

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O ESTABELECIMENTO DE ÁREAS PARA CORREDORES DE BIODIVERSIDADE¹

Ana Paula Garcia Oliveira², Camila Leonardo Miotto³, Antonio Conceição Paranhos Filho⁴, Roberto Macedo Gamarra⁵, Alisson André Ribeiro³ e Alex Marcel Melotto⁶

RESUMO – Corredores de biodiversidade são estruturas ambientais com a finalidade de conservar e recuperar a biodiversidade. Aplicam-se, principalmente, a áreas degradadas pelo desenvolvimento humano desordenado, que favorece a fragmentação florestal e a perda da conectividade entre os diversos habitats. Utilizando o sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, buscou-se identificar áreas para atuarem como corredores de biodiversidade, possibilitando, assim, o fluxo gênico entre os fragmentos remanescentes e as áreas de preservação permanente. Para tanto, foi realizada uma análise espacial dos fragmentos remanescentes em São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, através de sua forma, tamanho e localização. Foram identificadas as áreas para os corredores a partir da localização de fragmentos com potencial, ou seja, de tamanho e conservação adequados, além de considerar a carta de classes das terras para mecanização e o mapa de áreas prioritárias para a conservação do Ministério do Meio Ambiente, permitindo a escolha de melhores áreas para corredores de biodiversidade. Verificou-se que as geotecnologias são importantes ferramentas de auxílio na determinação de áreas propícias para a análise integrada da paisagem, bem como de áreas propícias para implantação de corredores, gerando um cenário alternativo para a recuperação ambiental, o zoneamento ecológico e a conservação ambiental.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Ecologia da paisagem; Fragmentação.

USE OF GEOTECHNOLOGIES FOR THE ESTABLISHMENT OF AREAS FOR BIODIVERSITY CORRIDORS

ABSTRACT – *Biodiversity corridors are important environmental structures with the purpose of conserving and restoring biodiversity. This is mainly applied in areas degraded by uncontrolled human development that favors forest fragmentation and loss of connectivity between different habitats. Making use of remote sensing and geographic information systems, we sought to identify areas to act as biodiversity corridors, allowing gene flow between remnant fragments and areas of permanent preservation. For such purpose, a spatial analysis of the remaining fragments on São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, was made, by its form, size and location. The areas for the corridors were identified from the location of fragments with potential, i.e., with proper size and conservation, besides considering the chart of land classes for mechanization and the map of priority areas for conservation from Ministry of Environment [Ministério do Meio Ambiente], allowing the choice of better areas for biodiversity corridors. It was verified, that geotechnologies are important*

¹ Recebido em 10.12.2012 aceito para publicação em 07.07.2015.

² Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Doutorado em Tecnologias Ambientais, Campo Grande, Mato Grosso do Sul - Brasil. E-mail: <apg.bio@gmail.com>.

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Campo Grande, Mato Grosso do Sul - Brasil. E-mail: <ea.miotto@gmail.com> e <geotec.ribeiro@gmail.com>.

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais, Campo Grande, MS - Brasil. E-mail: <toniparanhos@gmail.com>.

⁵ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais, Campo Grande, MS - Brasil. E-mail: <mgamarra@gmail.com>.

⁶ Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologia Agropecuária, Maracaju, MS - Brasil. E-mail: <alexmelotto@hotmail.com>.



tools in helping to determine suitable areas for the integrated analysis of the landscape, as in helping on the delimitation of suitable areas for implanting corridors, generating an alternative scenario for environmental recovery, ecological zoning and environmental conservation.

Keywords: Remote sensing; Landscape ecology; Fragmentation.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, verificam-se, em quase todas as regiões do mundo, grandes mudanças que ocorreram nas paisagens naturais em razão, sobretudo, do impacto antrópico causado pelas atividades agropecuárias.

O Cerrado é um dos domínios brasileiros mais modificados pelo homem. Extensas áreas têm sido substituídas por pastagens, campos de agricultura ou monoculturas florestais exóticas. Isso gera um mosaico de fragmentos de vegetação de diferentes tamanhos e grau de conservação (SILVANO et al., 2005). De acordo com Mettermier et al. (1998) e Myers et al. (2000), o Cerrado é um dos locais mais ameaçados do planeta, sendo, apesar disso, considerado um dos 25 locais do Planeta onde são concentrados 50% de toda a biodiversidade (*hotspots*) (METTERMIER et al., 1999). Assim, evidencia-se a indiscutível necessidade da conservação de suas espécies e das áreas ocupadas pelo domínio. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2007), 47,51% do domínio Cerrado é constituído por Áreas Prioritárias para Conservação (APCs), sendo 25,33% consideradas de importância extremamente alta, 11,72% de importância muito alta, 9,81% de importância alta e 0,65% insuficientemente conhecidas. Esses números não correspondem exatamente à área do Cerrado em bom estado de conservação, pois incluem áreas a serem submetidas à recuperação ambiental. No entanto, na atual conjuntura as áreas vegetadas pelo Cerrado já sofreram grandes alterações, restando apenas, em vários locais, fragmentos que podem ou não ser adequados para uso em zoneamento ecológico. A fragmentação da paisagem pode ser analisada espacialmente, gerando alternativas que assegurem a conservação da diversidade biológica em conjunto com a capacidade de lidar com a complexidade socioambiental da região-alvo. Dessa forma, é de extrema necessidade, utilidade e importância avaliar a nova dinâmica da paisagem que se apresenta, bem como propor soluções e alternativas de rápida aplicação. Assim, modelos de simulação são importantes instrumentos para testar hipóteses e verificar sua possibilidade de uso. Desse modo, convém utilizar

geotecnologias na avaliação do estado atual desses ambientes e, através disso, sugerir propostas de regularização dos passivos ambientais. Uma das alternativas de recuperação ambiental pode se basear no estabelecimento de corredores de biodiversidade em áreas onde o avanço descontrolado do desmatamento põe em risco a sobrevivência das espécies e a estabilidade dos recursos hídricos, como é o caso dos Cerrados.

Uma ferramenta muito eficiente que vem sendo utilizada para esse tipo de análise é o sensoriamento remoto. A vantagem de usar imagens de satélite em estudos ambientais vem do seu baixo custo, disponibilidade e aplicabilidade, além da sua eficiência na obtenção de dados de cobertura do solo (PARANHOS FILHO et al., 2008). Esses dados relacionados com os conceitos da ecologia da paisagem contribuem para o planejamento ambiental, diminuindo custos e tempo na obtenção de dados sobre os distúrbios ocorridos no sistema ecológico.

Segundo Metzger (2003), como a ecologia da paisagem lida com a relação entre padrões espaciais e processos ecológicos, é necessário quantificar os padrões espaciais. Essa quantificação é possível através das métricas de paisagem que podem se dividir em duas categorias: composição e disposição.

Diante de uma paisagem fragmentada, é importante identificar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), definidas pela Legislação Ambiental (BRASIL, 2012) como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de conservar os recursos hídricos, biodiversidade e proteção do solo, entre outros. O estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às APPs é regulamentado pelas resoluções CONAMA nº 302, de maio de 2002 (CONAMA, 2002a); e CONAMA nº 303, de maio de 2002 (CONAMA, 2002b).

Com isso, como alternativa para conservação, os corredores de biodiversidade podem ajudar a conservar as comunidades que se encontram isoladas nos fragmentos e seus indivíduos a se movimentarem em busca de alimento, favorecendo também a variabilidade genética, tanto da fauna quanto da flora.

Conforme definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC (BRASIL, 2000), corredores de biodiversidade ou ecológicos são importantes instrumentos na conservação da biodiversidade em áreas nativas, principalmente em áreas florestadas e fragmentadas. Na verdade, são faixas de vegetação (em ambientes terrestres) que vão ligar fragmentos ou unidades de conservação que tenham importância para a área onde são aplicados, sobretudo, para proteger a diversidade ambiental e proporcionar a possibilidade de troca genética, entre as espécies.

Como, geralmente, esses corredores são extensas áreas geográficas repletos de fragmentos florestais, o uso de geotecnologias auxilia na delimitação e identificação de locais favoráveis, o que permite uma análise integrada da paisagem. Além disso, estabelece um zoneamento ecológico adequado, interligando fragmentos e ambientes.

Neste trabalho, verificou-se o arranjo espacial das unidades de paisagem, tal como métricas de disposição, com a finalidade de avaliar a forma, área e complexidade das manchas de vegetação (fragmentos). A unidade de trabalho escolhida para o estudo foi o Município de São Gabriel do Oeste, MS, que se trata de uma área extensa onde, inevitavelmente, ocorre grande diversidade de componentes da paisagem.

Fazer uso de geotecnologias na delimitação de áreas onde se possam estabelecer os corredores de biodiversidade no Município de São Gabriel do Oeste, MS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao Município de São Gabriel do Oeste, com 385.600 ha, situado na região Norte do Estado de Mato Grosso do Sul. A região está situada na região da bacia sedimentar do Paraná, e suas redes de drenagem abrangem duas importantes sub-bacias, a do rio Coxim e a do rio Aquidauana. A vegetação, já bastante modificada pelo processo de antropismo, é formada basicamente por fisionomias do domínio Cerrado, como Cerrado sentido restrito e floresta semidecídua (EMBRAPA SOLOS, 2003).

2.2. Processamento das Imagens de Satélite

Foi utilizada uma imagem Landsat TM (*Thematic Mapper*) Órbita-Ponto 225/073, de agosto de 2008 (INPE, 2011), que foi processada e georreferenciada utilizando o *software* PCI Geomatica 10 (PCI, 2010), validada pelos dados de campo e imagem de 2011, sendo os dados considerados correspondentes a essa data.

Para o georreferenciamento, optou-se como referência uma imagem ortorretificada do *Global Land Cover Facility* (GLCF), sendo escolhida do acervo (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>) uma Landsat sensor TM+ (*Thematic Mapper Plus*), Órbita/Ponto 225/073 (GLCF, 2011).

Em seguida, essa imagem foi classificada pelo método automático supervisionado no *software* ERDAS Imagine 9.1 (ERDAS, 2006), usando o algoritmo *Maximum Likelihood*, que classifica o *Digital Number* (DN) de acordo com sua máxima semelhança a cada classe criada durante o procedimento. No mesmo *software*, foi realizado o teste de acurácia, em que a matriz de erro compara os pontos de referência para os pontos classificados. Essa etapa teve o objetivo de identificar a vegetação remanescente, e o resultado *raster* foi vetorizado através do algoritmo *Raster to Vector* (ERDAS, 2006).

No *software* ArcGIS 10 (ESRI, 2010), foram separadas em um novo *shapefile* as classes correspondentes à vegetação natural, com o algoritmo *Merge*, sendo os fragmentos reamostrados de forma que cada polígono correspondesse a uma mancha de vegetação.

Com o intuito de identificar as áreas com possibilidades de exploração agrícola, foi gerada uma carta de Classes da Terra para Mecanização, através de um modelo SRTM (*Shuttle-Radar Topography Mission*) (UGS, 2011). Essa carta identifica os fragmentos situados em áreas de relevo e, devido à sua declividade, não permite a mecanização do solo (Figura 2). O processamento da imagem foi através do algoritmo *Slope* do *software* ArcGIS 10 (ESRI, 2010). As classes estão de acordo com Lepsch et al. (1991), sendo tais informações importantes para entender a matriz onde os remanescentes estão inseridos. No caso, são áreas onde o limite de mecanização é extremamente forte, por conta da declividade, dificultando a exploração econômica dessas áreas.

A exemplo da Classificação de Capacidade de Uso das Terras (LEPSCH et al., 1991), as Classes de Terras

para Mecanização são definidas pelo mais alto grau de limitação imposto por um ou mais atributos diagnosticados. Essas classes são em número de seis e representadas por números romanos de I a VI, sendo assim definidas:

Classe I – Terras que não apresentam nenhuma restrição ao preparo mecanizado, apresentando um grau nulo de limitação da mecanização, declividade inferior a 3%.

Classe II – Terras com um grau de limitação considerado ligeiro, declividade entre 3% e 6%.

Classe III – Terras com um grau de limitação considerado moderado, declividade entre 6% e 12%.

Classe IV – Terras com um grau de limitação considerado forte, declividade entre 12% e 20%.

Classe V – Terras com um grau de limitação considerado muito forte, declividade entre 20% e 40%.

Classe VI – São terras que apresentam declividade superior a 40%, independentemente do grau de limitação dos demais atributos diagnósticos.

2.3. Análise da Paisagem

Os fragmentos selecionados abrangem tanto as formações florestais (Mata Seca, Mata Ciliar e Mata de Galeria) quanto a fitofisionomia Cerrado sentido restrito e Cerradão (formações savânicas), de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998). Os critérios utilizados na escolha dos fragmentos para conservação foram: análise espacial da distribuição das manchas de vegetação, juntamente com sua área e forma.

Através do *shapefile* com os fragmentos, foi possível diagnosticar a fragmentação da paisagem, onde foram analisadas as variáveis relativas a área, perímetro e forma. Com os valores de área e perímetro de cada fragmento florestal, determinaram-se as características correspondentes à forma de cada fragmento correspondente ao Índice de Circularidade (*Compactness ratio*) ou IC. Esse índice é obtido por meio da raiz da área de cada fragmento florestal, dividido pela área circular do seu referido perímetro (NASCIMENTO et al., 2006), conforme descrito na equação 1.

IC = índice de circularidade; S = área do fragmento florestal (m²); e P = perímetro do mesmo fragmento florestal (m).

O IC foi analisado em conjunto com o atributo de área dos fragmentos, como parâmetro para quantificar a estrutura da paisagem e caracterizar as manchas de vegetação que compõem o mosaico.

Os corredores de biodiversidade foram delimitados com base na carta de Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira (BRASIL, 2007), mapeamento disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente.

3. RESULTADOS

Através da classificação, gerou-se a carta de fragmentos, identificando a vegetação nativa no município (Figura 1). A classificação supervisionada automática teve 89% de acurácia, verificada no algoritmo *Accuracy Assessment* do *software* ERDAS 9.1 (2006), baseado no índice de concordância Kappa, indicando que o resultado foi satisfatório.

Foram mapeados 1.342 fragmentos (Tabela 1), totalizando a área de 108.153,6 ha de vegetação nativa, e dois fragmentos apresentaram área superior a 10.000 ha, situado em Áreas de Preservação Permanente, de declividade.

As classes de Índice de Circularidade (IC) foram divididas conforme a área dos fragmentos, e a porcentagem está relacionada ao valor total dessas ocorrências. Os fragmentos mais sensíveis ao efeito de borda (Tabela 2), segundo o Índice de Circularidade, apontam para aqueles que possuem área menor que 99 ha. Isso pode estar relacionado à constante atividade antrópica nas áreas do entorno desses fragmentos, o que reduz sua área vegetada e os torna mais isolados. Desse modo, essas áreas devem ser evitadas no estabelecimento dos corredores.

Na Figura 2, tem-se a carta de declividade com classes de acordo com Lepsch et al. (1991), a qual identifica as áreas com possibilidades de exploração agrícola.

Ao identificar os fragmentos, foi possível analisar as áreas com potencial para compor um corredor de biodiversidade, de acordo com a área de trabalho. Com isso, foi gerada uma carta com a identificação dos corredores de biodiversidade, considerando o mapa de áreas prioritárias para a conservação desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007) (Figura 3).

4. DISCUSSÃO

A área de estudo apresentou vários fragmentos distribuídos de forma desigual, formando grupos de muitas unidades e outros isolados por extensas áreas de pastagem e monocultura.

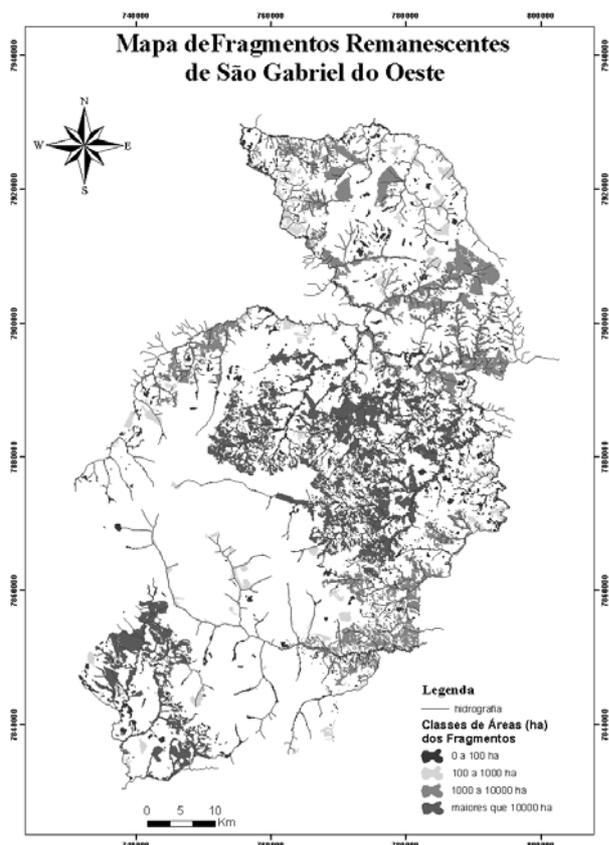


Figura 1 – Mapa de fragmentos de vegetação nativa do Município de São Gabriel do Oeste, representando apenas os fragmentos de vegetação nativa.

Figure 1 – Native vegetation fragments map from the city of São Gabriel do Oeste, representing only the fragments of native vegetation.

Os fragmentos foram separados em classes (Figura 1), por serem áreas que merecem atenção devida à sua fragilidade a mudanças resultantes da matriz. Os fragmentos selecionados com potencial para compor o corredor de biodiversidade correspondem às classes acima de 100 ha e contribuem com 86,82% da cobertura vegetal nativa do município, apresentando-se distribuída como um mosaico de vegetação, incluindo remanescentes florestais e áreas como as que sofreram corte raso, antigas pastagens ou áreas abandonadas.

Analisando o mapa de Classes das Terras para Mecanização (Figura 2), os maiores fragmentos de vegetação nativa estão em região de declividade acima de 45°, considerada Área de Preservação Permanente segundo a Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012). Embora suas formas sejam irregulares em virtude do relevo, são fragmentos que merecem atenção, pela sua extensa área de vegetação nativa e localização favorecida pela legislação.

Ao analisar o uso e ocupação da região, nota-se que a matriz com atividade pecuária apresentou maior número de fragmentos; o contrário acontece nas áreas de monocultura, onde vastas extensões são recobertas somente por cultivo de soja e com número muito reduzido de vegetação nativa. No caso, as áreas que apresentaram fragmentos mais preservados estão relacionadas ao relevo escarpado da região, já que nesses locais não foram instituídas atividades agropecuárias pelo seu potencial à erosão.

As duas principais bacias do município estão localizadas na área de chapadão, onde está concentrado todo o cultivo de soja, portanto apresenta número reduzido de fragmentos. No entanto, vem sendo realizado um acompanhamento ambiental, principalmente nas áreas de preservação permanente dessa matriz, com o intuito de viabilizar alternativas que atenuem esse resultado.

Uma dessas opções seria a instituição das áreas de reserva legal em outro imóvel de mesma titularidade, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração

Tabela 1 – Classes de área (ha) dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Table 1 – Area classes (ha) of the fragments mapped on the city of São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Classes de fragmentos (ha)	Nº de ocorrência	%
até 99	943	70,26
100 a 999	327	24,36
1.000 a 10.000	70	5,21
> 10.000	2	0,14
Total	1342	100,00

Tabela 2 – Classes de Índice de Circularidade dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Table 2 – *Circularity Index classes of the fragments mapped on the city of São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.*

Fragmentos florestais		
Classes de IC	Nº de ocorrências	%
0 - 0,19	251	62,90
0,20 - 0,29	143	35,83
0,30 - 0,39	5	1,25
TOTAL	399	100%

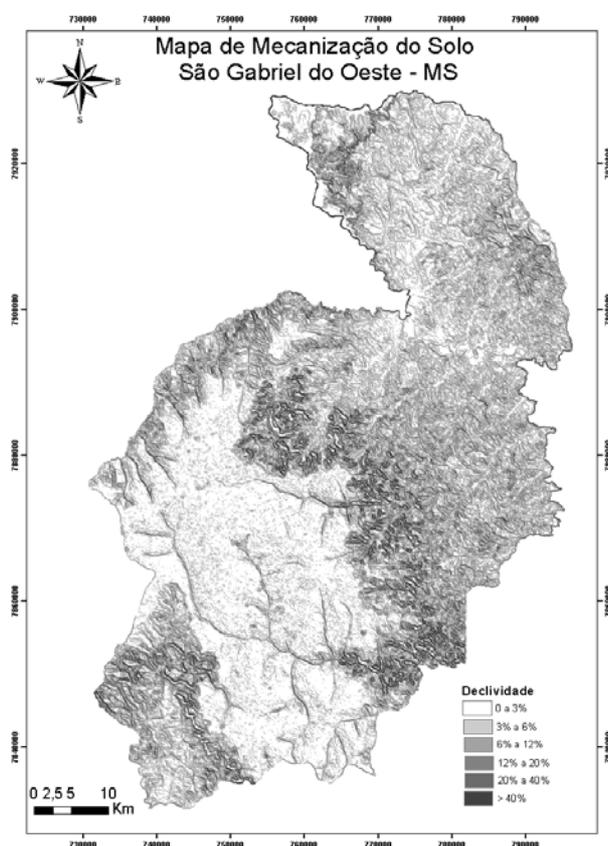


Figura 2 – Carta de declividade com classes de acordo com Lepsch et al. (1991), identificando os limites para mecanização dos solos e, assim, a exploração agrícola competitiva no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Figure 2 – *Slope map, with classes according to Lepsch et al. (1991), identifying the limits for soil mechanization and then the competitive agricultural holding on the city of São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.*

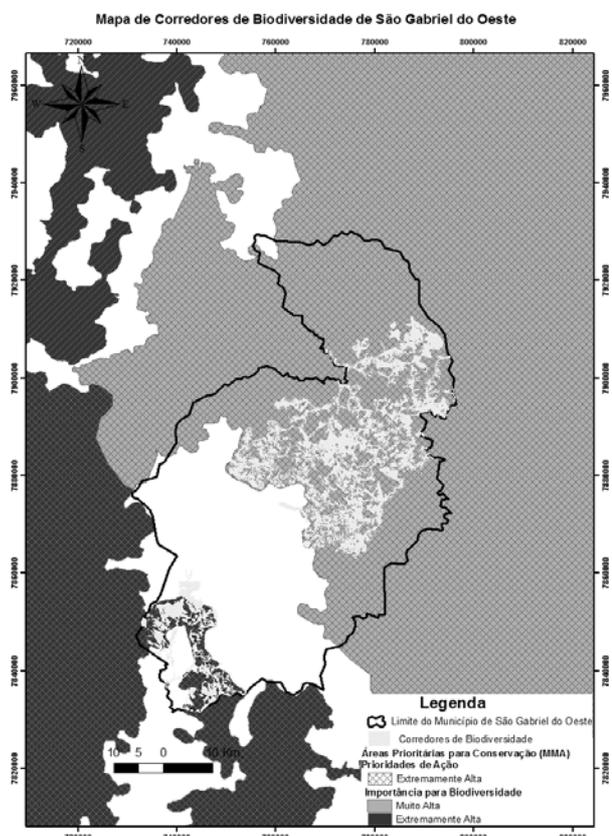


Figura 3 – Mapa de identificação de corredores de biodiversidade no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Figure 3 – *Map identifying the biodiversity corridors on the city of São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.*

ou recomposição, localizada no mesmo bioma, segundo o art. 66, § 5º, IV, da Lei 12.651 (BRASIL, 2012). Dessa forma, ao identificar as áreas com potencial para corredores de biodiversidade, o município tem a opção de concentrar essa compensação, o que viabiliza não só a conexão entre os fragmentos, mas também a possibilidade da criação de uma Unidade de Conservação na região.

Um dos critérios para a escolha dessas áreas foi a análise dos fragmentos remanescentes, através dos valores de IC (Tabela 2), o que permitiu identificar sua forma. Assim, os valores de IC próximos de 1 indicam fragmentos com tendência circular e, à medida que esse valor se torna menor, o fragmento apresenta-se com tendência mais alongada, ou seja, fragmentos vulneráveis ao efeito de borda tendem a ter baixo valor de IC, estando

esse resultado associado à intensa atividade antrópica em toda a região. Dessa forma, é interessante também observar que os valores de formas são de remanescentes que, em sua maioria, correspondem a APPs de drenagem e de morro, que geralmente são formas mais complexas. Esse fato é esperado, diante da perda de ambiente natural que se intensificou nas últimas décadas, e tem resultado na formação de uma paisagem com pouca diversidade de habitat nativo, com manchas (fragmentos) isoladas e de dimensões reduzidas (METZGER, 2000).

A estratégia para a conservação dos fragmentos é criar condições para que ocorra o fluxo gênico entre populações isoladas, a fim de manter sua integridade ecológica. Para isso, identificaram-se áreas associadas ao mapeamento de remanescentes do município que proporcionem a implantação de corredores de biodiversidade (Figura 3). Esses locais estão de acordo com o mapeamento fornecido pelo Ministério do Meio Ambiente das áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade brasileira (APCs) (BRASIL, 2007). Esse mapeamento direciona as políticas de conservação da biodiversidade e mostra as áreas com importância biológica parcialmente conectadas.

São Gabriel do Oeste apresenta duas áreas (Figura 3) com prioridade de ação, divididas em área de importância para a biodiversidade muito alta e extremamente alta. Nessas áreas, constatou-se a localização dos maiores fragmentos de vegetação nativa do município. Enquanto na área de prioridade de ação extremamente alta, segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007), se encontram regiões onde se localizam as nascentes do rio Taquari, e isso reforça a sugestão de um modelo para a criação de unidades de conservação no local. Além disso, as áreas que se encontram propícias para os corredores estão em topos de morro, regiões que, segundo o CONAMA nº 303 (2002b), são de preservação permanente por estarem situadas no topo de morro. Contudo, essas regiões, diante da legislação ambiental, devem ser preservadas, e os fragmentos remanescentes localizados nas proximidades têm potencial para compensação de reserva legal das propriedades rurais situadas nos chapadões ou em outras partes do município.

5. CONCLUSÃO

As técnicas de geoprocessamento associados a critérios de gestão ambiental resultaram em produtos que auxiliam na execução de um planejamento

ambiental adequado, onde a legislação ambiental seja cumprida. Os resultados indicaram que é possível criar corredores de biodiversidade em São Gabriel do Oeste como um cenário alternativo para a maximização do fluxo de indivíduos de diferentes espécies e minimizando o grau de resistência gerado pela matriz do entorno.

Para isso, a alternativa para a conservação dos remanescentes é a criação de uma unidade de conservação, a fim de que a área possa ser preservada e o corredor de biodiversidade venha a ser eficiente tanto na manutenção das comunidades quanto reduzindo o risco de extinção local.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Leis, Decretos etc. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Poder Legislativo. Lei nº 12.651 de 15 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF: 2012.

BRASIL. Leis, Decretos etc. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências. **Diário Oficial da União** - Seção 1 - 19 de julho de 2000, Página 1 (Publicação Original); Coleção de Leis do Brasil - 2000. p.4917.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização Portaria no 9, de 23 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**. 24 de janeiro de 2007.

CONAMA. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União** no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, p. 67-68. 2002a.

CONAMA. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União** no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, p.68, 2002b.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS**: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental/ Déa Sousa Assis. Rio de Janeiro: Embrapa Solos/ IBGE, 2003.

ERDAS. **Imagine**. *Software* versão 9.1. Norcross, GA, USA: Leica Geosystems Geospatial Imaging, 2006.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. **ArcGIS Desktop 10**. New York: 2010. CD ROM.

GLOBAL LAND COVER FACILITY - GLCF - /U.S. **Geological, Landsat TM+ (Thematic Mapper Plus)**, Path/Row 225/073, date: 17/08/2001 site: (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>).

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Imagem do satélite LANDSAT 5** (Land Remote Sensing Satellite) sensor TM (Thematic Mapper) bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Órbita/Ponto 225/073 de 28 de agosto de 2008.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, J.R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; THOMSEN, J.B.; FONSECA, G.A.B.; OLIVIERI, S. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. **Conservation Biology**, v.12, n.3, p.516-520, 1998.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C.G. **Hotspots**: Hearts biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. New York: CEMEX, Conservation International, 1999. 430p.

METZGER, J.P. Tree functional group richness and spatial structure in a tropical fragmented landscape (SE Brazil). **Ecological Applications**, v.10, p. 1147-1161, 2000.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JUNIOR, L.; PÁDUA, C. V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 539-553.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.24, p.853-858, 2000.

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS III. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.389-398, 2006.

PARANHOS FILHO, A.C. **Sensoriamento remoto ambiental aplicado**: introdução às geotecnologias: material didático. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008. p.103-140.

PCI. **Geomatica 10 (2010)**. PCI Geomatics Enterprises Inc. Version 10.2. Richmond Hill, Ontário: 2010.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 556p.

SILVANO, D.L.; COLLI, G.R.; DIXO, M.B.O.; PIMENTA, B.V.S.; WIEDERHECKER, H.C. **Anfibios e répteis**. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. (Ed.) **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2005. p.183-200.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **Shuttle Radar Topography Mission** – mission summary. 2003. <http://srtm.usgs.gov/Mission/missionsummary.html> Acesso em: 30 de nov. de 2011.