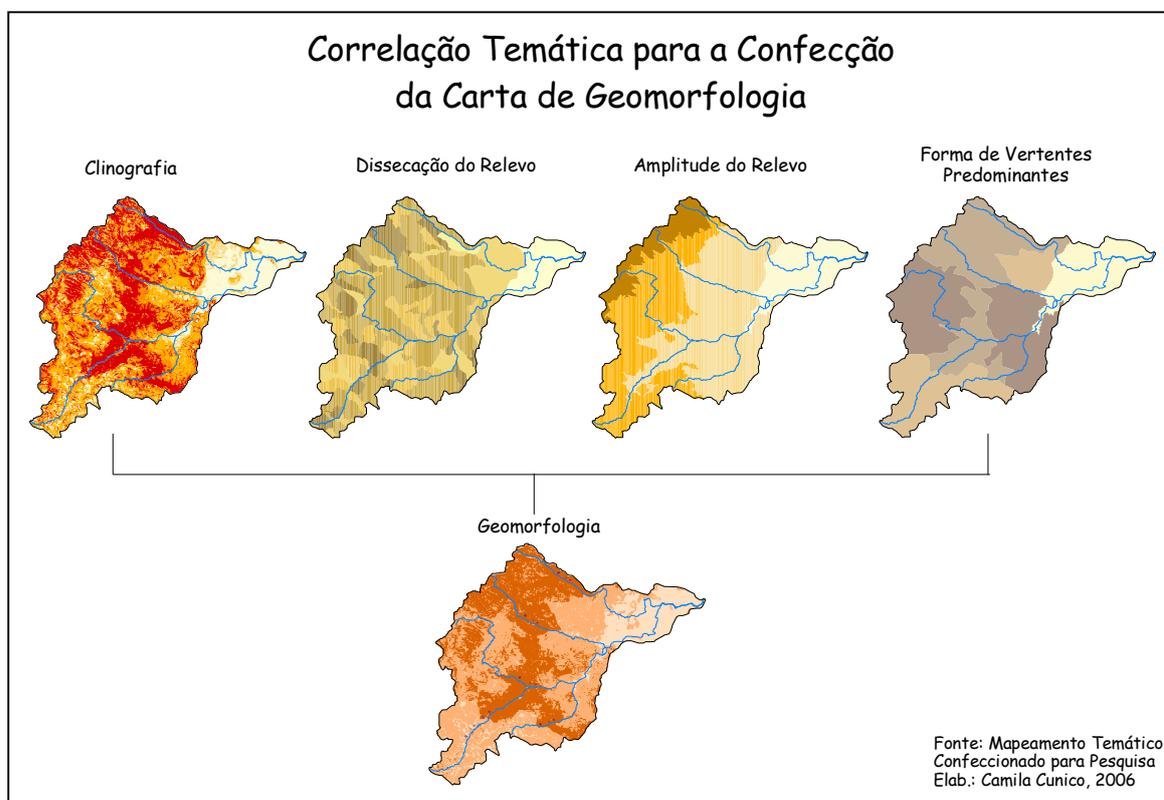


Figura 03 – Representação Esquemática do Cruzamento das Cartas Temáticas Necessárias para a Definição da Carta de Vulnerabilidade Geomorfológica

A vulnerabilidade geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Marumbi apresenta três classes distintas, cujas características físico-naturais da paisagem que predominam em cada uma das mesmas são apresentadas no Quadro 02.

Após a definição da 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 04.

Quadro 02 – 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.

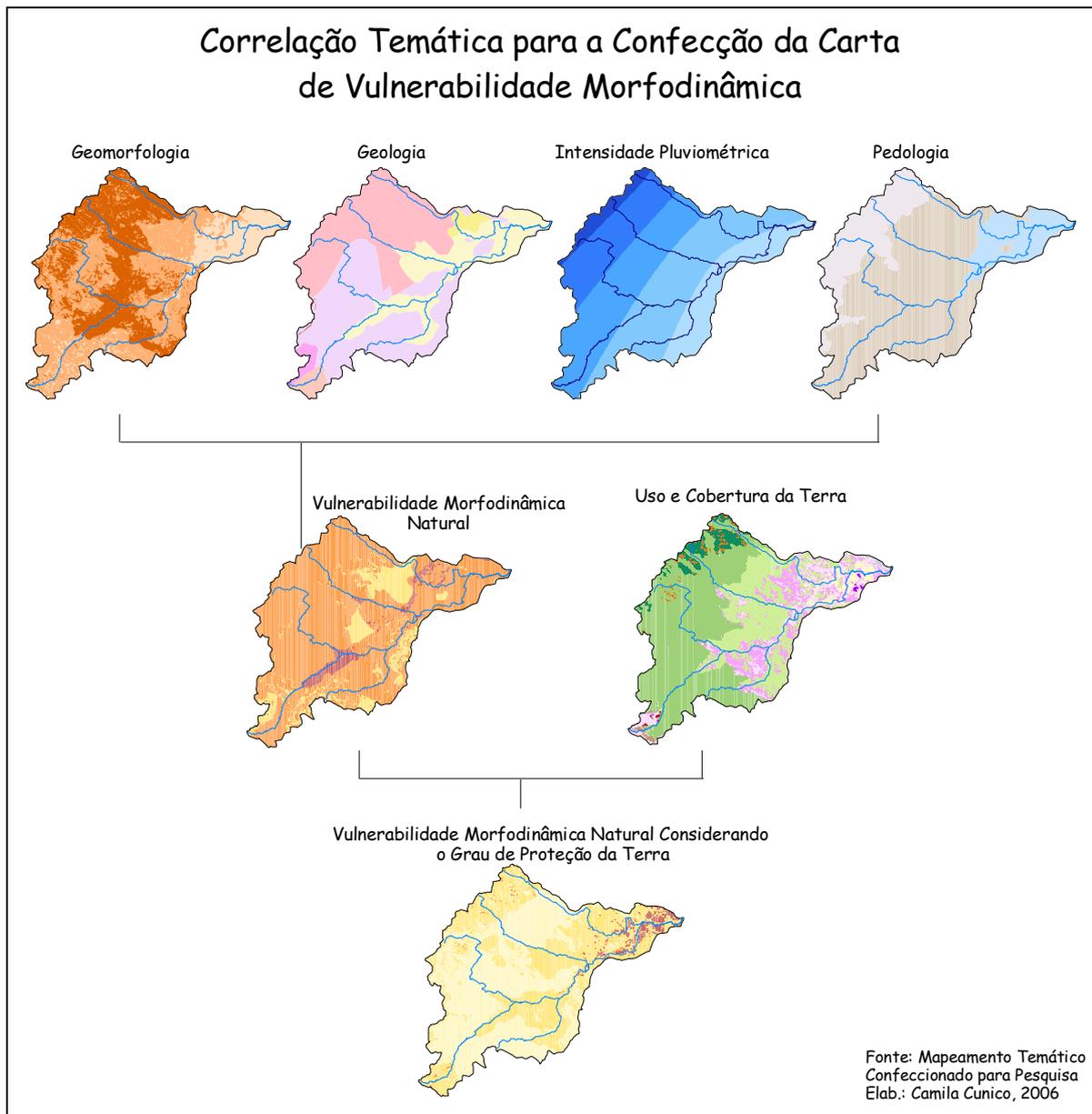


Figura 04 – Representação Esquemática do Cruzamento das Cartas Temáticas Necessárias para a Definição das Cartas de Vulnerabilidade

VULNERABILIDADE MORFODINÂMICA NATURAL

A vulnerabilidade morfodinâmica natural (Figura 05) 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 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.

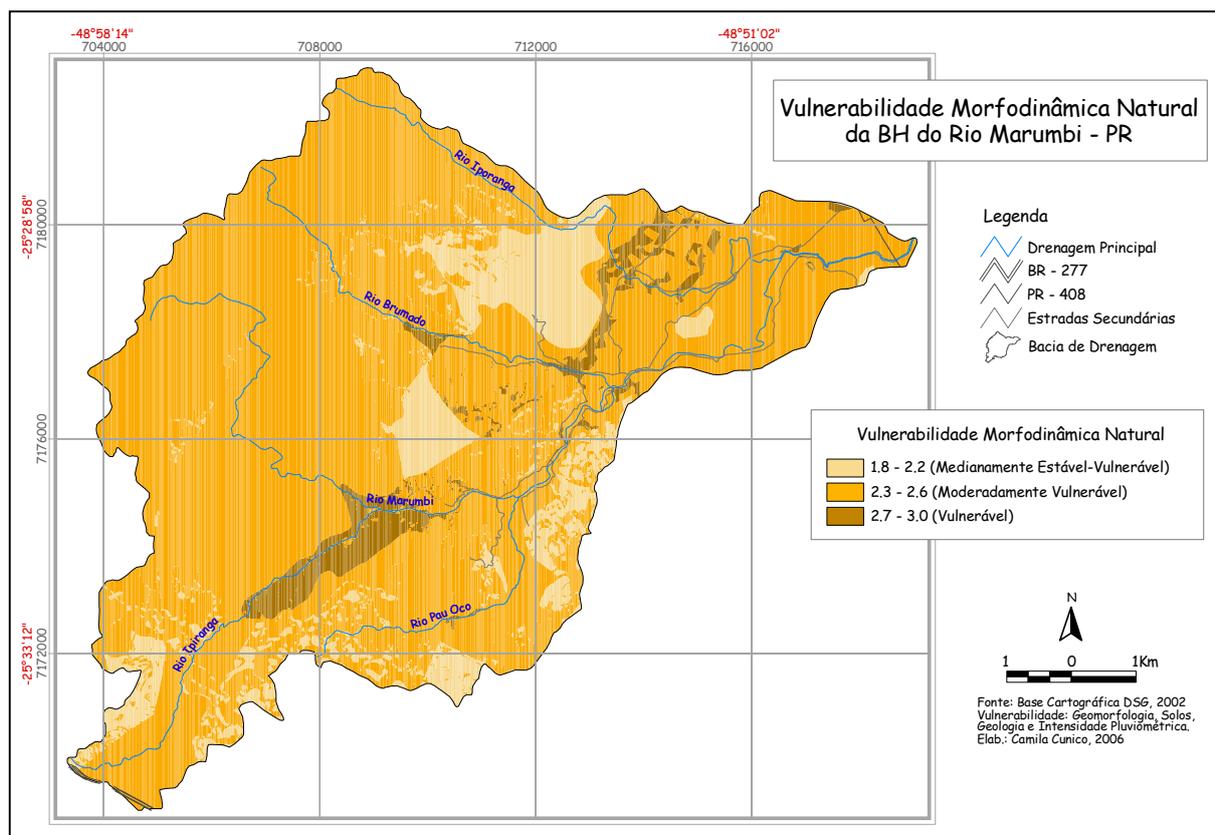


Figura 05 – Vulnerabilidade Morfofodinâmica Natural da Área de Estudo

A classe Medianamente Estável-Vulnerável, que corresponde a 12.53% do total estudado, 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 morfogênicos. 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, que comporta 82.33% da área da bacia hidrográfica, é a mais significativa da área de estudo. 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 hidrográfica, atinge as três classes de solos (Afloramento Rochosos +

Neossolos Litólicos, Cambissolos e Gleissolos), bem como as classes de intensidade pluviométrica (275 - >500 mm).

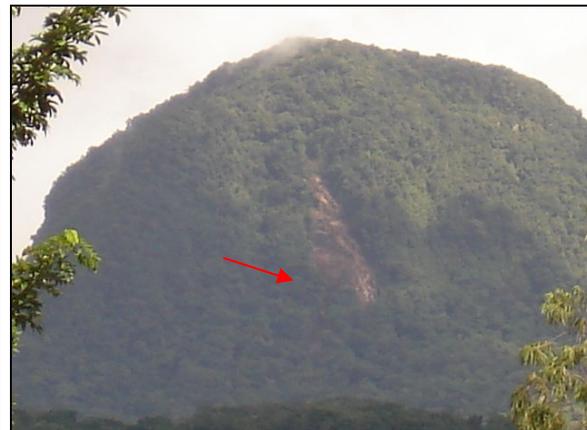
Como escrito anteriormente, a classe Moderadamente Vulnerável apresenta duas porções diferenciadas. Pode-se afirmar que na primeira as variáveis que compõem geomorfologicamente a área contribuem para acentuar a vulnerabilidade da mesma, sendo a geologia o elemento mais estabilizador. Já na outra porção, 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, que corresponde a 4.94% do total estudado. 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 desta classe dentro a de 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 01 e 02), demonstrando a pouca estabilidade das vertentes e em contrapartida a elevada vulnerabilidade morfodinâmica natural da bacia hidrográfica do rio Marumbi.



Fotografia 01 – Cicatrizes Naturais de Deslizamentos nas Encostas
Autora: Camila Cunico, 2006.



Fotografia 02 – Cicatrizes Naturais de Deslizamentos nas Encostas
Autora: Camila Cunico, 2006.

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 06. 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.

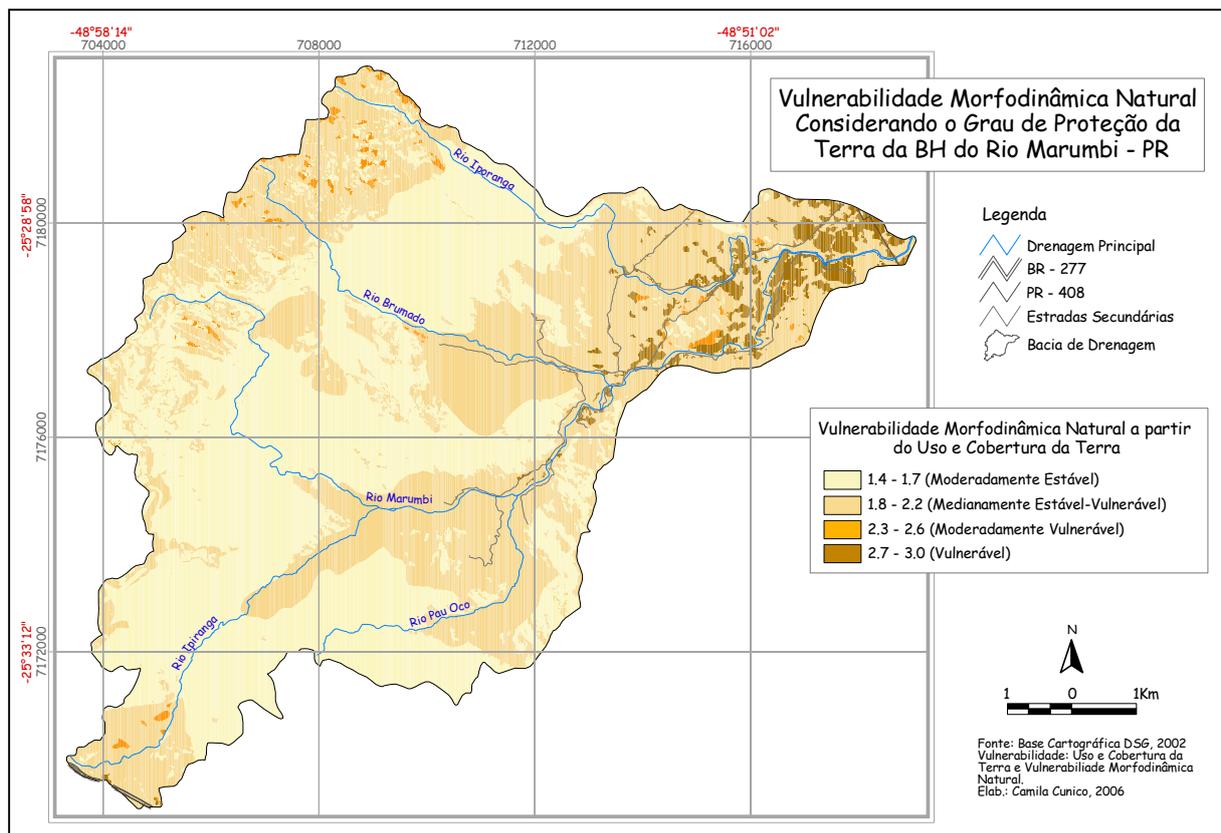


Figura 06 – Vulnerabilidade Morfodinâmica Natural Considerando o Grau de Proteção da Terra da Área de Estudo

As categorias obtidas de vulnerabilidade morfodinâmica natural considerando grau de proteção da terra 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 (49.42%). 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, como a Floresta Ombrófila Densa Montana e a Submontana, 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.

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, que corresponde a 45.71%, 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 (1.05%). 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, que contempla 3.61% da área total, corresponde basicamente às áreas de agropecuária, solo exposto + áreas adensadas 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.

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 10. 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 10 – 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 (+)
Med. Estável-Vulnerável	12.89	12.53	46.99	45.71	34.10 (+)	33.18 (+)
Mod. 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.

POTENCIALIDADE SOCIAL

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.

A partir dos trabalhos de campo e entrevista com moradores das comunidades 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.

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. Pode estar associado também ao baixo nível de escolaridade e a resistência de adquirir novos hábitos.

Em relação as moradias, 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.

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.

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 benefícios financeiros.

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

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 4.771/65. Porém, como se averiguou nas atividades de campo, existem locais de incongruência no uso da terra (Figura 07), 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.

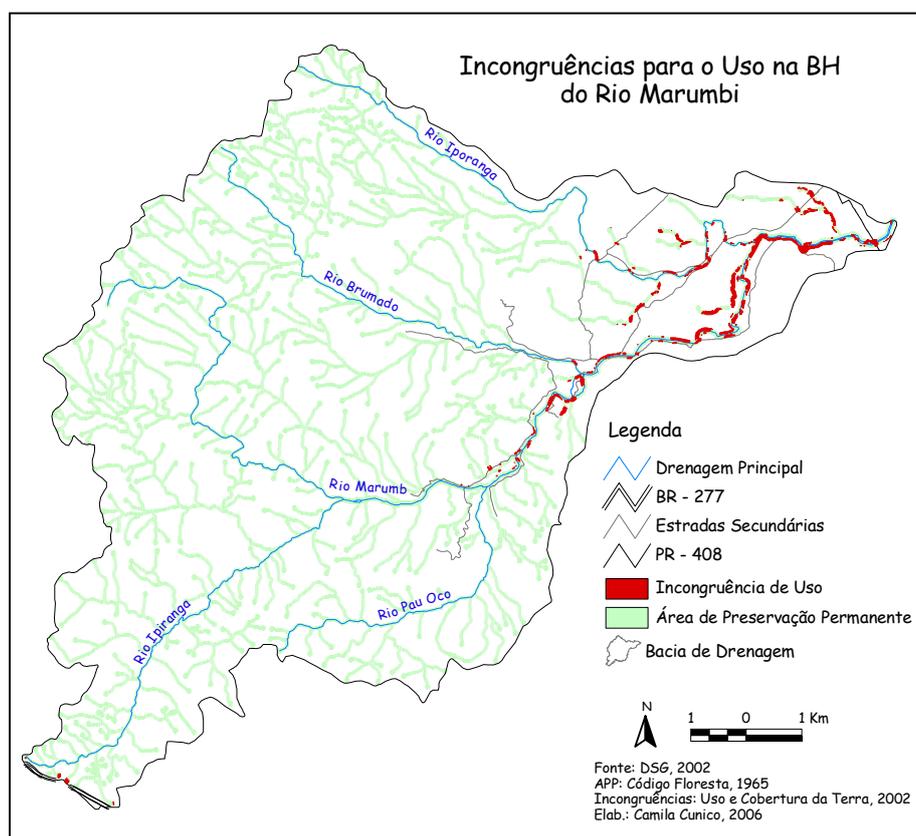


Figura 07 – Carta de Incongruências de Uso da Área de Estudo

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.

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 11 e na Figura 08.

Tabela 11 – Classes do Zoneamento Sócio-Ambiental e Respectivas Áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi

Classe Zoneamento Sócio-Ambiental	Área em Km ²	%
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.

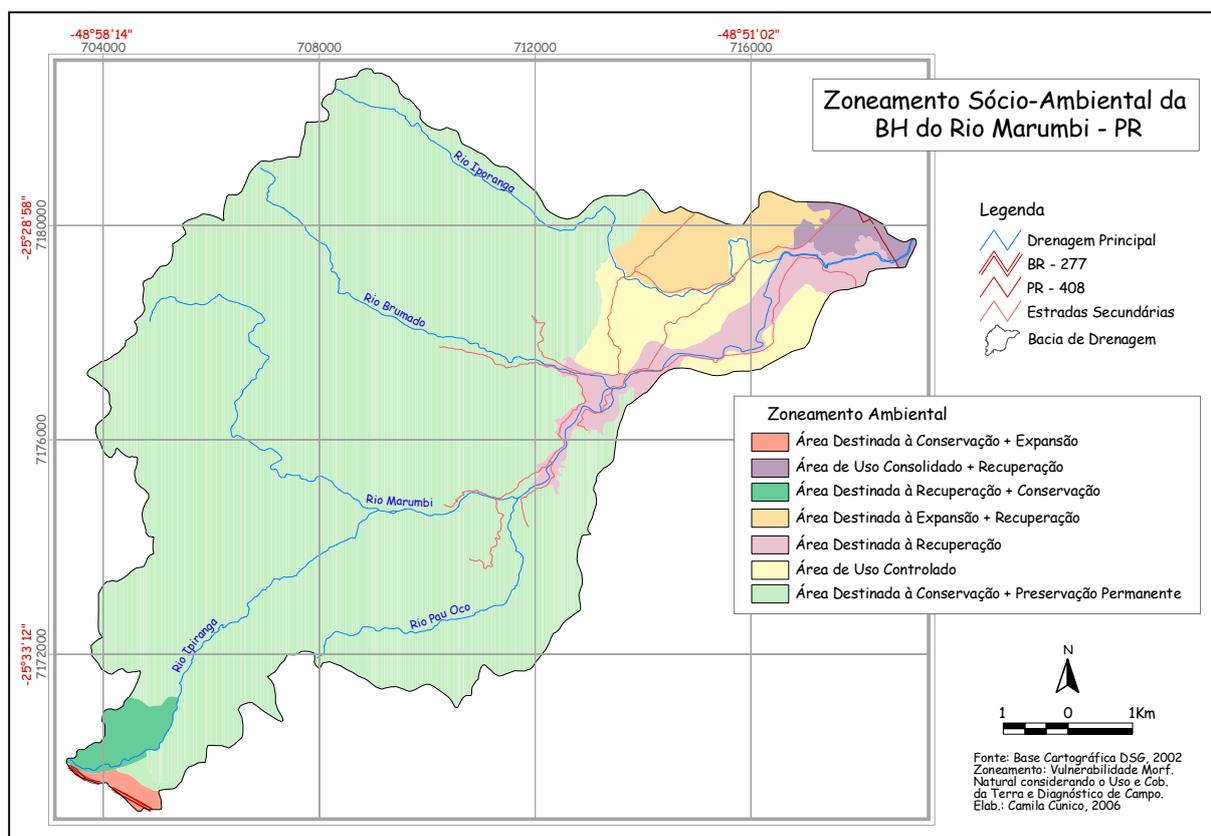


Figura 08 – Zoneamento Sócio-Ambiental da Área de Estudo

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, sendo as informações apresentadas extraídas de imagem de satélite *LandSat 7 ETM+*, composição 5R, 4G e 3B + Pan, resolução 15 metros.

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 locais 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 morfológica 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, no 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 conseqüência 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, aclividades/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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Marumbi, como já foi exposto, apresenta grande vulnerabilidade morfodinâmica natural como conseqüência 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 estabilizar 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.

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*.

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.

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

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.

CUNICO, C. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi - PR: Perspectivas para a Análise e Avaliação das Condições Sócio-Ambientais**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

EMBRAPA; IAPAR. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Tomo II. Londrina: EMBRAPA/SUDESUL/ Governo do Estado do Paraná/IAPAR, 1984.

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.

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.

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.

MINEROPAR. **Potencialidades e Fragilidades das Rochas do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2005.

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.

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.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

Recebido em agosto de 2007
Aprovado em fevereiro de 2009