



## **Análise da vulnerabilidade natural da bacia do Rio Coxipó Açú - MT**

Henrique Nicolau Maranholi <sup>1</sup>

Luciana Almeida de Matos <sup>1</sup>

Thales Ernildo de Lima<sup>2</sup>

Wellington Fava Roque <sup>2</sup>

Sandra Mara Alves da Silva Neves <sup>1</sup>

Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Mato Grosso – UNEMAT

Av. Santos Dumont, s/n. Bloco I Sl 09.

78.200-000 Cáceres – MT, Brasil

{rick\_maranholi, lugeo\_matos}@hotmail.com

ssneves@unemat.br

<sup>2</sup> Universidade de Mato Grosso – UNEMAT

Av. Tancredo Neves, 1095 - Cavahada

78.200-000 - Cáceres, MT - Brasil

lima.thales@outlook.com

wellington.fava23@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade de Mato Grosso – UNEMAT

Rua Coxipó, 1422 – Jardim Vania

78.500-000 - Colíder, MT - Brasil

alfredozdg@gmail.com

**Resumo.** A bacia do rio Coxipó Açú, tributário do rio Cuiabá, é importante para a região metropolitana de Cuiabá, dentre vários fatores, o fato de suas águas serem utilizadas no abastecimento da população. Neste trabalho objetivou-se analisar a vulnerabilidade natural da bacia do Rio Coxipó Açú em Mato Grosso, visando à elaboração de informações para o planejamento ambiental e urbano. Para delimitação da área de estudo foi usado o MDE do projeto TOPODATA, por meio da extensão ArcHidro, disponível no software ArcGis 10.2. Os mapas de Geologia, Geomorfologia e Pedologia, obtidos na Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação de Mato Grosso, foram utilizados para geração do modelo de vulnerabilidade conforme a metodologia de Crepani et al. (2001). A bacia analisada apresenta relevo aguçado aliado a solos jovens, rasos e ferruginosos, dessa forma devido às suas características texturais e estruturais está sujeita ao desenvolvimento de processos morfogênicos, tais como formação de voçorocas, o que coloca a bacia em situação de alta vulnerabilidade natural.

**Palavras-chave:** processamento de imagens, planejamento ambiental, relevo.

**Abstract.** The basin of the Coxipó Açu River, tributary of the Cuiabá River, is important to the metropolitan area of Cuiabá, among other factors, the fact that its waters are used to supply the population. This work aimed to analyze the natural vulnerability of the Coxipó Açu River basin in Mato Grosso, in order to develop information for environmental and urban planning. For delimitation of the study area was used MDE from TOPODATA project through ArcHidro extension, available in ArcGIS software 10.2. The Geology, Geomorphology and Pedology maps, obtained from the Secretariat of State for Planning and Coordination of Mato Grosso were used to generate the model of vulnerability according to the methodology of Crepani et al. (2001). The basin analyzed presents a slender relief allied to young soils, shallow and ferruginous thus because of their textural and structural characteristics is subject to the development of morphogenic processes, such as formation of gullies, which puts the basin on high natural situation of vulnerability.

**Key-words:** image processing, environmental planning, relief.

## 1. Introdução

A bacia do rio Coxipó Açu, tributário do rio Cuiabá, é importante para a região metropolitana de Cuiabá, dentre vários fatores, o fato de suas águas serem utilizadas no abastecimento da população. Contudo, os atributos físicos, biológicos e social de sua paisagem tem sido modificado ao longo do tempo sem planejamento, colocando em situação de vulnerabilidade os componentes ambientais em decorrência do processo de uso.

O uso da terra sem planejamento coloca em estado de vulnerabilidade as paisagens, pois envolve condições, sejam sociais, econômicas, demográficas, geográficas e etc., que afetam a capacidade do ambiente em responder à exposição, com **Figurando** a capacidade de responder ao perigo e ao risco (Hogan, 2007; Marengo, 2007). Neste sentido há que se entender que a compreensão desta, no decorrer da discussão deverá ser observada em uma ótica sistêmica, cuja paisagem constitui o resultado mutante dos fatores citados.

De acordo com Grigio (2008) a vulnerabilidade natural é a susceptibilidade dos componentes ambientais (geomorfologia, geologia e pedologia), frente a processos que intensificam a morfogênese e a pedogênese. Dessa forma, nesse trabalho foi abordada a vulnerabilidade natural dos atributos da paisagem da Bacia do rio Coxipó Açu.

Por meio das tecnologias espaciais pode-se proceder a análise de fenômenos que ocorrem na paisagem, sendo estes de ordem natural ou antrópica. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Banco de Dados Geográficos (BDG), enquanto ferramentas são eficientes na geração, tratamento e representação de dados. Assim, pesquisas voltadas para a análise da vulnerabilidade podem se valer dessas ferramentas para operacionalização de técnicas que possibilitem o planejamento do uso dos componentes ambientais das paisagens.

## 2. Objetivo

Este trabalho teve como objetivo analisar a vulnerabilidade natural da bacia do Rio Coxipó Açu, no estado de Mato Grosso, visando a elaboração de informações para o planejamento ambiental e urbano.

## 3. Material e Métodos

### Área de estudo

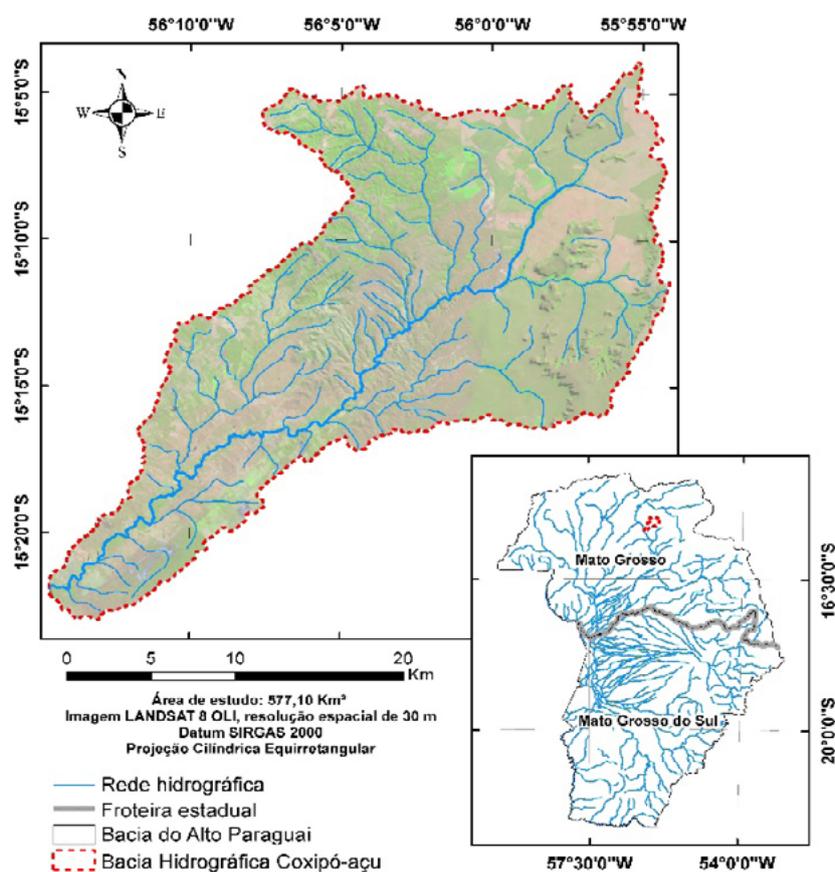
O rio Coxipó Açu é afluente da bacia do rio Cuiabá e forma a queda da cachoeira do Véu das Noivas, que é um importante ponto turístico do Estado. Nasce na serra do Atmã, Chapada dos Guimarães, e deságua no rio Cuiabá, cuja bacia totaliza 577,10 Km<sup>2</sup> (**Figura 1**).

## Procedimentos metodológicos

Os mapas de Geologia, Geomorfologia e Pedologia para execução da metodologia foram obtidos na Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral de Mato Grosso (Mato Grosso, 2011).

Para delimitação da área de estudo foi usado o MDE obtido no projeto TOPODATA (Valeriano, 2008) disponível no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, por meio da extensão ArcHidro, disponível no software ArcGis 10.2 (Esri, 2013).

Para gerar o modelo de vulnerabilidade foi adotada a metodologia proposta por Crepani et al. (2001), em que foi considerado para atribuição dos valores de vulnerabilidade parâmetros que se apresentam como indicadores de categoria morfodinâmica ou os que fossem capazes de influir decisivamente no desenvolvimento dos processos morfodinâmicos. Assim sendo, o modelo requer informações dos temas Geologia, Geomorfologia e Pedologia, cujos valores de vulnerabilidade para os três temas são apresentados na **Tabela 1**.



**Figura 1.** Bacia do rio Coxipó Açu no contexto da Bacia do Alto Paraguai, no Mato Grosso.

O cálculo para obtenção dos valores de vulnerabilidade para as classes geomorfológicas foi realizado através de três atributos: Densidade de Drenagem (Dren.), Entalhamento dos Vales (E) e Declividade (Decl.). Obteve-se as características de cada forma de relevo em Latrubesse et al. (1998) e os seus respectivos valores em Crepani et al. (2001). Sendo assim, foi elaborada a equação para a Geomorfologia:

$$Geom = \frac{Dren. + E + Decl.}{3}$$

**Tabela 1.** Vulnerabilidades das variáveis de acordo com Crepani et. al. (2001).

Tema	Classe	Legenda	Vulnerabilidade
<b>Geologia</b>	Formação Botucatu	Jb	2.1
	Grupo Cuiabá	PScb	2.4
<b>Geomorfologia</b>	Formas dissecadas com topos apresentando morfologias aguçadas	a34	2
	Formas dissecadas com topos apresentando morfologias convexas	c23	1.7
	Formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares	t11	1
	Formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares	t13	1.5
<b>Pedologia</b>	Neossolo Quartzarênico Distrófico	AQa7	3
	Cambissolo Háplico Eutrófico	Ca8	2,5
	Neossolo Litólico Eutrófico	Ra2	3
	Cambissolo Háplico Concrecionário Distrófico	SCCa1	2,5

O mapa de vulnerabilidade natural foi obtido a partir da combinação em SIG dos temas: Geologia (Geol.), Geomorfologia (Geom.) e Pedologia (Ped.), conforme segue:

$$V = \frac{Ped. + Geom. + Geol.}{3}$$

Tendo em vista que as classes de vulnerabilidade natural foram calculadas pelo somatório dos valores atribuídos a cada tema de um determinado atributo selecionado e que os valores dos atributos hierarquizados não foram necessariamente números inteiros, tornou-se necessário agrupar os valores obtidos em intervalos de quatro classes de vulnerabilidade (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Classes de vulnerabilidade natural de acordo com Crepani et. al. (2001)

Valores	Classe
1 – 1.4	Estável
1.5 – 1.9	Moderadamente estável
2 – 2.4	Moderadamente vulnerável
2.5 - 3	Vulnerável

Para a classificação da área de análise em quatro intervalos definidos de acordo com a característica de cada uma, foram utilizados os princípios de Tricart (1977 *apud* Crepani, 2001), que enfatiza a caracterização quanto à vulnerabilidade através de forma relativa e empírica seguindo os critérios da Ecodinâmica:

- Os meios estáveis cujos relevos apresentam dissecação moderada e ausência de manifestações vulcânicas, prevalecendo a pedogênese;
- Os meios integrados com relativo equilíbrio entre interferências morfogenéticas e pedogenéticas;
- Os meios vulneráveis com relevo com vigorosa dissecação, presença de solos rasos, plani-

cies e fundos de vales sujeitos a inundação, em que prevalece a morfogênese.

#### 4. Resultados e Discussão

Na bacia de estudo a Formação Botucatu ocupa 251,88 Km<sup>2</sup>, sendo constituída por arenitos finos a médios, bimodais, com grãos bem arredondados e estratificações cruzadas de grande porte, podendo ocorrer na forma de intertrapes com basaltos e originar extensos areais (Mato Grosso, 2011).

A extensão ocupada pelo Grupo Cuiabá corresponde a 325,22 Km<sup>2</sup>, formado por filitos diversos, metassilticos, ardósias, metarenitos, metarcóseos, metagrauvacas, xistos, metaconglomerados, quartzitos, metavulcanicas ácidas e básicas, mármore calcíticos e dolomíticos, com presença conspícua de veios de quartzo (Mato Grosso, 2011). Na **Figura 2** é possível observar a distribuição das unidades geológicas caracterizadas.

De acordo com Latrubesse et al. (1998) são quatro formas geomorfológicas presente na bacia investigada (**Figura 3**):

As Formas dissecadas com topos apresentando morfologias aguçadas (a 34) correspondem a 185,85 Km<sup>2</sup> na bacia, com grau de entalhamento dos vales: Médio 40 a 80m e densidade de drenagem: Alta - 250 a 750m.

Em 135,98 Km<sup>2</sup> da área da bacia pode-se observar as formas dissecadas com topos apresentando morfologias convexas (c23) com grau de entalhamento dos vales: Fraco 20 a 40m e densidade de drenagem: Média 750 a 1750m.

Com um total de 251,10 Km<sup>2</sup>, a classificação t11, apresenta formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares. Grau de entalhamento dos vales: Muito fraco (1) < 20m; densidade de drenagem: Muito baixo 3750 a 12750m. Por fim, com uma área de 4,17 Km<sup>2</sup>, encontra-se a classificação t13 com formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares. Grau de entalhamento dos vales: Muito fraco (1) < 20 m.

A seguir são apresentadas nas **Figuras 2 e 3** a distribuição espacial da geologia e da geomorfologia da bacia investigada.

Os tipos de solo encontrados na área de estudo (**Figura 4**) de acordo com Mato Grosso (2011) são:

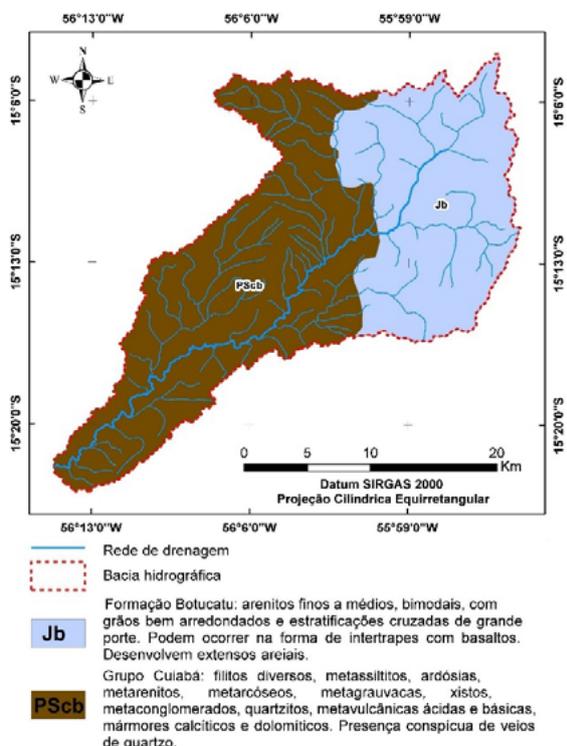
- AQA7- Neossolo Quartzarênico Distrófico ocupa área de 177,64 Km<sup>2</sup> composto por areias Quartzosas álicas A moderado fase Cerrado Tropical Subcaducifólio relevo plano e suave ondulado; Cambissolo álico Tb A moderado cascalhento fase Cerrado Tropical Subcaducifólio relevo suave ondulado e ondulado;

- Ca8- Cambissolo Háptico Tb Eutrófico ocorre em 235,66 Km<sup>2</sup> da bacia, encontra-se o tipo Cambissolo Tb A moderado cascalhento textura média fases campo Cerrado Tropical, Pedregosa e não Pedregosa, relevo forte ondulado; Solos Litólicas álicas A moderado cascalhento textura média fases Campo Cerrado Tropical e Pedregosa, relevo forte ondulado. Substrato filitos;

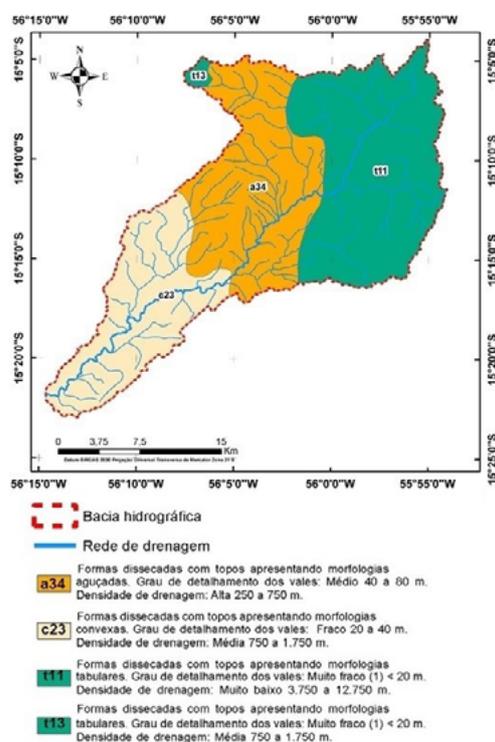
- Ra2 - Neossolo Litólico Eutrófico ocupa 59,24 Km<sup>2</sup> Solos Litólicos álicos A moderado cascalhentos textura média fases Campo Cerrado Tropical e Pedregosa relevo forte ondulado substrato filitos e arenitos; Cambissolo álico Tb A moderado cascalhento textura média fases Campo Cerrado Tropical e Pedregosa relevo forte ondulado; e

- SCCa1 - Cambissolo Háptico Concrecionário Distrófico na bacia corresponde a 104,56 Km<sup>2</sup>, o tipo Solos Concrecionários Câmbicos álicos e distróficos Tb A moderado plíntico e não plíntico textura média fase Cerrado Tropical Subcaducifólio relevo suave ondulado e ondulado; Plintossolo álico Tb A moderado epiconcrecionário textura média/argilosa fase Cerrado Tropical Subcaducifólio relevo suave ondulado; Cambissolo álico Tb A moderado

epiconcrecionário plíntico e não plíntico textura média fases Cerrado Tropical Subcaducifólio e Pedregosa, relevo ondulado.



**Figura 2.** Geologia da bacia do rio Coxipó Açu situada na Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso



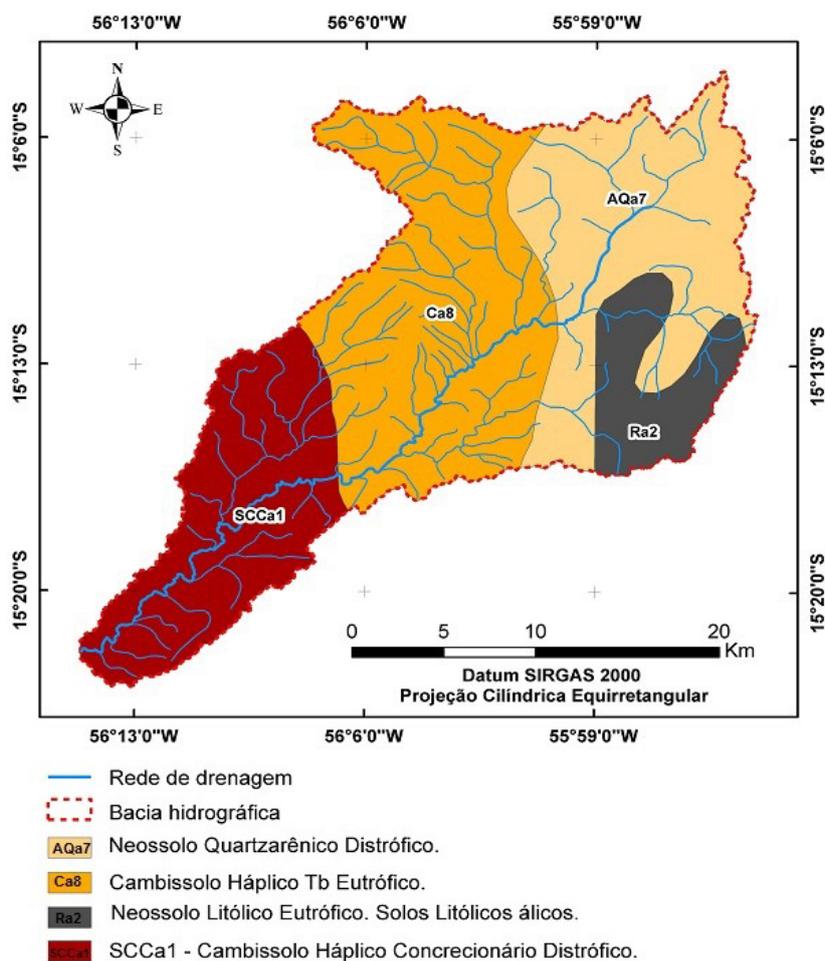
**Figura 3.** Geomorfologia da bacia do rio Coxipó Açu situada na Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso

Na bacia do Coxipó Açu a classe vulnerável ocorre em 40,07% de sua extensão (**Tabela 3 e Figura 5**), decorrente da área apresentar propensão a processos erosivos devido a fragilidade do solo e relevo. Uma característica importante da pedologia local é a presença de solos ferruginosos que dificultam a penetração da água de chuva e até mesmo a penetração de raízes, podendo às vezes impedir ou dificultar o desenvolvimento de uma vegetação mais densa, bem como também são solos pouco férteis (distróficos ou álicos), sendo que a disponibilidade de nutrientes no ecossistema está diretamente relacionada à presença da matéria orgânica.

Várias nascentes dos cursos d'água, inclusive do principal, está localizada na área vulnerável, fato este que compromete qualquer tipo de ação que não seja devidamente planejada.

**Tabela 3.** Vulnerabilidade da bacia rio Coxipó Açu

Vulnerabilidade	Área (Km <sup>2</sup> )
Moderadamente estável	235,89
Moderadamente vulnerável	109,96
Vulnerável	231,25
<b>Total</b>	<b>577,10</b>



**Figura 4.** Pedologia da bacia do rio Coxipó Açu, situada na Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso.

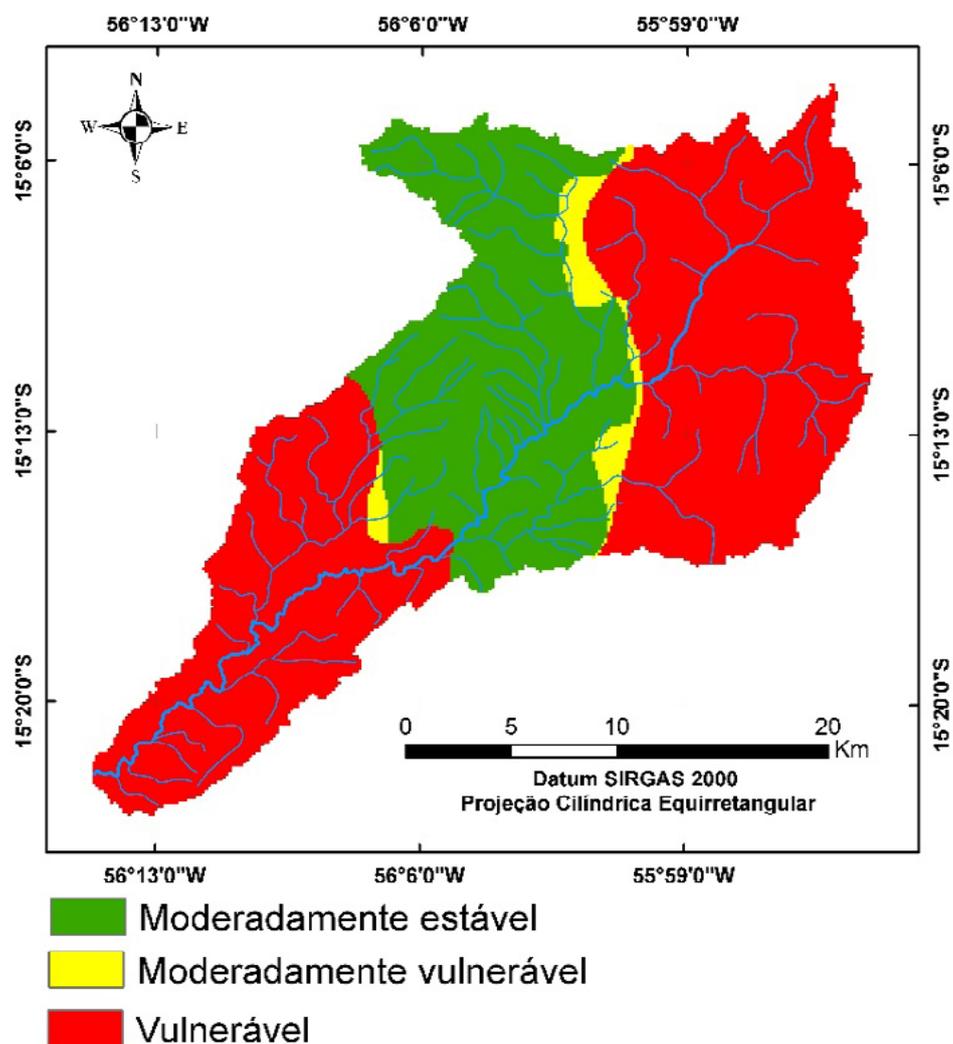
Na área classificada como moderadamente estável, encontram-se Cambissolos pouco desenvolvidos. O maior problema, no entanto, é o risco de erosão. Devido à baixa permeabilidade, sulcos são facilmente formados nestes solos pela enxurrada, o que pode ser agravado pelo tipo de relevo aguçado que é encontrado nesta região da bacia.

Segundo Crepani et al (2001), a intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha. Rochas e solos impermeáveis desfavorecem a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, apresentam maior quantidade de água em superfície para ser drenada em direção às partes mais baixas do terreno. Maior quantidade de água em superfície implica em um número maior de canais de drenagem, maior disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial (runoff) e, portanto, uma maior capacidade erosiva ou de promover a morfogênese.

Nas áreas da bacia de pesquisa classificadas como moderadamente vulnerável foi encontrado relevos tabulares com nível de drenagem de médio a alta com Neossolos com pouca profundidade, o que de acordo com Oliveira et al. (1992) impõe limites de utilização atribuídos à pequena espessura, que dificulta a penetração do sistema radicular das plantas, contribuindo para uma maior fragilidade do solo.

Nos espaços classificados como vulnerável estão localizados a formação Botucatu, com arenitos finos, que podem favorecer o desenvolvimento de extensos areais, bem como Neos-

solos distróficos e Cambissolos com pouca profundidade, dessa forma esses tipos de solo com textura arenosa retém pouca umidade, tornando-se muito lentos na formação de húmus, o que pode impor grande limitação ao seu uso. Em análise morfodinâmica os tipos de solos participam como resultado da equação entre a morfogênese e a pedogênese, o que indica se prevaleceu algum tipo de processo erosivo da morfogênese ou, por outro lado, se prevaleceu processo de pedogênese, dando origem a solos bem desenvolvidos.



**Figura 5.** Vulnerabilidade natural da bacia do rio Coxipó Açu/MT.

## 5. Conclusões

A área da bacia analisada apresenta relevo com formas aguçadas aliado a solos jovens, rasos e ferruginosos, dessa forma devido às suas características texturais e estruturais está sujeita ao desenvolvimento de processos morfogênicos, o que coloca a maioria da extensão territorial da bacia em situação de alta vulnerabilidade natural.

## 6. Agradecimentos

A Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela concessão de bolsa para o mestrado.

À Secretaria de Estado de educação de Mato Grosso – SEDUC por conceder licença remu-

nerada para qualificação profissional.

## 7. Referências

- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Hernandez, P.; Florezano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F.; **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos campos: INPE, 2001. 103p.
- ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2013.
- Grigio, A. M. **Evolução da paisagem do baixo curso do rio Piranhas – Assu (1988-2024): Uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros**. 2008. 205f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- Hogan, D. J. (Org). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, 2007. 240p.
- Latrubesse, E. M.; Rodrigues, S.; Mamede, L. **Sistema de classificação e mapeamento geomorfológico: uma nova proposta**. Revista Geosul, v. 14, n. 27, p. 682-687, 1998.
- Marengo, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. 2 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 212p.
- Mato Grosso. **Atlas de Mato Grosso**: abordagem socioeconômico-ecológica Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96p.
- Oliveira, J. B.; Jacomine, P.K.T.; Camargo, M. N. **Classes gerais de Solos do Brasil**. Guia auxiliar para seu Reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 201 p, 1992.
- Triviroli, V. A.; Paranhos Filho, A. C.; Diodato, M. A.; Grigio, A. M.; Facincani E. M. Análise da vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro – MS. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** Corumbá/MS: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p. 659-665. Disponível em: <<https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2009/cd/p38.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2016.
- Valeriano, M. M. Dados topográficos. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, p.72-104, 2008. Disponível na biblioteca digital URLib: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>>. Acesso em: 8 jul. 2016.