

## ADAPTAÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO ARAPUCA: IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO EM CAMPO

Carina Petsch  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
carinapetsch@gmail.com

Jéssica Barion Monteiro  
Universidade Estadual de Maringá  
jessicabarion@hotmail.com

### EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

#### RESUMO

Diante dos problemas frequentes ocasionados pela ação antrópica sobre o meio, causando degradação ambiental há necessidade de estudos que tornem essa relação mais amena. O objetivo dessa pesquisa é a elaboração de 3 cartas de vulnerabilidade ambiental na bacia do córrego Arapuça, Engenheiro Beltrão – PR. A carta de vulnerabilidade foi baseada na metodologia de Ross (1994), atribuindo valores de importância diferentes para cada variável considerada, e a carta final foi adaptada com verificações em campo. Comparando as cartas de vulnerabilidade ambiental quanto a área de cada classe, a “forte” permaneceu muito similar nas 3 cartas adaptadas; a carta 02 foi a que mais apresentou áreas divergentes com diferenças de 0,50 km<sup>2</sup> para a classe “muito fraca”, por exemplo; os valores de área da carta final (adaptação com base no campo) se aproxima mais da carta 01 que teve 0,33 km<sup>2</sup> na classe “muito fraca”; 1,08 km<sup>2</sup> na classe “fraca”; 0,25 km<sup>2</sup> na classe “média” e 0,009 km<sup>2</sup> na classe “forte”. A metodologia mais conhecida na literatura foram úteis na caracterização ambiental da bacia, mas, tiveram que ser adaptadas e verificadas em campo.

#### PALAVRAS CHAVES

Vulnerabilidade Ambiental; córrego Arapuça, Planejamento.

#### ABSTRACT

Given the frequent problems caused by human action on the environment, causing environmental degradation studies are needed to make this relationship more pleasurable. The objective of this research is the elaboration of the letter of environmental vulnerability and Planning Support for organization of space in the basin of the stream Arapuça, Engenheiro Beltrão - PR. The letter of vulnerability was based on the methodology of Ross (1994), assigning different importance values for each variable considered, and fitted with field checks. Comparing the letters of environmental vulnerability in relation to every class, the “strong” remained very similar in the 3 letters; the letter 2 was the more showed different areas with 0,50 km<sup>2</sup> to the class “very weak”, for example; the values of the final letter (adaptation based in field) approached more of the letter 01 that had 0,33 km<sup>2</sup> of the class “very weak”; 1,08 km<sup>2</sup> of the class “weak”; 0,25 km<sup>2</sup> of the class “average” e 0,009 km<sup>2</sup> of the class “strong”. Traditional methodologies of geography of the area were working in the environmental characterization of the basin, but had to be adapted and verified in the field.

**Key-words:** Environmental Vulnerability; Arapuça stream, Planning.

## INTRODUÇÃO

Calijuri et al., (2007) ressalta que estudos e investigações que dão suporte à avaliação do meio físico natural, integrando as atividades antrópicas, se mostram de extrema importância no planejamento e ordenamento do uso da terra, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL e ROSS, 2004).

A fragilidade ambiental tem como objetivo essencial indicar as potencialidades e limitações do uso e ocupação humana na área de estudo, ou seja, contribuir para o entendimento da realidade espacial e possíveis intervenções na mesma (SANTOS et al, 2006). A Carta de Fragilidade Ambiental constitui uma ferramenta de grande importância para o entendimento da fragilidade do relevo-solo, face à intervenção desordenada do homem e da sociedade sobre os recursos da natureza. Ao mesmo tempo, sinaliza para a necessidade de se praticar o planejamento ambiental. Trata-se de um documento cartográfico de síntese que resulta da análise integrada do relevo-solo e dos graus de proteção conferidos pelo uso da terra-vegetação (REIS NAKASHIMA, 2001).

O uso do geoprocessamento para elaboração dessas cartas torna o método mais rápido, fácil além de que os dados permanecem guardados em um banco de dados. Mas, o resultado final, a carta que é gerada pelo Sistema de Informação Geográfica, é um produto que acaba não considerando as condições atuais do ambiente, bem como a influência antrópica no local de estudo. A verificação da consistência da metodologia utilizada deve ser feita com apoio em trabalhos de campo.

A escolha dessa área de estudo baseou-se no critério de que é uma área em recuperação seja por meio da plantação de mata ciliar nos canais de drenagem, como pelo uso de técnicas de manejo para diminuir os processos erosivos. A carta de vulnerabilidade ambiental indica locais que necessitam de recuperação e pode servir para direcionar as ações antrópicas na bacia a fim de diminuir a degradação.

## OBJETIVOS

O objetivo dessa pesquisa é a elaboração de 3 cartas de vulnerabilidade ambiental da bacia do córrego Arapuca, atribuindo pesos diferentes para cada variável ambiental considerada: clima, declividade, solos e uso e ocupação do solo e verificar com base nas informações em campo qual destes produtos cartográficos se aproxima mais da realidade. A partir da carta de vulnerabilidade de que mais se aproxima do real, as devidas adaptações foram realizadas.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Área de estudo corresponde à bacia do córrego Arapuca (**Figura 01**), afluente de segunda ordem do ribeirão Sussuí que por sua vez deságua no ribeirão Água Grande, afluente do rio Ivaí. Situa-se entre as coordenadas W 52°12'50'' e W 52°11'58'' de longitude e S 23°43'04'' e S 23°44'08'' de latitude.

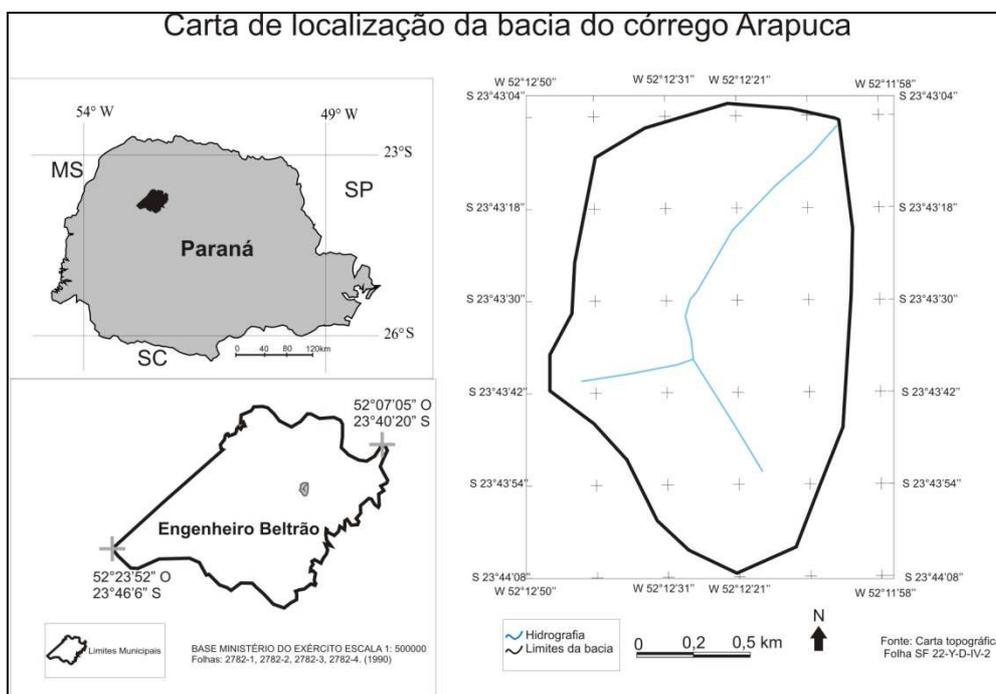


Figura 01: Localização da bacia do córrego Arapuca.

Quanto ao uso e ocupação do solo na área, comparando-se a carta de topográfica e imagens provenientes do *software* Google Earth de 2010, verifica-se a substituição das culturas de café por lavouras de culturas temporárias como soja, milho e trigo e pela cana-de-açúcar. Recentemente, grande parte dos agricultores da região começou o plantio da mata ciliar cumprindo os artigos 2º e 3º da lei 4.771/65 de 1965. As áreas de pastagem, na sua maioria, destinam-se para uso doméstico, sem objetivos comerciais. Atualmente a principal atividade econômica da região é a produção de soja por pequenos agricultores.

A bacia localiza-se sobre o derrame basáltico do terceiro planalto paranaense que corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral. Essa formação geológica é caracterizada por seqüências de derrames de basaltos de natureza toleítica, de coloração cinza escura a negra, hipocristalinos, maciços ou vesiculares. Tais derrames apresentam acamamento pouco desenvolvido de atitude essencialmente horizontal (mergulho da ordem de 5 graus em direção ao centro da bacia), reflexo do deslizamento de lavas fluídas em superfícies relativamente planas (PINESE & NARDY, 2003).

Quanto ao solo predominam o Latossolo Vermelho, textura argilosa, nos topos e alta

vertentes; a partir daí em direção a jusante, ocorrem os Nitossolos Vermelhos nas médias e baixas vertentes (NOBREGA & NAKASHIMA, 2003).

O clima segundo o IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) classifica em Cfa (clima subtropical) com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

## MATERIAL E MÉTODO

Para elaboração das cartas de vulnerabilidade ambiental adaptada de Ross (1994), foi necessário o levantamento dos dados referentes a declividade, solos, clima e uso do solo da bacia do córrego Arapuça.

A carta de declividade foi elaborada no SIG Spring 5.06 (CAMARA et. al., 1996) através da vetorização das curvas de nível da carta SF 22-Y-D-IV-2 com equidistância de 20 metros. Como a bacia tem apenas 1,70 km<sup>2</sup>, optou-se pela geração de isolinhas com equidistância de 5 metros a partir daquelas vetorizadas da carta topográfica. Devido à falta de imagens de satélite com resolução espacial menor que 30 metros, a carta de uso do solo do ano de 1980 foi elaborada a partir dos dados encontrados na carta topográfica. Para a carta de uso do solo foram consideradas as classes café juntamente com culturas temporárias e a classe de mata. Infelizmente a carta topográfica não ofereceu mais informações, mas optou-se pela inclusão dessa carta de uso do solo na pesquisa para constatação do aumento da área com mata, e da substituição da cultura de café por culturas temporárias ou cana-de-açúcar.

Com base na carta de declividade gerada em ambiente SIG foi feita a escolha dos pontos para verificação do tipo de solo por meio de tradagens com trado modelo holandês. Os pontos são escolhidos, sempre em locais com transição das classes de declividade, a fim de encontrar o limite entre os tipos de solos seguindo a vertente. Com uso do GPS (Global Positioning System) as coordenadas desses pontos foram registrados em campo e posteriormente plotados no SIG Spring 5.06 (Camara et. al. 1996) e os limites de cada solo traçados através da ligação dos pontos já conhecidos.

As informações referentes a precipitação foram obtidas de um pluviômetro instalado na área com dados referentes aos anos de 1997 a 2009 instalado nas coordenadas W 52°12' 28,7'' e S 23°43'34,55''. Os dados foram armazenados no *software Excel 2007*.

As cartas de vulnerabilidade foram adaptadas da metodologia proposta por Ross (1994). As informações temáticas no formato Matriz foi convertido para grades através da ferramenta LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico). Os valores atribuídos a cada classe das cartas temáticas estão exposto nos quadros 01, 02, 03 e 04.

<b>Classes de declividade</b>	<b>Peso da variável</b>
<b>0-12%</b>	2
<b>12-20%</b>	3
<b>20-30%</b>	4
<b>&gt;30%</b>	5

Quadro 01: Valores de importância para classes da carta de declividade

<b>Tipos de solos</b>	<b>Peso da variável</b>
<b>Nitossolos Vermelhos de textura argilosa e Latossolos Vermelhos de textura argilosa.</b>	2
<b>Gleissolos, Solos concrecionários, Cambissolos</b>	4
<b>Latossolos Vermelhos de textura média, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos litólicos.</b>	5

Quadro 02: Valores de importância para classes da carta de solos.

<b>Tipo de ocupação/uso do solo</b>	<b>Peso da variável</b>
<b>Culturas rotativas, sob plantio direto, pastagem com baixo pisoteio de gado, áreas de reserva de floresta natural</b>	2
<b>Áreas próximas aos canais fluviais com escassez ou falta de vegetação ciliar e com cultivos e pastagens bem próximo dos leitos dos rios, áreas de uso urbano com intensa pavimentação dos solos</b>	3
<b>Áreas de cabeceiras de drenagem, localizadas principalmente na zona urbana, área de exploração do basalto (pedreiras), área de planície de inundação desflorestada.</b>	4
<b>Cultivo de soja em solos de textura arenosa, áreas de solo exposto.</b>	5

Quadro 03: Valores de importância para classes da carta de uso e ocupação do solo.

<b>Característica pluviométrica da região</b>	<b>Peso da variável</b>
<b>Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.</b>	2

Quadro 04: Valor de importância para característica pluviométrica da região

Como a ferramenta LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SIG Spring 5.06 (CAMARA et. al., 1996) permite a atribuição de valores de importância para cada variável, a metodologia proposta nesta pesquisa foi baseada na atribuição de valores diferenciados para as variáveis solo, uso do solo e declividade e com bases nas observações em campo constatar qual

delas mais se aproxima das características reais da área.

As classes da carta de vulnerabilidade ambiental são: Muito Fraca, Fraca, Média, Forte, Muito Forte (**Quadro 05**).

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

Quadro 05: Pesos atribuídos as classes de vulnerabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a escolha da carta de vulnerabilidade ambiental que mais se aproxima da realidade da bacia hidrográfica em questão foram atribuídos diferentes valores de importância para as variáveis físicas (**Quadro 06**).

	CARTA 01	CARTA 02	CARTA 03	CARTA ADAPTADA
USO DO SOLO	2	1	3	2
CLIMA	1	1	1	1
DECLIVIDADE	3	2	2	3
SOLO	1	3	1	1
VERIFICAÇÃO EM CAMPO				X

Quadro 07: Peso atribuído às variáveis em cada uma das cartas elaboradas.

A primeira carta elaborada a partir da metodologia de Ross apresentou a predominância da classe fraca (**Figura 03**). A caracterização das classes ficaria assim:

- **Classe Muito Fraca:** ocorre predominantemente nas áreas com Latossolo, declividade variando de 0-30%, com uso do solo com mata nativa ou cana-de-açúcar;
- **Classe Fraca:** ocorre nos solos Latossolos e Cambissolos/Neossolos, com declividade de 0 a 20% e uso do solo com cana-de-açúcar e culturas temporárias;
- **Classe Média:** declividade entre 10 e 30%, com Neossolo/Cambissolo e uso do solo com predominância de culturas temporárias e em menor proporção pastagens;
- **Classe Forte:** com uso do solo de culturas temporárias, declividade maior que 30%, e solos variando entre Latossolos, Cambissolos/Neossolos.

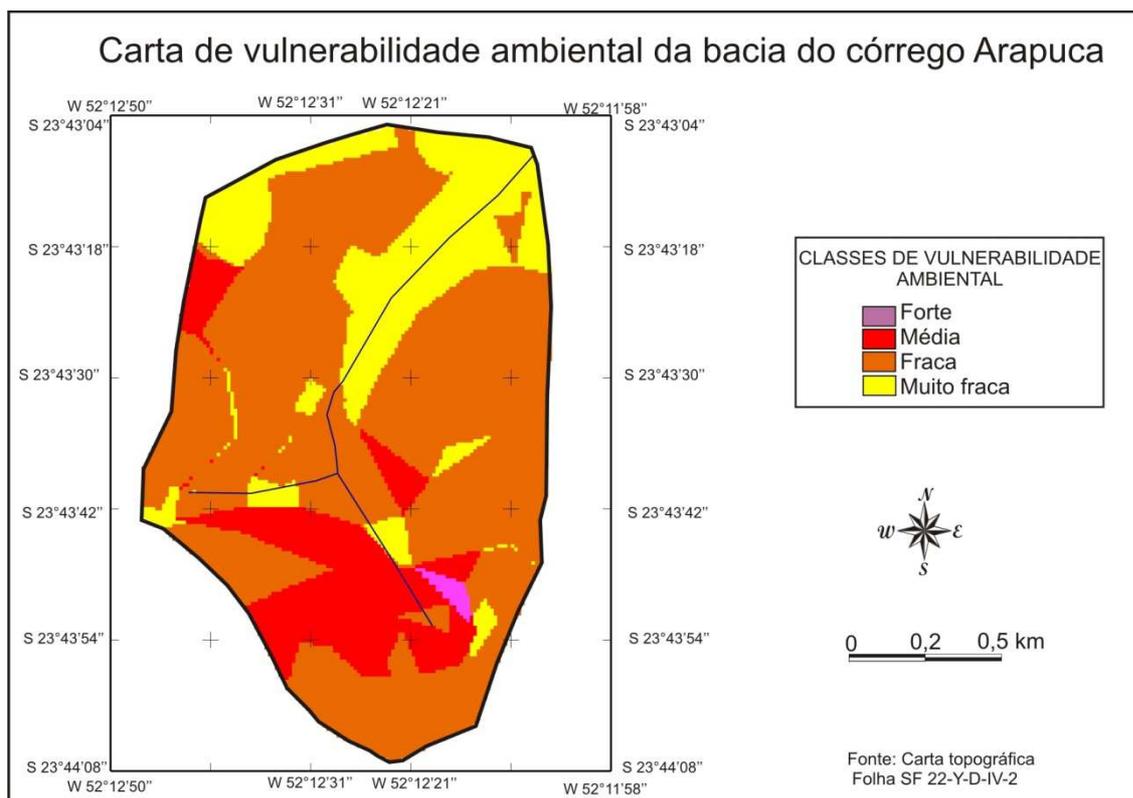


Figura 03: Carta de vulnerabilidade ambiental (1) adaptada de Ross (1994).

A carta de vulnerabilidade ambiental (2) adaptada de Ross (1994) caracteriza-se pelas seguintes classes e seus aspectos (**Figura 04**):

- **Classe Muito Fraca:** classe predomina na carta com declividade variando de 0 a 20%, Latossolo prevalecendo, abrange toda a área Latossolo nitossólico e quanto ao uso do solo tem grande parte composta por mata, quase totalmente a área de cana-de-açúcar e uma porção de cultura temporária;
- **Classe Fraca:** declividade predominante de 0-3% mas também variando o valor até 20%, abrange grande área de Cambissolo/Neossolo e uma parte de Latossolo, com predominância de cultura temporária e pequenas porções de pastagem;
- **Classe Média:** maior parte da área está sobre a declividade 10-20%, totalmente sobre áreas de Cambissolo/Neossolo e com uso do solo integralmente ocupado por culturas temporárias;
- **Classe Forte:** declividade maior que 30%, com Neossolo/Cambissolo e predominância de culturas temporárias.

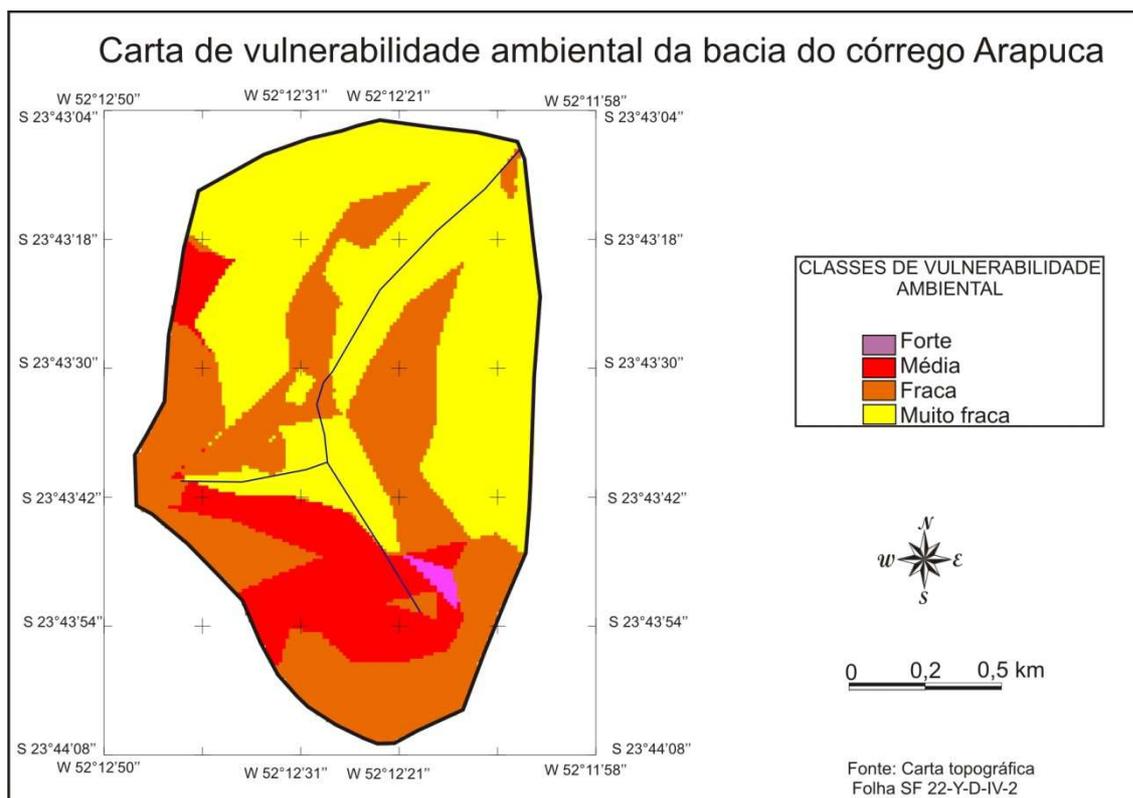


Figura 04: Carta de vulnerabilidade ambiental (2) adaptada de Ross (1994).

A carta de vulnerabilidade ambiental (3) adaptada de Ross (1994), possui as seguintes características (**Figura 05**):

- **Classe Muito Fraca:** declividade variando entre 0 e 10% prevalecendo a classe de 0-3%, com predominância de Latossolos e uma pequena área de Neossolo/Cambissolo, com mata e cana-de-açúcar;
- **Classe Fraca:** predomina sobre as demais classes, apresenta declividade variando de 0 a 20%, abrange toda a área de Latossolo Nitossólico, e porções de Latossolo e Cambissolo/Neossolo, com uso do solo predominantemente feito por culturas temporárias e uma pequena porção de pastagem.
- **Classe Média:** declividade com predominância de 10-20%, com 3 classes de solos Latossolo, Neossolo/Cambissolo, prevalecendo culturas temporárias.
- **Classe Forte:** declividade maior que 30%, com solos rasos Neossolo/Cambissolo e predomínio de cultura temporária.

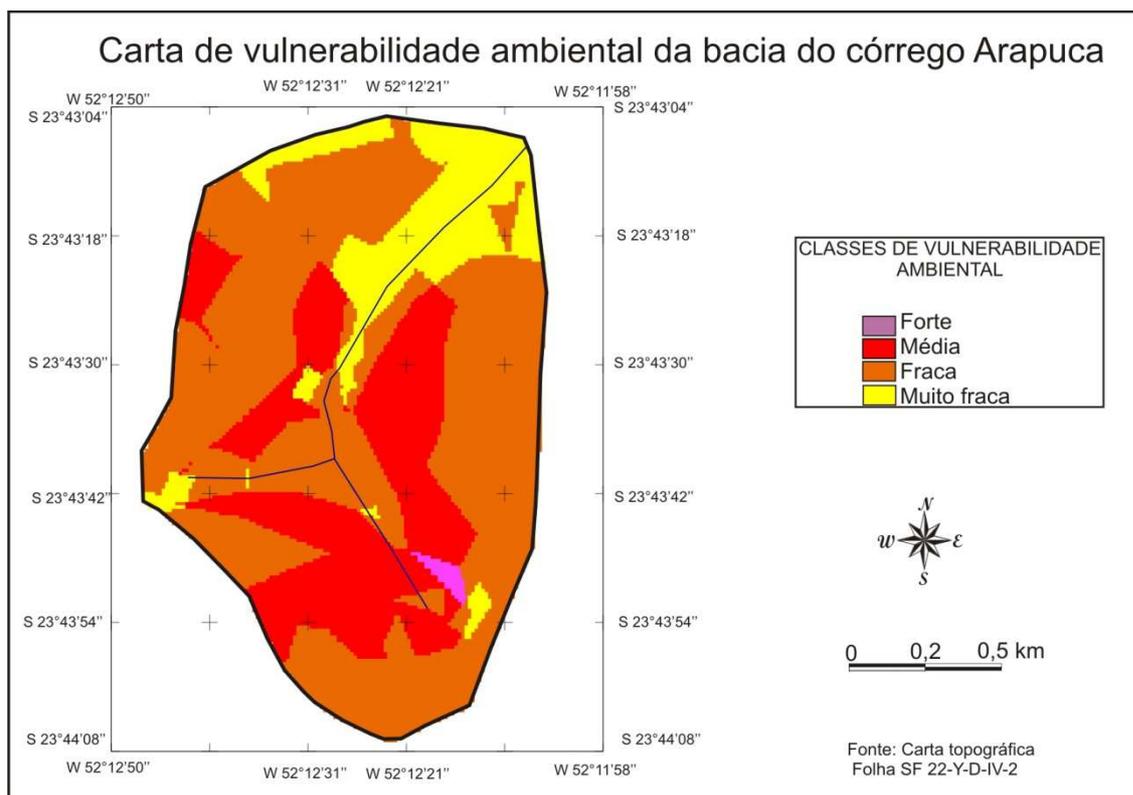


Figura 05: Carta de vulnerabilidade ambiental (3) adaptada de Ross (1994).

A carta de vulnerabilidade (1) foi a mais pertinente com relação às observações em campo e, portanto, foi utilizada para fazer adaptações com base naquilo verificado em campo. As áreas com processo de ravinamento causado pela ação da canalização da água da chuva, erosão causada pelo pisoteio do gado, erosão ocasionada pela falta de vegetação e área desmatada pelo corte de eucaliptos por motivos comerciais em área próxima ao canal de drenagem foram incluídas na classe “forte”. Os limites das demais classes foram mantidos (**Figura 06**).

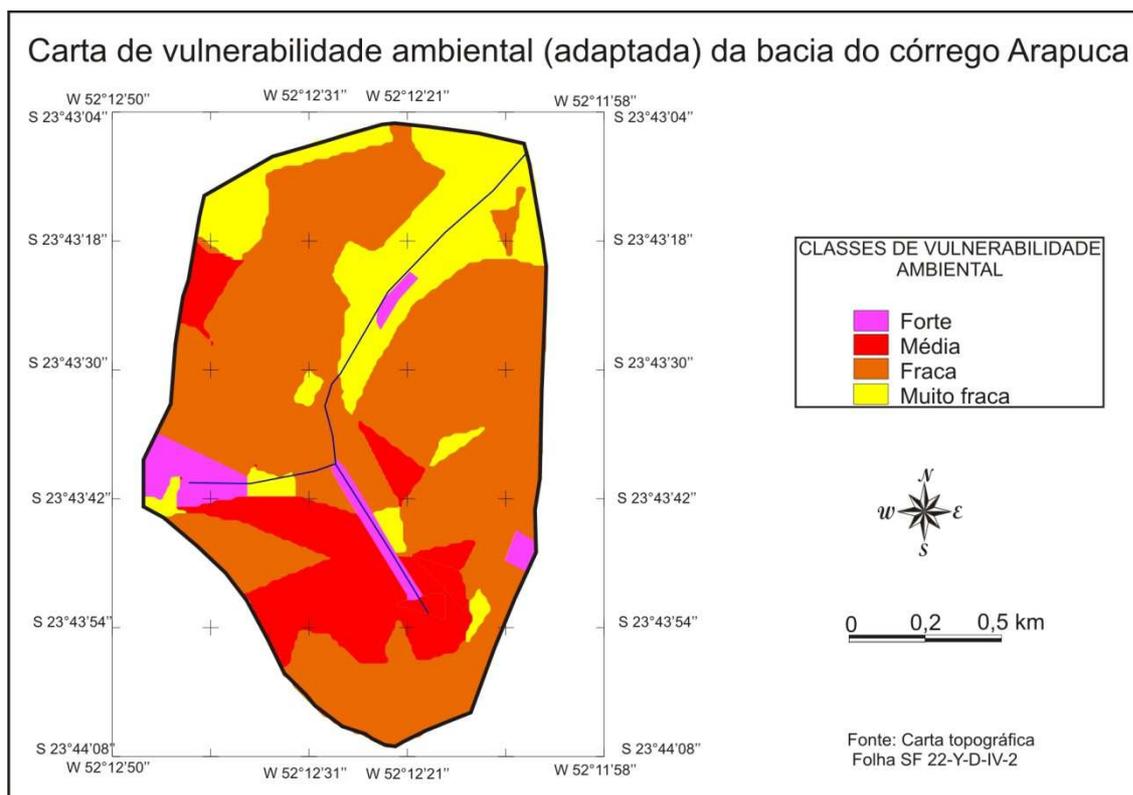


Figura 06: Carta de vulnerabilidade ambiental adaptada de Ross e verificada em campo.

Comparando as cartas de vulnerabilidade ambiental quanto a área de cada classe, a classe “forte” permaneceu muito similar nas 3 cartas adaptadas; a carta 02 foi a que mais apresentou áreas divergentes com diferenças de 0,50 km<sup>2</sup> para a classe muito fraca, por exemplo; os valores de área da carta final (adaptação com base no campo) se aproxima mais da carta 01 que teve 0,33 km<sup>2</sup> na classe “muito fraca”; 1,08 km<sup>2</sup> na classe “fraca”; 0,25 km<sup>2</sup> na classe “média” e 0,009 km<sup>2</sup> na classe “forte” (Quadro 05).

Classe	Carta 01 (Adaptação)	Carta 02 (Adaptação)	Carta 03 (Adaptação)	Carta Final (Adaptações em campo)
Muito fraca	0.33	0.82	0.24	0.32
Fraca	1.08	0.60	0.98	1.03
Média	0.25	0.24	0.44	0.26
Forte	0.009	0.009	0.009	0.07

Quadro 05: Quantificação das áreas de cada classe temática das cartas de Vulnerabilidade Ambiental geradas.

## CONCLUSÃO

A carta de vulnerabilidade ambiental adaptada da metodologia de Ross (1994), que mais se aproximou da realidade da bacia pesquisada foi a que teve os seguintes pesos: 2 para uso do solo, 1 para clima, e 3 para declividade e 1 para solo. Portanto o fator declividade foi o mais relevante na elaboração da carta já que este atributo físico variou entre 0 e 50% sendo que 0,58 km<sup>2</sup> da bacia está dentro da classe de 10-20%. O fator clima por ser homogêneo, e pela falta de dados relevantes desse atributo foi considerado de relevância baixa, assim como os solos que praticamente possuem os mesmos limites da carta de declividade. O atributo uso do solo teve peso 2 com relevância média já que a ação antrópica na área não é tão forte, pois não possui área urbana.

O uso de diferentes pesos para cada variável ambiental utilizada foi importante para determinação da carta que mais se aproximou da realidade. Mesmo, com o uso de Sistemas de Informação Geográfica e Geoprocessamento é necessário a conferência destes dados com o campo e assim, as devidas adaptações podem ser feitas como a atribuição da classe forte para áreas com processos erosivos intensos ocasionados pela ação antrópica indevida.

## REFERÊNCIAS

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília. SAE-Secretaria de Assuntos Estratégicos/ MMA-Ministério do Meio Ambiente. 1996.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm).

CALIJURI, M. L.; ALVES, J. E. M.; BAPTISTA, A. C.; SANTIAGO, A. F.; LOURES, S. S. P. **Proposta metodológica da carta de Fragilidade Ambiental, utilizando lógica fuzzy e combinação linear ponderada**. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, INPE, 2007.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos. INPE. 1996.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J.C.P. **“SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling”**. *Computers and Graphics*, vol.15, n.6, July 1996, pp.13-22.

INSTITUTO AGRONÔMICO PARANAENSE. **Classificação Climática**. Disponível em [www.iapar.gov.br](http://www.iapar.gov.br).

MELO, O. A. G.; SANTOS, M. L. **Análise comparativa da vulnerabilidade ambiental potencial ou emergente da bacia hidrográfica do rio Baiano – Assis Chateaubriand/PR.** Boletim de Geografia, Maringá. 2010.

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. n. 8, 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, P. A. F.; CANALI, N. E.; OKA FIORI, C. **Fragilidade Ambiental da bacia do Rio Ipiranga – PR.** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, 2006.

SPÖRL, C. & ROSS, J.L.S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 15, pp.39-49, 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica,** Rio de Janeiro, IBGESUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 1977, 91 p.

TRICART, J. **Paisagem e ecologia.** Inter- Fácies, escritos e documentos. São José do Rio Preto. BILCEUNESP NO. 76. 1982. 55p.