

CARTOGRAFIA DE SÍNTESE E O ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO BAIANO - ASSIS CHATEAUBRIAND/PR

The summary of mapping and study of environmental fragility this basin of Baiano river – Assis Chateaubriand/PR

Ordilei Aparecido Gaspar de Melo¹
Pedro França Junior²
Manoel Luiz dos Santos³

¹UNIMEO/CETESOP- UEM

Professor da rede Básica de Ensino do Paraná e da Faculdade UNIMEO- CETESOP - Assis Chateaubriand – PR
Doutorando do Programa de pós-graduação em Geografia- -UEM
ordmelo@hotmail.com

²UEM-UNESP-PP

Professor Colaborador do Departamento de Geografia –UEM-Maringá-PR
Doutorando - Programa de Pós-graduação em Geografia da FCT-UNESP - Presidente Prudente - SP
pfjpedro@gmail.com

³UEM

Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Geografia PGE-CCH-UEM
Pesquisador- Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente- GEMA
Av. Colombo 5790 Maringá-PR
mldsantos@uem.br

RESUMO

Esta pesquisa tem como proposta a verificação da fragilidade ambiental mediante a análise integrada do ambiente. Para tal exercício foi utilizada a metodologia de Crepani et. Al. (1996) a fim de verificar o estágio de equilíbrio/desequilíbrio dinâmico da área de estudo. A área delimitada para a realização desta pesquisa foi à bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquirí, localizado no município de Assis Chateaubriand, região Oeste do estado do Paraná. Nesse sentido, foi desenvolvido o mapeamento de áreas suscetíveis a riscos naturais ou induzidos por ações antrópicas, avaliando os riscos potenciais e emergentes. Para tanto, fez-se necessário a identificação das características físicas (solos, clima, rochas, relevo), de uso e ocupação do solo, sendo estas sintetizadas em planos de informação para a elaboração da carta de fragilidade ambiental. O resultado dessa síntese é um produto cartográfico que representa os componentes do ambiente natural e socioeconômico, que auxiliará no planejamento do uso do solo, projetos de engenharia, planejamento ambiental, no desenvolvimento dos sítios urbanos, e no apoio em pesquisas futuras.

Palavras chave: Cartografia Geoambiental. Fragilidade ambiental. Rio Baiano. Assis Chateaubriand – PR.

ABSTRACT

This research proposes the verification of environmental fragility through the integrated analysis environment for this exercise was the methodology of Crepani et. al (1996) in order to check the status of balance / imbalance of the dynamic area of study. The loked designated for this research was the basin Baiano river, a tributary of the Piquirí river, located in the municipality of Assis Chateaubriand city, west of Paraná state. Accordingly, we developed the mapping of areas susceptible to natural hazards or induced by human actions, assessing emerging and potential risks. To this end, it was necessary to identify the physical characteristics (soils, climate, rocks, relief), for use and occupation, which are synthesized in the plans of information for the preparation of the letter of environmental fragility. The result of this synthesis is a cartographic product that represents the components of the natural environment and socioeconomic status, and assist in planning land use, engineering, environmental planning, development of urban sites, and support in future research.

Keywords: Geo-environmental catography. Environmental fragility. Baiano River. Assis Chateaubriand-PR.

1 INTRODUÇÃO

A expansão das áreas urbanas, o aumento da população mundial, e conseqüentemente maior necessidade de produção de alimentos, vêm aumentando a pressão sobre os recursos naturais. Em decorrência disso, elementos do meio físico como, solos, relevo, vegetação e hidrografia têm seu equilíbrio dinâmico rompido, tornando-se mais vulneráveis e passíveis de degradação.

Os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características “genéticas”. Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. Essas variáveis tratadas de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais (SPÖRL; ROSS, 2004).

Santos (2004), diz que o planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais às atividades e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes.

Dessa forma a partir da identificação de futuras inferências ambientais, foi desenvolvido uma pesquisa, na bacia do rio Baiano no município de Assis Chateaubriand na região oeste do estado do Paraná com o intuito de verificar as fragilidades da bacia, adotando as metodologias de Ross (1994) com adaptações e das Unidades Territoriais Básicas proposta por Crepani et al. (1996). Essa técnica foi desenvolvida para a elaboração de mapas de vulnerabilidade Natural à Erosão, e apoiar o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia baseado no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977).

No Brasil, vários estudiosos têm

utilizado o pressuposto das Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977) para construção de mapas de fragilidade ambiental, dentre eles podem ser citados os trabalhos de Ross (1994), Crepani et al. (1996), Reis Nakashima (1999), Crepani et al. (2001), Kawakubo (2005), Sala (2005). Esses autores usam a análise integrada dos elementos físicos e socioeconômicos para a identificação dos graus de fragilidade do ambiente em bacias de drenagem.

Com base nesses pressupostos e no recorte aqui exposto, procurou-se fazer uma abordagem da bacia hidrográfica de forma integrada, por ser esta uma unidade territorial que integra tanto elementos naturais como sociais, buscando estabelecer uma síntese da relação entre os elementos físicos e de uso e ocupação do solo. Para tanto, foi escolhida como área de estudo, uma bacia hidrográfica de pequena ordem, localizada na região oeste do estado do Paraná.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Baiano que ocupa uma área de drenagem de 69,78 km² e está localizada no setor Norte do município de Assis Chateaubriand - PR, encontrando-se quase integralmente no espaço rural, entre as latitudes 24°14'48'', 24°24'59''S e longitudes 53°29'20'', 53°33'38''W (figura 1).

A bacia hidrográfica do rio Baiano desenvolve-se exclusivamente sobre as rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Kr). Essas litologias, segundo Pinese e Nardy (2003), formam globalmente um dos mais extensos eventos vulcânicos de natureza fissural. Recobrem aproximadamente 75% de toda a superfície da Bacia Sedimentar do Paraná. Esse evento magmático ocorreu há 132 M.a. A.P. e se estendeu por um período de tempo relativamente curto cerca de 1,1 M.a.

A Formação Serra Geral aflora em todo o território do município e é responsável pela conformação topográfica em mesetas e platôs elevados do seu relevo (MINEROPAR, 2006). Os afloramentos rochosos em blocos

e/ou matações que ocorrem na bacia em questão, são restritos a algumas áreas de maior declividade.

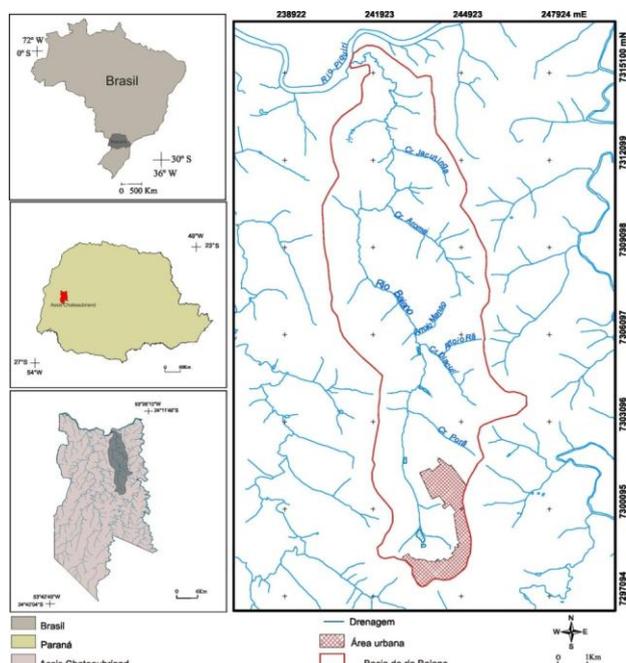


Figura 1: Localização da Área de estudo

O município de Assis Chateaubriand está inserido na Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, dentro unidade morfoescultural denominada Terceiro Planalto Paranaense, subunidade Planalto de Cascavel, apresentando altitudes variando de 240 a 920m (SANTOS et al., 2006). Estruturalmente a área estudada recebe influência de linhas de falhas e fraturas direcionadas de SE-NW e SW-NE predominantemente, que condicionam o desenvolvimento e direção dos eixos de drenagem.

Segundo Nakashima e Nóbrega (2003), o relevo do Terceiro Planalto Paranaense é de um modo geral caracterizado por extensos platôs, com topos aplainados, levemente convexos em geral nos divisores das principais bacias hidrográficas como a do Paranapanema, Ivaí, Piquiri, Iguaçu. Nas áreas onde a rede de drenagem é mais densa aparecem colinas médias e curtas, com declividades mais acentuadas, que geralmente ocorrem próximo às nascentes dos principais afluentes e sub-afluentes.

O relevo da área de estudo apresenta-se modelado por colinas e pequenos espigões

de topos suavemente aplainados, com o predomínio de vertentes retilíneas, baixa dissecação do relevo e vales predominantemente em “V”. Os espigões constituem divisores de água secundários, os vales mais profundos encontram-se no médio curso do rio Baiano. O setor Leste da bacia possui relevos mais movimentados, referentes à maior densidade de rios que cortam a paisagem.

Na área de estudo, predominam cinco tipos de cobertura pedológica: Latossolos vermelhos de textura argilosa, encontrados predominantemente em topografias planas de topo da bacia; os Nitossolos Vermelhos aparecem em maior quantidade, ocupando um grande percentual da área, se desenvolvendo em áreas de relevo mais dissecado; o Material Coluvial gerado através da ação combinada da gravidade e da água; os Cambissolos que aparecem nas vertentes com maior declividade; e os Gleissolos que estão restritos as áreas mais pobremente drenadas.

O regime climático se caracteriza segundo classificação de Köeppen (1948) como Cfa – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes (MAACK, 1981). A precipitação anual é em média de 1250 a 1500 mm.

A cobertura vegetal natural característica da área, bem como em todo o Oeste paranaense era densa e exuberante, constituída pela Floresta Estacional Semidecidual, que de acordo com Maack (1981), era formada por árvores que chegavam de 30 a 40 metros de altura, dentre elas, espécies como a peroba, canela, cedro, pau d’alho, ipês, imbúia, entre outras.

A derrubada da mata nessa região teve início em meados do século XX, quando os desbravadores voltaram seus olhos para a então conhecida “terra roxa”, um solo muito favorável às práticas agrícolas. Desde então, houve uma acelerada substituição da cobertura vegetal natural pelo plantio de café e hortelã, e nos últimos anos pelas culturas temporárias de trigo, soja e milho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta metodologia consiste na elaboração de um mapa de unidades Homogêneas de Paisagem, ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's), obtido através da análise e interpretação de imagem de satélite TM-LANDSAT e associar a este mapa preliminar, as informações temáticas pré-existentes.

A estabilidade ou vulnerabilidade, a resistência ao processo natural de erosão das unidades de paisagem natural é definida pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, vegetação e clima. Seguindo essa proposta, cada um desses temas recebe uma pontuação de fragilidade variando entre 1 e 3. Desta forma, as unidades mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 2,0 e as unidades de paisagem mais vulneráveis estarão próximas de 3,0.

Como resultado final é apresentado à vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes de cada tema avaliado. Sendo assim, cada unidade territorial básica recebe um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica.

As variáveis espaciais para a determinação das áreas de fragilidade ambiental, são classificadas por Crepani et al. (1996) em cinco categorias hierárquicas (tabela 1).

Tabela 1: Graus de Vulnerabilidade/estabilidade

Grau de fragilidade	Intervalo de classe	Cor da classe
Muito baixa	1,0 – 1,4	Verde
Baixa	1,4 - 1,8	Amarelo
Média	1,8 – 2,2	Laranja
Forte	2,2 – 2,6	Vermelho
Muito forte	2,6 – 3,0	Marrom

Fonte: Crepani et al. (2001).

A cartografia de síntese exige a execução de vários produtos intermediários que auxiliam no entendimento do produto final. Assim, seguem-se as etapas da construção da carta de declividade, de solos,

geológica, uso do solo, além da caracterização climática da área.

A carta de declividade foi elaborada a partir da interpolação das curvas de nível com equidistância de 20 metros digitalizadas das Cartas topográficas de Iporã (MI 2800-2), Assis Chateaubriand (MI 2800-4) e Formosa do Oeste (MI 2801-3) na escala 1:50.000, editada pelo Serviço Geográfico do Ministério do Exército. A carta Geológica teve como base o Mapa geológico do Município de Assis Chateaubriand/PR, com escala 1:50.000 (MINEROPAR, 2006). Para tanto, foi criado um (Pi) com o atributo “geologia”, a seguir a área foi poligonizada através do módulo “edição vetorial” do software SPRING 4.3.3.

A carta de tipos de solo foi confeccionada com base na descrição morfológica dos solos nos pontos de coleta e nos trabalhos de campo. A nomenclatura dos solos foi baseada no Manual de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006). Após a delimitação dos tipos de solo no campo, seguiram-se os trabalhos de gabinete, onde os pontos coletados foram plotados no software SPRING 4.3.3 para a criação das classes temáticas e posteriormente a sua vetorização.

A carta de uso e ocupação do solo foi elaborada a partir de imagens orbitais do satélite Landsat 5 (sensor TM, bandas 3, 4 e 5, datadas de 30/08/2008), possuindo resolução espacial de 30 metros, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). Utilizou-se ainda parte do mosaico Landsat 5 disponibilizado pela NASA (2008) como base para a correção geométrica das imagens. Para o mapeamento temático das imagens orbitais foram escolhidas quatro grandes classes (tabela 2):

A caracterização climática seguiu as análises quanto ao comportamento pluviométrico da bacia, feitas com base em dados do período de 1998 a 2009, provenientes da leitura de um pluviômetro localizado no entreposto da C. Vale Cooperativa Agroindustrial. Com tal exercício verificou-se que há certa irregularidade nos índices pluviométricos anuais com média para período de 1933 mm/ano (figura 2).

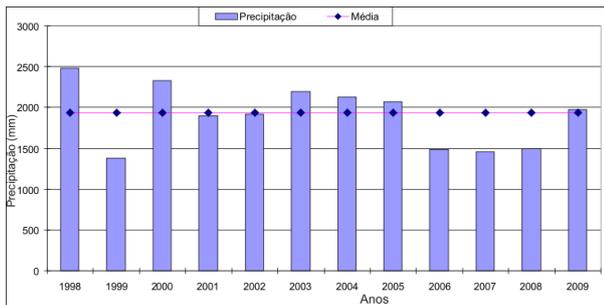


Figura 2: Distribuição pluviométrica anual para a bacia do rio Baiano (Período de 1998 – 2009)
Organização: Autores, 2010.

Tabela 02: Classes de uso da terra- Bacia do Rio Baiano

1. Área Urbana	Foi Considerada parte da malha urbana de Assis Chateaubriand-PR
2. Culturas Temporárias	Abriga os espaços destinados à agricultura (soja, milho, trigo) e com presença de solo exposto.
3. Florestas	Mata de grande porte e densa. Exemplo: Parque Municipal São Francisco de Assis
4. Pastagem	Áreas destinadas à criação de gado

Fonte: autores

Os procedimentos técnico-operacionais seguiram duas etapas. A primeira de elaboração dos mapas temáticos básicos foi realizada no Software Spring 4.3.3, posteriormente os dados foram exportados como representação vetorial para o Software Arc Gis 9.2. Na segunda etapa, seguiu-se a integração das variáveis no Software Arc Gis 9.2 no módulo Spatial Analyst, onde os dados vetoriais foram convertidos em raster. A seguir cada variável recebeu valores conforme seu grau de fragilidade. O mapa síntese resultou da seguinte expressão derivada da metodologia de Crepani et al. (1996):

$$\frac{([\text{Geologia}] + [\text{Declividade}] + [\text{Solos}] + [\text{Uso do solo}] + [\text{Clima}])}{5}$$

Dessa forma, conforme os temas selecionados, quatro grandes categorias hierárquicas foram adotadas para a produção final da carta: muito fraca, fraca, média e forte.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Quatro classes de fragilidade variando de muito baixa (1,0 – 1,4) a forte (2,2- 2,6) foram estabelecidas. Para as variáveis de

declividade, solo e uso do solo, a fragilidade é maior quanto maior é o código. Devido à homogeneidade do substrato geológico e das características climáticas da área, é atribuído apenas um valor para cada um desses dois temas. A tabela 3 descreve as classes morfométricas, a declividade em % e os valores de vulnerabilidade que posteriormente farão uma relação aos temas selecionados.

Tabela 3: Escala de vulnerabilidade para as classes de declividade

Classes Morfométricas	Declividade (%)	Valores de Vulnerabilidade
Muito baixa	< 2	1,0
Baixa	2 - 6	1,5
Média	6 - 20	2,0
Alta	20 - 50	2,5
Muito alta	> 50	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001).

Para o tema geologia, foram analisados a resistência da rocha à erosão e o grau de coesão destas rochas. Sendo assim, Crepani et al. (2001), atribuem valores próximos de (1,0) para rochas que apresentam maior grau de coesão, valores intermediários (ao redor de 2,0) para as rochas que apresentam valores intermediários em seu grau de coesão e valores próximos à vulnerabilidade (3,0) para as rochas que apresentam os menores valores no seu grau de coesão. A geologia da área de estudo apresenta um grau de coesão médio (Quadro 1).

Quadro 1: Escala de vulnerabilidade da rocha

Tipo de Rocha	Litologia	Vulnerabilidade
Ígneas	Basalto	1,5

Fonte: Crepani et al. (2001).

A fragilidade do solo corresponde à vulnerabilidade do solo à erosão, resultante de diferenças nos atributos físicos e químicos. Assim, alguns tipos de solo são mais erodíveis que outros mesmo se expostos a uma condição ambiental semelhante. O grau de vulnerabilidade dos tipos de solo foi determinado conforme sua resistência frente aos processos erosivos (tabela 3). Portanto, às

unidades de paisagem onde ocorrem solos estáveis foram atribuídos valores próximos de (1,0), em solos intermediários, valores de estabilidade (2,0), e solos frágeis foram atribuídos valores próximos de (3,0).

Tabela 4: Graus de vulnerabilidade/estabilidade dos solos

Classes de Solo – EMBRAPA (2006)	Vulnerabilidade
Latossolos Vermelhos	1,0
Nitossolos Vermelhos	2,0
Cambissolos	2,5
Gleissolos	3,0
Material Coluvial	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001).

Para o tema cobertura vegetal, é considerado o grau de proteção exercido pela vegetação contra os processos erosivos e a compactação do solo, bem como o favorecimento à percolação de água para as camadas de sub-superfície. A densidade de cobertura vegetal da unidade de paisagem determina o grau de proteção do solo da unidade. Ou seja, valores próximos de (1,0) indicam estabilidade, (ao redor de 2,0) valores intermediários ou se apresenta baixo grau de proteção apresentam valores próximos de (3,0). Por se tratar de uma área toda ocupada, o tema cobertura vegetal foi substituído pela variável uso do solo (tabela 4), para se contemplar também os processos que ocorrem na área urbana, considerando-a neste estudo, como unidade de análise.

Tabela 5: Graus de proteção exercidos pela vegetação

Tipos de cobertura vegetal/uso do solo	Valores de Vulnerabilidade
Floresta	1,0
Pastagens	2,8
Agricultura de ciclo curto	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001).

Para a variável clima, (Quadro 2), foram analisadas as informações referentes à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, conforme preconizado na

metodologia, faz-se uma quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem. Assim, de acordo com Spörl (2001), o valor da intensidade pluviométrica para uma determinada área pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses). Logo, quanto maior o valor da intensidade pluviométrica, maior é a erosividade da chuva.

Observando a distribuição linear dos valores contidos entre os intervalos possíveis de intensidade pluviométrica para as diversas regiões do país, foi obtido para a bacia do rio Baiano o valor de 161,1mm/mês, caracterizando-se assim uma área de fragilidade média quanto ao fator clima.

Foram consideradas para construção da carta de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano (figura 3) as classes hierárquicas de fragilidade de muito baixa a muito forte, atribuídas às variáveis, porém quando realizada a análise integrada dos temas selecionados, a síntese resultou em quatro classes:

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cartografia de síntese, levada a efeito através da análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano adotou como proposta de análise o modelo das Unidades Territoriais Básicas que sintetiza o resultado numa carta. Todas as variáveis determinam à maior ou menor fragilidade potencial e emergente, isso ocorre durante a interrelação e mediação das mesmas, ou seja, utilização da média aritmética entre as variáveis. Desta forma, assume-se que todas as variáveis teriam a mesma importância, resultando assim numa maior coerência com a realidade, porém, se numa determinada área uma das variáveis estiver influenciando mais significativamente o estado de equilíbrio/desequilíbrio dinâmico, esta não terá um peso maior “encobrendo” assim os resultados.

A caracterização da área de estudo, aliada aos produtos cartográficos temáticos básicos, permitiram a identificação da fragilidade ambiental potencial e emergente,

Quadro 2: Escala de erosividade da chuva

Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200-225	1,7	375-400	2,4
50-75	1,1	225-250	1,8	400-425	2,5
75-100	1,2	250-275	1,9	425-450	2,6
100-125	1,3	275-300	2,0	450-475	2,7
125-150	1,4	300-325	2,1	475-500	2,8
150-175	1,5	325-350	2,2	500-525	2,9
175-200	1,6	350-375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Adaptado com base em Crepani et al. (2001)

Quadro 3: Classes de Fragilidade- Bacia do rio Baiano- Assis Chateaubriand –PR

Classes	Características	Fragilidade
a) muito baixa representada pela cor verde;	A cor verde representa as classes de fragilidade muito baixas, que ocorrem ao longo de toda bacia, devido à baixa declividade das vertentes e aos tipos de solo, principalmente Nitossolos Vermelhos, essas áreas são menos propensas a riscos potenciais ou emergentes. O uso do solo nessas áreas, formado por fragmentos de floresta em sua maioria, também é determinante para a maior estabilidade desse ambiente.	
b) Baixa, representada pela cor amarela;	As classes de fragilidade baixa (cor amarela) abrangem áreas de declividade mais acentuadas que as classes muito baixa, variando de 0 a 9% em sua maioria. Os solos predominantes são os Latossolos Vermelhos de textura argilosa. O uso do solo engloba áreas de cultura temporária além da malha urbana.	
c) Média, representada pela cor laranja;	A área classificada como de risco médio (cor laranja) é a mais expressiva, influenciada pela maior dissecação do relevo, revelando declividades que variam de 9 a 12%, chegando em alguns pontos a aproximadamente 20%. Os solos predominantes são Nitossolos Vermelhos e o uso do solo caracteriza-se por culturas temporárias.	
d) Forte, representada pela cor vermelha.	As classes consideradas de risco forte, representadas na carta com a cor vermelha, são áreas pontuais, onde a declividade das vertentes passa dos 20%. Os solos são formados por Gleissolos ou solos pouco espessos como Cambissolos, neste caso o uso do solo influi de maneira menos significativa. Assim, a declividade e os tipos de solo são as variáveis preponderantes para a delimitação dessa classe.	

Fonte: Autores

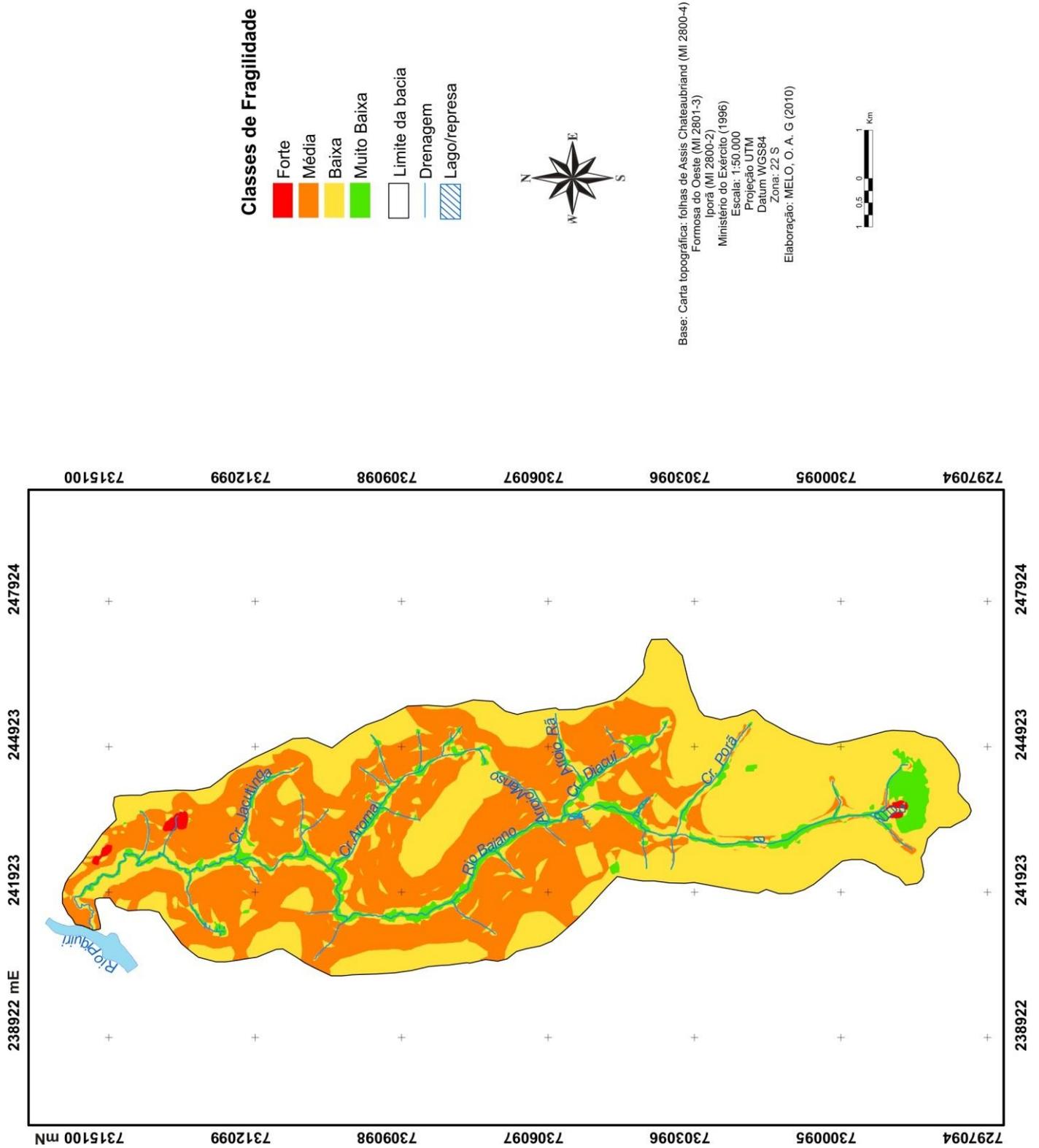


Figura 3: Carta de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano

apresentadas pelas características físicas e de uso e ocupação da bacia, demonstrando a importância da análise conjunta dos componentes da paisagem.

Diante do acima exposto, observam-se áreas que merecem especial atenção por se tratarem de áreas mais vulneráveis aos processos erosivos, possuindo relevo dissecado, solos pouco espessos ou muito friáveis, e áreas onde a cobertura vegetal não favorece a proteção do solo ou onde os processos morfodinâmicos atuais são movidos por intervenções antrópicas muito agressivas.

REFERÊNCIAS

- CREPANI, E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso: em 12 set. 2008.
- KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2203-2210.
- KÖEPPEN, W. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. **INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. IAPAR, Londrina, 1994. 45p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: J. Olimpio, 1981.
- MINEROPAR. **Avaliação geológica e geotécnica para o planejamento territorial e urbano do Município de Assis Chateaubriand**. Curitiba, 2006. Relatório final.
- NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. Solos do Terceiro Planalto do Paraná – Brasil. In: ENCONTRO GEOTÉCNICO DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE, 1., 2003, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2003. 1 CD ROM.
- NASA. Disponível em: <<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>>. Acesso: em 23 jun. 2008.
- PINESE, J. P. P.; NARDY, A. J. R. Contexto geológico da formação Serra Geral no Terceiro Planalto paranaense. In: ENCONTRO GEOTÉCNICO DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE, 1., 2003, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2003. 1 CD ROM.
- REIS NAKASHIMA, M. S. **Análise dos processos erosivos e da fragilidade ambiental na bacia do rio Keller-PR**. 1999. 210p. Tese (Doutorado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH/ USP**, São Paulo, n. 6, p. 63-74, 1994.
- SALA, M. G. **Análise integrada dos elementos físicos, de uso e ocupação da bacia do Ribeirão Maringá – PR**: para fragilidade ambiental dos solos. 2005. 148p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia, Maringá, 2005.
- SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista**

Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia, v. 7. n. 2, p. 3-12. 2006.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 2001, ??? f. Dissertação (Mestrado)-Universidade da São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FBGE, 1977.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e aos professores do GEMA-UEM.
Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente. Maringá-PR

Data de submissão: 10.06.2010

Data de aceite: 20.07.2012

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.