



Fragilidade ambiental dos fragmentos florestais do Parque Estadual Cristalino, por métricas da paisagem

Paula Karoline Baleeiro PRADO^{1*}, Anne Francis Agostini SANTOS², Julio Cesar WOJCIECHOWSKI², Wesley Vicente CLAUDINO¹, Mônica Aparecida Cupertino EISENLOHR²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil.

*E-mail: annef_168@hotmail.com

Recebido em janeiro/2017; Aceito em julho/2017.

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo avaliar a fragilidade ambiental dos fragmentos florestais remanescentes na matriz do Parque Estadual Cristalino, situado na borda Sul da Amazônia, por meio de métricas de paisagem. A área possui aproximadamente 682 ha e compreende o Parque Estadual Cristalino (PEC) e sua zona de amortecimento (ZA). Os dados foram processados e manipulados no software ArcGis 10.1 por meio de arquivos raster e vetorial. Utilizou-se a imagem do satélite LANDSAT 8 OLI-TIRS, com passagem no dia 15/09/2015. O mapeamento de uso e cobertura do solo deu-se por meio de uma classificação supervisionada. Foi realizada a vetorização dos fragmentos para o cálculo de sua área, perímetro, índice de circularidade, área de borda e isolamento. Os resultados obtidos demonstraram que a área possui um total de 258 fragmentos com tamanhos e formas diversas com isolamento de 0 a 1.694 m. Foi detectado que o uso e ocupação do solo é o principal agente fragmentador. A zona de amortecimento está mais fragilizada pela fragmentação do que a unidade de conservação, Parque Estadual Cristalino.

Palavras-chave: fragmentação, métricas de paisagem, ecologia de paisagem, SIG.

Environmental fragility of the forest fragments of the Crystal State Park, by metrics of the landscape

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the fragility of the remaining forest fragments in the matrix of the Cristalino State Park located on the southern edge of the Amazon, by means of landscape metrics. The area has approximately 682 ha and comprises the Parque Estadual Cristalino and its buffer zone. Data was processed and manipulated in ArcGis 10.1 software via raster and vector files. The LANDSAT 8 OLI-TIRS satellite image was used, with passage on 09/15/2015. The mapping of land use and cover was given by means of a supervised classification. The fragments were vectorized to calculate their area, perimeter, circularity index, edge area and insulation. The results showed that the area has a total of 258 fragments of different sizes and shapes with insulation from 0 to 1694 m. It was detected that soil use and occupation is the main shredding agent. The damping zone is more weakened by the fragmentation of the protected area, Cristalino State Park.

Keywords: fragmentation, landscape metrics, landscape ecology, SIG.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem natural vem sendo substituída por outros usos da terra, áreas florestais extensas e contínuas transformam-se em fragmentos, afetando a qualidade e disponibilidade dos recursos naturais (VALENTE, 2001). Segundo Pirovani (2010), a fragmentação acontece pela atividade de uso e ocupação da terra, crescimento populacional e pelo modelo econômico vigente.

Os fragmentos são afetados pela falta de conectividade, pelo seu tamanho, forma e matriz circundante. Essas características afetam a riqueza de espécies de uma determinada região (MACARTHUR; WILSON, 1967). Áreas fragmentadas ficam sujeitas a alta relação borda/área e a distância entre a borda e o centro do fragmento (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003). Esses fatores são mais intensos em fragmentos menores, resultando em menor diversidade de espécies, quando comparado aos fragmentos maiores ou com a floresta contínua. (ZIMMERMAN; BIERREGAARD, 1986).

O dinamismo da fragmentação pode ser estudado por meio das métricas de ecologia da paisagem, que auxiliam na definição de técnicas de recuperação ou a conservação dos remanescentes florestais. Essas métricas permitem descrever o nível de uniformidade ou grau de isolamento de fragmentos florestais dentro de uma paisagem alterada, e são essenciais para avaliação dos mecanismos ecológicos responsáveis pelas distribuições de populações (PÉRICO; CEMIN, 2006). Várias dessas métricas têm sido usadas para descrever padrões espaciais, a partir de produtos temáticos obtidos por meio do uso integrado das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento (PIROVANI, 2010).

Uma das formas encontradas pelos governos para a contenção da fragmentação, é a criação de áreas legalmente protegidas, que visam a preservação ou a conservação da biodiversidade. Desta forma, avaliar as características da paisagem de áreas protegidas são formas interessantes de verificar a efetividade das ações de conservação ambiental empregadas no território nacional.

O Parque Estadual do Cristalino (PEC) está localizado em um ponto estratégico para contenção do avanço do desmatamento, estando inserida no mosaico de áreas protegidas da borda sul-amazônica. Mesmo com elevado grau de antropização, o PEC está enquadrado pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação na classe de proteção integral, devido a sua alta biodiversidade e beleza cênica. Em razão disso, o PEC está entre as 900 áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da Biodiversidade Brasileira (SEMA, 2009).

Uma das formas mais eficientes para a verificação do grau de perturbação ambiental de áreas de difícil acesso é o uso de imagens de satélite, as quais permitiram significativos avanços no estudo da estrutura da paisagem. Os progressos da análise quantitativa e a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitaram refinar o estudo dos padrões fisionômicos da paisagem (FERREIRA et al., 2001).

A aplicabilidade do sensoriamento remoto deve-se às suas características de multiespectralidade, de repetitividade, que permitem uma melhor caracterização dos atributos de uma paisagem. Por outro lado, o Sistema de Informações Geográficas têm-se destacado pela sua capacidade de interação e análise dos diferentes planos de informação que caracterizam as paisagens (VALENTE, 2001), além do entendimento dos padrões ecológicos e compreensão dos elementos da paisagem em um ambiente georreferenciado (PÉRICO; CEMIN, 2006).

Neste contexto, o trabalho objetiva avaliar a fragilidade ambiental dos fragmentos florestais remanescentes no Parque Estadual do Cristalino e sua Zona de Amortecimento (ZA), na borda Sul da Amazônia, por meio de métricas da paisagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O PEC foi criado pelo Decreto nº 1.471, de 09 de junho de 2000, e pela Lei nº 7.518, de 28 de setembro de 2001, com uma área de 66.900 ha. Em 2001 o Decreto nº 2.628, de 30 de maio de 2001, ampliou a área do parque para 184.900 hectares (SEMA, 2009).

Segundo a classificação climática de Köppen, a área do PEC e entorno, tem clima tipo Am, com um pequeno período de seca e chuvas inferiores a 60 mm no mês mais seco (SEMA, 2009).

O parque está localizado no extremo Norte de Mato Grosso (Figura 1), na fronteira do Arco de Desmatamento da Amazônia, e representa uma unidade de conservação de grande importância no cenário amazônico e nacional (ICV, 2003). O PEC possui diferentes fitofisionomias, sendo elas: floresta ombrófila, floresta estacional, campinarana, campo rupreste da Amazônia e formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre.

O PEC encontra-se inserido dentro dos municípios de Alta Floresta e Novo Mundo. Faz divisa com o Campo de Provas Brigadeiro Velloso (Serra do Cachimbo) ao norte e áreas indígenas (Kayabi/Munduruku do lado oeste e Baú/Menkragnoti do lado leste e nordeste). Os assentamentos que compõem o entorno do parque são: Rochedo, Chicão, Chapéu Preto, Sapezal, Capixaba, Nhandú, Japonês, Cristalino (antes 5000), Nova Esperança, Pé-de-Serra e Alcides. Ao redor desses assentamentos existem cerca de 170 latifúndios. Na região do PEC, existem ainda,

as Reservas Particulares do Patrimônio Natural RPPN - Lote Cristalino e Cristalino I, II e III. (SEMA, 2009).

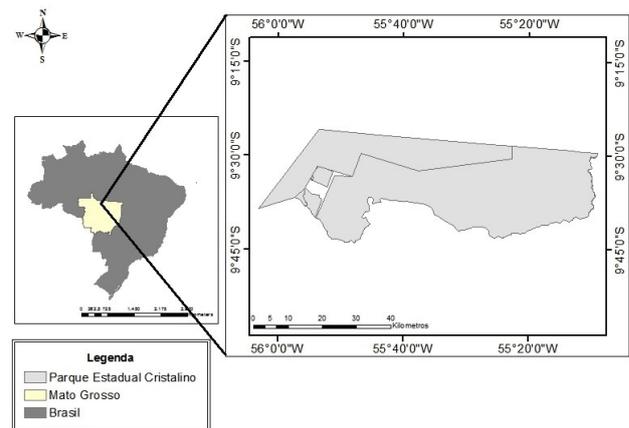


Figura 1. Localização do Parque Estadual Cristalino (PEC).

Figure 1. Location of the Parque Estadual Cristalino (PEC).

Em sua ZA, as atividades antrópicas estão sujeitas a normas e restrições que visam minimizar os impactos ambientais sobre o parque. Nessas áreas, as atividades econômicas sustentáveis devem ser preferencialmente utilizadas (MORAES, 2015).

O *software* utilizado para a manipulação das imagens foi o ArcGIS 10.1, versão de avaliação (ESRI, 2014). Para a geração das métricas de paisagem foi utilizada imagem do satélite LANDSAT 8 sensor OLI-TIRS, cena 227/66, contendo 8 bandas, com passagem no dia 15/09/2015, obtidas gratuitamente em United States Geological Survey (USGS, 2015) através do endereço <http://glovis.usgs.gov/>. A cena selecionada apresenta boas condições, com baixa cobertura de nuvens. A base vetorial utilizada foram os limites do PEC e PEC II e a hidrografia de Mato Grosso (ano de 2008), adquiridas junto a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) do Mato Grosso.

Os dados foram armazenados em um banco de dados nativo do ArcGIS, permitindo maior performance na manipulação e processamento dos dados. Todos os dados foram projetados para o Sistema de Projeção UTM Zona 21 Sul e Sistema de Referência Espacial WGS84.

O processamento das imagens LANDSAT consistiu na escolha das bandas 6, 5 e 7 com intuito de realçar a resposta espectral da vegetação, gerando uma imagem na composição colorida RGB. Uma fusão de imagens foi realizada utilizando a imagem multiespectral para colorir a pancromática, a fim de melhorar a sua visualização. Para o estudo foi delimitado uma ZA com largura de 10 km, a partir do limite do PEC.

Por meio de uma interpretação e análise minuciosa, foram vetorizados manualmente toda a hidrografia da área de estudo, o que gerou uma atualização da hidrografia para o ano de 2015. O critério para geração de Área de Preservação Permanente dos Cursos d'água foi considerado, dentre os limites estabelecidos pela Resolução nº 303 do CONAMA e a Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, a largura mínima de 30 metros.

A classificação supervisionada foi feita para interpretação da imagem LANDSAT gerando um mapa de uso e ocupação do solo com cinco (5) classes: floresta, solo exposto, água, queimadas e outros. Na classe "outros" estão

incluídas áreas de exploração madeireira, vegetação secundária, terras agrícolas e rochas. A classificação foi produzida por meio da seleção de amostras de treinamento de cada classe pelo classificador *Maxver*.3.

Todos os fragmentos florestais remanescentes do PEC e da sua ZA foram vetorizados, bem como a área de floresta contínua, não sendo considerados áreas de manejo. As APPs dos rios que dividem os fragmentos não foram somadas nas áreas dos mesmos, sendo considerada como limite daquele fragmento.

Para este estudo, considerou-se uma borda de 20 metros, de acordo com Paciência e Prado (2004), que encontraram um efeito mais significativo em bordas desta distância. A área central do fragmento foi obtida subtraindo a borda da área total

O perímetro e a área dos fragmentos florestais do PEC, da floresta contínua e da sua ZA foram gerados pela operação *field calculator* do software ArcGIS. Essas variáveis foram importantes para comparar fragmentos e como *input* para gerar métricas de paisagem. Essas métricas foram calculadas com o auxílio das ferramentas do Microsoft Excel 2013.

Os fragmentos foram divididos em seis (6) classes de tamanho: 0ha a 5ha; 5,01ha a 10ha; 10,01ha a 20ha; 20,01ha a 80 ha; 80,01ha a 200ha e >200ha.

A forma de um fragmento é calculada por meio do índice de circularidade (Equação 1).

$$IC = \frac{40000 \pi A}{P^2} \quad (\text{Equação 1})$$

em que: IC = Índice de circularidade; A = Área do fragmento (ha); P = Perímetro do fragmento (m).

Quando o valor for próximo de 1 o fragmento apresenta tendência à forma arredondada e quando os valores se aproximam de 0 tendem a forma alongada (IC = 1, totalmente circular; IC = 0, alongado) (BLEICH; SILVA, 2013).

O IC dos fragmentos foram analisados por meio das médias e dos coeficientes de variação dentro de cada classe de área anteriormente estabelecidas.

Alguns fragmentos possuem tamanho de área similar, mas com formas diferentes, devido a isso, a quantificação destes fragmentos foram divididos em três (3) classes de IC: <0,65; entre 0,65 e 0,85; entre 0,85 e 1). A área central (Equação 2) do fragmento foi determinada pela Equação 2:

$$B = A_f - A_{cf} \quad (\text{Equação 2})$$

em que: B = borda; A_f = área do fragmento; A_{cf} = área central do fragmento.

A proximidade entre os fragmentos foi calculada por meio da menor distância em linha reta até o fragmento mais próximo, considerando a distância entre bordas. Esse método é chamado de métrica do vizinho mais próximo. Para verificar o isolamento dos fragmentos, foram adotadas as distâncias de 60, 120, 200 e > 200 metros, definidas por Almeida (2008), sendo considerados isolamento baixo, médio, alto e isolamento muito alto, respectivamente.

3. RESULTADOS

O PEC e a ZA juntas, apresentam uma área de 682.201,15 ha. A fragmentação ocorre em 14,5% da área total e está mais intensamente localizada na face Sul do PEC (Figura 2).

O mapeamento dos fragmentos florestais (Figura 2) indica que a área possui fragmentos de diversos tamanhos e formas.

Na ZA, os fragmentos somam 93.571,92 ha e no PEC os fragmentos totalizam 5.142,80 ha (Tabela 1). No que diz respeito ao número de fragmentos, na ZA foram quantificados 218 fragmentos florestais com áreas variando entre 0,95 a 12.690 mil hectares, cerca de 33,5% da área total, e perímetro entre 0,36 a 112,32 km. Na área do PEC, foram quantificados 40 fragmentos com áreas variando entre 1 e 640 hectares, cerca de 2,7% da área do PEC.

A dinâmica de uso e ocupação do terreno no PEC pode ser visto na Figura 3. Área de floresta representa 73,78% da área total, seguido por outros usos: 17,95%; solo exposto com 4,6%; queimadas com 2,91% e água com 0,76%.

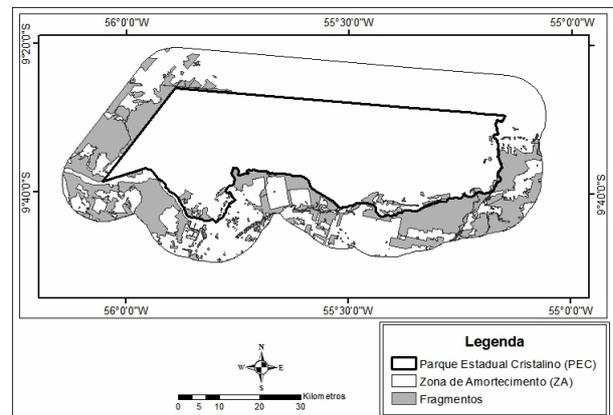


Figura 2. Localização dos fragmentos florestais remanescentes no Parque Estadual Cristalino (PEC) e na Zona de Amortecimento (ZA)

Figure 2. Location of the remaining forest fragments in the Parque Estadual Cristalino (PEC) and the Damping Zone.

Tabela 1. Classes de área dos fragmentos florestais mapeados na Zona de Amortecimento (ZA) e no Parque Estadual do Cristalino (PEC).
Table 1. Area class of the forest fragments mapped in the Damping Zone and Parque Estadual Cristalino (PEC).

Classes	Nº	Fragmentos ZA		Nº	Fragmentos PEC	
		Área (ha)	Perímetro (km)		Área (ha)	Perímetro (km)
0 - 5	50	139,79	34,98	7	19,80	4,88
5,01 - 10	45	318,94	55,43	3	18,75	3,18
10,01 - 20	26	372,50	46,99	6	82,42	11,15
20,01 - 80	44	1.835,07	157,44	11	462,00	34,11
80 - 200	17	2.123,15	141,04	4	513,37	25,18
> 200	36	88.782,46	1.253,64	9	4.046,45	136,17
Total	218	93.571,92	1.689,52	40	5.142,80	214,76

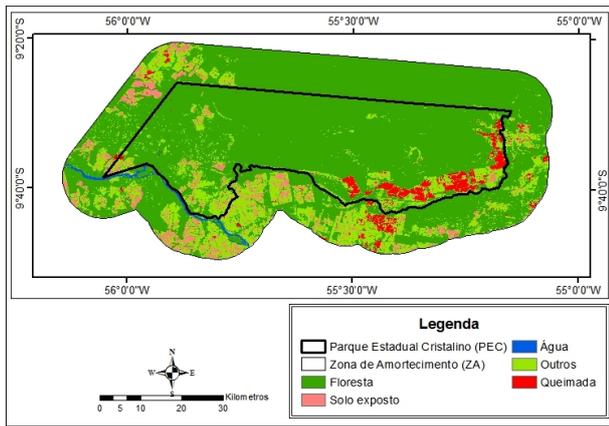


Figura 3. Classes de uso e ocupação do terreno do Parque Estadual Cristalino e sua Zona de Amortecimento.

Figure 3. Classes of land use and occupation of the area of the Parque Estadual Cristalino (PEC) and Damping Zone.

As áreas centrais e as bordas somam no PEC 5.144,53 ha e na ZA 93.571, 91 ha, respectivamente. Na área de estudo, foram registrados fragmentos com a área da borda maior que a área central. Isso acontece com 23 dos 218 fragmentos

registrados na ZA. No PEC apenas 2 dos 40 fragmentos apresentam essa característica.

O IC registrado nos fragmentos variou na ZA e na PEC (Tabela 2).

Como observados na Tabela 2, a dominância de fragmentos alongados e moderadamente alongados geram preocupação, principalmente a médio prazo, pela intensificação do efeito de borda sobre grande parte dos remanescentes da ZA e do PEC.

O níveis de isolamento (Tabela 3) variaram de 0 a 1.694 metros.

Os maiores fragmentos estão conectados por APPs. No total, 51% dos fragmentos da ZA estão conectados e correspondem a 90% da área total dos fragmentos. Já no PEC, 60% dos fragmentos estão conectados e correspondem a 96% da área total dos fragmentos.

Dos 218 fragmentos registrados na ZA, 42 estão com grau de isolamento muito alto, sendo que 37 destes fragmentos possuem área menor que 10 ha. Na área do PEC, os fragmentos isolados são apenas 3, com áreas entre 10 e 80 ha.

Tabela 2. Classes de áreas de índice de circularidade dos fragmentos florestais da Zona de Amortecimento e do Parque Estadual do Cristalino.

Table 2. Classes of circularity index of the forest fragments of Damping Zone and Parque Estadual Cristalino

Classes IC	ZA		PEC	
	Número de ocorrências	%	Número de ocorrências	%
0 - 0,65	143	66	23	57,5
0,65 - 0,85	53	24	16	40
0,85 - 100	22	10	1	2,5

Tabela 4. Número de fragmentos por classes de tamanho e nível de isolamento

Table 4: Number of fragments per size class and degree of isolation.

	Conectados	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	Conectados	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
0 - 5	5	3	16	4	22	2	3	2	0	0
5,01 - 10	10	7	6	7	15	0	2	1	0	0
10,1 - 20	19	1	5	0	1	0	0	2	2	2
20,1 - 80	30	8	2	1	3	9	0	1	0	1
80,1 - 200	13	2	1	0	1	4	0	0	0	0
> 200	34	2	0	0	0	9	0	0	0	0
Total	111	23	30	12	42	24	5	6	2	3

4. DISCUSSÃO

A fragmentação é intensa na face sul do PEC, provavelmente, pela ausência de áreas protegidas nesta região, facilitando a abertura e exploração de terras para diversos tipos de usos alternativos do solo. Ao norte, há vizinhança com outras áreas protegidas, como a Serra do Cachimbo, que pertence a Força Aérea Brasileira, o que dificulta a exploração no local. Na margem esquerda do PEC estão as Reservas particulares de Patrimônio Nacional (RPPNs). Essas RPPNs preenchem uma lacuna no formato quase retangular (SEMA, 2009), onde se une ao PEC formando uma área de floresta contínua. A área de floresta contínua do PEC com as RPPNs e a ZA totalizam 255.067,48 ha.

Quando analisada a fragmentação de modo separado, foi verificado que a ZA apresentou maior número de fragmentos florestais do que a área do PEC. Esse fato evidencia a importância do uso dessas porções de áreas que possuem a

finalidade de minimizar os impactos negativos externos sobre a unidade de conservação (MORAES et al., 2015).

Foi registrado na ZA elevada quantidade de fragmentos muito pequenos que são menores 5 ha. Santos e Rocha (2014), ao avaliarem a métrica de área de fragmentos, verificaram também maior quantidade de fragmentos pequenos e maior área ocupada por fragmentos maiores, indicando um baixo índice de vegetação natural na classe dos pequenos fragmentos. Isto também foi observado por Souza et al. (2014). Estes autores verificaram que, aproximadamente, 75% da paisagem é composta por fragmentos menores que 5 ha.

Os pequenos fragmentos quando ocorrem intensamente, são importantes para a conservação do parque, pois reduz o isolamento dos fragmentos maiores que estão mais distantes (ZANELLA et al. 2012). Eles podem contribuir para a manutenção da biodiversidade local (NASCIMENTO et al., 2006). Porém, dependendo do grau de isolamento estes fragmentos podem sofrer intensamente com o efeito de

borda, que modifica fatores essenciais para sobrevivência das espécies dentro desses ambientes. Além disso, com pequena área para produção primária e pouca disponibilidade de espaço, podem ocorrer competição inter e intra específica, diminuindo a diversidade local.

Um aspecto fundamental para entender os padrões espaciais da paisagem é o levantamento do uso da terra na região. Por meio desse padrão, é possível entender os efeitos do uso desordenado que causa a degradação do ambiente (PACHÊCO; RIBAS, 1998).

No conjunto PEC e ZA, ainda existe grande quantidade de floresta preservada, porém há alterações antrópicas registradas na área como: outros usos, solo exposto e focos de queimadas. Esses usos, quando quantificados juntos são preocupantes.

As áreas queimadas que ocorreram dentro do PEC se localizam próxima a áreas de uso agrícola, sugerindo que as atividades antrópicas estão avançando e invadindo áreas de floresta no PEC. Focos de queimadas em unidades de conservação são uma forte ameaça a biodiversidade local e ao equilíbrio dos processos ecológicos existentes na área (GOBBO et al. 2016).

O uso das terras na ZA, por comunidades locais, quase sempre é feito sem a observância dos critérios estabelecidos no planejamento da UC, como desmatamento sem autorização, uso de agrotóxicos e práticas da caça de forma ilegal (MORAES et al. 2015)

Esse cenário é mais intensificado na ZA do parque pois existe nas proximidades um assentamento rural de reforma agrária, que foi instalado no ano de 2002 pelo Governo do Estado de Mato Grosso (ICV, 2003).

A linha de contato entre o novo ambiente e a vegetação remanescente é conhecido com borda e a maior pressão desse fenômeno acontece sobre a população vegetal localizada na área limítrofe da área vegetada (OLIVEIRA et al., 2015). Quando um novo ambiente é formado pela alteração antrópica várias consequências sobre a comunidade vegetal local acontecem como a alteração da temperatura, velocidade dos ventos, umidade do solo e a relativa do ar (HARPER et al., 2005). Isto pode causar a mortalidade de algumas espécies que não conseguem sobreviver devido a alteração do microclima tanto na borda como no interior do fragmento (SCARIOT et al., 2003).

Devido a esse fenômeno, o índice de circularidade (IC) ou a relação borda/interior é determinada, pois busca exemplificar como a pressão da matriz circundante influencia o fragmento. Quando menor a índice de circularidade maior a pressão exercida sobre essa área (BLEICH:SILVA, 2013). Os índices de circularidade menores que 0,65 indicam que os fragmentos têm formato bastante recortado (LOPES et al., 2011; ANDRADE et al., 2012). Fragmentos alongados e recortados possuem maior área de borda e, provavelmente, serão os mais afetados pelo seu efeito (BLEICH; SILVA, 2013).

Os fragmentos dentro de uma mesma classe de tamanho não apresentaram uma forma definida. Isso pode estar relacionado ao histórico de ocupação da área, pois anteriormente eram florestas contínuas que foram sendo divididas pela construção de estradas e o loteamento de várias propriedades, esse processo provocou a fragmentação irregular dos fragmentos. Esse fenômeno ao longo do tempo pode extinguir essas áreas que se encontram fragilizadas (LOPES, et al., 2011).

Nascimento et al., (2006), em seu estudo de mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa de uma bacia hidrográfica, constatou que 255 (53,68%) fragmentos de vegetação florestal nativa possuíam formas alongadas, estando sob intenso efeito de borda, e apenas 40 (8,42%) apresentavam formas arredondadas com valores do Índice de Circularidade (IC) próximos de 1.

Além da forma de um fragmento, as distâncias em que eles se encontram também influencia a potencialidade de conectividade que, dependendo da distância, pode auxiliar na movimentação da biota e do fluxo genético de plantas e animais (SILVA; SOUZA, 2014).

A conectividade entre os fragmentos diversificaram, estando mais conectadas as porções no PEC do que na ZA. A proporção do isolamento encontrada nessas áreas a longo prazo pode se intensificar e caso nada seja feito, pode dificultar a sobrevivência de espécies, pois quando menos conectados estão os fragmentos, menor a persistência das espécies na paisagem (SOUZA et al, 2014).

Com o isolamento muito alto a dispersão de sementes entre os fragmentos acaba sendo prejudicada e as populações acabam sendo reduzidas. Os fragmentos vão diminuindo sua área até se tornarem um habitat de borda área, modificando totalmente o microclima ideal para a ocorrência de uma determinada espécie (SOUZA et al, 2014).

Fragmentos das classes de menores tamanhos possuem maior nível de isolamento (acima de 120 metros de distância). Conforme o tamanho dos fragmentos aumenta, o isolamento entre eles diminui e o número de fragmentos conectados aumenta. Esse mesmo padrão foi encontrado por Almeida (2008) ao realizar uma análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. Segundo o mesmo autor, o isolamento dos fragmentos com distâncias menores que 120 metros (nível médio), não é muito elevado. Esta é uma distância pouco expressiva para alguns grupos de plantas, mas pode ser considerada uma distância limitante para dispersão de outras espécies mais sensíveis.

5. CONCLUSÕES

Foram quantificados 258 fragmentos situados mais expressivamente no lado sul, esses representam 14,5% da área total. Destes, 166 são mais recortados e 92 são mais associados a forma circular.

A fragmentação ocorre em sua maioria, por atividades antrópicas com as queimadas, abertura de estradas, exploração florestal e atividades de agricultura e pecuária provenientes de assentamentos rurais próximos.

A zona de amortecimento é mais susceptível aos efeitos da fragmentação, quando comparada ao Parque Estadual do Cristalino, atendendo ao objetivo proposto de filtrar os impactos negativos, minimizando os efeitos externos à estabilidade e equilíbrio do ecossistema estabelecido dentro da unidade de conservação.

Porém, deve ser repensando a forma como está sendo trabalhado o terreno na zona de amortecimento, pois com a intensa fragmentação desta porção pelo uso inadequado da área, problemas relacionado a conectividade entre as áreas vizinhas e o PEC podem surgir, causando intenso isolamento.

6. AGRADECIMENTOS

A professora Dr. Mônica Elisa Bleich (*in memoriam*) por todo o esforço na concepção e início da confecção deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008, 74f.. Dissertação (Mestrado em Gestão de território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2008.
- ANDRADE, L. S.; SILVA, E. N. da; RIBEIRO, G. A.; PARO, S. P.; PAULA, M. O. de. Avaliação de fragmentos florestais em uma região do Quadrilátero ferrífero: municípios de Mariana e Ouro Preto. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1051-1061, 2012.
- BLEICH, M. E.; SILVA, C. J. da. Caracterização dos fragmentos florestais amazônicos remanescentes na microbacia hidrográfica do rio Taxidermista I em Alta Floresta, MT. **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 4, p. 45-51, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n4p45>
- ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ArcGIS. Sistema de Informação Geográfica para área de trabalho de computador, VERSÃO 10.1. 2014. Disponível em: <https://www.arcgis.com/features/index.html>. Acesso em: 16 de set., 2015.
- FERREIRA, A. de B.; ALCOFORADO, M. J.; VIEIRA, G. T.; MORA, C.; JANSEN, J. Metodologias de análise e de classificação das paisagens. O exemplo do projecto estrela. **Finisterra**, XXXVI, n.72, p. 157-178. 2001.
- GOBBO, S. D. A.; GARCIA, R. F.; AMARAL, A. A.; EUGENIO, F. C.; ALVAREZ, C. R. S.; LUPPI, A. S. L. Uso da terra no entorno do Parna-Caparão: Preocupações com incêndios florestais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica. v. 23, n. 3, p. 350 – 361, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.110114>.
- HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M.; ESSEEN, P. A. edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2015.
- INSTITUTO CENTRO DE VIDA. PARQUE CRISTALINO (ICV). **Alta Floresta, Amazônia Matogrossense: Histórico, Situação Atual E Perspectivas**. Disponível em: <http://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/parquecrystalino-fev-03.pdf>. Acesso em: 20 setembro de 2015.
- LOPES, N. S.; MOREAU, S. M.; MORAES, M. E. B. Análise da paisagem com base na fragmentação - caso APA Pratigi, Baixo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 53-67, 2011.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. An equilibrium theory of insular zoogeography. **Evolution**, v. 17, p. 373–387, 1963. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1558-646.1963.tb03295.x>
- MORAES, M. C. P.; MELLO, K.; TOPPA, R. H. Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidade de conservação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100001>
- NASCIMENTO, M. C. do; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Mapeamento Dos Fragmentos De Vegetação Florestal Nativa Da Bacia Hidrográfica Do Rio Alegre, Espírito Santo, A Partir De Imagens Do Satélite Ikonos Ii. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 389-398, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300009>
- OLIVEIRA, L. S. de; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S. de; CARDOSO, M. S. O.; SANTOS, W. B. Efeito de borda em remanescentes de floresta atlântica na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. **Cerne**, v. 2, n. 2, p. 169-174, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521021185>.
- PACHÊCO, A. P.; RIBAS, N. S. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Uso da Terra. Revista da Comissão Brasileira de Geodésia. **Geodésia Online**, v. 4, 1998.
- PÉRICO, E.; CENIN, G. Caracterização da paisagem do município de Arvorezinha, RS, com ênfase na dinâmica dos fragmentos florestais, por meio de sistemas de informações geográficas (SIGs). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 9-21, 2006.
- PIROVANI, D. B. **Fragmentação Florestal, Dinâmica E Ecologia Da Paisagem Na Bacia Hidrográfica Do Rio Itapemirim, ES**. 2010. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.
- PACIÊNCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região do Uma, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, p. 641-653, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042004000400005>
- RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de. (Orgs). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas**. Brasília. MMA/SBF, 2003.
- SANTOS, C. R.; ROCHA, P. C. Análise do índice de área dos fragmentos existentes na foz dos rios do Oeste Paulista – SP. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 10, n. 3, 2014, Alta Paulista. **Anais...** Alta Paulista: 2014, p. 101-111. 2014.
- SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (SEMA). Plano de Manejo do Parque Estadual do Cristalino – **Volume I: Diagnóstico Ambiental e Socioeconômico**. SEMA-MT. Cuiabá, 2009.
- SCARIOT, A.; FREITAS, S. R. de; MARIANO NETO, E.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C. de; SANAIOTTI, T.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. M. Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: vegetação e flora. In: Ministério Do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: 2003. p.104-123.
- SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BÓREM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-509820142403011>

- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Global visualization Viewer**. 2015. Disponível em: <http://glovis.usgs.gov/>. Acesso em: 16 de set., 2015.
- VALENTE, R. de O. A. **Análise Da Estrutura Da Paisagem Na Bacia Do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.
- ZANELLA, L.; BÓREM, R. A. T.; SOUZA, C. G.; ALVES, H. M. R.; BORÉM. Atlantic Forest Fragmentation Analysis and Landscape Restoration Management Scenarios. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, p. 57-63, 2012.
- ZIMMERMAN, B. L.; BIERREGAARD, R. O. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. **Journal of Biogeography**, v. 3, n. 2, p. 133-143, 1986. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2844988>