



Análise da Paisagem da Região de Dois Irmãos de Buriti, Mato Grosso do Sul Analysis of the Landscape of Dois Irmãos de Buriti Region, Mato Grosso do Sul

Liliane Candida Corrêa¹; Hugo Teruya Junior¹;
Fabrício Bau Dalmas² & Antonio Conceição Paranhos Filho¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais,
Avenida Costa e Silva, s/n, 79070-900, Cidade Universitária, Campo Grande, MS, Brasil.

²Universidade de Guarulhos, Programa de Mestrado em Análise Geoambiental,
Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil.

E-mails: lillycorrea@gmail.com; teruyajunior@gmail.com; fdalmas@prof.ung.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Recebido em: 22/09/2017 Aprovado em: 20/10/2017

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_181_190

Resumo

As atividades antrópicas fragmentam o ambiente natural, transformando os remanescentes de paisagem mais suscetíveis às influências da matriz onde estão inseridos. As geotecnologias são ferramentas para o estudo dos elementos que compõem a paisagem e a sua dinâmica. Esta pesquisa propôs a análise da paisagem do Município de Dois Irmãos do Buriti, inserido no bioma Cerrado, quanto a sua estabilidade morfológica, utilizando dados de geomorfologia, geologia, solos e uso e ocupação do solo. Posteriormente, aplicaram-se métricas para avaliar a fragmentação, quanto ao tamanho, classes e grau de isolamento dos fragmentos. Após essa análise, observou-se que a região possui 55% de área de Moderada a Alta Vulnerabilidade a processos de morfogênese, com áreas localizadas no extremo norte, centro-oeste e costa leste, compostas por solos jovens e rochas sedimentares. Ao sul, há uma região de estabilidade que propicia ao desenvolvimento de atividades econômicas por apresentar classes medianamente estável/vulnerável até a estável. Quanto à fragmentação, a paisagem possui fragmentos pequenos (Moda 0,3 ha e Média 5,5 ha) com alto grau de isolamento (Média 190m), porém com índice de forma tendendo à circular. Por fim, a geotecnologias serviram ao propósito esperado facilitando a visualização e demonstração dos resultados, gerando um banco de dados georreferenciado aplicável.

Palavras-chave: Unidades de paisagem; Geossistema; Vulnerabilidade; Fragmentação; Métricas

Abstract

Human activities have fragmented the natural environment, making them more susceptible to the influences of matrix remaining where they are located. The geotechnology are tools applied to study of landscape elements and its dynamics. This research proposed the analysis of Dois Irmãos do Buriti City, inserted in the Cerrado biome, in relation to its morphological stability, using data of geomorphology, geology, soils and land use. In the second step was applied metric analysis to evaluate the isolation of fragments degree. Analysis done was noted that the region is about 55% averagely stable and moderately vulnerable. The vulnerable areas are located in north, midwest and east coast of city and are composed by young soils and sedimentary rocks. In south, there is an area of stability that promotes the economic development activities by presenting averagely stable. The landscape of study area has small fragments (Mode of 0.3 hectare and Average of 5.5 hectare) with high isolation (Average 190m), but with the form index tending to circulate. Finally, geotechnology served to the intended purpose facilitating the viewing and the income statement, creating an applicable georeferenced database.

Keywords: Landscape unit; Geosystem; Vulnerability; Fragmentation; Metrics

1 Introdução

Já é notório que o desmatamento, incêndios e queimadas florestais trazem inúmeros prejuízos para o meio natural, enfraquecendo o solo, fragmentando a vegetação e diminuindo a biodiversidade na paisagem. Com a maior parte da biodiversidade se encontrando em pequenos fragmentos, há um crescente interesse nos estudos sobre as consequências desses processos (Viana & Pinheiro, 1998).

Para o estudo dos fragmentos tem sido utilizada a análise da paisagem, uma técnica que possibilita o diagnóstico dos processos ecológicos frente aos problemas ambientais, especialmente quanto à sua consequência. Martins *et al.* (2004) interpretam a paisagem como um conjunto de diferentes elementos e suas dinâmicas, sendo considerado além dos aspectos naturais também o humano. Os sistemas específicos que estudam a paisagem podem ser denominados de geossistemas, resultantes da uma integração de mais de um elemento físico do meio (Sotchava, 1977). A depender da escala, pode um geossistema formar uma unidade de estudo pela associação de diversos elementos naturais como relevos, solos e climas (Bertrand, 1968).

Para a análise desses elementos adota-se o conceito de Ecodinâmica, fundamentado no balanço entre a pedogênese/morfogênese, onde em meios estáveis predomina pedogênese, com evolução lenta; e em meios instáveis predomina a morfogênese com mudança no relevo (Tricart, 1977). Ou seja, o resultante desse equilíbrio reflete na estabilidade do geossistema, por conseguinte na paisagem.

No estudo da paisagem também é possível observar, essencialmente, três componentes que formam um mosaico: *matrix*, *patches* e *corridor* (Forman & Godron, 1986). Considerando uma matriz antropizada, inserida com fragmentos naturais, Harris (1984) e Farina (1998) mostram que a redução no seu tamanho pode comprometer a sustentabilidade de um ecossistema com perda da biodiversidade regional. Forman (1995) e Metzger (1999) também afirmam que a implantação de corredores naturais é um importante meio para a ligação desses fragmentos, possibilitando o fluxo gênico e, conseqüentemente, a variabilidade genética.

O objetivo deste artigo foi de analisar a paisagem do Município de Dois Irmãos do

Buriti, aplicando fundamentos da ecodinâmica, identificando os geossistemas, conforme seu grau de fragilidade frente aos fatores naturais e antrópicos e, posteriormente, calculando-se métricas que irão descrever a situação da fragmentação da região, quanto ao tamanho, forma e grau de isolamentos dos remanescentes, utilizando a aplicação de geotecnologias.

As geotecnologias podem ser aplicadas como uma importante ferramenta de análise ambiental, integrando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ambiente de integração de dados, informações e cartas de naturezas e escalas diferentes, além do sensoriamento remoto, como técnica de obtenção de informação sobre um objeto, área ou fenômeno sem que haja contato com o sensor (Paranhos Filho *et al.*, 2016).

1.1 Área de Estudo

A área de estudo é o Município de Dois Irmãos do Buriti, situado no Estado do Mato Grosso do Sul, região essencialmente pecuarista e comercial. Tem como divisa os Municípios de Sidrolândia ao leste, Aquidauana ao norte, Anastácio a oeste e pequena divisa com Maracajú ao sul. O ponto central do Município tem as coordenadas 20°35'52"S e 55°21'32"O, possui área de 2.345 km² e pertence à bacia hidrográfica do Miranda, sub-bacia do Aquidauana (Figura 1).

2 Materiais e Métodos

Para a delimitação das unidades de paisagem, foram utilizados os Mapas temáticos do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Mato Grosso do Sul (ZEE/MS), na escala 1:250.000, com dados de Geologia, Geomorfologia e Solos (MS, 1989). O Mapa de uso e ocupação do solo utilizado foi obtido a partir da classificação supervisionada de uma imagem do satélite Landsat, sensor Thematic Mapper (TM), com seis bandas espectrais com resolução espacial de 30 metros, Órbita/Ponto 225/074 do dia 20/04/2007 (Brasil, 2007a).

Informações adicionais sobre as unidades de cada mapa temático (geologia, geomorfologia e solos) foram retiradas do Relatório do Projeto RADAMBRA-SIL (Brasil, 1982) e de Mendes *et al.* (2004).

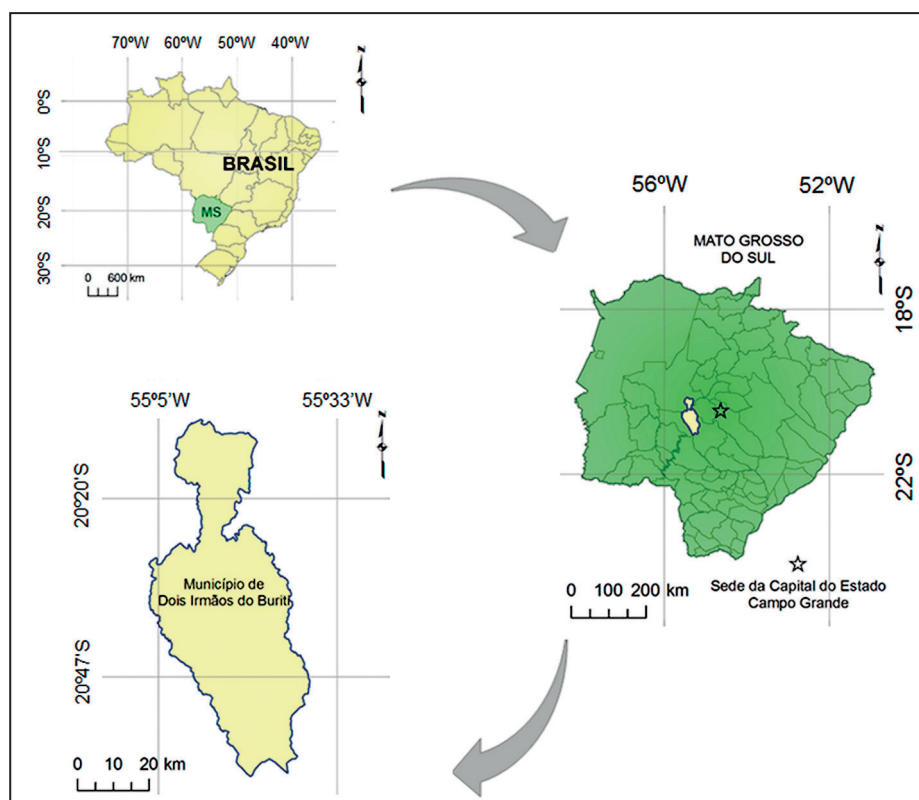


Figura 1
Localização da
área de estudo:
município de Dois
Irmãos de Buriti,
MS (modificado de
Brasil, 2005).

Como auxílio na análise da paisagem, também foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) do Global Land Cover Facility (GLCF), da mesma Órbita/Ponto da imagem Landsat, do ano de 2000 que possui algumas correções (GLCF, 2000). A partir do MDE foi gerado, na área do município, um Mapa de declividade em graus e, posteriormente, um mapa hipsométrico.

Considerando que os elementos fundamentais que comprometem a dinâmica dos fragmentos sejam: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança (Martins *et al.*, 2004), este foram os principais fatores analisados neste trabalho.

2.1 Análise Ecodinâmica

Trata dos critérios empregados para estabelecer valores de vulnerabilidade à perda de solo para cada um dos temas. A análise procura realçar os processos que influem no desenvolvimento da pedogênese/morfogênese de uma forma abrangente, para posteriormente poder relacionar à área de estudo.

A definição dos valores de estabilidade à vulnerabilidade está condicionada a uma análise

das características de cada tema considerado. A metodologia utilizada para estabelecer estes valores foi baseada em Crepani *et al.* (2001) que possui como referência, o trabalho desenvolvido por Tricart (1977).

Conforme os autores, a relação é qualitativa, com valores próximos de 1,0 para unidades que apresentassem maior estabilidade, com tendência à pedogênese; valores de 3,0 para maior vulnerabilidade, com tendência à morfogênese; e 2,0 os meios intergrades, que são os ambientes onde há possibilidade de ocorrer os dois processos de forma equilibrada.

2.1.1 Litologia

Em relação à litologia, a informação que pode ser analisada para definir os valores que representam a vulnerabilidade é o grau de coesão das rochas. Em rochas mais coesas prevalecem os processos pedogenéticos e em rochas menos coesas predominam processos modificadores das formas de relevo, os morfogenéticos (Crepani *et al.*, 2001).

A porção inserida na Formação Serra Geral, representa 31% da área total do município e é

formada, principalmente, por basalto, rochas ígneas de grande e média resistência ao intemperismo. Também presente a Formação Botucatu, com 23% da área total, tendo um comportamento equilibrado para instável, formado basicamente por arenito quartzoso, rocha sedimentar.

Os Aluviões Atuais, que ocupam 5% da área municipal, são formados por areia e cascalho, basicamente sedimentos aluvionares inconsolidados relacionados às planícies de inundação, barras de canais fluviais atuais. A Formação Aquidauana, com 39% da área, se constitui por arenito, diamictito, folhelho, siltito (rochas sedimentares) e junto com os Aluviões, formam as unidades geológicas de característica vulnerável. No município foram identificadas a Formação Serra Geral, a Formação Botucatu, a Formação Aquidauana, os Aluviões Atuais e os Depósitos Detríticos (Tabela 1).

Classe	Área (km)	Peso
Formação Serra Geral	72.889	1
Formação Botucatu	54.741	2,5
Aluviões Atuais	12.144	3
Depósitos Detríticos	3.497	3
Formação Aquidauana	91.163	3

Tabela 1 Unidades geológicas do município de Dois Irmãos de Buriti (MS, 1989), com indicação dos pesos de estabilidade à vulnerabilidade.

2.1.2 Solos

Os valores estabelecidos na análise dos solos são relacionados ao grau de maturidade, isto é, se a formação do solo é antiga ou recente e sua profundidade. Solos mais estáveis (valores próximos a 1,0) tem por característica serem antigos, com grande profundidade, bem desenvolvidos, como os latossolos. Já os solos vulneráveis são solos pouco maduros, ainda em fase de desenvolvimento (valores próximos a 3,0). Os pesos das classes do mapa pedológico da área de estudo podem ser visualizados na Tabela 2.

O Latossolo Vermelho (49% da área total) foi único considerado como mais estável, por ser um tipo de solo mais antigo, homogêneo, tendo um bom desenvolvimento. Argissolo Vermelho – Amarelo, com a segunda maior área (29% da área total) foi considerado equilibrado, pois tem por característica

marcante um aumento de argila no horizonte superficial A para o sub-superficial B.

Os solos Neossolo Litólico (13% da área total) e Neossolo Quartzarênico (6% da área total) foram considerados solos muito instáveis (peso 3,0), por serem jovens, em início de formação, sendo o litólico geralmente solos rasos e o quartzarênico de textura arenosa; e o solo Gleissolo Háplico (3% da área total), geralmente alagado pela sua má drenagem, limitando seu uso.

Classe	Área (km)	Peso
Latossolo Vermelho	115.227	1
Argissolo Vermelho - Amarelo	68.509	2
Neossolo Litólico	29.927	3
Neossolo Quartzarênico	14.832	3
Gleissolo Haplico	5.900	3

Tabela 2 Unidades de solo do município de Dois Irmãos de Buriti (MS, 1989), com dados de área e peso de estabilidade à vulnerabilidade.

2.1.3 Uso e Ocupação do Solo

Para este fator foram analisados os valores que representam estabilidade à vulnerabilidade de acordo com a cobertura da vegetação, pois ela está diretamente ligada ao balanço entre pedogênese/morfogênese.

Regiões com remanescentes de Mata ou Cerrado, por exemplo, formam uma barreira contra a ação das gotas de chuva, diminuindo sua força de impacto e por consequência o efeito *splash*. Áreas vegetadas também minimizam a ação do vento e do escoamento superficial como elementos erosivos. Em contraponto, uma área que se aproxime de um solo exposto acaba ficando sem barreiras contra a ação do efeito erosivo da chuva, do escoamento superficial e do vento.

Dessa forma, quanto mais densa a cobertura presente tanto mais próximos os valores ficam a 1,0 (maior estabilidade); e quanto menor cobertura, os valores ficam próximos a 3,0 (maior instabilidade). O Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 2) foi obtido através da aplicação do método de classificação supervisionada, usando o algoritmo *Maximum Likelihood*, no programa Erdas v9.1 (Erdas, 2006), com base na imagem do satélite Landsat.

2.1.4 Geomorfologia

Para estabelecer valores na geomorfologia quanto à estabilidade, foram analisados os índices morfométricos do terreno, onde se utilizou a matriz de Crepani *et al.* (2001). Na área de estudo houve casos em que em uma mesma unidade morfológica se identificou em mais de uma forma e índice de dissecação. Optou-se, então, por realizar a média dos parâmetros analisados com a finalidade de caracterizar a unidade em estável ou instável.

As unidades morfológicas consideradas foram seis, sendo: Patamares da Serra do Aporé, Segundo Patamar da Borda Ocidental, Depressão Inter-Patamares, Depressão Aquidauana – Bela Vista, Planície Fluvial AF e Planalto de Dourados (Tabela 3).

Classe	Área (km)	Peso
Patamares da Serra do Aporé	83.548	2,5
Segundo Patamar da Borda Ocidental	65.732	2,5
Depressão Inter-Patamares	63.846	2
Depressão Aquidauana - Bela Vista	10.214	1,75
Planície Aluvial	8.805	3
Planalto de Dourados	2.300	1,5

Tabela 3 Unidades morfológicas do município de Dois Irmãos de Buriti (MS, 1989), com dados de área e peso de estabilidade à vulnerabilidade.

2.2 Vulnerabilidade

Para obter as unidades de paisagem, ou geossistemas, utilizou-se a ferramenta de análise com o método de *overlay (analysis tools)*, que consiste no cruzamento dos dados e informações obtidos, neste caso, no ambiente SIG ArcGis 10 (ESRI, 2011), sendo preservados todos os atributos de cada mapa temático.

Com os pesos já inseridos em cada tema, foi realizada uma média aritmética para gerar um mapa com as informações de estabilidade e vulnerabilidade da região, reorganizado em 5 intervalos (Tabela 4).

Grau de Vulnerabilidade	Peso
Estável	1,0 – 1,3
Moderadamente Estável	1,4 – 1,7
Medianamente Estável / Vulnerável	1,8 – 2,2
Moderadamente Vulnerável	2,3 – 2,6
Vulnerável	2,7 – 3,0

Tabela 4 Intervalos da vulnerabilidade/estabilidade do Município (Crepani *et al.*, 2001).

2.3 Análise da Fragmentação

O estudo de McGarigal *et al.* (2002) analisa a paisagem, utilizando diversas métricas separadas em três categorias, aqui adotadas como: fragmentos, classes e paisagem, que foram utilizadas neste estudo.

Foi realizada uma análise do grau de isolamento dos fragmentos, através do cálculo dos centroides dos fragmentos e, posteriormente, análise de proximidade, na extensão *Near* do programa ArcGIS (ESRI, 2011).

Além dos dois índices de forma calculados (SHAPE e FRACTAL), também se utilizou o índice de forma pela Equação 1, que originou a Vulnerabilidade Ecológica Relativa, e tem por premissa de avaliar a dimensão do fragmento vegetal, classificando-o quanto à sua sensibilidade potencial à interferência da matriz antrópica (Carrijo, 2005).

O cálculo do índice de forma pelo também chamado índice de borda ou índice de circularidade (Carrijo, 2005), é descrito na Equação 1 (Figura 3).

$$(P_c/P_f) = (2\pi) * \left(\sqrt{A_f/\pi} \right)$$

Figura 3 Equação 1 (IC = Índice de Forma de circularidade; Pc = Perímetro (m) do fragmento considerando sua forma circular; Pf = Perímetro real (m) do fragmento; Af = Área real (m²) do fragmento).

3 Resultados e Discussão

3.1 Análise da Vulnerabilidade

Foram analisadas seis regiões dentro da área de estudo. A primeira unidade (G1), localizada no extremo norte do município, apresenta latitude entre 200-300 metros, relevo aplainado, variando entre até 6 graus, e tem por unidade de solo Neossolo Quartzarênico. O uso predominante do solo é pastagem com grandes fragmentos de mata. A segunda área (G2), também no extremo norte, possui relevo aplainado e em poucas áreas ondulados chegando a 20 graus de declividade e altitudes de até 500 metros e, além do Neossolo Quartzarênico, possui Neossolo Litólico. Ainda na porção norte do Município de Dois Irmãos do Buriti, a terceira unidade (G3) possui Neossolo Litólico e altitudes variando entre 200 a 300 metros.

Na área central do município, a quarta unidade (G4) possui Neossolo e Argissolo com relevo ondulado, porém apresenta algumas áreas com 50° de inclinação. Ao sul desta unidade, porém ainda na região central do município, está localizada a quinta unidade (G5) com predominância de Argissolo e, em relação à vegetação, possui grandes fragmentos de cerrado e mata. A altitude é de até 500 metros e o relevo é ondulado, com declividade podendo chegar a 20° em algumas áreas.

A sexta unidade (G6), localizada no extremo sul da área de estudo, acompanha os leitos de rios. Possui solos Gleissolo Háplico e solo Neossolo Quartzarênico, altitudes de até 200 metros, com relevo suave ondulado, e onde está com localizado o Neossolo com declividades de até 50°.

Por apresentarem características de relevo e geologia similares, o fator solo se mostrou distinto nessas cinco regiões e deve ser tratado com mais atenção. A área de estudo apresenta característica econômica voltada à pecuária, atividade econômica que se desenvolvida de maneira inadequada, pode causar desgaste dos recursos naturais, tais como ablação do solo; diminuição da densidade vegetacional e, conseqüentemente, diminuição da fertilidade natural; deficiência hídrica; irregularidade climática; e solos rasos. As áreas de vulnerabilidade Moderada e Alta ocupam 55% da área total do município (1.031,8 km²), fato já esperado, pois

aproximadamente 70% do município é coberto por área antropizada.

A classe Vulnerabilidade Medianamente Estável ocupa 38% da área total (891,1 km²), e sua maior densidade está na região centro sul do município, com uma geologia composta por basalto e solo do tipo latossolo nos Patamares da Serra do Aporé. Nessas áreas há ação simultânea dos processos de dinâmica de estabilidade e instabilidade, portanto, há uma razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, incluindo condições regulares dos recursos hídricos e possibilidades do uso das reservas paisagísticas.

A área de vulnerabilidade Baixa é semelhante à de Muito Baixa, apresentando 4% e 2%, respectivamente, com exceção de alguns pontos no centro do município que são regiões de Mata. Principalmente pela presença da cobertura vegetal, esses pontos apresentam maior estabilidade, além de terem solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade natural e poucos susceptíveis à conservação vegetal.

O Mapa de Vulnerabilidade apresentado na Figura 4, segue o padrão proposto por Crepani *et al.* (2001), onde a categoria de estabilidade, com valores próximos a 1,0 apresentam cores frias (azul e ciano) e as categorias de vulnerabilidade, com valores próximos a 3,0 apresentam cores quentes (vermelho e amarelo).

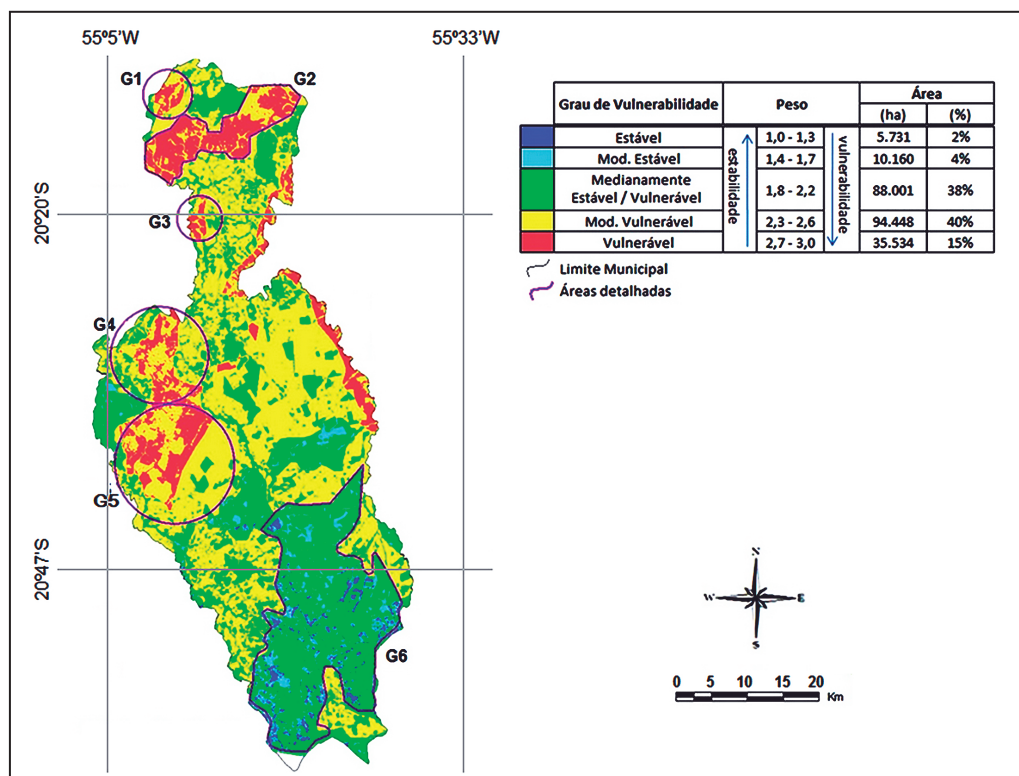


Figura 4 Mapa de Vulnerabilidade a perda de solo do município de Dois Irmãos do Buriti.

3.2 Análise dos Fragmentos

Com as métricas analisadas, resultou-se numa paisagem de área 234.500 ha (TA), com 12.889 fragmentos (Npp), tendo uma variedade de cinco tipos de classes (PR), sendo elas: cerrado, mata (e cerradão), áreas úmidas, lagos e rios.

A matriz foi determinada como sendo a classe agrupada de pastagem, áreas agrícolas e área de queimada/incêndio. A análise dos tamanhos dos fragmentos das classes cerrado, mata (e cerradão), áreas úmidas, lagos e rios, pode ser visualizada na Tabela 5.

	Médio	Menor	Maior	Maior Frequência
Mata	12	0,3	2.984,40	0,5
Cerrado	2,8	0,3	469,7	0,3
Áreas úmidas	2,7	0,3	233,2	0,4
Lagos	1,2	0,3	7,3	0,5
Rios	0,8	0,3	3,3	0,3

Tabela 5 Análise do tamanho dos fragmentos.

Aplicou-se índice de Simpson (SIDI) para verificar a diversidade da região, que resultou em 0,95. Este é um índice de dominância, que nos mostra a diversidade local, e o fato de estar tão próximo a 1,0, além da homogeneidade local, pode ser devido à escala do trabalho.

As paisagens que apresentam menores valores para área média dos fragmentos são consideradas mais fragmentadas (McGarigal *et al.*, 2002). Portanto, este é um item importante para indicar o grau de fragmentação de uma região, além de se considerar que algumas espécies dependem diretamente do tamanho dos fragmentos para sua conservação.

Os fragmentos foram reagrupados em classes de áreas e classificados quanto a um grau de vulnerabilidade (Figura 5), considerando os menores fragmentos mais susceptíveis aos efeitos de borda causados pela matriz que faz parte, e os de maior área menos vulneráveis, pois teriam mais 'área de amortecimento' para proteger sua área central.

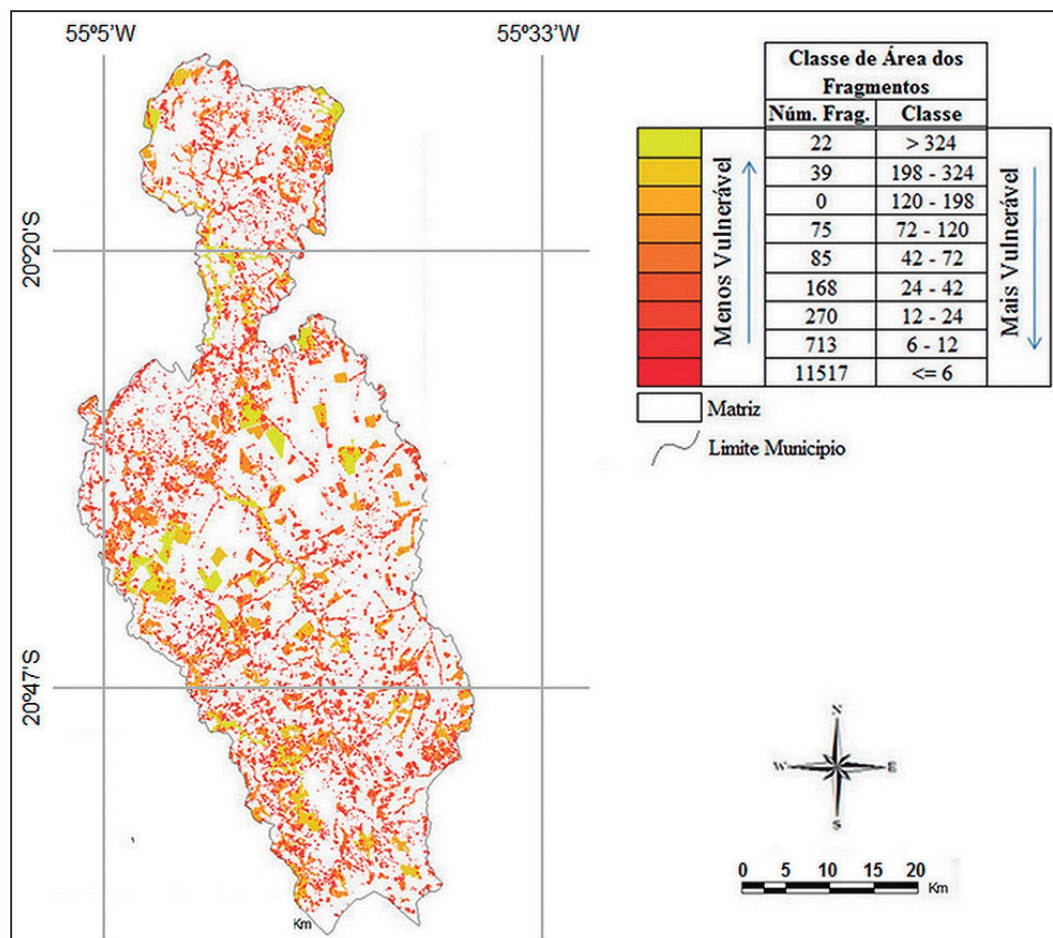


Figura 5 Mapa dos fragmentos classificados quanto a vulnerabilidade ao tamanho de área.

A região apresentou uma maior quantidade de fragmentos menores que 6 hectares, principalmente na classe Cerrado. Em contraponto, os fragmentos maiores que 324 hectares, em sua maioria, foram na classe Mata.

Os índices de forma foram calculados na própria tabela de atributos do arquivo vetorial (shapefile) e podem ser visualizados na Figura 6.

Fragmentos de forma irregular são mais susceptíveis ao efeito de borda, que ocasiona a redução da área central deste fragmento, também chamada de área nuclear, que é um buffer interno onde o fragmento recebe o impacto. Com isso há interferência de processos ecológicos importantes na dinâmica local.

Os índices que calculam a irregularidade dos fragmentos são chamados de índices de forma, e geralmente comparam a sua forma com um círculo

ou um quadrado hipotético. Nesta pesquisa foram considerados os índices: de Circularidade (IC), o SHAPE (IS) e o FRACTAL (IF).

O Mapa de Fragmentos (Figura 6) baseado no IC foi classificado em intervalos de 0,1 resultando em 10 classes, sendo que a maior parte dos fragmentos (90%) pertence às classes de 0,5 a 1,0, que possuem formas arredondadas.

Conforme (McGarigal *et al.*, 2002) o índice de forma IF não é o mais adequado para a análise das variações dos fragmentos quando a paisagem é altamente fragmentada, pois ele tem uma limitação, tornando-o menos sensível a variações.

Entre IS e IC, os resultados foram parecidos em fragmentos pequenos ou grandes, mas com forma regular, sendo a principal diferença notada apenas em fragmentos muito recortados. A tendência do IC foi que quanto maior o perímetro do fragmento

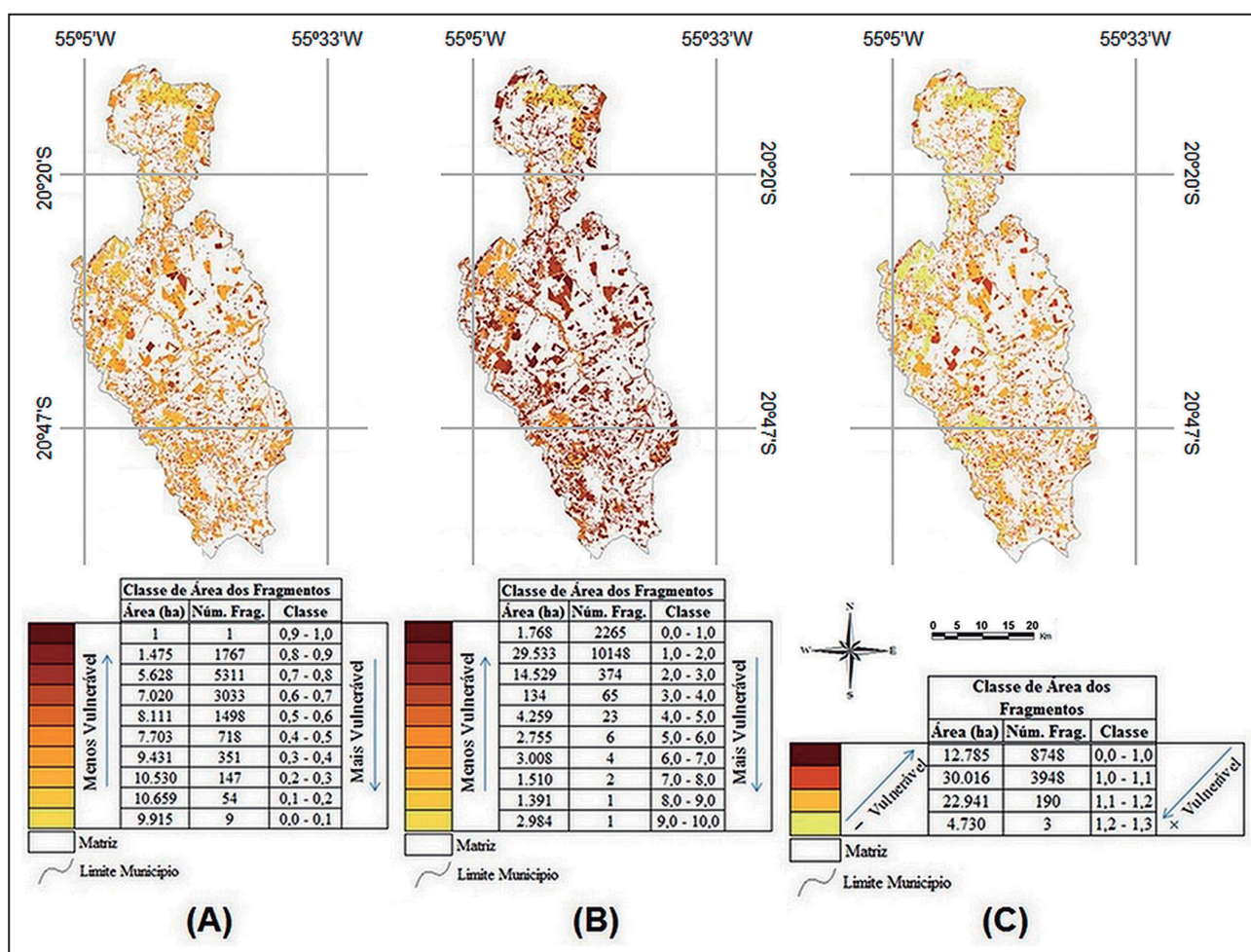


Figura 6 Mapa de Fragmentos classificados quanto a sua forma; A. Índice de circularidade; B. Índice shape; C. Índice fractal).

seu valor convergia à zero (fragmentos recortados), enquanto que para IS essa sensibilidade não foi percebida.

Foi calculado o grau de isolamento dos fragmentos de acordo com a sua borda. Fragmentos muito isolados não permitem o fluxo gênico, ou seja, a passagem da fauna e a dispersão de semente, por isso esse fator torna-se importante. A média de isolamento dos fragmentos do município foi de cerca de 190 metros, com um valor frequente de 86 metros, sendo a distância mínima de 8,5 e a maior distância de 1.255 metros. A classe cerrado teve uma média de 200 metros, mas chegou a uma distância máxima de 1.195 m de isolamento e mínima de 8,5 m, com a distância mais frequente de 75 metros. A classe de mata também apresentou um quadro similar, com média cerca de 170 metros, tendo isolamento máximo de aproximadamente 1.255 metros e mínimo de 8,5 m, com moda de 85 metros.

4 Conclusão

Pode-se observar que o Município de Dois Irmãos de Buritis, em grande parte, possui um relevo suave ondulado e, principalmente ao sul, sua geologia é mais estável, com solos maduros e propícios para desenvolvimento da agropecuária, informação que se manifesta no mapa de vulnerabilidade (Figura 4).

A região centro-oeste e centro-norte do município, que se mostram com vulnerabilidade alta, ilustra que a região pode estar sofrendo com um manejo inadequado do solo. Assim, é necessária a implantação de medidas mitigadoras e ações corretivas e preventivas para que as áreas que estejam sofrendo com problemas ambientais possam ser recuperadas.

Há grandes fragmentos que podem ser usados como conectores de biodiversidade como, por exemplo, o fragmento de mata localizado no extremo norte. Este é também o maior fragmento do município e está conectado à Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Lajeado.

Há outros dois grandes fragmentos compostos por mata, com diversos fragmentos de cerrado ao seu redor, ligados à Área de Proteção Ambiental Estrada Parque do Piraputanga, localizada na região centro oeste do Município de Dois Irmãos de Buritis.

Em relação à classe cerrado, a área de estudo se encontra em estágio preocupante de fragmentação, com fragmentos muito pequenos e distantes entre si. Dessa forma, acaba por não ‘cumprir’ uma importante tarefa na transferência gênica entre as diferentes unidades.

A identificação dos geossistemas foi de grande importância como unidades de análise, pois é necessário estabelecer o grau de fragilidade do ambiente às interferências antrópicas. Os índices de análise de paisagem foram satisfatórios na compreensão da estrutura da cobertura vegetal remanescente do município, possibilitando um entendimento inicial do processo de fragmentação da região. Por fim, a geotecnologia serviu como ótima ferramenta, viabilizando esta pesquisa e fazendo que o custo benefício final fosse positivo.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT); ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pela bolsa de Mestrado; à Fundação Neotrópica do Brasil e à MMX Metálicos – Unidade Florestal, pelos dados disponibilizados e apoio financeiro a pesquisa; e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa de A.C. Paranhos Filho (Processo 304122/2015-7).

6 Referências

- Bertrand, G. 1968. Paysage et géographie physique globale: Esquisse méthodologique. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39(3): 249-272.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. 1982. Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais, Folha SF.21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 416p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2005. Malha Municipal Digital - shape, 1:500.000. Rio de Janeiro/RJ.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2007. Imagem de Satélite Órbita/Ponto 225/074, sensor TM, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, Data da captação da imagem: 20 de abril de 2007. São José dos Campos/SP.
- Carrijo, M.G. 2005. *Análise da Vulnerabilidade Ambiental*:

- o Caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari - MS.* Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Departamento de Hidráulica e Transporte, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dissertação de Mestrado, 112p.
- Crepani, E.; Medeiros, J.S.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T.G.; Duarte, V. & Barbosa, C.C. 2001. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.* São José dos Campos, INPE, 106p.
- Erdas Imagine. 2006. Software versão 9.1. Norcross, GA, USA: Leica Geosystems Geospatial Imaging.
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Farina, A. 1988. *Principles and methods in landscape ecology.* Londres, Chapman & Hall, 412p.
- Forman, R.T.T. & Godron, M. 1986. *Landscape ecology.* New York, John Wiley & Sons, 620p.
- Forman, R.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscape and regions.* Cambridge, Cambridge University Press, 632p.
- Global Land Cover Facility/U.S. Geological Survey - GLCF/USGS. 2000. Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - WRS2, tiles, Path/Row 225/074, 3 arcseg, Filled Finished-B.
- Harris, L.D. 1984. *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity.* Chicago, University of Chicago Press, 211p.
- Martins, E.; Reatto, A.; Carvalho J.R. & Guimarães, R.F. 2004. *Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil.* Planaltina, Embrapa Cerrados, 33p.
- Mcgarigal, K.; Cushman, S.A.; Neel, M.C. & Ene, E. 2002. *Fragstats v3.3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps.* Computer software program and Guide. Amherst/MA: University of Massachusetts.
- Mendes, C.A.; Grehs, S.A.; Pereira, M.C.; Barreto, S.R.; Becker, M. & Lange, M. B. 2004. *Bacia Hidrográfica do Rio Miranda - Estado da Arte. Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Integrado das Bacias dos Rios Miranda e Apa – CIDEMA.* Campo Grande, Editora UCDB, 119p.
- Metzger, J.P. 1999. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 3(1): 445-462.
- Mato Grosso Do Sul - MS. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN/MS. 1989. Macrozoneamento do Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande/MS.
- Paranhos Filho, A.C.; Miotto, C.L.; Marcato Jr, J. & Catalani, T.G.T. 2016. *Geotecnologias em Aplicações Ambientais.* Campo Grande, Editora UFMS, 383p.
- Sotchava, V.B. 1977. *O Estudo de geossistemas.* São Paulo, Editora USP, 52p.
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica.* Rio de Janeiro, IBGE, 97p.
- Viana, V.M. & Pinheiro, L.A. 1988. Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais. *Série Técnica IPEF*, 12(32): 25-42.