

ANÁLISE COMPARATIVA DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL OU EMERGENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAIANO – ASSIS CHATEAUBRIAND/PR

*Comparative analysis of the potential and emergent environmental vulnerability of
hydrographic basin of the Baiano river - Assis Chateaubriand/PR*

**Ordilei Aparecido Gaspar de Melo¹
Manoel Luiz dos Santos²**

¹Universidade Estadual de Maringá
Pós-graduando em Geografia
Av. Colombo, Maringá-PR
ordmelo@hotmail.com

²Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Geografia
Av. Colombo, 5790 - Maringá-PR
mldsantos@uem.br

RESUMO

Esta pesquisa tem como proposta a comparação entre modelos de vulnerabilidade ambiental mediante a análise integrada do ambiente, e para tal exercício foram propostas diferentes metodologias, que culminaram em diferentes formas de modelagem de dados a fim de verificar qual destas apresenta como resultado a maior conformidade com o estágio de equilíbrio/desequilíbrio dinâmico da área de estudo. A área delimitada para a realização desta pesquisa foi a bacia hidrográfica do rio Baiano, localizada no município de Assis Chateaubriand, região Oeste do Estado do Paraná. Nesse sentido, foram mapeadas as áreas suscetíveis a riscos naturais ou induzidos pela ação antrópica por meio da utilização de metodologias que buscam avaliar riscos potenciais e emergentes. Para tanto, fez-se necessária a identificação de algumas características físicas (solos, clima, rochas, relevo) e de uso e ocupação do solo da bacia de drenagem, sintetizando as informações para a elaboração de três mapas de vulnerabilidade ambiental, ou seja, produtos cartográficos temáticos que representem os componentes do ambiente natural e socioeconômico de importância para o planejamento do uso do solo, para projetos de engenharia, para subsidiar o planejamento ambiental e dos sítios urbanos, bem como apoiar trabalhos futuros.

Palavras-chave: Análise comparativa. Bacia hidrográfica. Mapeamento. Vulnerabilidade ambiental

ABSTRACT

The aim of the research *is to* compare models of environmental vulnerability by integrated analysis of the environment. Different methodologies have been proposed for this exercise, which culminate in different forms of data modeling in order to verify which of these present a greater compliance with the stage of dynamic equilibrium/disequilibrium of the study areas a result. The area delimited to perform this research was the hydrographic basin of the Baiano river, located in Assis Chateaubriand municipal district, western region of Paraná state. Thus, the mapping of the susceptible areas to natural hazards or induced by the anthropic action was performed through the use of methodologies which seek to evaluate potential and emergent. To this end, it was necessary to identify some physical characteristics (soils, climate, rocks, relief), use and soil occupancy of the drainage basin, synthesizing the information for the preparation of three maps of environmental vulnerability. In other words, thematic map products that represent the important natural and socioeconomic environmental components for the planning of the land usage, for engineering projects, to support environmental planning and urban sites, as well as, to support future work.

Keywords: Comparative analysis. Hydrographic basin. Mapping. Environmental vulnerability

1 INTRODUÇÃO

O ser humano reproduz no espaço seu ritmo de desenvolvimento, provocando alterações nas características fisionômicas das paisagens, fato que tem se reproduzido globalmente. A expansão das áreas urbanas, o aumento da população mundial e conseqüentemente a maior necessidade de produção de alimentos, vêm aumentando a pressão sobre os recursos naturais. Em decorrência disso, elementos do meio físico como solo, relevo, vegetação e hidrografia têm seu equilíbrio dinâmico rompido, tornando-se mais vulneráveis e passíveis de degradação.

A área de pesquisa está localizada no município de Assis Chateaubriand, inserido na região Oeste do Paraná e também vem sofrendo impactos decorrentes da intensificação do uso do solo, principalmente para fins agrícolas. Ao contrário do que ocorre no cenário mundial, a área não tem observado grandes avanços da urbanização, porém a porção impermeabilizada provoca modificações na dinâmica hidrológica da bacia.

A opção em estudar uma bacia hidrográfica se deve ao fato de ser esta, uma unidade territorial de suma importância para estudo, planejamento e gestão dos recursos naturais. Além disso, a bacia hidrográfica contempla tanto elementos físicos quanto socioeconômicos e se constitui num sistema aberto de troca de energia e matéria.

No Brasil, foi apenas a partir da década de 1980 do século passado que se intensificaram os estudos relacionados à bacia hidrográfica como unidade de planejamento. A bacia de drenagem exerce papel importante no que se refere à evolução do relevo uma vez que os cursos d'água constituem importantes modeladores da paisagem (GUERRA; CUNHA, 1996).

Sendo assim, esta pesquisa tem o intuito de apoiar o planejamento ambiental da bacia em estudo, tendo em vista que sua principal drenagem (rio Baiano) é afluente da margem esquerda do rio Piquiri, importante tributário do rio Paraná. Desta forma,

procurou-se fazer uma abordagem da bacia hidrográfica de forma integrada, buscando estabelecer uma síntese da relação entre os elementos físicos e de uso e ocupação do solo.

A análise da vulnerabilidade ambiental da bacia, proposta dessa pesquisa, foi realizada com base nas propostas metodológicas de Crepani et al (1996) e Ross (1994). Para fins comparativos, estas foram utilizadas com o intuito de se verificar qual delas melhor se adapta à área de estudo.

Além destas foram utilizadas outras referências bibliográficas para comparação de dados e fundamentação (REIS NAKASHIMA, 1999; SPÖRL, 2001; SPÖRL e ROSS, 2004; KAWAKUBO et al (2005); SALA, 2005; MELO, 2010).

Finalmente é apresentada uma terceira proposta levando-se em consideração as características específicas da área, evidenciadas em campo. Ressalta-se que, neste trabalho, os termos fragilidade e vulnerabilidade serão usados com o mesmo sentido.

Os estudos técnico-científicos referentes à bacia do rio Baiano são escassos, daí a importância desta pesquisa para balizar trabalhos futuros e para a utilização por parte de instituições públicas, para os planos de gestão ambiental e socioeconômica da referida área.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Baiano ocupa uma área de drenagem de 69,78 km² e está localizada no setor Norte do município de Assis Chateaubriand - PR, desenvolve-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. No setor Sul-Sudeste da bacia é verificada a presença da malha urbana, onde nasce o canal principal (rio Baiano), orientado no sentido Noroeste, até desaguar no rio Piquiri (Figura 1).

A área de estudo desenvolve-se exclusivamente sobre as rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Kr). Estas litologias, formam globalmente um dos mais

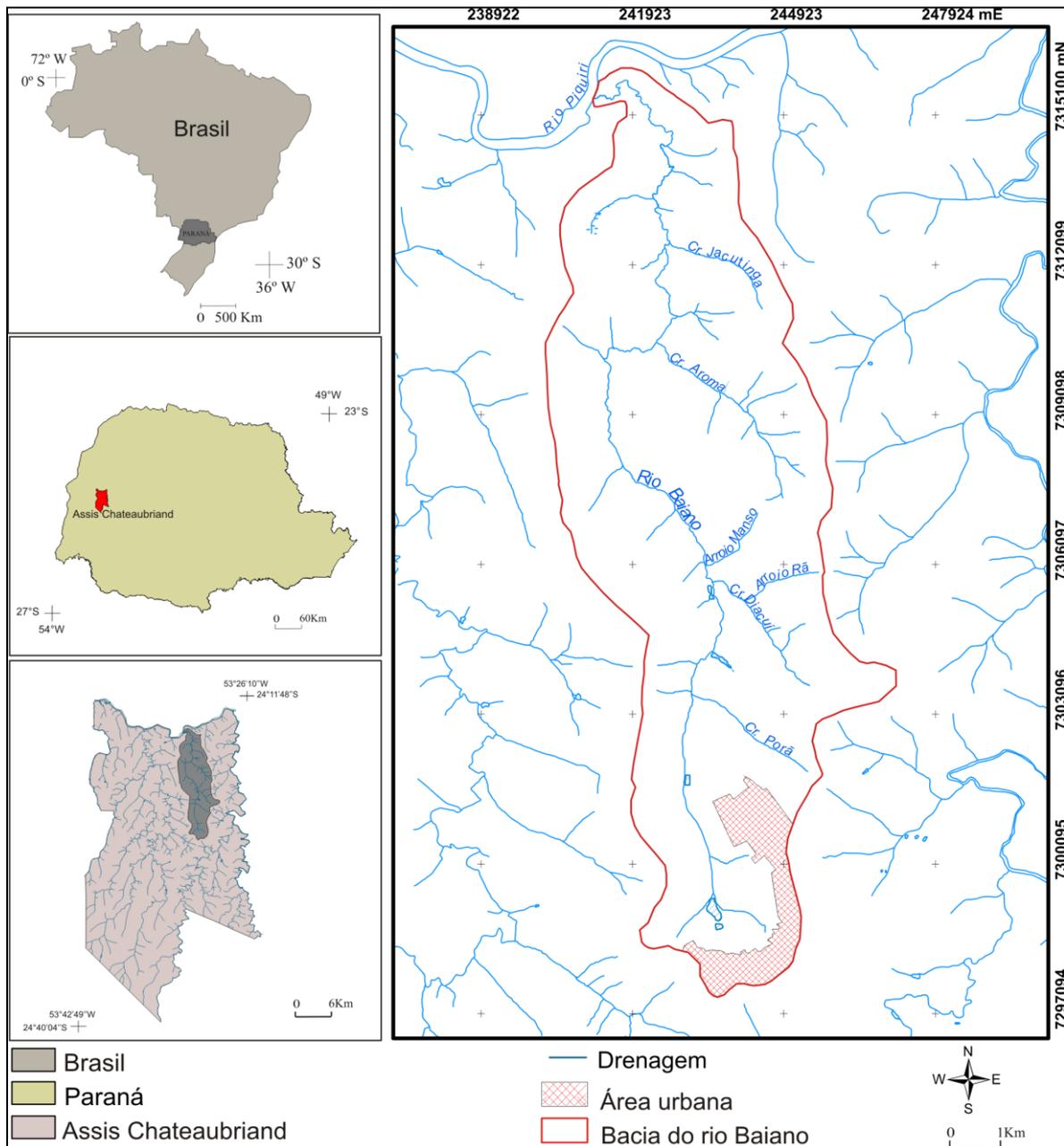


Figura 1: Localização da bacia do rio Baiano- Assis Chateaubriand - PR

extensos eventos vulcânicos de natureza fissural, que ocorreu há 132 M.a. A.P. e se estendeu por um período de tempo relativamente curto (PINESE; NARDY, 2003). Recobrem aproximadamente 75% de toda a superfície da Bacia Sedimentar do Paraná, onde se insere a área deste estudo.

A Formação Serra Geral aflora em todo o território do município sendo a responsável pela conformação topográfica em mesetas e platôs elevados do relevo (MINEROPAR, 2006). Os afloramentos rochosos em blocos e/ou matacões que

ocorrem na bacia em questão, são restritos a algumas áreas de maior declividade.

O município de Assis Chateaubriand está inserido na unidade morfoescultural denominada Terceiro Planalto Paranaense, subunidade Planalto de Cascavel, apresentando altitudes que variam de 240 a 920 m (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 subafluentes.

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 segundo Classificação da EMBRAPA (2006): - Latossolos Vermelhos de textura argilosa - encontrados predominantemente em topografias planas no topo das vertentes; - Nitossolos Vermelhos - amplamente distribuídos, ocupando grande percentual da área, desenvolvendo-se em locais de relevo mais dissecado; - Cambissolos - ocorrem nas vertentes com maior declividade; - Gleissolos - são restritos às áreas mais pobremente drenadas; - Materiais Coluviais - gerados pela ação combinada da gravidade e da água;

Por intermédio da análise das declividades da bacia do rio Baiano pôde-se constatar que a classe com declividades menores que 3% abrangem uma área de cerca de 22,1 km², sendo encontrada ao longo de toda a área, principalmente no vale do canal principal e no topo dos interflúvios. A classe de declividade entre

3 a 6% impera em toda bacia, podendo ser encontrada na baixa vertente próximo aos canais de drenagem, por vezes associadas às rupturas de declive (MELO, 2010).

A classe compreendida pelas classes de declividade de 6 a 9% são verificadas ao longo dos canais de drenagem. A classe de 9-12% pode ser encontrada ao longo das drenagens e na média vertente. A classe compreendida entre 12-20% desenvolve-se por vezes associadas às áreas de ruptura de declive. A classe de declividade de 20-30% compreende a menor área dentre as classes elencadas para este estudo, cerca de 0,0641km², podendo ser encontradas de forma pontual (MELO, 2010).

O regime climático se caracteriza segundo classificação de Köppen (1948 apud IAPAR, 1978) 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 cobertura vegetal natural característica da área, bem como em todo o Oeste paranaense era densa e exuberante, constituída pela Floresta Estacional Semidecidual.

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 METODOLOGIA

Carta de classes de vulnerabilidade ambiental com base na proposta de Crepani *et al.* (1996)

Crepani *et al.* (1996) desenvolveram a metodologia para elaboração de mapas de vulnerabilidade

Natural à Erosão, com o objetivo de apoiar o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia apoiado no conceito de Ecodinâmica (TRICART, 1977). Esta metodologia consiste primeiramente na elaboração de um mapa de unidades Homogêneas de Paisagem, ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's), obtido pela análise e pela interpretação de imagem TM-LANDSAT (INPE, 2008). O segundo passo é 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 esta proposta, cada um destes temas recebe uma pontuação de vulnerabilidade 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 apresentada a vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes de cada tema avaliado: substrato rochoso, relevo, vegetação, solos e clima. Sendo assim, cada unidade territorial básica recebe um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica, que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo:

$$\frac{VULNERABILIDADE}{5} = (G+R+S+V+C) \quad (1)$$

Em que:

G = vulnerabilidade para o tema geologia

R = vulnerabilidade para o tema geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema solos

V = vulnerabilidade para o tema vegetação

C = vulnerabilidade para o tema clima

Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades territoriais básicas são classificadas conforme a Tabela 1.

Os procedimentos técnico-operacionais seguiram duas etapas. A primeira de elaboração dos mapas temáticos básicos foi realizada no *Software* Spring 4.3.3, a seguir 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 vulnerabilidade. O mapa síntese resultou da expressão:

$$\frac{VULNERABILIDADE}{5} = (G+R+S+V+C) \quad (2)$$

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)

Carta de classes de vulnerabilidade ambiental com base na proposta de Ross (1994)

A classificação da vulnerabilidade ambiental gera um código de quatro algarismos, em que o primeiro (declividade) é o responsável pela determinação do grau de vulnerabilidade, as demais variáveis (solos, cobertura vegetal/uso do solo e clima) definem uma hierarquização por meio de seus coeficientes de vulnerabilidade.

As variáveis espaciais para a determinação das áreas de vulnerabilidade ambiental são classificadas por Ross (1994), em cinco categorias hierárquicas (Quadro 1).

Grau de vulnerabilidade	Intervalo de classe
Muito fraca	1
Fraca	2
Média	3
Forte	4
Muito Forte	5

Quadro 1: Graus de Vulnerabilidade / estabilidade

Fonte: Ross (1994)

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

Para cada tema selecionado utilizou-se a seguinte classificação conforme Ross (1994). Para o tema declividade do terreno, utilizaram-se os seguintes intervalos de classe e os valores de vulnerabilidade (Quadro 2).

Valores de vulnerabilidade	Declividade (%)
1 - Muito baixa	Até 6%
2 - Baixa	6-12%
3 - Média	12-20%
4 - Forte	20-30%

Quadro 2: Escala de vulnerabilidade para as classes de declividade

Fonte: Ross (1994)

Para a hierarquização da variável solo (Quadro 3) foram levados em consideração os tipos de solo encontrados na área de estudo. Assim, os tipos de solo são classificados conforme seu grau de vulnerabilidade, de acordo com as características texturais, estruturais, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes.

Para a análise da proteção exercida pela cobertura vegetal/uso do solo foram estabelecidos graus de proteção baseados nos critério propostos por Ross (1994) conforme apresentado no Quadro 4.

A variável clima (Quadro 4), nesta metodologia, foi analisada a distribuição e intensidade das chuvas, ao longo do ano, por serem fatores decisivos no processo de

intemperismo das rochas e formação dos solos, fundamentais para a análise da vulnerabilidade ambiental.

Classes de vulnerabilidade	Tipos de solo
1 - Muito baixa	Latosolos Vermelhos de textura argilosa
2 - Baixa	Nitossolos Vermelhos de textura argilosa
3 - Média	Gleissolos, solos concrecionários
4 - Forte	Cambissolos
5 - Muito forte	Material coluvial

Quadro 3: Classes de fragilidade dos solos

Fonte: Ross (1994)

Graus de proteção	Tipos de cobertura vegetal/uso do solo
1 - Muito alto	Mata
2 - Alto	Reflorestamento
3 - Médio	Pastagens e agricultura de ciclo longo
4 - Baixo	Agricultura de ciclo curto, como soja, milho e trigo

Quadro 4: Graus de proteção do solo segundo a cobertura vegetal/uso do solo

Fonte: Ross (1994)

Nível hierárquico	Características pluviométricas
2	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano

Quadro 5: Níveis hierárquicos das variações pluviométricas

Fonte: Ross (1994)

Carta de classes de vulnerabilidade ambiental adaptada da proposta de Ross (1994)

Da mesma forma do modelo anterior, nesta proposta, a primeira variável também determina a vulnerabilidade, porém, há a substituição em importância da variável declividade pelo variável

cobertura vegetal/uso do solo, pois a área deste estudo, não se encontra em seu estado natural, mas sim, quase integralmente ocupada por atividades econômicas que assumem um papel de reguladoras do estado de estabilidade/instabilidade dinâmico.

Assim sendo, o procedimento técnico operacional utilizado para a obtenção deste produto cartográfico também é uma derivação dos procedimentos apresentados no modelo anterior. As variáveis de declividade, solos e cobertura vegetal/uso do solo mantêm-se as mesmas. A classificação destas variáveis compõe uma combinação numérica formada por três dígitos, em que o primeiro é relacionado à cobertura vegetal/uso do solo, o segundo ao solo e o terceiro à declividade e podem ser visualizadas nos Quadros 2, 3 e 4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram consideradas para este estudo as classes hierárquicas de vulnerabilidade de muito baixa a muito forte, atribuídas às variáveis, resultando nas seguintes classes:

a) Muito baixa - representada pela cor verde: baixa declividade das vertentes, os solos são estáveis e cobertura vegetal/uso do solo formado por fragmentos de floresta em sua maioria;

b) Baixa - representada pela cor amarela: abrange áreas de declividade mais acentuadas, 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: maior dissecação do relevo, mostrando declividades que variam de 9 a 12%, chegando em alguns pontos a aproximadamente 20%, as vertentes apresentam comprimento de rampa menos extensos e interflúvios mais curtos, os solos predominantes são Nitossolos

Vermelhos e o uso do solo caracteriza-se por culturas temporárias;

d) Forte - representada pela cor vermelha: 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 também influi de maneira significativa, onde se localizam cicatrizes de exploração de basalto;

e) Muito forte - representada pela cor marrom: áreas onde os solos apresentam-se muito friáveis, como Gleissolos ou solos pouco espessos como Cambissolos, neste caso o uso do solo também influi de maneira significativa, principalmente pela ocorrência de cicatrizes de exploração de basalto. Também foi atribuído alto risco para a cabeceira de drenagem localizada na área urbana e para a área de influência do fluxo concentrado de águas pluviais que provoca uma agressiva feição erosiva.

O primeiro modelo adotado trata-se das Unidades Territoriais Básicas que sintetiza o resultado numa carta, onde todas as variáveis determinam a maior ou menor vulnerabilidade potencial e emergente da área, isso ocorre durante a inter-relação e mediação das mesmas, ou seja, utilização da média aritmética entre as variáveis (Figura 2). Desta forma, assume-se que todas as variáveis teriam a mesma importância, 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.

O segundo modelo empregado foi a análise empírica da fragilidade (Figura 3), este, por sua vez aponta a vulnerabilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados por intermédio da combinação de quatro variáveis, relevo, solos, cobertura vegetal/uso do solo e clima (pluviosidade), onde o peso da primeira variável determina a vulnerabilidade, enquanto que as demais seriam um complemento para precisar o

estágio de estabilidade/instabilidade. Neste caso, a vulnerabilidade é indicada do ponto de vista natural, principalmente pelas condições de relevo, aqui representado pela declividade. Segundo este modelo, as atividades econômicas básicas perdem importância como agente transformador do ambiente, pois mesmo em área de baixas declividades da bacia há ocorrência de ravinas e voçorocas resultantes da falta de planejamento urbano. Assim, mesmo que a área tenha solos muito friáveis como Gleissolos, por exemplo, e a cobertura vegetal não favoreça a sua proteção, porém se o relevo for pouco dissecado, esta, será considerada de vulnerabilidade muito baixa ou baixa.

A forma da modelagem dos dados para a obtenção dos graus de vulnerabilidade reflete-se nas diferentes maneiras de ponderar a importância das variáveis selecionadas, desta forma os modelos

apresentaram resultados discordantes para a área.

É preciso salientar que os procedimentos operacionais podem não reproduzir fielmente a realidade de campo, pois a vulnerabilidade não depende de apenas uma variável, mas de seu conjunto. Em linhas gerais, quer dizer que supervalorizar a variável relevo (1º variável) pode atenuar a vulnerabilidade quando se trata de áreas com relevo com pequena declividade, mesmo se as outras variáveis (solo, cobertura vegetal/uso do solo, clima) apresentarem-se instáveis.

O terceiro modelo, apresentado na Figura 4, foi obtido a partir da combinação de três variáveis, cobertura vegetal/uso do solo, declividade e tipo de solo, onde o peso da primeira variável determina a vulnerabilidade, enquanto que as demais seria um complemento para precisar o estágio de estabilidade/instabilidade.

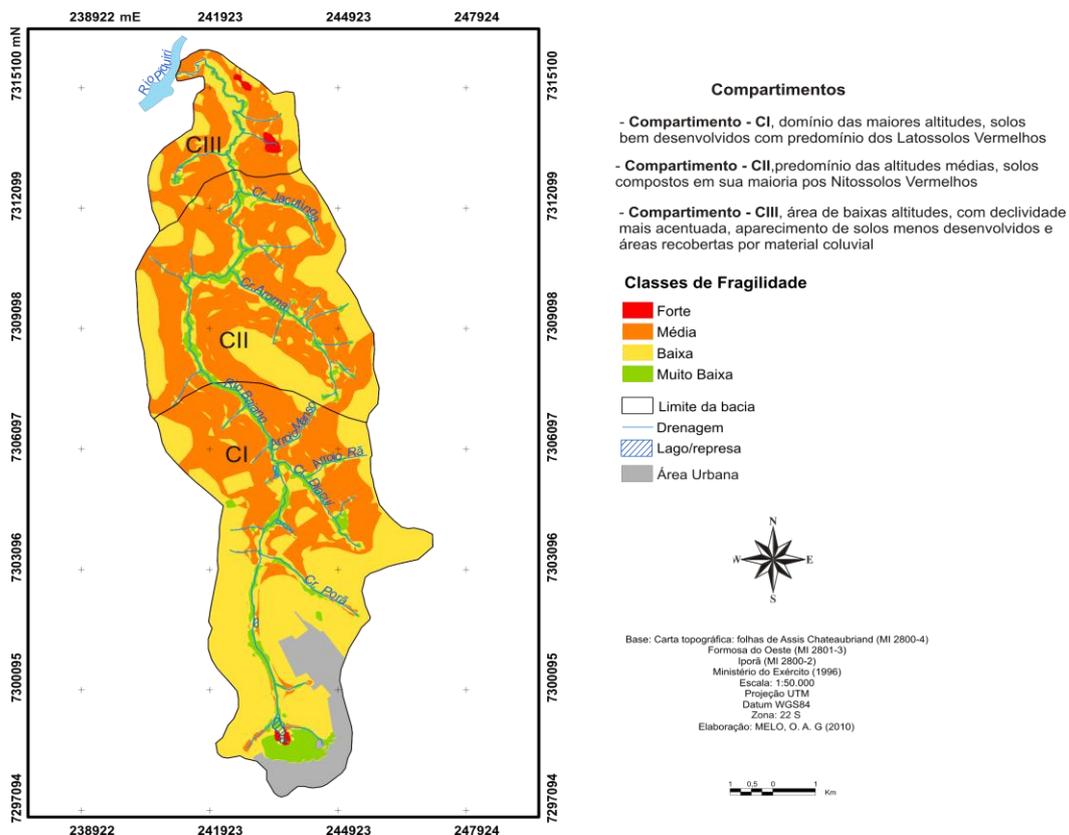


Figura 2: Carta de classes de vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano
Fonte: Crepani et al (1996)

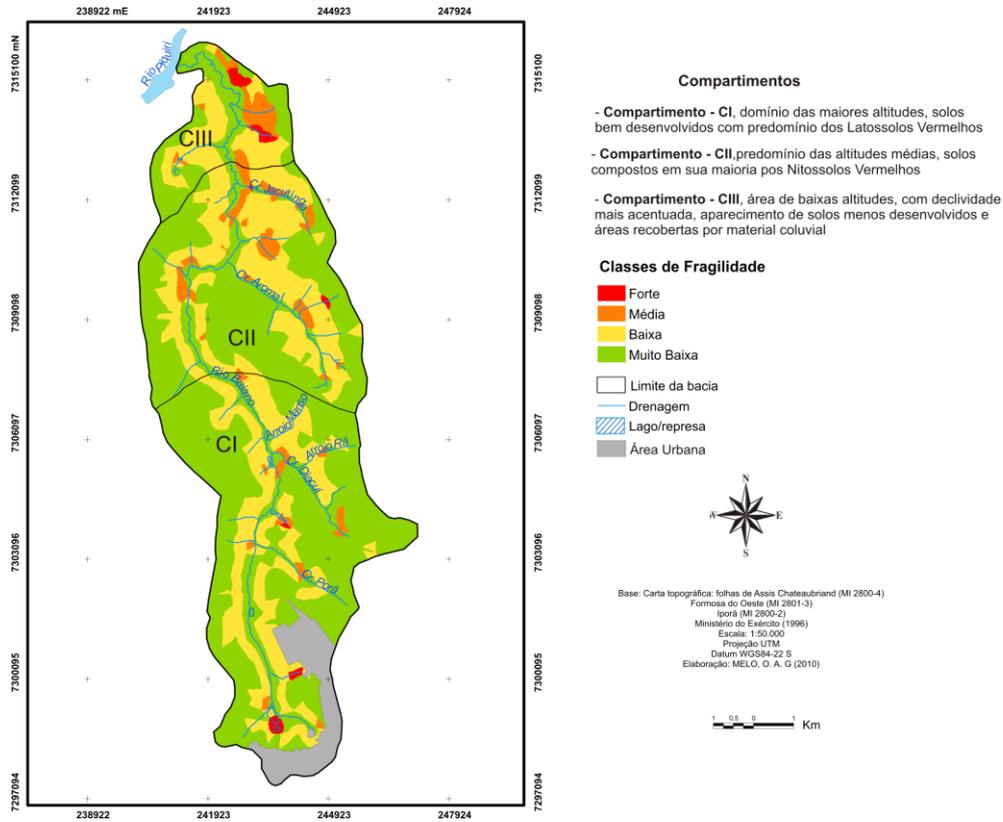


Figura 3: Carta de classes de vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano
Fonte: Ross (1994)

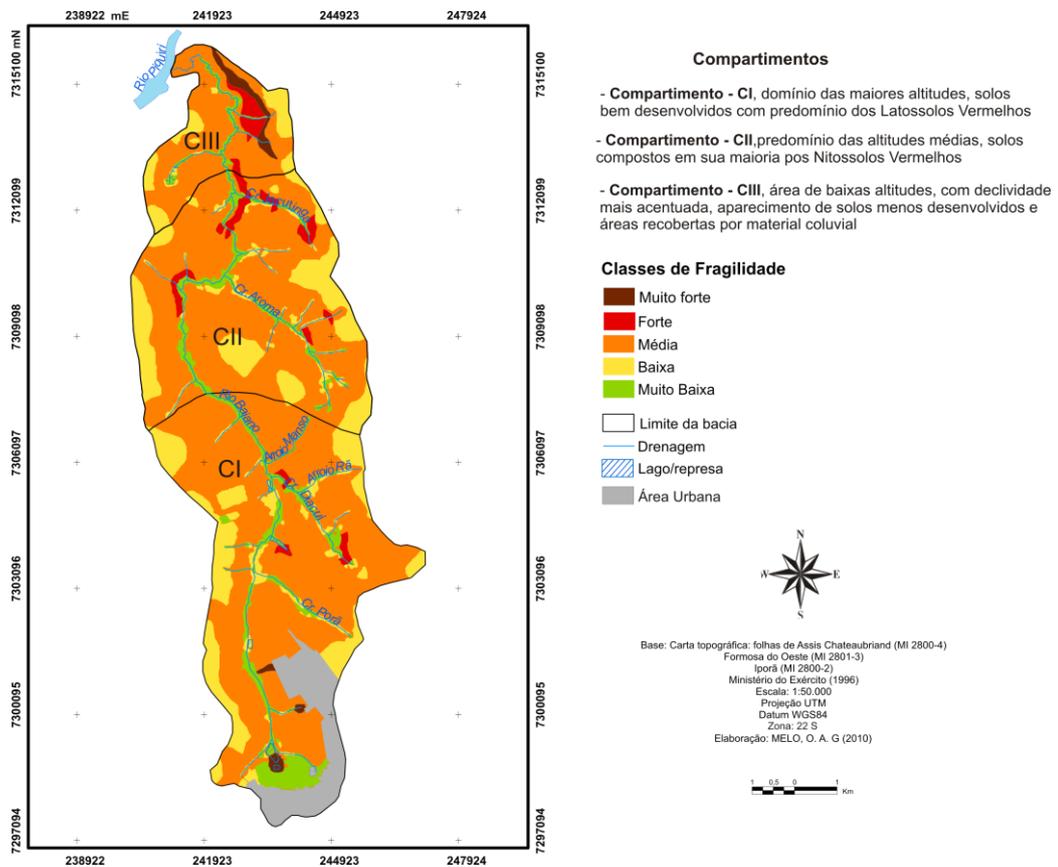


Figura 4: Carta de classes de vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Baiano com apoio na cobertura vegetal/uso do solo

Neste caso, a vulnerabilidade é indicada com base nas condições de cobertura vegetal/uso do solo. Assim essa análise de dados mostrou-se a mais compatível com a área em particular, pois a maioria dos impactos sobre a estabilidade do meio físico deriva das atividades humanas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área estudada os impactos ambientais mais sensíveis são de promovidos pelo uso e ocupação do solo (fluxo concentrado das águas pluviais, cortes para exploração de basalto) e a falta de medidas administrativas que ainda precisam ser tomadas (necessidade de obras e manutenção e contenção, legislação e fiscalização).

Buscou-se, nesta pesquisa, a aplicação de modelos de avaliação da vulnerabilidade ambiental para o reconhecimento das áreas mais vulneráveis e de sua dinâmica ambiental local. A análise dos modelos utilizados mostra que se optar por modelos prontos nem sempre contempla a realidade local, podendo criar distorções do resultado que se espera.

O terceiro modelo, adaptado da metodologia de Ross, 1994 apresentou como resultado uma maior compatibilidade com o que se observa em campo, revelando os agentes que realmente provocam modificações das condições ambientais. Este modelo é aplicável a esta área de pesquisa em particular, para aplicação em outras áreas será necessário um reconhecimento prévio dos elementos físicos e do uso e ocupação do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao GEMA pela disponibilização de sua infraestrutura. Aos professores Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto e Dr^a Marta Luzia de Souza, pelas contribuições.

E aos meus amigos do GEMA: Pedrão, Harumi, Estela e Dayane

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: 2006.
- GUERRA, A.J.T & CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br>. Acesso em: 12 set. 2008.
- KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHUARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12, 16 a 21 de abril 2005, Goiânia-Go. **Anais...** São José dos Campos INPE, 2005. p. 2203-2210.
- KÖEPPEN, W. Climatologia. Com um estúdio de los climas de La tierra. In: IAPAR. **Cartas climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1978.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba-Pr: J. Olimpio, 1981.
- MELO, O. A. G. **Análise comparativa da fragilidade potencial e emergente da bacia hidrográfica do rio baiano – Assis Chateaubriand – PR**. 2010. 100p. Dissertação (Mestrado em Geografia)-

Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, 2010.

MINEROPAR. **Avaliação Geológica e Geotécnica para o Planejamento Territorial e Urbano do Município de Assis Chateaubriand**: relatório final. Curitiba: 2006.

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.

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.** 216 p. Tese (Doutorado em Geografia)- 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.** 148 p. Dissertação (Mestrado em Educação)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2005.

SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.7, n. 2, p. 3-12, 2006.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** GEOUSP – Espaço e Tempo. São Paulo, SP. N°15. 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** (Dissertação de mestrado). São Paulo: FFLCH – USP, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE, 1977.

Data de recebimento: 10.06.2010.
Data de aceite: 02.11.2010.