

## FRAGMENTAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NO ENTORNO DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA

---

Fernando Pereira dos Santos<sup>1</sup>; Wellington da Silva Pereira<sup>2</sup>; Eduardo Queiroz Marques<sup>3</sup>; Ricardo Keichi Umetsu<sup>4</sup>; Fernando Elias<sup>3</sup>; Amintas Nazareth Rossete<sup>5</sup>

1. Biólogo, Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Brasil - LANA (Laboratório de Análises Ambientais) (fer\_12nx@hotmail.com)
2. Biólogo, Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Brasil - LANA (Laboratório de Análises Ambientais)
3. Mestrandos em Ecologia e Conservação - Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Brasil - LABEV (Laboratório de Ecologia Vegetal)
4. Pesquisador Doutor da Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas - Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Brasil - LAHECO (Laboratório de Hidroecologia)
5. Pesquisador Doutor da Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas - Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Brasil - LANA (Laboratório de Análises Ambientais)

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

---

### RESUMO

Com a fragmentação da paisagem áreas contínuas são divididas, modificando toda a estrutura dos habitats. Essa ameaça é mais evidente em áreas nativas do arco do desmatamento, na região de transição entre os biomas: Cerrado e Amazônia. O presente estudo buscou avaliar o grau de fragmentação da paisagem no entorno do Parque Municipal do Bacaba em Nova Xavantina-MT. Para tanto, utilizamos técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento com o *software* ArcGis 9.3 para a identificação e classificação das áreas, além de métricas da paisagem obtidas para 10 km circundantes do Parque. Identificamos 665 fragmentos, o que representa 40% da área total, onde os fragmentos menores que 5 ha (559) representaram a maioria da área amostral, seguido pelos tamanhos de 10 a 100 (57), 5 a 10 (28) e os acima de 100 ha (21). As métricas da paisagem indicaram que os fragmentos maiores apresentaram melhor estado de conservação nos índices de tamanho, densidade, forma, distância e efeito borda. Assim, o elevado grau de fragmentação das áreas do entorno do Parque, revelam sérios problemas na conservação de habitats e que pode levar a extinção de espécies da fauna e flora, principalmente sendo uma pequena unidade de conservação. Sugerimos que medidas para a recuperação, manejo e conservação da biodiversidade nessas áreas sejam tomadas, no intuito de preservar as importantes relações entre os habitats do interior do Parque com os circundantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Extinção de espécies, Ecologia da Paisagem, Geoprocessamento, PELD, Sensoriamento Remoto.

## FRAGMENTATION OF VEGETATION COVER IN THE SURROUNDINGS OF A CONSERVATION UNIT IN THE AMAZONIA-CERRADO TRANSITION ABSTRACT

With the fragmentation of the landscape, continuous areas are divided, modifying the whole structure of the habitats. This threat is most evident in the native areas arc of deforestation in the region of transition between the Cerrado and Amazon biomes. This study sought to assess the degree of fragmentation of habitats in the vicinity of the Bacaba Municipal Park in Nova Xavantina-MT. For this, we used techniques of remote sensing and GIS software with ArcGis 9.3 for the identification and classification of the fragmented areas, besides landscape metrics obtained for 10 km surrounding the Park. We identified 665 fragments, which represents 40% of the total area, where minors who 5 ha (559) fragments represented the major part of the sampled area, followed by the sizes of 10 to 100 (57), 5 to 10 (28) and those above 100 ha (21). Landscape metrics indicated that larger fragments showed better condition indices of size, density, shape, distance, and edge effects. Thus, the large degree of fragmentation of the areas around the Park, reveals serious trouble in the conservation of habitats and that it may lead to extinction of species of fauna and flora, especially being a small unit of conservation. We suggest that measures for recovery, management and conservation of biodiversity in these areas are conducted, in order to preserve the important relationships between the habitats inside the Park with the surrounding.

**KEYWORDS:** Extinction of species, PELD, Landscape Ecology, Geoprocessing, Remote Sensing.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o país que detêm a maior megadiversidade do mundo, abrigando em seu território cerca de 10% da biota do planeta, e é bastante criticado pelo que perde de áreas nativas para as atividades agropastoris (MITTERMEIER et al., 2005). Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso ocupa posição de destaque no desflorestamento para fins agropecuários, com registros de conversões anuais recordes (~ 20.000 km<sup>2</sup>) desde a década de 90 (NOGUEIRA et al., 2009; DOMINGUES & BERMANN, 2012).

O desmatamento de áreas nativas está ligado ao crescente aumento da população mundial e a necessidade de produção de alimentos, espaço e condições para a sobrevivência humana, o que gera grandes alterações na paisagem (MARTINI et al., 2012). Uma análise da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Mato Grosso revela que mais 38% da área do estado já foi desmatada e destinada ao agronegócio (SEPLAN, 2010), aumentando ainda mais o chamado "arco-do-desmatamento" na região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia (DOMINGUES & BERMANN, 2012).

A consequência ambiental mais direta e inevitável gerada pelo desmatamento é a fragmentação da paisagem (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Esse processo é caracterizado pela divisão de uma área/habitat continua formando fragmentos em meio a uma matriz devastada, sendo responsável por grande parte da perda da diversidade biológica no Brasil (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). LAURANCE & VASCONCELOS (2009) salientam que a fragmentação provoca

variados efeitos em ecossistemas nativos, como a redução no tamanho de populações e alterações nas relações tróficas e ecossistêmicas, sendo que esses efeitos são ainda mais acentuados em fragmentos pequenos.

Os impactos causados pela fragmentação e suas interações com a fauna e flora são estudadas pela Ecologia da Paisagem - objetiva avaliar a estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas e fragmentadas (SIQUEIRA et al., 2013). Além de possuir uma abordagem geográfica, a ecologia da paisagem avalia também a influência do homem, a gestão do uso da terra e a abordagem ecológica retratando a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância dessas relações com a conservação biológica (METZGER, 2001; SIQUEIRA et al., 2013).

Relacionado a isso cada vez mais se torna importante a implantação de Unidades de Conservação (UCs), com a finalidade de proteger ecossistemas naturais e assegurar a existência e reprodução da flora ou fauna (PRIMACK & RODRIGUES, 2001), sendo considerada uma estratégia eficaz para a proteção de áreas naturais que apresentem mínima perturbação, e assim, garante a conservação de ecossistemas ameaçados no limite de sua áreas (MITTERMEIER et al., 2005). O monitoramento das atividades ocorrentes nas áreas do entorno ou limítrofes à UC, podem em determinadas situações, interferir de maneira significativa na conservação de populações de flora e fauna, assim como dos ecossistemas contemplados (ZILLER & DECHOUM, 2014). A Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 determina que a área do entorno de uma UC está sujeita a normas e restrições específicas, e que minimizem os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000). Contudo, esse é um grande desafio enfrentado pelas gestões das UCs no Brasil (BRASIL, 2011), principalmente no estado de Mato Grosso.

Em 1992, por meio da Lei Municipal Nº 457 foi criado o Parque Municipal do Bacaba, no leste de Mato Grosso e enquadra-se na categoria de Unidade de Proteção Integral do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e objetiva a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental (BRASIL, 2000).

O Parque situa-se na faixa de contato entre os biomas Cerrado e Amazônia e possui alta heterogeneidade de hábitat, representada pelas fitofisionomias que ocorrem em seus limites, como mata de galeria, cerradão, cerrado denso, vereda, cerrado típico, cerrado rupestre e campo limpo (*sensu* RIBEIRO & WALTER, 2008). Devido à proximidade com a borda sul-amazônica, o Parque possui flora mista, ou seja, característica dos dois biomas, e apresenta maiores valores de riqueza e diversidade quando comparado com áreas de Cerrado do Planalto Central (ELIAS et al., (dados não publicados).

Entretanto, essa elevada riqueza é ameaçada pelas constantes pressões antrópicas da área do entorno, visto que o Parque Municipal do Bacaba faz divisa com o perímetro urbano de Nova Xavantina-MT e propriedades rurais. Na zona de amortecimento do Parque são desenvolvidas atividades antrópicas de alto impacto, como agricultura, pecuária e expansão urbana, que aumenta substancialmente a fragmentação nessas áreas, além do maior risco de incêndios que influencia a dinâmica natural das populações na UC (ABAD & MARIMON, 2008; ELIAS et al., 2013).

Desse modo, torna-se crucial a mensuração desses efeitos para que medidas mitigadoras sejam tomadas. Através das métricas da ecologia da paisagem pode ser feita a medição da matriz dos fragmentos, efeito de borda, densidade, tamanho,

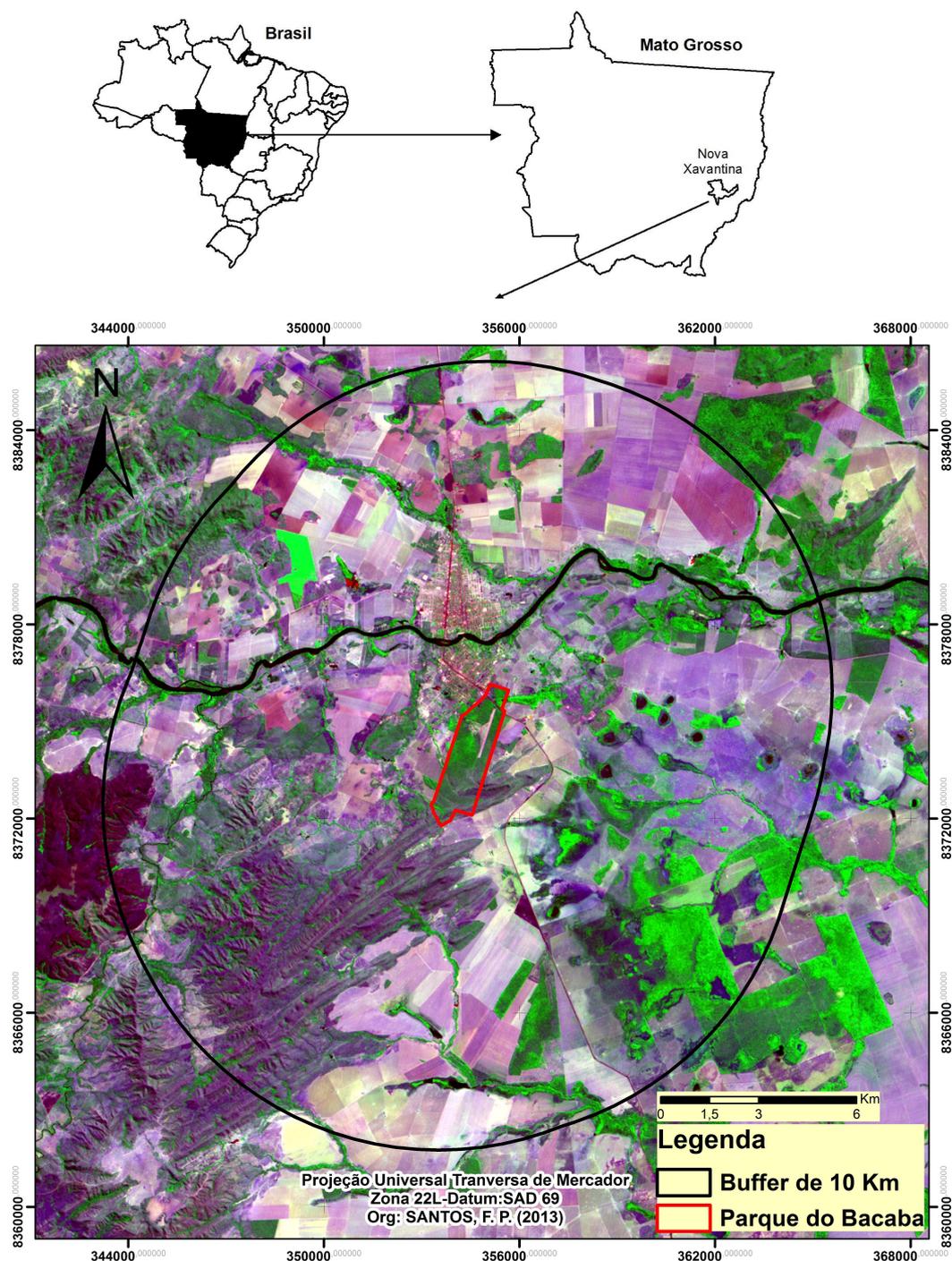
forma, grau de isolamento e conectividade entre os fragmentos (METZGER, 2001), e permite análises mais aprofundadas sobre a causa e os efeitos da fragmentação da habitats, onde as técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e o uso dos Sistemas de Informações Geográficas assumem papel estratégico e importante na avaliação dessas transformações espaciais (METZGER, 2001). Nessa região há uma grande escassez de estudos envolvendo essa temática, principalmente avaliando os efeitos da fragmentação sobre UCs.

O presente estudo objetiva avaliar o grau de fragmentação da paisagem na área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil.

### **MATERIAL E METODOS**

A área estudada compreende 10 quilômetros (km) no entorno do Parque Municipal do Bacaba, uma unidade de conservação com aproximadamente 474 hectares, localizada às margens da BR 158 e situada na região leste do Estado de Mato Grosso entre as coordenadas geográficas 14°36' - 52°22'S e 14°44' - 52°17'W, no município de Nova Xavantina (Figura 1), com extensão territorial de 5.573,682 Km<sup>2</sup> e população de 19.643 habitantes (IBGE, 2010).

O clima da região é do tipo *Aw* de acordo com a classificação de Köppen e apresenta duas estações bem definidas e com alta sazonalidade pluviométrica. Estação chuvosa entre os meses de outubro a março, e seca entre abril a setembro (ALVARES et al., 2013), com precipitação anual em torno de 1.600 mm e temperatura média anual de 25°C, conforme dados cedidos pela INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. O relevo varia de plano a ondulado, com altitude média de 346 m (ABAD & MARIMON, 2008).



**FIGURA 1.** Mapa dos limites e da área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil.

O processamento digital dos dados foi realizado no Laboratório de Análise Ambiental (LANA), localizado no *Campus* da Universidade do Estado de Mato Grosso. Um Buffer de 10 km foi definido utilizando a extensão ArcToolbox, totalizando cerca de 42 mil hectares (ha). Nessa porção da zona de amortecimento foi realizada uma análise qualitativa da fragmentação da paisagem para o ano de

2012, através de técnicas de geoprocessamento e métricas da ecologia da paisagem, no programa ArcGis 9.3 (ESRI Inc., 2008).

Para analisar a dinâmica da paisagem foi utilizado o método de classificação supervisionada das imagens de satélite com a criação de polígonos através da extensão ArcCatalog e através da variação na tonalidade de cores, textura e forma. Foram delimitadas as áreas antropizadas e as áreas com vegetação nativa, gerando um arquivo shape de polígonos para realizar a classificação, logo após foi efetivado uma retificação manual das áreas. Através da utilização do algoritmo das métricas da paisagem que quantificam características espaciais específicas de manchas, permitiu a classificação das manchas que são áreas homogêneas de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e possuem extensões espaciais reduzidas e não lineares, diferenciando da matriz - unidade da paisagem que controla a dinâmica da paisagem (METZGER, 2001). Os cálculos por hectare foram baseados nos valores da área estabelecida para cada classe, gerando-se uma tabela de atributos na extensão ArcMap no programa ArcGis 9.3 (ESRI Inc., 2008).

As imagens foram adquiridas no site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), do satélite RessorceSat-1 Sensor LISS3 - tipo Pushbroom, com arranjo linear de 6000 detectores em cada banda e resolução espacial de 23,5 m em cenas de 141 km de largura do período de 26/08/2012 na órbita-ponto: 323-087. As respectivas bandas espectrais da imagem foram importadas para o programa ArcGis 9.3 com a composição colorida RGB. As bandas 3, 4 e 5 foram utilizadas para definir a projeção da imagem, sendo adotada a unidade de metros (m), projeção UTM, Zona 22 S, *datum* South American 1969 - SAD 69. Para o georreferenciamento da imagem foi utilizada uma imagem base - Geocover 2000 (NASA, 2000).

As métricas da paisagem foram realizadas utilizando o aplicativo computacional ArcGis 9.3, por meio da extensão gratuita PatchAnalyst (analisador de manchas), onde foram utilizados os dados vetoriais. Os índices utilizados foram: tamanho de fragmentos, índices de densidade, forma, índices de borda e índices de proximidade dos fragmentos. Sendo métricas importantes para a realização desse trabalho. Métricas utilizadas:

A) Índice de área (CA):

$$CA = \sum_{i=1}^n C_i$$

Em que: CA = Soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe, em hectare;  $C_i$  = Área da  $i$ -ésima mancha correspondente à classe avaliada.

B) Número de fragmentos (NUMP):

$$NUMP = \sum n_i$$

Em que: NUMP = Número total de manchas ou fragmentos dentro de uma mesma classe ou paisagem;  $n_i$  = Quantidade de manchas de uma classe se NUMP for a nível de paisagem ou uma mancha ou fragmento se NUMP for a nível de classe.

C) Tamanho médio dos fragmentos (MPS):

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i}$$

Em que: MPS = Tamanho médio dos fragmentos em hectare;  $a_{ij}$  = área do fragmento  $i$  na classe  $j$ ;  $j = 1$  a  $n$  número de fragmentos;  $n_i$  = número de fragmentos da classe.

D) Desvio-padrão do tamanho médio dos fragmentos (PSSD):

$$PSSD = \frac{\left[ \sum_{j=1}^n \left[ a_{ij} - \left( \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right]^2 \right]}{n_i}$$

Em que: PSSD = Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos em hectare;  $a_{ij}$  = área do fragmento  $i$  na classe  $j$ ;  $j = 1$  a  $n$  número de fragmentos;  $n_i$  = número de fragmentos da classe.

E) Coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos (PSCoV):

$$PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} \times 100$$

Em que: PSCoV = Desvio Padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100.

F) Total de Bordas (TE):

$$TE = \sum_{j=1}^n e_i$$

Em que: TE = soma de todas as bordas da classe ou paisagem em metros;  $e_i$  = borda (perímetro) da  $i$ -ésima mancha ou fragmento.

G) Densidade de bordas em metros por hectare (ED):

$$ED = \frac{TE}{CA}$$

Em que: ED = Quantidade de extremidades relativa à área da paisagem em metros/hectares. Soma de todas as bordas da classe dividido pela soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe.

H) Índice de forma média (MSI):

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left| \frac{0,25 p_{ij}}{a_{ij}} \right|}{n_i}$$

Em que: MSI = Índice de forma média;  $p_{ij}$  = perímetro do fragmento  $ij$ ;  $a_{ij}$  = área do fragmento  $i$  na classe  $j$ ;  $j = 1$  a  $n$  número de fragmentos; e  $n_i$  = número de fragmentos da classe.

I) Dimensão fractal da mancha média (MFD):

$$MPFD = \frac{2 \ln(0,25p_{ij})}{\ln a_{ij}}$$

Em que: MPFD = Dimensão fractal da mancha média;  $p_{ij}$  = perímetro do fragmento  $ij$ ;  $a_{ij}$  = área do fragmento  $i$  na classe  $j$ .

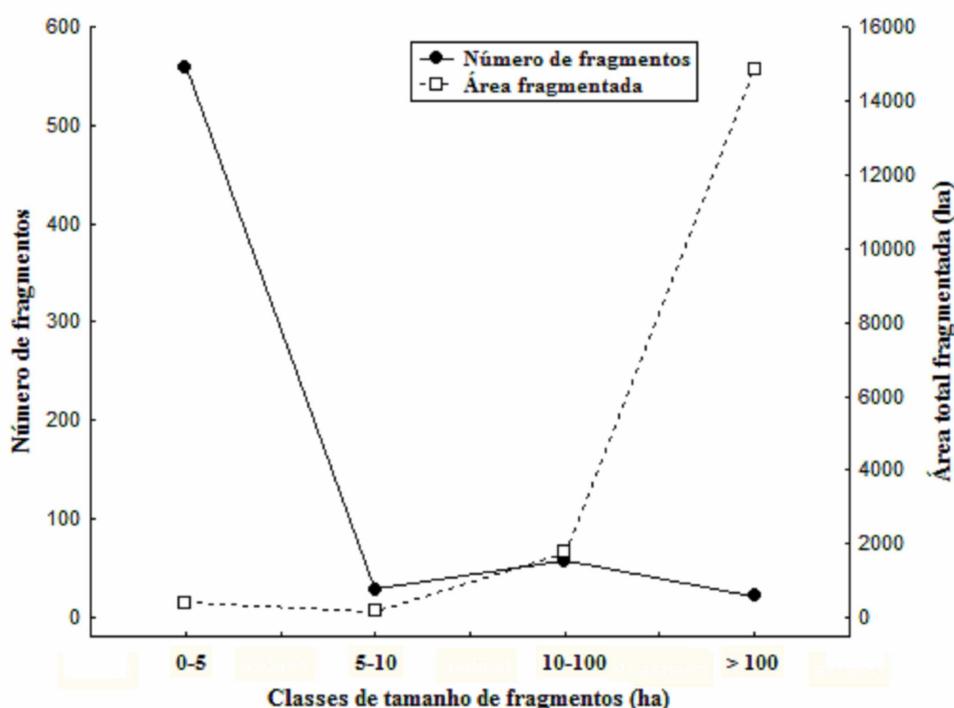
J) Distância média do vizinho mais próximo (MNN):

$$MNN = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n'_i}$$

Em que: MNN = Distância média do vizinho mais próximo em metros;  $h_{ij}$  = distância (m) mínima do fragmento  $ij$  ao vizinho mais próximo de mesma classe;  $n'_i = n_i$  = número de fragmentos da classe  $i$  na paisagem, que tenham vizinho próximo.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área do entorno do Parque Municipal do Bacaba no raio de 10 km de distância foi de aproximadamente 42 mil hectares, subdivididas em 665 fragmentos florestais (NUMP), correspondendo a 17.264,06 hectares de manchas ou fragmentos remanescentes, o que representa 40% da área total (Figura 2). Os fragmentos de 0 a 5 ha representaram os maiores valores (com 559 unidades), seguido pelos de 10 a 100 ha (com 57), de 5 a 10 ha (com 28) e os maiores que 100 ha (com 21) (Figura 4). Estes resultados são preocupantes tendo em vista a importância dessa unidade de conservação na manutenção da biodiversidade na região (ABAD & MARIMON, 2008). Segundo FORMAN & GODRON (1986), fragmentos maiores permitem processos ecológicos importantes, mantenedores da biota, quando comparados aos menores. Visto que determinadas espécies presentes em pequenas manchas remanescentes podem atingir um tamanho tão pequeno a ponto de comprometer seu vigor e seu potencial de adaptação chegando a limites inferiores de uma população mínima viável (PMV) (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Esse conceito também é embasado pela teoria da Biogeografia de Ilhas, pois a riqueza de espécies tende a aumentar quando a área de fragmento for maior, devido a heterogeneidade de habitats, e quanto menor o fragmento, menor é o número de espécies, aumentando a chance de serem extintas (SHAFER, 1990).



**FIGURA 2.** Distribuição do número de fragmentos em classes de tamanho na área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil.

Os índices de ecologia da paisagem empregados para as classes de todos os fragmentos encontram-se disponíveis na Tabela 1. O tamanho médio de todos os fragmentos (MPS) é de 26 ha, já o valor do desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) foi de 325 ha. Estes valores são considerados altos e indicam grande variação no tamanho dos fragmentos, ou seja, manchas com valores de área muito acima e/ou muito baixo do valor médio, principalmente considerando o desvio-padrão (PIROVANI et al., 2014).

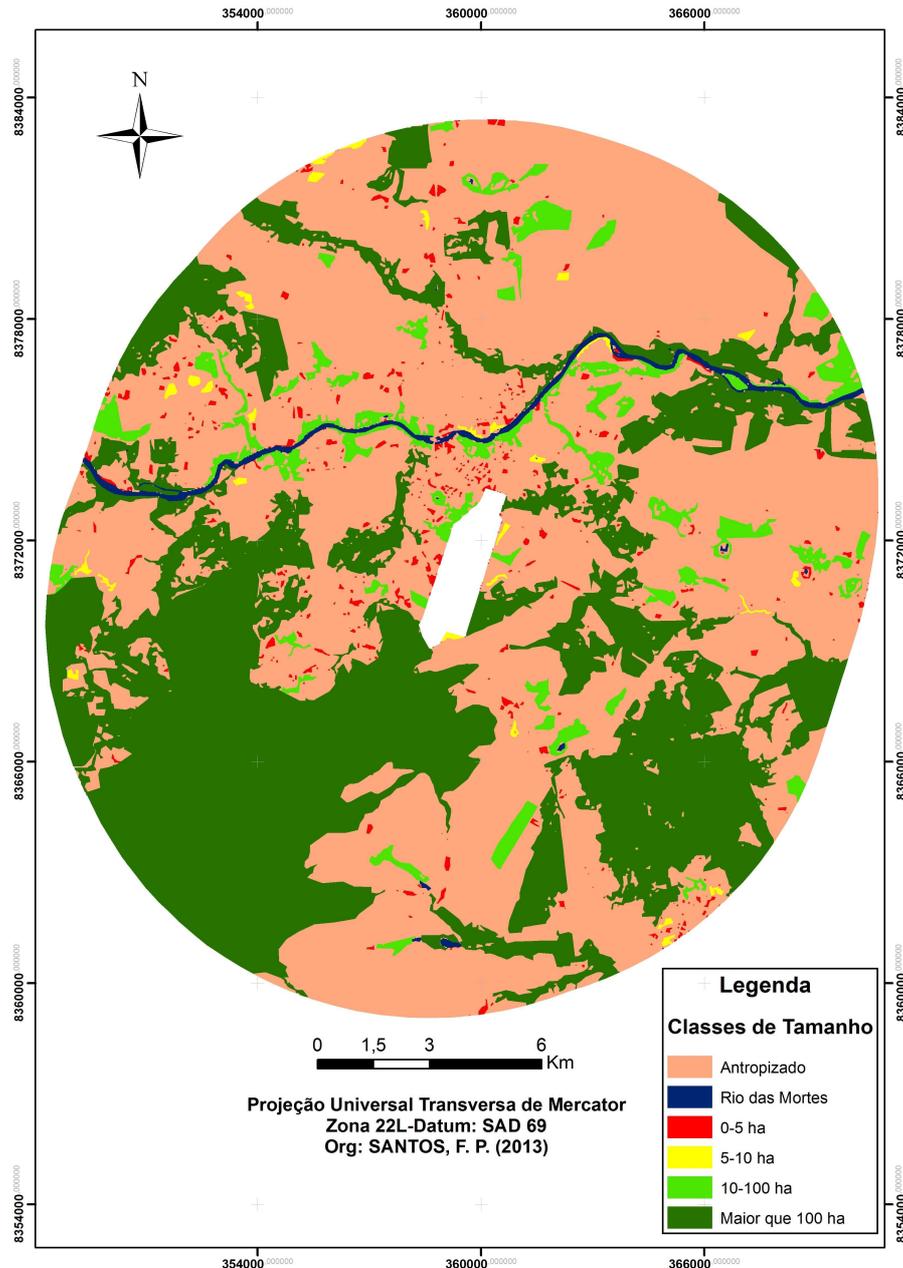
**TABELA 1.** Índices de ecologia da paisagem utilizados para os fragmentos florestais da área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil. CA - Área de todas as manchas da classe; MPS - Tamanho médio da mancha; NumP - Número de manchas; PSCoV- Coeficiente de variação do tamanho da mancha; PSSD – Desvio-padrão do tamanho da mancha; MSI - Índice de forma médio; AWMSI - Índice de forma de área média ponderada; MPFD - Dimensão fractal da mancha média; TE -Total de bordas; ED - Densidade de borda; MNN - Distância média do vizinho mais próximo.

Grupos	Índices	Unidade	Classes de tamanho dos fragmentos (ha)				Total
			0 a 5	5 a 10	10 a 100	□ 100	0 a > 100 a
<b>Área</b>	CA	Hectares	426,15	188,12	1.787,51	14.862,28	17.264,06
	MPS	Hectares	0,8	6,7	31,4	707,7	26,0
<b>Densidade e tamanhos</b>	NumP	Adimensional	559,0	28,0	57,0	21,0	663,0
	PSSD	Hectares	1,1	1,2	20,7	1319,0	325,0
	PSCoV	Porcentagem	142,3	18,3	65,9	186,4	1.248,0
<b>Borda</b>	TE	Metros	188.147,8	43.778,8	243.621,3	639.382,0	1.081.637,2
	ED	Metros/Hectare	441,5	232,7	136,3	43,0	853,5
<b>Forma</b>	MSI	Adimensional	1,3	1,7	2,2	3,8	1,5
	AWMSI	Adimensional	1,4	1,7	2,3	3,9	4,8
	MPFD	Adimensional	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4
<b>Proximidade</b>	MNN	Metros	921,5	640,7	206,6	169,2	472,2

Dentre todas as classes de fragmentos avaliadas observou-se que os maiores valores de bordas (TE) foram representados pelos fragmentos maiores que 100 ha (com 639.382 m), seguido pelas classes de 10 a 100 ha (com 243.621,3 m), de 0 a 5 ha (com 188.147,8 m) e de 5 a 10 ha (com 43.778,8) (Tabela 1; Figura 3). Quando a TE é relacionada com a área total do fragmento, nota-se que os fragmentos menores apresentaram menor proporção borda/área que os fragmentos maiores. Isto indica que a conservação da maioria dos fragmentos (0 a 5 ha; Figura 2) está comprometida, visto que é na borda onde ocorre maior influência da matriz. Dessa forma, além de serem menores, os fragmentos de 0 a 5 ha são os mais prejudicados pelos efeitos da fragmentação da paisagem na área do entorno do Parque Municipal do Bacaba, corroborando com os resultados de ALMEIDA & MORO (2007).

Ainda, considerando a densidade de borda (ED), os fragmentos menores, ou seja, menor que 10 ha são os mais prejudicados, onde apresentaram 674,2 m de borda por hectare. Os menores valores de ED foram representados pelos fragmentos de 10 a 100 ha, com 136,3 m e pelos fragmentos maiores que 100 ha, com 43,0 m. A diferença na quantidade de bordas, quando se considera a densidade, deve-se aos valores de área ocupados por cada classe de tamanho dos fragmentos, sendo a densidade de bordas inversamente proporcional à área ocupada por cada classe, conforme observado por PIROVANI et al. (2014).

Esses resultados apontam para um menor efeito de borda nos fragmentos grandes, o que indica maior grau de conservação. Já em fragmentos menores a transição entre o fragmento florestal e a matriz é muito abrupta, expondo a floresta às condições encontradas na matriz exterior antrópica (NASCIMENTO et al., 2010; JUVANHOL, 2011). Esse fenômeno é conhecido como efeito de borda e caracteriza por mudanças rápidas e significativas na luminosidade, temperatura, umidade do ar e entrada vento, além da expansão populacional de plantas daninhas e que alteram os processos ecológicos nessas áreas (ZILLER & DECHOUM, 2014).

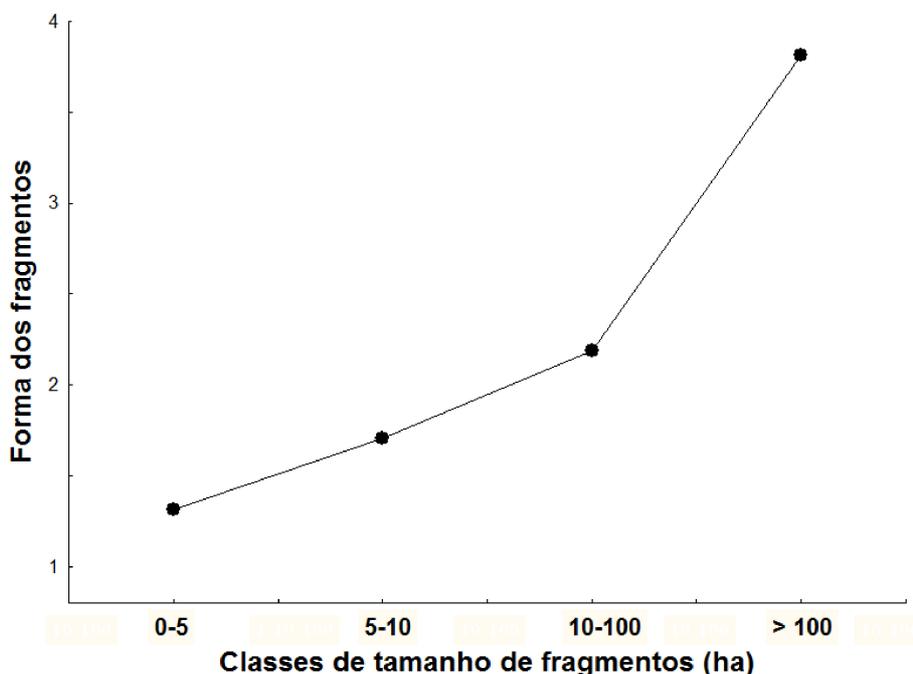


**FIGURA 3.** Distribuição das classes do tamanho dos fragmentos florestais da área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil.

Os índices de forma (MSI) das classes de tamanho dos fragmentos florestais revelaram que os fragmentos de 0 a 5 ha (com MSI = 1,31) e os de 5 a 10 ha (com MSI = 1,71) apresentaram formato mais regular quando comparados com os fragmentos de 10 a 100 ha (com MSI = 2,19) e com os fragmentos acima de 100 ha (com MSI = 3,81) (Figura 4). Estes dados demonstram que os fragmentos com tamanhos maiores possuem formatos mais irregulares (não-circular), já que, quanto mais próximo o valor de 1, mais circular é o fragmento. Porém, esse formato de fragmento é relacionado a áreas com menores valores de diversidade de espécies (FORMAN & GODRON, 1986).

Correlacionando os valores do índice de forma médio ponderado pela AWMSI, com três classes de tamanho dos fragmentos florestais, nota-se que são superiores e somente uma classe apresenta valor similar quando observado com o índice de forma médio (MSI). Tais resultados indicam que os fragmentos de maior área têm forma mais irregular que a média, visto que para o cálculo da AWMSI, os fragmentos recebem pesos em função de seu tamanho e que apesar dos índices de forma indicar formatos mais irregulares para os fragmentos maiores e regulares para os fragmentos pequenos, o tamanho e a forma do fragmento natural (que surge com a regeneração) ou não natural (área de floresta que foi fragmentada) podem estar intrinsecamente ligados à borda (PIROVANI et al., 2014). Portanto, ao considerar fragmentos de tamanhos similares, os que apresentam forma circular são menos afetados pelo efeito de borda (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Considerando que os fragmentos maiores apresentam maior biodiversidade e que na área do entorno do Parque eles possuem formas irregulares, essa UC apresenta alta vulnerabilidade aos efeitos da fragmentação da paisagem o que representa uma ameaça à biodiversidade existente em seus limites. Por outro lado, o maior número de fragmentos pequenos e de forma circulares podem atenuar esses efeitos negativos.

Os fragmentos menores, ou seja, de 0 a 10 ha apresentaram maior isolamento com 921,5 metros e 640,7 metros de distância, respectivamente, já os de 10 a 100 ha e os maiores que 100 ha apresentaram distância média de 206,6 metros e 169,2 metros e menor grau de isolamento (Tabela 1). Estes resultados são bastante comprometedores, visto que a possibilidade de troca genética entre as populações relictuais é dificultada devido o alto grau de isolamento da maioria dos fragmentos (RICKLEFS, 2010), o que evidencia a grande importância das unidades de conservação na manutenção dessas populações ao longo do tempo (MONTAGNA et al., 2012).



**FIGURA 4.** Forma dos fragmentos de acordo com as classes de tamanho dos fragmentos da área do entorno do Parque Municipal do Bacaba na região de transição Cerrado-Amazônia, leste de Mato Grosso, Brasil.

## CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a área do entorno do Parque Municipal do Bacaba é bastante fragmentada, visto que a maioria dos fragmentos são pequenos e isolados, o que representa uma séria ameaça à biodiversidade existente nos seus limites. Diante da atual situação de fragmentação da paisagem na zona de transição Cerrado-Amazônia, o presente estudo serve de alerta do alto grau de antropização e fragmentação de habitats na área de entorno de uma das poucas UCs da região que serve de suporte para a alta diversidade de espécies dessa faixa ecotonal entre os biomas Cerrado e Amazônia.

Nesse sentido, sugere-se a demarcação de novas UCs na região e que sanções embasadas na Lei Federal do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) garanta restrições específicas em suas zonas de amortecimento, e que ações de manejo sejam empregadas para mitigar os impactos negativos da fragmentação da paisagem sobre a biodiversidade.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso pelo importante papel na formação de recursos humanos no interior do estado de Mato Grosso. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Projeto PELD pelo apoio financeiro e bolsa de iniciação científica ao primeiro autor (Processo nº 403725/2012-7).

## REFERÊNCIAS

BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília-DF. 2003. 510p.

ABAD, J.C.S.; MARIMON, B.S. Caracterização e diagnóstico ambiental do Parque Municipal do Bacaba (Nova Xavantina, MT). In: SANTOS, J.E.; GALBIATI, C. **Gestão e educação ambiental: água, biodiversidade e cultura.** São Carlos: Rima, 2008. v.1, p.23-56.

ALMEIDA, C.G.; MORO, R.S. Análise da cobertura florestal no Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná, subsídio ao seu plano de manejo. **Revista Terra Plural**, v.1, n.1, p.115-122, 2007.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro.** Brasília: 2011. 220p.

BRASIL. **Lei 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 dá outras providências.999. Altera a legislação tributária Federal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 18 de julho de 2000. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm)>. Acesso em: 15 de julho de 2014.

DOMINGUES, M.S.; BERMAN, C. O arco do desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente e sociedade**, v.15, n.2, p.1-22, 2012.

ELIAS, F.; MARIMON, B.S.; GOMES, L.; FORSTHOFER, M.; ABREU, M.F.; REIS, S.A.; LENZA, E.; FRANZAK, D.D.; MARIMON-JUNIOR, B.H. Resiliência de um cerrado submetido a perturbações intermediárias na transição Cerrado-Amazônia. **Biotemas**, v.26, n.3, p.49-62, 2013.

ESRI Inc. **ArcGIS 9.3**. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2008.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php> Acesso em: 21 de setembro de 2013.

JUVANHOL, R.S.; FIEDLER, N.C.; SANTOS, A.R.; PIROVANI, D.B.; LOUZADA, F.L. R.O.; DIAS, H.M.; TEBALDI, A.L.C. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v.18, n.4, p.353-364. 2011.

LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. Consequências Ecológicas da Fragmentação Florestal da Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n.3, p.434-451, 2009.

MARTINI, D.Z.; SCOLASTRICI, A.S.S.; NORA, E.L.D.; MOREIRA, M.A. Unidades de conservação como estratégia para a redução do desmatamento na Amazônia: o caso do Parque Estadual Monte Alegre. **Ambiência**, v.8, n.2, p.333-343, 2012.

METZGER, J.P. Effects of deforestation pattern and private nature reserves on the forest conservation in settlement areas of the Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**. v.1, n.1, p.1-14, 2001.

MITTERMEIER, R.A.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, n.1, v.1, p.14-21, 2005.

MONTAGNA, T.; FERREIRA, D.K.; STEINER, F.; SILVA, F.A.L S.; BITTENCOURT, R.; SILVA, J.Z.; MANTOVANI, A.; REIS, M.S. A importância das unidades de conservação na manutenção da diversidade genética de araucária (*Araucaria angustifolia*) no Estado de Santa Catarina. **Biodiversidade Brasileira**, v.2, n.2, p.18-25, 2012.

NASA. **Imagem Geocover 2000**. Disponível em: <http://www.zulu.ssc.nasa.gov>. Acesso em 01 fevereiro de 2012.

NASCIMENTO, M.; I. POGGIANI, F.; DURIGAN, G.; IEMMA, A.F.; FILHOS, D.F.S. Eficácia de barreira de eucaliptos na contenção do efeito de borda em fragmento de floresta subtropical no estado de São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.38, n.86, p.191-203, 2010.

NOGUEIRA, E.M.; NELSON, B.W.; FEARNside, P.M.; FRANÇA, M.B.; OLIVEIRA, A.C.A. Tree height in Brazil's "arc of deforestation": shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.2963-2972, 2008.

PIROVANI, D.B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S.V. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v.38, n.2, p. 271-281, 2014.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Editora Planta. Londrina – PR. 2001. 328p.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa, 2008. p.151-212.

RICKLEFS, R.E. **A economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 2ª ed. 570p.

SEPLAN. **Anuário Estatístico de Mato Grosso 2010**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, 2010. 566p.

SHAFER, C.L. **Nature reserves: island theory and conservation practice**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990. 185p.

SIQUEIRA, M.N.; CASTRO, S.S.; FARIA, K.M.S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v.25, n.3, p.557-566, 2013.

ZILLER, S.R.; DECHOUM, M.S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n.2, p.4-31, 2014.