



# ANÁLISE DE VULNERABILIDADE NATURAL À EROÇÃO COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BONITO - GO

*L. M. S. Teixeira<sup>1</sup>, J. V. S. Costa*

<sup>1</sup> Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG),  
Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil

Comissão III - Cartografia

## RESUMO

A análise das características hidrológicas e morfológicas da bacia, juntamente com o conhecimento do uso do solo, contribuem com processo de avaliação dos possíveis efeitos de desordem do ecossistema em suas condições naturais de equilíbrio. Para realizar o estudo deste trabalho, utilizou-se o método da análise da vulnerabilidade natural à erosão, baseado na metodologia de Crepani *et al.* (1996; 2001). É um estudo fundamentado na análise morfodinâmica das unidades de paisagem natural feita a partir dos princípios da ecodinâmica (TRICART, 1977), onde se estabelece diferentes categorias morfodinâmicas resultantes dos processos de morfogênese ou pedogênese. Quando ocorre a predominância da morfogênese prevalecem os processos erosivos, transformadores das formas de relevo e quando ocorre a predominância da pedogênese prevalecem os processos formadores de solos. Dessa forma, o presente trabalho busca analisar a vulnerabilidade natural à erosão da bacia hidrográfica do Rio Bonito, enfatizando os indicadores do meio físico e diferenciando as unidades homogêneas da paisagem. Para tanto, foi utilizada a análise de multicritério apoiada nas ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O resultado indica que as classes de vulnerabilidade forte a muito forte, são bastante significativas, ocorrendo em mais de 30 % da área da bacia.

**Palavras-chave:** Análise, Bacia Hidrográfica, Vulnerabilidade.

## ABSTRACT

The analysis of the hydrological and morphological characteristics of the basin, together with the knowledge of the use of the soil, contribute with a process of evaluation of the possible effects of the ecosystem disorder in its natural conditions of equilibrium. In order to carry out the study of this work, the method of the analysis of the natural vulnerability to erosion, based on the methodology of Crepani *et al.* (1996, 2001). It is a study based on the morphodynamic analysis of the natural landscape units made from the principles of ecodynamics (TRICART, 1977), where it establishes different morphodynamic categories resulting from the processes of morphogenesis or pedogenesis. When morphogenesis predominates, the erosive processes, transforming the relief forms, prevail, and when there is a predominance of pedogenesis, soil-forming processes prevail. Thus, the present work seeks to analyze the natural vulnerability to the erosion of the Rio Bonito basin, emphasizing the indicators of the physical environment and differentiating the homogeneous units of the landscape. For this, the multicriteria analysis supported by geoprocessing and remote sensing tools was used. The result indicates that the strong to very strong vulnerability classes are quite significant, occurring in more than 30% of the basin area.

**Keywords:** Analysis, Hydrographic Basin, Vulnerability.

## 1. INTRODUÇÃO

A interferência antrópica no ambiente e sua utilização inadequada vêm com o passar dos anos gerando a degradação e escassez dos recursos naturais. O manejo incorreto desses recursos, muitas das vezes, atrapalha a produção e compromete o equilíbrio dos ecossistemas. As

características dos efeitos dos sistemas de uso e manejo sobre a degradação e qualidade física do ambiente é melhor quantificada por medidas que integrem essas modificações (Araújo *et al.*, 2004).

A utilização de bacias hidrográficas como unidade de planejamento tornou-se

imprescindível, “uma vez que os dados de uma bacia podem ser utilizados em diversas atividades, tais como: estudo de relevo, determinação de área de risco de erosão do solo, transporte de poluentes, delimitação de áreas inundadas e do próprio estudo de bacias” (Rosim,199).

De acordo com Lima (1986), pode se considerar a bacia hidrográfica um sistema geomorfológico aberto, utilizando-a como unidade de planejamento ambiental. Sua utilização se justifica, por neste ambiente, os processos naturais e a ação antrópica estarem associados.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Localização geográfica

Área de estudo deste trabalho é a bacia hidrográfica do Rio Bonito que possui uma área de 2.026,3 km<sup>2</sup>, localizada na região sudoeste do Estado de Goiás, entre os municípios de Arenópolis, Palestina de Goiás e Caiapônia (Figura 1), totalizando um perímetro de 277,2 km.

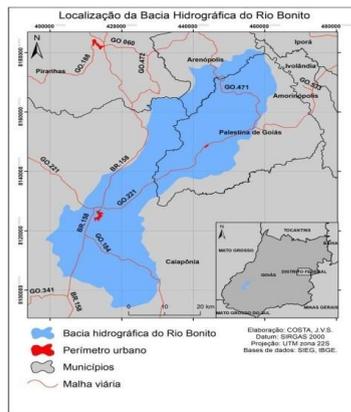


Fig.1 Localização da área de estudo.

### 2.2 Caracterização física da área de estudo

A área de estudo está inserida inteiramente no bioma Cerrado, sendo caracterizada, segundo o sistema de classificação fisionômico-ecológico, pela vegetação Savana Estépica.

#### 2.2.1 Geologia

A bacia do rio Bonito é constituída predominantemente pela Formação Aquidauana (arenitos), e em arenitos da Formação Ponta Grossa (devoniano superior), demonstrada na Figura 2.

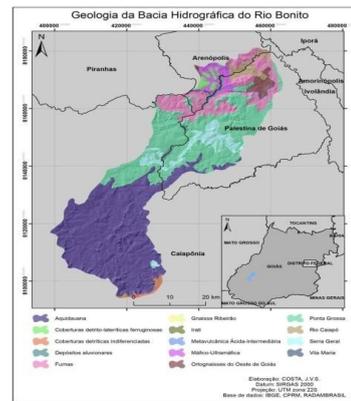


Fig.2 Geologia da área de estudo.

#### 2.2.2 Geomorfologia

A geomorfologia da bacia do rio Bonito é caracterizada por Superfícies Regionais de Aplainamento, Morros e Colinas e Zona de Erosão recuante. A seguir são apresentadas as características morfológicas, baseadas em Goiás (2006), e espacializadas na Figura 3.

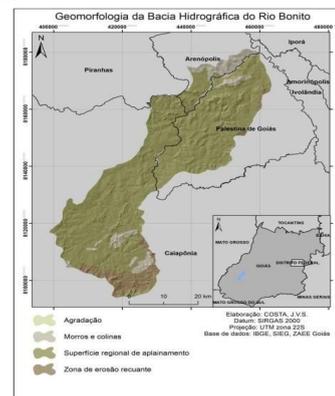


Fig.3 Geomorfologia da área de estudo.

#### 2.2.3 Declividade

A área de estudo não possui um relevo com grandes altitudes, por isso pode ser considerada uma fisiografia de relevo plano a suave ondulado.

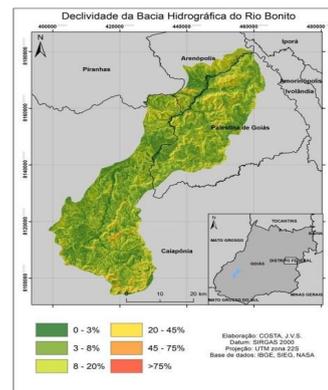


Fig.4 Declividade da área de estudo.

#### 2.2.4 Solos

Quanto aos solos, em função principalmente das características do relevo e do material de origem, em especial, predominam Argissolos, Cambissolos, Latossolos e Neossolos. (Figura 5).

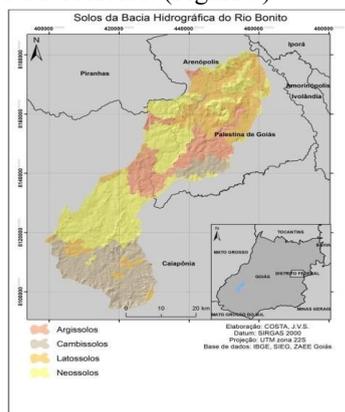


Fig.5 Solos da área de estudo.

### 2.2.5 Uso e Cobertura do solo

Na definição do uso e cobertura do solo da bacia do Rio Bonito foi utilizado o mapeamento do Macrozoneamento Agroecológico Econômico do Estado de Goiás, disponibilizado no site do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG), na escala 1:250.000, produzido no ano de 2014. A análise revelou que a bacia possui a pastagem como uso dominante (Figura 7).

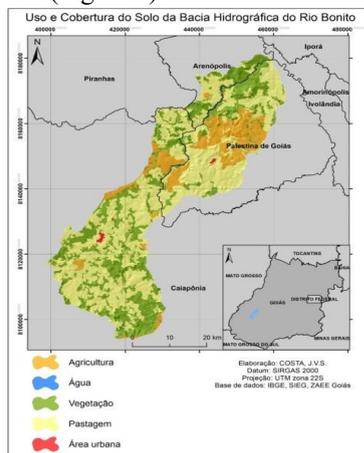


Fig.7 Uso do solo na área de estudo.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho utilizou-se bases cartográficas, dado orbital e mapas temáticos. Como material cartográfico foi utilizado a Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado de Goiás e do Macro (Sistema de Informação Geográfica de Goiás - SIEG), nas escalas 1:500 e 1:1000.00.

Os dados orbitais foram constituídos por duas Cenas da missão SRTM – Shuttle Radar Topography Mission. Com o objetivo de

adquirir as derivações geomorfométricas da área de estudo, foram utilizadas as cenas SRTM1S17W052V3 e SRTM1S18W052V3. Adquiridas no site da USGS - United States Geological Survey, disponível para download em <https://earthexplorer.usgs.gov>. Os mapas temáticos utilizados neste trabalho foram confeccionados a partir de recortes das bases cartográficas adquiridas, utilizando o software Arcgis 10.2. O Excel foi utilizado para manipulação dos dados tabulares.

### 3.3 Análise da Vulnerabilidade

Nesta pesquisa foi utilizada a metodologia de mapeamento da vulnerabilidade à erosão compiladas dos trabalhos de Crepani *et al*, (1006;2001). Nessa metodologia é atribuído valores de vulnerabilidade para as unidades de Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Uso e Cobertura do solo e Precipitação, segundo as informações de morfogênese e pedogênese. Ela propõe uma classificação de estabilidade ou vulnerabilidade, ou seja, a resistência do solo processo natural à erosão, onde são atribuídos valores em uma escala de 1,0 a 3,0, para cada unidade.

Neste trabalho não foi utilizado às informações acerca da Precipitação, pois a mesma não apresentou dados que permitissem realizar interpolações significativas.

#### 3.3.1. Solos

Na análise considera-se o grau de maturidade do solo, produto direto do balanço morfogênese/pedogênese.

Morfogênese: processos erosivos com solos jovens, pouco desenvolvidos.

Pedogênese: condição de estabilidade com solos maduros, profundos, lixiviados e bem, desenvolvidos. A tabela 2 possui os valores de vulnerabilidade relacionada a estabilidade dos tipos de solos.

Tabela 2: Valores de vulnerabilidade/ estabilidade para tipos de solos.

Classes de solos	Vulnerabilidade
Argissolos	1,0
Latossolos	1,6
Cambissolos	2,3
Neossolos	3,0

#### 3.3.2 Geologia

A Geologia compreende informações relativa a historia da evolução geológica do ambiente e o grau de coesão das rochas que a compõem. A tabela 3 apresenta os valores.

Tabela 3: Valores de vulnerabilidade/ estabilidade para geologia

<b>Classificação rochas</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
Ígneas	1,0
Metamórficas	2,0
Sedimentares	3,0

### 3.3.3 Declividade

A declividade, inclinação do relevo em relação ao horizonte, tem relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética (Tabela 4) e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento responsáveis pelo runoff.

Tabela 4: Valores de vulnerabilidade/ estabilidade para declividade.

<b>Declividade %</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
0 – 3%	1,0
3 – 12%	1,4
12 – 25%	2,0
25 – 47%	2,8
>47%	3,0

### 3.3.4 Erodibilidade

Esse termo refere-se a capacidade de um determinado solo resistir a erosão. É função das condições internas ou intrínsecas de cada solo, como sua composição mineralógica, granulométrica, suas características químicas e físicas, relacionados ao seu manejo.

### 3.3.5 Uso e cobertura do solo

A ocorrência de vegetação está, diretamente ligada à sua capacidade de proteção.

Estão relacionados aos processos morfogenéticos as coberturas vegetais de densidade mais baixa. E a cobertura mais densa relaciona-se aos processos pedogenéticos, permitindo o desenvolvimento e a manutenção do solo. A tabela 5 apresenta a relação de vulnerabilidade e o uso e cobertura do solo.

Tabela 5: Valores de vulnerabilidade/ estabilidade para uso e cobertura do solo.

<b>Clas. Uso e Cobertura Solo</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
Corpos Hídricos	1,5
Agricultura	2,8
Vegetação Natural	1,3
Pastagem	2,2
Vegetação	1,3

## 3.5 Álgebras de Mapas

Álgebras de Mapas é uma linguagem computacional usada para realizar análise

espacial cartográfica, atribuindo pesos e identificando relacionamentos.

Na álgebra de mapas, os mapas temáticos e numéricos, foram associados de maneira que obtivessem os valores de cada classe, utilizando parâmetros temáticos de entrada e numéricos de saída, com operações de ponderação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de cada temática deste trabalho relacionou-se aos processos de morfogênese e pedogênese.

### 4.1.1 Uso e cobertura da Terra

A bacia possui a pastagem como uso dominante com uma área de 1.107 km<sup>2</sup>, conta também com uma área preservada de vegetação de 636 km<sup>2</sup>, e uma área de produção de agricultura de 278 km<sup>2</sup>.

A metodologia adotada considera que as áreas mais estáveis são aquelas com uma cobertura vegetal nativa mais densa, pode-se observar isso na tabela 5 onde na classe vegetação foi atribuído o valor mais baixo de vulnerabilidade. Esse valor, indica estabilidade dessas áreas, que permitem maior infiltração da chuva, diminuindo seu escoamento superficial e a capacidade de erosão do solo.

Às áreas antropizadas, como as de pastagem e agricultura, essas possuem um alto valor de vulnerabilidade à erosão, por apresentarem baixa cobertura do solo e intenso preparo para a agricultura.

### 4.1.2 Geologia

Em relação à geologia a classe com maior vulnerabilidade é a classe das rochas ígneas com valor igual a 3,0, o que gera certa preocupação, pois ela representa a maior parte da área de estudo.

### 4.1.3 Pedologia

Os valores de vulnerabilidade ou estabilidade foram indicados de acordo com a predisposição à erosão de cada classe pedológica (Tabela 2), os solos com maiores valores de vulnerabilidade foram às classes de Neossolo, com valor igual a 3,0 e a classe de Cambissolo com valor 2,3. Em termos de vulnerabilidade a área de estudo se mostra um pouco preocupante, pois na área de estudo essas duas classes são as predominantes.

## 4.2 Vulnerabilidade Natural à Erosão com base na análise da integração dos dados

Com base na integração das temáticas estudadas, obteve-se o mapa de vulnerabilidade natural à erosão (Figura 9).

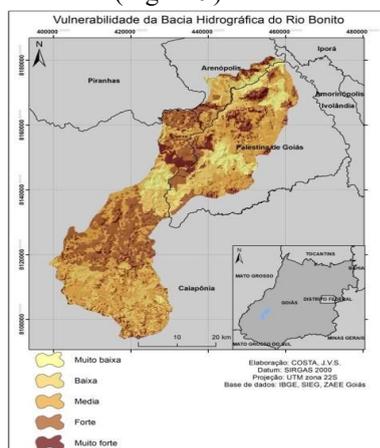


Fig.9 Mapa de Vulnerabilidade natural à erosão.

Conforme o mapa de vulnerabilidade obtido e apresentado na figura 9, a área de estudo pode ser considerada uma região propensa à ocorrência de erosões. As classes de vulnerabilidade forte e muito forte, são bastante significativas, ocorrendo em mais de 30% da área de estudo, conforme demonstra a tabela a seguir.

Tabela 6: Área das Unidades territoriais em relação à vulnerabilidade

Vulnerabilidade	Área km <sup>2</sup>	Área %
Muito baixa	168	8,3
Baixa	394	19,5
Média	747	36,9
Forte	556	27,4
Muito forte	161	7,9

As áreas mais sujeitas a vulnerabilidade, coincidem com as áreas de Neossolos e Cambissolos, solos estes, que devido às suas características físico-químicas, são propensos naturalmente a ocorrência de erosões.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo da vulnerabilidade natural à erosão na região de estudo é uma metodologia que se mostrou eficaz para auxiliar no planejamento da organização territorial, pois permitiu analisar as potencialidades e restrições do meio ambiente. Também possibilitou entender melhor os processos que podem ocasionar a degradação da área, junto com as regiões, mais e menos propícias à sua ocupação, empregando variáveis do meio físico aliadas à intervenção humana.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Araújo, M. A.; Tormena, C. A.; Silva, A. P. 2004. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico cultivado e sob mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:337-345.

Band, L.E. Extraction of Channel Networks and Topographic Parameters from Digital Elevation Data. In: K. Beven y M.J. Kirkby. *Channel Network Hydrology*. New York: John Wiley and Sons, 1993. Chapter 2, p. 13- 42.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/> Acesso em: junho de 2017.

CALHEIROS, R. de O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida). *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CTRN*. Piracicaba, 2004.

Crepani *et al.* Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico. *INPE*, São José dos Campos, SP, 1996. P. 1-26

Delazari, L. S. (1996). Extração Automática de Redes de Drenagem a partir de Modelos Digitais de Terrenos. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná. 155p.

FITZ, Paulo Roberto. Geoprocessamento sem complicação. – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia do estado de Goiás e Distrito Federal. *Secretaria de Indústria e Comércio de Goiás*, 2006.

TEIXEIRA, A. L. A; CHRISTOFOLETTI A. *Sistema de Informações Geográficas: dicionário ilustrado*. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.