

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

RAPHAEL LIMA DALFI

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NO
BIOMA MATA ATLÂNTICA

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2014

RAPHAEL LIMA DALFI

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NO
BIOMA MATA ATLÂNTICA

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos
Santos.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2014

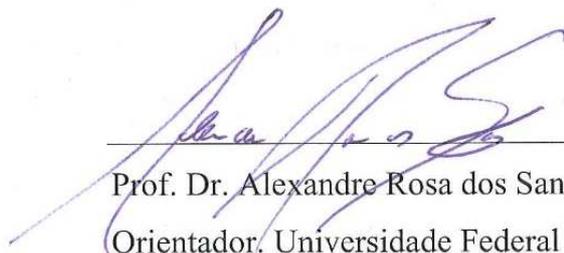
RAPHAEL LIMA DALFI

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NO
BIOMA MATA ATLÂNTICA

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

Aprovado em 17 de Julho de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

Orientador. Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva

Universidade Federal do Espírito Santo



M.Sc. Fernando Coelho Eugenio

Eng. Florestal e Mestre em Ciências Florestais

Agradeço

A Deus, pela vida, saúde e força.

À minha mãe, Nair, por sempre me apoiar e não deixar desanimar. Pelo amor, carinho, paciência e por sempre acreditar em minha capacidade.

Ao meu pai, Sebastião, pela preocupação, companheirismo, amor, apoio e disposição de sempre.

A minha irmã, Luciana, por sempre me apoiar nos momentos difíceis, pela ajuda, amor e carinho. Obrigado por ser minha irmã.

À minha família, tios, tias, avó, primos e primas, obrigado pelos conselhos e a confiança.

A Sabrina Altoé, obrigado pelo incrível apoio nessa caminhada, obrigado pela confiança depositada em mim, paciência e conselhos.

Aos meus amigos Alvino P. Filho e Luiz A. Pianzoli, pelos conselhos, ensinamentos, apoio e confiança fornecidos.

Aos meus amigos, Jéssica, Letícia, Nathan, Taís e Yanítssa, obrigado por todo aprendizado, paciência, risadas, e compreensão.

Aos amigos de república, Deivison, Jorge, Filipe, Rafael, Guilherme e Leonardo, pela convivência e aprendizado compartilhado.

Aos amigos da turma de Engenharia Florestal 2010/1.

Aos amigos de curso, veteranos quanto calouros, do DCFM pelo companheirismo e amizade.

Ao Professor Alexandre Rosa, que com certeza foi mais que um orientador, um segundo Pai, sempre presente e preocupado. Uma honra em tê-lo como orientador, amigo. Obrigado por todos ensinamentos, pelo apoio, dedicação e compromisso.

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira por me proporcionar melhor aprendizado que uma pessoa poderia ter e todo apoio fornecido.

Ao amigo Fernando pelo, aprendizado e por ter aceitado participar da minha banca.

Ao Professor Aderbal, por aceitar participar da banca.

Enfim, agradeço a todos por terem acreditado em minhas capacidades e habilidades.

RESUMO

Dentre os aspectos mais graves da fragmentação florestal, tem-se a perda da biodiversidade e o efeito de borda. Logo o objetivo do presente estudo foi mapear e analisar a estrutura florestal nos 3.584,03 km² da área de estudo. 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 1:3.000. Para a análise das métricas da paisagem, foi utilizada a extensão V-late 2.0 beta do ArcGIS 10.2.2 para a realização dos cálculos. Quantificou-se 4.256 fragmentos florestais na área, possuindo uma área total de 905,29 km², que corresponde a 25,26% da área total em estudo. A classe de tamanho muito pequeno (< 5 ha) foi a que apresentou maior quantidade de fragmentos (2.602), enquanto isso a classe grande (> 100 ha) apresentou menor quantidade de fragmentos (51), porém foi a classe com maior área de cobertura florestal (570,90 km²). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a área encontra-se bastante fragmentada e os fragmentos das classes muito pequeno e pequeno, são de extrema importância, por apresentarem a funcionalidade como “trampolins ecológicos” para as espécies, intermediando as interações entre fragmentos de áreas maiores.

Palavras chave: *Métricas da paisagem. Fragmentação florestal. Geotecnologias.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1. Objetivo geral.....	14
1.1.2. Objetivos específicos.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Contextualização do problema.....	15
2.2 Ecologia da paisagem.....	15
2.3 Estrutura da paisagem.....	16
2.4 Fragmentação florestal.....	16
2.5 Geotecnologias e o meio ambiente.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Caracterização da área de estudo.....	19
3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais.....	21
3.3 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Mapeamento dos fragmentos florestais.....	25
4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem	29
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo no contexto nacional, estadual e municipal.....	20
Figura 2. Fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal.....	21
Figura 3. Fluxograma metodológico contendo as etapas realizadas para a implementação da metodologia visando avaliar os índices métricos da paisagem.....	24
Figura 4. Fragmentação florestal presente na área em estudo.....	26
Figura 5. Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais da área de estudo.....	27
Figura 6. Relação entre número de fragmentos florestais e suas respectivas áreas de acordo com cada classe.....	28
Figura 7. Influência da distância de borda no índice de área central.....	36
Figura 8. Influência da distância de borda na quantidade de área central....	38
Figura 9. Número de áreas centrais em função da distância de borda.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índices de Ecologia da paisagem gerados ao nível de classes por meio do V-Late 2.0 Beta para os fragmentos florestais.....	23
Tabela 2 – Índices de ecologia da paisagem calculados para a área em estudo.....	29
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.....	34
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.....	34

1. INTRODUÇÃO

Um dos biomas brasileiros onde o processo de fragmentação ocorreu com maior intensidade foi a Mata Atlântica. Desenvolvendo-se em mais de 1,5 milhões de km² da costra brasileira, leste do Paraguai e nordeste da Argentina, a Mata Atlântica encontra-se fortemente ameaçada pela perda e fragmentação florestal (MORELLATO e HADDAD, 2000; TABARELLI et al., 2005).

A Mata Atlântica foi altamente devastada devido as atividades econômicas do País, com um mosaico composto por poucas áreas relativamente extensas, os quais se encontram protegidos por Lei e restritos em áreas de difícil acesso sob o aspecto topográfico (ALMEIDA, 1996; SOUZA e ALMEIDA, 1997).

Este ecossistema brasileiro vem sofrendo intensos e constantes processos de degradação e fragmentação florestal, por isso constitui uma das regiões identificadas mundialmente como *Hotspot* - área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau (MITTERMEIER et al. 2005; SILVA, 2002 apud AZEVEDO, SILVA e FERREIRA, 2003).

Os fragmentos ficam expostos a alterações físicas e biogeográficas, e a intensidade do processo modifica de acordo com sua dimensão. De acordo com Hanson et al. (1990), as espécies que permanecem no fragmento tendem a ser dominantes, reduzindo a riqueza e equabilidade biológica.

Dentre os aspectos mais graves da fragmentação florestal, tem-se a perda da biodiversidade e o efeito de borda. A borda de um fragmento é o ponto inicial da maioria dos processos relacionado à fragmentação. Além disso, Viana (1990) destaca, alterações no regime hidrológico, na degradação do recursos naturais e a decadência provocada na biodiversidade.

Para fins de manutenção da biodiversidade, a realização de estudos utilizando métricas ou índices de ecologia da paisagem é muito importante. Sendo assim, alguns autores sugerem diferentes índices de estrutura de paisagem (FORMAN e GODRON, 1986; GUSTAFSON e PARKER, 1992; MACGARICAL e MARKS, 1995).

Várias métricas tem sido utilizadas para relatar padrões espaciais, a partir de resultados obtidos por meio do uso de *softwares* de sensoriamento remoto e

geoprocessamento. A utilização desses programas vem facilitar a elaboração de mapas (DUARTE e BRITO, 2004). Florenzano (2002), destaca que esses aplicativos exercem uma função relevante para análises ambientais.

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 tamanhos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a estrutura da paisagem florestal no entorno da reserva da Vale por meio de métodos quantitativos de índices da paisagem.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Espacializar fragmentação florestal para a área de estudo;
- b) Identificar o padrão dos fragmentos;
- c) Estudar a estrutura da paisagem florestal por meio de índices de ecologia da paisagem;
- d) Classificar e selecionar os fragmentos em diferentes 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

O bioma Mata atlântica é considerada por Mori et al. (1981) e Fonseca (1985) como sendo um dos biomas mais importantes e prioritários do mundo, devido sua alta diversidade de espécies e nível de endemismo.

O processo de fragmentação, principalmente pela intervenção antrópica, ocasiona a perda de ambientes naturais e geram cada vez mais ambientes com pouca diversidade (FAHRIG, 2003). Laurence e Bierregaard (1997) ressaltam que a fragmentação florestal tem sido um dos principais fatores que gera ameaça à biodiversidade.

2.2 Ecologia da paisagem

O termo ecologia da paisagem foi introduzido por Carl Troll em 1938 (Forman; Gordon, 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).

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

Para Naveh e Lieberman (1994), a ecologia da paisagem é interdisciplinar por ser uma ciência que trabalha as relações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído.

Portanto, para Metzger, (2001, 2003) ecologia da paisagem pode ser interpretada como sendo um estudo das relações entre as partes fragmentadas da paisagem.

2.3 Estrutura da paisagem

Para Forman e Godron (1986), as manchas, a matriz 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 atributos indispensáveis da paisagem (TURNER, 1995).

A matriz, de acordo com Forman (1995), se caracteriza por ser áreas mais extensas e com mais ligações, sendo o componente dominador que controla a dinâmica da paisagem.

Para Mcgarigal e Marks (1995), a matriz representa a unidade com maior conectividade e que ocupa maior extensão, tendo assim maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas.

Para Carmo (2000), as manchas são áreas homogêneas, não lineares, diferenciando-se de unidades adjacentes. Sendo assim, Metzger (2001), afirma que em ambientes fragmentados, pode ser consideradas como fragmentos remanescentes quando pouco modificados, caracterizam área antropizada dentro de uma matriz conservada.

Segundo Loffler (2003), estrutura da paisagem é altamente formada e modificada pelo homem, por isso, ela também é vista como um método de ligação, entre esfera biótica, abiótica e humana.

O conhecimento dos elementos de uma paisagem é essencial para caracterizar sua estrutura e para identificação de seus padrões (VALENTE, 2000).

2.4 Fragmentação florestal

De acordo com Korman (2003), a fragmentação florestal é a ruptura de áreas extensas em áreas menores, ocasionando a diminuição dos tipos de habitat e conseqüentemente a divisão dos habitats remanescentes em unidades menores, sendo

uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade (FAHRIG, 2003; CROOKS E SANJAYAN, 2006; PEREIRA et al., 2007)

Segundo Ishihata (1999) a fragmentação é o isolamento artificial dos habitats e se encontram envolvidos por uma matriz bastante alterada ou degradada, pode ser constituída diversos tipos de uso do solo.

Entretanto, para Murcia (1995), fragmentação florestal consiste na modificação de área de floresta nativa para outro tipo de uso da terra, gerando áreas isolada, com aspecto negativo para os seres locais, podendo chegar a extinção de algumas espécies.

Desse modo, com a fragmentação do ambiente, a variabilidade genética é reduzida, devido a redução das espécies arbóreas, podendo chegar a extinção (DIAS et al., 2000).

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.

2.5 Geotecnologias e o meio ambiente

Segundo Vettorazzi (1996), o geoprocessamento trata de técnicas desde a coleta de dados até sua representação com expressão espacial. Conforme mesmo autor, outro tipo de técnica é o sensoriamento remoto, que é capaz obter informações de um objeto, área ou fenômeno, por meio de sensores, sem contato direto com o mesmo.

Conforme Young et al. (1993) estas duas técnicas são as mais utilizadas para análises da ecologia da paisagem. Turner e Carpenter (1998), afirmam que ambas são fundamentais para a ecologia da paisagem, por ser capaz de caracterizar os padrões de uso e cobertura do solo em escala espaçotemporal.

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 numa área que engloba as unidades de conservação da Reserva Biológica de Sooretama, Reserva Natural Vale, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mutum Preto, RPPN Recanto das Antas, que se localiza ao Norte do estado do Espírito Santo, nos municípios de Linhares, Sooretama, Jaguaré e Vila Valério, entre as coordenadas geográficas de 18°49' e 19°21' de latitude sul e 39°47' e 40°21' de longitude oeste. O quadrante representativo da área de estudo apresenta 3.584,03 km² com uma expressiva cobertura de Mata Atlântica remanescente no Estado do Espírito Santo (Figura 1).

A área de estudo apresenta declividade média de 5,3% caracterizada por relevo suavemente ondulado. Os solos foram classificados de acordo com a EMBRAPA (2004) em quatro classes: Argissolo amarelo, Espodossolo, Gleissolo e Neossolo Quartzarênico. O Argissolo amarelo é o tipo de solo predominante na região, assim como em todo território capixaba, formado por sedimentos do Grupo Barreiras, característico dessa região.

O clima da região é do tipo Aw segundo classificação de Köppen, com temperatura média do ar de 24,94 °C e volume de precipitação média anual de 1.390,81 mm.

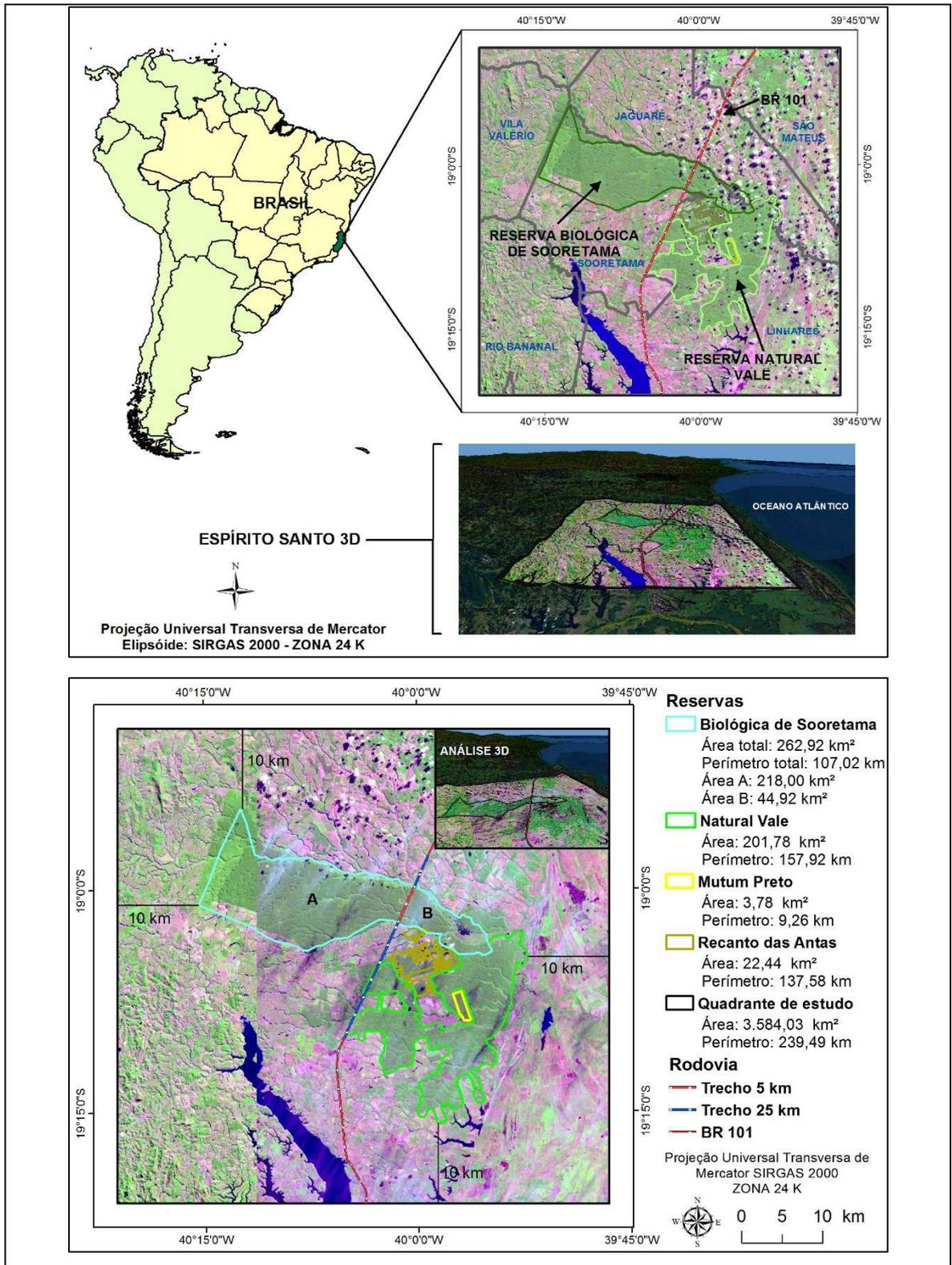


Figura 1. Localização da área de estudo no contexto nacional, estadual e municipal.

3.2 Mapeamento dos fragmentos florestais

O mapa dos fragmentos florestais da área em estudo foi obtido por meio da digitalização sobre o ortofotomosaico de 2007, disponibilizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, com escala de 1:35.000 e resolução espacial de 1 metro.

A digitalização em tela das feições foi realizada na escala padrão de 1:1500 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.

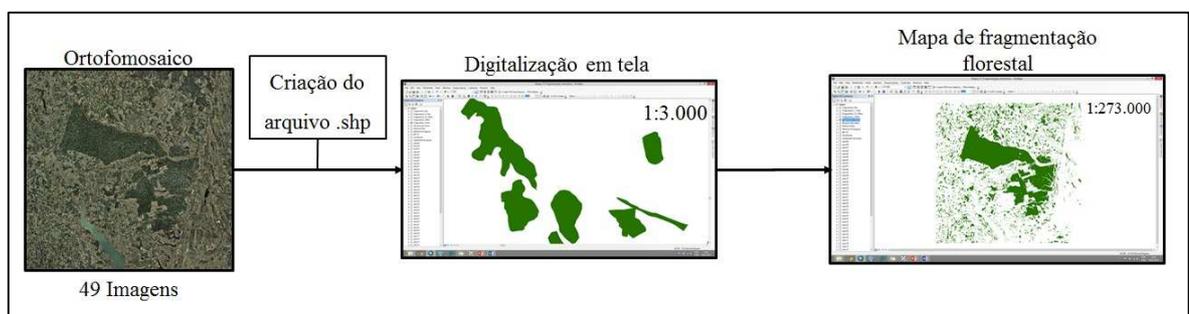


Figura 2 - Fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal.

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-se 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.

As métricas da paisagem para os fragmentos foram obtidos dentro do aplicativo computacional ArcGIS 10.2.2, por meio da extensão gratuita V-Late 2.0 beta.

No sentido de evitar a utilização de métricas redundantes foram processadas as seguintes métricas: índices de densidade de fragmentos; tamanho; forma dos fragmentos; índices de borda; área central e o índice de proximidade entre os fragmentos.

Para uma melhor comparação entre o grau de conservação e o tamanho dos fragmentos florestais mapeados neste 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 tamanhos juntos para se obter valores médios dos índices para todos os fragmentos da área em estudo.

Por meio das métricas de tamanho calculou-se a área de cada fragmento, a área total da classe fragmento florestal, 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	Unidade	Observação
Área	CA	Área da classe	ha	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais
Densidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio da mancha	ha	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
	NUMP	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
	ED	Densidade de bordas	m	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
	AWMSI	Índice de forma de área média ponderada	Adim.	Difere do MSI, pois manchas maiores possuirão mais peso que as menores
	MPFD	Dimensão fractal da mancha média	Adim.	Os valores se aproximam de um para formas com perímetro simples e chega a dois quando as formas forem 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	Numero 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 área 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	MNN	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: McGarigal e Marks, 1994 e McGarigal e Marks 1995

O fluxograma metodológico contendo as etapas realizadas para a implementação da metodologia visando avaliar os índices métricos da paisagem é apresentado na Figura 3.

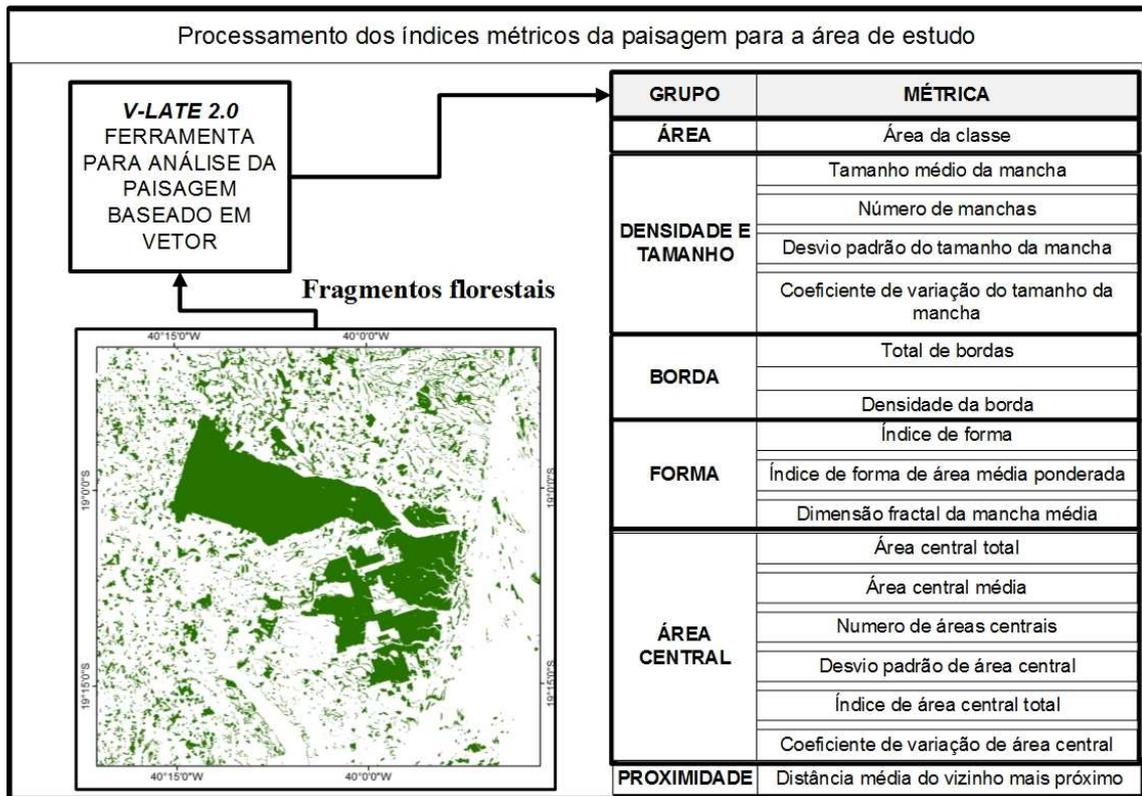


Figura 3. Fluxograma metodológico contendo as etapas realizadas para a implementação da metodologia visando avaliar os índices métricos da paisagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento dos fragmentos florestais

O mapeamento das áreas de fragmentos florestais possibilitou contabilizar 4.256 fragmentos em toda a área representativa do limite da área de estudo. Esse valor corresponde a uma área de 90.529,65 hectares de remanescentes florestais. Isso significa que do total da área em estudo de 358.403,03 hectares, 25,25% são de fragmentos florestais, conforme pode ser observado na Figura 4.

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 do local.

O maior fragmento florestal encontrado na região é parte da área da REBIO de Sooretama, a qual é interceptada pela BR 101, possuindo uma área de 23.854,36 hectares, que representa 90,73% da área total da REBIO de Sooretama. O segundo maior fragmento possui uma área de 17.908,88 hectares e corresponde a Reserva Florestal de Linhares e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mutum Preto e o terceiro maior fragmento possui 2.849,44 hectares e também corresponde a Reserva Florestal de Linhares. Os três maiores fragmentos integram à classe de tamanho C4.

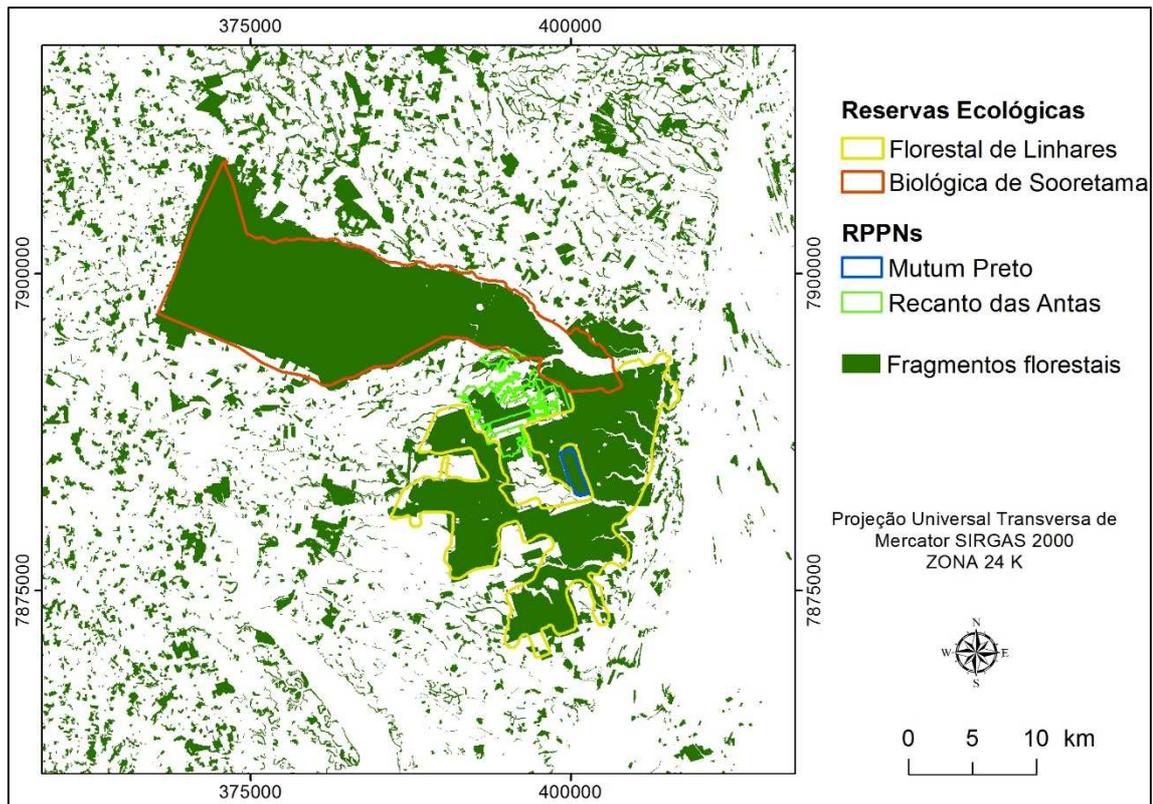


Figura 4. Fragmentação florestal presente na área de estudo

A classe C4 é composta por fragmentos com área superior a 100 ha. Esta classe representa um percentual muito pequeno, de 1,20%, sob o número total de fragmentos florestais, com apenas 51 fragmentos.

Os fragmentos da classe C3 encontrados, ou seja, que pertencem à classe de tamanho de 10 a 100 ha, somaram 883, correspondendo a 20,75% do total. Enquanto isso, a classe dos fragmentos C2, que pertencem à classe de tamanho de 5 a 10 ha, possui 720 fragmentos, representando 16,92% do total de fragmentos existentes na área.

A grande maioria dos fragmentos remanescentes da Mata Atlântica encontrados na área de estudo pertencem a classe C1 (0-5 ha), entretanto correspondem a 61,14% do número total de fragmentos florestais encontrados.

A Figura 5 ilustra a distribuição das quatro classes de tamanho dos fragmentos florestais da área de estudo.

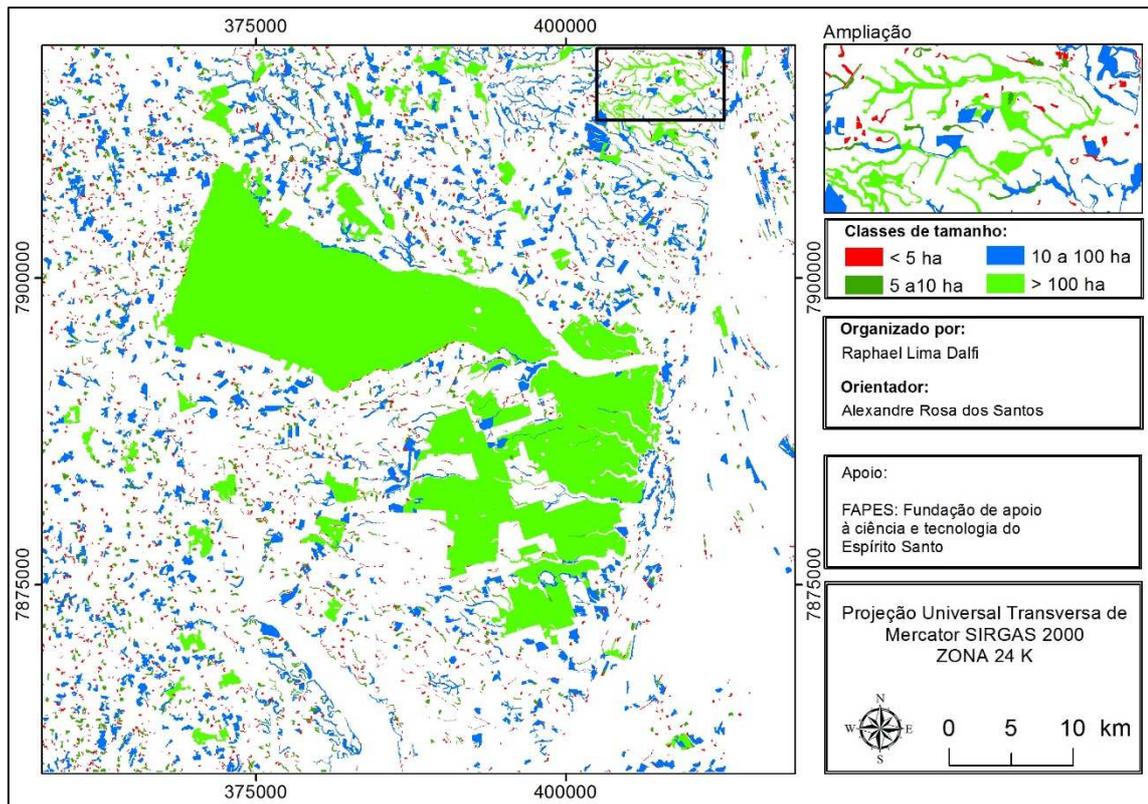


Figura 5. Distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais da área de estudo.

Almeida (2008), em seu estudo sobre análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná, verificou que 91,4% dos fragmentos florestais de sua área de estudo possuíam áreas inferiores a 5 ha.

O mesmo comportamento foi constatado por Silva (2012), em seu trabalho sobre avaliação da cobertura florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, Sul do estado do Espírito Santo, utilizando geotecnologias, que do total da fragmentação, a maior parte foi de fragmentos com áreas menores que 5 ha.

A alta presença de fragmentos pequenos é preocupante, pois representa uma ameaça para a conservação da biodiversidade na área de estudo, pois um dos principais efeitos da fragmentação é o efeito de borda.

A Figura 6, representa a quantidade de fragmentos presentes em cada classe de tamanho e suas respectivas áreas totais. Observou-se que a relação existente, tende a ser inversamente proporcional, uma vez que, a classe que apresentou maior número de fragmentos foi a mesma que apresentou menor área em de cobertura florestal, e de

modo contrário, a classe com menor número de fragmentos foi a que apresentou a maior área de cobertura total.

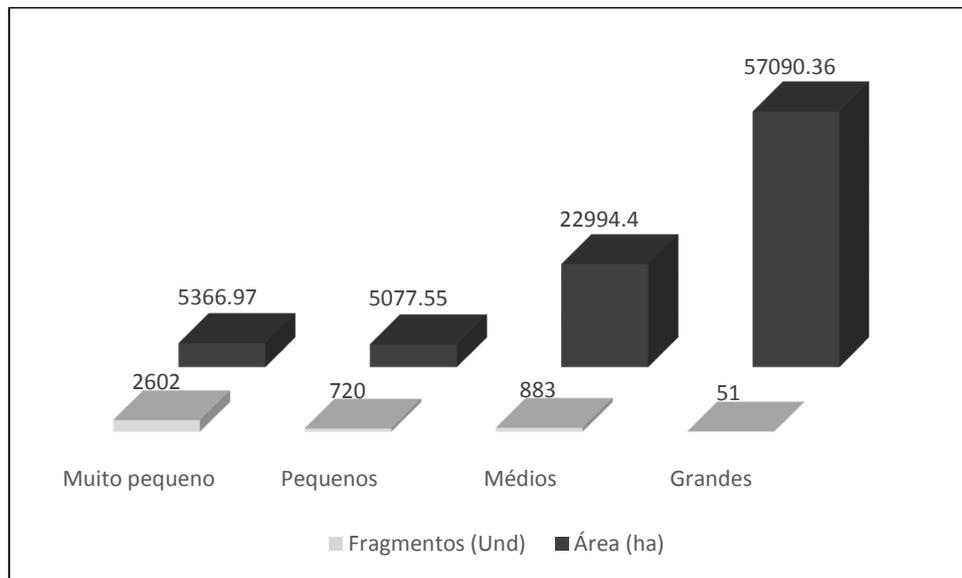


Figura 6. Relação entre o número de fragmentos florestais e suas respectivas áreas de acordo com cada classe.

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 servem como meio de conexão com os fragmentos da classe C4, que apresentam alta diversidade biológica, possibilitando desta forma a circulação das espécies no ambiente.

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 degradadas, 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) de tamanho de fragmentos e as classes superiores.

4.2 Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem

Os índices de ecologia da paisagem que foram calculados em ambiente SIG para as classes de tamanho e para os fragmentos totais da área e encontram-se na Tabela 1.

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

Grupo	Índice	Unidade	Classes de Tamanho (ha)				Todos (0 - > 100)
			Muito Pequeno (< 5)	Pequeno (5 – 10)	Médio (10 – 100)	Grandes (>100)	
Área	CA	Hectares (ha)	5.366,97	5.077,55	22.994,40	57.090,73	90.529,65
Densidade e tamanho	MPS	Hectares (ha)	2,06	7,05	26,04	1.119,41	21,27
	NUMP	Adimensional	2.602	720	883	51	4256
	PSSD	Hectares (ha)	1,24	1,47	18,41	4.105,80	461,40
	PSCoV	Porcentagem	60,19	20,85	70,69	366,80	2169,25
Borda	TE	Metros (m)	2.106.192,69	1.248.082,53	3.464.585,79	1.222.920,95	8.044.307,78
	ED	m/ha	392,44	245,80	150,67	21,42	88,86
Forma	MSI	Adimensional	1,64	1,84	2,21	2,94	1,81
	AWMSI	Adimensional	1,50	1,65	1,55	3,24	2,75
	MPFD	Adimensional	1,35	1,33	1,32	1,30	1,34
Proximidade	MNN	Metros (m)	263,38	565,82	278,12	1240,21	93,01

* CA (Área de todas as manchas da classe); MPS (Tamanho médio da mancha); NumP (Número de manchas); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); PSSD (Desvio padrão do tamanho da mancha); MSI (Índice de forma médio); AWMSI (Índice de forma de área média ponderada); MPFD (Dimensão fractal da mancha média); TE (Total de bordas); ED (Densidade de borda); MNN (Distância média do vizinho mais próximo)

O MPS para a classe C4 (>100 ha) apresentou um valor de área média para os fragmentos grandes de 1.119,41 ha, sendo superior as demais classes, entretanto, ao se observar o valor do desvio padrão da mancha (PSSD = 4.105,80) constatou-se que existe uma grande variação dos tamanhos dos fragmentos dentro da classe, podendo

ser caracterizada pela presença de fragmentos com área a partir de 100 ha a até valores muito acima da média.

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 da classe.

Como pode-se observar, a classe C1, apresentou o menor PSSD, igual a 1,24, sendo que esta classe apresentou uma quantidade de 2.602 fragmentos, representando 61,13% dos fragmentos totais da área em estudo. O desvio padrão que se apresentou relativamente baixo, nos revela que a variação dos fragmentos desta classe é baixa, o tamanho das manchas estão próximos da média da classe.

Assim como no estudo realizado por Pirovani (2010), as métricas de borda para esse estudo, valor total de borda (TE), apresenta-se menor para a classe C4, com 1.222.920,95 m, já a classe C3 foi a que apresentou maior valor total de borda com 3.464.585,79 m. Ao se comparar a proporção de borda por área de cada classe de fragmento, constatou-se que a classe C1 (2.106.192,69 m) apresentou maior proporção, com 392,44 m/ha.

As classes C1 e C2, somadas, apresentam maior densidade de borda (638,24 m/ha), se comparada com a soma das densidades da classe C3 e C4 (172,09 m/ha), essa densidade de borda está relacionada ao valor da área ocupada por cada classe de tamanho, a densidade de borda é inversamente proporcional à área ocupada pela classe de tamanho. Logo, para os resultados apresentados, o efeito de borda menor nos fragmentos grandes indicam um maior grau de conservação.

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 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 influencia ao ecossistema ao seu redor. No presente trabalho, as manchas das classes C1 e C2, apresentam MSI igual a 1,64 e 1,84 respectivamente, enquanto a classe C3 e C4 apresentaram MSI igual 2,21 e 2,94, valores este que podem ser considerados elevados, indicando que as manchas apresentam formas mais irregulares e perímetros recortados de acordo com que aumenta sua área.

Os resultados apresentados retratam um cenário específico, pois a classe C4 foi a que apresentou maior valor de MSI e AWMSI, igual a 2,94 e 3,24 respectivamente, ou seja, a classe C4 apresentou maior complexidade, evidenciada pelo índice de forma MSI e AWMSI (Tabela 2). Como pode ser observado na ampliação da Figura 5, existem fragmentos da classe C4 com forma bastante alongadas e estreitas. O fato da alta densidade de florestas plantadas e ao mesmo tempo o mosaico gerado por estas ocasionou maior complexidade de forma para a classe.

Buscando um melhor conhecimento da forma dos fragmentos, calculou-se o índice de forma na dimensão fractal média (MPFD), sabendo-se que para valores mais próximos de 1 representa os fragmentos com forma mais simple e valores mais próximos de 2 os mais complexos. Os resultados do MPFD variaram de 1,30 a 1,35.

Para o presente estudo, a classe C4 se apresentou com formato mais irregular que as demais classes menores a forma dos fragmentos podem estar diretamente ligados à borda. Se o fragmento possui forma alongada, mais intenso será o efeito de borda, assim como se ele 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 (MNN), essa distância é definida como sendo a distância de uma mancha para a mancha que está em suas proximidades, baseada na distância borda-a-borda. Por meio desta avaliação, é possível localizar fragmentos que se encontram mais isolados, ou fragmentos vizinhos mais próximo e sua área.

No presente trabalho, a métrica de distância do vizinho mais próximo (MNN) indicou a maior distância como sendo da classe de fragmentos grandes, ou seja, os fragmentos dessa classe se encontram mais isolados (1.240,21 m), seguido pela classe de fragmentos pequenos, médios e muito pequenos, apresentando distâncias de 565,82 m, 278,12 m e 263,38 m respectivamente.

Pirovani (2010), encontrou para a bacia do rio Itapemirim a distância entre todos os tamanhos de fragmentos de 793,5 m, que comparado a distância dos fragmentos totais deste estudo, esse valor reduz para 93,01 m. Portanto pode-se observar que a bacia do rio Itapemirim encontra-se com um elevado grau de isolamento de seus fragmentos florestais.

Após analisar a MNN para cada classe e para a área de estudos, pode-se concluir que o grau de isolamento total (93,01 m) é inferior ao das classes. Logo torna-se importante considerar os fragmentos de menor tamanho, como trampolins ecológicos presentes na paisagem, principalmente entre os fragmentos que compõem a classe de fragmentos 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	1.949,25	36,32	1,53	0,78	3295	0,59	2.817,44	55,49	0,38	1,46	1213	2,32
40 m	514,98	9,60	71,48	0,37	1633	0,31	1.343,34	26,46	0,72	1,28	1048	1,28
60 m	93,20	1,73	0	0,07	553	0,16	552,48	10,88	1,63	0,86	697	0,79
80 m	8,01	0,15	0	0	114	0,07	177,54	3,50	66,72	0,47	413	0,42
100 m	0,22	0	0	0	10	0,02	35,52	0,70	0	0,15	196	0,18
140 m	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	4	0,01
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	16.440,87	71,50	1,24	16,65	1860	8,84	54.693,34	95,80	27,94	4.103,46	168	325,56
40 m	11.365,47	49,43	1,67	14,14	2002	5,68	52.497,19	91,95	33,10	4.035,45	213	246,47
60 m	7.815,69	33,99	2,36	11,87	1622	4,81	50.541,45	88,53	37,32	3.969,04	219	230,78
80 m	5.354,31	23,29	3,64	9,77	1210	4,42	48.784,81	85,45	45,05	3.906,61	190	256,76
100 m	3.614,20	15,72	7,31	7,95	931	3,88	47.171,84	82,63	52,81	3.845,10	191	246,97
140 m	1.584,27	6,89	0	4,86	477	3,32	44.299,54	77,59	81,52	3.728,07	128	346,09
200 m	396,25	1,72	0	1,97	163	2,43	40.594,67	71,11	152,82	3.559,47	100	405,95

*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).

De acordo com os dados expostos nas Tabelas 3 e 4 anteriormente, foi 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 do momento que passa a ter um efeito de borda de 100 m, o mesmo acontece para a classe C2, porém sua TCA somente assume valor abaixo de um a partir dos 140 m de distância de borda.

Sabe-se que quanto maior o valor de TCA, menor a influência do efeito de borda sobre a classe em questão. Como era esperado, os valores de TCAI são menores para a classe C1, porém ela apresenta área total bem próxima da área total da classe C2. Isto indica que as duas classes estão praticamente sob mesmo efeito de borda.

Para bordas de 20 m a classe de fragmentos muito pequenos (< 5 ha), apresentou número de áreas centrais (NCA) entre os fragmentos alto (3.295), Portanto ao se dividir a área central total (1.949,25 ha) por esse valor, obteve-se a área central média (MCA) com um valor considerado baixo para fins de conservação que chega a 0,59 ha.

Conforme os resultados as classes C1 e C2 não possuem área mínima, necessária para manter espécies típicas do bioma local. Pois de acordo com Metzger (1997), em floresta semidecídua, a área mínima para o estabelecimento de uma estrutura interna é de 25 ha.

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 a área total dos fragmentos ser baixa. Para Valente (2001), fragmentos remanescentes que possuem área inferior a 1 ha não apresentam área nuclear, por estarem submetidos a total efeito de borda.

Ao analisar para as quatro classes de tamanho, o efeito da distância de borda (até 100 m) sobre a área central total (TCA), nota-se que na classe de fragmentos pequenos, foi onde o processo de redução de TCA ocorreu mais intensamente, sendo o valor de

TCA para o efeito de borda de 100 m, 8.860,23 vezes menor que esse mesmo índice na mesma classe de tamanho, porém com uma distância de borda de 20 m. Conforme a área dos fragmentos aumenta, essa relação reduz, chegando na classe C4 com uma relação de 1,16 vezes menor para as mesmas condições.

Considerando o menor efeito de borda para a classe de tamanho grande, o total de área central dessa categoria foi de 54.693,34 ha, correspondente a 95,80% da área total da classe. Se houver um aumento da distância da borda, para 80 m por exemplo essa área reduz para 48.784,81 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 com acentuada redução no TCAI até aumento da borda para 60 m, passando para um índice de 1,73 e 10,88% respectivamente. Neste mesmo intervalo, o TCAI da classe de médio reduziu 53% e da classe grandes reduziu apenas 7,59%, conforme pode ser observado na Figura 7.

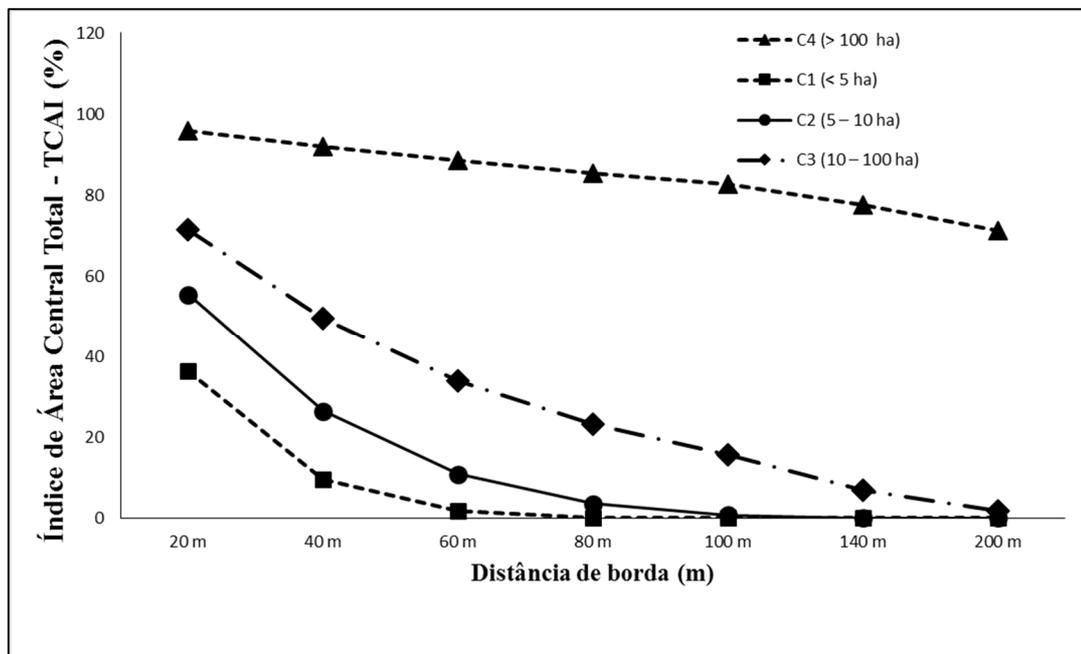


Figura 7. Influência da distância de borda no índice de área central

As métricas de área central para os fragmentos da classe C1 atingiram um valor próximo a zero com a distância de borda de 80 m, apresentando valor de TCAI de 0,15% e o valor de TCA de 8,01 há representado por NCA igual a 114.

Para a classe C4, o aumento na distância de borda causa uma redução na métrica TCA. Para esta classe o índice TCAI reduziu de 95,80% para 71,11% para distância de borda de 20 m e 200 m respectivamente, ocorrendo uma redução de 24,69% de área central. Enquanto isso para a classe C3, houve uma redução total de 69,78% de área central para mesmas distâncias de borda.

Para classe C1, a partir de 100 m de distância de borda, a classe passa a possuir apenas dez áreas centrais. Para distância de borda de 140 m a classe já não possui mais áreas centrais, assim como a classe C2 possui apenas quatro áreas centrais que deixarão de existir com 200 m de distância de borda. As duas classes maiores possuirão áreas centrais em todas as distâncias de borda.

A relação área e perímetro aumenta de acordo com o tamanho do fragmento. Dessa forma, reduz a intensidade do efeito de borda em florestas que se encontram fragmentadas (Zudeima et al., 1996).

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).

A medida que se aumentou a distância de borda, observou-se que o número de áreas centrais reduziu, exceto para classe de tamanho médio, que obteve um pequeno aumento na quantidade de áreas centrais entre as distâncias de 20 e 40 m. Na Figura 8 é possível analisar o NCA para as classes.

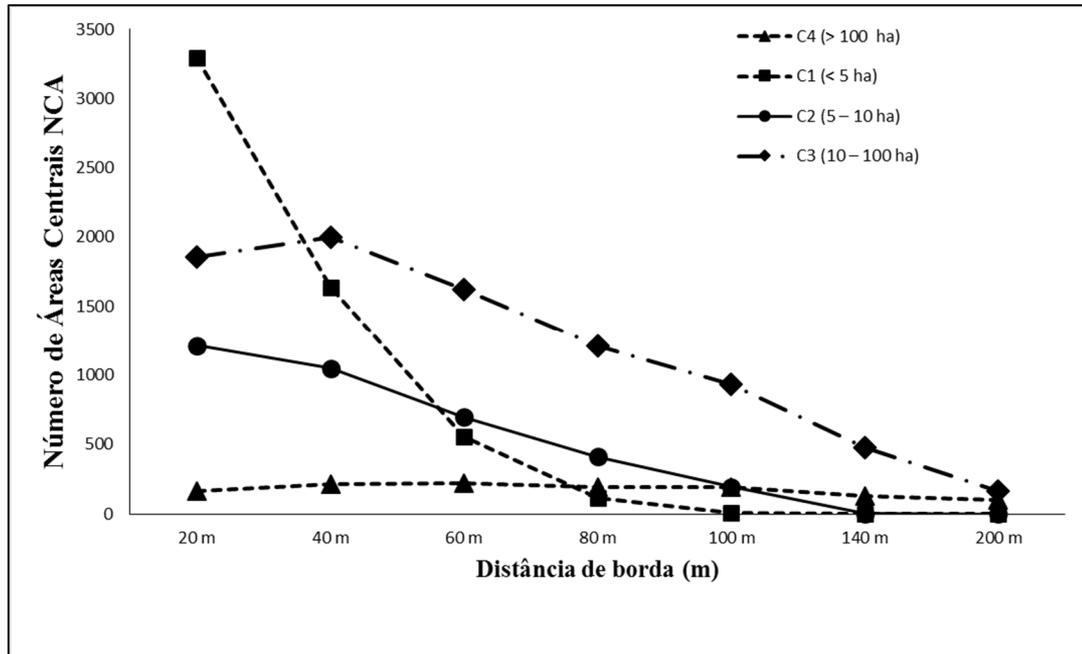


Figura 8. Influência da distância de borda na quantidade de área central.

Para a classe de fragmentos pequenos, constatou-se que houve uma redução acentuada no NCA entre as distâncias de 20 a 60 m, saindo de 3.295 para apenas 553 áreas centrais, enquanto que para a classe dos fragmentos grandes a redução do NCA não foi abrupto, havendo uma diminuição de 68 áreas centrais, sem considerar que ocorreu um pequeno acréscimo de NCA entre a distância de 20 a 40 m, porém foi a segunda classe a perder mais área total devido ao efeito de borda.

O local do estudo compreende algumas unidades de conservação possuindo extensas áreas de floresta protegidas. Sendo assim, a classe de fragmentos grandes compreende essas unidades de conservação, fato esse que fez com que a área central média desta classe bastante superior as demais classes estabelecidas. Na figura 9 é possível observar o comportamento da distribuição da MCA de acordo com o a distância de borda.

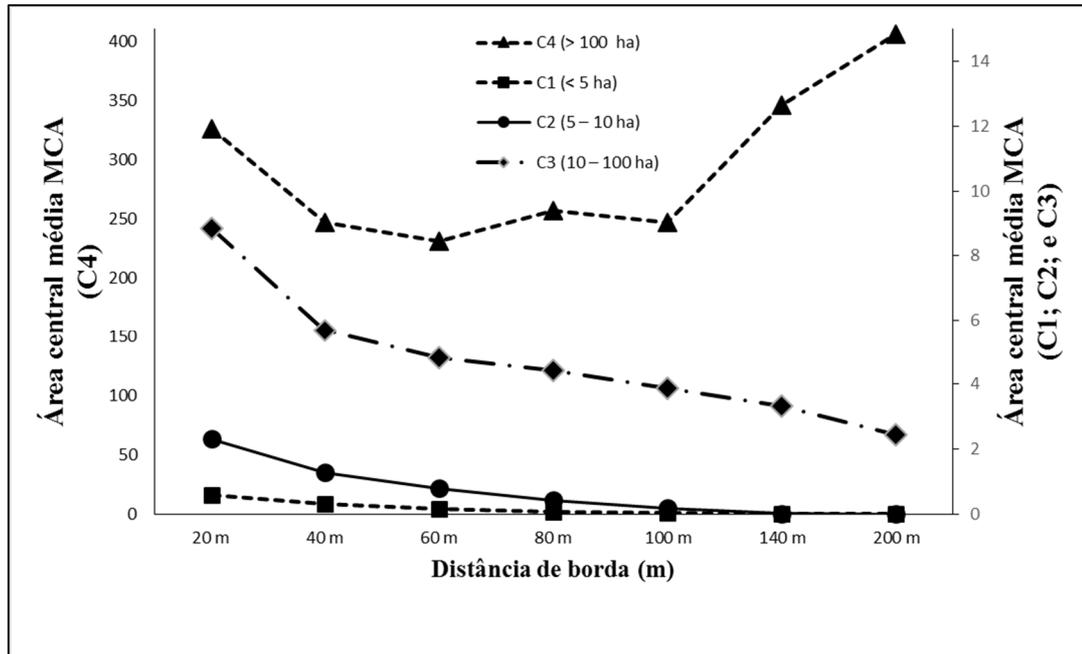


Figura 9. Número de áreas centrais em função da distância de borda

Com base nos resultados expostos, sabe-se que 61,14% da fragmentação florestal da área estudada possui menos que 5 ha. Sendo assim, a determinação de estratégias para a proteção das unidades de conservação dentro da área, devem considerar esse fragmentos vizinhos (KURASZ et al. 2008). Pois conforme estudo realizado por Louzada et al. (2009), afirma-se que os fragmentos vizinhos a FLONA de Pacotuba serviram de trampolim ecológico para a unidade de conservação. Tais estudos reforçam a afirmação de Valente (2001) que diz 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

Nas condições em que os estudos foram conduzidos, a análise dos resultados permitiu-se apresentar as seguintes conclusões:

A área de estudo encontra-se bastante fragmentada, possuindo apenas 25,26% de cobertura florestal dos 358.403,03 ha estudados além de 61,14% dos fragmentos possuírem área inferior a 5 ha.

Fragmentos que apresentaram forma mais irregular possuem percentual de borda elevado.

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

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

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

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**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ALMEIDA C. G. de., **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do parque nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2008.

ALMEIDA, D.S. **Manejo para conservação da diversidade de espécies arbóreas em fragmentos de floresta atlântica** (Campus da UFJF – Juiz de Fora – Minas Gerais). Viçosa: UFV, 1996. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

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.** 15(13):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**. VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003.

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

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

CROOKS, K. R.; SANJAYAN, M. **Connectivity Conservation**. London UK: Cambridge University Press, 2006. 710 p.

DIAS, A.; LATRUBESSE, E. M.; GALINKIN, M. **Projeto corredor ecológico Bananal Araguaia**, Brasília, 120 p. 2000.

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**. O satélite CBERS e o XIISBSR- Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Levantamento Expedido dos Solos das Reservas Florestais de Linhares e Sooretama no Estado do Espírito Santo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, RJ, 2004. 66 p.

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

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

FONSECA, G. A. B. The vanishing Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, Liverpool, v. 34,p. 17-34, 1985.

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

FORMAN, T.T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. New York: Cambridge University, 1997. 632 p.

GALETTI, M., PIZO, M.A. & MORELLATO, P. 2003. **Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes**. In Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre (L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Padua, orgs.). Editora da UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, p. 395-422.

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

HANSON, J. S.; MALASON, G. P.; ARMSTRONG, M. P. Landscape fragmentation and dispersal in a model of riparian forest dynamics, **Modeling**, v.49, n.4, p.227-296, 1990.

ISHIHATA, L. **Bases para seleção de áreas prioritárias para a implantação de unidades de conservação em regiões fragmentadas**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.1999.

JUVANHOL, R. S. **Análise espacial de fragmentos florestais no corredor ecológico entre os parques estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, ES**. 2011. 78 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

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

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. e BIERREGAARD R. O. Jr., 1997. **Tropical forest remnants**. The University of Chicago Press, pp. 502-514. In: W.F Laurance e R. O. Bierregaard Jr. (eds.), *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.;

LAURANCE, S.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments, a 22-year investigation. **Conservation Biology**. 16(3): 605-618. 2002.

LÖFFLER, J. Micro-Climatic Determination of Vegetation Patterns Along Topographical, Altitudinal, and Continental-Oceanic Gradients in the Central Norwegian Mountains. **Erdkunde**, 57, 232-249, 2003.

LOUZADA, F.L.R.O., COUTINHO, L.M., ANDRADE, C. C., OLIVEIRA, V.A.S., BREDA, P.H.M. SANTOS, A.R. Análise da Cobertura Florestal por meio da subtração de imagem NDVI na Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES. **Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPENatal, Brasil, p.3995-4001, 25-30 de abril de 2009.

MCGARIGAL e MARKS. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon 59 p.+ Append. 1995.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JR.; L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Ed) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, p.423-538. 2003.

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

METZGER, J. P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of south-east Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v,37, p. 29 - 35, 1997)

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots revisitados: as regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta**. Conservação Internacional, 2005. 16p. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/HotspotsRevisitados.pdf>> Acesso em: 23 jun. 2014.

- MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: the Brazilian atlantic forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p 786-792, 2000.
- MORI S. A.; BOOM, B. M.; PRANCE G. T. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia**, New York, v. 33, p. 233-245, 1981.
- MURCIA, C. **Edge effects in fragmented Forest**: implications for conservation. *Tree*, v.10, n.2, p.58-62, 1995.
- NAVEH Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology**: thory application. Springer-Verlag, New York, 1994.
- PARDINI, R., SOUZA, S.M., BRAGANETO, R. & METZGER, J.P. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biol. Conserv.** 124(2):253-266
- 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.
- PEREIRA, M. A. S.; NEVES, N. A. G. S., FIGUEIREDO, D. F. C. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. **Geografia**, v.16, n.2, 2007.
- 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 abril , INPE, p. 2339-2346. 2005.
- 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.

SILVA K. G. da., **Avaliação da cobertura florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, sul do Estado do Espírito Santo, utilizando geotecnologias.** 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, 2012.

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.

SOUZA, A.L., ALMEIDA, D.S. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. In: ENCONTRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: CMCN, UFV, 1997. p. 80-88.

TABARELLI, M.; PINTO, L.P.; SILVA, J.M.C.; HIROTA, M.M., BEDÊ, L.C. Desafio e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica. In: CONSERVATION INTERNATIONAL. **Megadiversidade.** Belo Horizonte: Conservation International, 2005. v. 1, n. 1, p. 132-138.

TURNER, M. CARPENTER, S.; At last: a journal devoted to ecosystems', **Ecosystems** ¹(1), 1-4. 1998

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. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biol. Conserv.** 123(4):507-519.

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.

VETTORAZZI, C.A. Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba: IPEF. v.10, n.29, p.45-51. 1996.

VIANA, V. M. Biologia de manejo de fragmentos de florestas naturais.

In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, p.155. 1990.

YOUNG, R.H.; GREEN, D.R.; COUSINS, S. **Landscape ecology and geographic information systems**. New York: Taylor & Francis, 1993. 288 p.

ZUDEIMA, P.A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, 23:290-297.