

Fragmentação da vegetação em região de área protegida no Cerrado

Fragmentation of vegetation in protected area in the cerrado region

Fragmentación de vegetaciones en una región de área protegida del cerrado

Recebido: 18/05/2021 | Revisado: 27/06/2021 | Aceito: 08/06/2021 | Publicado: 21/06/2021

Roberto Macedo Gamarra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0049-0009>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: gamarra.ufms@gmail.com

Leandro Tsuneki Higa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1465-6575>
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil
E-mail: leandro.higa@gmail.com

Mara Cristina Teixeira Gamarra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4522-3657>
INAQ Consultoria Ambiental, Brasil
E-mail: mara.c.teixeira@gmail.com

Martha Gilka Gutiérrez Carrijo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2897-2533>
Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: imapcostarica@yahoo.com.br

Jaíza Santos Mota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3714-6631>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: ea.jsmotta@gmail.com

Filipe Notari

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4032-5478>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: finotari@gmail.com

Andrey Gaspar Sorrilha Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0149-1596>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: andreygaspar.agsr@gmail.com

Fabício Bau Dalmas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7547-6642>
Universidade Guarulhos, Brasil
E-mail: fbdalmas@gmail.com

Antonio Conceição Paranhos Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-5337>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Resumo

A vegetação do bioma Cerrado vem sofrendo intensa degradação pelo avanço das fronteiras agrícolas e pela falta de áreas protegidas. Assim, estudos que auxiliam na tomada de decisão de manejo de áreas protegidas tornam-se cada vez mais importantes. Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho avaliar a fragmentação da vegetação na região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú-MS. A área de estudo faz parte do Corredor de Biodiversidade Emas-Taquari, demonstrando a importância de se analisar essa região utilizando as geotecnologias. Foi analisada a fragmentação da vegetação, sendo produzida a Carta de Cobertura do Solo (com a quantificação da área ocupada por cada uma das 10 classes de cobertura do solo), a Carta de Avaliação dos Fragmentos por Índice de Borda (que permitiu uma avaliação da forma das manchas de vegetação remanescente em uma escala de vulnerabilidade – 5 classes) e a Carta de Avaliação dos Fragmentos por Tamanho (mostrando que as pequenas manchas de vegetação nativa são numerosas, mas que ainda existem dois grandes fragmentos na paisagem). Todos esses dados descrevem a estrutura da paisagem da região e a relação do número, forma e tamanho dos remanescentes com biodiversidade, energia e matéria presente na região. Assim, através da utilização das geotecnologias foram produzidos resultados em uma região que possui uma Unidade de Conservação. A repetição do método apresentado neste estudo, em intervalos regulares de tempo, permite o monitoramento da situação ambiental da região desta importante unidade de conservação, servindo como ferramenta de gestão para os órgãos ambientais.

Palavras-chave: Fitofisionomias do Cerrado; Geotecnologias; Ikonos II; Sensoriamento remoto; SIG.

Abstract

The vegetation of the Cerrado biome has suffered severe degradation by the expansion of farming and lack of protected areas. Thus, studies that assist in the decision making management of protected areas become increasingly important. Thus, the aim of this study was to assess the fragmentation of vegetation in the Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú region. The study area is part of the Biodiversity Corridor Emas-Taquari, demonstrating the importance of analyzing this region using geotechnologies. Furthermore, it was analyzed the fragmentation of vegetation being produced Land Cover Letter (with the quantification of the area occupied by each of the 10 classes of soil cover), Letter of Evaluation Index of the Fragments by Edge (which allowed an assessment of the shape of the remaining vegetation patches on a vulnerability scale - 5 classes) and the Letter of Evaluation of fragments by size (showing that the small patches of native vegetation are numerous, but that there are still two large fragments in the landscape). All these data describe the structure of the landscape of the region and the relationship of the number, shape and size with the remaining biodiversity, energy and matter present in the region. Thus, through the use of geotechnology results were produced in a region that has a conservation unit. Repeating the method presented in this study, at regular time intervals, allows monitoring of the environmental situation in the region this important conservation unit, serving as a management tool for environmental agencies.

Keywords: Cerrado phytophysionomies; Geographic Information System; Geotechnology; Ikonos II; GIS.

Resumen

La vegetación del bioma Cerrado ha sufrido una intensa degradación debido al avance de las fronteras agrícolas y la falta de áreas protegidas. Así, los estudios que ayudan en la toma de decisiones en el manejo de áreas protegidas cobran cada vez más importancia. El objetivo de este estudio fue evaluar la fragmentación de la vegetación en la región del Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú (MS). El área de estudio es parte del Corredor de Biodiversidad Emas-Taquari, lo que demuestra la importancia de analizar esta región a través de geotecnologías. Se analizó la fragmentación de la vegetación, produciendo el Cuadro de Cobertura Terrestre (con la cuantificación del área ocupada por cada una de las 10 clases de cobertura del suelo); Cuadro por Índice de Evaluación de Fragmentos de Borde (que permitió una evaluación de la forma de los parches de vegetación restantes en una escala de vulnerabilidad - 5 clases); y Cuadro de Evaluación de Fragmentos por Tamaño (que muestra que los pequeños parches de vegetación nativa son numerosos, pero que no todavía hay dos grandes fragmentos en el paisaje). Todos estos datos describen la estructura del paisaje de la región y la relación entre el número, la forma y el tamaño de los remanentes con la biodiversidad, la energía y la materia presente en la región. Así, mediante el uso de geotecnologías, los resultados se produjeron en una región que cuenta con una Unidad de Conservación. La repetición del método presentado en este estudio, en intervalos regulares de tiempo, permite el monitoreo de la situación ambiental en la región de esta importante unidad de conservación, sirviendo como herramienta de gestión para las agencias ambientales.

Palabras clave: Fitofisionomias do Cerrado; Geotecnologias; Ikonos II; Sensoriamento remoto; SIG.

1. Introdução

O Cerrado localiza-se predominantemente no Planalto Central do Brasil, ocupando cerca de 1,8 milhão de km² (23% do território nacional). Possui grande diversidade de fitofisionomias que compreendem formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 1998). Apresenta alta riqueza de espécies, representando cerca de 5% da diversidade da fauna e flora mundiais e 1/3 da biota brasileira (Alho & Martins, 1995), com estimativas de cerca de 7.000 espécies de plantas e altos níveis de endemismo. A diversidade de aves, peixes, répteis, anfíbios e insetos são igualmente altas. O Cerrado é um dos “hotspots” para a conservação da biodiversidade mundial (Klink & Machado, 2005). Além disso, no Cerrado estão presentes as maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Pagotto et al., 2006). É um dos biomas brasileiros mais modificados pelo homem. Extensas áreas têm sido substituídas por pastagens, campos de agricultura ou por monoculturas florestais exóticas. Isto gera um mosaico de fragmentos de vegetação de diferentes tamanhos e grau de conservação (Silvano et al., 2005), como é o caso do Estado de Mato Grosso do Sul.

No Mato Grosso do Sul, cuja área é de 358.159Km², o Cerrado ocupa 65,5% da área total do Estado (Costa et al., 2003). Em 1985, 41,6% do Cerrado no Mato Grosso do Sul estava ocupado por áreas destinadas às atividades agropecuárias, sendo intensificada a ocupação destas áreas nas décadas de 1990 e 2000. Atualmente, a área encontra-se bem mais reduzida e em muitas propriedades não existem os 20% de vegetação natural exigidos por lei. Esse quadro é preocupante e já pode haver problemas de conservação em termos de variabilidade genética, levando à redução, em longo prazo, da diversidade biológica

(Pott & Pott, 2003; Pagotto et al., 2006).

Diante da drástica fragmentação das áreas de Cerrado, é fundamental a realização de pesquisas, sobretudo nos locais que possuem fragmentos significativos e que estão protegidos sob alguma forma de unidades de conservação. Segundo Klink & Machado (2005), um dos obstáculos para a conservação da diversidade biológica do Cerrado é a insuficiência de estudos direcionados para a resolução de problemas ambientais. Conhecer a variabilidade ambiental e a dinâmica da fragmentação florestal fornece dados para o manejo correto e a conservação.

Estimativas da fragmentação florestal, consideradas importantes por sua relação com a perda de biodiversidade, ocasionada pela redução de grandes áreas contínuas e pelo aumento da área de borda, são realizadas a partir de dados obtidos de sensores remotos (Vogelmann, 1995). Uma vantagem da aplicação dos índices de estrutura em estudos de paisagem é a redução da necessidade de aquisição de informações em campo, e conseqüentemente dos custos envolvidos, já que é possível monitorar por sensoriamento remoto as mudanças ecológicas em nível de paisagem (O'Neill et al., 1988; Innes & Koch, 1998).

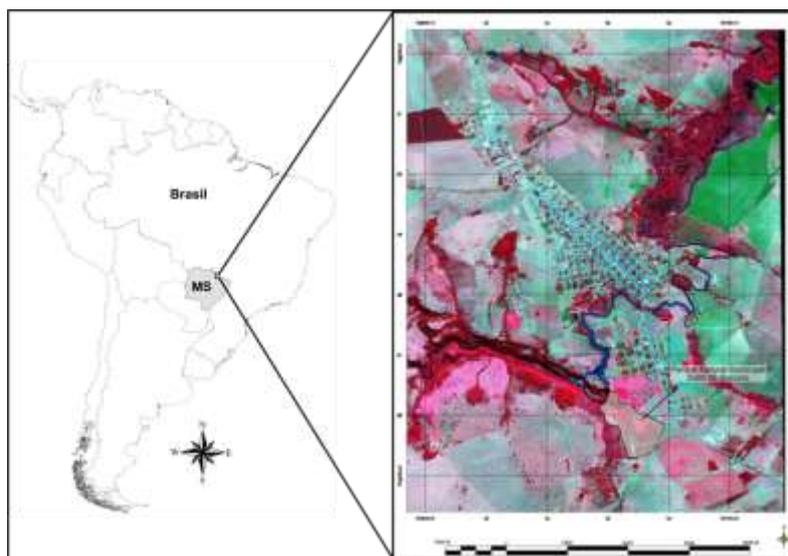
Gewin (2004) explica que a geotecnologia é um dos três campos que mais crescem no mundo, juntamente com a nanotecnologia e a biotecnologia. Existe uma demanda mundial por profissionais que integrem dados ambientais e imagens de satélite, demonstrando a importância da utilização desse tipo de ferramenta em análises ambientais.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a fragmentação da vegetação na região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú.

2. Metodologia

A área de estudo é a região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú (PNMS), no Município de Costa Rica-MS, centro-oeste brasileiro (Figura 1), com área de pouco mais de 54ha e vegetação típica de cerrado, está situado mais precisamente nas coordenadas geográficas 18°33'55''S e 53°07'50''W, a 335Km de distância da capital do Estado, Campo Grande - MS. Inserido no Bioma Cerrado, a área de estudo pertence à sub-bacia do rio Sucuriú, na bacia hidrográfica do rio Paraná. Os rios presentes no PNMS são o Sucuriú, Ribeirão de Baixo e Grota Funda (Oliveira, 2005).

Figura 1. Área de estudo: Região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú no Município de Costa Rica – MS.



Fonte: Autores.

Na realização do trabalho foi utilizada uma imagem de alta resolução do satélite Ikonos II (Space Imaging, 2003), de

18 de junho de 2003 (a unidade de conservação foi criada no ano 2000), projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), datum SAD 69, fuso 22, que cobre a região do PNMS no Município de Costa Rica-MS. Essa imagem possui resolução espacial de 4m nas bandas multiespectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) e 1m na banda pancromática. Os programas utilizados foram o Geomatica (PCI, 2003) para o georreferenciamento e construção do banco de dados SIG (Sistema de Informações Geográficas) utilizado na análise da fragmentação e o Ecognition (Definiens, 2002) utilizado na classificação orientada a objetos e geração da carta de cobertura do solo.

Foram realizadas duas etapas de trabalho de campo, uma na estação chuvosa e outra na estação seca, no intuito de identificar e definir as classes de cobertura do solo (incluindo as fitofisionomias descritas por Ribeiro & Walter (1998)) e fazer o reconhecimento dos fragmentos de vegetação para relacioná-los com a imagem de satélite da área de estudo. Durante as viagens foram coletados alguns dados de estrutura da vegetação para cada fitofisionomia (como cobertura por espécies lenhosas, cobertura por serapilheira e altura das árvores) utilizando máquina fotográfica digital, densiômetro esférico e uma grade de 1m². Foram obtidos 63 pontos de controle na imagem utilizando um navegador GPS (Global Positioning System).

Para geração da carta de cobertura do solo e dos vetores para análise da fragmentação, foi realizada a classificação orientada a objetos da imagem de satélite de acordo com a metodologia utilizada em Gamarra et al. (2009).

A partir dos vetores gerados na classificação orientada a objetos (com atributos de área e perímetro dos polígonos) foi criado um banco de dados SIG. O primeiro passo foi dissolver os polígonos adjacentes, desse modo os polígonos passaram a representar os fragmentos de vegetação. Para tanto foi utilizada a opção dissolve (Analysis – Dissolve) selecionando o atributo de classes para serem dissolvidos e o método Only Adjacent Shapes. Na análise da fragmentação da vegetação foram utilizados somente os polígonos das classes de vegetação arbórea (Cerrado sentido restrito, Cerradão, Mata seca e Mata ciliar de acordo com Ribeiro & Walter (1998)). Para avaliar a forma dos fragmentos foi utilizada uma relação perímetro/área conhecida como o Índice de Borda (IB), que é descrita pela seguinte fórmula:

$$IB = PC / PF$$

Onde: IB: Índice de Borda do Fragmento; PC: Perímetro circular (m) = $(2\pi) * (\sqrt{A} / \pi)$; A: Área total do fragmento (m²); PF: Perímetro do fragmento (m).

Os fragmentos com valores de IB próximos a 1 são mais arredondados, tendendo a ser menos susceptíveis a atividades antrópicas e a ter o efeito de borda minimizado, reduzindo sua vulnerabilidade a interferências na dinâmica das populações locais. Foram geradas cartas para avaliar os fragmentos de vegetação de acordo com sua forma, utilizando o índice de borda e de acordo com seu tamanho.

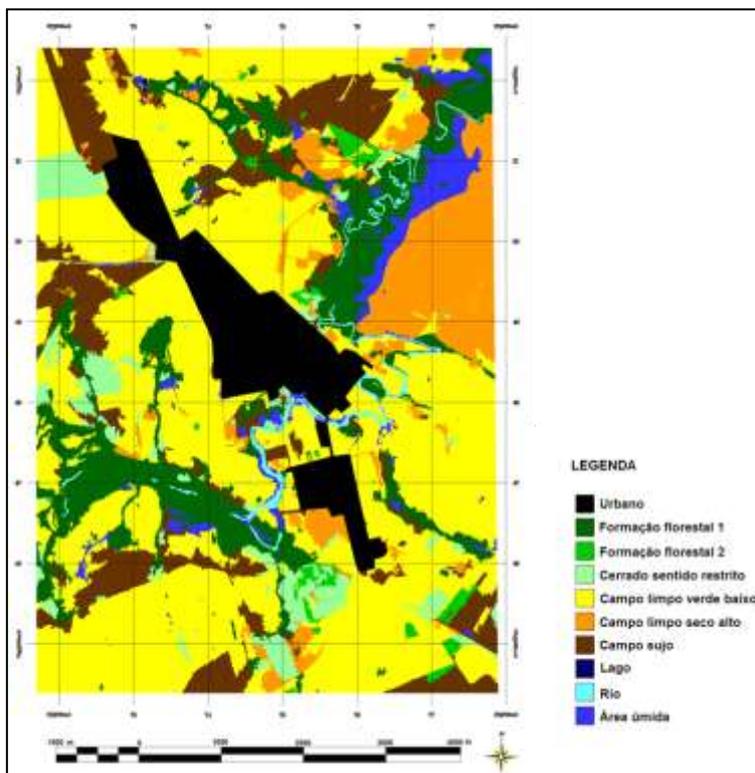
3. Resultados e Discussão

Na área de estudo foram encontradas 10 classes de cobertura do solo (Figura 2), incluindo as fitofisionomias descritas na chave de Ribeiro e Walter (1998):

1. Área urbana: Perímetro urbanizado do Município de Costa Rica – MS;
2. Formação florestal 1: Engloba as fitofisionomias de Mata seca, Mata ciliar e Mata de galeria, podendo também em alguns casos englobar o Cerradão;
3. Formação florestal 2: Na área de estudo corresponde ao Cerradão;
4. Cerrado sentido restrito: Corresponde a fitofisionomia Cerrado sentido restrito;

5. Campo limpo 1: Corresponde a fitofisionomia de Campo limpo, predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. No entanto, todos os tipos de campos presentes na área de estudo correspondem a plantações de espécies exóticas de interesse agropecuário (cultivos ou pastos), no caso dessa classe espectral de cobertura do solo, corresponde a pasto. Utilizando somente imagens de satélite não é possível distinguir com precisão o uso do solo, somente a cobertura do solo. Por esse motivo, essa classe espectral pode indicar tanto um campo limpo nativo como um cultura ou pasto;
6. Campo limpo 2: Segundo tipo de Campo limpo. Como já foi dito para a classe espectral de cobertura do solo campo limpo 1, na área de estudo não existe campo limpo nativo. Esta classe espectral campo limpo 2 pode indicar tanto um campo limpo nativo que esteja seco e alto (40-60 cm) como pode indicar uma plantação;
7. Campo sujo: Corresponde a fitofisionomia de Campo sujo, que é exclusivamente herbáceo-arbustivo. Essa classe espectral de cobertura do solo pode representar tanto um campo sujo nativo como pode representar um pasto abandonado;
8. Área úmida: Corresponde as áreas úmidas. Podem estar incluídas nessa classe as fitofisionomias campo limpo úmido (ou seus subtipos como os brejos), vereda (fitofisionomia com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (buriti) em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas) e o butitizal (fitofisionomia com presença marcante da espécie de palmeira *Mauritia flexuosa* (buriti) com formação de dossel). Estas fitofisionomias não foram individualizadas, pois na imagem de satélite suas assinaturas espectrais se confundem;
9. Lago: Corresponde a lagoas, açudes e outros corpos aquosos que não sejam rios;
10. Rio: Corresponde aos rios.

Figura 2. Carta de cobertura do solo da área de estudo.



Fonte: Autores.

A partir dessa carta de cobertura do solo (Figura 2) foi possível quantificar as áreas ocupadas por cada classe espectral de cobertura do solo (Tabela 1). Deste modo, pode-se relatar para a área de estudo 10 classes de cobertura do solo, totalizando

4.928,23 ha, sendo as mais representativas as classes Campo limpo 1 (2.389,74ha), Formação florestal 1 (634,07ha) e Campo sujo (549,26ha).

Tabela 1. Áreas ocupadas por cada classe espectral de cobertura do solo, em hectares, para a área estudada.

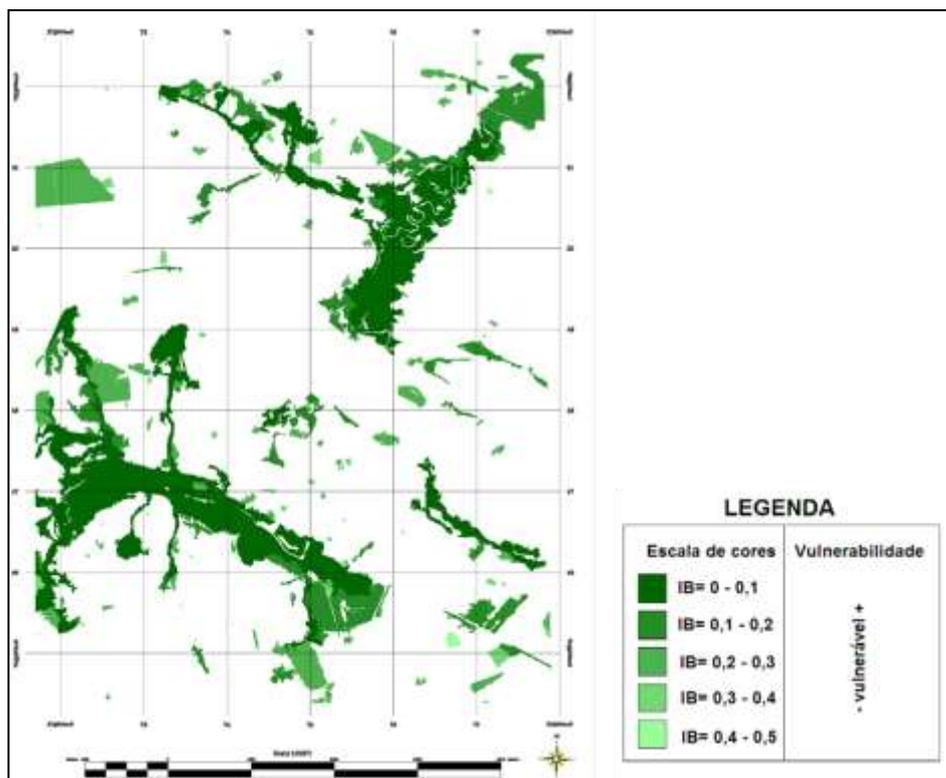
Classes Espectrais de Cobertura do Solo	Área (ha)
Urbano	422,42
Formação florestal 1	634,07
Formação florestal 2	54,01
Cerrado sentido restrito	210,36
Campo limpo 1	2.389,74
Campo limpo 2	449,76
Campo sujo	549,26
Área úmida	177,16
Lago	0,81
Rio	40,64
TOTAL	4.928,23

Fonte: Autores.

Foi produzida uma Carta de Avaliação dos Fragmentos de Vegetação por Índice de Borda (Figura 3) que avalia a forma da mancha de vegetação e indica a vulnerabilidade do fragmento ao efeito de borda. Na construção desta carta foram usados somente os valores de Índice de Borda (IB) dos fragmentos de vegetação arbórea, ou seja, as fitofisionomias de Mata ciliar, Mata seca, Cerradão e Cerrado sentido restrito de acordo com a classificação de Ribeiro & Walter (1998), pois este índice é utilizado em fragmentos florestais, mas visto que o Cerrado é um bioma com vegetação predominantemente arbóreo-arbustiva, foram incluídos os fragmentos de fitofisionomias que possuem árvores.

O Índice de Borda possibilita relacionar o perímetro (contorno) com o tamanho do fragmento, de tal forma que aqueles que apresentam formatos circulares tendem a possuir menor influência com relação ao meio externo, uma vez que a circunferência é a figura geométrica que possui menor borda entre a sua área e o seu exterior. Dessa forma, o “Índice de Borda”, originalmente utilizado para verificar a circularidade de lagos, através da denominação de “índice de desenvolvimento de margem”, tem sido considerado no estudo da dinâmica de populações (O’Neill et al., 1988).

Figura 3. Carta de avaliação dos fragmentos de vegetação arbórea por Índice de Borda.



Fonte: Autores.

Os valores de IB dos fragmentos variaram de 0,04 a 0,46. O número de fragmentos de vegetação arbórea em cada classe de IB pode ser visto na Tabela 2. Os fragmentos com valores de IB próximos a 1 são mais arredondados, tendendo a ser menos susceptíveis ao efeito de borda, deste modo apresentando uma menor vulnerabilidade.

Tabela 2. Número de fragmentos de vegetação arbórea em cada classe de Índice de Borda.

Índice de borda	Fragmentos
0 – 0,1	11
0,1 – 0,2	58
0,2 – 0,3	60
0,3 – 0,4	32
0,4 – 0,5	8
TOTAL	169

Fonte: Autores.

Para a área de estudo, nenhum fragmento apresentou valor de IB próximo a 1, visto que os maiores valores de IB não ultrapassaram 0,46, indicando que todos os fragmentos de vegetação arbórea da área de estudo apresentam uma alta vulnerabilidade quando analisado o IB.

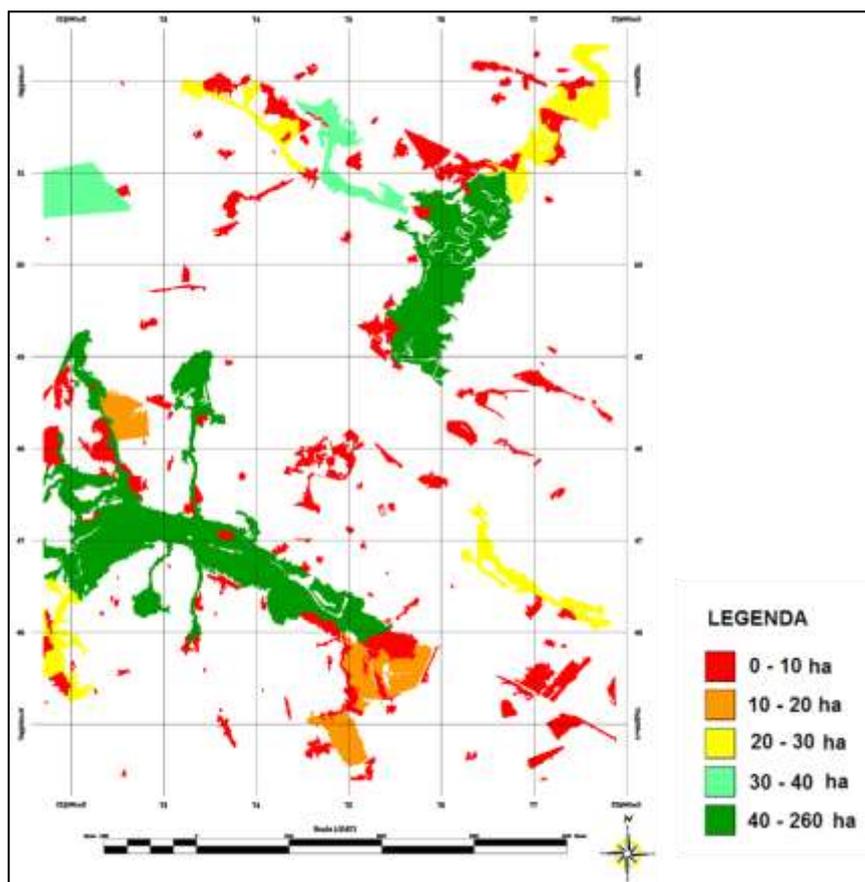
A alta vulnerabilidade dos valores de IB desses fragmentos é explicada principalmente pelo fato de grande parte dos remanescentes serem as matas ripárias, que possuem forma irregular e alongada, apresentando dessa maneira um IB muito baixo. O IB indica uma relação dos atributos de perímetro e área dos fragmentos e como na área de estudo grande parte da

vegetação nativa vêm sendo substituída pela agropecuária, esses remanescentes de vegetação arbórea acabam sendo “recortados” de diversas maneiras, fazendo com que existam fragmentos de diversos formatos e muitas vezes esses formatos apresentam um perímetro muito grande em relação a sua área. Dessa maneira, essa relação de perímetro e área que o IB representa, acaba qualificando esses fragmentos como tendo alta vulnerabilidade.

A forma de um fragmento de habitat afeta diretamente a relação entre o perímetro e a área desse fragmento. Quanto menor for esta relação, menor também será a borda e quanto maior a relação, maior será a borda. A quantidade de área de um fragmento representada pela borda é, portanto, consequência direta dessa relação. O aumento na proporção de borda em relação à área torna os fragmentos mais susceptíveis às perturbações antrópicas como fogo, caça, animais domésticos, exploração madeireira, espécies invasoras, etc. A primeira resposta da criação de uma borda é a modificação do microclima, que pode afetar a sobrevivência e a reprodução das populações. Nas bordas, a umidade do solo e do ar diminuem, enquanto que a temperatura do solo e do ar e a incidência de luz aumentam, assim como o déficit do vapor de água e a velocidade do vento (Scariot et al., 2005).

Outro fator de grande importância para avaliar as condições dos fragmentos de vegetação arbórea é o seu tamanho. Utilizando o banco de dados SIG também foi produzida uma Carta de Avaliação dos Fragmentos de Vegetação por Tamanho (Figura 4).

Figura 4. Carta de avaliação dos fragmentos de vegetação arbórea por tamanho, em hectares.



Fonte: Autores.

O tamanho dos fragmentos variou de 0,04 ha a 259,53 ha. O número de fragmentos de vegetação arbórea em cada classe de tamanho pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3. Número de fragmentos de vegetação arbórea em cada classe de tamanho, em hectares.

Tamanho (ha)	Fragmentos
0 – 10	156
10 – 20	4
20 – 30	5
30 – 40	2
40 – 260	2
TOTAL	169

Fonte: Autores.

Grande parte dos fragmentos de vegetação arbórea da área de estudo apresenta tamanho inferior a 10 ha, ou seja, indica que os fragmentos são bastante vulneráveis a fatores externos. Só existem dois fragmentos de tamanho significativo, um de 259,53 ha e outro de 123,65 ha, ambos fragmentos de Mata ciliar e que apresentam IB bastante baixo.

Se estes dois fragmentos forem analisados utilizando somente o critério do IB, eles serão classificados como muito vulneráveis. Mas os seus tamanhos os credenciam como os maiores refúgios de biodiversidade da área de estudo, visto que os demais fragmentos são muito menores. Mas esses valores baixos de IB indicam que apesar do tamanho grande desses fragmentos em relação aos outros, eles possuem formas muito irregulares e provavelmente sofrem muito com as consequências do efeito de borda. No entanto, alguns fragmentos que apresentam os maiores valores de IB entram na menor categoria de tamanho (> 10 ha), por isso os valores de IB não devem ser considerados de maneira isolada e sim associados com o tamanho dos fragmentos.

O tamanho de um fragmento de habitat pode ter efeito direto na sobrevivência das populações nele contidas. Fragmentos de habitat podem não conter o tamanho mínimo de populações de determinadas espécies, simplesmente porque quando essas áreas foram isoladas, não continham essas espécies de plantas ou amostraram somente um pequeno número de indivíduos da população. Esse problema pode ser especialmente crítico para espécies raras, cujo número de indivíduos por área é reduzido (Scariot et al., 2005).

Várias propostas de manejo para a conservação da biodiversidade em áreas fragmentadas têm sido elaboradas para aumentar as chances de viabilidade das populações. Vários autores têm considerado que a manutenção e/ou criação de grandes fragmentos rodeados de uma alta densidade de pequenos fragmentos ligados por “corredores”, podem contemplar em certa escala os objetivos da conservação e da manutenção da estabilidade de uma paisagem (Forman & Godron, 1986). Os corredores, em particular, são reconhecidos por serem essenciais no controle de fluxos biológicos na paisagem, reduzindo assim os riscos de extinção local (Metzger, 2003).

Um conjunto de pequenos fragmentos isolados, porém próximos, pode efetivamente proporcionar vias de acesso, funcionando como trampolins ecológicos. Enquanto os grandes fragmentos são importantes para a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala, os pequenos remanescentes cumprem funções extremamente relevantes ao longo da paisagem, funcionando como elementos de ligação entre grandes áreas, promovendo um aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuando como refúgio para espécies que requerem ambientes particulares que só ocorrem nessas áreas (Forman & Godron, 1986).

Os resultados apresentados na análise por Índice de Borda, se analisados de maneira descuidada e isolada podem levar a uma conclusão equivocada sobre a vulnerabilidade dos fragmentos. Observa-se que fragmentos pequenos estão em classes

menos vulneráveis, enquanto outros bem maiores estão em classes mais vulneráveis. Portanto, estes resultados isolados são insuficientes para um diagnóstico da situação dos mesmos. Isto ocorre provavelmente, porque a maioria dos fragmentos da área de estudo é pequena, embora arredondados, porém, a análise dos resultados é válida quando analisada em conjunto com o critério de tamanho dos fragmentos, cujos resultados estão concordantes com a realidade de campo.

Outro fator de grande importância para a conservação da biodiversidade é a matriz onde estão inseridos esses fragmentos de vegetação arbórea. Eles estão inseridos em uma matriz antrópica que é constituída pela área urbana do Município de Costa Rica – MS, plantações e pastos. Apesar do Rio Sucuriú atravessar a área de estudo, o que funcionaria como um corredor, suas áreas de preservação permanente estão muito degradadas, fazendo com que essas matas ciliares não cumpram o seu papel, pois são elas que regulam o fluxo de água superficial e de sedimentos, que transportam nutrientes das áreas mais altas da bacia hidrográfica para o ecossistema aquático e são importantes refúgios para populações de fauna. Apesar da degradação das matas ciliares do rio Sucuriú, de maneira geral os fragmentos de vegetação arbórea apresentam-se próximos uns dos outros, podendo se conectar através do rio.

A natureza da matriz também contribui para determinar a probabilidade de invasões biológicas nos fragmentos. Matrizes compostas por grandes extensões de pastagens ou monoculturas de grãos são intransponíveis para diversas espécies de animais da floresta (Bierregaard et al., 1992). Os efeitos que a fragmentação de habitat exerce sobre as espécies são diferentes, pois uma paisagem fragmentada para uma espécie pode não o ser para outra. A resposta de uma determinada espécie ou população à fragmentação depende também da escala espacial em que os fragmentos estão organizados e como a fragmentação influencia o sucesso de dispersão na paisagem. Desta forma, a distribuição espacial dos fragmentos na paisagem e os tipos de elementos da paisagem que os separam ou conectam, determinam o grau de isolamento das populações das espécies de plantas nos fragmentos (Scariot et al., 2005).

4. Conclusão

A análise da fragmentação da cobertura vegetal nativa mostrou um ambiente necessitado de cuidados e medidas que conservem os fragmentos existentes, já que muitos tendem a desaparecer. Mesmo os fragmentos menores são importantes, pois podem atuar como trampolins ecológicos para a dispersão e migração de espécies animais e vegetais. A principal atividade da região da área de estudo se concentra na agropecuária, que vem tendo suas fronteiras cada vez mais expandidas, ocupando áreas de vegetação natural de forma bastante intensa. Isso faz com que a diversidade biológica do local – flora, fauna, ambientes, processos – esteja sujeita a alterações significativas.

No entanto, verificou-se que, embora não esteja havendo conservação significativa dos diferentes tipos de cobertura de solo, ainda existem na área fragmentos relativamente representativos e uma unidade de conservação que devem ser, urgente e prioritariamente, manejados e conservados.

Uma solução simples seria atender as regulamentações ambientais, ou seja, simplesmente respeitando-se a lei, já haveria uma melhora ambiental para a área. Complementarmente, o Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú (PNMS) deveria ter sua área de proteção expandida, abrangendo todas as áreas de proteção permanente do seu entorno e incorporar alguns fragmentos próximos, para que os representantes da diversidade do bioma Cerrado sejam resguardados, assim como os importantes mananciais para o bioma.

Assim, através da utilização das geotecnologias foram produzidos resultados em uma região que possui uma Unidade de Conservação, o que pode auxiliar a administração do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú-MS na tomada de decisões, no manejo e na gestão da unidade de conservação, pois o PNMS está interligado através dos corredores de biodiversidade ao Parque Nacional das Emas-GO/MS e ao Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari-MS. A repetição do

método apresentado neste estudo, em intervalos regulares de tempo, permite o monitoramento da situação ambiental da região desta importante unidade de conservação, servindo como ferramenta de gestão para os órgãos ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PPGEC/UFMS (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação), ao PGRN/UFMS (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro e bolsas, a Prefeitura Municipal de Costa Rica-MS, em especial a figura do professor Wilson Matheus, pelo apoio nos trabalhos de campo. À FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pelo apoio financeiro nos projetos de pesquisa nº 0241/08 e 060/2015. A bolsa de produtividade em pesquisa de A. C. Paranhos Filho (CNPq Processo 305013/2018-1). O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

Referências

- Alho, C. J. R. & Martins, E. S. (1995). De Grão em Grão o Cerrado Perde Espaço (Cerrado - Impactos do Processo de Ocupação). WWF – Fundo Mundial para a Natureza, Brasília. 66p.
- Bierregaard Jr., R. O., Lovejoy, T. E., Kapos, V., Santos, A. S. & Hutchings, R. W. (1992). The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience*, 42:859–866.
- Campos, L. F. G. (1943). *Mapa florestal do Brasil*. Boletim Geográfico, 1, 9-27.
- Costa, R. B., Salles, A. T. & Moura, H. H. S. (2003). Degradação de reservas florestais particulares e desenvolvimento sustentável em Mato Grosso do Sul. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 4(7): 41 – 46.
- Definiens (2002). *Ecognition (Software)*. Version 2.0. Munchen, Alemanha. 1 CD-ROM.
- Forman, R. T. & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Willey. 619 p.
- Gamarra, R. M., Paranhos Filho, A. C., Teruya Júnior, H., Corrêa, L. C., Baronio, G. J. (2009). Classificação orientada a objetos na caracterização de paisagens fragmentadas – caso da região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, Costa Rica, MS. In: Anais IX CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL E III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA. 13 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço-MG.
- Gewin, V. (2004). *Mapping opportunities*. Nature, 427. p. 376-377. .
- Innes, J. L. & Koch, B. (1998). Forest Biodiversity and its assessment by remote sensing. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7:397-419.
- Klais, T. B. A., Dalmas, F. B., Morais, R. P., Atique, G., Lastoria, G. & Paranhos Filho, A. C. (2012). Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Ambiente & Água*. 7(2).
- Klink, C. A. & Machado, R. (2005). *Conservation of the Brazilian Cerrado*. *Conservation Biology*, Boston 19: 707-713.
- Metzger, J. P. (2003). Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: Júnior, L. C., Pádua, C. V. & Rudran, R (org.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, P.R. Editora da UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667p.
- Oliveira, L. G. L. (2005). Elaboração e Aplicação de Modelo Digital de Elevação: O Estudo de Caso do Parque Municipal de Costa Rica, MS. Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Monografia, 35 p.
- O'Neill, R. V., Krummel, J. R., Gardner, R. H., Sugihara, G., Jackson, B., Deangelis, D. L., Milne, B. T., Turner, M. G., Zygmunt, B., Christensen, S. W., Dale, V. H., Graham, R. L. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, vol. 1(3), p. 153-162.
- Pagotto, T. C. S., Camilotti, D. C., Longo, J. M. & Souza, P. R. (2006). Bioma Cerrado. In: Pagotto, T.C.S. & Souza, P. R. (org.). Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. *Editora UFMS. Campo Grande*, MS. p. 18-30.
- Paranhos Filho, A. C. (2000). Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Tese de doutorado, 213 p.
- PCI. (2003). *Geomática (Software)*. Versão 9.1 for Windows. Ontário, Canadá. 16 de dezembro de 2003. 1 CD-ROM.
- Pott, A. & Pott, V. J. (2003). Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: Costa, R.B (org.). Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste. UCDB. Campo Grande. 26 – 52 p.

Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. (1998). Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 556p.

Ribeiro, J. F., Gonzáles, M. I., Oliveira, P. E. A. M., Melo, J. T. de. (1982). Aspectos fenológicos de espécies nativas do Cerrado. In: Anais CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32. 1981, Teresina, PI: Anais. Teresina: Sociedade Botânica do Brasil. p.181-198.

Rizzini, C. T. (1963). A flora do Cerrado, análise florística das savanas Centrais. In: Anais SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. Anais. São Paulo: EDUSP. p.125-177.

Scariot, A., Freitas, S. R., Neto, E. M., Nascimento, M. T., Oliveira, L. C., Sanaïotti, T., Sevilha, A. C. & Villela, D. M. (2005). Vegetação e Flora. In: RAMBALDI, D.M. & OLIVEIRA, D.A.S. (org.). Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Ministério do Meio Ambiente. (2a ed.), MMA/SBF. p. 103 - 123.

Silvano, D. L., Colli, G. R., Dixo, M. B. O., Pimenta, B. V. S. & Wiederhecker, H. C. (2005). Anfíbios e répteis. In: RAMBALDI, D.M. & OLIVEIRA, D.A.S. (org.). Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Ministério do Meio Ambiente. (2a ed.), MMA/SBF. p. 184 -199.

Space Imaging. (2003). Imagens do satélite Ikonos II. Canais 1, 2, 3, 4 e pan. CD-ROM.

Vogelmann, J. E. (1995). Assessment of Forest Fragmentation in Southern New England using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technology. *Conservation Biology*. 9 (2): 439-449.