

Análise da fragmentação de Cerrado na bacia hidrográfica do rio Aguapeí, Porto Esperidião (MT): um estudo de caso a partir das geotecnologias e métricas da paisagem

Analysis of the savanna fragmentation in the Aguapeí river basin, Porto Esperidião (MT): a case study from the geotechnology and landscape metrics perspective

Análisis de la fragmentación de sabana brasileña en la cuenca del río Aguapeí, porto esperidião (MT): un estudio de caso de los parámetros geotecnología y métricas del paisaje

Laís Fernandes de Souza Neves

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus de Cáceres
lais_geografia@hotmail.com

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus de Cáceres
ssneves@unemat.br

Gustavo Rodrigues Canale

Universidade Federal de Mato Grosso - Campus de Sinop
gustavocanale@hotmail.com

Resumo

A paisagem está em constante transformação, sendo que sua fragmentação constitui risco à estabilidade de sua estrutura. Este estudo objetivou realizar uma análise espaço-temporal da paisagem na bacia hidrográfica do rio Aguapeí/MT, por meio de geotecnologias e das métricas da paisagem, entre os anos 1991 e 2011. Ao término deste período, constatou-se o predomínio da vegetação nativa na bacia em questão, porém com uma redução da área ocupada pela classe do Cerrado, de 78% em 1991, para 61% em 2011. Esta diferença de 17% foi destinada a classe agropecuária, a qual em 1991 totalizava 22% e, em 2011, passou para 39%. Esta conversão antrópica teve uma interferência direta na fragmentação da paisagem, com um número de fragmentos em 2011 superior ao de 1991 (em 74%), com tamanhos variando entre 1 a

100 hectares, comprometendo, assim, a manutenção de espécies animais e florísticas na região.

Palavras-chave: uso e cobertura do solo, fragmentação, métricas da paisagem.

Abstract

The landscape is constantly changing and forest fragmentation is a risk to its stability and structure. In this study we performed a spatial and temporal landscape analysis in the Aguapeí river basin (Mato Grosso, Brazil) using geotechnologies and landscape/patch metrics. It was observed an area reduction in the class of Cerrado, from 78% to 61% (during 1991 to 2011 period), although the native vegetation is still predominant in this river basin. In the same proportion, the agriculture area increased from 22% (1991) to 39% (2011). This anthropic conversion had a direct interference in the landscape fragmentation, with a number of fragments in 2011 higher than 1991 (in 74%), with sizes between 1 and 100 hectares, thus compromising the maintenance of animal and floristic species in this region.

Keywords: use and land cover, fragmentation, landscape metrics.

Resumen

El paisaje está cambiando constantemente, y su fragmentación es el riesgo para la estabilidad de su estructura. Este estudio tuvo como objetivo realizar un análisis espacio-temporal del paisaje en la cuenca del río Aguapeí / MT a través de geotecnología y métricas del paisaje, entre los años 1991 y 2011. Al final de este período, encontramos un predominio de la vegetación nativa en la cuenca de que se trate, pero con una reducción de la superficie ocupada por la clase Cerrado (sabana brasileña), el 78% en 1991 al 61% en 2011. Esta diferencia del 17% se destinó a la clase agrícola, que en 1991 ascendió a 22% y, en 2011, se elevó a 39%. Esta conversión antropogénica ha tenido una influencia directa en la fragmentación del paisaje, con un número de fragmentos en 2011 más que en 1991 (74%), que varían en tamaño desde 1 hasta 100 hectáreas, comprometiendo así el mantenimiento de las especies animales y la florística región.

Palabras clave: el uso y cobertura del suelo, la fragmentación, la métrica del paisaje.

Introdução

A ação antrópica ocasiona diversos danos aos componentes naturais da paisagem, sendo que no Estado de Mato Grosso a de maior evidência é o desmatamento, que modifica os elementos da natureza, constituindo um risco à estabilidade de sua estrutura.

A cobertura vegetal natural é um importante indicador das condições ambientais de uma região, propiciando proteção ao solo, reduzindo o transporte de sedimentos e o assoreamento dos corpos d'água, além de servir de habitat para animais silvestres. Segundo Umetsu (2005), a fragmentação dos habitats pode ser considerada como um dos principais fatores responsáveis para a perda da biodiversidade, pois diversos usos, como urbanização, agricultura, pecuária, entre outros, necessitam da conversão da natureza para sua implementação. Assim sendo, faz-se necessário o conhecimento dos impactos e

das relações dos ambientes da matriz sobre os remanescentes de habitat, visando o manejo e a conservação das paisagens fragmentadas.

De acordo com Bertrand (1968), a paisagem pode ser considerada como uma entidade global, que possibilita a visão sistêmica, numa combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, constituindo um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. A configuração desta refere-se à distribuição física ou caracterização espacial dos elementos que a compõe, tendo como aspectos importantes, em relação aos fragmentos, o seu grau de isolamento, a sua localização, entre outros (VALENTE, 2001).

Na investigação da paisagem podem ser utilizadas diversas ferramentas, sendo as Geotecnologias uma delas, compreendendo, por exemplo, o uso de imagens de satélites e mapas digitais em um Sistema de Informações Geográficas (BRITO *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2008; CALEGARI *et al.*, 2010); tal arranjo possibilita a detecção/classificação dos fragmentos de vegetação nativa, bem como as áreas em que o uso da terra se encontra conflitante com a legislação ambiental vigente, entre outras análises.

Outra ferramenta são as métricas da paisagem, amplamente utilizadas nos estudos de Ecologia de Paisagem, cujas duas principais abordagens são: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e a outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica (METZGER, 2001). Neste contexto, as métricas permitem a mensuração da fragmentação da paisagem, gerando dados quantitativos sobre a extensão e distribuição espacial de fragmentos contidos na região analisada.

A atividade pecuária constitui a principal atividade econômica do município de Porto Esperidião (MT), tendo o seu entorno nas últimas décadas implicado na supressão/fragmentação da vegetação e no comprometimento dos cursos hídricos municipais (BRASIL, 2002). A avaliação do estado de conservação da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aguapeí, contida no município de Porto Esperidião, por meio das Geotecnologias e métricas específicas, contribui para o entendimento das mudanças de padrão da vegetação, dos fatores das causas e das ligações entre os processos de perturbação. Essas informações, segundo Volotão (1998), ao serem apropriadas pelos gestores públicos subsidiam na tomada de decisões quanto à conservação desse ecossistema em questão.

Dentre os doze macro-objetivos contidos no Plano de Longo Prazo de Mato Grosso (vigência 2006-2026), o primeiro é “Melhorar a conservação ambiental dos biomas mato-grossenses e as práticas sustentáveis de uso dos recursos naturais” (MATO GROSSO, 2012). Dois dos indicadores definidos

para a avaliação do atendimento do macro-objetivo são: monitorar as áreas desmatadas e a qualidade da água, visando atender aos objetivos específicos do plano; e controlar os usos dos recursos ambientais e melhorar a gestão dos recursos hídricos.

Neste contexto, o referido estudo objetivou realizar, com apoio das Geotecnologias e métricas da paisagem, a análise espaço-temporal da estrutura da paisagem na bacia hidrográfica do rio Aguapeí/MT, na perspectiva de contribuir na gestão ambiental e na tomada de decisão em nível municipal e estadual.

Metodologia

Apresentação da área

A bacia hidrográfica do rio Aguapeí (BHRA) possui área territorial de 1.887 km², correspondendo a 188,7 ha, contida no município de Porto Esperidião, na região Sudoeste de Mato Grosso; a mesma encontra-se numa área de transição de biomas, tendo seu alto e médio curso, localizados no bioma Amazônia e o baixo curso no bioma Pantanal. O rio Aguapeí percorre toda a extensão territorial municipal, no sentido Oeste-Leste, sendo neste município o principal afluente do rio Jauru (Figura 1).

As nascentes do rio Aguapeí encontram-se localizadas na serra Santa Bárbara, que é o divisor de águas da bacia Amazônica (rio Alegre, afluente do rio Guaporé que por sua vez deságua no rio Madeira) e da bacia do rio Paraguai (rio Aguapeí, afluente do rio Jauru, que deságua na margem direita do rio Paraguai no Pantanal mato-grossense).

Procedimentos metodológicos

Para execução da caracterização ambiental da área de estudo, foi necessária a compilação dos mapas temáticos de Geologia, Geomorfologia e Pedologia, gerados no âmbito do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP (BRASIL, 1997), que foram recortados pela máscara da bacia no programa ArcGis, versão 9.2 (ESRI, 2007). O arquivo vetorial da bacia de estudo, utilizado como máscara para os recortes dos temas, foi obtido no sítio da Agência Nacional de Águas – ANA, sendo referente ao nível 6 da classificação de Otto Pfafstetter (Ottobacias).

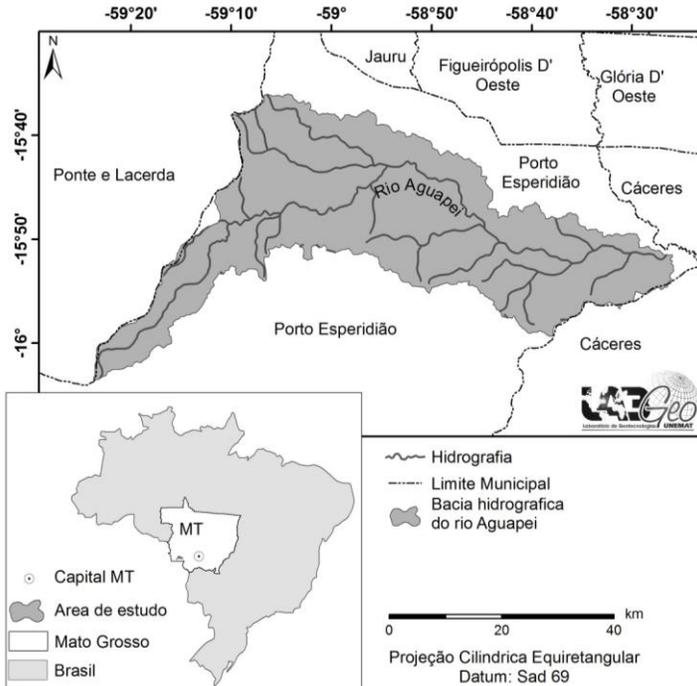


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Aguapeí localizada no município de Porto Esperidião/MT.

A elaboração dos mapas de cobertura vegetal e uso da terra requereram duas imagens da órbita/ponto 228/71, do satélite Landsat 5, sensor TM, resolução espacial de 30m, das datas de 29/04/1991 e 20/04/2011, disponibilizadas no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Estas foram georreferenciadas (erro de 0,5 pixel, correspondendo a 15m no terreno), segmentadas (área igual ou menor a 10 ha, e limiar de similaridade igual ou menor a 10 ha) e classificadas (algoritmo de crescimento de regiões e classificador Bhattacharya) no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING, versão 4.3.3, disponibilizado pelo INPE.

Especificamente quanto à segmentação, esta etapa constitui-se num processo que subdivide uma imagem em regiões homogêneas, sendo necessária a definição do atributo “área”, definido em função da escala do mapa a ser gerado, que limita em número de *pixels* que uma região deve ter na imagem segmentada; faz necessário também a definição de limiar de similaridade, pois cada região possui um atributo numérico que a caracteriza, e todo *pixel* vizinho a esta região é um candidato em potencial de pertencer à

mesma, desde que a diferença do atributo deste *pixel* e da região seja inferior ao limiar de similaridade definido (OLIVEIRA, 2002).

Na fase de classificação das imagens de satélite foram utilizados para a identificação dos alvos os seguintes elementos: tonalidade, cor, tamanho, forma, textura, padrão, altura, sombreamento, localização e contexto (FLORENZANO, 2002).

As classes temáticas adotadas na elaboração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra foram as mesmas utilizadas no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica - PROBIO (BRASIL, 2007).

Os layouts dos mapas e as quantificações das classes temáticas de cobertura vegetal e uso da terra foram elaborados no ArcGis, versão 9.2 (ESRI, 2007).

As imagens classificadas no SPRING, para os anos 1991 e 2011, foram exportadas na extensão *TagImage File Format* (TIFF); no *software* ArcGis estas foram convertidas para o formato *Gridded Binary* (GRIB) para a geração dos cálculos das métricas (estatísticas) relativos aos fragmentos individuais, tipo de classe e a paisagem como um todo no programa *Fragstats*, versão 3.3, desenvolvido por McGarigal e Marks (1995), disponível para download em www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html.

Os trabalhos de Turner *et al.* (1996) e Koivu (1999) indicaram as métricas a serem utilizadas para atender o objetivo da análise pretendida neste estudo, isto é, demonstrar a estrutura e a relação espacial entre diferentes elementos presentes na paisagem da bacia investigada. Segundo Carneiro (2010), as métricas de classe estão associadas a todas as manchas de um determinado tipo de habitat (classe) presentes na paisagem e medem a quantidade e a configuração espacial de cada tipo de mancha, fornecendo uma medida de fragmentação.

Assim, as métricas mais sensíveis para caracterizar a área de estudo encontram-se apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Métricas da paisagem aplicadas à bacia hidrográfica do rio Aguapeí/MT.

Métrica	Descrição	Equação
CA	Área de todos os fragmentos da classe.	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{1}{10.000} a_{ij}$ área (m ²) da mancha ij
NP	Numero de fragmentos existentes na classe.	$NP = n_i n_i$ número de manchas do tipo (classe) i na paisagem
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento na classe.	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100) a_{ij}$ área (m ²) da mancha ij. A área (m ²) total da paisagem.
TCA	Soma das áreas centrais de toda a classe.	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \frac{1}{10.000} a_{ij}^c$ área (m ²) da mancha ij com um valor de buffer especificado (m.)]
ENN_MN	Soma de todas as distancias entre cada fragmento e o vizinho mais próximo da mesma classe, dividido pelo numero de fragmentos da classe.	$ENN = h_{ij}$ h _{ij} distância da mancha ij à mancha de vizinhança mais próxima com o mesmo tipo de classe, baseada na distância borda a borda.
COHESION	Soma da conectividade física entre cada fragmento da mesma classe.	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right]^{-1} (100) A$ é a área total da paisagem (m ²). p _{ij} é o perímetro (m) da mancha ij a _{ij} – área (m ²) da mancha ij

Fonte: McGarigal e Marks (1995). Organização: Neves (2012).

Na figura 2 são apresentadas as etapas metodológicas adotadas na execução deste estudo.

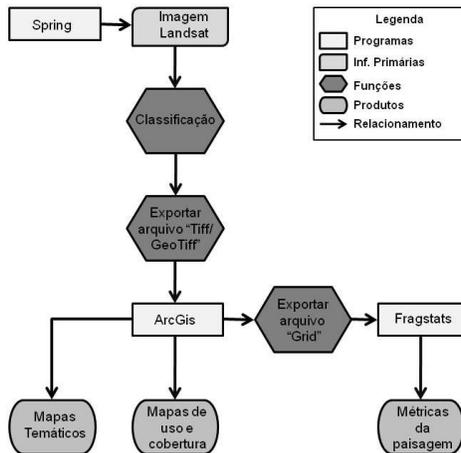


Figura 2. Procedimentos metodológicos para geração das imagens classificadas e as métricas da paisagem da área de estudo. Fonte: Os autores (2012).

Resultados e discussão

A paisagem está em constante transformação, cujos processos e a forma de apropriação são distintas no tempo e no espaço, por serem derivadas da necessidade de ocupação e pelas relações de produção. No tocante aos elementos bióticos, as modificações no tempo e no espaço implicam em modificações na dinâmica da comunidade biótica, o que, por seu turno, pode acarretar mudanças no meio abiótico, novamente mudanças na comunidade biótica e na própria estrutura funcional da paisagem (COELHO NETTO e CASTRO JUNIOR, 1997).

A paisagem da região Sudoeste mato-grossense, onde se encontra localizado o município de Porto Esperidião, teve a ocupação do território iniciada no século XVIII em decorrência das descobertas e do desenvolvimento das atividades de mineração de ouro e diamante; durante o século XIX tais atividades instalaram-se, preferencialmente, nas áreas do Pantanal Mato-grossense e nas regiões de domínio do Cerrado, com presença expressiva de Floresta Estacional e de ambientes transicionais (MATO GROSSO, 2002).

Mais especificamente, em Porto Esperidião, a ocupação ocorreu no século XX com as expedições exploratórias e científicas, como a Expedição Rondon (1913 a 1914), que implantou a linha telegráfica, importante no processo de ampliação e ocupação do município, o que interferiu na mudança no estado de conservação da vegetação na bacia hidrográfica do rio Aguapeí – BHRA.

Na figura 3 são mostradas as transformações ocorridas na bacia investigada nos anos de 1991 e 2011, derivadas das formas de uso. No que se refere ao uso, a agropecuária na BHRA apresentou crescimento contínuo, pois no ano de 1991 representava 22% (40.349 ha) e, em 2011, passou a 39% (73.927 ha). Relativo à vegetação nativa, esta predominou em ambos os anos analisados, pois em 1991 totalizava 78% e, em 2011, decresceu para 61%. Em ambas as datas, a vegetação existente pertencia às classes de Floresta Aluvial e Savana (Cerrado).

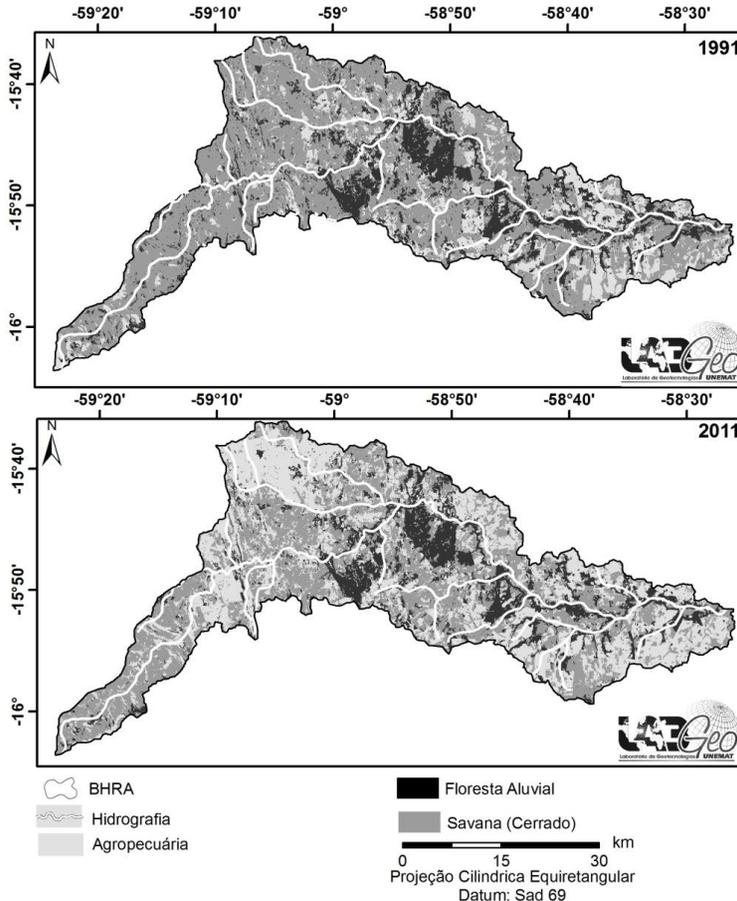


Figura 3. Uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Aguapeí/MT.

Referente à estrutura da paisagem da BHRA, constatou-se que mesmo tendo ocorrido modificações, as classes de vegetação nativa continuam predominando na área de estudo. A Floresta Aluvial, que em 1991 apresentava 4.200 hectares, passou em 2011 para 15.303 hectares; este aumento pode ser atribuído ao cumprimento da legislação ambiental, a exemplo da Lei N° 7.803/89, que prevê a conservação para as diversas formações vegetais que ocorrem nas margens de rios, córregos, lagos, lagoas e olhos d' água.

Embora a vegetação nativa ainda ocupe a maior área na bacia, observou-se variação significativa no percentual de suas classes, sofrendo a classe de Cerrado um decréscimo de 23% entre 1991 (143.813 hectares) e 2011 (99.205 hectares) (Figura 4). A supressão da vegetação nativa na região

Sudoeste, nos últimos 20 anos, pertencente ao bioma Cerrado, é atribuída à expansão da atividade pecuária, beneficiada por incentivos governamentais. Situação essa semelhante ao que ocorreu no bioma Amazônia, pois os estudos da dinâmica de desmatamento da Amazônia, realizado por Morton *et al.* (2006), verificaram que a diminuição de floresta começou em pequena escala de exploração de madeira ou agricultura de subsistência, seguida por consolidação em larga escala da pecuária.

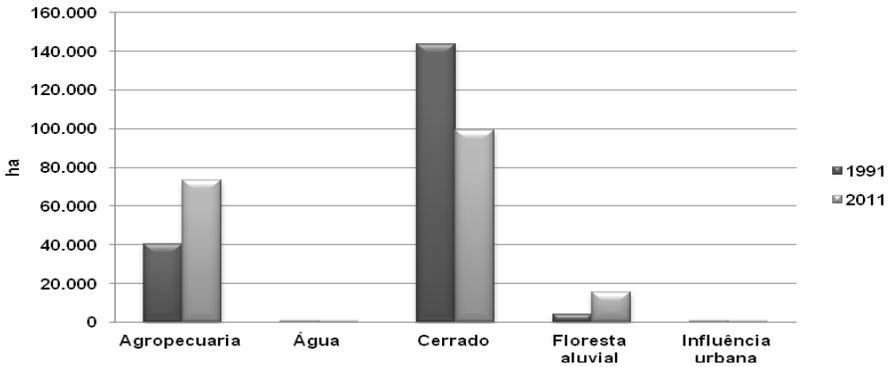


Figura 4. Área das classes (CA) em hectare da bacia hidrográfica do rio Aguapeí, em 1991 e 2011.

Na tabela 2 e na figura 5 mostram que, embora tenha ocorrido aumento de 3.541 hectares da classe de Floresta Aluvial entre os anos de 1991 a 2011, o número total de fragmentos desta classe que constituíam 1.022 em 1991, em 2011 passou para 2.026, sendo que a maior parte destes fragmentos encontra-se entre 1e 10 hectares (i.e. muito pequenos). Segundo MacGarigal e Marks (1995), quanto menor for o tamanho médio dos fragmentos, mais fragmentada é a paisagem, e maior é o risco de novas fragmentações, muitas vezes irreversíveis, comprometendo a sobrevivência de muitas populações de espécies animais e vegetais em pequenos fragmentos, pela escassez de recursos alimentares, dificuldade de acesso a parceiros sexuais e aumento da suscetibilidade a ações antrópicas (ex. queimadas e desmatamentos) (GARDNER *et al.*, 2009).

Tabela 2 - Número de fragmentos (NP) por classe e tamanho da área em hectares (ha) na paisagem na Bacia Hidrográfica do rio Aguapeí/MT.

Usos e cobertura vegetal	1991					2011					1991-2011				
	Tamanho dos fragmentos (ha)					Tamanho dos fragmentos (ha)					Nº de fragmentos %				
	<1	1-100	101-1000	1001-5000	>5000	<1	1-100	101-1000	1001-5000	>5000	<1	1-100	101-1000	1001-5000	>5000
Agropecuária	236	2.034	63	3	0	347	2.882	83	5	2	3,23	-6,47	-34,31	11,42	50
Água	7	67	0	0	0	4	62	0	0	0	-0,94	-0,86	0	0	0
Cerrado	36	240	3	2	0	135	1.096	32	2	2	14,06	-6,84	18,55	11,43	50
Floresta aluvial	157	864	1	0	0	119	1.017	24	0	0	16,34	-0,02	15,77	0	0
Influência urbana	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	436	3206	67	5	0	605	5.058	139	7	4	0,01	-0,01	0,01	-0,01	100

Van Der Laan–Barbosa (2012), Costa *et al.* (2005) e Brasil (2002) apontaram em seus estudos que a maioria dos mamíferos necessitam de grandes áreas para sobreviver e, por isso, passam a ser mais afetados pela redução de habitats, forçando estas espécies a procurar novas áreas capazes de suprir a falta de recursos das áreas fragmentadas.

MacArthur e Wilson (1967), seguindo a teoria de Biogeografia de Ilhas, relataram que a fragmentação implica num importante impacto para a fauna e flora, pois o tamanho do fragmento pode servir de fonte de migração da fauna, que pode repovoar fragmentos menores no seu entorno, bem como pode servir de aporte de sementes e pólenes, que irão aumentar a diversidade genética das populações florísticas dos pequenos fragmentos.

Neste estudo, o maior fragmento encontrado foi o de Cerrado para ambos os anos investigados, como pode ser observado na figura 5, circundando este praticamente em toda área da bacia. O maior fragmento encontrado em 1991 possuía 6.964,49 hectares, enquanto em 2011 este apresentava apenas 3.349,94 hectares, uma redução de 52%. Sua existência está relacionada à forma de relevo, que varia de forte ondulado a montanhoso, cujo uso e ocupação são dificultados para a mecanização (Figura 6).

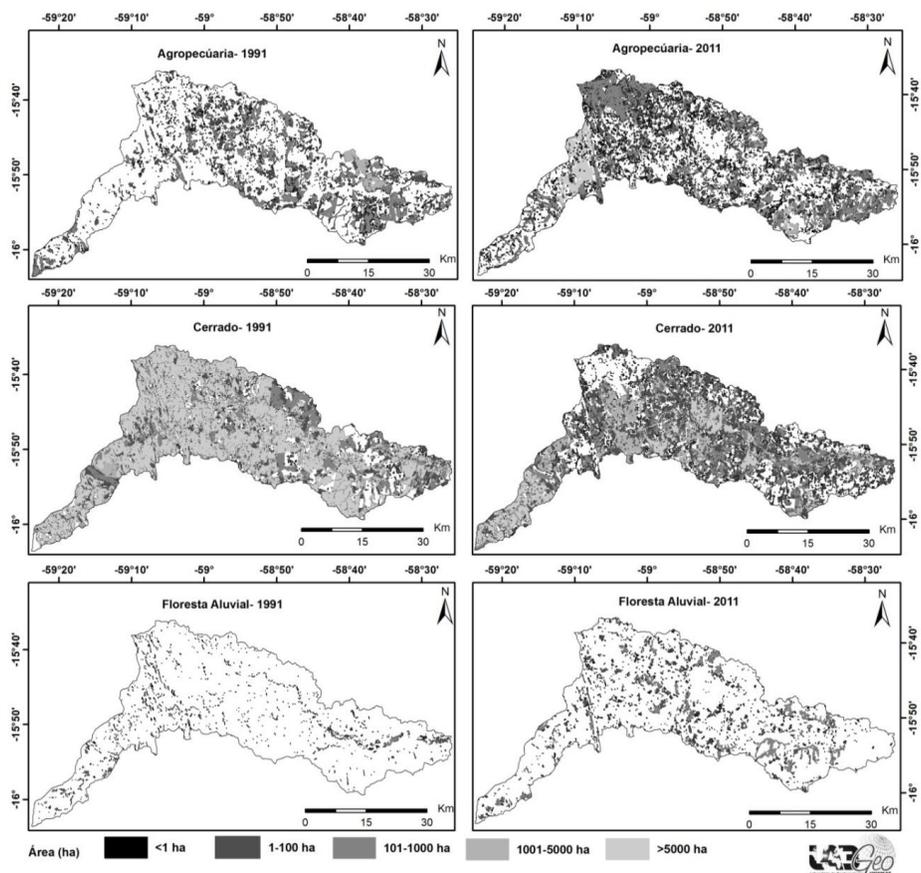


Figura 5. Distribuição do número de fragmentos (NP) na Bacia hidrográfica do rio Aguapeí/MT.

No tocante ao total de áreas centrais (TCA), a métrica evidenciou que no período de 20 anos ocorreu aumento nas áreas centrais e nas bordas dos fragmentos da classe de Floresta Aluvial, demonstrando possivelmente a recuperação de sua área.

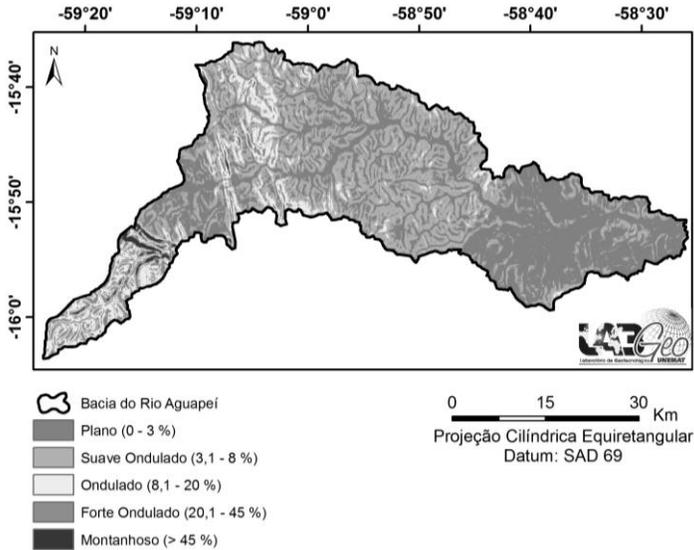


Figura 6. Declividades da Bacia hidrográfica do rio Aguapeí, no município de Porto Esperidião/MT.

As áreas recobertas pela vegetação de Cerrado tiveram suas áreas centrais reduzidas, denotando a maior influência do uso da terra dos outros tipos de cobertura sobre este tipo de vegetação no período analisado. Esta redução está relacionada ao desenvolvimento da agropecuária na bacia e a sua formação pedológica (Figura 7).

A maioria dos fragmentos encontra-se em áreas onde os solos são Podzólicos vermelho-amarelo distrófico e eutróficos; este tipo de solo, segundo Embrapa (1999), é formado por minerais, não hidromórficos, pouco a muito profundo, porém sempre pobres em ferro. Este solo é suscetível à erosão hídrica, pela água, ao percolar de forma relativamente fácil no horizonte superficial; ao encontrar um horizonte naturalmente adensado, a velocidade de infiltração é drasticamente diminuída. Há, assim, uma rápida saturação dos poros no horizonte superficial, aumento da lâmina de água na superfície, com conseqüente aumento do escoamento superficial e dos riscos de erosão, normalmente nas áreas mais declivosas.

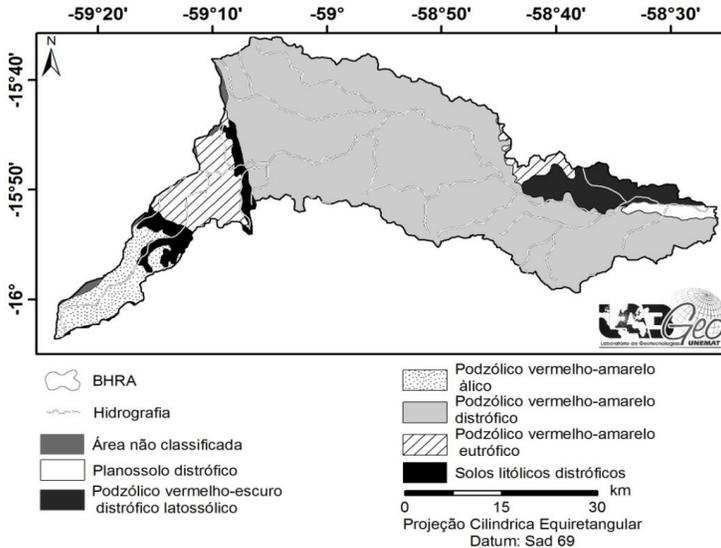


Figura 7. Classes de solo da Bacia Hidrográfica do rio Aguapeí/MT.

A distância entre os fragmentos aferida pela Métrica de distância média do vizinho mais próximo ENN_MN apresentou maior valor relativo à classe de água, com 164.375,89 hectares em 1991 e 184.952,88 hectares em 2011, ou seja, os corpos d'água são os que estão mais distantes uns dos outros (Figura 8). Com menor valor relativo à distância apresenta-se a classe de Cerrado com 14.126,14 hectares em 1991, e 13.618,35 hectares em 2011, constituindo os fragmentos que se encontram mais próximos uns dos outros, isto sugere que, além do número de fragmentos, o tamanho do fragmento também influencia na distância entre os mesmos. Calaça (2009) enfatiza que a proximidade entre os fragmentos tende a influenciar de maneira positiva a riqueza e abundância de mamíferos, pois não implica no isolamento total destas áreas.

Metzger (2001) complementa, ainda, que a proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos e tem implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos. O valor elevado desse índice reflete em fragmentos mais isolados e que, portanto, devem ser avaliados quanto à sua importância ecológica para a manutenção do ecossistema.

Em relação à conectividade, quantificada pela métrica COHESION (Figura 9), ao se analisar a classe Cerrado, foi verificada a redução da área ocupada por este tipo de vegetação, entretanto, com poucas alterações em sua conectividade (5%). Isto indica que os fragmentos

apresentam uma conectividade física, o que é favorável para a sua conservação. Segundo Tonial (2003), o número, o tamanho e a ausência de corredores para conectar os fragmentos de áreas naturais nas bacias hidrográficas constituem os principais fatores que limitam a sustentabilidade ambiental.

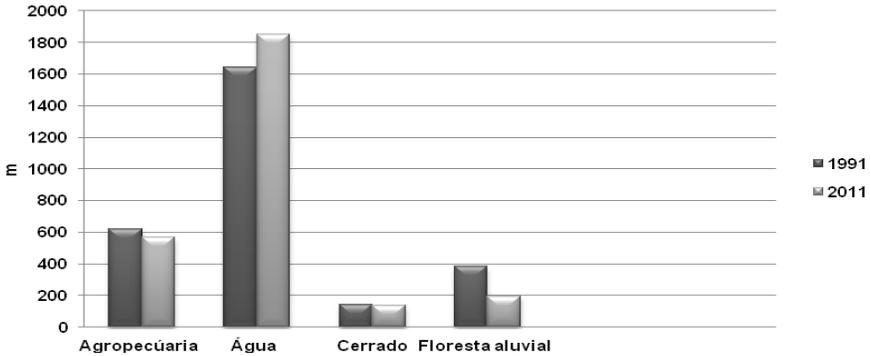


Figura 8. Distância Euclidiana média do vizinho mais próximo das classes da paisagem na BHRA.

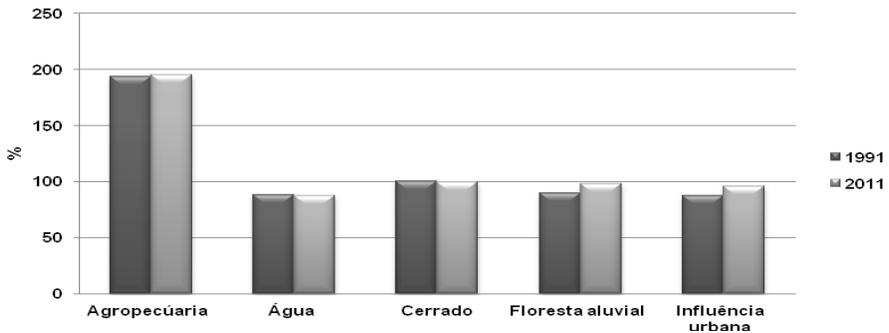


Figura 9. Conectividade física dos fragmentos na BHRA.

Os resultados apresentados neste estudo corroboram com os encontrados por Aguilar e Galeto (2004), ao constatarem que diferentes comunidades vegetais sofrem com as atividades antrópicas que culminam na destruição da biodiversidade encontrada no local, formando um mosaico, como o encontrado atualmente na bacia hidrográfica do rio Aguapeí.

O estudo também evidencia que o planejamento municipal deve redirecionar a forma de uso do espaço, pois o modelo implementado na

atualidade não vai ao encontro do que é planejado para o desenvolvimento do Estado de Mato Grosso, que propõe, por sua vez, uma economia mato-grossense diversificada e dinâmica, com elevado grau de adensamento e complexidade, mais competitiva e integrada, e bem menos vulnerável.

Considerações finais

A utilização das geotecnologias possibilitou a identificação e a representação das alterações na cobertura vegetal e no uso da terra da bacia hidrográfica do rio Aguapeí, no período de 1991 a 2011. As métricas da paisagem possibilitaram quantificar e estabelecer relações entre os elementos ambientais de forma especializada, necessários para a compreensão dos processos resultantes das ações antrópicas.

Diante dos resultados obtidos, foi possível concluir que, nestes 20 anos analisados a atividade agropecuária foi intensificada na BHRA, ocasionando diminuição na vegetação de Cerrado e aumento no número de fragmentos, o que resultou na redução das áreas dos habitats contínuos em áreas de fragmentos menores. Situação inversa ocorreu na área relativa à Floresta Aluvial, com o aumento do número e da área dos fragmentos, o que contribuiu para permanência da diversidade biológica e crescimento de ecossistemas naturais.

Referências

AGUILAR, R.; GALETTO, L. Effects of forest fragmentation on male and female reproductive success in *Cestrum parqui* (Solanaceae). **Oecologia**, v. 138, n. 4, p. 513–520, 2004.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto Radambrasil**. Folha SD 21 Cuiabá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 520 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Projeto Pantanal) – PCBAP**. Documentação do sistema. Paraná: UFPR, 1997. 298 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira**. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 404 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Probio-Pantanal**, 2007. Disponível em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/projeto/probiopantanal/downloads-1/documentos>. Acesso em: 15 maio 2012.

BRASIL. **Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília: Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/areas-de-preservacao-permanente/areas-de-preservacao-permanente-9.php>. Acesso em: 27 agosto 2010.

BRITO, E. R.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SOARES, V. P. Identification of degraded areas and classes of vegetal cover through geographical information system, for environmental adequacy. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p. 247-260.

CALAÇA, A. M. **A utilização da paisagem fragmentada por mamíferos de médio e grande porte e sua relação com a massa corporal na região do entorno de Aruanã, Goiás**. 2009. 95 fl. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E. ; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARNEIRO, G. T.; FARIA, K. M. S.; CEDRO, D. A. B.; CASTRO, S. S. Análise da cobertura vegetal com uso de sensoriamento remoto e ecologia da paisagem nas sub-bacias dos rios Claro e Peixes (Goiás-Brasil) no ano de 2000. **Anais... Simpósio ibero-americano de geografia física aplicada**. Coimbra/PT, . v. 1, 2010. p. 1-1.

COELHO NETTO, A. L.; Castro Jr., E. A Geocologia como Interface da Geografia com a Ecologia. **Anais... II Encontro Nacional da ANPEGE: desafios e alternativas para a gestão do território**, 1997. p. 92-94.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R., MENDES, S. L., DITCHFIELD, A. B. Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**. 2005. Disponível em: http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/15_Costa_et_al.pdf. Acesso em: 15 de agosto de 2010.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

ESRI. **ArcGIS Desktop: release 9.2**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.

FARIA, G. G. Caracterização física e análise comparativa das formas de uso e ocupação do solo: 1970-1999 - microbacia hidrográfica do ribeirão Cambé - Londrina/PR. **Revista Geografia**, v. 14, n. 2, p. 107-144, 2006.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619 p.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

GARDNER, T. A. J.; BARLOW, R. L.; CHAZDON, R.; EWERS, C. A.; HARVEY, C. A.; PERES, N. S. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology Letters**, v. 12, n. 6, p. 561-582, 2009.

KOIVU, R. H. Agricultural landscape change: a case study in Yläne, southwest Finland. **Landscape and Urban Planning**, v. 46, n. 1, p. 103-108, 1999.

METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n.1, 2001. Disponível em: www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001. Acesso em: 28 maio 2012.

MORTON, D. C.; FRIES R. S.; SHIMABUKUROS, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAIS, E.; SANTO, F. B. E.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon, *Proc. Natl Acad Sci.*, v. 103, n. 39, p. 14637–14641, 2006.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 1967. 203p.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

NEVES, L. F. S. **Fragmentação vegetacional na bacia hidrográfica do rio Aguapeí em Porto Esperidião/MT: análise subsidiada nas geotecnologias e nas métricas da paisagem**. 2012. 30 fl. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres/MT, 2012.

OLIVEIRA, A.; LEONARDOS, O. H. **Geologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1943. 813p.

OLIVEIRA, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 2002. 160fl. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos/SP, 2002.

OLIVEIRA, F. S.; SOARES, V. P.; PEZZOPANE, J. E. M. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 899-908, 2008.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. *In*: PRADO, J. G. B.; BERTCHIELI, R.; OLIVEIRA, L. G. (Orgs.). **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso**. Cuiabá: Central de Texto, v. 4, 2012. 108p. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/mt20/mt20.htm>. Acesso em: 22 novembro 2013.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso**, 2002. Disponível em: <http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/Run.asp>. Acesso em: 28 outubro 2012.

TONIAL, T. M. **Dinâmica da paisagem da região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2003. 311 fl. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos/SP, 2003.

TURNER, M. G.; WEAR, D. N.; FLAMM, R. O. Land ownership and land-cover change in the southern Appalachian highlands and the Olympic peninsula. **Ecological Applications**, v. 6, n. 4, p. 1150-1172, 1996.

UMETSU, F. **Pequenos mamíferos em um mosaico de habitats remanescentes e antropogênicos: qualidade de matriz e conectividade em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica**. 2005. 125fl. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 fl. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VAN DER LAAN-BARBOSA, H. W. **Estrutura de comunidades de mamíferos de médio e grande porte em fragmentos florestais da Amazônia meridional**. 2012. 82 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres/MT, 2012.

VOLOTÃO, C. F.; SÁ, M. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats**. São José dos Campos/ SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. 45 p.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq, pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor. Este estudo é parte integrante do projeto “Modelagem de indicadores ambientais para a definição de áreas prioritárias e estratégicas à recuperação de áreas degradadas da região Sudoeste de Mato Grosso/MT” vinculado à Sub-rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense – REDE ASA, financiada no âmbito do Edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE Nº 031/2010.

Laís Fernandes de Souza Neves

Graduada em Geografia e mestranda do programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus de Cáceres.
Av. Santos Dumont, s/n, Bloco 01, Sala 09. Bairro: Santos Dumont.
Cidade Universitária. CEP: 78200-000- Cáceres/MT.
E-mail: lais_geografia@hotmail.com

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
Atualmente é professora adjunta da Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus de Cáceres/MT
Av. Santos Dumont, s/n, Bloco 01, Sala 09. Bairro: Santos Dumont.
Cidade Universitária. CEP: 78200-000- Cáceres/MT.
E-mail: ssneves@unemat.br

Gustavo Rodrigues Canale

Doutor em Ecologia pela Universidade de Cambridge (Inglaterra).
Mestre em Biologia pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professor da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus de Sinop.
Av. Alexandre Ferronato, 1200. Bairro: Setor Industrial.
CEP: 78557-167 - Sinop/MT.
E-mail: gustavocanale@hotmail.com

Recebido para publicação em maio de 2013
Aprovado para publicação em outubro de 2013