

## Caracterização da fragilidade ambiental da sub-bacia do ribeirão Conquistinha com o apoio de sistemas de informações geográficas

Alex Garcez Utsumi<sup>1</sup>  
Adriano Simonini Gomes Teixeira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM  
CEP-38064-200- Uberaba - MG, Brasil  
{utsumialex, adriano.simonini}@gmail.com

**Abstract.** The increase of human activities in natural environments without proper planning results in several types of environmental degradation. Environmental zoning emerges as a tool to assist managers in land use planning. Thus, mapping environmental fragility provides information for understanding environmental dynamics. The present study aimed to map environmental fragility of the Conquistinha River Watershed, based on the methodology proposed by Ross (1994) and Weighted Linear Combination method. The Conquistinha River Watershed is located in the Uberaba city and has an area of approximately 263 km<sup>2</sup>. From the combination data of slope, rainfall erosivity, soil and vegetation cover it was possible to map environmental fragility. For this, standardization of variables on a common scale of fragility is required for subsequent overlap. About 95% of the area was classified with low potential fragility. On the other hand, mapping emerging fragility showed that middle class occupies approximately 66% of the area, indicating increasing of environmental vulnerability after introduction of anthropogenic activity. This result occurs due to the use of the area, with a predominance of agriculture, which assigns high fragility to map vegetation cover. The combination of Ross (1994) methodology and weighted linear combination proved effective in creating fragility map, allowing to analyze the contribution of each factor in environmental fragility.

**Palavras-chave:** environmental zoning, land use planning, weighted linear combination, vulnerability, zoneamento ambiental, planejamento do uso do solo, combinação linear ponderada, vulnerabilidade

### 1. Introdução

O meio ambiente possui um equilíbrio dinâmico cujas trocas de energias entre os diversos componentes do sistema são constantes. Ao criar novas atividades o ser humano muitas vezes afeta esse equilíbrio, resultando em diferentes tipos de degradações ambientais. Entretanto, o planejamento correto de tais atividades pode diminuir os impactos negativos no ambiente.

O zoneamento ambiental surge como uma alternativa para o uso mais racional do solo, preservando áreas de maior interesse e alocando atividades de acordo com seu grau de impacto. Assim, o mapeamento da fragilidade ambiental auxilia os gestores na tomada de decisão sobre o ordenamento do território, indicando quais locais são mais suscetíveis à degradação.

A fragilidade do solo pode ser entendida como a tendência do mesmo sofrer processos erosivos. De acordo com Guerra e Cunha (2001), o conhecimento da fragilidade deve envolver elementos setorializados como solos, relevo, clima, águas, de forma integrada. Nesse sentido, baseado na teoria Ecodinâmica de Tricart (1977), Ross (1994) propôs uma metodologia para avaliação da fragilidade potencial e emergente levando em consideração a interação da declividade, erosividade das chuvas, tipos de solos e os tipos de cobertura vegetal.

O cruzamento de informações dos diversos componentes ambientais pode ser realizado com o auxílio de geotecnologias como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas. Em um ambiente SIG é possível armazenar dados provenientes de diversas fontes, com imagens de satélites e mapas digitalizados, criando um banco de dados em que seja possível relacioná-los de modo a gerar novas informações.

Nesse sentido, a análise multicritério vem sendo adotada para relacionar diversas variáveis por meio de metodologias como a combinação linear ponderada e a média ponderada ordenada. Na combinação linear ponderada os fatores são padronizados segundo uma escala comum. Eastman (2006) afirma que o resultado é um mapa de prioridades que pode ser compartimentado em classes temáticas *fuzzy*.

O presente trabalho analisa a fragilidade ambiental da sub-bacia do Ribeirão Conquistinha, situado em Uberaba- MG- baseando-se na metodologia proposta por Ross (1994). Para isso, os dados foram integrados em um ambiente SIG para serem sobrepostos de acordo com a análise multicritério por combinação linear ponderada, resultando em uma escala gradual de fragilidade ambiental.

## 2. Área de estudo

A sub-bacia do Ribeirão Conquistinha está situada no município de Uberaba- MG e possui 263 km<sup>2</sup>. Parte de bacia engloba uma área de expansão urbana, a qual pode receber atividades como: instalação de atividades comerciais, de serviço e industriais de pequenos, médio e grande porte.

Os corpos d'água situados na sub-bacia do Ribeirão Conquistinha, recebem os efluentes tratados da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) Francisco Velludo, sendo que posteriormente desaguam no Rio Grande. Algumas áreas apresentam elevado estado de degradação devido ao lançamento irregular de efluentes nos corpos d'água e a falta de cobertura vegetal em algumas áreas. A Figura 1 apresenta a área de estudo.

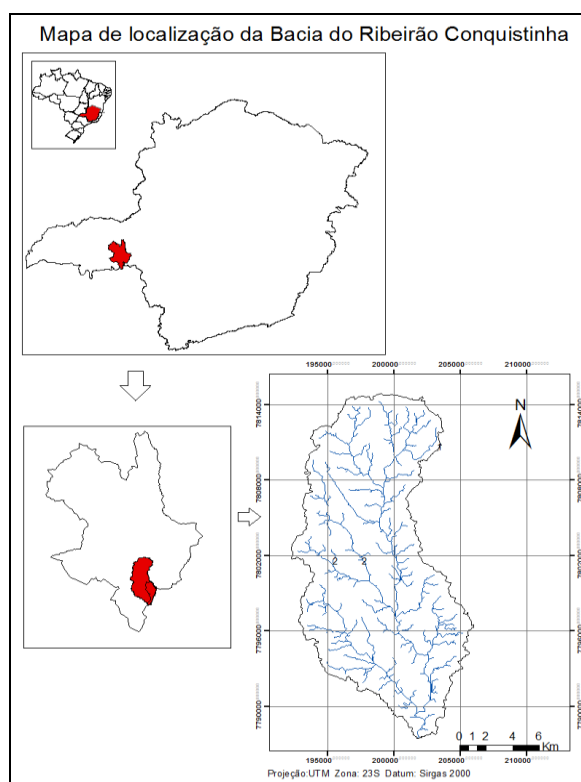


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo

## 3. Metodologia do trabalho

A confecção do mapa de fragilidade ambiental da bacia do Ribeirão Conquistinha baseou-se na metodologia de Ross (1994) na qual são relacionados dados de declividade, erosividade das chuvas, tipos de solos e cobertura vegetal. Dessa forma, cada componente foi classificado em uma escala de 1 (Muito Fraca) a 5 (Muito Forte) em relação à fragilidade,

sendo posteriormente sobrepostos para criação do mapa final. A Tabela 1 apresenta a classificação dos componentes utilizados.

A delimitação da bacia do Ribeirão Conquistinha foi feita a partir da imagem SRTM do município de Uberaba utilizando-se a ferramenta *Hidrology*, do software ARCGIS 10. Uma vez criada a máscara com a delimitação da área de estudos foi possível utilizá-la para recortar os demais mapas temáticos.

O mapa de solos foi criado a partir de dados disponibilizados no site da EMBRAPA. Os tipos de solos existentes na área de estudo foram o Latossolo vermelho distrófico (LVd) e o Latossolo vermelho distroférico (LVdf).

- Declividade

Para criar o mapa de declividade utilizou-se a imagem SRTM, disponibilizada pelo site da EMBRAPA. Com a ferramenta *SLOPE*, presente no ARCGIS 10, foi possível extrair a declividade a partir dos dados de altitude.

- Erosividade das chuvas

Para gerar o mapa de erosividade das chuvas utilizou-se dados pluviométricos obtidos no site do SGB/CPRM (Serviço Geológico Brasileiro/ Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais), referente ao período de 1977 a 2006. A partir da Equação 1, proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1977), foi possível calcular o valor mensal da erosividade das chuvas:

$$EI_{30}=67,355(r^2/P)^{0,85} \quad (1)$$

Onde,

$EI_{30}$  é a média mensal do índice de erosividade, medidos em MJ.mm/(ha.h);

$r$  é a média dos totais mensais de precipitação, medidos em mm;

$P$  é a média dos totais anuais de precipitação, medidos em mm.

De posse dos valores mensais, fez-se o somatório para chegar ao valor anual de erosividade das chuvas. Em seguida, transformaram-se os valores de erosividade de MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para ton mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, convertendo-se do sistema métrico internacional para decimal. Logo após, fez-se a divisão das classes de fragilidade baseadas em Carvalho (1994).

- Cobertura Vegetal

A criação do mapa de cobertura vegetal foi realizada no software QGIS 2.0.1 com a ferramenta *semi-automatic classification plugin*. Para isso, utilizou-se uma imagem Landsat Data Continuity Mission (Landsat 8) disponibilizada pelo site do serviço geológico norte-americano USGS. As imagens do sensor OLI possuem resolução espacial de 30m e resolução radiométrica de 16 bits.

Primeiramente, foi feita a correção atmosférica das bandas 6, 5 e 4 pelo método DOS, sendo posteriormente feita a composição RGB 654 e o recorte para classificação da imagem. Com o intuito de treinar o classificador foram coletadas regiões de interesse (ROIs) que representavam cada classe. Foram coletados ROIs para as classes vegetação, solo exposto, agricultura e pastagem. Em seguida, realizou-se a classificação pelo método da máxima verossimilhança. Foram eliminados os polígonos com área inferior a 500m<sup>2</sup> para melhorar a classificação e, ao final, atribuiu-se pesos às classes segundo a proposta de Ross (1994).

Tabela 1-Classificação da fragilidade ambiental para os componentes do meio

<b>Fragilidade</b>	<b>Solos</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>Uso e Cobertura Vegetal</b>	<b>Erosividade das chuvas</b>
Muito baixa (1)	Latossolo roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo, textura argilosa	0 - 6	Vegetação	0 - 250
Baixa (2)	Latossolo Vermelho-Amarelo textura média/argilosa	0 - 12	Formações arbustivas	250 - 500
Média (3)	Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-amarelo textura média/argilosa	12 - 20	Pastagem	500 - 750
Alta (4)	Argissolo Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e cambissolos	20 - 30	Agricultura	750 -1000
Muito Alta (5)	Argissolo Vermelho, Neossolo lítólico e Neossolo Arênico	>30	Solo exposto	>1000

Após a criação dos mapas temáticos dos componentes utilizou-se a ferramenta *weighed overlay* (ARCGIS 10) para atribuir os novos pesos para cada categoria e tornar possível a sobreposição dos mapas. Feito isso, cada componente recebeu a mesma porcentagem de importância no cálculo da média ponderada. O novo valor de cada célula é obtido pela soma da porcentagem de importância de cada componente multiplicada por seu peso dentro da categoria

Primeiramente, é feito o mapa de Fragilidade Potencial, o qual combina os mapas de fragilidade do componentes erosividade das chuvas, solos e declividade. Em seguida, é feito o mapa de Fragilidade Emergente, acrescentando à combinação anterior o mapa de fragilidade da cobertura vegetal.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Solos

Em relação aos tipos de solos, a área possui dos tipos distintos de classificação: Latossolo vermelho distrófico (LVd) e o Latossolo vermelho distroférrico (LVdf). Os solos do tipo LVd (antigo latossolo vermelho-escuro) são muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa e média. Os solos do tipo LVdf (antigo latossolo roxo) são bastante resistentes à erosão laminar, devido às suas características físicas de boa permeabilidade e porosidade, quando em condições naturais ou quando bem manejados, porém em condições de manejo inadequado, desenvolvem-se ravinas e pequenas voçorocas com facilidade.

De acordo com a metodologia de Ross (1994), a fragilidade dos solos está relacionada com as características de textura, estrutura, grau de coesão das partículas e espessura dos horizontes. Nesse sentido, os dois tipos de solos encontrados na região são classificados com fragilidade muito baixa.

### 4.2 Declividade

Consoante ao componente declividade nota-se a presença das cinco classes previamente delimitadas por Ross (1994), variando de Muito Fraca (1) a Muito Forte (5). A área possui,

em sua maioria, baixa declividade, sendo que a classe 1 (até 6%) representa 60,32% de toda a extensão e a classe 2 (de 6 a 12%) representa 34,73%.

#### 4.3 Erosividade das chuvas

A partir dos dados de pluviosidade chegou-se ao valor de pluviosidade anual média de 1500 mm. Assim, calculou-se a erosividade média para cada mês, conforme observado na Tabela 2. Somando-se os valores mensais tem-se o valor médio anual de 8484,37 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, que transformados para o sistema métrico decimal tem-se 865,75 ton mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Desse modo, consoante com a classificação de fragilidade de Carvalho (1994), a área de estudo foi classificada como Fragilidade Alta de erosividade das chuvas.

Tabela 2- Valores mensais de erosividade das chuvas

Erosividade mensal das chuvas					
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
2186,75	1097,6	874,696	337,825	207	32,003
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
32,003	32,003	207,155	493,673	1097,6	1886,07

#### 4.4 Cobertura vegetal

O mapeamento da cobertura vegetal (Figura 2) foi realizado a partir da composição RGB 654 do Landsat 8. Foram selecionadas quatro classes: vegetação, agricultura, solo exposto e pastagem. A classe predominante na área de estudo é a agricultura, ocupando 34% do total da bacia do Ribeirão Conquistinha, principalmente por cultivo de cana de açúcar. As categorias solo exposto e vegetação possuem aproximadamente 23% de ocupação e pastagem cerca de 19%.

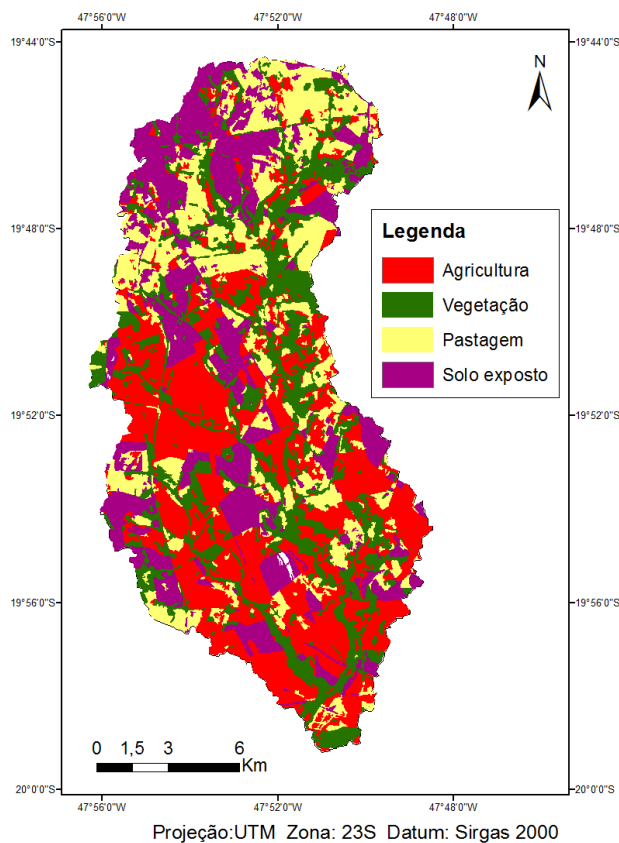


Figura 2- Mapeamento da cobertura vegetal

#### 4.5 Fragilidade Potencial e Emergente

O mapa de fragilidade potencial foi gerado a partir da sobreposição dos mapas de fragilidade da declividade, tipos de solos e erosividade das chuvas, devidamente reclassificados em uma escala de 1 a 5. Conforme apresentado na Figura 3, nota-se a presença de duas classes de fragilidade potencial: baixa e média. A classe de fragilidade baixa tem predominância na região, ocupando cerca de 95% da sub-bacia do Ribeirão Conquistinha.

Analisando o mapa de fragilidade potencial, nota-se que os componentes solos e declividade tiveram forte influência no resultado desse produto, uma vez que ambos apresentaram predominância de fragilidade muito baixa.

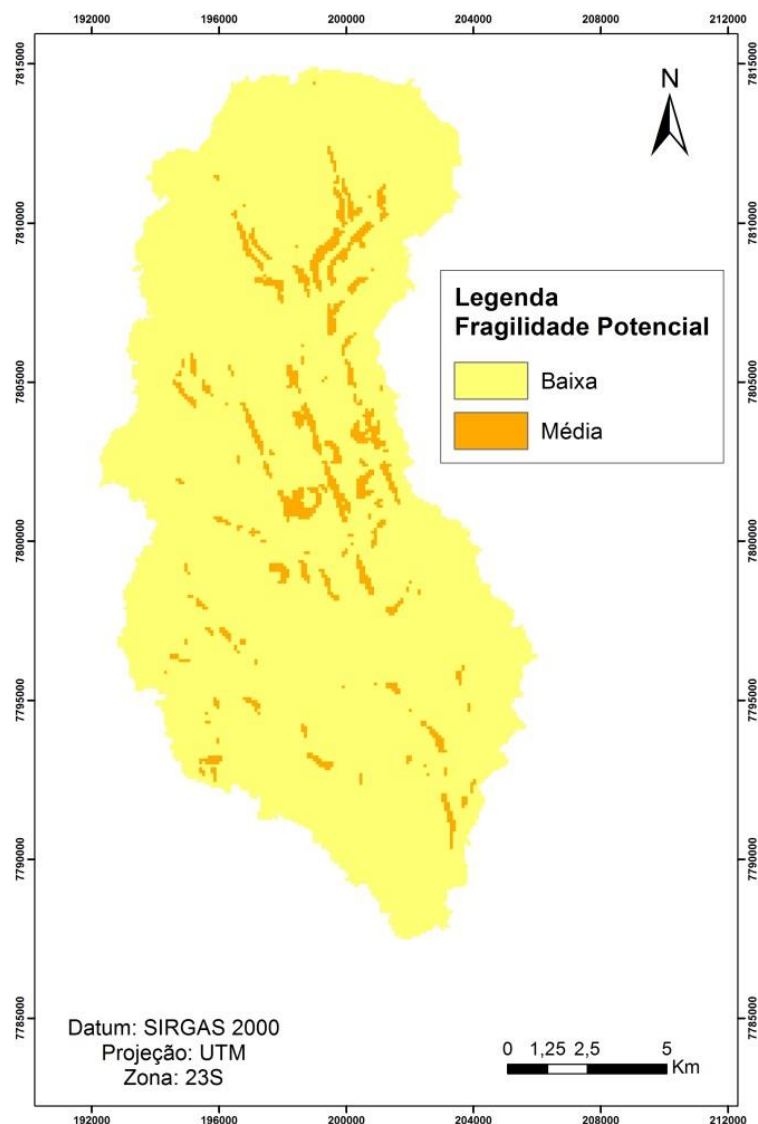


Figura 3- Mapa de fragilidade potencial da sub-bacia do Ribeirão Conquistinha

Ao se acrescentar a componente cobertura vegetal aos demais componentes gerou-se o mapa de fragilidade emergente, o qual representa a fragilidade do ambiente após a interferência antrópica. A partir da Figura 4 é possível notar a presença de três classes de fragilidade emergente: baixa, média e alta. Percebe-se a predominância da classe média de fragilidade emergente, ocupando cerca de 66% da área total. Tal resultado se dá em função do uso da área, com predominância da agropecuária, a qual atribui alta fragilidade ao mapa de cobertura vegetal.

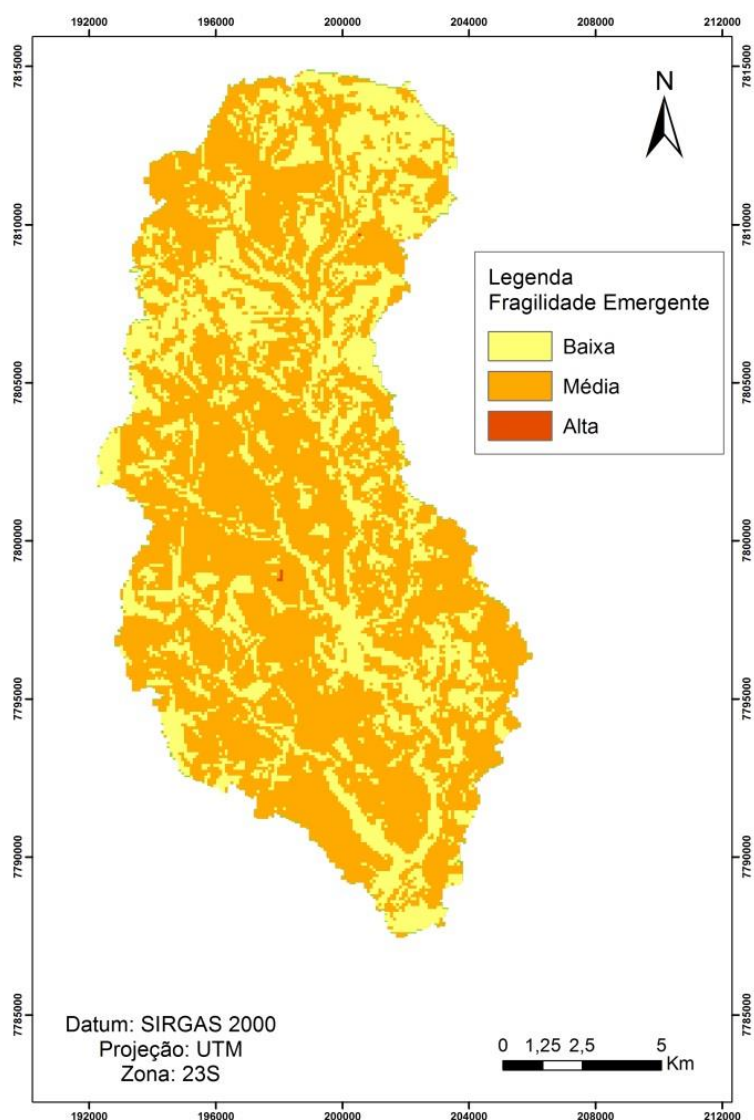


Figura 4- Mapa de fragilidade emergente da sub-bacia do Ribeirão Conquistinha

## 5. Considerações finais

A caracterização ambiental da área de estudo a partir de componentes propostos por Ross (1994) permitiu inferir o grau de fragilidade potencial e emergente. A técnica da Combinação Linear Ponderada se mostrou eficaz para conhecimento da influência de cada fator no mapa final de fragilidade. A Fragilidade Potencial da Sub- bacia do Ribeirão Conquistinha foi considerada com predominância da classe baixa. Já o mapa de Fragilidade Emergente revelou que a ação da atividade agropecuária tornou a área com predominância da classe média, apontando a necessidade de ações para evitar a degradação ambiental.

## Referências bibliográficas

EASTMAN, J. R. Decision support: Decision strategy analysis. In: CLARK UNIVERSITY (Ed.). IDRISI ANDES guide to GIS and image processing. Worcester: Clark Lab, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>> Acesso em: 18.set.2014

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Impactos ambientais urbanos. Vol. 1. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416p.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, USP. São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

TRICART, J. "Ecodinâmica". FIBGE, Rio de Janeiro, 1977.

USGS. United States Geological Survey. Disponível em < <http://earthexplorer.usgs.gov/> > Acesso em: 08.ago.2014.