



Análise comparativa da fragilidade ambiental do município de Aquidauana-ms com uso de geotecnologias

Larissa do Carmo Pires¹
Eva Teixeira dos Santos¹
Vitor Matheus Bacani¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS/
R. Oscar Trindade de Barros, s/n
792000-000 - Aquidauana- MS, Brasil
larissa.c.pires@gmail.com
{eva.teixeira, vitor.bacani}@ufms.br

Resumo: As intervenções humanas sobre o espaço natural buscam saciar as crescentes necessidades materiais da sociedade e tem gerado diversos conflitos quanto ao seu uso, em especial de seus recursos naturais. Assim, a análise dos eventos que acabam acarretando mudanças em uma determinada região está ligada ao entendimento de processos físicos e econômicos. O presente trabalho tem por objetivo analisar e comparar a fragilidade ambiental no município de Aquidauana através da aplicação e comparação de duas metodologias. O procedimento fundamentou-se Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) e a metodologia proposta por Crepaniet al.(2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial. Para obter os resultados das unidades de fragilidade ambiental do município de Aquidauana foram feitos levantamentos básicos dos solos, unidades prioritárias para conservação, pluviometria, declividade, geomorfologia, geologia e uso e ocupação do solo. Os resultados apontam um ambiente estável para a metodologia aplicada por Ross (1994) e um ambiente mediantemente estável/vulnerável para a metodologia de Crepaniet al. (2001). A partir da análise dos resultados obtidos da comparação fragilidade ambiental do município de Aquidauana, pode-se identificar os fatores naturais e antrópicos que influenciaram nos graus de fragilidade/vulnerabilidade ambiental.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Aquidauana-MS, vulnerabilidade ambiental.

Abstract: Human interventions over natural areas seek satiate the growing material needs of society and has generated many conflicts as to their use, especially its natural resources. Thus, the analysis of the events that cause changes in a particular region is linked to the understanding of physical and economic processes. This study aims to analyze and compare the environmental fragility in Aquidauana municipality through the application and comparison of two methods. The procedure was based on Empirical Analysis of Fragility of Natural Environments developed by Ross (1994) and the methodology proposed by Crepani et al. (2001) called the Remote Sensing and GIS applied to the Economic Ecological Zoning and Land Management. For the results of the environmental fragility units in Aquidauana municipality were made powerlifting soil, priority units for conservation, rainfall, slope, geomorphology, geology and land use/land cover. The results show a stable environment for the methodology applied by Ross (1994) and an averagely stable / vulnerable environment for the methodology of Crepani et al. (2001). From the analysis of the results of the comparison environmental fragility of the municipality of Aquidauana, it was identified the natural and anthropogenic factors influencing the degree of fragility / environmental vulnerability.

Key-words: Geoprocessing, Aquidauana-MS, environmental vulnerability.

1. Introdução

As intervenções humanas sobre o espaço natural buscam saciar as crescentes necessidades materiais da sociedade e tem gerado diversos conflitos quanto ao seu uso, em especial de seus recursos naturais. Assim, a análise dos eventos que acabam acarretando mudanças em uma determinada região está ligada ao entendimento de processos físicos e econômicos (Damasceño, 2011).

Os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características “genéticas”. Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) produz o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico (Ross, 1994).

A importância de se conhecer as formas de uso da terra ocorrentes na região de interesse, o seu monitoramento e o registro das informações permitem a avaliação das potencialidades futuras e dos impactos produzidos por estes usos. Sendo possível o gestor obter informações básicas para o manejo dos recursos naturais, de forma a minimizar estes impactos, sem acarretar em prejuízos econômico e/ou social (Padilha, 2008).

O município de Aquidauana-MS destaca-se no Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul, por apresentar três importantes unidades fisiográficas: o Planalto Maracaju-Campo Grande, a Depressão Pantaneira e a Planície Sul-Mato-Grossense abrangendo parte dos biomas: Cerrado e Pantanal. Estes aspectos conferem ao município peculiaridades ambientais riquíssimas ligadas à fauna e a flora. Tais características propiciaram ao município uma ocupação pautada na exploração da pecuária extensiva, assim como, o turismo.

Na Geografia, as geotecnologias têm se firmado como uma importante ferramenta no que concerne à análise ambiental tanto no sentido da elaboração de diagnósticos quanto de prognósticos ambientais (Bacani, 2010).

Neste contexto, torna-se de vital importância a análise e comparação metodológica da fragilidade ambiental no município de Aquidauana. Assim, a pesquisa busca responder, através da aplicação e comparação de duas metodologias, sendo a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) e a metodologia proposta por Crepani et al. (2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial, aquela que melhor se aproxima da realidade do município de Aquidauana-MS.

2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo analisar a fragilidade e a vulnerabilidade ambiental do município de Aquidauana-MS a partir da comparação de duas metodologias com técnicas de geoprocessamento.

3. Materiais e métodos

3.1 Área de Estudo

O município de Aquidauana está inserido na bacia do alto rio Paraguai (BAP), que está localizado entre as latitudes 18° 00' 00" S e 20° 00' 00" S e entre as longitudes 55° 00' 00" W e 57° 00' 00" W, abrangendo uma área de aproximadamente, 16.958 km² (IBGE, 2010), na porção Centro-Oeste do Estado de Mato Grosso do Sul conforme (Figura 1).

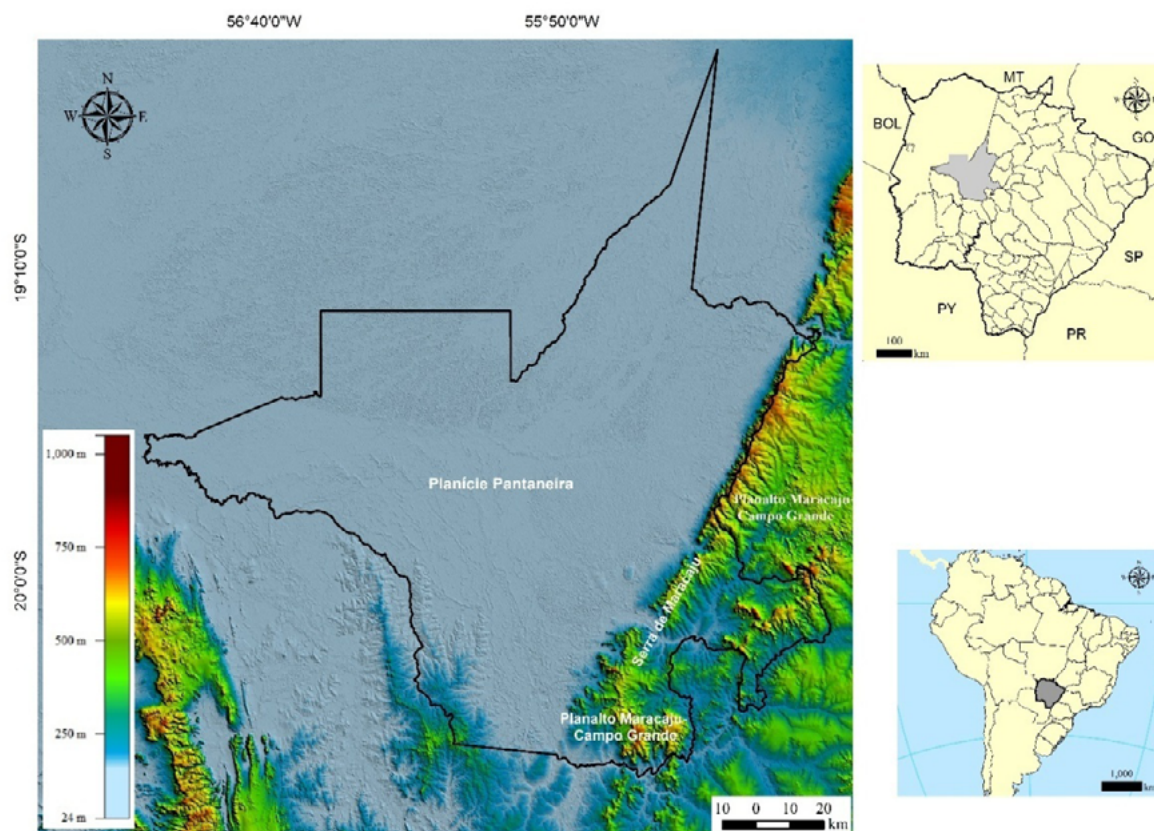


Figura 1. Mapa de localização do município de Aquidauana-MS.

Destaca-se no Estado de Mato Grosso do Sul por apresentar três importantes unidades fisiográficas: o Planalto Maracaju-Campo Grande, a Depressão do Rio Paraguai e a Planície do Pantanal Sul-Mato-Grossense, abrangendo parte dos biomas: Cerrado e Pantanal. Estes aspectos conferem ao município peculiaridades ambientais riquíssimas ligadas à fauna e flora. Tais características propiciaram ao município uma ocupação pautada na exploração da pecuária extensiva, favorecida pela abundância dos mananciais e as planuras da planície pantaneira. O turismo também se apresenta como uma forte atividade econômica.

A geologia é composta pelo Grupo Cuiabá, Granito Rio Negro, Granito Taboco, Formação Furnas, Formação Ponta Grossa, Formação Aquidauana, Formação Botucatu, Formação Pan-

tanal e Depósitos aluvionares de acordo com Brasil (1982).

Os solos são compostos pelos Planossolos, Gleissolos, Plintossolos, Latossolos, Argissolos, Vertissolos, Espodossolos e Neossolos (BRASIL, 1982).

A geomorfologia da área compreende duas macro unidades morfoestruturais: a Bacia Sedimentar do Paraná e a Bacia Sedimentar do Pantanal, subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Planalto Maracaju-Campo Grande, que corresponde à terminação dos planaltos localizados na borda oeste da Bacia sedimentar do Paraná e a Depressão do Paraguai, cuja depressão propriamente dita compreende extensas superfícies aplanadas (Ep) que por vezes apresentam formas pedimentadas (Epd), porém em sua maior parte, as superfícies são recobertas por sedimentos recentes (Epi). Secundariamente, ocorrem formas dissecadas de topo plano (t), convexas (c) e aguçadas (a). As Planícies e Pantanaís Mato Grossenses, apresentam feições bastante peculiares e de terminologia tipicamente regional (BRASIL, 1982).

3.2. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados foram:

Dados de RADAR interferométrico SRTM: Obtenção e conversão de dados temáticos gerados pelo Radar interferométrico SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) do município de Aquidauana – 30m, quadriculos 19-57zn, 20-57zn, 18-555zn, 19-555zn, e 20-555zn (formato GeoTIFF) extraído do banco de dados geomorfométricos brasileiro – TOPODATA /INPE (Valeriano, 2008) para a análise morfométrica e elaboração dos mapas de hipsometria e declividade.

Imagem de Satélite LANDSAT 5: Imagens de satélite LANDSAT-5, sensor TM (*Thematic Mapper*), órbitas ponto 225/74, 226/74, 225/73 e 226/73, bandas 3, 4 e 5, de Setembro de 2010;

Cartas temáticas: cartas temáticas (Geologia, Geomorfologia e Pedologia, Áreas prioritárias), com seus respectivos relatórios técnicos.

Dados pluviométricos: médias anuais pluviométricas disponíveis entre os anos de 1970 a 2007. Utilizou-se dados pluviométricos de 14 estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA), (disponível em <http://www.cpa0.embrapa.br/clima/index.php?pg=chuvas>).

O procedimento metodológico desenvolvido baseou-se numa adaptação de duas propostas metodológicas: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) e metodologia proposta por Crepaniet al. (2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial.

Fragilidade dos Ambientes Naturais

No modelo proposto por Ross (1994, 2000), a análise da fragilidade pode ser feita a partir dos aspectos relacionados ao relevo seguindo duas formas de abordagem: em trabalhos de escala média (1:50.000, 1:100.000, 1:250.000) utiliza-se os Índices de Dissecção dos Relevos, abordando os aspectos morfométricos, e nos estudos em escalas de maior detalhe (1:25.000, 1:10.000, 1:5.000) utiliza-se como base as Classes de Declividades dos terrenos.

A proposta metodológica atribui um índice de fragilidade que varia de 1 a 5 para cada componente do meio físico analisado, conforme o grau de fragilidade para aquele parâmetro, conforme descrito em Ross (2000; 1994). O índice 1 indica maior resistência a ocorrência de processos erosivos e o índice 5 o contrário.

Os dados foram manipulados e processados nos seguintes softwares de sistemas de informações geográficas: ArcGis10® e Spring 5.2. Inicialmente foram combinados pelo método de

álgebra de campo (sobreposição ponderada) os mapas das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade; mapa clinográfico, mapa de solos e mapa de intensidade pluviométrica, os quais resultaram no mapa de fragilidade potencial, considerando apenas os aspectos naturais. Em seguida, elaborou-se o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, o qual combinado pelo mesmo método de álgebra de mapa com o de fragilidade potencial resultou no mapa de fragilidade ambiental.

Análise da Vulnerabilidade Natural a Erosão

A estabilidade ou vulnerabilidade, a resistência ao processo natural de erosão das unidades de paisagem natural é definida pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, vegetação e clima. Seguindo esta proposta, cada um destes temas recebe uma pontuação de vulnerabilidade variando entre 1 e 3. Desta forma as unidades mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 2,0 e as unidades de paisagem mais vulneráveis estarão próximas de 3,0.

O mapa de vulnerabilidade ambiental do município de Aquidauana-MS foi gerado a partir da álgebra dos mapas temáticos dos componentes da paisagem (Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima), em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, manipulados e processados no ArcGis10 ® conforme Equação 1, desenvolvida por Crepani et al. (2001). A cada classe dos mapas temáticos que compõe a unidade de paisagem, foi associado um valor que indica seu grau de vulnerabilidade ambiental, que varia de 1 a 3.

$$V = \frac{G+R+S+Vg+C}{5} \quad (1)$$

Onde: V representa a vulnerabilidade ambiental, G representa vulnerabilidade para o tema Geologia, R representa vulnerabilidade para o tema Geomorfologia, S é a vulnerabilidade para o tema Solos, Vg é a vulnerabilidade para o tema Vegetação e C a vulnerabilidade para o fator Clima.

4. Resultados

Fragilidade Ambiental

A partir da combinação dos dados de fragilidade potencial (áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, clinográfico, solos, pluviosidade) e uso da terra e cobertura vegetal, foi possível identificar cinco níveis de fragilidade ambiental: A) Muito Baixa B) Baixa, C) Média, D) Alta e E) Muito Alta conforme a **Figura 2**. A **Tabela 1** apresenta a quantificação dos graus de fragilidade ambiental do município.

Tabela 1. Quantificação dos graus de Níveis de fragilidade ambiental do município de Aquidauana.

Nível de fragilidade	Área em (km ²)	Área (%)
Muito baixa	4,27	0,025
Baixa	6.833,8	40,38
Média	5.588,3	33,02
Alta	4.465,8	26,39
Muito Alta	27,67	0,16
Total	16.919,84	100

A) Muito Baixa fragilidade: Menor área encontrada no município, totalizando 0,02%, áreas com inclinações baixa de 0 a 6% e em algumas partes de área urbana.

B) Baixa fragilidade: A fragilidade baixa do município é a maior parte encontrada, totalizando 40,38% está associada às áreas onde predominam a vegetação arbórea, sendo seu grau de proteção alto, devido ao pouco contato antrópico nessas regiões.

C) Média fragilidade: a segunda maior classe encontrada com 33,02%, áreas bem distribuídas, ocupa regiões que vão de norte a sul e leste a oeste associados a áreas de pastagem e vegetação arbórea, e atividades de agricultura e silvicultura. As declividades vão desde baixas variando de 0 a 6% até inclinações maiores de 30% relacionadas principalmente a Planossolos e Neossolos.

D) Alta fragilidade: esta classe está correlacionada principalmente às áreas úmidas e corpos d'água presentes no município que necessitam de um alto grau de proteção e conservação da biodiversidade, totalizam 26,39%, além disso, solos do tipo Vertissolos e Espodossolos com alto grau de fragilidade e regiões de solo exposto ocupam essas regiões. Também se encontra áreas de alta importância biológica, nos biomas Cerrados e Pantanal, com fomento às atividades ligadas a extração de produtos não madeireiros, às escolas pantaneiras, implementação das recomendações do PCBAP já existentes, dando ênfase à restrição às atividades de infraestrutura (construção de diques e canais) e fomento ao ecoturismo. Outro fator resultante são as áreas urbanas com um alto grau de fragilidade.

E) Muito Alta fragilidade: a menor classe encontrada, totalizando 0,16% do município, localizada em áreas de alta declividade, principalmente em partes do planalto Maracaju-Campo Grande.

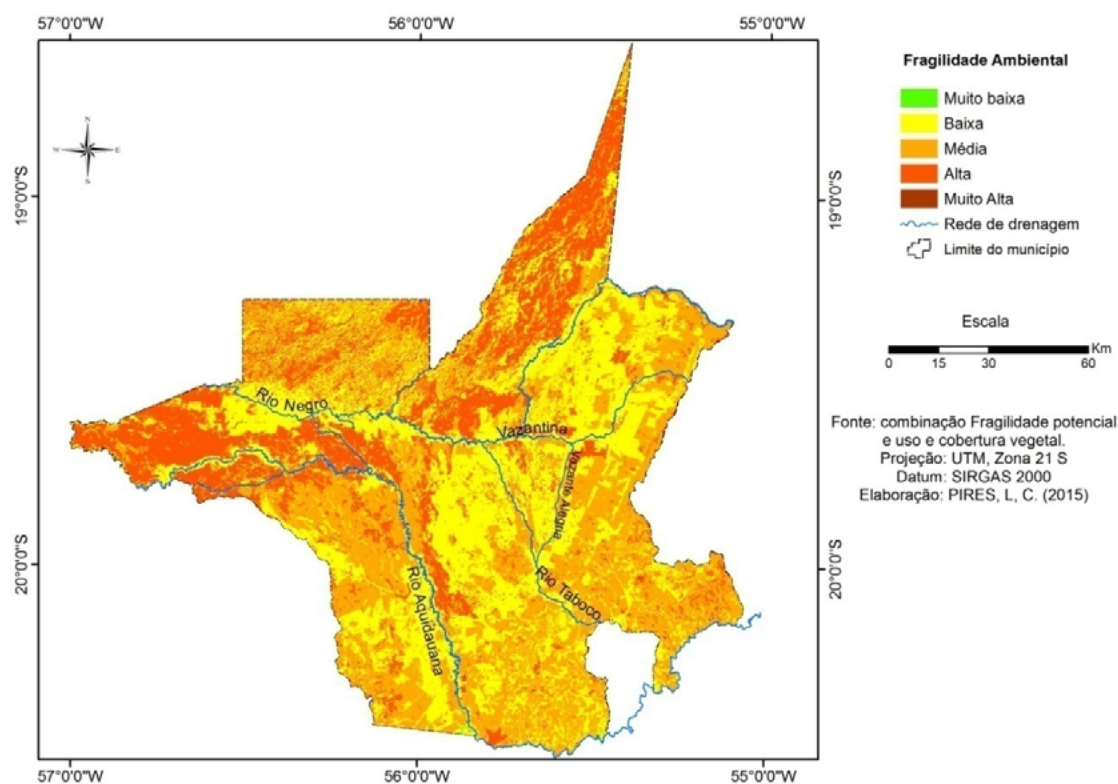


Figura 2. Mapa de fragilidade ambiental do município de Aquidauana-MS.

Vulnerabilidade Ambiental

Os dados para o resultado do Mapa de Vulnerabilidade ambiental, seguindo a Metodologia de Crepaniet al. (2001), foi acrescentado o fator geologia não utilizado na metodologia de Ross

(1994), e, além disso, foi adicionado dados da vegetação GeoMs tendo como resultado 63,83% do município um grau de vulnerabilidade Medianamente Vulnerável estável seguido de 34,98% de uma vulnerabilidade Moderadamente vulnerável (**Tabela 2**).

Tabela 2. Área das classes de vulnerabilidade ambiental do município de Aquidauana-MS.

Grau de vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)	Grau de Vulnerabilidade	Área (%)
1,6	40,48	0,23	Moderadamente	1,12%
1,7	151,96	0,89	Estável	
1,8	234,92	1,38		
1,9	1.245,25	7,36	Medianamente	
2,0	2.644,82	15,64	Estável/	63,83%
2,1	3.551,41	21	Vulnerável	
2,2	3.119,9	18,45		
2,3	3.713,01	21,95	Moderadamente	
2,4	1.679,95	9,93	Vulnerável	34,98%
2,5	505,42	2,98		
2,6	20,68	0,12		
2,7	1,41	0,008	Vulnerável	0,008%
Total	16.908,81	100		

A partir do Mapa de vulnerabilidade ambiental, observa-se que a unidade de paisagem moderadamente Estável ocupa 1,12% e encontra-se em uma declividade plana, solos do tipo Argissolos Vermelhos e vegetação do tipo Cerradão. A formação geológica é Cuiabá, com característica mineralógica Xisto, filito e quartzito.

Na classe predominante no município de medianamente estável/vulnerável o fator Geologia é de formação Pantanal- depósitos aluvionáres e coluvionáres de características litotipo areia, argila e silte com um alto grau de vulnerabilidade, bem como, solos de alto grau de vulnerabilidade como os Planossolos e Neossoloslitólicos. O relevo encontrado para essa classe é plano, com declividades baixas, sendo assim seu grau de vulnerabilidade geomorfológico também se deu baixo. O equilíbrio entre os processos de pedogênese e morfogênese é resultado das diferentes combinações entre seus fatores naturais

As áreas em que obtiveram um grau moderadamente vulnerável são as que apresentam uma vegetação com influência fluvial, regiões que apresentam corpos d'água, de pastagem e sem floresta de galeria. A formação geológica também corresponde à formação Pantanal-depósitos aluvionáres, e além desse, a formação de depósitos aluvionáres com características mineralógicas areia e cascalho que se estendem ao longo do rio Aquidauana e Rio Negro, Formação Aquidauana com presença de diamictito, arenito, folhelho e siltito, formação Botucatú, presença de quartzo, Formação Furnas mineração de arenito e Granito Taboco de granitóide. Os principais solos encontrados são os do tipo Vertissolos e Espodossolos. A declividade é baixa e apresenta no máximo 6% de inclinação. A vulnerabilidade ambiental é resultado do predomínio dos processos morfogenéticos sobre os processos pedogenéticos. As áreas vulneráveis são quase imperceptíveis como mostra a (**Figura 3**) e correspondem a 0,08%. Nesta unidade de paisagem, a vulnerabilidade ambiental é resultado do predomínio dos processos morfogenéticos sobre os processos pedogenéticos.

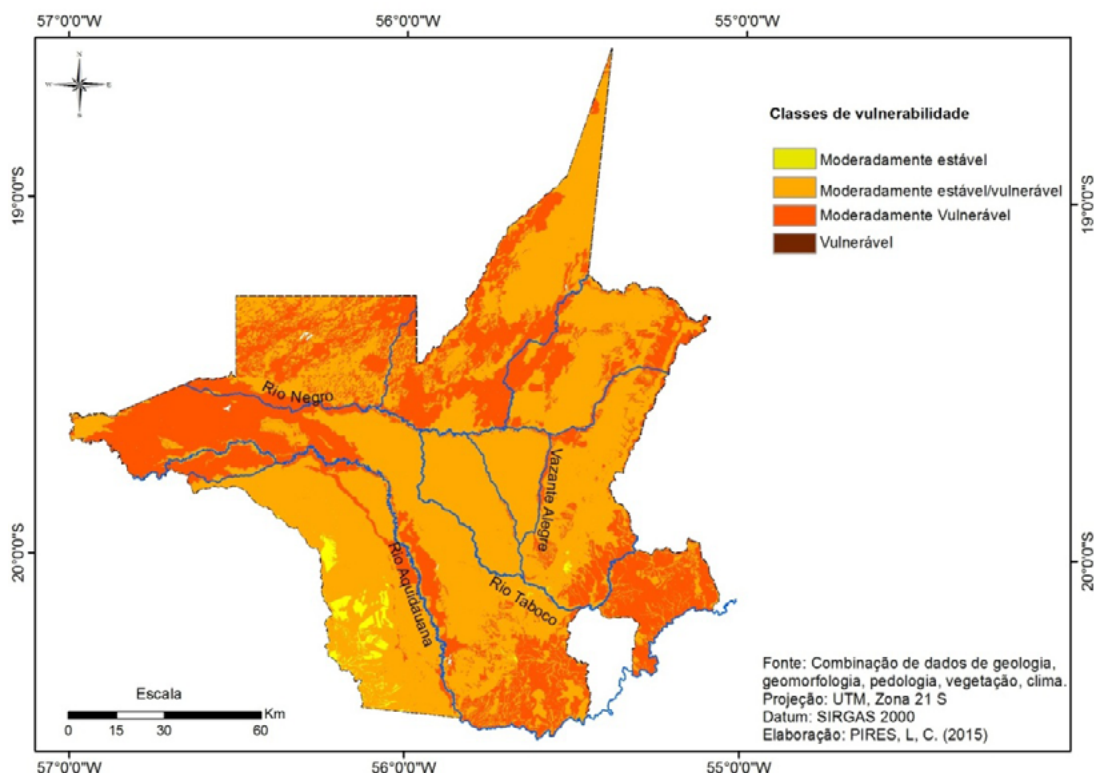


Figura 3. Mapa de vulnerabilidade ambiental do município de Aquidauana-MS

A **Tabela 3** mostra de forma simplificada os elementos utilizados para a obtenção dos dois modelos.

Tabela 3. Variáveis utilizadas em cada procedimento técnico-operacional

Metodologias	Classes de fragilidade Ross (1994)	Classes de vulnerabilidade Crepaniet al. (2001)
Variáveis		
Declividade	X	X
Solos	X	X
Geologia		X
Geomorfologia		X
Clima	X	X
Uso e cobertura vegetal	X	X
Áreas prioritárias	X	

Conforme a tabela acima percebe-se que os dois modelos utilizam-se de algumas variáveis em comum: Declividade, solos, clima e uso e cobertura vegetal. As demais variáveis diferem-se de acordo com cada metodologia analisada.

Ross (1994) estabelece que a classificação dos graus de fragilidade seja feita através do agrupamento dos índices das variáveis (declividade, solos, clima, uso e cobertura vegetal, áreas prioritárias), já Crepaniet al. (2001) classificam a vulnerabilidade ambiental através da média aritmética dos valores individuais de cada variável (geologia, solos, declividade, cober-

tura vegetal, clima, geomorfologia), igualando o peso de cada variável no estabelecimento da vulnerabilidade à erosão de cada unidade.

O fator de conservação da biodiversidade é de extrema importância para o município, dentre as diversas ameaças à conservação da biodiversidade no Pantanal destaca-se o desmatamento, tanto na própria planície quanto no planalto adjacente (MMA, 2007), outro fator de extrema importância para a conservação da biodiversidade no município é a presença do bioma cerrado, que apresenta elevada riqueza de espécies, com valores que fazem deste bioma a mais diversificada savana tropical do mundo: plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós somam mais de 7.000 espécies sendo 44% da flora. (Mendonça et al., 1998, p. 293).

No que diz respeito à metodologia de Crepaniet al. (2001), que adota as médias, o resultado da vulnerabilidade apresenta um efeito suavizado entre as classes, promovendo uma distribuição maior entre as classes intermediárias, como por exemplo áreas formadas por solos de uma alta vulnerabilidade à erosão, encobrem a vulnerabilidade superficial, muitas vezes formadas por relevo mais aplainados.

A aplicação da metodologia de Ross (1994) estabelece uma fragilidade fraca seguida de média, já a de Crepaniet al. (2001) foi classificado com vulnerabilidades entre moderadamente estável e moderadamente vulnerável. Ou seja, para a metodologia de Crepaniet al. (2001) o município de Aquidauana é considerado mais vulnerável a erosão enquanto que para a metodologia de Ross (1994) é considerado um ambiente mais estável.

5. Conclusão

O município de Aquidauana apresentou vulnerabilidade ambiental medianamente estável/vulnerável de acordo com a metodologia de Crepaniet al. (2001). Fato este que pode ser entendido a partir da relação entre a diversificação das feições geomorfológicas presentes, sobretudo a transição Planalto e Planície; os tipos de formações geológicas, principalmente as aluvionares, solos poucos desenvolvidos, vegetação do tipo arbustiva resultante principalmente da atividade agropecuária existente no município como principal atividade econômica, vegetação do tipo fluvial. Tais fatores, associados à intensidade pluviométrica que pode chegar até 500 mm/mês especialmente sobre os pontos mais altos do terreno adquirem maior energia potencial no seu percurso em direção às partes mais baixas e, conseqüentemente, apresentarão maior capacidade de erosão ou de morfogênese, contribuindo para uma vulnerabilidade medianamente estável/vulnerável.

Para a metodologia de Ross (1994) o município apresentou uma baixa vulnerabilidade resultante de áreas com um alto índice de cobertura vegetal e baixas declividades que favorecem a cobertura do solo, seguida de média fragilidade ambiental, associada aos tipos de uso do solo presentes e tipos de solos mais frágeis.

A partir da relação dos resultados apontados, é possível uma reflexão, principalmente ao poder público em relação às atividades econômicas desenvolvidas no município em áreas suscetíveis a maior vulnerabilidade/fragilidade ambiental.

Os métodos utilizados apresentaram resultados que podem ser utilizados para estudos de planejamento relativos às questões ambientais, entretanto é necessário que se faça maior número de trabalhos de campos, contribuindo assim para um melhor confrontamento de dados.

A utilização das Geotecnologias como ferramenta para estudos ambientais vem sendo nos últimos anos de extrema importância, sendo um instrumento de suporte na tomada de decisão para profissionais de diversas áreas do conhecimento, devendo ser ainda muito explorada principalmente pelos profissionais ligados às áreas ambientais.

O uso das metodologias de Crepaniet al. (2001) e Ross (1994) com algumas adaptações

permitiu o conhecimento da morfodinâmica, sua classificação em unidades de paisagem de acordo com o grau de vulnerabilidade ambiental, bem como, os diferentes graus de fragilidade ambiental para o município de Aquidauana podendo fornecer subsídios ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao planejamento e ordenamento territorial da área de estudo.

6. Referências

Agência Nacional das Águas (ANA), Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/clima/index.php?pg=chuvas>>. Acesso em 18 de setembro de 2015.

Bacani, V.M. **Geotecnologias aplicada ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim-MS**. 2010. 222f. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

Biodiversidade 31. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Portaria MMA nº9, janeiro de 2007.

Brasil, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. Folha SE. 21 Campo Grande.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.

Damasceno, Maycon Pereira. **Análise comparativa da fragilidade ambiental da Sub-bacia hidrográfica dos arroios de Juá e Caracol – Bacia hidrográfica do Rio Cai/RS**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Embrapa Solos, Disponível em:<<http://www.cnps.embrapa.br/>>. Acesso em 18 de março de 2015.

Imasul, **Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <<http://www.imasul.ms.gov.br/index.php?inside=1&tp=3&comp=&show=6521>>. Acesso em 10, Fevereiro, 2014.

Mendonça, F. Diagnóstico e análise Ambiental de Microbacia Hidrográfica Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **R RA'EGA**, Curitiba, n.3,p. 67-89. 1999. Editora da UFPR.

Padilha, D. G. **Geoprocessamento aplicado na caracterização da fragilidade ambiental da Bacia hidrográfica do arroio grande, RS**. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul / João Vila da Silva ... [et al.].- Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 64 p. : il. ; 29,7 cm.

Ross, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos ambientes Naturais e Antropotizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63 -74, 1994.

Ross, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5ed. São Paulo: Ed. Contexto. 85p. 2000.

Sisla, **Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental**, Disponível em: <<http://sisla.imasul.ms.gov.br>>. Acesso 18 de Setembro de 2013.

Valeriano, M. de M. **Topodata: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**- São José dos Campos: INPE, 2008.