

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

MARIA JULIA PAGANINI ORLANDI

ANÁLISE ESPACIAL DE REMANESCENTES FLORESTAIS NO
SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2015

MARIA JULIA PAGANINI ORLANDI

ANÁLISE ESPACIAL DE REMANESCENTES FLORESTAIS NO
SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção de título de Engenheira
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

MARIA JULIA PAGANINI ORLANDI

ANÁLISE ESPACIAL DE REMANESCENTES FLORESTAIS NO
SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção de título de Engenheira Florestal.

Aprovada em ...30... denovembro..... de2015...

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

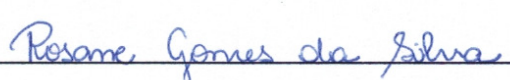
Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador

Professor Dr. Alexandre Rosa dos Santos
Departamento de Engenharia Rural
CCA - UFES


Prof. M. Sc. Telma Machado de Oliveira Peluzio

Instituto Federal do Espírito Santo


Rosane Gomes da Silva

Eng^a. Agrícola e Ambiental

Universidade Federal de Minas Gerais

“Não importa o que você seja, quem você seja, ou o que deseja na vida. A ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter e naquilo que você é. É assim que as pessoas lembrarão de você um dia.”

(Ayrton Senna)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e coragem.

Aos meus pais pelo amor incondicional, por estarem sempre incentivando meus sonhos e pela educação inigualável: meus verdadeiros professores da vida.

Aos meus irmãos, que estiveram presentes em toda a minha caminhada.

Ao meu tio Roberto Paulo Orlandi, que por meio de suas experiências na Engenharia Florestal fez-me despertar a curiosidade pelo curso e amar a profissão.

À todos da minha família que de alguma forma me apoiaram.

Aos bons mestres do Centro de Ciências Agrárias e do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, que não somente ensinaram o conteúdo disciplinar, mas que se preocuparam fortemente com a formação do caráter profissional de cada aluno.

Ao professor Alexandre Rosa dos Santos, que acreditou em minha capacidade repassando seus nobres ensinamentos que levarei para a vida. Considerado um pai, agradeço pelas oportunidades e a total dedicação nesses anos de orientação.

Aos meus fiéis amigos da vida e de turma, Cecilia Catrinck, Bárbara Favalessa Rômulo Lirio e Luan Mendes que estiveram presentes nas alegrias e dificuldades durante os 5 anos de graduação. Mais que companheiros de profissão, irmãos que pude escolher.

À Guilherme Môro, que além do apoio e paciência, torna-me a cada dia uma pessoa melhor.

À Raphael Dalphi, pela humildade em sempre compartilhar seus conhecimentos.

À Telma Peluzio e Rosane Gomes, por aceitarem fazer parte da minha banca.

À todos os amigos que conquistei em Alegre, que tornaram meus dias ainda mais especiais.

Meu singelo agradecimento!

RESUMO

Devido à sua elevada contribuição à biodiversidade e ao seu ascendente grau de degradação, a Floresta Atlântica foi eleita como um dos 34 *hotspots* ecológicos do mundo. A mesma tem sido alvo de muitas pesquisas e iniciativas que auxiliam na sustentação de seus remanescentes, já que o desafio da conservação tem como principal limitante o processo de fragmentação. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a estrutura da paisagem de Floresta Atlântica em um quadrante representativo, localizado no Sul do estado do Espírito Santo. Foi realizado um mapeamento geral dos fragmentos da área por meio de abordagem metodológica da Ecologia da Paisagem e técnicas de geoprocessamento. Para as classes de cobertura florestal obtidas foram calculadas as métricas da paisagem pela extensão *V-LATE 2.0 Beta* do *ArcGIS® 10.3.1*. A área apresentou 3.086 fragmentos florestais, ou seja, uma porcentagem de 30,96% na qual representa uma área de 36.920,28 ha. Os resultados indicam que os fragmentos muito pequenos (classe < 5 ha) apresentam-se em maior quantidade (2.235 unidades), seguido dos médios (486), pequenos (308) e grandes (58). A classe de fragmentos grandes (> 100 ha) apresentou-se em menor quantidade, no entanto com maior cobertura florestal (17.838,15 ha). Para todas as classes de tamanho dos fragmentos florestais houve diferenciação nos índices da ecologia da paisagem obtidos, mostrando que os fragmentos grandes possuem maior grau de conservação. Porém, estão dispostos na paisagem em maior distância, sendo indispensável a funcionalidade dos fragmentos menores para a estruturação e dispersão de espécies.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem. Métricas da paisagem. Geotecnologias.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Objetivos | 11 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 11 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos..... | 11 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1 O problema e sua importância | 12 |
| 2.2 Ecologia da Paisagem | 13 |
| 2.3 Relação entre estrutura espacial e os processos ecológicos: a Fragmentação de Habitats | 14 |
| 2.4 Métricas da Paisagem aplicadas à estrutura da paisagem | 15 |
| 2.5 O uso do Sistema de Informação Geográfica na análise do ambiente | 16 |
| 3 METODOLOGIA | 17 |
| 3.1 Caracterização da área | 17 |
| 3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais | 18 |
| 3.3 Cálculo das métricas da paisagem | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 23 |
| 4.1 Mapeamento da fragmentação florestal | 23 |
| 4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio dos índices da ecologia da paisagem | 27 |
| 5 CONCLUSÕES | 37 |
| 6 REFERÊNCIAS | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Classificação dos fragmentos florestais | 18 |
| Tabela 2 - Índices de Ecologia da Paisagem gerados ao nível de classe por meio do <i>V-LATE 2.0 Beta</i> para os fragmentos florestais | 20 |
| Tabela 3 - Quantidade, porcentagem e área das classes de tamanho dos fragmentos florestais | 24 |
| Tabela 4 - Índices da ecologia da paisagem calculados para a área de estudo | 28 |
| Tabela 5 - Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central, utilizando diferentes distâncias de bordas para as classes de tamanho Muito pequenos e Pequenos..... | 32 |
| Tabela 6 - Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central, utilizando diferentes distâncias de bordas para as classes de tamanho Médios e Grandes | 32 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Quadrante representativo no entorno dos Parques Estaduais de Pedra Azul, Forno Grande e Mata das Flores | 17 |
| Figura 2 - Fluxograma metodológico para a realização do mapeamento da fragmentação florestal | 19 |
| Figura 3 - Fluxograma metodológico para a avaliação dos índices métricos da paisagem | 22 |
| Figura 4 - Fragmentação florestal presente na área de estudo | 23 |
| Figura 5 - Distribuição dos fragmentos florestais em classes de tamanho | 25 |
| Figura 6 - Relação entre a quantidade de fragmentos florestais e suas respectivas áreas | 26 |
| Figura 7 - Influência da distância de borda no Índice de Área Central Total (TCAI) | 34 |
| Figura 8 - Influência da distância de borda no Número de Áreas Centrais (NCA) | 35 |
| Figura 9 - Área Central Média (MCA) em função da distância de borda | 36 |

1 INTRODUÇÃO

Embora apresente um complexo conjunto de ecossistemas, exuberantes características, elevados níveis de endemismo e índices de diversidade biológica, a Floresta Atlântica representa um local de extrema vulnerabilidade (THOMAZ, 2008), ou seja, está sujeita a diversas perturbações antrópicas e sua preservação deve ser prioritária. Incluída entre os principais *hotspots*, é considerada um centro de elevada biodiversidade em que o espaço territorial original foi reduzido colocando em risco a sobrevivência de inúmeras espécies vegetais e animais.

Segundo Fahrig (2003), as intervenções antrópicas nas paisagens naturais tem entre as das principais consequências a perda de hábitat e a fragmentação dos ecossistemas. A fragmentação florestal é um processo no qual um habitat contínuo é reduzido a partes isoladas, ocasionando a diminuição do interior e a conectividade dos mesmos, conduzindo ao aumento da vulnerabilidade ambiental (SIMON, 2013).

A trajetória de devastação da Floresta Atlântica teve início no século XVI com a chegada dos portugueses no Brasil, o que resultou na formação de fragmentos florestais muito pequenos e isolados entre si (GASCON et al., 2000; NEVES, 2006). Esses, conseqüentemente, ficaram sob efeito de alterações físicas e biogeográficas, divergindo diversas comunidades vegetais, reduzindo o fluxo gênico e a quantidade de espécies. Intensificou-se, portanto, o processo de alteração da estrutura natural dos habitats (RODRIGUES; NASCIMENTO, 2006).

A contínua fragilidade desse domínio fitogeográfico, vem despertando preocupações para manter a sustentabilidade dos remanescentes florestais pertencentes, sendo os esforços concentrados na expansão de áreas prioritárias para criação de Unidades de Conservação (PIROVANI; SILVA; SANTOS, 2015). Estas, foram criadas a fim de amenizar os impactos sobre a biodiversidade e estabelecer os remanescentes de áreas naturais da forma menos alterada possível (BRASIL, 2000). Porém esses objetivos ficam limitados quando o seu tamanho é reduzido e não existe conexão entre os fragmentos do entorno (PERELLO et al., 2012).

No estado do Espírito Santo, embora as unidades de conservação são consideradas essenciais para a proteção dos recursos naturais, são insuficientes em

número e tamanho, sendo importante a incorporação de novas áreas aptas à conservação para a integridade da biodiversidade (SANTOS et al., 2015).

Devido ao elevado índice de espécies da fauna e flora encontrados nessas áreas preservadas, há uma grande preocupação sobre a potencial perda de diversidade e aumento dos remanescentes isolados, ambos acarretados pela acentuada fragmentação florestal (JESUS et al., 2015; KLIPPEL et al., 2015).

Moilanen et al. (2009) afirmam que o uso de técnicas quantitativas que forneçam a informação espacial e identifiquem áreas que possuem alto valor de conservação para muitas espécies simultaneamente, são fundamentais para o planejamento das unidades de conservação.

Turner e Gardner (1990), relatam que as métricas da paisagem aliadas às técnicas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e ao sensoriamento remoto consistem em um conjunto de ferramentas estatísticas para quantificar a composição e a configuração espacial, avaliar e comparar diferentes paisagens e determinar a relação entre os padrões e os processos funcionais dos habitats. Por meio de pesquisas com imagens espaciais e aerofotos, a identificação da paisagem com elevado grau de fragmentação, o uso e ocupação do solo e o reconhecimento de remanescentes com possíveis recursos para conservação, são mais rápidos e precisos (SILVA, 2015).

A partir desse conhecimento, pode-se criar meios para diagnosticar problemas atuais, estimar futuras influências e determinar mudanças fundamentais para a manutenção do equilíbrio do meio ambiente (ZANELLA, 2011).

O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar a estrutura da paisagem florestal no quadrante representativo do entorno de 3 Parques Estaduais do Sul do estado do Espírito Santo por meio de métodos quantitativos dos índices da ecologia da paisagem.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a estrutura da paisagem florestal no quadrante representativo no entorno de 3 Parques Estaduais do Sul do estado do Espírito Santo por meio de métodos quantitativos dos índices da ecologia da paisagem.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar o mapeamento dos fragmentos florestais pertencentes à área de estudo;
- b) Identificar o padrão dos fragmentos florestais existentes na área;
- c) Analisar a dinâmica dos índices métricos dos fragmentos florestais;
- d) Avaliar a influência das métricas da paisagem em fragmentos florestais por meio da seleção de classes distintas de tamanho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O problema e sua importância

Com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, verifica-se uma acentuada substituição das paisagens naturais por outros usos de solo. Dessa forma, as perturbações causadas pelo uso e ocupação do solo das áreas de entorno podem alterar consideravelmente a composição e a estrutura florestal, resultando em mosaicos distintos dos existentes na floresta original (VIEIRA et al., 2009).

Reconhecida internacionalmente por abrigar um dos maiores índices de riqueza de espécies e taxas de endemismo do planeta, a Floresta Atlântica tem sofrido continuamente uma enorme perda florestal (ZANELLA, 2011). Comparando a supressão da vegetação nativa, houve um aumento de 9% na taxa de desmatamento no período de 2011 à 2013 (INPE, 2014), sendo a conservação de seus recursos uma etapa importante a ser definida.

O Bioma Mata Atlântica exerce importantes funções ecológicas, ambientais e sociais, como a diminuição na intensidade dos processos erosivos, a regulação do fluxo hídrico e o controle climático (CANTINHO et al., 2010). Em contra partida, este encontra-se subdividido em pequenos fragmentos de floresta e sua estrutura interfere na dinâmica dos fluxos biológicos, alterando o equilíbrio dinâmico, as taxas de crescimento, a perda e fluxo populacional de espécies, influenciando diretamente a composição e diversidade (ALMEIDA et al., 2010).

Segundo dados do INPE (2014), no estado do Espírito Santo, que está localizado em sua totalidade no domínio do Bioma Mata Atlântica, estima-se que ainda possua cerca de 12,2% de seu remanescente florestal.

Nesse contexto, uma das estratégias de recuperação ecológica é o estudo da ecologia da paisagem, onde estudam-se as interações existentes entre os padrões espaciais e os processos ecológicos, por meio da quantificação da heterogeneidade espacial do ambiente (TURNER, 2005). Permite-se, assim, compreender como o mosaico de uso influencia as comunidades e a dinâmica do ecossistema.

2.2 Ecologia da Paisagem

Valente (2001) relata que a Ecologia da Paisagem é uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Sua abordagem está relacionada à mudança do contexto da teoria de biogeografia de ilhas para o meio terrestre, com finalidades de conservação da diversidade biológica, manejo de recursos, ecologia de ecossistemas e na modelagem e análise espacial (RITTER; MORO, 2012).

A ecologia da paisagem é um ramo da Ecologia que considera significativamente a inter-relação entre o homem e o ambiente. Para Forman e Godron (1986), é compreendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos. Metzger (2001) afirma que essa ciência pode ser entendida como uma ecologia de interações espaciais entre as unidades da paisagem.

A ecologia da paisagem foca nas interações recíprocas entre padrões espaciais e funções ou processos ecológicos, fornecendo bases conceituais e analíticas de grande relevância para o estudo e gestão da biodiversidade em diversas escalas (HONRADO et al., 2012). Trata-se do entendimento do mosaico da paisagem, que a partir das feições espaciais/estruturais observáveis e mensuráveis na paisagem, obtém-se a caracterização de suas condições, desenvolvimento e mudança temporal (LANG; BLASCHKE, 2009).

De acordo com Forman (1995), ecologia da paisagem é caracterizada por três elementos: estrutura, que são as relações espaciais entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração; funcionamento, que se traduz nos fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem; e alterações, que são as modificações observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico.

Na última década, a teoria da Ecologia da Paisagem vem sendo utilizada para o planejamento ambiental integrado. Esse fato deve-se à sua aplicabilidade nos procedimentos analíticos que conduzem a observação, sistematização e análise combinada dos múltiplos elementos interatuantes no ambiente (SANTOS, 2004).

2.3 Relação entre estrutura espacial e os processos ecológicos: a Fragmentação de Habitats

O reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem é o ponto central para a análise da ecologia da paisagem. Para que uma unidade expresse sua funcionalidade, é preciso uma interdependência das interações que ela mantém com as unidades vizinhas (METZGER, 2001).

Hanski e Gilpin (1997) afirmam que a configuração espacial, referente ao tamanho das manchas da paisagem e ao grau de conectividade ou de isolamento, é fundamental na determinação de diversos processos ecológicos, como os riscos de extinção e as possibilidades de migração ou (re)colonização das espécies.

De acordo com Korman (2003) e Ramos (2004), a fragmentação florestal é definida como sendo a segregação de extensas áreas de floresta em partes menores e isoladas entre si por uma matriz de habitat diferente da original, o que afeta a biodiversidade e a qualidade ambiental.

Fahrig (2003) sugere que o termo fragmentação está relacionado às mudanças na configuração do habitat em decorrência das subdivisões e isolamentos deste, enquanto perda de habitat corresponde à quantidade de área remanescente. O mesmo autor afirma que a perda de ambientes naturais aliado à fragmentação, tem resultado na formação de paisagens com pouca diversidade de hábitat, com fragmentos de baixa conectividade e de dimensões reduzidas.

Lima e Rocha (2011) afirmam que a fragmentação florestal representa um dos principais impactos ambientais provenientes da exploração excessiva e desordenada do solo, onde o crescimento urbano e a expansão da fronteira agrícola têm gerado enormes pressões sobre os ecossistemas florestais, intensificando os processos de isolamento dos habitats e acentuando a perda da diversidade biológica.

Para Seoane (2007), os três efeitos genéticos mais evidentes da fragmentação florestal são a redução do fluxo gênico, aumento da deriva genética, aumento da endogamia, além do aumento da probabilidade de extinção total. Outras consequências foram afirmadas por Pedron et al. (2006), como a diminuição e degradação de ecossistemas naturais, alteração climática e no regime hidrológico,

erosão do solo, inundações e assoreamento das bacias hidrográficas, favorecimento ao estabelecimento de espécies invasoras e ainda mudanças nos ciclos biogeoquímicos, alterando o fluxo de água e nutrientes.

O processo de fragmentação leva à formação de uma paisagem em mosaico com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e matriz. O estudo desses elementos de uma paisagem e suas interações, constitui-se de grande relevância para proposições de técnicas de manejo e conservação dos remanescentes florestais (METZGER, 2001).

2.4 Métricas da Paisagem aplicadas à estrutura da paisagem

Estudos em ecologia de paisagens desenvolvem-se sobre três características das paisagens: Estrutura, que são as relações espaciais entre os diferentes elementos presentes na paisagem; função, que é a interação entre esses elementos; e dinâmica, que são as modificações na estrutura e função do mosaico de paisagem ao longo do tempo (TURETTA; PRADO, 2014). O entendimento de como esses processos ocorrem em uma paisagem florestal é resultado de suas quantificações por meio de métricas da paisagem.

De acordo com Ferreira et. al (2014), as métricas ou índices de ecologia da paisagem foram desenvolvidos com o objetivo de compreender os padrões de estrutura espacial das manchas ou fragmentos e são utilizados para caracterizar a complexidade das paisagens. Contribuem, assim, no estudo da estrutura complexa da paisagem e na forma como esta influencia determinadas relações ecológicas (CARRÃO et al., 2001).

A análise dos valores das métricas permite a identificação de áreas aptas à conservação por meio da interpretação dos resultados de área, forma, borda, e proximidade das manchas dentro da paisagem (CALEGARI et al., 2010).

Partindo da premissa que as métricas da paisagem são fundamentais na integração do planejamento e ecologia, determinar os principais elementos e fluxos estruturais da paisagem torna-se base para a compreensão das funções das paisagens (BEZERRA, 2010).

2.5 O uso do Sistema de Informação Geográfica na análise do ambiente

O geoprocessamento é uma importante ferramenta para se compreender a estrutura e a dinâmica das paisagens em diversas escalas temporais e espaciais. Quando aplicado à ecologia da paisagem, traz elementos tanto para o estudo das interações do homem com o meio ambiente, quanto para compreender os processos ecológicos (SOUSA; PENA, 2011).

O sensoriamento remoto aliado ao sistema de informação geográfica, vem assumindo papel estratégico na aplicação prática da ecologia da paisagem (VALENTE; VETTORAZZI, 2002). São ferramentas essenciais para o planejamento e gestão ambiental, por automatizarem e integrarem com eficiência dados para o manejo sustentável dos recursos naturais (SILVA, 2005). Estudos de análise de fragmentos florestais por meio de sensoriamento remoto são realizados principalmente com o intuito de se obter informações que sustentem possíveis planos de conservação.

Diversos estudos concordam que o SIG automatiza tarefas praticadas manualmente e simplifica a realização de análises complexas, integrando dados georreferenciados, sendo atualmente empregado em técnicas de análise ambiental. (EUGENIO et al., 2011; FERRARI et al., 2015, 2012; LUPPI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015; PELUZIO et al., 2013; PIROVANI et al., 2015, 2014; SANTOS et al., 2010; SILVA et al., 2015).

Meneses (2003) afirma que o SIG, além de suas aplicações, dispõe de várias funções analíticas que servem à etapa exploratória ou descritiva do processo de análise espacial.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área

O estudo foi realizado em um quadrante representativo no entorno dos Parques Estaduais de Pedra Azul, Forno Grande e Mata das Flores (Figura 1), localizado no Sul do estado do Espírito Santo entre os paralelos 20° 20' 49" e 20° 39' 42" S e meridianos 41° 16' 37" e 40° 57' 10" W, com área total de 119,24 km².

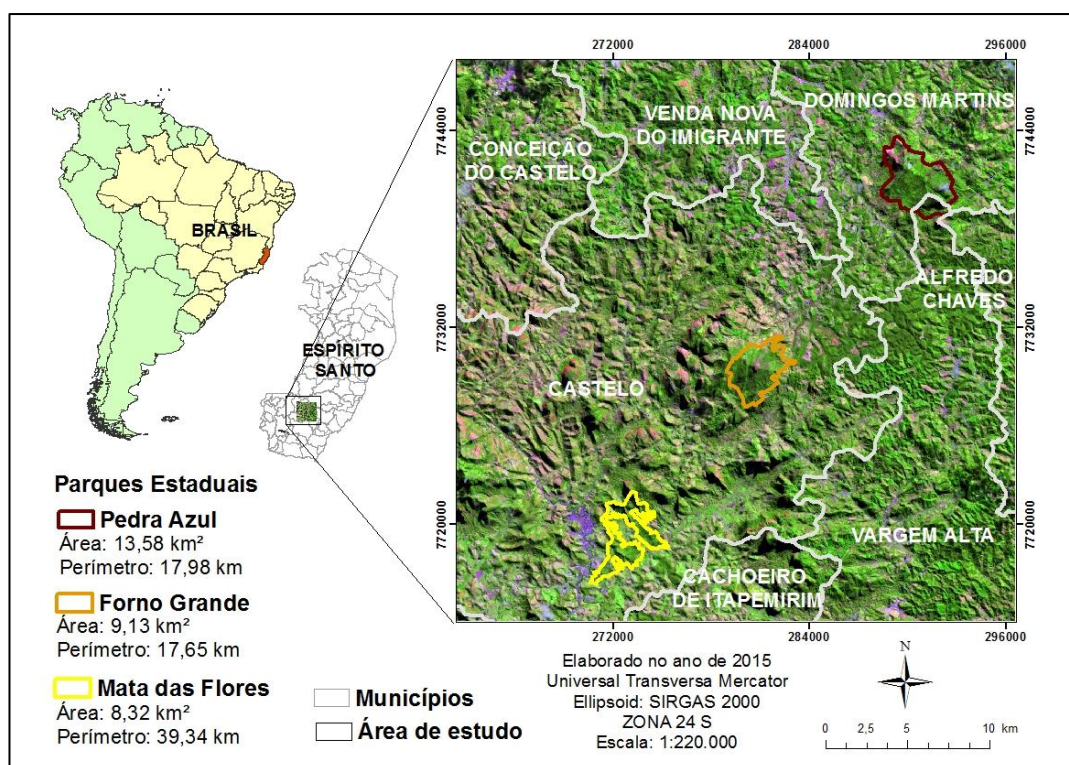


Figura 1 - Quadrante representativo no entorno dos Parques Estaduais de Pedra Azul, Forno Grande e Mata das Flores

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é predominantemente do tipo Cwa, ou seja, caracterizado por inverno seco subtropical (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). A temperatura máxima ocorre entre julho e dezembro, superior a 22°C e com quatro meses de temperatura inferior a 10°C (IDAF, 2001, 2004).

A vegetação da região pertence ao domínio da Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana, com transição para a Floresta Estacional Semidecidual e vegetação rupestre (VELOSO et al., 1991).

3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais

O mapeamento da fragmentação florestal da área de estudo foi realizado por meio da mosaicagem das 29 aerofotos de 2007, disponibilizadas Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), seguida da digitalização em tela dos fragmentos florestais. Foram necessárias 29 aerofotos para representar a área de estudo, sendo estas dispostas de resolução espacial de 1 metro, projetadas na *Universal Transverse Mercator* (UTM).

Por meio da técnica de fotointerpretação, a digitalização em tela dos fragmentos florestais foi realizada no programa computacional *ArcGIS 10.3.1®* da *Environmental Systems Research Institute* (ESRI). Todos os remanescentes florestais delimitados por meio de interpretação visual foram gerados no formato vetorial (polígono) na escala padrão de 1:1.500.

De posse do mapa vetorial poligonal representativo da fragmentação da Floresta Atlântica, pode-se quantificar a variação geométrica dos fragmentos, por meio da calculadora de valores da tabela de atributos. Os mesmos foram classificados em classes de tamanho, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos fragmentos florestais

| Classe | Descrição da classe | Tamanho da classe (ha) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|
| C1 | Muito pequenos | < 5 |
| C2 | Pequenos | 5 a 10 |
| C3 | Médios | 10 - 100 |
| C4 | Grandes | > 100 |

A definição dos limites de tamanho para cada classe foi fundamentado em um estudo de ecologia da paisagem realizados por PIROVANI (2015).

Na Figura 2 é possível observar o fluxograma metodológico para a realização do mapeamento da fragmentação florestal na área de estudo.

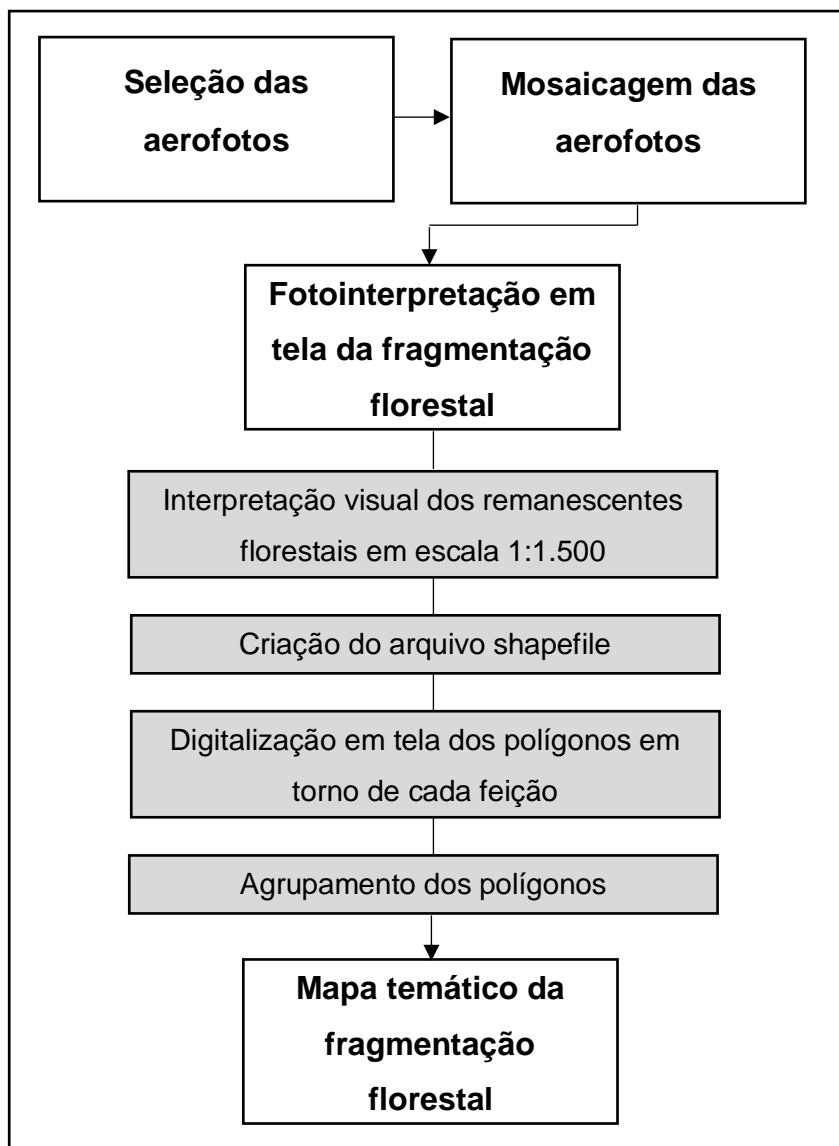


Figura 2 - Fluxograma metodológico para a realização do mapeamento da fragmentação florestal

3.3 Cálculo das métricas da paisagem

A quantificação da estrutura da paisagem foi obtida no ambiente *ArcGIS® 10.3.1* com o auxílio da extensão gratuita *V-LATE 2.0 Beta*. Esta, por sua vez, fornece um conjunto selecionado das métricas mais comuns para cobrir investigações ecológicas relacionadas à estrutura básica das paisagens.

No estudo, foram analisadas para as classes de fragmentos florestais de Floresta Atlântica as seguintes métricas: índices de densidade e tamanho, índice de

borda, índice de forma, índice de proximidade e índice de área central, como detalhado (siglas e definições) na Tabela 2.

As classes definidas no estudo (muito pequena, pequena, média e grande) foram utilizadas para obter-se melhores dados comparáveis quando submetidas à análise dos índices de ecologia da paisagem. Com a finalidade de atingir valores médios dos índices, foram avaliados também o conjunto de todos os tamanhos dos fragmentos florestais.

Para o índice de área central foram estabelecidas as distâncias de amortecimento de 20, 40, 60, 80, 100, 140 e 200 m de borda.

Tabela 2 - Índices de Ecologia da Paisagem gerados ao nível de classe por meio do *V-LATE 2.0 Beta* para os fragmentos florestais

| Grupo | Sigla | Métrica | Unidade | Observação |
|---------------------|-------|---|--------------|---|
| ÁREA | CA | Área da Classe | ha | Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais na área de estudo |
| DENSIDADE E TAMANHO | MPS | Tamanho Médio da Mancha | ha | Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas |
| | NUMP | Número de Manchas | Adimensional | Número total de manchas na paisagem ou na classe |
| | PSSD | Desvio Padrão do Tamanho da Mancha | ha | Razão da variância do tamanho das manchas |
| | PSCoV | Coefficiente de Variação do Tamanho da Mancha | % | Desvio padrão da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100 |
| BORDA | TE | Total de Bordas | m | Extremidade total de todas as manchas, ou seja, é soma do perímetro de todas as manchas |
| | ED | Densidade de Borda | m/ha | Quantidade de extremidades relativa à área da paisagem |

(Continua)

(Continuação)

Tabela 3 - Índices de Ecologia da Paisagem gerados ao nível de classe por meio do V-LATE 2.0 Beta para os fragmentos florestais

| Grupo | Sigla | Métrica | Unidade | Observação |
|---------------------|--------------|--|----------------|--|
| FORMA | MSI | Índice de Forma Médio | Adimensional | É igual a 1 quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade de forma da mancha |
| | AWMSI | Índice de Forma de Área Média Ponderada | Adimensional | Difere do MSI, porque manchas maiores terão mais peso que as menores |
| | MPFD | Dimensão Fractal da Mancha Média | Adimensional | Os valores se aproximam de 1 para formas com perímetros simples e chegam a 2 forem mais complexas |
| ÁREA CENTRAL | TCA | Área Central Total | ha | O tamanho total das manchas centrais |
| | MCA | Área Central Média | ha | O tamanho médio das manchas de área central |
| | NCA | Número de Áreas Centrais | Adimensional | Número total de áreas centrais dentro da paisagem ou dentro de cada mancha ao nível de classe |
| | CASD | Desvio Padrão de Área Central | ha | Raiz da variância da média das áreas centrais |
| | CACoV | Coefficiente de Variação de Área Central | % | Representa a variabilidade em tamanho das áreas centrais disjuntas em relação à área central média |
| | TCAI | Índice de Área Central Total | % | Medida da quantidade relativa de área central na paisagem |
| PROXIMIDADE | MNM | Distância Média do Vizinho mais Próximo | m | Média das distâncias para classes individuais ao nível de classe e a distância média da classe vizinha mais próxima ao nível de paisagem |

Fonte: Adaptada de McGarigal e Marks, 1994 e McGarigal e Marks, 1995.

O fluxograma metodológico para a avaliação dos índices métricos da paisagem está apresentado na Figura 3.

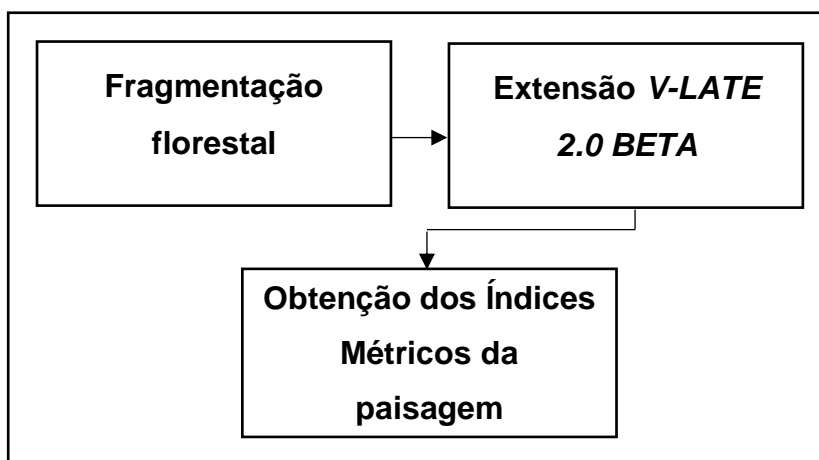


Figura 3 - Fluxograma metodológico para a avaliação dos índices métricos da paisagem

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento da fragmentação florestal

Após o mapeamento da área de estudo, pode-se quantificar um total de 3.086 fragmentos florestais, os quais correspondem à 36.920,28 ha de área totalmente coberta pela Floresta Atlântica. Este último valor representa que 30,96% da área de estudo (119.243,95 ha) é constituída por remanescentes florestais. A fragmentação florestal presente na área de estudo pode ser vista na Figura 4.

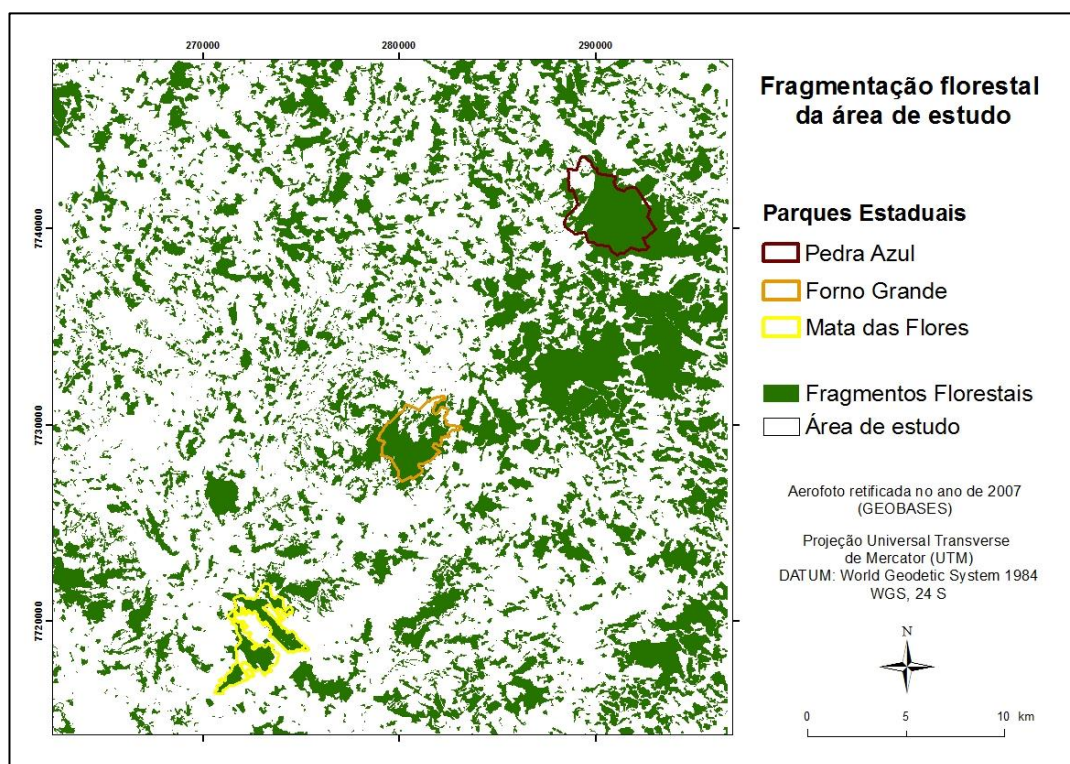


Figura 4 - Fragmentação florestal presente na área de estudo

Para as classes estabelecidas no estudo, foram encontrados os valores de área e a porcentagem expressiva do total de fragmentos, apresentados na Tabela 3.

Tabela 4 - Quantidade, porcentagem e área das classes de tamanho dos fragmentos florestais

| Classes de tamanho | Fragmentos (unid) | Porcentagem (%) | Área de cada classe (ha) |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Classe C1 | 2.234 | 72,39 | 3.161,40 |
| Classe C2 | 308 | 9,98 | 2.215,41 |
| Classe C3 | 486 | 15,75 | 13.705,32 |
| Classe C4 | 58 | 1,88 | 17.838,15 |
| TOTAL | 3.086 | 100 | 36.920,28 |

O maior fragmento encontrado possui 2.195,07 ha e corresponde em sua maior parte ao Parque Estadual de Pedra Azul. O segundo maior fragmento possui 1.918,85 ha, abrangendo a região de Castelo, Domingos Martins e Vargem Alta e o terceiro maior apresenta um valor de 1.118,12 ha, estendendo-se à região de Vargem Alta e Alfredo Chaves. Por fim, o quarto maior possui 933,24 ha e refere-se em grande parte ao Parque Estadual de Forno Grande.

É importante salientar que todas as unidades de conservação inseridas no quadrante de estudo correspondem à classe dos fragmentos grandes, compostas por aqueles com tamanho superior à 100 ha. Essa classe apresentou um pequeno percentual (1,88% - 58 unidades) quando comparado às outras classes. Pode-se aferir que os Parques Estaduais do presente estudo estão com cobertura florestal nativa bastante expressiva, quando analisado somente as áreas de vegetação presentes.

Em relação aos fragmentos médios, ou seja, aqueles pertencentes à classe de 10 a 100 ha, apresentaram um percentual total de 15,75% nas 486 unidades encontradas. Enquanto que, na classe de 5 a 10 ha (classe pequena) foram encontrados 308 remanescentes de Floresta Atlântica, o que corresponde a um percentual de 9,98% do total.

A maior parte dos fragmentos florestais encontrados pertencem à classe C1 (0 a 5 ha) representando cerca de 72,39% do número total. A Figura 5 demonstra a distribuição das diferentes classes de tamanho dos fragmentos florestais encontrados na área.

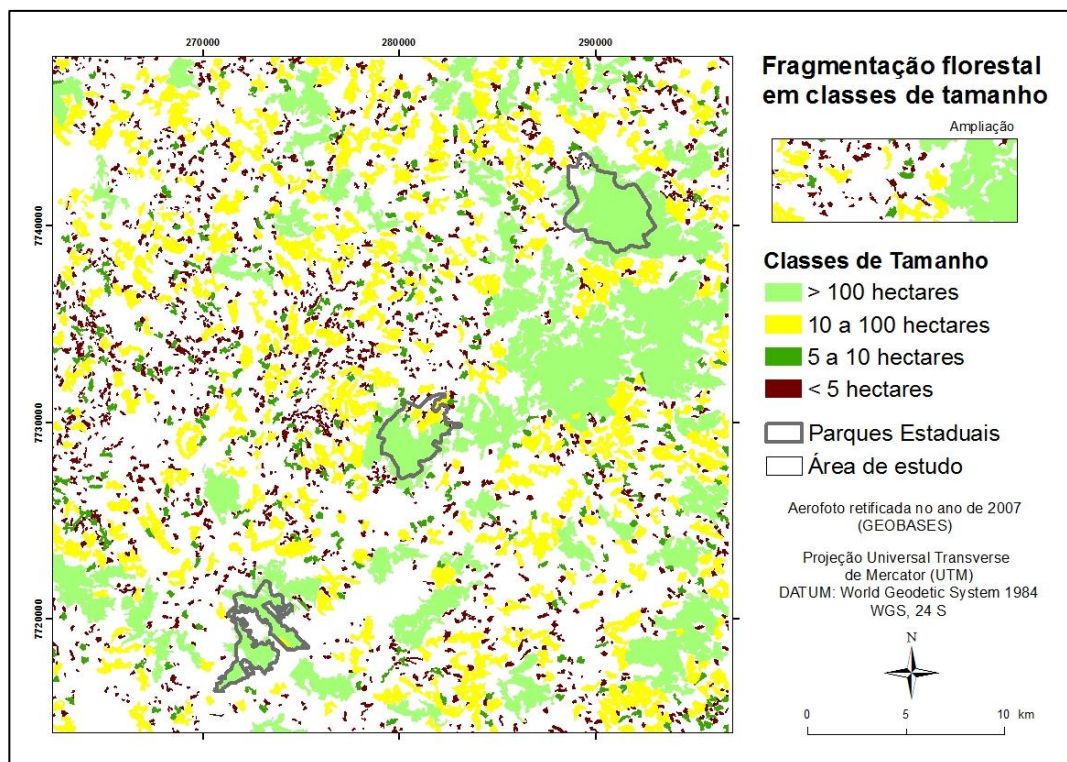


Figura 5 - Distribuição dos fragmentos florestais em classes de tamanho

A ocorrência de fragmentos florestais pequenos são comuns na Floresta Atlântica. Pirovani et al. (2014) ao realizarem análises sobre a dinâmica da ecologia da paisagem em remanescentes de Floresta Atlântica na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, constataram que 74,15% dos fragmentos encontrados se enquadravam em menores que 5 ha.

O mesmo foi constatado por Juvanhol et al. (2011) em uma análise espacial de fragmentos florestais na área que abrange o corredor ecológico que interliga os Parques de Pedra Azul e Forno Grande. Do total de remanescentes encontrados, 83% correspondia à fragmentos de tamanho reduzido (0 - 5 ha).

O grau de ameaça à conservação dos recursos florestais da Floresta Atlântica causados pela fragmentação irá depender de uma série de fatores, ou seja, dos atributos espaciais e ecológicos. Fragmentos pequenos estão condicionados à maior efeito de borda, quando comparado aos que possuem maior cobertura florestal. Esses são enquadrados em situação de risco, afetando diretamente a existência dos mesmos na paisagem.

Em relação à quantidade de fragmentos encontrados em cada classe e suas respectivas áreas (considerando a amplitude de área e classe utilizada no estudo),

pode-se verificar na Figura 6 que esse comportamento para algumas classes se mostrou contrário. Fragmentos que foram encontrados em número reduzidos (classe C4), representaram maiores valores à soma da área total de fragmentos. Do mesmo modo, fragmentos encontrados em maiores quantidades de unidades (classe C1) apresentaram valores de área da classe reduzidos, contribuindo pouco para a soma total de remanescentes florestais.

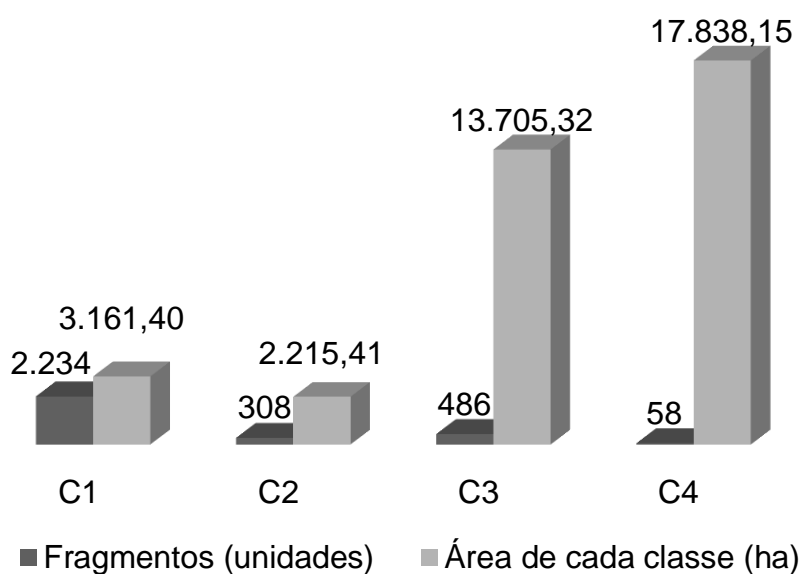


Figura 6 - Relação entre a quantidade de fragmentos florestais e suas respectivas áreas

Costa (2003) afirma que os fragmentos florestais de tamanho reduzido, são constituídos por poucos indivíduos (plantas, principalmente árvores) da mesma espécie. Esse fato gera um considerável percentual de endogamia (união entre indivíduos aparentados, que são geneticamente semelhantes), podendo ocorrer extinção das espécies locais.

De acordo com Ricklefs (2003), fragmentos pequenos são os mais afetados com as consequências da fragmentação, tais como efeito de borda, invasão de espécies exóticas, homogeneidade de habitat, aumento de interferência antrópica e mudanças de efeitos estruturais como aumento da temperatura, da claridade, da velocidade do vento e da diminuição da umidade.

Em contra partida, Forman e Godron (1986) defendem que estes podem funcionar como *stepping stones* (pontos de ligação ou trampolins ecológicos). As

pequenas áreas de hábitat dispersas pela matriz tem a capacidade de facilitar os fluxos entre fragmentos, atuando como refúgio para particulares espécies e podem favorecer o aumento de nível da heterogeneidade dentro do fragmento.

Calegari et al. (2010) afirmam ainda que fragmentos de tamanho reduzido são importantes na paisagem se estiverem próximos à grandes núcleos de biodiversidade. Apesar do tamanho ser um fator de risco, ao longo do tempo os fragmentos podem ser ampliados com práticas de recomposição da vegetação e incentivo à interligação dos mesmos, com a criação de corredores de vegetação, por exemplo.

A priorização de práticas de manejo nessas situações aumentarão a capacidade dos remanescentes florestais se estabelecerem na paisagem à longo prazo, mediante a análise do grau de isolamento entre cada um deles.

4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio dos índices da ecologia da paisagem

Após o mapeamento dos fragmentos florestais, foram gerados no *V-LATE 2.0 Beta*, os índices de ecologia da paisagem calculados para a área de estudo (Tabela 4).

Tabela 5 - Índices da ecologia da paisagem calculados para a área de estudo

| Grupo | Métrica | Unidade | Classes de Tamanho | | | | |
|----------------------------|---------|--------------|--------------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | Muito Pequenos | Pequenos | Médios | Grandes | Todos |
| ÁREA | CA | ha | 3.161,40 | 2.215,41 | 13.705,32 | 17.838,15 | 36.920,28 |
| DENSIDADE E TAMANHO | MPS | ha | 1,41 | 7,19 | 28,2 | 307,55 | 11,96 |
| | NUMP | Adimensional | 2.234 | 308 | 486 | 486 | 3.086 |
| | PSSD | ha | 1,27 | 1,41 | 19,26 | 385,15 | 67,93 |
| | PSCoV | % | 89,95 | 19,63 | 68,29 | 125,23 | 597,87 |
| BORDA | TE | m | 1.296.885,95 | 514.323,97 | 1.909.825,91 | 1.108.353,45 | 4.829.389,28 |
| | ED | m/ha | 410,22 | 232,16 | 139,35 | 62,13 | 130,81 |
| FORMA | MSI | Adimensional | 1,488 | 1,759 | 2,092 | 3,20 | 1,642 |
| | AWMSI | Adimensional | 1,56 | 1,77 | 2,30 | 3,65 | 2,86 |
| | MPFD | Adimensional | 1,36 | 1,32 | 1,31 | 1,32 | 1,35 |
| PROXIMIDADE | MNM | m | 125,93 | 569,35 | 202,36 | 585,6 | 87,32 |

CA (Área da Classe); MPS (Tamanho Médio da Mancha); NUMP (Número de Manchas); PSSD (Desvio Padrão do Tamanho da Mancha); PSCoV (Coeficiente de Variação do Tamanho da Mancha); TE (Total de Bordas); ED (Densidade de Borda); MSI (Índice de Forma Médio); AWMSI (Índice de Forma de Área Média Ponderada); MPFD (Dimensão Fractal da Mancha Média); MNN (Distância Média do Vizinho mais Próximo).

A média de tamanho (MPS) para a classe de fragmentos grandes (C4) apresentou um valor de área média de 307,55 ha, sendo o seu desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) de 385,15. Esse fato indica uma alta variabilidade nos valores de área, ou seja, confirma a existência de fragmentos com valores mínimos até valores muito acima da média, inseridos nessa classe.

O mesmo comportamento de valores pode ser observado em estudos de ecologia da paisagem no Sul do Espírito Santo feitos tanto por Oliveira (2011) quanto por Juvanhol et al. (2011). Os resultados encontrados na classe de fragmentos grandes indicaram diversidade de tamanho quando comparados à média.

O mesmo não acontece para a classe de fragmentos muito pequenos (C1). O reduzido valor de desvio padrão encontrado (1,27 ha), revela a baixa variabilidade dos valores nessa classe, indicando que as áreas de todos os seus fragmentos estão próximas à média (MSI = 1,41 ha). O mesmo pode ser confirmado em um estudo realizado por Dalphi (2014), que encontrou valores de comportamento semelhante quando referido à classe de fragmentos menores.

Quanto ao total de bordas (TE), verificou-se que o maior valor encontra-se na classe de fragmentos médios (1.909.825,91 m) e o menor valor na classe de fragmentos pequenos (514.323,97 m). Ao analisar a densidade das bordas (ED), que é a representação das mesmas em relação à área, verificou-se que esse valor foi o mais expressivo na classe de fragmentos pequenos (410,22 m/ha), ou seja, apresentou maior proporção área/borda.

Pode-se perceber nos valores obtidos que a densidade de bordas é inversamente proporcional à área dos fragmentos. Nos fragmentos maiores observou-se um valor de ED de 62,13 m/ha, um número muito reduzido quando comparado às classes menores. Esse fato ocorre porque grandes remanescentes florestais tendem a apresentar menos consequências do efeito de borda, indicando maior grau de conservação.

Segundo Saunders et al. (1991), fragmentos menores que possuem condições mínimas para a sobrevivência das populações, teoricamente apresentam riqueza das espécies reduzida. A intensificação da fragmentação oportuniza o aparecimento de espécies predadoras e parasitas e também espécies generalistas,

que visam a exclusão das espécies de interior por competição ou predação (METZGER, 1999).

O Índice de Forma Médio (MSI) é uma métrica constantemente utilizada, que caracteriza o desvio da forma representada por um fragmento da forma circular (LANG; BLASCHKE, 2009). Portanto, quanto maior for o desvio do padrão circular (valor próximo a 1), maior será esse índice.

As classes C1 e C2 apresentaram menores valores de MSI, sendo iguais a 1,488 e 1,759 respectivamente, e as classes C3 e C4, 2,092 e 3,2. Estes últimos valores, que são considerados elevados, conferem aos fragmentos o formato irregular e perímetros mais recortados.

Tomando como base que, para o cálculo do Índice de Forma de Área Média Ponderada (AWMSI) os fragmentos recebem pesos de acordo com seus tamanhos, pode-se constatar no estudo que fragmentos com áreas mais amplas apresentam formato mais irregular que a média. Para todas as classes de tamanhos dos fragmentos florestais o AWMSI mostra-se superior quando comparado ao MSI. A área de estudo possui uma região de florestas plantadas conciliadas com vegetação nativa, causando grande complexidade de forma à classe de fragmentos grandes devido ao mosaico gerado por estas.

Périco et al. (2005) afirma que a forma e o tamanho de um fragmento estão especificamente inerentes à borda. A razão interior/margem diminui à medida que existam fragmentos de menores tamanhos e mais alongados, que são mais expostos ao efeito de borda. O mesmo autor ainda defende que esse fato restringe a manutenção de populações de algumas espécies, sendo uma consequência espacial de significativo impacto ecológico.

Referindo-se à Dimensão Fractal da Mancha Média (MPFD), Lang e Blaschke (2009) relatam que é uma métrica que descreve a complexidade de uma mancha, ou seja, sua irregularidade. Valores mais próximos à 1 conferem mais simplicidade ao formato do fragmento e valores mais próximos à 2 atribuem maior complexidade. No estudo, os valores de MPFD variaram de 1,31 à 1,36 revelando que a medida que há um aumento de tamanho dos fragmentos, a irregularidade no formato torna-se mais expressiva.

O grau de isolamento, representado pela Distância Média do Vizinho mais Próximo (MNN) corresponde à distância à mancha mais próxima. Borges (2010)

afirma que esta métrica quantifica a configuração da paisagem e está baseada na distância borda-a-borda.

No estudo, essa métrica indicou maior distância para a classe de fragmentos grandes (C4), sendo estes considerados mais isolados uns dos outros comparado às demais classes. Os fragmentos pequenos também estão com um grau de isolamento significativo, apresentando o valor de 569,35 m. Seguem em ordem decrescente os fragmentos médios (202,36 m) e finalmente os muito pequenos (125,93 m).

Pirovani et al. (2014) verificaram em seu estudo que, na Bacia do Rio Itapemirim, a distância entre o total de fragmentos foi de 793,5 m. Comparando essa informação com o obtido no presente estudo (87,32 m), inferiu-se que este valor também reduziu para todos os fragmentos analisados.

Deve ser considerado que os fragmentos muito pequenos (C1), devido à maior proximidade apresentada, são importantes para manter a conectividade e aumentar as relações ecológicas principalmente entre os fragmentos de maior tamanho que possuem alto grau de isolamento.

O Índice de Área Central corresponde à porção da mancha que não é afetada pelos efeitos de borda (McGARIGAL et al., 2002), ou seja, é a área nuclear do fragmento excluindo distâncias externas pré-estabelecidas. Estas áreas de interior são indícios importantes, pois permitem a manutenção de espécies especializadas na estruturação do ecossistema com condições de suporte de fauna e flora.

De acordo com as tabelas 5 e 6, pode-se verificar os valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central, utilizando diferentes distâncias de bordas para as classes de tamanho, com a finalidade de verificar em qual destas exerceu maior influência nos fragmentos florestais do estudo.

Tabela 6 - Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central, utilizando diferentes distâncias de bordas para as classes de tamanho Muito pequenos e Pequenos

| Distâncias de borda | MUITO PEQUENOS (< 5 ha) | | | | | | PEQUENOS (5 - 10 ha) | | | | | |
|---------------------|-------------------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|----------------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|
| | TCA (ha) | TCAI (%) | CACoV (%) | CASD (ha) | NCA (unid) | MCA (ha) | TCA (ha) | TCAI (%) | CACoV (%) | CASD (ha) | NCA (unid) | MCA (ha) |
| 20 m | 1.144,23 | 36,19 | 86,46 | 1,28 | 2.657 | 1,48 | 1.287,80 | 58,13 | 29,07 | 1,21 | 486 | 4,18 |
| 40 m | 313,89 | 9,93 | 227,67 | 0,31 | 2.346 | 0,14 | 642,74 | 29,01 | 49,13 | 1,02 | 438 | 2,08 |
| 60 m | 54,63 | 1,73 | 110,56 | 0,097 | 2.257 | 0,088 | 255,58 | 11,54 | 83,11 | 0,68 | 380 | 0,83 |
| 80 m | 4,36 | 0,14 | 948,05 | 0,018 | 2.236 | 0,002 | 69,97 | 3,16 | 149,53 | 0,34 | 326 | 0,23 |
| 100 m | 0,046 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,28 | 0,51 | 295,19 | 1,08 | 0 | 0,036 |
| 140 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

TCA (Área Central Total); TCAI (Índice de Área Central Total); CACoV (Coeficiente de Variação de Área Central); CASD (Desvio Padrão de Área Central); NCA (Número de Áreas Centrais); MCA (Área Central Média).

Tabela 7 - Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central, utilizando diferentes distâncias de bordas para as classes de tamanho Médios e Grandes

| Distâncias de borda | MÉDIOS (10 - 100 ha) | | | | | | GRANDES (> 100 ha) | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|--------------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|
| | TCA (ha) | TCAI (%) | CACoV (%) | CASD (ha) | NCA (unid) | MCA (ha) | TCA (ha) | TCAI (%) | CACoV (%) | CASD (ha) | NCA (unid) | MCA (ha) |
| 20 m | 10.110,64 | 73,77 | 75,45 | 15,7 | 835 | 20,8 | 15.695,73 | 88 | 133,4 | 361,02 | 204 | 270,61 |
| 40 m | 7.160,40 | 52,25 | 86,72 | 12,77 | 940 | 14,73 | 13.779,34 | 77,25 | 142,36 | 338,23 | 209 | 237,57 |
| 60 m | 4.866,13 | 35,51 | 102,93 | 10,3 | 925 | 10,01 | 12.084,90 | 67,75 | 152,25 | 317,23 | 215 | 208,36 |
| 80 m | 3.175,67 | 23,17 | 124,47 | 8,13 | 825 | 6,53 | 10.596,01 | 59,4 | 163,15 | 298,06 | 231 | 182,7 |
| 100 m | 1.994,56 | 14,55 | 152,82 | 6,27 | 742 | 4,1 | 9.304,94 | 52,16 | 175,02 | 280,78 | 208 | 160,43 |
| 140 m | 730,6 | 5,33 | 230 | 3,46 | 564 | 1,5 | 7.200,17 | 40,36 | 201,56 | 250,22 | 182 | 124,14 |
| 200 m | 126,83 | 0,93 | 428,58 | 1,12 | 497 | 0,26 | 4.976,24 | 27,9 | 246,89 | 211,82 | 139 | 85,79 |

TCA (Área Central Total); TCAI (Índice de Área Central Total); CACoV (Coeficiente de Variação de Área Central); CASD (Desvio Padrão de Área Central); NCA (Número de Áreas Centrais); MCA (Área Central Média).

Pode-se constatar que na classe de fragmentos muito pequenos, para a distância de borda de 20 m, o valor de Área Central Total (TCA) foi de 1.144,23 ha representando um Índice de Área Central Total (TCAI) de 36,19%. Os valores indicam que para a área total de fragmentos muito pequenos (3.161,40 ha), apenas este percentual apresenta área interior e 63,81% estão sob efeito de borda de 20 m.

O mesmo comportamento ocorre na classe de fragmentos pequenos (C2). A área central representa 58,13%, sendo os 41,87% restantes influenciados pelo efeito de borda.

Para a mesma distância de borda (20 m), o Número de Áreas Centrais (NCA) para os fragmentos muito pequenos é de 2.657, considerando-se um número elevado. No entanto, dividindo o valor de TCA por esse número tem-se o MCA de 1,48, resultado considerado baixo comparado ao ideal proposto por Metzger (1997).

Para o autor, a área mínima para estabelecimento da estrutura interna de um fragmento de floresta é de 25 ha. Esse fato pode ser observado também para a classe de tamanho dos fragmentos pequenos, não possuindo área mínima para a preservação dos recursos florestais à longo prazo. Teoricamente, a única classe ideal para fins de conservação, segundo Metzger (1997) foi a de fragmentos superiores a 100 ha, tendo em todas as distâncias o MCA superior ao estabelecido.

Assim como no estudo de Pirovani et al. (2014), o NCA apresentou números maiores que a quantidade de fragmentos em algumas distâncias de borda para todas as classes de tamanho. Isso deve-se a irregularidade no formato de alguns fragmentos, apresentando mais de uma área central em cada unidade. A classe de tamanho de fragmentos grandes (C4), por exemplo, possui para todas as distâncias, um valor de NCA superior à quantidade de remanescentes encontrados para a classe, que é de 58 unidades.

Para as quatro classes de tamanho, observou-se que no TCAI houve diferenciação significativa no valor à medida que as distâncias de borda aumentavam. Na classe de fragmentos muito pequenos, a relação entre o valor de TCA de 100 m, chegou a ser 24.874,56 vezes menor do que o mesmo índice na distância de borda de 20 m. Na classe de fragmentos grandes, essa mesma relação reduziu à 3,15 vezes quando comparado às duas distâncias de borda. Essa informação sugere que a medida que a área do fragmento e a distância de borda aumentam, o efeito de borda tende a se expressar em menor intensidade.

O TCAI reduziu abruptamente nas classes de fragmentos muito pequenos (C1) e pequenos (C2) até a distância de borda de 60 m, passando para os valores de 1,73% e 11,54% respectivamente. Para o mesmo intervalo, na classe de fragmentos médios houve uma redução de 51,9% e para a classe de fragmentos grandes, 23% apenas. Esse comportamento pode ser visualizado no gráfico representativo na Figura 7, ou seja, a influência da distância de borda no Índice de Área Central Total (TCAI).

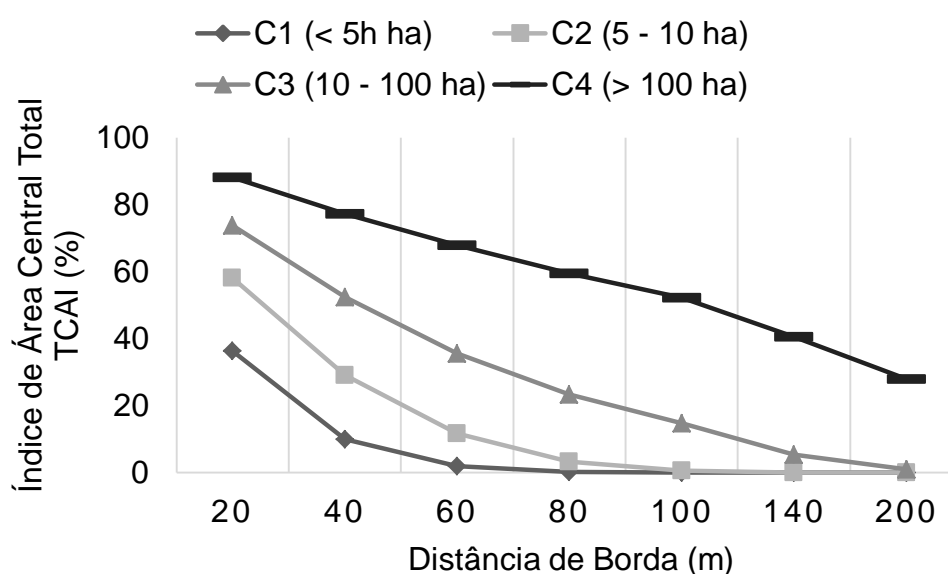


Figura 7 - Influência da distância de borda no Índice de Área Central Total (TCAI)

Com a distância de borda de 80 m para a classe de fragmentos muito pequenos (C1), o TCAI apresentou um valor muito baixo (0,14%), valor de TCA de 4,36 ha e NCA de 2.236 unidades.

Os valores reduzidos encontrados na classe C1 justificam-se pela grande quantidade de fragmentos com a relação área/perímetro reduzida, indicando uma alta dominância do efeito de borda. Esse comportamento pode ser observado somente nas duas classes de menores tamanhos, C1 e C2. Após a distância de borda de 100 m para ambas as classes, o NCA deixa de existir. Já para os fragmentos médios e grandes, o NCA se mostrou evidente em todas as distâncias de borda.

Ao analisar o Número de Áreas Centrais (NCA) pode-se perceber para as classes de fragmentos médios e grandes (C3 e C4) uma variação considerável em relação ao Número de Manchas (NUMP) para todas as distâncias de borda. Isso pode ser explicado devido às formas mais irregulares dos fragmentos pertencentes às classes em questão, na qual dificultaram a conectividade das áreas centrais. O mesmo comportamento foi descrito por Lucas (2011) ao analisar a dinâmica dos fragmentos florestais no município de São Gonçalo do Rio Baixo, em Minas Gerais. Lang e Blaschke (2009) afirmam que o NCA é sempre pelo menos igual ao NUMP e seu valor somente é maior quando ocorrem áreas centrais separadas.

Observa-se no gráfico da Figura 8, a influência da distância de borda no Número de Áreas Centrais (NCA). Como já mencionado, as classes que demonstraram diferença considerável com o aumento da distância de borda foram as classes de fragmentos muito pequenos e pequenos.

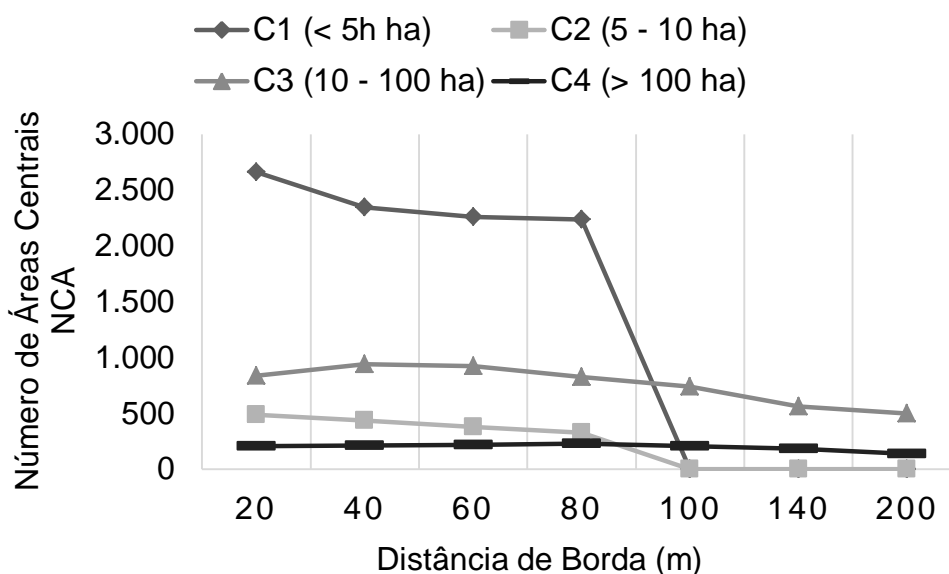


Figura 8 - Influência da distância de borda no Número de Áreas Centrais (NCA)

A classe C1 possuía 2.236 áreas centrais e a classe C2 continha 326 na distância de 80 m, sendo que ambas foram conduzidas à inexistência de áreas centrais nas distâncias de 100 a 200 m. As classes de fragmentos médios e grandes obtiveram um aumento no valor de NCA nas distâncias de 40 e 60 m e 40 a 100 m, respectivamente.

A área de estudo compreende 3 unidades de conservação, apresentando extensas áreas de Floresta Atlântica protegidas. Inclui-se para essas unidades a classe de fragmentos grandes, fato esse que fez com que as médias das áreas centrais da classe fossem bastante superior às demais. Na Figura 9 tem-se a Área Central Média (MCA) em função da distância de borda, onde é possível observar tal situação.

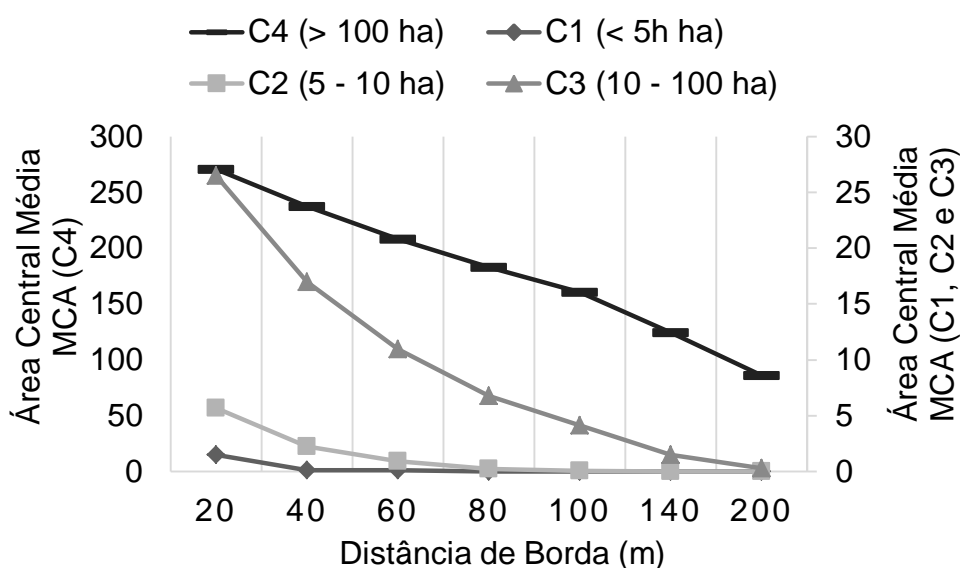


Figura 9 - Área Central Média (MCA) em função da distância de borda

Visto que a área de estudo possui 72,39% de fragmentos menores que 5 ha e, apesar de não possuírem área central mínima para estabelecimento e manutenção das espécies, deve-se considerá-los como estruturadores da paisagem. Valente (2001) assegura que a manutenção da qualidade dos fragmentos depende também da intensidade do fluxo de dispersão das espécies na paisagem, sendo fundamentais as conexões entre eles. Fragmentos grandes com elevado grau de isolamento, mesmo possuindo área central significativa para a conservação das espécies à longo prazo, são ameaçados pela ocorrência de endogamia.

5 CONCLUSÕES

Para as condições específicas em que o estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

A área de estudo encontra-se fragmentada, pois possui a maioria dos remanescentes florestais com área inferior à 5 ha.

Os fragmentos menores apresentaram-se em quantidade significativa e apesar de contribuírem pouco em termos de área florestal, são importantes devido à funcionalidade ecológica de estruturação da paisagem e conexão entre todos os fragmentos.

Quanto maior o tamanho do fragmento, menor foi a influência do efeito de borda e maior a irregularidade no formato.

Para evitar a exclusão dos fragmentos muito pequenos, os quais são predominantes na região, deve-se optar por uma distância de borda de até 80 m para análise do Índice de Área Central.

Os Parques Estaduais presentes na área de estudo expressam alto grau de conservação devido à elevada cobertura florestal, possuindo área central suficiente para a sustentação das espécies à longo prazo. Porém necessitam da funcionalidade dos fragmentos menores para a interconexão e dispersão de espécies.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. BATISTA. J. L.; DAMASCENA, L. S.; ROCHA, W. J. S. F. Análise sobre a Fragmentação dos remanescentes de Mata Atlântica na APA do Pratigi para identificar as áreas com maiores potenciais para a construção de corredores ecológicos baseados no método AHP. **Revista AGIR de Ambientes e Sustentabilidades**, v. 2, n. 3, p. 31-43, 2010.

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

BEZERRA, C. G. **Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia do Córrego Horizonte, Alegre, ES**. 46f. (Monografia - Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

BORGES, J.; CARVALHO, G.; MOURA, A. C. M.; NASCIMENTO, J. Estudo da conformação da paisagem de Sabará-Mg para compreensão das métricas do fragstats em padrões de uso do solo. **Anais... XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - Aracaju - SE - Brasil**, p.1473-1481, 2010.

BRASIL. **Lei no 9.985. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Brasília, DF: 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 15 set. de 2015.

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**, 2010.

CANTINHO, R.Z. **Definição de áreas prioritárias para restauração Florestal no Vale do Paraíba**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos-SP, 2010.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. **Anais...** Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001. Disponível em: <<http://esig2001.tripod.com/>>. Acesso em: 01 out. 2015.

COSTA, R.B. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. 246 p.

DALPHI, R. L. **Análise espacial dos remanescentes florestais no Bioma Mata Atlântica**. 47f. (Monografia - Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

EUGENIO, F.C.; LOUZADA, F.L.R.O.; SANTOS, A.R.; MOULIN, J.V. Identificação de Áreas de Preservação Permanente em Alegre-ES usando geotecnologia. **Cerne**,

n.17, 563 e 571, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602011000400016>>. Acesso em: 12 set. 2015.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic**, n.34, p.487-515. 2003.

FERRARI, J. L.; SILVA, S. F.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F., AMARAL, A. A., PEREIRA, L. R. Análise de Conflito de Uso e Cobertura da Terra em Áreas de Preservação Permanente do Ifes – Campus de Alegre, Município de Alegre, Espírito Santo. **Floram**, v. 22, n. 3, p. 307-321, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.042113>>. Acesso em: 19 out. 2015.

FERRARI, J. L.; SILVA, S. F.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F. Potential wildlife corridors in the horizonte stream subwatershed, Alegre, Espírito Santo, Brazil, listed by GIS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 1, n. 7, p. 133-141, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria>>. Acesso em: 20 out. 2015.

FERREIRA, J. F.; JÚNIOR, F. W. A.; RESENDE, T. A.; TEIXEIRA, M. D.; BUENO, I. T.; HUDSON, L. O; SOUZA, N. P.; REIS, A. N. Análise do grau de fragmentação da vegetação do cerrado em uma região inserida na bacia do Rio Grande. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DO CALDAS, Poços de Caldas-MG. **Anais...** Brasília: MMA, 2014. p. 1-8.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632p.

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

INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período de 2012-2013**. Relatório Técnico: São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 03 ago. 2015.

GASCON, C.; WILLIANSO, G. B. FONSECA, G. A. B. Receding forest edges and vanishing reserves. **Science**. v. 288, n. 5470, p. 1356-1358, 2000.

HANSKI, I. A.; GILPIN, M. E. **Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution**. Academic Press, San Diego-London, 1997.

HONRADO, J.; GONÇALVES, J.; LOMBA, A.; VICENTE, J. Ecologia da paisagem e biodiversidade: da investigação à gestão e à conservação. **Revista Ecologia**, n.5, p. 36-51, Universidade do Porto, Portugal, 2012.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO **Plano de manejo do Parque Estadual de Forno Grande**. Versão resumida. MMA/FNMA/MRS. 44p. 2001.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO- IDAF. **Plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Azul**. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento – PNUD, Projeto Corredor Central da Mata Atlântica 595p. 2004.

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; R, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim-se, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, Viçosa 2015.

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 no corredor ecológico entre os parques estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, ES. **Floram**, vol. 4, n. 18, p. 353-364, 2011. Disponível em: <<http://doi.org/10.4322/floram.2011.055>>. Acesso em: 09 set. 2015.

KLIPPEL, A. H.; OLIVEIRA, P. V.; BRITTO, K. B.; FREIRE, B. F.; MORENO, M. R.; SANTOS, A. R.; BANHOS, A.; PANETO, G. G. Using DNA Barcodes to Identify Road-Killed Animals in Two Atlantic Forest Nature Reserves, Brazil. **Plos ONE**, vol. 8, n. 10, p. 01-15. Disponível em: <<http://10.1371/journal.pone.0134877>>. Acesso em: 24 out. 2015.

KORMAN, V. **Proposta de interligação das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. Dissertação (Menstrado em Ecologia de Agrossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução: Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, R. N. S.; ROCHA, C. H. B. Técnicas de sensoriamento remoto e métricas de ecologia da paisagem aplicadas na análise da fragmentação florestal no município de Juiz de Fora – MG em 1987 e 2008. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2067

LUCAS, D. F. **Análise Espacial dos Fragmentos Florestais no Município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG**. 2011. 45f. (Monografia - Especialização em Geoprocessamento). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2011.

LUPPI, A. S. L.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FEITOSA, L. S. Utilização de Geotecnologia para o Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no Município de João Neiva, ES. **Floram**, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.0027>>. Acesso em: 18 set. 2015.

MCGARIGAL AND MARKS. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantify in glandscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon 1995. 59 p.

MCGARIGAL AND MARKS. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon 1994. 62 p.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps - version 3.3 build 5**. Manual do programa. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 2002. Disponível em:

<www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em: 01 out. 2015.

MENESES, H. B. **Interface Lógica em Ambiente SIG para Bases de Dados de Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real**.

Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens. **Biota Neotropica**, v. 1, p. 1–9, 2001.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais. Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.3-I, p.445-463, 1999.

METZGER, J.P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape & Urban Planning** 37: p. 29-35, 1997.

MOILANEN, A.; WILSON, K. A.; POSSINGHAM, H. P. **Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods and Computational Tools**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009.

MOREIRA, T. R.; SANTOS, A.R.; DALFI, R. L.; CAMPOS, R.F.; SANTOS, G. M. A. D. A.; EUGENIO, F. C. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES, **Floram**, v. 22, n. 2, p.141-152, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.019012>>. Acesso em: 10 set. 2015.

NEVES, A. C. M. **Determinantes do desmatamento na Mata Atlântica: uma análise econômica**. (Dissertação de Mestrado - Pós-graduação em Ciências Econômicas). Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, L. T. **Caracterização da fragmentação florestal para produção de sementes no entorno capixaba do Parque Nacional do Caparaó**. 55f.

(Monografia - Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

PEDRON, F.A.; POELKING, E.L.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C. & KLAMT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais do município de São José do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, vol. 36, p. 105-112, 2006.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A.R.; FIEDLER, N. C.; BAUER, M. O.; GARCIA, G. O.; SIMÃO, J. B. P.; PELUZIO, J. B. E. Comparação foteointerpretativa entre aerofoto e imagem de satélite. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 537-544, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/198050989298>>. Acesso em: 05 set. 2015.

PERELLO, L. F. C.; GUADAGNIN, D. L.; MALTCHILK, L.; SANTOS, J. E. **Ecological, legal and methodological principles for planning buffer zones.** *Natureza & Conservação*, v.10, n.1, p.3-11, 2012.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B. DE; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de Sistema de Informações Geográficas e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. **Anais...** XII Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21, INPE, P. 2339-2346. 2005.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R. Análise da Paisagem e mudanças no uso da terra no entorno da RPPN Cafundó, ES. **Cerne**, Lavras, v.21, n.1, p. 27-35, 2015.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 271-281, 2014. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000200007>>. Acesso em: 05 set. 2015.

RAMOS, F. N. **Polinização e qualidade de sementes produzidas por *Psychotria tenuinervis* (rubiaceae) em fragmentos de Mata Atlântica: efeito da distância de bordas antrópicas e naturais.** Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós – Graduação, Instituto de Biologia, Campinas, 2004.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza.** 5ª Edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2003.

RITTER, L. M. O.; MORO, R. S. As bases epistemológicas da ecologia da paisagem. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 3, p. 58- 61, 2012.

RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sob o efeito de borda. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n.1, 2006.

SANTOS, A. R.; CHIMALLI, T.; PELUZIO, J. B. E.; SILVA, A. G.; SANTOS, G. M. A. D. A.; LORENZON, A. S.; TEIXEIRA, T. R.; CASTRO, L. M.; RIBEIRO C. A. A. S. Influence of relief on permanente preservation areas. **Science of the Total Environment**, v. 541, p. 1296-1302, 2015.

SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. **ArcGIS 9.3 Total: Aplicações para Dados Espaciais.** CCA-UFES, Alegre, p. 184, 2010.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R.J; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology** 5: 18–32, 1991.

SEOANE, C. E. S. Efeitos da fragmentação florestal sobre a genética de populações de guarantã. **Documento 159.** EMBRAPA Florestas, Colombo. 2007.

SILVA, B. S. G. A experiência do SIG e sensoriamento remoto na construção de um gerenciamento participativo na Serra da Mantiqueira. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, 2005. INPE, p. 1375-1380.

SILVA, K. G.; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G.; PELUZIO, J. B. E.; FIEDLER, N. C.; ZANETTI, S. S. Análise da dinâmica espaço-temporal dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES. **Revista Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 311-318, 2015.

SIMON, S. S. **Efeitos da fragmentação florestal sobre a densidade populacional de *Dinoponera lucida* Emery (Formicidae: Ponerinae)**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Ecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 40f, 2013.

SOUSA, J. T. C.; PENA, H. W. A.; Geoprocessamento aplicado a ecologia de paisagem: uma análise da dinâmica espacial da Ilha do Papagaio – PA, Amazônia, Brasil. **Revista académica de la Universidad de Málaga**. Ano 5, Nº.11 – Dezembro de 2011.

THOMAZ, L. D. Diversidade: marca do Espírito Santo através da história. In: **Atlas de ecossistemas do Espírito Santo**. Vitória: SEMA: Viçosa: UFV, 2008. 504p.

TURETTA, A. P. D.; PRADO, R. B. Potencial de uso de métricas de paisagem para relacionar a dinâmica de uso da terra com a qualidade da água: estudo de caso na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. In: SEMINÁRIO DA REDE AGROHIDRO, 2., 2014, Campinas. Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos: **anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 131-136.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag. 1990. 536p.

TURNER, M. G. **Landscape Ecology: What is the state of the science?** Annual Reviews of Ecology Evolution and Systematics, 36, 319-344. 2005.

VALENTE, R. D. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Scientia Forestalis**, v. 62, p. 114–129, 2002.

VALENTE, R. D. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A. L.R.; LIMA, J.C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.

VIEIRA, M. V.; OLIFIERS, N.; DELCIELLOS, A. C.; ANTUNES, Vanina Z.; BERNARDO, L. R.; CARLOS E.V.; GRELE, R. C. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v.142, p.1191-1200, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.006>.

ZANELLA, L. **Análise da interferência antrópica na fragmentação da mata atlântica e modelos de simulação da paisagem na microrregião da Serra da Mantiqueira do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 116 p, 2011.