

Análise da vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro - MS

Valter Alexandre Tiviroli^{1.}
Antonio Conceição Paranhos Filho^{1.}
Marco Antonio Diodato^{2.}
Alfredo Marcelo Grigio^{3.}
Edna Maria Facincani^{4.}

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, s/n – Caixa Postal 549
79070-900 – Campo Grande – MS, Brasil
{Valter} vt8bass@yahoo.com.br
{Antonio} toniparanhos@gmail.com

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido
BR 110 - Km 47
59625-900 – Mossoró – RN, Brasil
diodato@ufersa.edu.br

³Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Rua Prof. António Campos, s/n
59600-610 – Mossoró – RN, Brasil
grigioma@yahoo.com

⁴Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Av. Oscar Trindade de Barros, s/n
79200-000 – Aquidauana – MS, Brasil
emfacincani@bol.com.br

Resumo: O Rio Negro constitui uma sub-bacia do Rio Paraguai, localizada a oeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Utilizando-se cartas de solos, geologia e geomorfologia do projeto RADAMBRASIL objetivou-se gerar uma carta de vulnerabilidade natural da região. Em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), as cartas passaram por etapas de georreferenciamento, vetorialização e *overlay*, com o intuito de correlacionar as variadas informações e assim obter a carta de vulnerabilidade natural, com a qual pode se identificar as áreas da bacia com maior e menor susceptibilidade a erosão natural, além de se determinar os valores de área de cada potencial erosivo. Os resultados sugerem que a região com maior vulnerabilidade natural seja a interface de transição entre o planalto e a planície, localizada na borda leste da bacia do Rio Negro. A principal característica desta região de maior vulnerabilidade natural é a sua declividade acentuada, fator que favorece a erosão natural, fazendo predominar os processos morfogênicos.

Palavras-chave: vulnerabilidade natural, bacia do Rio Negro, SIG.

Abstract: The Negro River constitutes a sub-basin of Paraguay River and it is located on the west side of Mato Grosso do Sul State, Brazil. Using geology, soils and geomorphology charts from RADAMBRASIL project, this paper focused on the map of the natural vulnerability of the region. In the GIS (geographic information system) environment the maps have been submitted to steps of geocoding, vectorizing and overlaying, looking for to correlate the several information and thus get the natural vulnerability map, which allows the identification of the areas of the basin with higher or lower natural erosion susceptibility, besides the determination of the values of each erosive potential. The results suggest that the region with the higher natural vulnerability is the interface between the highland and the plane, on the east side of Negro River basin. The main characteristic of this region of greater natural vulnerability is its high slope, which facilitates the natural erosion making to predominate the morphogenesis processes.

Key-words: natural vulnerability, Negro River basin, GIS

1. Introdução

O Mato Grosso do Sul possui duas grandes bacias hidrográficas, sendo a do Rio Paraná a leste e a do Alto Paraguai a oeste. Sua separação é definida pelo divisor de águas representado pela serra de Camapuã, serra das Araras e parte da serra de Maracajú (MS, 2003).

A bacia do Rio Negro é uma sub-bacia da bacia do Alto Paraguai e está localizada na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. Possui aproximadamente 34.948 km² de área de drenagem, entre as coordenadas geográficas: latitude 18°00'00" e 20°30'00" S, longitude 54°30'00" e 57°30'00" W Gr. O principal rio desta bacia é o próprio Rio Negro, com uma extensão de aproximadamente 527 km, tendo suas nascentes localizadas na serra de Maracajú e serra Negra (MS, 2003).

A bacia do Rio Negro mostra-se de fundamental importância no Estado de Mato Grosso do Sul, por possuir dentro de seus limites, municípios de expressão, como Rio Verde de Mato Grosso, São Gabriel do Oeste, Aquidauana e Rio Negro. Municípios estes de representatividade nos setores da agricultura e do turismo, fazendo-se assim de grande valia a carta de vulnerabilidade natural.

A presente bacia, atualmente, ainda é uma área dinâmica, porém pouco estudada. Assine (2003) afirma que a paisagem do Pantanal está continuamente sofrendo alterações. Tais mudanças são induzidas por processos alocíclicos, tais como movimentos tectônicos e mudanças climáticas. Todavia, processos sedimentares autocíclicos são as causas diretas mais evidentes das mudanças na paisagem. A interferência do homem pode acelerar tais processos autocíclicos naturais, quando, por exemplo, suas atividades promovem aumento da erosão na área-fonte. Pode também retardá-los, quando se fecha os pontos de rompimento dos diques marginais (arrombados) e se impede temporariamente os processos de avulsão.

Para se chegar aos referenciais de uso e ocupação das terras é preciso entender a dinâmica das paisagens frente aos processos de erosão natural (perda de solo) (Arruda; Dias; Pereira, 2007).

A geração de um mapa da vulnerabilidade natural visa mostrar sua intensidade e distribuição na área de estudo, além da susceptibilidade do ambiente, levando-se em consideração fatores geomorfologia, geologia e solos, a estabilidade em relação à morfogênese e a pedogênese (Grigio, 2003).

Uma análise da morfodinâmica pode ser feita da seguinte forma: quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo. Quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solo (Crepani, 2001).

Baseando-se nesses conceitos de morfogênese e pedogênese e no trabalho desenvolvido por Crepani (2001) este trabalho teve como objetivo gerar o mapa de vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro.

2. Objetivo

Este trabalho teve como objetivo a geração do mapa de vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro, no Estado de Mato Grosso do Sul.

3. Material e Métodos

A área de estudo abrange a bacia do Rio Negro, situada no pantanal sul-mato-grossense, região Centro-Oeste do Brasil. Está representada na **Figura 1**.

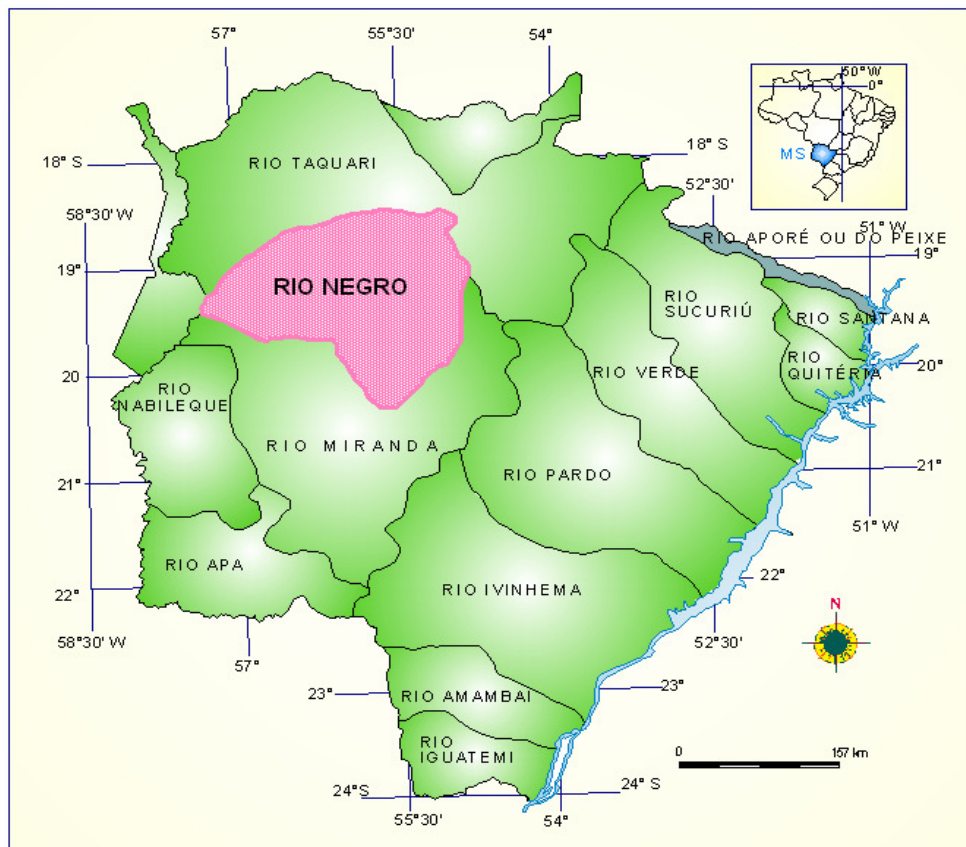


Figura 1 - Localização da bacia do Rio Negro.

Em um primeiro estágio foram escanizadas as cartas de geologia, geomorfologia e solos do projeto RADAMBRASIL: a folha Campo Grande (RadamBrasil, 1983, Folha SF 21) e a folha Corumbá (RadamBrasil, 1983, Folha SE 20/21).

Em seguida as cartas foram corrigidas geometricamente e georreferenciadas no programa Geomatica Focus (PCI, 2003), com o objetivo de se atribuir coordenadas de terreno as cartas e também para se prevenir problemas como deformação do papel ou decorrentes do escâner. Em um primeiro momento elas foram georreferenciadas com coordenadas geográficas LAT/LONG, elipsóide IUGG 67, devido ao fato das grades de coordenadas originais das cartas se encontrarem nesta referência. Logo após, elas foram reprojctadas com a projeção UTM, zona 21, elipsóide e datum WGS 84.

Para a criação dos polígonos de cada tipo de solo, geologia e geomorfologia, foi necessário um processo de *vetorialização* realizado no programa Geomatica Focus (PCI, 2003). A cada um destes polígonos, através de um banco de dados SIG, foi atribuído um peso, considerando-se as características naturais de cada área.

No processo de atribuição de pesos aos polígonos, foi adotado como critério a relação morfogênese/pedogenese de cada um, pesos estes variando de 1 a 3. Solos mais instáveis, rochas mais susceptíveis ao intemperismo e regiões muito dissecadas receberam pesos maiores (mais próximos de 3), ou seja quanto maior a tendência de uma área a morfogênese, maior foi o valor atribuído ao polígono correspondente.

Por meio de uma operação denominada *overlay*, as diferentes camadas (geologia, geomorfologia e solos) foram sobrepostas para a confecção do mapa de vulnerabilidade, utilizando-se o programa ArcView GIS (ESRI, 1999), de acordo com a **Figura 2**.

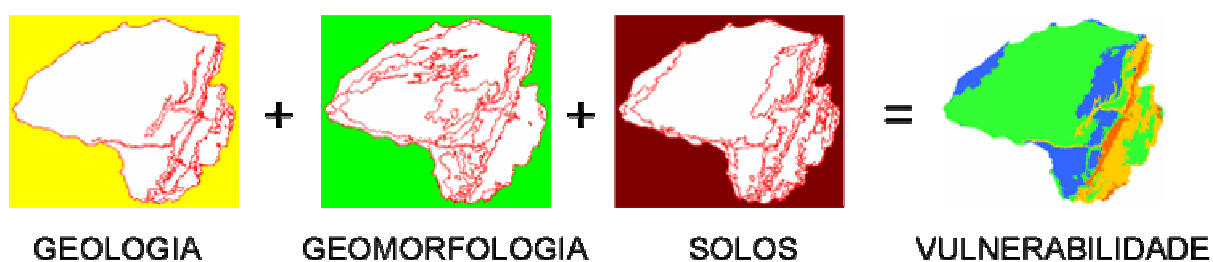


Figura 2 – Esquema da sobreposição de camadas

Aplicando-se a álgebra de mapas, foi feita uma média aritmética entre as diferentes atribuições de cada carta, buscando representar a posição de cada unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda do solo, segundo a **Equação 1**.

$$V = \frac{(G + R + S)}{3}$$

Equação 1 – Fórmula empírica para a determinação da vulnerabilidade natural.

Onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

A classificação da estabilidade/vulnerabilidade de cada valor de “V”, resultante da álgebra de mapas foi feita de acordo com o **Quadro 1**.

Quadro 1 – Classificação da vulnerabilidade

Valores de V (vulnerabilidade)	Estabilidade/Vulnerabilidade
1-1.4	Estável
1.5-1.9	Moderadamente estável
2-2.4	Moderadamente vulnerável
2.5-3	Vulnerável

Para a representação gráfica da estabilidade, ou vulnerabilidade, das unidades territoriais selecionaram-se as cores primárias (azul, verde e vermelho) e suas combinações, de modo que se associasse a cada classe de vulnerabilidade sempre a mesma cor, obedecendo ao critério de que o valor de maior estabilidade (1.0) se associasse à cor azul, ao valor de estabilidade intermediária (2.0) se associe à cor verde e ao valor de maior vulnerabilidade (3.0) a cor vermelha.

4. Resultados e Discussão

Como resultado das operações de *overlay*, tem-se o mapa de vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro, apresentada na **Figura 3**.

Na carta de vulnerabilidade observa-se uma faixa mais vulnerável à erosão situada um pouco mais a leste da bacia. Essa região compreende a interface de transição entre o planalto e a planície, apresentando uma declividade considerável. *Declividade* refere-se à inclinação de relevo em relação ao horizonte.

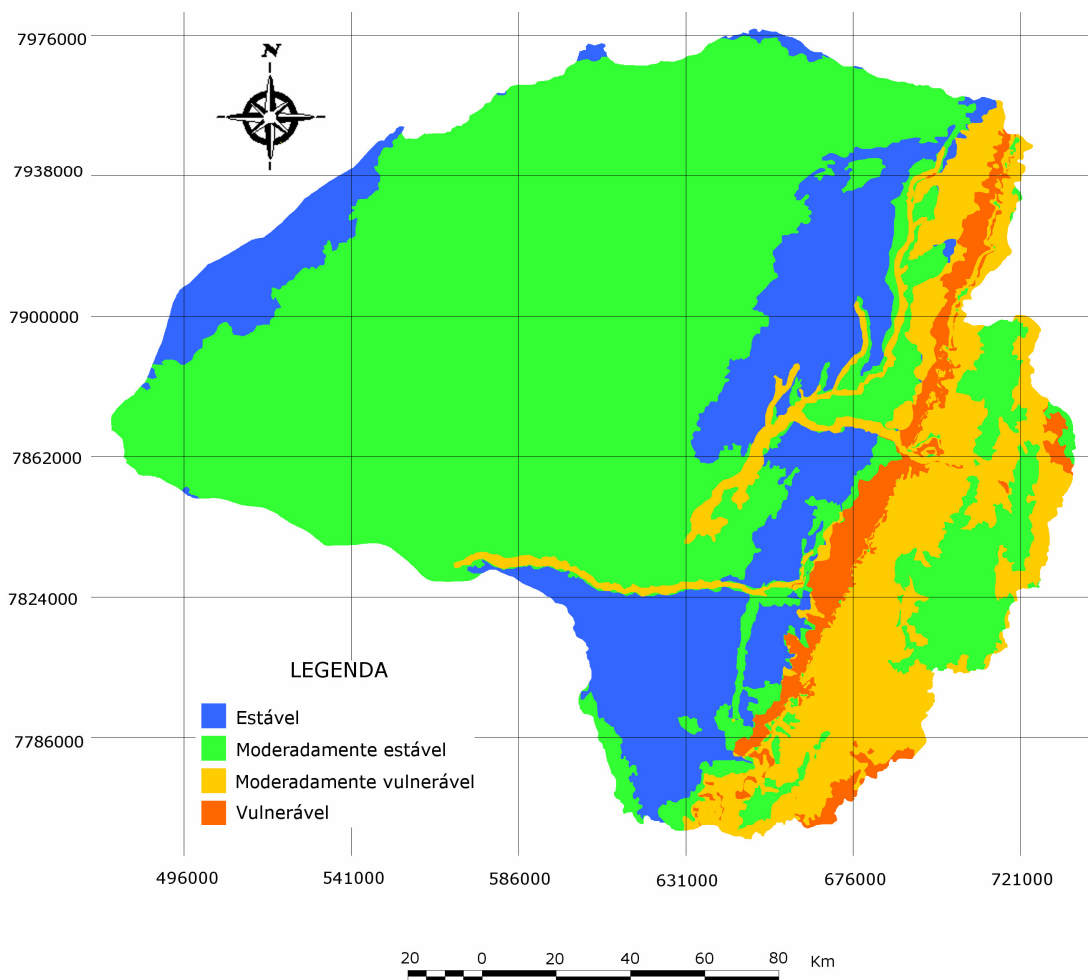


Figura 3 – Carta de vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro.

Quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética e maior é, também, a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte, responsáveis pela erosão (Crepani, 2001), aumentando a vulnerabilidade natural.

Na região de planície do Pantanal, situada mais a oeste da bacia, observa-se uma baixa vulnerabilidade, ou seja, uma maior estabilidade. Isso se deve ao fato dessa região ser mais plana, com uma baixa declividade, assim caracteriza-se por ser uma região de acumulação e pedogênese e não de morfogênese.

O **Quadro 2** mostra os valores de área dos respectivos níveis de vulnerabilidade da bacia.

Quadro 2 – Classes de vulnerabilidade e respectivas áreas

Vulnerabilidade	Área (km²)
Estável	6580.50
Moderadamente estável	21554.57
Moderadamente vulnerável	5273.45
Vulnerável	1283.11
Total	34691.63

Observa-se através do mapa de vulnerabilidade e dos valores apresentados no **Quadro 2** que a bacia do Rio Negro encontra-se, em sua maioria, em região de estabilidade, sendo que 81.1% da área da bacia (28136.07 km²) foi classificada como estável ou moderadamente estável. Assim sendo, apenas 18.9% da área da bacia (6556.56 km²) apresenta-se como área de maior vulnerabilidade natural. É notável também que a região que apresenta maior área de vulnerabilidade é a que se apresenta a leste da bacia, entre a planície e o planalto pantaneiros.

5. Conclusões

A análise dos resultados obtidos neste trabalho permite concluir que se forem levados em conta os fatores geologia, geomorfologia e solos é possível criar uma carta de vulnerabilidade natural, ou seja um mapa que representa a interação natural entre estes fatores. Interação esta que pode ser voltada a uma situação de maior estabilidade ou de favorecimento a erosão.

A carta de vulnerabilidade mostra uma visão holística da susceptibilidade da bacia à erosão. Indica as áreas que teoricamente oferecem maior ou menor fragilidade a implementação de atividade humana de alguma espécie.

Apesar de indícios de que a região de planície da bacia ofereça menores riscos a erosão (maior estabilidade), não é aconselhável ou permitida a implementação de certos tipos de empreendimentos nesta região, pois caracteriza-se por ser área alagável, e por ser patrimônio protegido por lei.

Com os dados obtidos neste trabalho, é possível a geração de uma carta de vulnerabilidade natural, que apresenta, além de dados naturais da região, o impacto de atividades antrópicas.

6. Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica concedida, e a todos os companheiros do Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais da UFMS.

7. Referências

Arruda, W. C.; DIAS, R. R.; PEREIRA, E. Q. **Análise da Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo do Município de Fátima – TO**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (Sbsr), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: Inpe, 2007. P. 5083-5089. Cd-Rom, On-Line. Isbn 978-85-17-00031-7. Disponível Em: <Http://Urbib.Net/Dpi.Inpe.Br/Sbsr@80/2006/11.16.00.21>. Último acesso em: 18 Abr. 2008.

Assine, M. L. 2003. **Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. Tese de Livre-Docência, UNESP, 106 p.

Crepani, E. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. Anais. INPE, 2001. 123 p.

Esri. Environmental Systems Research Institute. **ArcView GIS 3.2**. 1999.

Grigio, A.M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental no Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades**

da Indústria Petrolífera. Natal. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2003.

MS. Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. **Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai – Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado da Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai** (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Subprojeto 1.6/MS – Gerenciamento de Recursos Hídricos nas Vizinhanças da Cidade de Corumbá (MS). Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2003. Campo Grande, MS, 2005. 127 p.

PCI Geomatics. **Geomatica version 9.1 for Windows.** Ontário - Canadá. CD-ROM. 2003.

RadamBrasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SF 21 Campo Grande: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Levantamento de Recursos Naturais, 31. Rio de Janeiro, 1983. 416p. Il. 5 mapas.

RadamBrasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SE 20/21 Corumbá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Levantamento de Recursos Naturais, 31. Rio De Janeiro, 1983. 416p. Il. 5 mapas.