

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

TAÍS RIZZO MOREIRA

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES DO BIOMA MATA
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DA BARRA, ESPÍRITO
SANTO, BRASIL

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2016

TAÍS RIZZO MOREIRA

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES DO BIOMA MATA
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DA BARRA, ESPÍRITO
SANTO, BRASIL

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2016

TAÍS RIZZO MOREIRA

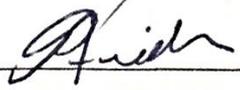
ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES DO BIOMA MATA
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DA BARRA, ESPÍRITO
SANTO, BRASIL

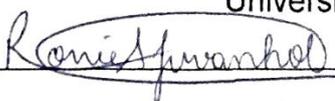
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 06 de dezembro de 2016

COMISSÃO EXAMINADORA


Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo


Prof. Dr. Nilton César Fiedler
Universidade Federal do Espírito Santo


Ronie Silva Juvanhol
Doutorando em Ciências Florestais - UFES

“Everybody wants happiness, and nobody wants pain, but you can't have a rainbow without a little rain.”

Zion Lee

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, por sua infinita bondade e misericórdia, por ser minha luz e meu amparo.

Ao meu pai e a minha mãe, Adilson e Sônia, os maiores patrocinadores dos meus sonhos.

Ao meu irmão, Tiago, por ter me presenteado com dois sobrinhos maravilhosos.

Aos meus sobrinhos, Rafael e Antônio Luiz, por trazerem leveza e alegria aos meus dias e por fazerem sentido à palavra família.

Aos meus familiares, pelo carinho e apoio, em especial meus tios que sempre incentivaram minha busca pelo saber.

Ao meu orientador, professor Alexandre Rosa dos Santos, por cada palavra de incentivo, pela paciência, por todo conhecimento compartilhado, e principalmente por acreditar em mim.

Ao professor Nilton e ao Ronie, por terem aceitado participar da banca examinadora e pelas contribuições ao trabalho.

Aos professores do CCAE e do DCFM, por toda contribuição profissional e pessoal nesta etapa de graduação.

A turma 2010/1, que foi sinônimo de alegria e parceria durante esses anos. As peculiaridades de cada um fizeram com que essa turma se tornasse especial e inesquecível.

Aos amigos Nathan, Ana Clara, Raphael, Marcos, Jéssica, Letícia e Anyara por terem sido minha família em Alegre. Muito do que sou hoje devo à nossa amizade. Carrego cada um de vocês no coração, da UFES para o resto da vida.

Aos amigos inesperados que surgiram durante a caminhada da graduação, em especial: a Letícia, Sabrina, Martha, Lorena e Mariane, obrigado por todo aprendizado, paciência, risadas e compreensão.

A todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui, mesmo que não tenha citado o nome, o meu muito obrigada.

RESUMO

Os aspectos mais agravantes da fragmentação florestal são a perda da biodiversidade e o efeito de borda. Tendo em vista os prejuízos inerentes a tal processo, o objetivo do presente estudo foi mapear e analisar por métricas da paisagem os remanescentes florestais no município de Conceição da Barra, ES. O mapeamento foi realizado sobre aerofotos da região, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, por meio da técnica de fotointerpretação em tela, na escala de 1:1.000. Para a análise das métricas da paisagem, foi utilizada a extensão *V-late 2.0 Beta* no ArcGIS 10.2.2. Foram mapeados 6.596 fragmentos florestais, com uma área total de 25.817,35 ha, que corresponde a 21,79% da área total em estudo. A classe de tamanho muito pequeno (< 5 ha) foi a que apresentou maior quantidade de fragmentos (6.040), enquanto a classe grande (> 100 ha) apresentou menor quantidade de fragmentos (44), porém com maior área de cobertura florestal (12.408,75 ha). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a área encontra-se fragmentada e os fragmentos das classes muito pequeno e pequeno, são de extrema importância, por apresentarem a funcionalidade de “trampolins ecológicos” para as espécies, intermediando as interações entre fragmentos de áreas maiores.

Palavras chave: *Fragmentação Florestal, Ecologia da Paisagem, Geotecnologia.*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Contextualização do problema de desmatamento da Mata Atlântica	3
2.2 Fragmentação florestal	4
2.3 Ecologia da paisagem.....	5
2.4 Estrutura da paisagem	5
2.5 Geotecnologias e o meio ambiente.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Caracterização da área de estudo	8
3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais	9
3.3 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Mapeamento dos fragmentos florestais	14
4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem	18
5 CONCLUSÕES.....	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de ecologia da paisagem gerados ao nível de classes por meio do <i>V-Late 2.0 Beta</i> para os fragmentos florestais.	12
Tabela 2 – Índices de ecologia da paisagem calculados para a área de estudo.	18
Tabela 3 – Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central gerados pelo <i>V-Late 2.0 Beta</i> , utilizando diferentes distâncias de faixa sob efeito de borda para as classes de tamanho Muito Pequeno e Pequeno.....	23
Tabela 4 – Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central gerados pelo <i>V-Late 2.0 Beta</i> , utilizando diferentes distâncias de faixa sob efeito de borda para as classes de tamanho Médio e Grande.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.	9
Figura 2 - Fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal.....	10
Figura 3 - Fragmentos florestais presentes na área de estudo.	15
Figura 4 - Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais na área de estudo.	16
Figura 5 - Relação entre o número de fragmentos florestais e suas respectivas áreas de acordo com cada classe.....	17
Figura 6 - Influência da distância de borda no índice de área central.	25
Figura 7 - Influência da distância de borda na quantidade de área central.....	27
Figura 8 – Área central média em função da distância de borda.	28

1 INTRODUÇÃO

Dentre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é atualmente considerada a mais ameaçada devido ao seu estado crítico – nela se concentra cerca de 70% da população brasileira. Distribuído ao longo de mais de 23° de latitude (abrangendo 15 estados brasileiros das regiões sul, sudeste, centro-oeste e nordeste) (MMA, 2007), este bioma é composto por uma série de fitofisionomias bastante diversificadas, determinadas pela proximidade da costa, relevo, tipos de solo e regimes pluviométricos (ARAÚJO, 2004; DALFI, 2014).

Ao mesmo tempo em que a Mata Atlântica é considerada uma das florestas mais ameaçadas do planeta (MYERS et al., 2000), também é considerada um dos biomas mais importantes e prioritários para a conservação da biodiversidade, pois abriga muitas espécies endêmicas e vulneráveis à extinção (SILVA et al., 2007), além de complexos vegetacionais que têm na sua ecologia funcional papel primordial para a manutenção dos ecossistemas presentes nesse bioma (SCARANO, 2009; JUVANHOL et al., 2011).

As interferências na paisagem que convertem extensas e contínuas áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, têm uma série de consequência, destacando-se a diminuição da diversidade biológica, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (VIANA, 1990 apud MARTINS et al., 2002).

Diante disso, Slaviero (2007) enfatiza que a análise da paisagem em regiões intensamente fragmentadas é de fundamental importância para o estabelecimento de modelos de preservação e conservação da biodiversidade por determinar o grau de comprometimento ecológico geográfico da área em análise.

Assim para um melhor entendimento dos principais fatores que afetam a dinâmica dos fragmentos de vegetação natural, alguns autores propõem diversos índices de estrutura de paisagem (FORMAN e GODRON, 1986; MACGARICAL e MARKS, 1995 apud SMANIOTTO, 2007). Os índices de ecologia da paisagem (ou métricas da paisagem) tornam possível quantificar os padrões espaciais da paisagem, além de auxiliar na quantificação do padrão de uso e ocupação da terra e de facilitar a compreensão da heterogeneidade espacial e da própria estrutura da paisagem.

Diante da necessidade desses estudos, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e de dados de Sensoriamento Remoto vem facilitar a elaboração de mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal, proporcionando, assim, a possibilidade de análises ambientais, uma vez que a fisionomia da Terra está em constante transformação natural e/ou antrópica (DUARTE e BRITO, 2005). No contexto atual os aplicativos computacionais de SIG e de Sensoriamento Remoto, possuem um relevante papel para a análise do meio ambiente (FLORENZANO, 2002).

O objetivo deste trabalho foi mapear e analisar a estrutura dos fragmentos florestais por meio de métodos quantitativos, bem como estudar a influência do efeito de borda nos fragmentos florestais de diferentes classes de tamanhos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a estrutura da paisagem florestal no município de Conceição da Barra, ES por meio de métodos quantitativos de índices da paisagem.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Mapear os fragmentos florestais na área de estudo;
- b) Estudar a estrutura da paisagem florestal por meio de índices de ecologia da paisagem;
- c) Classificar e selecionar os fragmentos em classes de tamanho para avaliar a influência de diferentes distâncias de efeito de borda nos diferentes grupos de tamanho encontrados;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Contextualização do problema de desmatamento da Mata Atlântica

A biodiversidade da Mata Atlântica brasileira é condicionada por um conjunto de fitofisionomias que propiciaram uma significativa diversificação ambiental, criando as condições adequadas para a evolução de um complexo biótico de natureza vegetal e animal altamente rico. É por este motivo que a Mata Atlântica é considerada atualmente como uma das regiões ecológicas mais ricas em termos de diversidade biológica do planeta (BRASIL, 2010; OLIVEIRA e MATTOS, 2014)

A Mata Atlântica é o ecossistema brasileiro que mais sofreu e vem sofrendo intensos e persistentes processos de degradação e fragmentação florestal e por isso constitui uma das regiões identificadas mundialmente como *Hotspot* - área prioritária para conservação de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau (SILVA, 2002 apud AZEVEDO, SILVA e FERREIRA, 2003; BEZERRA et al. 2011).

Atualmente, a Mata Atlântica é composta por remanescentes que representam em torno de 22% da vegetação original, porém os fragmentos maiores que 100 hectares representam somente 7% da cobertura original bem conservada. Além disso, a vegetação nativa encontra-se em diferentes estágios de regeneração, devido aos impactos das atividades de exploração econômica e da alta densidade demográfica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Este é também um dos biomas mais ameaçados do mundo devido às constantes agressões ou ameaças de destruição dos habitats nas suas variadas tipologias e ecossistemas associados (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009; BEZERRA et al. 2011). Antes cobrindo áreas enormes, as florestas remanescentes foram reduzidas a vários fragmentos florestais muito pequenos, bastante separados entre si (GASCON et al., 2000 apud ALMEIDA, PIRES e MENDES, 2009). Devido ao exposto a Floresta Atlântica merece receber atenção especial, por se tratar de um ecossistema significativamente degradado, ainda muito pouco conhecido, mas de grande significado econômico e ambiental.

2.2 Fragmentação florestal

Fragmentos ou manchas de florestas ocorrem a milhões de anos na história natural da terra como nas glaciações, terremotos, queimadas, furacões, deslizamentos e vulcões. Todos esses eventos podem levar um habitat a se fragmentar por um processo natural, contínuo e lento, que por isolamentos tendem a levar espécies a evolução ou extinção por meio da seleção natural. No entanto com o crescimento da população e o impulso da construção civil e da revolução industrial o homem tem devastado inúmeros biomas, isolando-os em pequenos fragmentos em uma velocidade nunca antes presenciada. (BARROS, 2006).

Na década de 70, no Brasil, políticas de incentivo de migração de áreas com alta densidade populacional e baixos índices de desenvolvimento, para áreas pouco ocupadas, visando a sua conversão em áreas agrícolas, aceleraram ainda mais este processo. A extensão dessas atividades humanas rapidamente acelerou o ritmo da transformação no uso do solo, resultando em mudanças na estrutura espacial dos habitats nativos (DOBSON *et al.*, 1997; BARROS, 2006).

Viana (1990) argumenta que fragmento florestal é qualquer área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, culturas agrícolas, etc.) ou naturais (lagos, outras formações vegetais, etc.) capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou, sementes.

Segundo Murcia (1995) a fragmentação florestal é a substituição de áreas de floresta nativa por outras formas de uso da terra, deixando isoladas suas partes, com consequências negativas para o conjunto de seus organismos. A fragmentação reduz a área coberta por florestas, podendo resultar em extinção de algumas espécies.

As fragmentações tendem a limitar populações através do bloqueio da dispersão de sementes, colonização, territorialização, isolamento geográfico, até a destruição de populações inteiras (ANJOS, 1998).

Para Pedron *et al.* (2006), as consequências da fragmentação florestal vão além da perda genética causando diminuição da área de ecossistemas naturais, alterações no regime hidrológico das bacias hidrográficas, influências climáticas, erosão do solo, inundações e assoreamento das bacias hidrográficas, degradação dos recursos naturais, favorecimento ao estabelecimento de espécies invasoras, e, ainda, mudanças nos fluxos químicos e físicos da paisagem, incluindo os movimentos de calor, vento, água e nutrientes.

2.3 Ecologia da paisagem

No século XIX, a paisagem foi inserida como um termo científico geográfico por Humboldt, o pioneiro da geografia física moderna e da geobotânica, que a definiu como ‘a totalidade das características de uma região do planeta’. Geógrafos russos, posteriormente, denominaram o seu estudo de “geografia da paisagem” (VALENTE, 2001; SOUZA, 2011).

O termo ecologia da paisagem foi introduzido por Carl Troll em 1938 (FORMAN e GODRON, 1986). A ecologia da paisagem é o estudo completo, espacial e visual de um determinado ambiente. É a conexão entre os sistemas naturais e antrópicos que busca entender as diversas inter-relações entre a humanidade – suas atividades e seus artefatos – e sua aberta e ampla paisagem em uma visão integradora e sistêmica (PORTO, 2004).

Para Valente e Vetorazzi (2002), o entendimento da ecologia da paisagem objetiva compreender as relações espaciais entre fragmentos, interações e mudanças estruturais de uma paisagem.

Nessa discussão Metzger (2001) assinala que a Ecologia de paisagens é uma ciência que tem se expandido em busca de conceitos sólidos e que, juntamente com outras ciências, promove uma melhor gestão dos recursos naturais, incluindo a biodiversidade (LINDENMAYER *et al*, 2008; SOUZA, 2011).

2.4 Estrutura da paisagem

Para Forman e Godron (1986), a matriz, as manchas, e os corredores são os três elementos que compõem a estrutura da paisagem. A espacialização desses elementos, sua estrutura, função, interações e modificações sofridas com o tempo são atributos indispensáveis da paisagem (TURNER, 1995).

As unidades da paisagem são compostas por uma matriz na qual está inserido um grupo de ecossistemas dominantes, contendo manchas ou fragmentos de outros ecossistemas, arranjados em padrões variáveis, conectados entre si ou isolados. As conexões entre os fragmentos são denominadas corredores ecológicos, que funcionam como meio de passagem para a biota que ocupa os fragmentos. Nesse sentido, cada unidade da paisagem contém estrutura, condições ambientais,

funcionamento e percepções próprios e inerentes à sua área, disposição espacial e/ou forma (SANTOS, 2003).

Forman e Godron (1986) configuram que a matriz, é o elemento dominante que controla a dinâmica da paisagem, que consiste na área mais extensa e mais conectada. Neste caso, pode ser considerada como o local no qual estão contidas as outras unidades, representando um estado atual do habitat, que pode estar intacto, alterado ou antropizado.

De acordo com Carmo (2000), as manchas são áreas relativamente homogêneas, não lineares, que se distinguem das unidades vizinhas. Dessa forma, em ambientes fragmentados, as manchas podem ser consideradas como os fragmentos remanescentes; em caso de ambientes pouco alterados, constituindo-se em áreas antropizadas em meio a uma matriz conservada (METZGER, 2001; SOUZA, 2011)

No que se refere ao conceito de corredor ecológico, Metzger (2001) preconiza que este consiste em uma faixa física ou biológica conectando áreas que permitem a circulação de espécies. Sobre a importância dos corredores em ambientes fragmentados, estudos de Debisnki e Holt (2000) fornecem algumas informações, sendo estimados elos entre os remanescentes florestais.

O conhecimento dos elementos de uma paisagem é essencial para caracterizar sua estrutura e para identificação de seus padrões (VALENTE, 2001; SOUZA, 2011).

2.5 Geotecnologias e o meio ambiente

Atualmente, com o desenvolvimento das geotecnologias, existe uma série de recursos que auxiliam sobremaneira a investigação da adequação de uso da terra, sendo aplicáveis ao planejamento geográfico e à obtenção de dados voltados ao ordenamento territorial, tanto em níveis regionais quanto municipais (CATELANI, 2003; ALBUQUERQUE, 2009).

Os Sistemas de Informação Geográficas (SIG), juntamente com o Sensoriamento Remoto, são as técnicas do geoprocessamento que mais vêm sendo utilizadas no estudo de Ecologia de paisagens, conforme destaca Valente (2001). Segundo Souza (2011), essas técnicas mostram-se fundamentais devido à capacidade de caracterizar, no tempo e no espaço, os padrões de uso e cobertura do

solo, que são a base para a posterior quantificação da estrutura e a definição dos padrões da paisagem.

Silva (2005), considera que devido a capacidade de automatizar e integrar os dados, esse ferramental é indispensável no planejamento e gestão ambiental.

3 MATERIAL E MÉTODOS

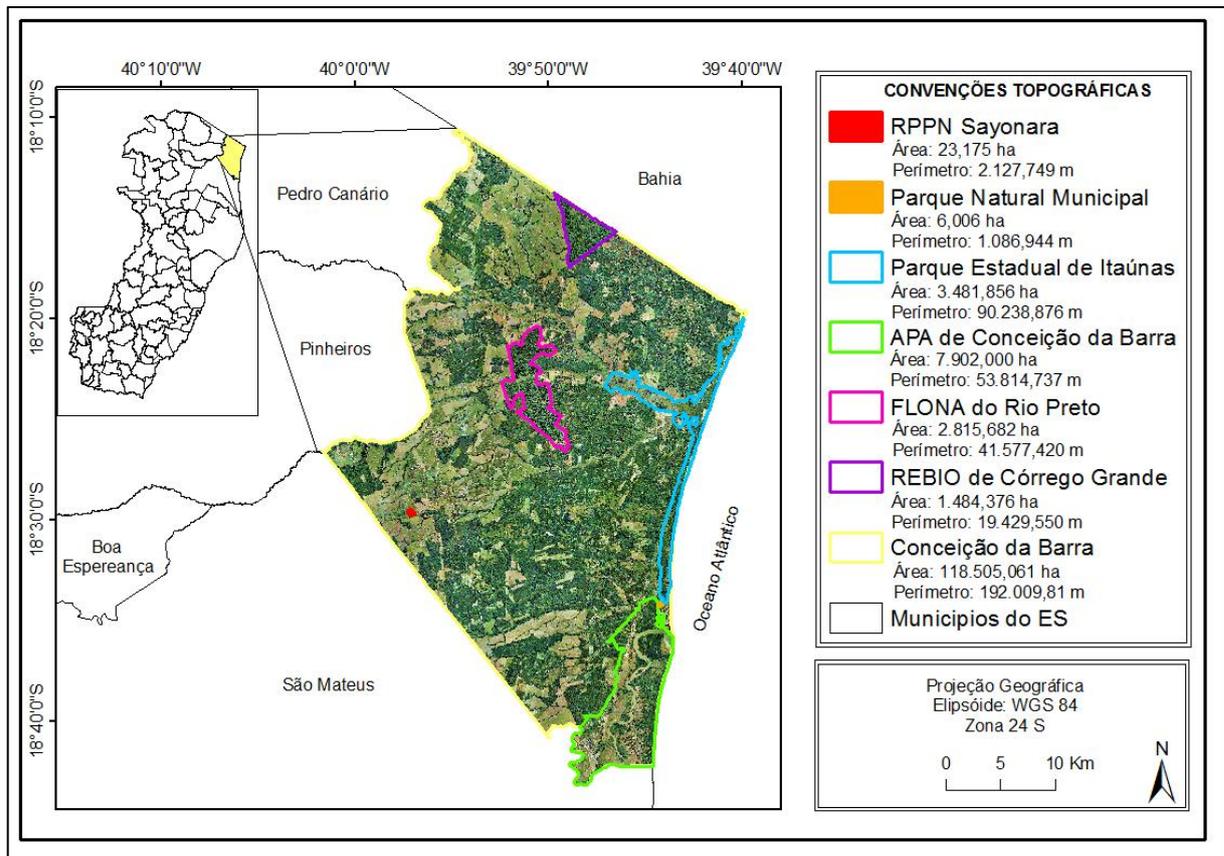
3.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no município de Conceição da Barra que possui 1.185Km², em unidade territorial, sendo 13,15% desta área territorial pertencente a Unidades de Conservação (UC's). As UC's presentes no município compreendem: o Parque Estadual de Itaúnas (PEI); a Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APA-CB); a Floresta Nacional do Rio Preto (FLONA do Rio Preto); a Reserva Biológica do Córrego Grande (REBIO do Córrego Grande); o Parque Natural Municipal de Conceição da Barra; e a Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Sayonara (RPPN da Fazenda Sayonara). A área de estudo situa-se nas coordenadas geográficas de 18° 35' 19 de latitude sul e uma longitude oeste de Greenwich de 39° 42' 52" com uma expressiva cobertura de Mata Atlântica remanescente no Estado do Espírito Santo (Figura 1).

A área de estudo é constituída pela Sede, Distritos Braço do Rio, Itaúnas e 25 comunidades, a uma altitude média de 3 metros, com relevo predominante de planícies, com clima tropical pertencente à microrregião Sudeste, localizando-se na mesorregião litoral Norte espírito-santense e na microrregião de São Mateus. Os solos predominantes no município segundo o Incaper (2011) são o latossolo vermelho/amarelo distrófico e argissolo vermelho/amarelo distrófico, ambos com fertilidade variando de média a baixa e pH entre 5.0 a 5.5, possui 96,97% de suas áreas com declividade abaixo de 30%.

O clima é classificado como Am segundo a Köppen e Geiger, com temperatura média do ar de 24 °C e volume de precipitação média anual de 1333 mm.

Figura 1 - Localização da área de estudo.



3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais

O mapa dos fragmentos florestais da área de estudo foi obtido por meio da digitalização sobre o ortofotomosaico de 2013, disponibilizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, com escala de 1:35.000 e resolução espacial de 0,25 metros.

A digitalização em tela das feições foi realizada na escala padrão de 1:1.000 no aplicativo computacional ArcGIS 10.2.2, por meio de técnicas de fotointerpretação. Elaborou-se um arquivo vetorial poligonal para a classe de fragmento florestal.

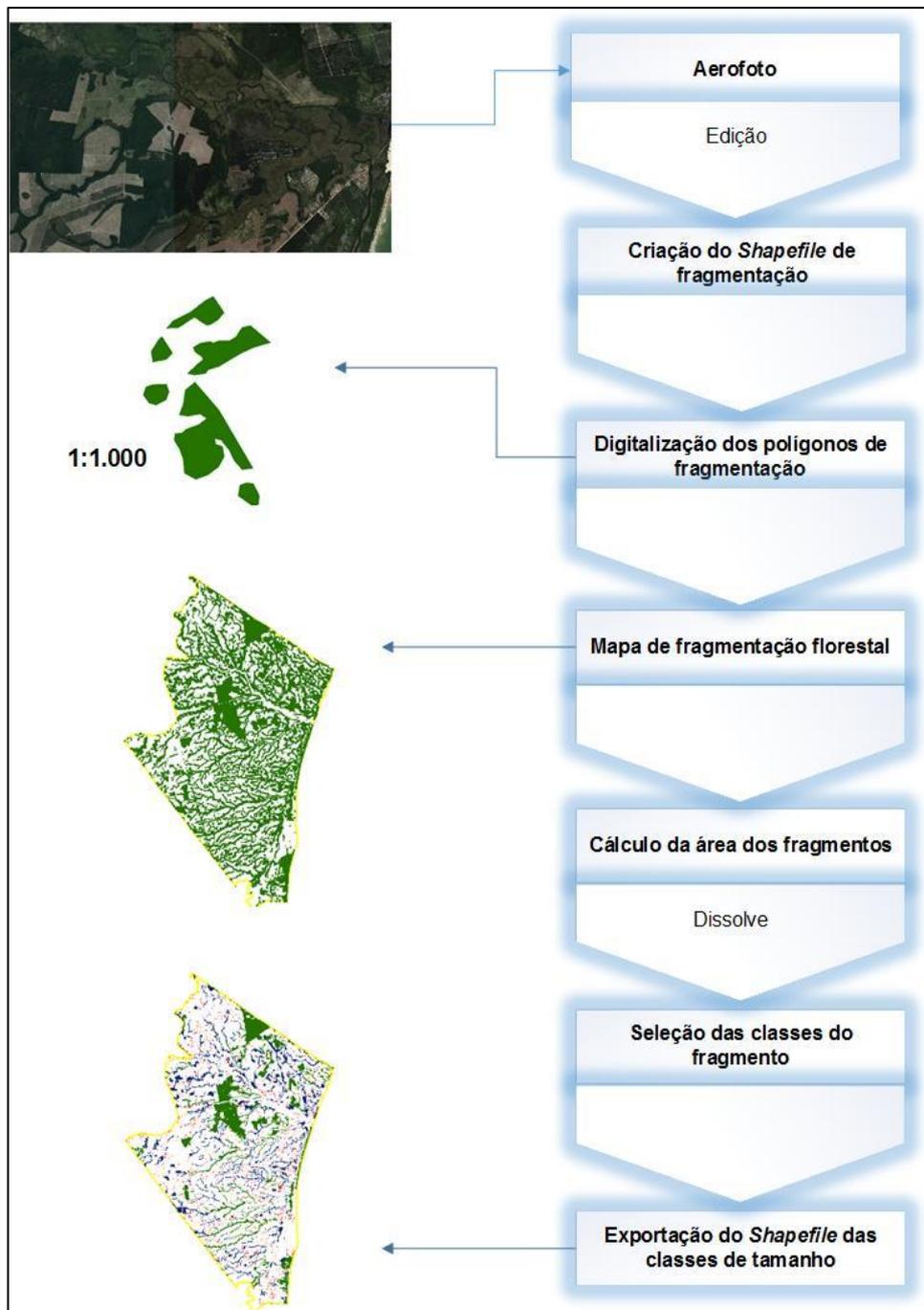
A partir do mapa de fragmentação florestal da região de estudo quantificou-se a área de cada fragmento usando a calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo de imagem vetorial poligonal, tornando possível comparar os tamanhos dos diversos fragmentos florestais encontrados.

Os fragmentos existentes na área foram relacionados à classe de tamanho, e identificados como muito pequenos (C1), pequenos (C2), médios (C3) e grandes (C4),

caracterizando como muito pequenos os fragmentos com área menor que 5 ha, fragmentos pequenos aqueles com área entre 5 e 10 ha, fragmentos médios aqueles com área entre 10 e 100 ha e como fragmento grandes aqueles com área maior que 100 ha.

As etapas da metodologia utilizada na elaboração do mapa de fragmentação florestal estão representadas na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal.



3.3 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem

A análise dos fragmentos foi realizada com base no mapa de fragmentos florestais, gerado com o intuito de obter o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato de tais fragmentos e o grau de proximidade entre eles por meio dos índices de ecologia da paisagem.

Os índices ou métricas de ecologia da paisagem para as manchas de fragmentos florestais foram obtidos dentro do aplicativo computacional ArcGis 10.2.2, através da extensão gratuita *V-Late (Vector-based Landscape Analysis)*. As métricas calculadas foram: tamanho, forma dos fragmentos, índices de borda, área central e o índice de proximidade entre os fragmentos, utilizando a versão para dados vetoriais para os diferentes arquivos correspondentes as classes de fragmentos.

Para uma melhor comparação entre o grau de conservação e o tamanho dos fragmentos florestais mapeados na área de estudo, realizou-se a análise dos índices de ecologia da paisagem para cada uma das classes de tamanho (muito pequena, pequena, média e grande) e também para todos os fragmentos afim de se obter valores médios dos índices de ecologia da paisagem.

Por meio das métricas de tamanho calculou-se a área de cada fragmento, a área total dos fragmentos florestais, a porcentagem da área da classe em relação à área total analisada, o tamanho médio dos fragmentos e o desvio padrão e coeficiente de variação.

Para cálculo das métricas de área central dos fragmentos florestais, foram utilizadas as distâncias de 20, 40, 60, 80, 100, 140 e 200 metros de borda, obtendo diferentes cenários para análises. O detalhamento das métricas utilizadas neste estudo, juntamente com suas siglas e significados pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices de ecologia da paisagem gerados ao nível de classes por meio do V-Late 2.0 Beta para os fragmentos florestais.

Grupo	Sigla	Métrica	Unid.	Observação	
Área	CA	Área da classe	ha	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais	
	ensidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio da mancha	ha	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
		NP	Número de manchas	Adim.	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 do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100	
Borda	TE	Total de bordas	m	Soma de perímetro de todas as manchas	
	MPE	Comprimento médio da borda	m	Soma total de bordas dividido pelo número de manchas	
	ED	Densidade de borda	m/ha	Quantidade de extremidades relativa à área da paisagem	
Forma	MSI	Índice de forma	Adim.	É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha	
	MPAR	Razão média do perímetro pela área	m/m ²	Tamanho da mancha em relação a sua borda. Em escala usual é menor que um.	
	MFRAC	Dimensão fractal média	Adim.	Os valores se aproximam de um para formas com perímetro simples e chega a dois quando as formas forem complexas	

Continua...

Continuação...

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	Números de áreas centrais	Adim.	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 das medias das áreas centrais
	CACov	Coefficiente de variação de área central	(%)	Representa a variabilidade em tamanho das áreas centrais disjuntas à área central média
	TCAI	Índice de área central total	(%)	Medida relativa de área central da paisagem
Proximidade	NNDIST	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: Adaptado de McGarigal e Marks, 1995 e Lang e Blaschke, 2009.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

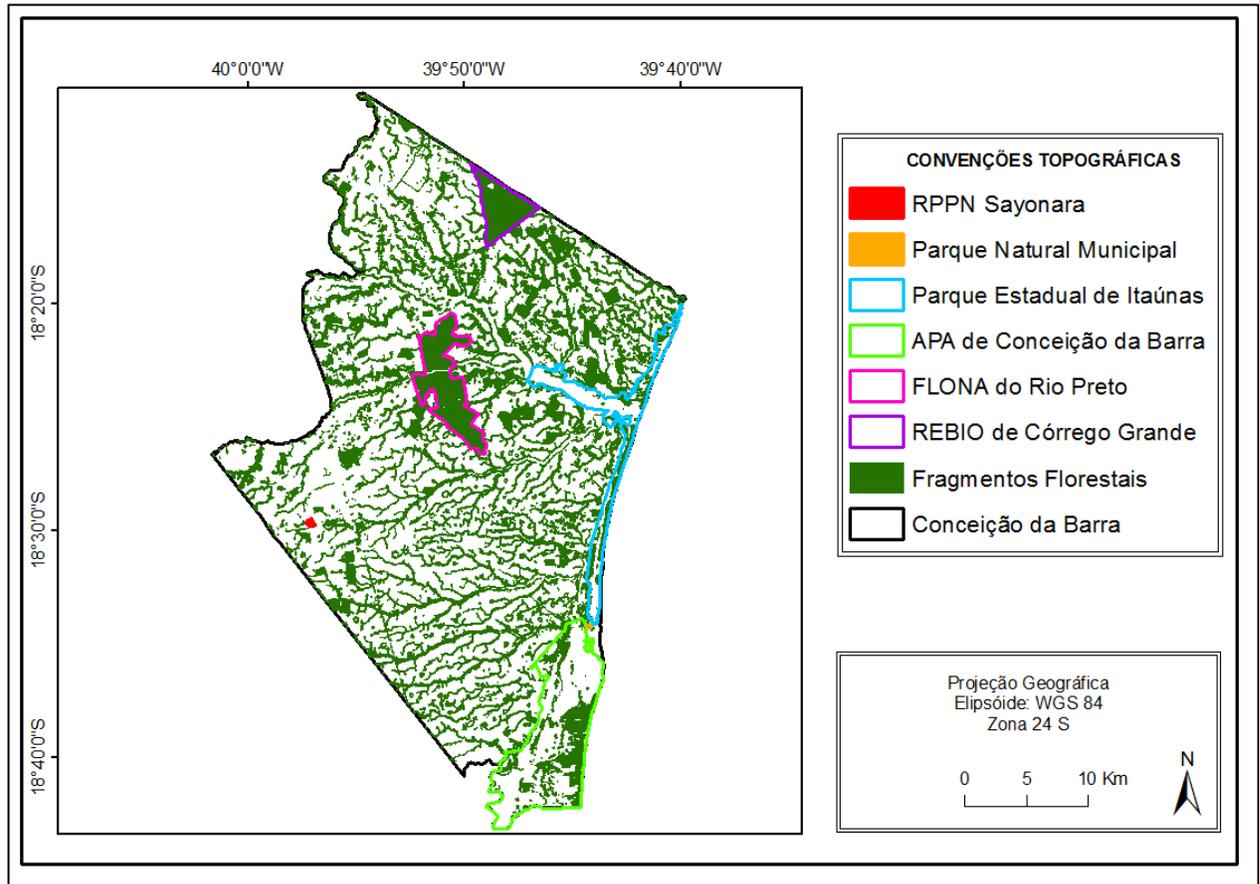
4.1 Mapeamento dos fragmentos florestais

O mapeamento das áreas de fragmentos florestais possibilitou contabilizar 6.596 fragmentos em todo o município de Conceição da Barra. Esse valor corresponde a uma área de 25.817,349 hectares de remanescentes florestais. Isso significa que do total da área em estudo de 118.505,061 hectares, 21,79% são de fragmentos florestais, conforme pode ser observado na Figura 3.

A quantidade de área de fragmentação florestal presente no local de estudo, retrata o estado de conservação em que a região se encontra, destacando a importância da realização de pesquisas e ações que propiciem a conservação das espécies da flora local.

O maior fragmento florestal encontrado na região é parte da área da FLONA do Rio Preto, com uma área de 2.095,437 hectares, que representa 74,42% da área total da FLONA do Rio Preto. O segundo maior fragmento possui uma área de 1.610,37 hectares e corresponde a REBIO do Córrego Grande e o terceiro maior fragmento possui 1.117,90 hectares e também corresponde a FLONA do Rio Preto. Os três maiores fragmentos integram à classe de tamanho C4.

Figura 3 - Fragmentos florestais presentes na área de estudo.



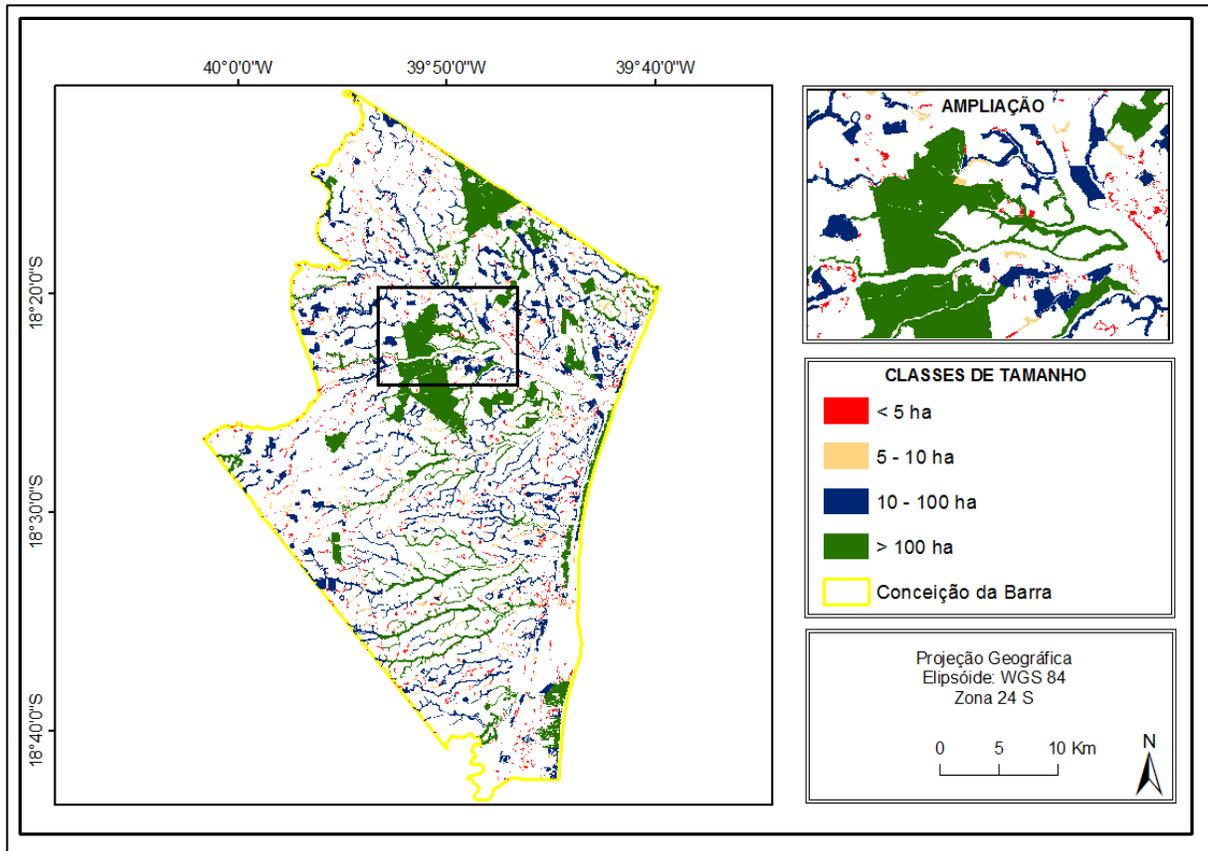
A classe C4 é composta por fragmentos com área superior a 100 ha. Esta classe representa uma grande porcentagem dos fragmentos remanescentes da Mata Atlântica encontrados na área de estudo, correspondendo a 48,06% (12.408,755 ha), sob o número total de fragmentos florestais, com 44 fragmentos.

Os fragmentos da classe C3 (10 a 100 ha), somaram 320, correspondendo a 37,99% (9.808,654 ha) do total. Enquanto, a classe dos fragmentos C2 (5 a 10 ha), possui 192 fragmentos, representando a menor porcentagem de fragmentos em relação ao total, 5,21% (1.343.722 ha).

Os fragmentos pertencentes a classe C1 (menores que 5 ha) apresentaram o maior número de fragmentos, com 6040 fragmentos, no entanto apresentaram uma pequena porcentagem da área total dos fragmentos, com 8,74% (2.256,218 ha).

A Figura 4 ilustra a distribuição das quatro classes de tamanho dos fragmentos florestais da área de estudo.

Figura 4 - Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais na área de estudo.



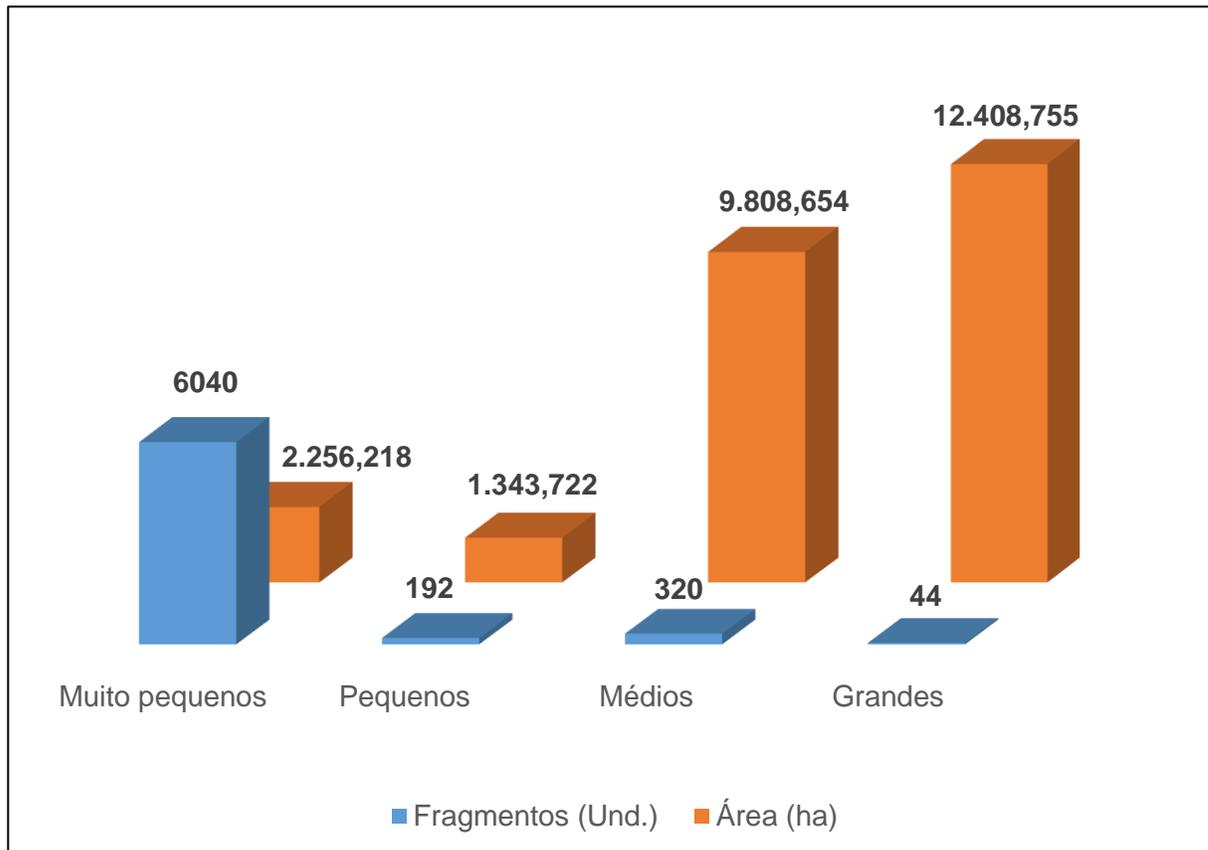
Segundo Lima (1997), a ocorrência de grande quantidade de pequenos fragmentos florestais é comum em paisagens de Mata Atlântica. O principal problema é a área estar susceptível a alterações na dinâmica da paisagem, como as ações do efeito de borda (TABANEZ e VIANA, 2000; JUVANHOL et al., 2011).

A relação do número de fragmentos e da área que estes ocupam na maioria das vezes é inversa, ou seja, os grandes fragmentos possuem menor percentual em número, porém representam uma parcela maior da área total dos remanescentes florestais mapeados, e os fragmentos pequenos possuem maior número de unidades, no entanto, a soma de suas áreas representam menor percentual da área total dos fragmentos florestais mapeados. A média de tamanho para todos os fragmentos analisados conjuntamente, sem distinção de classes de tamanho, é de 3,91 ha.

A Figura 5, representa a quantidade de fragmentos presentes em cada classe de tamanho e suas respectivas áreas totais. Observou-se que a classe que apresentou

menor número de fragmentos foi a mesma que apresentou maior área de cobertura florestal.

Figura 5 - Relação entre o número de fragmentos florestais e suas respectivas áreas de acordo com cada classe.



A área em estudo apresentou alta quantidade de fragmentos da classe C1, estes são mais prejudicados pelo efeito de borda, além de abrigar baixa diversidade biológica, entretanto, esses fragmentos, bem como os fragmentos C2 e C3, servem como meio de conexão com os fragmentos da classe C4, que apresentam alta diversidade biológica, possibilitando desta forma a movimentação das espécies na paisagem florestal.

Conforme as características apresentadas pela área (Figura 6), sua composição é típica de ambientes muito fragmentados. Em paisagens que apresentam essas características, a análise da conectividade entre os fragmentos é relevante, pois auxilia processos de recuperação de áreas fragmentadas, principalmente em função da permeabilidade para a fauna (BURKEY 1989, PARDINI et al. 2005, UEZU et al. 2005, ARROYO-RODRIGUEZ e MANDUJANO 2006).

Dessa forma, deve-se ressaltar a atenção especial que essa área de pequenos fragmentos merece receber, sob risco de serem extintos e devido sua importância como uma alternativa de conexão entre a classe (C1 e C2) de tamanho de fragmentos e as classes superiores.

4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem

O detalhamento das métricas utilizadas neste estudo, juntamente com suas siglas e significados é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Índices de ecologia da paisagem calculados para a área de estudo.

Grupo	Índice	Unidade	Classes de Tamanho (ha)				
			Muito Pequeno (< 5)	Pequeno (5-10)	Médio (10-100)	Grande (> 100)	Todos (0 a >100)
Área	CA	Hectares (ha)	2.256,22	1.343,72	9.808,65	12.408,75	25.817,35
Densidade e Tamanho	MPS	Hectares (ha)	0,37	7,00	30,65	2.820,17	3,91
	NP	Adimensional	6.040	192	320	44	6.596
	PSSD	Hectares (ha)	0,78	1,41	20,74	381,22	39,41
	PSCov	Porcentagem (%)	209,61	20,14	67,66	13,52	1.006,91
Borda	TE	Metros (m)	1.700.722,02	446.121,84	2.114.168,05	1.275.620,70	5.536.632,61
	MPE	Metros (m)	281,58	2.323,55	6.606,78	28.991,38	839,39
	ED	m/ha	753,79	332,00	215,54	102,80	214,45
Forma	MSI	Adimensional	1,61	2,47	3,36	5,28	1,74
	MPAR	m/m ²	0,26	0,03	0,02	0,01	0,24
	MFRAC	Adimensional	1,53	1,38	1,38	1,39	1,52

Continua...

Continuação...

Proximidade	NNDIST	Metros (m)	49,68	655,33	169,48	625,16	21,93

* CA (Área de todas as manchas da classe); MPS (Tamanho médio da mancha); NP (Número de manchas); PSSD (Desvio padrão do tamanho da mancha); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); TE (Total de bordas); MPE (Comprimento médio da borda); ED (Densidade de borda); MSI (Índice de forma médio); MPAR (Razão média do perímetro pela área); MFRACT (Dimensão fractal média); NNDIST (Distância do vizinho mais próximo).

A média de tamanho (MPS) para todos os fragmentos analisados conjuntamente, sem distinção de diferentes classes de tamanho, é de 3,91 ha. O desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) é de 39,4 ha. Isso indica a existência de fragmentos com valores de área acima e/ou abaixo do valor médio, como pode ser evidenciado na classe de tamanho grande, com a maior média de tamanho de fragmentos, 2.820,17 ha, e PSSD de 381,22 ha que demonstra uma grande variação de tamanho dos fragmentos dentro desta classe.

Juvanhol (2011) e Pirovani (2010), também observaram em seus trabalhos comportamento semelhante do desvio padrão na mesma classe, para dois locais distintos de estudo, no Sul do Estado do Espírito Santo, indicando a existência de fragmentos com área bastante distante da média na classe.

No entanto, ao se correlacionar o desvio padrão ao tamanho médio dos fragmentos, a classe C1 (< 5 hectares) ganha destaque. Isso ocorre devido a amplitude de variação dos tamanhos dos fragmentos, resultando assim num coeficiente de variação do tamanho do fragmento (PSCoV) de 209,61%, sendo este o maior coeficiente em relação as demais classes. Em contrapartida, o fragmento C4 (>100 hectares) que apresentou o maior PSSD (381,22 ha) e o maior MPS (2.820,17 ha), apresenta o menor PSCoV (13,52%). Sendo assim, a porcentagem de variação em relação ao tamanho médio apresenta maior valor para o fragmento C1 e menor valor para o fragmento C4.

Na análise das métricas de borda para esse estudo, o valor total de borda (TE) assim como no estudo realizado por Dalfi (2014), foi maior para os fragmentos C3 (10-100 hectares) que apresentaram valor total de borda de 2.114.168,05 m, e os fragmentos que apresentaram menor valor total de borda foram os C2 (5-10 hectares), com 446.121,84 m.

Ao se correlacionar o tamanho total de borda (TE) com o número de fragmentos de cada classe (NP), constatou-se que a classe C4 apresentou maior proporção de comprimento médio da borda (MPE), com 28.991,38 m e a classe C1 apresentou a menor proporção com 281,58 m. Tal fato está relacionado ao número de manchas (NP) de cada classe, sendo inversamente proporcional, uma vez que a classe C1 apresenta o maior número de fragmentos, 6040, e a classe C4 apresenta o menor número de fragmentos, 44.

A densidade de borda (ED) é a representação da expressão do valor do tamanho da borda (TE) em relação a área ocupada por cada classe de tamanho (CA). Assim, a densidade de borda é inversamente proporcional à área ocupada pela classe de tamanho. A classe C4 que apresenta a maior área de fragmento (12.408,75 ha), apresenta a menor densidade de borda (102,80 m/ha). Em contrapartida a classe C1 apresenta a maior densidade de borda, 753,79 m/ha, resultante da relação tamanho da borda/área da classe. Logo, para os resultados apresentados, o efeito de borda menor nos fragmentos grandes indicam um maior grau de conservação.

Em fragmentos menores, onde a transição entre o fragmento florestal e a matriz é muito abrupta, cria-se uma borda que expõe a floresta às condições encontradas nas adjacências. A porção externa da floresta adjacente à borda torna-se parte da zona de transição, ocasionando mudanças microclimáticas, como o aumento da temperatura e o estresse hídrico, acarretando alterações na composição de espécies e na estrutura da vegetação. Nesse sentido o grau de interferência que tal fragmentação causa no ecossistema, como o aumento do efeito de borda, é consequência desse processo e leva a uma constância na redução das florestas, ocasionando maior vulnerabilidade para redução da riqueza e abundância de espécies adultas e plântulas (RIBEIRO et al., 2009; PORTELA e SANTOS, 2007; TABANEZ e VIANA, 2000; JUVANHOL, 2011).

As métricas de forma exigem a adoção de uma paisagem padrão para efeito de comparação. A forma das manchas foi comparada ao formato de um círculo para o cálculo da razão perímetro por área, visto que se compara o valor desse índice a um círculo quando o arquivo é vetorial, caso em estudo, e a um quadrado quando os arquivos possuem formato raster ou matricial.

De acordo com Albergoni (2011), tão importante quanto a área de uma mancha é a sua forma. Quando se diz respeito ao índice médio de forma (MSI), Lang e Blaschke (2009) comentam que quanto mais próximo de 1 melhor a forma, pois as manchas tendem a ser mais circulares, dessa forma o efeito de borda exerce menor influência ao ecossistema ao seu redor. No presente trabalho, as manchas das classes C1 e C2, apresentam MSI igual a 1,61 e 2,47 respectivamente, enquanto a classe C3 e C4 apresentaram MSI igual 3,36 e 5,28, valores este que podem ser considerados elevados, indicando que os fragmentos médios e grandes apresentam formas mais irregulares e perímetros recortados. Assim, como mencionado por Juvanhö (2011), os formatos mais irregulares aumentam com o tamanho dos fragmentos. No entanto, apesar de os índices de forma indicarem formatos mais irregulares para os fragmentos grandes e mais regulares para os fragmentos pequenos, o tamanho e a forma do fragmento estão intrinsecamente ligados à borda, pois quanto menor o fragmento ou mais alongado, mais intenso será o efeito de borda, diminuindo a razão interior-margem (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Assim, mesmo apresentando formatos mais irregulares, os fragmentos maiores estão sob menor efeito de borda do que os menores.

Segundo Albergoni (2011) a relação perímetro/área (MPAR) é a métrica de forma mais comum, sendo que os valores dessa razão geralmente se encontram numa faixa de 0 a 1, o que quanto mais baixo, maior será a compacidade da mancha. De maneira geral, quanto menor for a relação perímetro-área e maior o índice de forma, mais irregulares são as manchas. Tal fato corrobora com os resultados obtidos nesse estudo uma vez que fragmentos da classe C4 apresentaram o menor valor para a razão média do perímetro pela área (MPAR), 0,01 m/m², e maior MSI, enquanto os fragmentos da classe C1 apresentaram o maior valor de MPAR, 0,26 m/m², e menores valores de MSI. Isso resulta na afirmativa de que os fragmentos da classe C4 são os que possuem forma mais irregulares e os fragmentos da classe C1 são os de forma mais regulares. Assim, a regularidade notada na borda dos fragmentos da classe C1 corroboram para a extinção do mesmo, sendo a circularidade da borda resultante do processo de degradação.

Para um melhor conhecimento da forma dos fragmentos, calculou-se os valores de dimensão fractal média (MFRACT) em que para valores mais próximos de 1 os fragmentos apresentam forma mais simples e valores mais próximos de 2 mais

complexos (LANG e BLASCHKE, 2009). Os resultados do MPFD no presente estudo variaram de 1,38 a 1,53.

No presente estudo, a classe C4 se apresentou com formato mais irregular que as classes menores. As formas dos fragmentos podem estar diretamente ligadas à borda. Se o fragmento possui forma alongada, mais intenso será o efeito de borda, assim como, se o fragmento possuir uma área pequena, pois tais características contribuem para que a razão borda e margem diminua (PÉRICO et al., 2005).

O grau de isolamento de um fragmento é determinado pela distância do vizinho mais próximo (NNDIST), essa distância é definida como sendo a distância entre as manchas mais próximas, baseada na distância borda-a-borda. Por meio desta avaliação, é possível localizar fragmentos que se encontram mais isolados, ou fragmentos vizinhos mais próximos.

A métrica de distância do vizinho mais próximo (NNDIST), no presente estudo, indicou a maior distância como sendo da classe de fragmentos pequenos, ou seja, os fragmentos dessa classe se encontram mais isolados (655,33 m), seguido pela classe de fragmentos grande, médio e muito pequeno, apresentando distâncias de 625,16 m, 169,48 m e 49,68 m respectivamente.

Após analisar a NNDIST para cada classe e todas as classes, pode-se concluir que o grau de isolamento total (21,93 m) é inferior ao das classes individuais. Logo é importante considerar os fragmentos de menor tamanho presentes na paisagem, como trampolins ecológicos presentes na paisagem, principalmente entre os fragmentos que compõem as classes de fragmentos pequenos e grandes, que apresenta alto grau de isolamento.

Fragmentos menores podem possuir área total suficiente para manter uma espécie, mas ao mesmo tempo esta área pode não ser suficiente para estabelecimento da espécie. Sabendo que a área central de um fragmento é afetada diretamente pela forma e efeito de borda, na Tabela 3 e 4, encontram-se os valores relativos à área central dos fragmentos, para análise da influência da borda sobre a área.

Tabela 3 – Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central gerados pelo *V-Late 2.0 Beta*, utilizando diferentes distâncias de faixa sob efeito de borda para as classes de tamanho Muito Pequeno e Pequeno.

Distância de Borda	Muito pequeno (< 5 ha)						Pequeno (5 - 10 ha)					
	TCA	TCAI	CACoV	CASD	NCA	MCA	TCA	TCAI	CACoV	CASD	NCA	MCA
20 m	453,90	20,12	174,62	0,47	1669	0,27	587,77	43,74	124,03	1,61	454	1,29
40 m	73,94	3,28	158,67	0,29	406	0,18	196,08	14,59	151,04	0,88	336	0,58
60 m	9,38	0,42	145,05	0,16	84	0,11	64,48	4,80	106,86	0,58	119	0,54
80 m	0,72	0,03	103,94	0,08	10	0,07	16,54	1,23	115,31	0,31	61	0,27
100 m	0	0	0	0	0	0	2,26	0,17	136,13	0,16	19	0,12
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); MCA (Área central média); NCA (Número de áreas centrais); CACoV (Coeficiente de variação de área central); CASD (Desvio padrão de área central).

Tabela 4 – Valores dos índices de ecologia da paisagem relativos às métricas de área central gerados pelo *V-Late 2.0 Beta*, utilizando diferentes distâncias de faixa sob efeito de borda para as classes de tamanho Médio e Grande.

Distância de Borda	Médio (10-100 ha)						Grande (>100 ha)					
	TCA	TCAI	CACoV	CASD	NCA	MCA	TCA	TCAI	CACoV	CASD	NCA	MCA
20 m	6015,71	61,33	221,46	10,12	1317	4,57	9990,66	80,51	497,81	111,26	447	22,35
40 m	3451,66	35,19	256,88	7,23	1226	2,82	8055,58	64,92	586,47	88,14	536	15,03
60 m	2036,01	20,76	262,03	6,51	820	2,48	6701,53	54,01	574,55	93,00	414	16,19
80 m	1292,26	13,17	232,46	6,77	444	2,91	5717,37	46,08	530,54	103,88	292	19,58
100 m	856,77	8,73	205,43	6,90	255	3,36	4969,60	40,05	502,86	110,57	226	21,99
140 m	385,91	3,93	168,51	6,13	106	3,64	3939,47	31,75	384,74	141,65	107	36,82
200 m	106,83	1,09	149,42	4,43	36	2,97	2904,36	23,41	304,99	164,04	54	53,78

*TCA (Área central total); TCAI (Índice de área central total); MCA (Área central média); NCA (Número de áreas centrais); CACoV (Coeficiente de variação de área central); CASD (Desvio padrão de área central).

A partir da análise dos dados expostos nas Tabelas 3 e 4 é possível observar o comportamento da área núcleo dos fragmentos florestais em relação ao tamanho de borda.

Ao analisar o efeito de borda sobre a quantidade de área central total (TCA), constatou-se que a classe C1 assume um valor de área central menor que 1 a partir de uma distância de borda de 80 m. O mesmo acontece para a classe C2, porém sua TCA somente assume valor abaixo de 1 a partir dos 140 m de distância de borda.

Para uma borda de 20 m, os fragmentos muito pequenos apresentam área central total (TCA) de 453,90 ha, que correspondem a um índice de área central total (TCAI) de 20,12%. Isso significa que, da área total dos fragmentos muito pequenos (2.256,22 ha), apenas 20,12% corresponde à área núcleo e 79,88% da área total dos fragmentos muito pequenos está sob o efeito de borda de 20 m. Para esse valor de efeito de borda, o número de áreas centrais (NCA) entre os fragmentos muito pequenos corresponde a 1669. Dividindo-se a área central total por esse número, tem-se uma área central média (MCA) com valor muito baixo para fins de conservação, que chega a 0,27 ha. Ao analisar o efeito de borda de 20 m para a classe de fragmento de tamanho pequeno (C2), observam-se que o índice de área central (TCAI) permanece inferior a 50%, atingindo um valor de 43,74%, padrão que se assemelha a classe de fragmentos muito pequeno (C1). Entretanto, o efeito de borda tende a diminuir em função do aumento da área central média.

Fragmentos da classe muito pequenos, foram os que apresentaram índice de forma (MSI) mais regular dentre as quatro classes estabelecidas, entretanto esta foi a classe mais afetada pelo efeito de borda em função da menor área total dos fragmentos. Para Valente (2001), fragmentos remanescentes que possuem área inferior a 1 ha não apresentam área nuclear, por estarem submetidos a total efeito de borda.

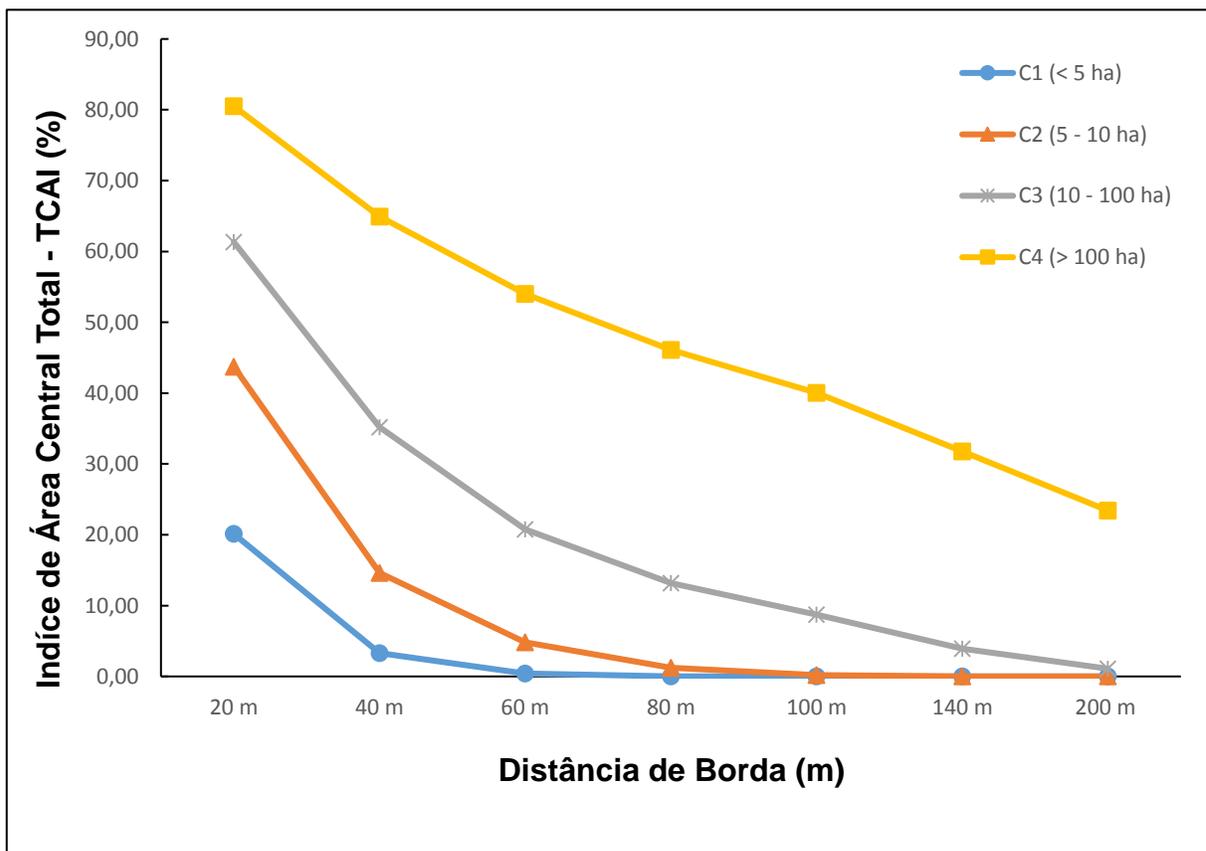
Analisando o efeito da distância de borda (até 100 m) sobre a área central total (TCA), das quatro classes de tamanho, nota-se que na classe de fragmentos pequeno, foi onde o processo de redução de TCA ocorreu mais intensamente, sendo o valor de TCA para o efeito de borda de 100 m, 453,9 vezes menor que esse mesmo índice na mesma classe de tamanho para uma distância de borda de 20 m. Conforme a área dos

fragmentos aumenta, essa relação reduz, chegando na classe C4 com uma relação de 2,01 vezes menor sob mesmas condições.

Considerando o menor efeito de borda para a classe de tamanho grande (C4), o total de área central dessa categoria foi de 9.990,66 ha, correspondendo a 80,51% da área total da classe. Se houver um aumento da distância da borda, para 80 m por exemplo essa área reduz para 5.717,37 ha.

Conforme se aumenta a distância de borda, a tendência do índice de área (TCAI) das classes de tamanhos dos fragmentos é de diminuir, sendo assim pode-se observar que a classe C1 e C2 são as duas mais com acentuada redução no TCAI até aumento da borda para 80 m, passando para um índice de 0,03% e 1,23% respectivamente. Neste mesmo intervalo, o TCAI da classe C3 reduziu para 13,17% e da classe C4 reduziu para 46,08%, conforme pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 - Influência da distância de borda no índice de área central.



Para os fragmentos da classe C1 as métricas de área central atingiram um valor próximo a zero com a distância de borda de 80 m, apresentando valor de TCAI de 0,03% e o valor de TCA de 0,72 ha representado por NCA igual a 10.

O aumento na distância de borda causa uma redução na métrica TCA para todas as classes como era de se esperar. Para a classe C4 o índice TCAI reduziu de 80,51% para 23,41% para distância de borda de 20 m e 200 m respectivamente, ocorrendo uma redução de 57,1% de área central. Enquanto, para a classe C3, houve uma redução total de 60,24% de área central para mesmas distâncias de borda.

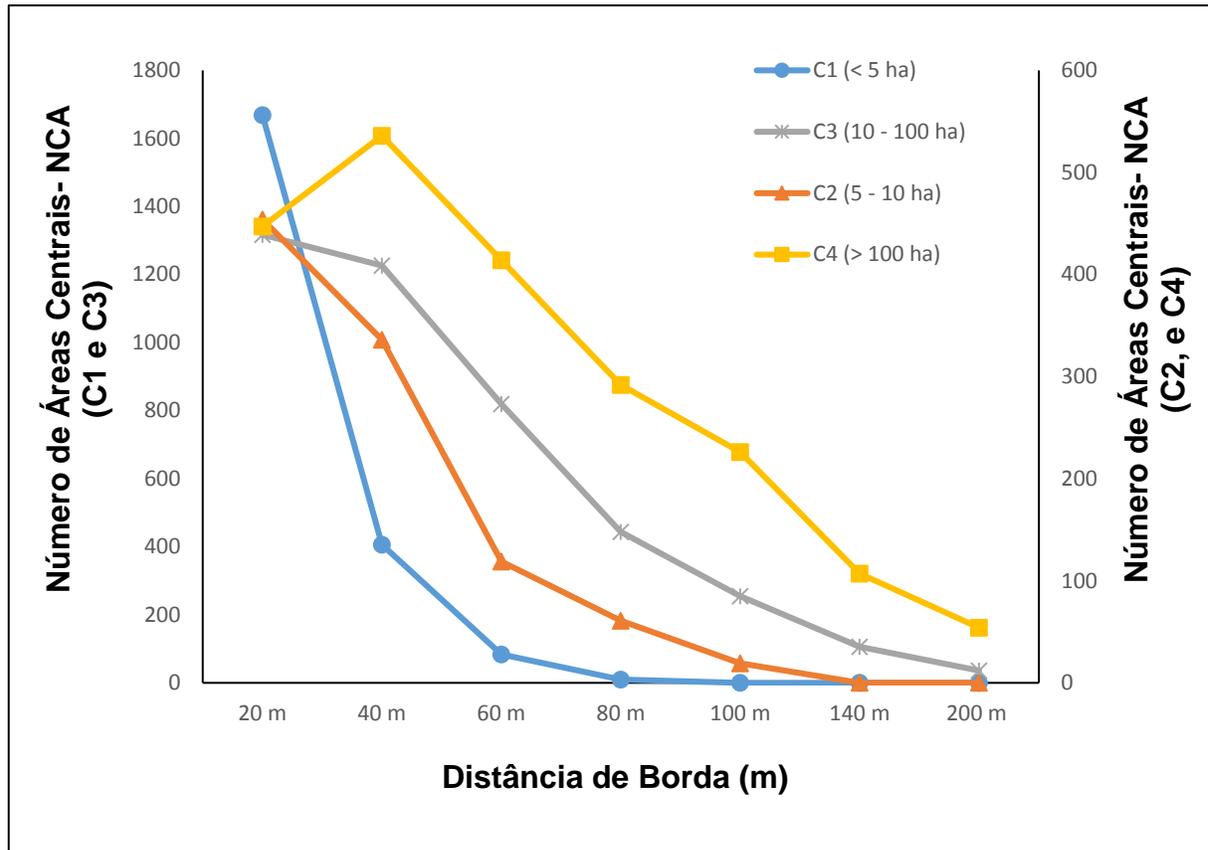
Para a classe C1, a partir de 100 m de distância de borda, se verifica a inexistência de índice de área central, assim como a partir de 140 m a classe C2 tem valor zero atribuído ao TCA.

As influências do efeito de borda podem ser diversas, dependendo da espécie e de sua resposta às variações ocorridas no ambiente – como incidência luminosa, maior exposição ao vento, presença de espécies exóticas (invasoras ou não), umidade e temperatura heterogênea –, em que ambas afetarão a produtividade primária do ecossistema por meio das diferenças microclimáticas e das interações ecológicas (PORTELA e SANTOS, 2007; ALVES JUNIOR et al., 2006; PACIENCIA e PRADO, 2004; JUVANHOL, 2011). Nesse sentido, para detectar causa e efeito do processo de fragmentação florestal, associado à dinâmica de borda, é necessário inferir sobre a estrutura comunitária do mesmo, a partir da mensuração da riqueza e da abundância dessa faixa, evidenciando impactos, como a diminuição do fragmento, a partir da taxa de mortalidade e da abundância de espécies.

Pequenos fragmentos podem ser completamente arrasados pelos ventos de alta intensidade, já para fragmentos grandes esses ventos poderão causar perturbação inicial e estabelecimento de vegetação secundária próximo a área externa do fragmento (GASCON et al., 2000; LAURANCE et al., 2002; DALFI, 2014).

A medida que se aumentou a distância de borda, observou-se que o número de áreas centrais reduziu e/ou manteve-se constante, exceto para classe de tamanho grande, que obteve um pequeno aumento na quantidade de áreas centrais entre as distâncias de borda de 20 e 40 m. Na Figura 7 é possível analisar o NCA para as classes.

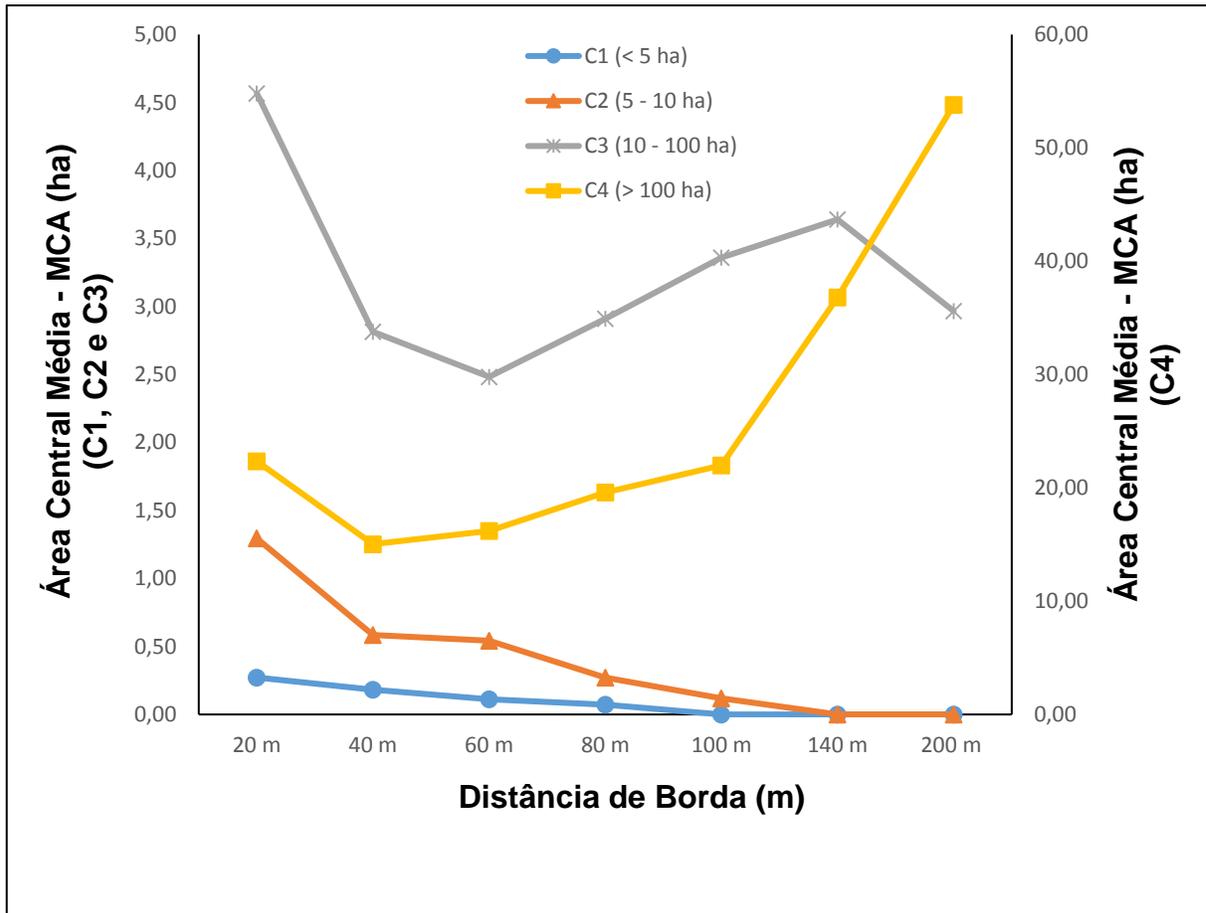
Figura 7 - Influência da distância de borda na quantidade de área central.



Para a classe de fragmentos muito pequeno (C1), observou-se que houve uma redução acentuada no NCA entre as distâncias de 20 a 40 m, saindo de 1669 para apenas 406 áreas centrais, enquanto que para as classes pequeno (C2), médio (C3) e grande (C4) a variação do NCA não foi tão abrupta, havendo uma redução de 118 e 91 áreas centrais para os pequenos e médios, respectivamente, e um acréscimo de 89 áreas centrais para os fragmentos grandes.

O local do estudo compreende algumas unidades de conservação que possui extensas áreas de floresta protegidas. Sendo assim, a classe de fragmentos grandes compreende essas áreas protegidas, fato esse que corroborou para que a área central média desta classe seja bastante superior as demais classes estabelecidas. Na figura 8 é possível observar o comportamento da distribuição da área central média (MCA) de acordo com a distância de borda.

Figura 8 – Área central média em função da distância de borda.



A Figura 8 demonstra que os fragmentos médio (com exceção da distância de borda entre 140 e 200 metros) e grande apresentaram um comportamento distinto para os valores de área central média (MCA). Os valores da classe C4 foram muito superiores às demais classes de tamanho e as áreas centrais médias, para a classe C3 e C4, demonstraram um acréscimo a partir da borda de 60 e 40 metros, respectivamente, o que é totalmente distinto das demais classes que apresentaram apenas valores decrescentes. Isso pode ser explicado pelo fato dos fragmentos médio e grande possuírem uma porcentagem bem maior de área florestal total, 37,99% para a classe C3 e 48,06% para a C4.

Com base nos resultados expostos, sabe-se que 48,06% dos fragmentos florestais da área estudada possuem mais que 100 ha de área, seguido pelos fragmentos médios (10-100 há de área), que possuem 37,99% da área total. Sendo assim, a determinação

de estratégias para a proteção das unidades de conservação dentro da área, devem considerar os fragmentos vizinhos para utiliza-los como conectores (KURASZ et al. 2008). Pois conforme foi observado os fragmentos das classes C1 e C2 são excelentes conectores entre os demais fragmentos, como, por exemplo, os fragmentos vizinhos à FLONA do Rio Preto que se conectam a REBIO de Córrego Grande, servindo de trampolim ecológico para a unidade de conservação. Tal estudo reforça a afirmação de Valente (2001) de que não se deve desconsiderar os fragmentos de menor tamanho de área central em uma paisagem, por desempenharem papel importante na conservação, que é a conexão entre os fragmentos.

5 CONCLUSÕES

A análise dos resultados tendo como base as condições de realização do estudo permitiram concluir que:

A área de estudo encontra-se bastante degradada, possuindo apenas 21,79% de cobertura florestal dos 118.505,061 hectares estudados. No entanto, os fragmentos desta área são representados em sua maioria, 48,06%, por fragmentos de grande porte (maiores que 100 ha). Fator atribuído às unidades de conservação presentes, uma vez que tais fragmentos estão inseridos nas mesmas.

O número de fragmentos florestais é inversamente proporcional a contribuição de área que cada classe gera.

Fragmentos da classe muito pequenos, foram os que apresentaram índice de forma (MSI) mais regular dentre as quatro classes estabelecidas, entretanto esta foi a classe mais afetada pelo efeito de borda devido à área total dos fragmentos ser pequena. Tal regularidade/circularidade notada na borda dos fragmentos da classe C1 corrobora para a extinção do mesmo.

Os índices de proximidade para as classes de tamanho pequeno e médio indicam positivamente a criação de políticas públicas que incentivem a formação de corredores ecológicos entre as Unidades de Conservação.

Os fragmentos que não possuem área suficiente para conservação, são importantes por possibilitarem a conexão entre outros fragmentos.

Quanto maior o fragmento, menor será a influência sofrida pelo efeito de borda.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERGONI, L. **Caracterização do uso e cobertura da terra como subsídio para análise de paisagem e de vulnerabilidade de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ALBUQUERQUE, E. R. **Aplicação de geotecnologia na gestão ambiental do Município de Salinas, Minas Gerais**. 2009. 75f. Dissertação (Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2009.

ALMEIDA, B.F. PIRES, F.C.A.C.; MENDES, J.A.R. Recrutamento de Bromeliáceas (*billbergiasp. E vriesea sp*) em área de restauração ambiental na INB – indústrias nucleares do Brasil, Resende/RJ. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9. São Lourenço, Minas Gerais. **Anais...**, São Lourenço: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2009. p. 2.

ALVES JUNIOR, F.T.; BRANDÃO, C.F.L.S.; ROCHA, K.D.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Recife, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p.49-56, 2006.

ANJOS, L. Consequências biológicas da fragmentação no norte do Paraná. **SÉRIE TÉCNICA IPEF**, v. 12, n. 32, p. 87-94, dez. 1998.

ARAÚJO, M. H. S. Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica. Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia (IESB), **IGEO/UFRJ**, v. 1, n.3, p. 1-84, 2004.

ARROYO-RODRIGUEZ, V.; MANDUJANO, S. The importance of tropical rain forest fragments to the conservation of plant species diversity in Los Tuxtlas, Mexico. **Biodivers. Conserv**, v.15, n.13, p.4159-4179, 2006.

AZEVEDO, A. R.; SILVA, V. V; FERREIRA, A. M. M. Análise dos fragmentos florestais na Bacia do Rio Turvo, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, RJ. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 6. Fortaleza, Ceará. **Anais...**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2003.

BARROS, F, A. **Efeito de Borda em Fragmento de Florestas Montana, Nova Friburgo – RJ**. 2006. 100 f. Dissertação Mestrado (Mestrado em Ciências Ambientais) – Pró Reitoria de Pós-Graduação Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

BEZERRA, C.G.; SANTOS, A. R.; PIROVANI, D. B.; PIMENTEL, L. B.; EUGENIO, F. C. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES. **Espaço & Geografia**, v.14, n. 2, p. 257-277, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Brasília: MMA, 2010.

BURKEY, T.V. Extinction in nature reserves: the effect of fragmentation and the importance of migration between reserve fragments. **Oikos**, v.55, n.1, p.75-81, 1989.

CARMO, A.P.C. **Evaluación de um paisaje fragmentado para la conservación y recuperación de biodiversidade**. 2000. 137f. Tese (Magister Scientiae Educación para el Desarrollo y la Conservación) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2000.

CATELANI, C. S. et al. Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE / SELPER. **Anais...** Belo Horizonte, 2003

DALFI, R. L. **Análise espacial dos remanescentes florestais no bioma Mata Atlântica**. 2014. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

DEBINSK D.E.R.; HOLT, D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation Biology**, Boston, v.14, n. 2, p. 342-355, Apr. 2000.

DOBSON, A.P., BRADSHAW, A.D., BAKER, A.J.M. 1997. **Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology**. *Science*. 277: 515-522.

DUARTE, W.O; BRITO, K. L. S. Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal do alto curso do rio Uberabinha utilizando imagens do satélite CBERS 2. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas, 2005. p. 2965-2972.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2012. p. 97.

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

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2005-2008**. São Paulo, 2009. Relatório Parcial Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B.; FONSECA, G. A. B. 2000. Receding edges and vanishing reserves. **Science**, 288:1356-1358.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural Proater 2011-2013**. Conceição da Barra, 2011. Disponível em: <http://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Nordeste/Conceicao_da_Barra.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2016.

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

KURASZ, G.; ROSOT, N.C.; OLIVEIRA, Y.M.M.; ROSOT, M.A.D. Caracterização do entorno da reserva florestal Embrapa/EPAGRI de Caçador (SC) usando imagem Ikonos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 641-649, out./dez. 2008.

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

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.; 44 LAURANCE, S.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments, a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v.16, n.3, p.605-618. 2002.

LIMA, E.A.C.F. **Estudo da paisagem do município de Ilha Solteira-SP: subsídios para planejamento físicoambiental** [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 1997.

LINDENMAYER, D.B. et al. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. **Ecology Letter**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 78-91, Oct.2008.

MARTINS. I. C. M. SOARES, V. P.; SILVA, E.; BRITES, R. S. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais "IPUCAS" no município de lagoa da confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.3, p.299-309, 2002.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon. 59 p., 1995.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagem? **Biota Neotropica**, Campinas, v.1, n 1-2, p. 1-9, 2001.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC**. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cadastro_uc>. Acesso em: 14 nov. 2016.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Levantamento da cobertura vegetal nativa do bioma Mata Atlântica**. Relatório final. Rio de Janeiro, RJ. Edital PROBIO 2007, 84 p. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **TREE**, v. 10, p. 58-62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-845, 2000.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil. GEOUSP – **Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 165-183, 2014.

PACIENCIA, M.L.B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**; v.27, n.4, p. 641-653, 2004.

PARDINI, R., SOUZA, S.M., BRAGANETO, R.; METZGER, J.P. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biol. Conserv**, v.124, n.2, p.253- 266, 2005.

PEDRON, F. de A. et al. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, jan-fev. 2006.

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. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** Goiânia, Brasil, INPE, 2005. p. 2339-2346.

PIROVANI, D.B. **Fragmentação florestal e dinâmica da ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim**. 2010 [dissertação]. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo; 2010.

PORTELA, R.C.Q.; SANTOS, F.A.M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Botânica**; v.30, n.2, p. 271-280, 2007.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. Ecologia de paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues; 2001

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M.. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v.142, p. 1141-1153, 2009.

SANTOS, J.S.M. **Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira**. 2003. 174f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 2003.

SCARANO, F.R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. **Biological Conservation**, v.142, p.1201-1208, 2009.

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, INPE, 2005. p. 1375-1380.

SILVA, W. G. S.; METZGER, J.P.; SIMÕES, S.; SIMONETTI, C. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover at the Ibiúna Plateau, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v.67, p. 403-411, 2007.

SLAVIERO, L. B. (2007). Estrutura, configuração e fragmentação da Paisagem na região Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, Caxambu, Minas de Gerais, **Anais...**Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p.2.

SMANIOTTO, M. **Análise ambiental de Bacias Hidrográficas com base na fragmentação da paisagem: município de Getúlio Vargas (RS)**. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2007.

SOUZA, C. G. **Caracterização ambiental e análise da estrutura da paisagem da área de proteção ambiental de Coqueiral, Minas Gerais**. 2011. 119f. Dissertação (Pós-graduação em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2011.

TABANEZ, A.A.J; VIANA, V.M. Patch structure within Brazilian Atlantic Forest fragments and implications for conservation. **Biotropica**, v. 32, n.4b, p. 925-933, 2000.

TURNER, S. J. Scale, observation and measurement: critical choice for biodiversity research. In: BOYLE, T. J. B.; BOONTAWEE, B. **Measuring ADN monitoring biodiversity in tropical and temperate forest**. Malasia: CIFOR, 1995. p. 97-111.

UEZU, A., METZGER, J.P.; VIELLIARD, J.M.E. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biol. Conserv**, v.123, n.4, p.507-519, 2005.

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

VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 161p. Dissertação (Mestrado em Recursos Forestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118.