

Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

Aplicação dos conceitos da Ecologia da Paisagem para a definição hotspots de conservação e conectividade entre o Complexo Cantareira e Nazaré Paulista

Autor: Vitoria Sanches Marchesi

Orientador: Prof..Dr. Milton Cezar Ribeiro

Rio Claro (SP)  
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

Vitoria Sanches Marchesi

Aplicação dos conceitos da Ecologia da Paisagem para a  
definição de hotspots de conservação e de conectividade entre  
o Complexo Cantareira e Nazaré Paulista

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2012

581.5 Marchesi, Vitoria  
M316a Aplicação dos conceitos da ecologia da paisagem para a  
definição hotspots de conservação e conectividade entre o  
Complexo Cantareira e Nazaré Paulista / Vitoria Marchesi. -  
Rio Claro : [s.n.], 2012

55 f. : il., figs., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)  
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de  
Rio Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

1. Ecologia vegetal. 2. Mata Atlântica. 3. Fragmentação.  
4. Índices da paisagem. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

Vitoria Sanches Marchesi

Aplicação dos conceitos da Ecologia da Paisagem para a  
definição de hotspots de conservação e de conectividade entre  
o Complexo Cantareira e Nazaré Paulista

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Milton Cezar Ribeiro  
\_\_\_\_\_ (orientador)

Solange Terezinha de Lima Guimarães  
\_\_\_\_\_

Maria Inez Pagani  
\_\_\_\_\_

Rio Claro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do(a) aluno(a)

  
assinatura do(a) orientador(a)

Dedico este trabalho à minha família, aos meus amigos, aos meus professores e orientador, que tiveram enorme importância em minha formação como geógrafa, e especialmente aos meus pais que tanto aguardam minha formação e volta para casa.

## **Agradecimentos:**

Primeiramente agradeço aos meus pais e família pelo apoio, mesmo a distância, nesses quatro anos de graduação, e por todo o incentivo que me deram para possibilitar a conclusão do meu ensino superior.

Agradeço ao Prof<sup>a</sup> Milton Cezar Ribeiro pela dedicação, confiança, e principalmente pela paciência durante todo o tempo de realização dessa trabalho. Agradeço também à receptividade do Departamento da Ecologia, especialmente o pessoal do LEEC (Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação), que sempre foram muito prestativos das vezes que precisei. Aos colegas da FFLCH - USP Ricardo Sartorello e Julia Assis por toda a ajuda, desde o começo com a coleta de dados dos mapas, passando pelo georreferenciamento da imagem Alos, e terminando aqui na revisão do meu trabalho.

Agradeço também a todos os meus amigos que passaram em minha vida durante a graduação (e fora dela), principalmente àqueles mais próximos que souberam honrar o valor da verdadeira amizade desde 2009, quando cheguei aqui.

Obrigada!

Gasshô \_\_\_/\\_\_\_

## RESUMO

O bioma Mata Atlântica, reduzido a 12% de sua cobertura original, abriga uma parcela significativa da biodiversidade brasileira, apresentando altos níveis de endemismo. Dentre as poucas áreas remanescentes da Mata Atlântica, destaca-se a região compreendida entre o Complexo da Cantareira e o município de Nazaré Paulista, que será objeto de estudo do presente trabalho. Utilizando-se dos conceitos da Ecologia de Paisagens, aliados à análise de mapas temáticos, buscou-se uma caracterização da paisagem da área estudada considerando principalmente aspectos ecológicos, para que assim possam ser identificados dois tipos de hotspots: i) para a conservação e ii) para manter a conectividade. Conceitos da Ecologia da Paisagem como estrutura da paisagem, manchas, matrizes, corredores ecológicos (estruturais e funcionais) e conectividade, assim como seus efeitos para a biodiversidade local, foram desenvolvidos e aplicados na região de estudo. Foram também analisados os efeitos das estradas, hidrografia, Áreas de Proteção Permanente (APPs), e das Unidades de Conservação para a manutenção da flora e a fauna da região. Com isto foi possível chegar à definição estratégias e áreas prioritárias para a conservação e restauração dos fragmentos florestais de Mata Atlântica remanescentes da região estudada. Buscou-se assim gerar conhecimentos essenciais para um melhor planejamento no sentido de criar melhores condições para a biodiversidade regional, e por consequência, melhorar a qualidade de vida da população inserida naquele contexto.

**Palavras chave:** Cantareira, Mata Atlântica, Ecologia da Paisagem, Fragmentação, Hotspots

## **ABSTRACT**

The Atlantic Forest biome, reduced to 12% of its original coverage, holds a significant portion of Brazilian biodiversity, with high levels of endemism. Among the few remaining areas of the Atlantic, there is the region between the Complex of Cantareira and the municipality of Nazaré Paulista, which will be the object of study of this work. Using the concepts of Landscape Ecology, and analysis of thematic maps, this study aims to characterize the region in an ecologically scaled perspective, identifying two types of hotspots: i) for conservation and ii) for maintain habitat connectivity. Concepts of Landscape Ecology as landscape structure, patches, matrix, corridors (structural and functional) and connectivity, as well as their effects on local biodiversity was adopted and applied in the study region. We also analyzed the effects of roads, hydrographic system, Permanent Protection Areas (PPAs), and Conservation Units for flora and fauna maintenance at regional scale. This allowed us to define strategies and priority areas for the conservation and restoration of forest fragments of Atlantic Forest remnants within the study region. This study generated relevant knowledge for a better planning the region in order to create best conditions for the maintenance of regional biodiversity, and consequently, allowing to improve the quality of life for local population.

**Keywords:** Cantareira, Atlantic Rainforest, Landscape ecology, Fragmentation, Hotspots

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> – Região de estudo e municípios .....	28
<b>Figura 2</b> – Fragmentos Florestais mapeados pelo Instituto Florestal .....	33
<b>Figura 3</b> – Fragmentos classificados de acordo com o tamanho .....	34
<b>Figura 4</b> – Maior fragmento florestal presente na área de estudo .....	37
<b>Figura 5</b> – Mapa temático da região de estudo .....	39
<b>Figura 6</b> – Mapa temático incluindo nascentes e APPs.....	41
<b>Figura 7</b> – Mapa temático do índice de conectividade calculado pelo V-LATE .....	42

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

APPs – Áreas de Proteção Permanente

V-LATE - Vector-based Landscape Analysis Tools Extension

NP – Número de Fragmentos

CA - Área da Classe

MPS - Tamanho médio dos fragmentos

MSI - Índice de forma médio

TE - Total de bordas

ED - Densidade das bordas

MPFD – Dimensão fractal média da mancha

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 Ecologia da Paisagem .....	10
1.1.1 Paisagem .....	11
1.1.2 Mancha, matriz e corredores .....	12
1.1.3 Fragmentação, efeito de borda, e escala espacial .....	14
1.2 Índices da Paisagem .....	15
1.2.1 Índices de área, densidade e tamanho .....	17
1.2.2 Índices de forma .....	18
1.2.3 Índices de borda .....	18
1.2.4 Índices de proximidade e isolamento .....	19
1.3 Mata Atlântica e seu atual estado de conservação .....	19
1.4 Importância da Conservação e restauração de áreas fragmentadas .....	22
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
2.1 Objetivo Geral .....	24
2.2 Objetivos Específicos.....	24
<b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>24</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
4.1 Área de estudo .....	25
4.1.1 Complexo da Cantareira .....	25
4.1.2 A vegetação no Complexo da Cantareira .....	26
4.1.3 Localização da área de estudo .....	27
4.1.4 Unidades de Conservação na área de estudo .....	29
4.2 Bases de dados mapeados .....	30
4.3 Procedimentos e análises .....	31
<b>5. RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>32</b>
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

## Aplicação dos conceitos da Ecologia da Paisagem para a definição hotspots de conservação e conectividade entre o Complexo Cantareira e Nazaré Paulista

Autor: Vitoria Sanches Marchesi

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1 Ecologia da Paisagem

As questões ambientais, em geral, extrapolam as áreas de atuação das várias ciências, uma vez que a compreensão das inter-relações do meio-ambiente e sua dinâmica requer uma visão integrada de ambos os aspectos físicos e ecológicos de sistemas naturais e de suas interações com os fatores sócio-econômicos e políticos. (HAINES-YOUNG et al., 1993)

Nesse contexto, é possível observar que os problemas ambientais envolvem diversas variáveis e sua solução necessita de conhecimentos e profissionais envolvidos no processo que contemplem diferentes percepções tanto do objeto de estudo, como das características sócio-ambientais locais.. Uma visão ou conhecimento fragmentado deixaria muito a desejar, tendo em vista que as questões ambientais são sistemas complexos, nos quais intervêm processos de diferentes racionalidades, ordens de materialidade e escalas espaço-temporais (PHILIPPI JR et al. 2000).

Dessa visão holística, surgiu uma nova disciplina, a Ecologia da Paisagem (HAINES-YOUNG et al., 1993), onde a paisagem é tratada especialmente com um enfoque ecológico, e não exclusivamente como um conjunto de propriedades ou feições espacialmente independentes do meio físico (METZGER 2001). Porém ainda não há consenso sobre a utilização dos conceitos da Ecologia da Paisagem. Apesar de algumas linhas de pesquisa já serem delimitadas, como a definida por Forman (1995), o qual defende a ideia de uma ênfase das pesquisas de Ecologia da Paisagem nos processos naturais, envolvendo relevo, solo, clima, hidrografia, a fauna e a flora, distanciando-se dos aspectos das ciências sociais e humanidades.

Segundo Bertalanffy (1993) um sistema é uma organização complexa, caracterizado pela existência de fortes interações ou por interações não triviais, isto é, não lineares. A Ecologia da Paisagem ocupa-se da heterogeneidade espacial (relações horizontais) enquanto o

Ecossistema tem como foco de seu estudo as interações entre uma comunidade e o sistema abiótico (relações verticais; FARINA, 1998)

Pearson (2002) considera adequado o ensino dos conceitos e técnicas da Ecologia da Paisagem utilizando mapas de cobertura do solo, interpretados sob a perspectiva de diferentes espécies, com exceção do homem, pois sendo os mapas produtos humanos apresentam perspectiva antropocêntrica, não refletindo características importantes da vida selvagem. É uma ciência considerada recente, que se utiliza dos avanços tecnológicos em sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica como instrumentos de análise espacial.

De acordo com Almeida (2008) a Ecologia da Paisagem tem se firmado nos últimos anos como uma importante área do conhecimento que permite a análise dos padrões espaciais e funcionais dos ecossistemas, por meio da obtenção de métricas ou índices de paisagem que possibilitam avaliações em diferentes escalas espaciais e temporais. Isso tem contribuído de enormemente para o entendimento dos padrões e processos envolvidos na manutenção de paisagens fragmentadas e no estabelecimento de estratégias para a conservação da biodiversidade.

### 1.1.1 Paisagem

Alexandre Von Humboldt é considerado o pioneiro nas concepções paisagísticas no século XIX, pois estudou a paisagem em relação à vegetação, considerada por ele como o dado mais significativo para caracterizar um aspecto espacial. As diferenciações paisagísticas por ele observadas deveriam permitir a compreensão das leis que regem a fisionomia do conjunto da natureza, pela aplicação de um método às vezes explicativo e outras comparativo.

Porém, o conceito Ecologia de Paisagem foi introduzido, pela primeira vez, em 1939, pelo geógrafo alemão Carl Troll. Troll buscou unir a Geografia e a Ecologia considerando-se uma estreita colaboração, visando à fundação de uma nova ciência, a qual teria o objetivo de unir os componentes bióticos e abióticos para os diferentes ecossistemas. O objetivo dessa nova ciência passava a ser o estudo de paisagem, a qual, segundo o autor poderia ser definida como uma “entidade total espacial e visual, integrando a geoesfera, biosfera e a nooesfera - a esfera da consciência e mente humana” (TROLL, 1971).

A partir de Carl Troll, várias escolas de Geografia e da Ecologia desenvolveram novos conceitos sobre o termo paisagem, como nos exemplos de Bertrand (1968), Zonneveld (1979) e Turner & Gardner (1991). Para Metzger (2001) é possível uma conceituação mais abrangente, propondo que a paisagem deva ser definida como "um mosaico heterogêneo

formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação". Para o autor a paisagem é um conjunto de unidades naturais, alteradas ou substituídas por ação antrópica, que compõe um intrincado, heterogêneo e interativo mosaico.

Bertrand (1968) define a paisagem como uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos biológicos e antrópicos, os quais interagindo mutuamente uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em constante evolução. Forman & Godron (1986) definem a paisagem como uma região onde um conjunto de manchas (do inglês *patches*) e suas interações sistêmicas se repetem no espaço. Zonneveld (1979) define a paisagem como uma parte da superfície terrestre que abrange um complexo de sistemas caracterizados pela atividade geológica, da água, do ar, das plantas, dos animais e do homem e pelas suas formas fisionômicas resultantes, reconhecidas como entidades.

Para Forman & Godron (1986), indo um pouco além, as paisagens possuem uma estrutura comum e fundamental, a qual é composta pelos seguintes elementos principais: mancha, fragmento, matriz e corredor. A estrutura da paisagem é o produto da relação espacial entre os distintos ecossistemas ou elementos representativos de uma determinada região no espaço. De maneira mais aprofundada, é como o arranjo ou padrão espacial da paisagem (descrito pelos tamanhos, formas, número e tipos de configuração dos ecossistemas ou elementos da paisagem) define a distribuição de energia, organismos e materiais.

### 1.1.2 Mancha, matriz, e corredores

Uma mancha (ou *patch*) pode ser definida como uma superfície não linear que difere em aparência dos ambientes de seu entorno. As manchas variam em tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de borda, encontrando-se sempre englobadas por uma matriz, sendo que esta última seria uma área de entorno com diferente estrutura e composição (FORMAN & GODRON, 1986).

Os corredores são estreitas faixas de habitat origem natural ou antrópico, que diferem da matriz em ambos os lados. A grande maioria das paisagens são, ao mesmo tempo, divididas e unidas por corredores (FARINA, 1998). Segundo Metzger (2001) corredores ecológicos são áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e que apresentam disposição espacial linear. Em

estudos de fragmentação, considera-se corredor apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos de habitat anteriormente conectados.

A ligação entre elementos de uma paisagem pode aumentar a conectividade da mesma, e o nível de conectividade vai depender da configuração dos elementos de habitat de interesse. O principal aspecto da conectividade por corredores é permitir a manutenção de processos ecológicos como o movimento ou dispersão de organismos e intercâmbio genético entre animais e plantas (TAYLOR et al. 1993), enquanto as barreiras físicas podem inibir os processos acima. A manutenção e implantação de corredores, com vegetação nativa, são consideradas por Metzger et al. (1999) como uma das maneiras de se amenizar as perdas causadas pela fragmentação, e tem como finalidade favorecer o fluxo gênico entre os fragmentos florestais, podendo servir como refúgio para a fauna. A estrutura externa dos corredores, definida por sua largura e complexidade na distribuição espacial, é que irá determinar o acontecimento dos deslocamentos na paisagem. Assim, determinadas características dos corredores devem ser estudadas como a largura, a conectividade, a complexidade e estreitamento (METZGER et al. 1999; MARTENSEN et al., 2008).

A conectividade pode ser classificada em dois grandes grupos: a estrutural e a funcional. A estrutural descreve relações físicas entre as manchas, como distâncias entre elas e corredores e pode ser definida e quantificada com base no arranjo espacial entre fragmentos, densidade, complexidade, largura e qualidade da rede de corredores, densidade de trampolins ecológicos (do inglês *stepping stones*) e permeabilidade da matriz.

A conectividade estrutural é baseada na estrutura da paisagem, ignorando as respostas dos organismos (TAYLOR et al. 1993). Já a conectividade funcional considera as respostas comportamentais dos organismos aos elementos da paisagem, e incorpora em si a estrutura espacial (MARTENSEN et al. 2008). A conectividade pode ser como uma variável independente, a qual tem efeitos sobre os processos ecológicos e as populações, ou como uma variável dependente da interação entre estrutura e comportamento (GOODWIN, 2003).

Além das manchas, corredores e conectividade, outro componente de elevada importância para a manutenção da biodiversidade é a matriz. Assim como a conectividade, a matriz também apresenta duas definições, ou pelo menos formas de defini-las dependendo do contexto do estudo. Na primeira dela a matriz pode ser definida como o elemento mais abrangente e conectado da paisagem, o qual possui papel preponderante no funcionamento de uma paisagem (FORMAN & GODRON, 1986). A segunda abordagem, bastante utilizadas em particular pelos ecólogos, define matriz como sendo o não-habitat. Desta forma, para uma

região onde o habitat original era floresta, qualquer tipo de ambiente modificado (pasto, citrus ou eucalipto) pode ser então classificado como matriz.

A matriz representa o tipo de elemento com maior conectividade, ou seja, aquele que ocupa a maior extensão na paisagem e que, por esse motivo, tem maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas (MCGARIGAL et al., 2002). As matrizes que permitem uma conectividade maior entre fragmentos florestais são consideradas como as de maior porosidade, fator que terá influência na conservação dos remanescentes florestais.

Os fragmentos em geral são para os ecólogos as manchas de habitat de superfícies não lineares, inseridas na matriz e que são diferentes em aparência do seu entorno, as quais variam em tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites. Os fragmentos são dinâmicos, ocorrendo em diferentes escalas espaciais e temporais, e apresentando uma estrutura interna. Numa paisagem, o padrão ou textura se manifesta por um arranjo repetitivo, formado pelo mosaico de manchas e seus corredores dispostos em uma matriz de fundo.

### 1.1.3 Fragmentação, efeito de borda e escala espacial

Fragmentação é a quebra de um habitat, ecossistema ou tipo de uso do solo em parcelas menores (FORMAN, 1995). Para Fahrig (2003) o processo de fragmentação tem quatro efeitos sobre o padrão do uso do habitat: 1) redução na extensão de habitat original, 2) aumento no número de fragmentos de habitat, 3) diminuição no tamanho dos fragmentos, e 4) aumento no isolamento dos fragmentos. Durante o processo da fragmentação, o potencial de dispersão e colonização de uma espécie pode ser limitado pela criação de barreiras (PRIMACK, 1998). A criação de barreiras pode ser uma grave consequência, haja vista que a habilidade dos animais em mover-se entre fragmentos é um dos fatores mais importantes na dinâmica populacional em paisagens fragmentadas (ZOLLNER; LIMA, 1999). Assim, a conectividade é considerada um elemento importante da paisagem, pois é crítica para a sobrevivência da população e para a dinâmica populacional (FAHRIG; PALOHEIMO, 1988; FAHRIG 2003).

A fragmentação é ocasionada por fatores antrópicos de transformação do espaço, caracterizando-se por ser um importante processo nas paisagens, que se relaciona à ocupação humana. Segundo Metzger (2001) fragmento é uma mancha originada por fragmentação (sub-divisão), promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz. Em decorrência dos processos de perda de habitat e fragmentação, os habitats remanescentes estão sujeitos às condições diferenciadas, uma vez

que os remanescentes encontram-se em contato com a matriz, a zona de transição potencialmente caracterizada como borda.

Uma borda é definida como o local onde duas ou mais comunidades de plantas encontram-se, ou onde dois ecossistemas se encontram (HANSON, 1962). É na borda que a maior parte dos processos ligados à fragmentação geralmente se iniciam. Muitas consequências biológicas têm sido relatadas como resultado da criação de uma borda.

Ambientes intensamente degradados são denominados pontos de não retorno (*firepoints*), enquanto as áreas prioritárias de conservação são conhecidas por *hotspots*. De acordo com Glantz (2007) é necessário que sejam definidas áreas de preservação e áreas de conservação, antes que a paisagem esteja degradada, com altos índices de fragmentação, chegando a um ponto em que a sustentabilidade ambiental se encontre em grande risco. Nesse sentido, a caracterização da estrutura da paisagem visa a descobrir as origens e definir os mecanismos causais das texturas ou padrões, para que assim seja possível a definição de modelos de paisagem os quais possibilitem se verificar os hotspots e evitar os firepoints. Para isso são necessários métodos quantitativos que unam os padrões espaciais aos processos ecológicos em amplas escalas espaciais e temporais (TURNER, 1990). Nesse sentido, ecólogos de paisagem desenvolveram diversos métodos e índices para a descrição da configuração espacial da paisagem, são as métricas de paisagem.

A escala espacial da paisagem se baseia na variação no ponto de vista do organismo para qual ele está centrado, com isto, tanto organismos com processos ecológicos respondem ou ocorrem em diferentes níveis ou escalas espaciais (MCGARIGAL & MARKS, 1995). Para Metzger (2001) a escala espacial é definida por características de extensão (tamanho) e resolução (unidade mínima de representação espacial). Os mapas variam de escalas pontuais e finas (mapas detalhados, com alta resolução e, em geral, extensão reduzida) para escalas globais e grosseiras (mapas com poucos detalhes com resolução grosseira e, em geral, ampla extensão).

## 1.2 Índices da Paisagem

A Ecologia da Paisagem baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos. Assim, a capacidade de quantificar a estrutura da paisagem é um pré-requisito para o estudo da função e mudança de paisagem (PEREIRA et al, 2001). De acordo com Forman & Godron (1986), a Ecologia de Paisagem se baseia no estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas

compostas por ecossistemas interativos, possibilitando que a paisagem seja avaliada sob diversos pontos de vista. Isto permite que seus processos ecológicos e a influência humana, no contexto geográfico possam ser estudados em diferentes escalas temporais e espaciais.

Por este motivo muita ênfase foi dada ao desenvolvimento de métodos que quantificam a estrutura da paisagem, em particular nas décadas de 90 e sub-sequente (TURNER & GARDNER, 1991). Segundo Carrão et al. (2001) as muitas medidas quantitativas de estrutura da paisagem, conhecidas como métricas ou indicadores de paisagem, ganham cada vez mais atenção, na medida em que ajudam a compreender a estrutura complexa da paisagem e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas.

As métricas da paisagem podem ser definidas em três níveis: métricas ao nível da mancha (fragmento) são definidas para manchas individuais e caracterizam espacialmente a configuração e o contexto das manchas; métricas ao nível da classe são integradas em relação a todas as manchas de um dado tipo (p.ex. fragmentos de floresta); e métricas ao nível da paisagem são integradas em relação a todos os tipos de mancha ou classes.

As métricas da paisagem dividem-se em duas categorias: aquelas que quantificam (i) a composição do mapa sem referência aos atributos espaciais; ii) aquelas que quantificam a configuração espacial do mapa, necessitando de informação espacial para os seus cálculos. A composição refere-se a características relacionadas com a variedade e abundância de tipos de manchas no interior da paisagem, e são definidas ao nível da paisagem.

A variedade de índices existentes em ecologia da paisagem levou autores como McGarigal & Marks (1995) a agruparem esses índices nas seguintes categorias: índices de área; índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos; índices de forma; índices de borda; índices de área central; índices de proximidade; índices de diversidade e índices métricos de contágio e de espalhamento.

O objetivo do uso dessas métricas é identificar e caracterizar os fragmentos da paisagem para selecionar as unidades com melhores condições para a preservação ambiental, e dessa maneira dar apoio às definições de arranjos espaciais que podem favorecer a biodiversidade, o equilíbrio das espécies, o fluxo gênico entre unidades e a formação de corredores ecológicos.

### 1.2.1 Índices de área, densidade, e tamanho

Os índices de área quantificam o tamanho dos fragmentos, e de acordo com Almeida (2008) são atributos essenciais para se estimar uma infinidade de outras métricas, já que do seu valor dependem os resultados de alguns índices, sendo úteis para estudos ecológicos (PIROVANI, 2010).

Forman e Godron (1986) afirmam serem os índices de área uma das mais importante fonte de informações sobre uma paisagem, não somente porque é a base para o cálculo de outros índices, mas também porque é por si só, uma informação valiosa. O tamanho das unidades tem sido frequentemente utilizado como base para a modelagem dos padrões de distribuição e riqueza de espécies (vide a Teoria da Biogeografia de Ilhas de McARTHUR & WILSON 1967), afetando as funções internas de um fragmento, como por exemplo, as variáveis microclimáticas e a forma. Pode afetar também taxas de ciclagem de nutrientes e o tamanho de agregados de propágulos para a colonização vegetal (FORMAN & GODRON, 1986). Como índices de área têm-se: área de cada fragmento; índice de similaridade da paisagem; área da classe; porcentagem da paisagem e índice do maior fragmento (TURNER & GARDNER, 1991).

Os índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica são considerados como medidas da composição da paisagem. Entre exemplos desses índices estão: o número de fragmentos; o tamanho médio dos fragmentos nas suas respectivas classes; o desvio padrão e o coeficiente de variação do tamanho (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

Para Volotão (1998) os índices de densidade e tamanho são importantes, pois caracterizam os fragmentos como o número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação, entre outros. São relevantes também por permitirem que a ordenação por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem (VOLOTÃO, 1998).

Forman & Godron (1986) destacam que os grandes fragmentos são importantes para a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala, e os pequenos cumprem funções relevantes ao longo da paisagem, funcionando como elementos de ligação, e trampolins ecológicos (*stepping stones*) entre grandes áreas, atuando como refúgio de espécies que precisam de ambientes particulares que só ocorrem nessas áreas. As áreas de maior tamanho podem ser consideradas, em muitas situações, como fontes de propágulo ou fonte de organismos para as manchas remanescentes vizinhas.

### 1.2.2 Índices de forma

O índice de forma tem grande importância na configuração da estrutura da paisagem, uma vez que pode influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte e, também influenciar estratégias de fuga de determinados animais (PIROVANI, 2010).

Entretanto, de acordo com Volotão (1998), o principal aspecto a ser levado em conta na forma dos fragmentos é sua estreita relação com o efeito de borda. A relação entre o perímetro e a área de um fragmento de habitat está diretamente ligada à forma desse fragmento, quanto menor for essa relação, menor também será a borda e vice-versa.

Almeida (2008) afirma que fragmentos de habitats mais próximos ao formato circular têm a razão borda-área minimizada e, portanto, o centro da área está equidistante das bordas, assim a área central encontra-se mais protegida dos fatores externos prejudiciais. Áreas mais dendríticas ou recortadas têm maior proporção de bordas que as menos recortadas, por consequência fragmentos com área maiores e menos recortadas são mais favoráveis à biodiversidade, uma vez que apresentam menor proporção entre borda e área.

### 1.2.3 Índices de borda

As bordas são consideradas áreas de transição entre unidades da paisagem, tendo características que dependem da escala espaço-temporal, e das forças de interação que agem sobre as unidades. A extensão dos efeitos de borda depende das condições do meio, assim como das espécies e dos fatores ecológicos considerados, podendo variar no interior de um mesmo fragmento, tornando complexa a estimativa da extensão das bordas (METZGER, 1999).

A partir do ponto de vista funcional, as bordas são locais onde a intensidade dos fluxos biológicos entre unidades da paisagem se modifica de forma abrupta. A permeabilidade das bordas pode influir na intensidade e o tipo de fluxo, podendo uma borda ser permeável a uma espécie e impermeável a outra. Neste caso, uma maior penetração nas bordas florestais dos raios solares e do vento aumenta as temperaturas e a evapotranspiração, e estas particularidades micro-climáticas determinam as comunidades vegetais e animais que poderão se instalar nestas bordas (PIROVANI, 2010).

São considerados índices de borda: o perímetro, o índice de contraste de borda, o total de borda de uma classe e a densidade de borda, entre outros índices. Os índices de borda

normalmente são classificados como elementos da configuração da paisagem, mas nem sempre sua distribuição espacial é explícita. Esses índices têm como limitação o fato de não levar em consideração o grau de contraste entre o fragmento e a paisagem circunvizinha, mesmo tendo-se conhecimento de que o contraste entre bordas pode influenciar de diversas maneiras os processos ecológicos do fenômeno estudado (MACGARIGAL & MARKS, 1995).

#### 1.2.4 Índices de proximidade e isolamento

Os índices de proximidade e isolamento são medidas de configuração e se referem às métricas que se baseiam na distância do vizinho mais próximo e podem ser aplicados nos três níveis possíveis: fragmento, classe e paisagem. A distância do vizinho mais próximo é definida como a distância de um fragmento para o fragmento que está em suas proximidades, baseado na distância “borda-a-borda” (PIROVANI, 2010).

A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e tem implícito em seus valores o grau de isolamento dos fragmentos (VOLOTÃO, 1998). Pela análise dos índices de proximidade chega-se a conclusões sobre o grau de isolamento de um fragmento e a respeito do nível de fragmentação da paisagem, levando-se em consideração que a sensibilidade das espécies à fragmentação varia em função da proporção de área ocupada pelo habitat na paisagem (PIROVANI, 2010).

O aspecto estrutural ou espacial refere-se à fisionomia da paisagem, considerando a distribuição de tamanhos dos fragmentos, a densidade, que depende da frequência ou do tamanho destes e a permeabilidade da matriz. O aspecto funcional refere-se à resposta biológica específica de uma espécie à estrutura da paisagem, avaliada pelos fluxos de disseminação ou pela intensidade de movimento inter-habitats dos organismos (METZGER, 1999).

### 1.3 Mata Atlântica e seu atual estado de conservação

A Mata Atlântica é uma das maiores florestas tropicais das Américas, cobrindo uma área de 150 milhões de hectares, estando imersa em condições ambientais bastante heterogêneas. Sua amplitude latitudinal é da ordem de 29 graus, estendendo-se por regiões tropicais e sub-tropicais (RIBEIRO, 2010). Está localizada sobre a cadeia montanhosa presente ao longo da costa atlântica, e expande suas fronteiras até o interior. Estende-se do

Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, com largura variando entre pequenas faixas e grandes extensões, atingindo em média 200 km de largura (SOUZA & MARQUETE, 2000). Sua origem está associada à cadeia de montanhas litorâneas que surgiram a partir da separação dos continentes africano e sul-americano, iniciada há aproximadamente 120 milhões de anos atrás, especialmente no período Cretáceo (BENZING, 1990).

O Bioma Atlântico brasileiro, que envolve a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, além de ecossistemas associados, originalmente cobria o território brasileiro com cerca de 100 milhões de hectares de extensão (DEAN, 1997).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que dispõe sobre o uso deste bioma, define sua vegetação como “formações florestais e ecossistemas inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais do Nordeste”. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1988).

A maior quantidade de remanescentes ainda preservados da Mata Atlântica estão localizados no sudeste do Brasil, principalmente em áreas de encosta onde o acesso é mais difícil devido à topografia acidentada e à terra inadequada para atividades econômicas. Dentro do bioma Mata Atlântica pode-se distinguir um período chuvoso de outubro a abril, com temperaturas mais altas, e um período menos úmido de maio a setembro, com menores índices pluviométricos e temperaturas mais baixas (LEITÃO-FILHO, 1982).

As formações da Mata Atlântica ocorrem, em geral, sobre solos rasos, arenosos e de baixa fertilidade, sendo favorecida uma rápida ciclagem de nutrientes devido à elevada precipitação e alta temperatura (CORTESÃO et al., 1991). Em relação à hidrografia, a Mata Atlântica recobriu no passado todas as bacias inferiores dos baixos cursos até as embocaduras dos rios que vertem para o oceano, em praticamente toda a costa brasileira. Desta forma, essa floresta abrange a totalidade das bacias dos rios que nascem nas encostas da Serra do Mar ou nos tabuleiros costeiros (MAGNANINI, 1961).

O impacto sobre este bioma é decorrente do histórico uso e ocupação do mesmo, que atualmente concentra o maior contingente populacional brasileiro, abrigando as maiores cidades e pólos industriais. (MMA, 2000). As modificações ocasionadas pela ação humana, são em decorrência principalmente da retirada de vegetação para obtenção de combustíveis vegetais, ou da transformação de áreas de mata em pastagem, entre outros usos.

Utilizando-se dos princípios da Ecologia de Paisagens, percebe-se que as atuais condições de fragmentação da Mata Atlântica atingiram níveis avançados, apresentando esse bioma aproximadamente 12% de sua cobertura original (RIBEIRO et al. 2009), caracterizando-se como um mosaico composto por poucas áreas relativamente extensas.

A maior parte dos remanescentes da Mata Atlântica está distribuída em pequenos fragmentos isolados uns dos outros e compostos por florestas secundárias em estágio inicial ou médio de sucessão (RIBEIRO et al. 2009).

Mais de 80% dos fragmentos remanescentes são menores que 50 hectares, tamanho extremamente reduzido e incapaz de preservar a maioria das espécies florestais. Outro fato alarmante é a grande distância média entre os remanescentes de mata (1.440 m), o que torna difícil a movimentação de indivíduos entre fragmentos. (RIBEIRO et al. 2009).

Informações sobre a distribuição do tamanho de fragmentos, áreas submetidas a efeitos de borda, conectividade, grau de isolamento, importância dos pequenos fragmentos no isolamento, e áreas protegidas são essenciais para um bom planejamento para a conservação, tanto em se pensando em sub-divisões macro-regionais da Mata Atlântica, quanto para a Mata Atlântica como um todo (RIBEIRO, 2010). A fragmentação de um ambiente florestal também acarreta mudanças microclimáticas nas margens dos fragmentos, como aumento de temperatura e baixa umidade (YOUNG; MITCHELL, 1994).

Ainda que fragmentada, a Mata Atlântica tem enorme importância, pois seus remanescentes regulam a quantidade e a qualidade da água proveniente dos mananciais, garantem a fertilidade dos solos, sequestram gás carbônico, influenciam o clima, protegem escarpas e encostas das serras, e constitui-se em um patrimônio histórico e cultural de grande importância global. Além disso, a Mata Atlântica é um dos biomas mais importantes do mundo devido a sua grande diversidade biológica, a seus altos níveis de endemismo, e ao elevado número de espécies ameaçadas de extinção. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2000) a Mata Atlântica está inserida entre as cinco regiões que apresenta os maiores índices de endemismo de plantas vasculares e vertebrados, com exceção dos peixes.

Por todas essas particularidades a Mata Atlântica é considerada um dos 25 hotspots de biodiversidade do mundo, definidos como biomas com alta representatividade da diversidade biológica global e que apresenta alto grau de degradação, por isso um ecossistema prioritário para conservação (MYERS et al., 2000).

Atualmente esse bioma detém o recorde de plantas lenhosas (angiospermas) por hectare, totalizando cerca de 20 mil espécies vegetais, sendo oito mil endêmicas. A fauna silvestre que habita esse bioma é representada por 250 espécies de mamíferos (65 endêmicas),

340 espécies de anfíbios (87 endêmicas), 197 espécies de répteis (60 endêmicas), 1.023 espécies de aves (188 endêmicas), e cerca de 350 espécies de peixes (133 endêmicas). Há ainda uma infinidade de insetos e muitas espécies que ainda não foram descritas. Conhecer as espécies existentes, locais de sobrevivência e hábitos de vida é crucial para a preservação da biodiversidade (VARJABEDIAN, 2010).

Devido a elevada importância da Mata Atlântica em termos de biodiversidade, há enorme preocupação em se preservar as áreas remanescentes desse bioma, em se aplicar efetivamente o código florestal e, principalmente, em se criar unidades de conservação para conservar e reflorestar esses ecossistemas ao gerar espaços especialmente protegidos, como é o caso das Áreas de Preservação Permanentes (APP), Reservas Legais (RL) e Unidades de Conservação (DEAN, 1997).

#### 1.4 Importância da conservação e restauração de áreas fragmentadas

A vegetação regula o fluxo de mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, controla o clima e protege escarpas e encostas de serras, além de preservar importante patrimônio natural e cultural. Além disso, em seu território nascem rios que abastecem diversas cidades brasileiras. (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011)

A fragmentação florestal, principalmente em áreas de encosta, desencadeia desequilíbrios ambientais, como: mudanças microclimáticas, diminuição da alimentação das cabeceiras fluviais por fluxos internos e sua proteção contra os agentes erosivos, remoção da proteção natural do solo à erosão pluvial e à atuação dos ventos, rebaixamento do lençol freático e aumento do escoamento superficial.

A recuperação de áreas degradadas pode ser definida como um processo de reversão dessas áreas em terras novamente produtivas e autossustentáveis, de acordo com uma proposta preestabelecida de uso do solo podendo chegar ao nível de uma recuperação de processos biológicos, ou mesmo aproximar-se muito da estrutura ecológica original (restauração). (IBAMA, 1990)

Griffith (1986) definiu recuperação como a reparação dos recursos ao ponto que seja suficiente para restabelecer a composição e a frequência das espécies encontradas originalmente.

Na ecologia da restauração busca-se restabelecer um ecossistema que ocupava originalmente um determinado local, através da recuperação de suas funções, porém nem em todos os casos é possível o retorno de um ecossistema degradado à sua condição original,

devido, entre outras causas, ao estado de degradação a que foi submetido (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Quando se pensa em recuperação de áreas degradadas é fundamental ter o intuito de promover uma nova dinâmica de sucessão ecológica, onde a área impactada é considerada ponto de partida para o restabelecimento de novas espécies. A recuperação de áreas degradadas é um processo em constante aprimoramento que exige conhecimento, tecnologia e permanente monitoramento. Trata-se de criar condições para o restabelecimento de complexas redes de relações ecológicas entre solo, plantas, animais e microclima, que permitam o reequilíbrio dinâmico da natureza em áreas hoje desprovidas dessas condições. (REIS et al, 1999). O objetivo maior da recuperação ambiental deve ser o de buscar restabelecer as estruturas e as funções ecológicas que havia no ecossistema, antes da degradação (AUMOND, 2003).

O plano de revegetação de uma área degradada deve ser a sucessão secundária, no sentido de recuperar a forma e a função da paisagem anterior, sendo esse processo caracterizado principalmente por seu gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes condições ambientais que vão se estabelecendo, às quais diferentes espécies se adaptam melhor. A substituição de uma comunidade por outra ocorre até que se atinja um nível onde muito mais espécies podem se expressar, no seu tamanho máximo, e onde a biodiversidade também é máxima (REIS et al, 1999).

O processo de desmatamento que apresenta uma paisagem fragmentada possui alguns componentes básicos que podem ter importância para a conservação da biota e que por isso precisam ter sua diversidade biológica conservada em níveis dos mosaicos das paisagens regionais conectadas (HARRIS & SILVA-LOPEZ, 1992).

De acordo com Ribeiro (2010) as taxas de remanescentes frequentemente divulgadas pelos órgãos oficiais, pesquisadores e ONGs não contabilizavam, por exemplo, remanescentes inferiores a 100 hectares, uma vez que estas áreas eram consideradas como de reduzido potencial para a conservação das espécies. Porém, dados recentes, que consideram a conectividade em mosaicos de fragmentos, mostram que pequenos fragmentos têm também papel fundamental na redução do isolamento entre fragmentos grandes, e são assim essenciais para a conservação da diversidade biológica (RIBEIRO, 2010).

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo é aplicar os Conceitos da Ecologia de Paisagens para definir estratégias e áreas prioritárias para a conservação e restauração dos fragmentos florestais de Mata Atlântica remanescentes na região entre o Complexo da Cantareira e o município de Nazaré Paulista. Busca-se com isto gerar conhecimentos essenciais para um melhor planejamento no sentido de se criar melhores condições para a manutenção da biodiversidade regional, e por consequência, aumentar a qualidade de vida da população inserida naquele contexto.

### 2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- identificar o padrão dos fragmentos florestais existentes na área de estudo por meio de alguns índices de paisagem aplicados ao mapa temático do Instituto Florestal;
- identificar hotspots de conservação a partir da base de mapas temáticos, com apoio da imagem do satélite ALOS;
- a partir do índice de proximidade criar um mapa temático indicando quais são os fragmentos mais importantes (hotspots) para se manter a conectividade

## **3. JUSTIFICATIVA**

Um ambiente bem conservado tem grande valor econômico, estético e social. Mantê-lo significa preservar todos os seus componentes em boas condições: ecossistemas, comunidades e espécies. A fragmentação é, na maior parte das vezes, um processo de natureza antrópica de ruptura da continuidade das unidades de uma paisagem e tem como resultado mudanças na composição e na diversidade das comunidades envolvidas.

Tal fato acarreta o isolamento e redução das áreas propícias à sobrevivência das populações, causando extinções locais e reduzindo a variabilidade genética das mesmas, e conseqüentemente leva à perda de biodiversidade (METZGER, 1999). Uma vez que a espécie é extinta, a informação genética única contida em seu DNA não pode ser

recuperada, a comunidade torna-se empobrecida e seu valor potencial para os seres humanos jamais poderá se concretizar (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Nesse sentido fazem-se necessárias pesquisas que colaborem para que a perda de biomas como o da Mata Atlântica seja revertida ou pelo menos diminuída, para que assim exista a possibilidade da garantia de uma vida de qualidade para as futuras gerações, bem como, a preservação e manutenção dos recursos naturais do planeta.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### 4.1 Área de estudo

#### 4.1.1 Complexo da Cantareira

A Serra da Cantareira enquadra-se na faixa de dobramentos São Roque (Grupo São Roque), no setor central da Província Mantiqueira, unidade geotectônica que localiza-se ao sul do Cráton do São Francisco. Segundo IPT (1981), o Grupo São Roque, compartimenta-se na Suíte Granítica no fácies Cantareira que possui rochas de composição graníticas a granodioríticas que formam a Serra da Cantareira. A oeste da falha do Mandaqui, esta Suíte faz parte de um conjunto de suítes graníticas sintectônicas. Estes corpos ocorrem como batólitos, ou na forma de pequenos stocks. A “Pedra Grande” do Parque Estadual da Cantareira, por exemplo, é um batólito granítico (MAZZEI, 2007).

Na Cantareira o ponto mais alto, conhecido como Morro do Pavão, atinge 1.200m no oeste do parque; no extremo leste, o nível de base da Represa Cabuçu, está a 740m; as altitudes médias ficam entre 900 e 1000 m. Os solos são, em geral, compactos e estáveis (desde que não expostos), característica essa proveniente do seu material de origem, os granitos, que são rochas duras e de difícil decomposição. São bem drenados e possuem profundidades médias de um metro, tendo predominantemente uma textura argilo-arenosa (MAZZEI, 2007).

As características climáticas da região do corredor entre as da Serra da Cantareira e Mantiqueira estão associadas à sua localização no planalto, com amplitudes altitudinais de até 400m, a sistemas de relevo montanhoso e de exposição de vertentes. A pluviosidade média é superior a 1500 mm ao ano, e a temperatura média da Cantareira é de 18,2° C, sendo que no

verão as temperaturas nos ambientes de mata raramente ultrapassam os 22° C, influenciadas pela altitude, posição e pela vegetação (MAZZEI, 2007).

#### 4.1.2 A vegetação no Complexo Cantareira

Em estudos de campo sobre o território paulista e, sobretudo, a região de São Paulo, Ab'Saber designou as “ilhas” de florestas que teriam preservado a biodiversidade tropical, por ocasião da expansão dos climas secos, como áreas de “reduto” (MAZZEI, 2007).

Para RAIMUNDO (2006) as áreas naturais remanescentes da Região Metropolitana de São Paulo podem ser distribuídas em três grandes manchas: as matas e formações abertas das morrarias de São Roque e das franjas do Japi; as florestas e campos de Curucutu e Parelheiros e as formações da Serra da Cantareira e dos Contrafortes da Mantiqueira. Assim, dentro do contexto de extrema devastação da Mata Atlântica, destaca-se a região do Complexo Cantareira, que abriga remanescentes consideráveis desse bioma (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009).

A vegetação da Serra da Cantareira é caracterizada, principalmente, pela floresta latifoliada tropical úmida de encosta, apresentando pequenas variações conforme a altitude (MAZZEI, 2007). Assim é possível identificar uma grande heterogeneidade na cobertura vegetal da Serra da Cantareira. As áreas de maior altitude, muitas vezes com elevada declividade, são recobertas por uma floresta densa e seca, com indivíduos de porte baixo (média de 6 metros), onde ocorrem também numerosas populações de cactáceas e bromeliáceas. Já em áreas mais baixas, a cobertura vegetal é tipicamente de floresta úmida, assemelhando-se com a própria Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009).

As manchas de vegetação remanescentes em estágios mais maduros são entremeadas por capoeiras e áreas bastante degradadas. Geralmente coincidentes com o relevo montanhoso encontram-se florestas caracteristicamente altas, com indivíduos emergentes de até 25 metros de altura, como monjoleiro, pau-jacaré, mamoinha, canjerana, cedro, guaraiúva, entre outras, com copas sobrepostas sobre um segundo andar de árvores com até 8 metros como o canelão e a maçaranduba. Nas áreas onde o relevo possui maior altitude, ocorre outra formação vegetal, marcada por árvores de porte variando entre 12 e 15 metros, com reduzido número de emergentes. O estrato arbóreo é bastante denso, apesar da altura, com indivíduos próximos

e copas sobrepostas, promovendo total sombreamento do solo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009).

Já ao norte da área serrana da Cantareira, nos vales e serra do Juquery (Planalto de Jundiaí), ocorre uma cobertura vegetal com predominância de cerrados. Trata-se dos últimos remanescentes de ilhas de cerrado em área do Brasil Tropical Atlântico sob influência da Mata Atlântica. Essa porção da RMSP possui uma singular cobertura vegetal onde se associam cerrados, campos cerrados, matas de fundo de vale e remanescentes da Floresta Ombrófila Densa (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009).

#### 4.1.3 Localização da área de estudo

Entre as regiões paulistas que apresentam mudanças significativas na paisagem dentro do bioma atlântico, a região bragantina, no nordeste do estado de São Paulo, onde se encontra o município de Nazaré Paulista, se destaca, pois vem passando por uma transformação de sua paisagem natural para dar espaço aos usos e cultivos considerados mais viáveis economicamente, enquanto a maioria da população se distancia dos processos decisórios (FADINI, 2005).

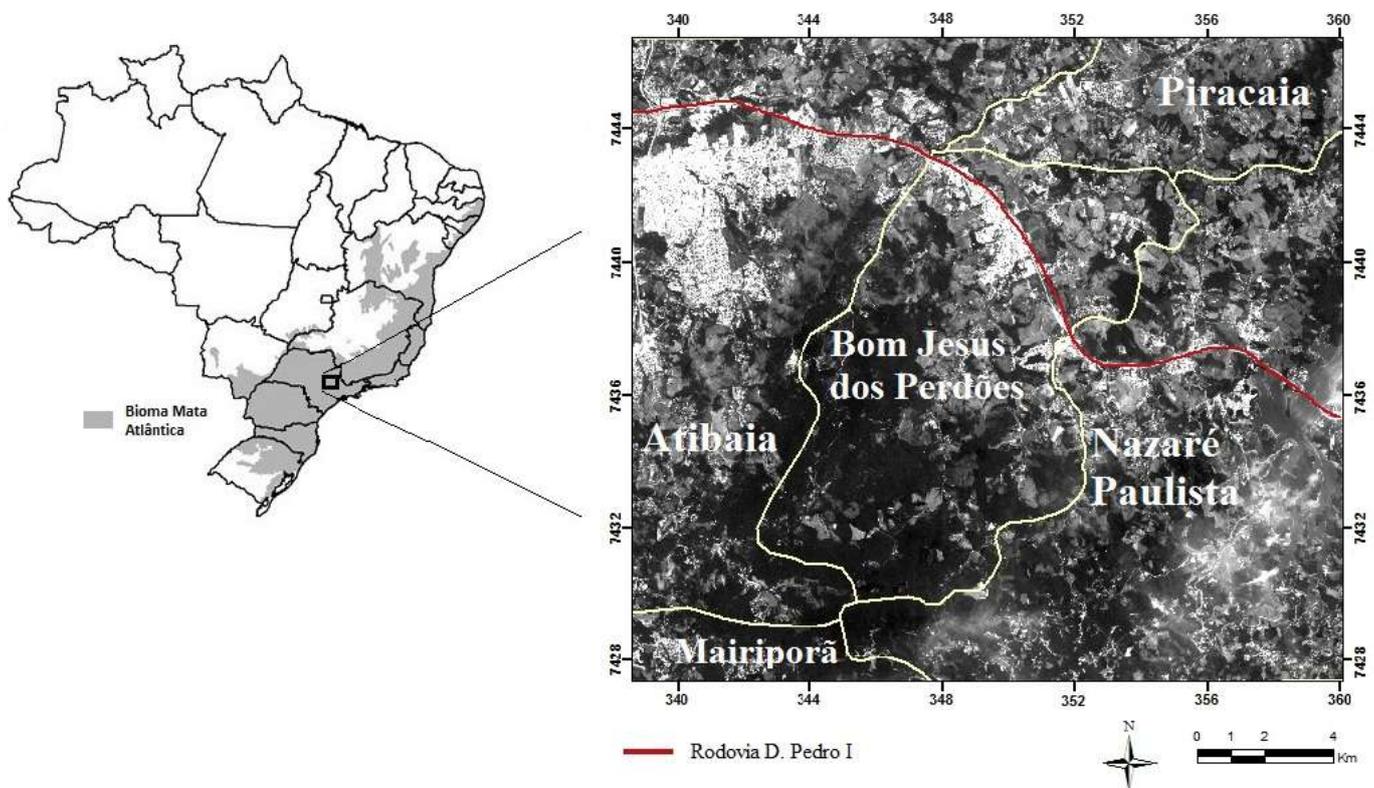
Como indica a Figura 1 o polígono de estudo situa-se no estado de São Paulo, e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 46°34'40" e 46°21'55" de longitude oeste; e 23°04'48" e 23°05'25" de latitude sul. Abrange a área parcial ou total de cinco municípios: Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Nazaré Paulista, e Piracaia, sendo que quatro desses municípios encontram-se dentro da Região Bragantina. A Região Bragantina envolve onze municípios no Estado de São Paulo (Atibaia, Bragança Paulista, Bom Jesus dos Perdões, Joanópolis, Nazaré Paulista, Pedra Bela, Pinhalzinho, Piracaia, Socorro, Tuiuti e Vargem) e cinco municípios no Estado de Minas Gerais (Extrema, Itapeva, Camanducaia, Toledo e Munhoz).

A maioria dos municípios da região pouco conhece sobre a realidade de seu território, tais como a caracterização de suas microbacias hidrográficas, com informações sobre áreas, rede de drenagem, áreas de preservação florestal, tipo e uso das terras, aptidão agrícola, bem como tamanho e distribuição dos imóveis rurais (REIS, et al., 2008).

No Estado de São Paulo, a necessidade de proteger as nascentes da Bacia do Rio Piracicaba e os reservatórios que compõem o Sistema Cantareira é de interesse primordial, com o intuito de conservar e melhorar as condições ecológicas locais e assegurar o bem estar

das populações que vivem na região determinaram a criação da Área de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira (SÃO PAULO, 2001).

Os processos naturais, como formação dos solos, lixiviação, erosão, deslizamentos, modificação do regime hidrológico e da cobertura vegetal, entre outros, ocorrem nos ambientes naturais, mesmo sem a intervenção humana. No entanto, quando o homem desmata, planta, constrói, transforma o ambiente, esses processos, ditos naturais, tendem a ocorrer com maior intensidade, e nesse caso, as consequências para a sociedade são quase sempre desastrosas (CUNHA & GUERRA, 2003).



**Figura 1:** Região de estudo e municípios, sendo indicado nos cantos das imagens as coordenadas em latitude e longitude, enquanto na base, topo, direita e esquerda são apresentadas coordenadas UTM em Km

Fonte: IBGE 2010, Imagem Alos 10 m, sensor AVNIR-2

Datum WGS1984; Zona UTM 23S

O Maciço da Cantareira alonga-se na direção nordeste-sudoeste por cerca de 30 km e ocupa uma área de cerca de 320 km<sup>2</sup>. Essa serra salienta-se aproximadamente 300 metros acima do nível da topografia local. O lado voltado para sul (calha do Tietê) apresenta-se

como uma frente escarpada, enquanto ao norte, na bacia do Juquery (Franco da Rocha) e no município de Mairiporã possui uma escultura granítica maciça e suave composta por um conjunto de morros. Essa serra é recoberta por espécies exclusivas de Mata Atlântica associadas a elementos da Mata Semi-Caducifólia do Planalto. Tal fato confere à Cantareira um caráter de transição entre a Mata Atlântica e a Mata de Planalto (KRONKA et al. 2005).

Santos et al. (2005) afirma ser a água um dos elementos físicos mais importantes da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, interferindo na vida vegetal e animal, a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem. Encostas, topos e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbanos, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes das bacias de drenagem.

A Serra da Cantareira e as Serras Isoladas possuem grande riqueza de mananciais, sendo da região o abastecimento de 60% de São Paulo, porém a área do parque atualmente, praticamente não contribui diretamente com o abastecimento, isto ocorre porque quando os reservatórios Engordador (construído em 1907) e Cabuçu (1920) tornaram-se obsoletos, o governo da época optou por investir no imenso Sistema Cantareira que abrange os Reservatórios de Paiva Castro, Atibainha e Jaguari (MAZZEI, 2007).

#### 4.1.4 Unidades de Conservação na área de estudo

A criação de áreas protegidas no Brasil é um fenômeno recente, que se consolidou apenas na primeira metade do século XX, com o intuito de preservar áreas com características naturais e culturais singulares, assim como difundir na sociedade a importância da conservação ambiental (SÃO PAULO, 2000).

Atualmente o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, define os critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação no Brasil de forma integrada, visando a contribuir para a manutenção e restauração da diversidade biológica dos ecossistemas naturais, promover o desenvolvimento sustentável e proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica (BRASIL, 2000).

De acordo com o SNUC as Unidades de Conservação são divididas em Unidades de Conservação de Uso Sustentável, nas quais se deve compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de seus recursos naturais, e as Unidades de Conservação de Proteção

Integral, que visam à preservação da natureza, sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais.

Através do Decreto nº 55.662, em 30 de Março de 2010, o governo do Estado de São Paulo criou novas unidades de conservação na porção norte do Estado, com o objetivo de ampliar o sistema de áreas protegidas na região e compor, conjuntamente com o Parque Estadual da Cantareira, o maior remanescente florestal protegido de toda a Região Metropolitana de São Paulo, o Sistema de Áreas Protegidas do Contínuo da Cantareira (SÃO PAULO, 2010)

Estas novas Unidades de Conservação correspondem ao Parque Estadual de Itaberaba, o Parque Estadual de Itapetinga, a Floresta Estadual de Guarulhos e o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande, que possuem uma área de aproximadamente 29 mil hectares e abrangem os municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Nazaré Paulista, Arujá, Guarulhos e Santa Isabel (SÃO PAULO, 2010).

Dentro do polígono de estudo encontram-se duas Unidades Estaduais de Conservação, o Parque Estadual de Itapetinga, e o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande, as quais abrangem a área parcial de quatro municípios: Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, e Nazaré Paulista.

O Parque Estadual de Itapetinga possui 10.190 ha, abrange os municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã e Nazaré Paulista e tem como objetivo proteger a biodiversidade e os recursos hídricos da região norte-nordeste da Serra da Cantareira. O Monumento Natural Estadual da Pedra Grande apresenta uma área de 3.297 ha, tendo como principal objetivo a preservação dos atributos bióticos, abióticos e cênicos do maciço da Pedra Grande. (SÃO PAULO, 2010).

#### 4.2 Bases de dados mapeados

A base de dados utilizadas nesse trabalho foram adquiridas por meio do projeto BIOTA /FAPESP (2008), na escala 1: 50.000. Os mapas temáticos foram usados para a coleta de informações sobre hidrografia, estradas, áreas urbanas, e reflorestamento (eucaliptos e pinus), e utilizados na análise em um escala menor de 1:150.000, em decorrência do tamanho da área do polígono de estudo (aproximadamente 42.600 hectares) e dos objetivos pretendidos por essa pesquisa.

Na análise dos fragmentos florestais foi utilizado o mapeamento realizado pelo Instituto Florestal entre 2008 e 2009 (e retificado em 2010), na escala 1:30.000, também

utilizado em uma escala menor de 1:150.000. Foram utilizadas também informações sobre Áreas de Proteção Permanente, criadas no software ArcGis 10 por meio de um buffer ao longo dos rios com 30 metros de largura, outro nas nascentes com 50 metros, e um de 15 metros ao longo da represa.

Para auxílio das análises e definição de estratégias e áreas prioritárias para a conservação e para a manutenção da conectividade na região foi utilizada imagem do satélite ALOS de 10 metros de resolução, adquiridas pelo sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2).

#### 4.3 Procedimentos e análises

A definição dos remanescentes florestais mais importantes para o estabelecimento dos corredores estruturais e funcionais será determinada a partir dos critérios avaliados pelos índices quantitativos (métricas da paisagem). A análise dos fragmentos foi feita com base no mapa feito pelo Instituto Florestal entre 2008 e 2009 (retificado em 2010), o qual inclui três classes temáticas: Floresta Ombrófila Densa, Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Secundária), e Várzea (herbáceo- arbustivas).

Levando-se em conta que as APPs são elementos de conexão que deveriam existir ao longo dos rios, entre um dos objetivos para proteger a biodiversidade de uma região foram criados por meio do software ArcGis 10 um buffer ao longo dos rios com 30 metros de largura, outro nas nascentes com 50 metros, e um de 15 metros ao longo da represa. Depois os buffers de diferentes larguras foram unidos em um único shape com as ferramentas “merge” e “union”.

Os índices ou métricas da paisagem para os fragmentos foram criados no software ArcGis 10.0 (ESRI) por meio das extensões V-LATE e Patch Analyst, os quais permitem entre outras a determinação das métricas de área e densidade, forma e borda. Os índices foram calculados em nível de classe de acordo com o mapeamento do Instituto Florestal e tabulados. Por fim, a partir da base de dados de mapeamento disponíveis em conjunto com os resultados quantitativos analisados, foram mapeados os a fragmentos escolhidos como prioritários como áreas prioritárias para a manutenção e restauração dos fragmentos florestais de Mata Atlântica remanescentes na região entre o Complexo da Cantareira e o município de Nazaré Paulista.

Após definidas possíveis áreas para hotspots de conservação foi traçada uma análise da viabilidade dessa implantação a partir da base de dados coletadas do projeto BIOTA

/FAPESP (2008), o qual inclui mapas temáticos sobre hidrografia, estradas, áreas urbanas, e reflorestamento. Além dos mapas temáticos citados anteriormente, também foi levada em consideração na análise a imagem ALOS georreferenciada da região de estudo, com resolução de 10 metros. As imagens AVNIR-2 apresentam grande potencial de uso para mapeamento temático devido à sua capacidade multiespectral e à resolução espacial de 10 metros.

As áreas para hotspots de conservação foram determinadas a partir do índice de proximidade calculado pela ferramenta V-LATE, utilizando um raio de 2000 metros como parâmetro. Este valor de 2000 m foi escolhido com base no estudo de Lyra-Jorge et al. (2010), que observou que para mamíferos carnívoros de médio e grande porte a escala de 2 km foi a mais adequada para explicar a riqueza e frequência de ocorrência dos organismos. Os valores gerados foram editados na ferramenta “Field Calculator” do “Attribute Table”, adquirindo-se o Logarítmo de cada fragmento para o índice de proximidade (LogProx). Novamente por meio da ferramenta “Field Calculator” os valores LogProx foram divididos pelo maior valor encontrado após procedimento anterior, gerando novo índice, o qual varia de 0 à 1, e indica o índice de conectividade para cada fragmento. Após todos esses procedimentos foi elaborado um mapa temático de cinco classes, em graduação vermelho à verde, indicando os fragmentos de maior e menor conectividade funcional.

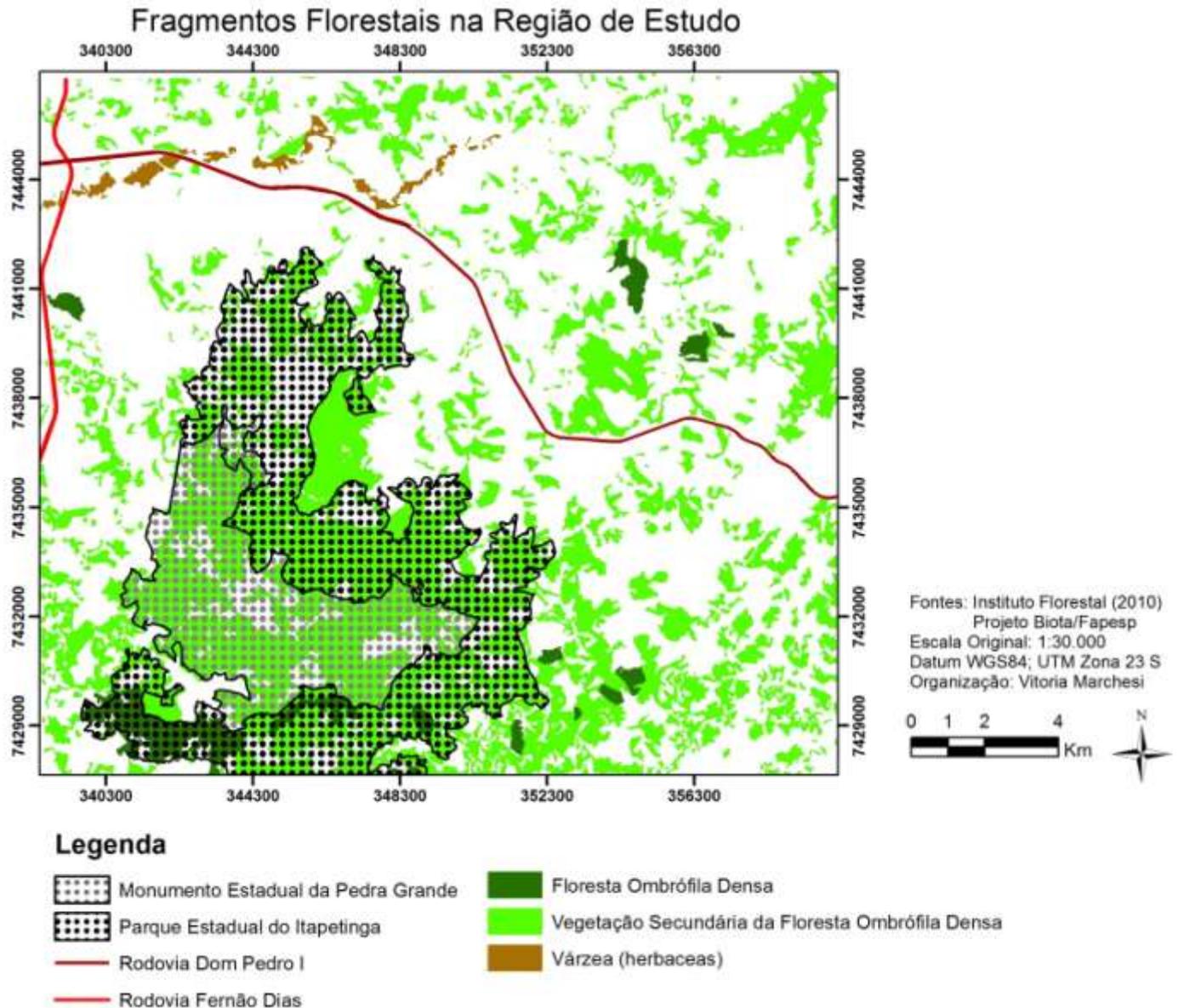
## 5. RESULTADOS

A partir da análise do mapa temático de fragmentos florestais (Figura 2), elaborado pelo Instituto Florestal em 2010, é clara a concentração de poucos fragmentos originais (Floresta Ombrófila Densa) do bioma Mata Atlântica na porção sudoeste da região de estudo, local onde se encontra o município de Mairiporã, e o Parque Estadual do Itapetinga. Alguns desses fragmentos de Floresta Ombrófila Densa encontram-se nos municípios de Nazaré Paulista (maior parte), Bom Jesus dos Perdões, e Atibaia.

A classe de fragmentos Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila é aquela mapeada em áreas originalmente pertencentes à Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e tem como característica principal a presença de regeneração de espécies típicas, formadas por um conjunto de formas de vida que ocupam, após a devastação, os terrenos florestais, apresentando elevada importância para a biodiversidade local.

A Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila é a classe que mais apresenta fragmentos, com variados tamanhos e distribuição. A grande concentração desses fragmentos

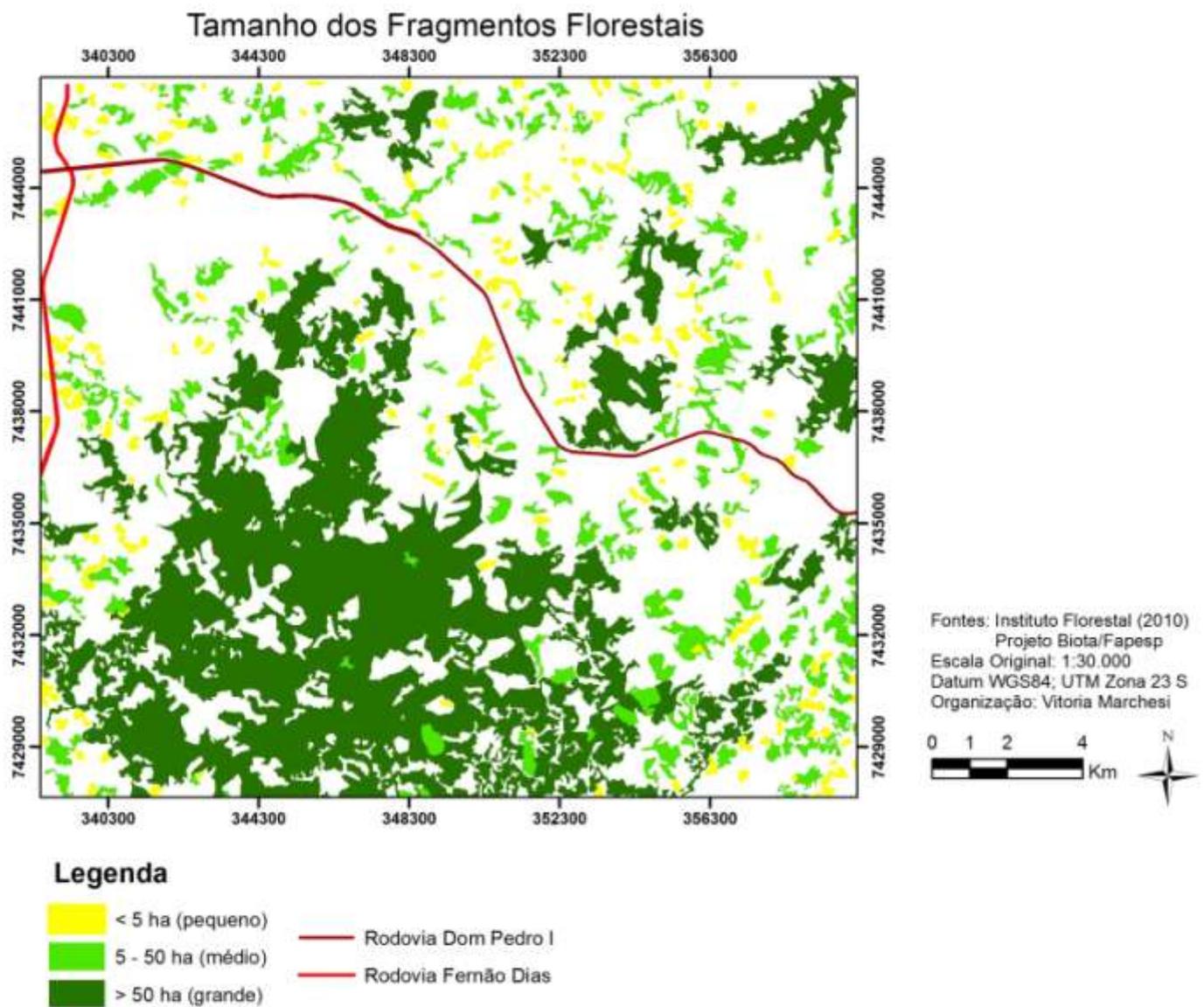
e seus elementos de maiores extensões encontram-se a sudoeste da região de estudo, coincidindo com as Unidades de Conservação presentes na região de estudo.



**Figura 2:** Fragmentos Florestais da região de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista. Fonte: Inventário Florestal 2010 - Instituto Florestal, escala original 1:30.000.

A classe dos fragmentos de várzea, representada por um estrato herbáceo denso e um arbustivo disperso (vegetação de porte baixo) é um tipo de vegetação que apresenta elevada importância como elemento matriz na transição de elementos da fauna entre fragmentos de vegetação mais densa. Outra de suas características é suportar inundações periódicas por estar

situado nas baixadas que margeiam os rios. Dessa maneira, a ocupação inadequada destas áreas pode acarretar em variados danos, assim como um desequilíbrio ambiental, uma vez que pode ser alterada a composição dos solos, da fauna e flora, bem como os corpos hídricos que ficam sujeitos ao assoreamento e à contaminação das águas.



**Figura 3:** Classe de tamanho dos fragmentos florestais dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista

De acordo com a Figura 3, a maior parte dos remanescentes de mata secundária presentes na porção norte da região de estudo apresenta-se muito fragmentada, e agrupa-se entre os fragmentos de pequeno e médio porte, significando que essas áreas estão pouco conservadas, pois, de acordo com Forman e Godron (1986) a riqueza da biodiversidade

diminui quando a área do fragmento fica menor do que as áreas mínimas necessárias para a sobrevivência das populações, e essas áreas mínimas têm valores muito diferentes entre si dependendo de cada espécie.

O uso das métricas de paisagem foi feita com base no mapa de fragmentos florestais do Instituto Florestal, utilizando as três classes delimitadas para a vegetação. Os resultados obtidos encontram-se na Quadro 1, gerados com o objetivo de obter-se o número de fragmentos existentes, a área ocupada por cada classe, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato de tais fragmentos e os índices de borda.

É interessante notar a presença de fragmentos médios de Floresta Ombrófila Densa (entre 5 e 50 hectares) no meio de fragmentos maiores de vegetação secundária, dessa maneira esses fragmentos de Mata Atlântica original podem estar exercendo papel de “ilhas” de biodiversidade em meio a uma matriz de vegetação secundária.

GRUPO	ÍNDICES	UNIDADE	Vegetação Secundária	Vegetação de várzea (herbáceas)	Floresta Ombrófila Densa
Área/Densidade/ Tamanho	NP	adimensional	506	21	14
	CA	hectare	14.527,5	258,6	902,2
	MPS	hectare	28,7	12,3	64,4
Borda	TE	metro	1.476.756	45.287,5	68.064,7
	ED	metro/hectare	94,1	2,9	4,3
Forma	MSI	adimensional	1,7	1,8	1,66
	MPFD	adimensional	1,3	1,3	1,2

**Quadro 1:** Tabela com os resultados dos índices da paisagem utilizados: NP (número de fragmentos); CA (área da classe); MPS (tamanho médio dos fragmentos); TE (total de bordas); ED (densidade das bordas); MSI (índice de forma médio); MPFD (dimensão fractal média da mancha).

O mapeamento das áreas de florestas possibilitou contabilizar 541 fragmentos florestais em toda área representativa do limite do polígono de estudo. Esse número corresponde a uma área de 15.688 ha de remanescentes florestais, inserida em uma área total

de 42.642 ha, correspondendo a aproximadamente 36,8% de vegetação. A classe representada pela Floresta Ombrófila Densa possui 14 fragmentos, a Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa apresenta os maiores valores absolutos de fragmentos com 506 contabilizados, e a classe de Várzea (herbáceo-arbustiva) possui 21 fragmentos.

O maior fragmento florestal encontrado possui 4.020 ha (Figura 4), e grande parte dele situa-se dentro das duas Unidades de Conservação presentes na área: Parque Estadual de Itapetinga e o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande. Esta extensa área com cobertura florestal nativa e secundária faz parte de um corredor ecológico importante e possibilita a preservação e a restauração da biodiversidade, facilitando a movimentação da fauna, o fluxo gênico e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que as possibilitadas pelos fragmentos médios (entre 5 e 50 ha).

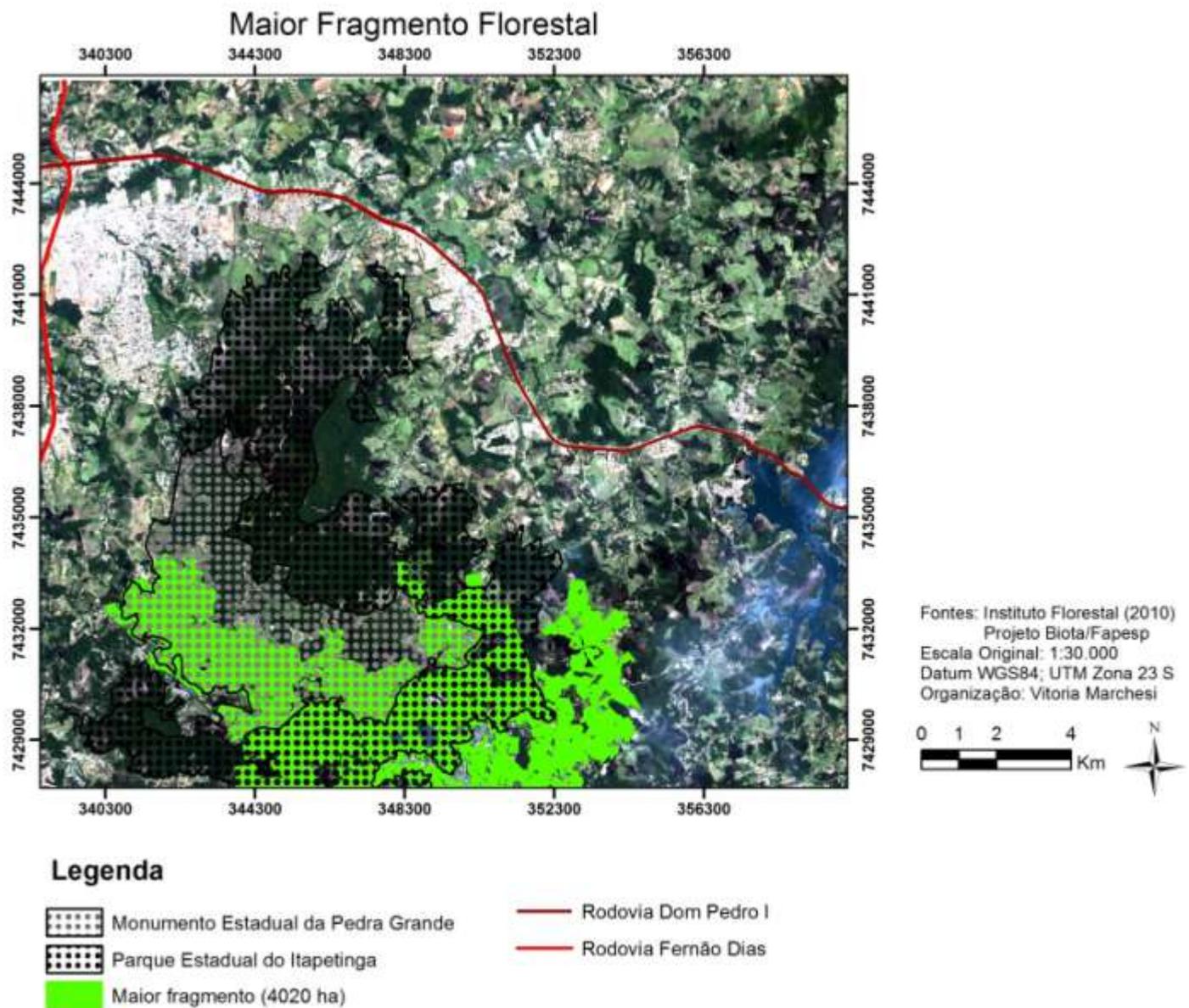
O tamanho médio dos fragmentos (MPS) apresenta o maior valor para a classe Floresta Ombrófila Densa: 64,4 ha, representando que esses fragmentos em comparação com as outras classes apresenta maior tamanho médio. A Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa apresentou o segundo maior valor para MPS: 28,7 ha em média, por seus fragmentos terem consideráveis quantidades de grandes e pequenos fragmentos. Os fragmentos de Várzea (herbáceo-arbustivas) são pequenos e apresentaram apenas 12,3 ha para MPS. Tal resultado é positivo no sentido de indicar que os poucos fragmentos restantes da Mata Atlântica original apresentam-se em média maiores do que os fragmentos das outras classes.

As métricas de borda revelaram menor valor do total de borda (TE) para a classe dos fragmentos de Várzea (herbáceo-arbustivas), com 45.287 metros, enquanto os fragmentos de Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa apresentaram o maior valor total de bordas: 1.47 milhão de metros, e a classe de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa foi constituída de um total de borda de 68.064 metros.

O índice de densidade de borda (ED) comprovaram os valores citados anteriormente, com os seguintes resultados: 94,1 m/ha (Floresta Secundária); 2,9 m/ha (Várzea); e 4,3 m/ha (Floresta Ombrófila). A métrica de relação perímetro/área (ED) tem estreita relação com o efeito de borda, pois quanto maior a relação de perímetro sobre a área, maior é a exposição da mancha em relação ao contexto onde ela está inserida, ou seja, maior é o contato dos fragmentos com áreas do seu entorno. Nesse caso, os fragmentos de Floresta Secundária encontram-se muito mais sujeitos ao efeito de borda.

As métricas de forma exigem a adoção de uma paisagem padrão para efeito de comparação, e nesse sentido, a forma dos fragmentos foi comparada ao formato de um

quadrado para o cálculo da razão perímetro/borda, sendo os valores de índice de forma mais próximos de um, ligados a formatos mais regulares. A comparação dos valores de índice de forma médio (MSI) das classes dos fragmentos florestais revela que os fragmentos de Floresta Ombrófila Densa apresentam formato mais regular, com um valor de MSI de 1,7, enquanto a classe de Vegetação secundária apresenta índice de 1,7 e a classe de Várzea 1,8, sendo estas duas últimas mais irregulares, e por consequência mais afetadas pelo efeito de borda.



**Figura 4:** Áreas-fonte (hotspots de conservação) localizada nos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista

Para Turner e Ruscher (1988) a dimensão fractal é a maneira mais correta de quantificar a influência da borda sobre a paisagem, os valores adquiridos se aproximam de 1 para formas com perímetros simples e chega a 2 quando as formas são mais complexas. Os valores na tabela para a dimensão fractal das manchas mostram os seguintes índices: 1,33 para a Floresta Secundária; 1,32 para a Várzea (herbáceas), e 1,27 para a classe de Floresta Ombrófila Densa. De acordo com esses resultados, é possível concluir que pelo mapeamento do Instituto Florestal, as manchas apresentam formas mais regulares do que irregulares, fato positivo, pois de acordo com Valente (2001) fragmentos de floresta com forma irregular têm mais chances de apresentar maior efeito de borda, principalmente os de menor área, devido a sua maior interação com a matriz. E com o aumento do efeito de borda tem-se, proporcionalmente, a diminuição da área central desses fragmentos, o que em curto, médio ou longo espaço de tempo influenciar na qualidade da estrutura desses ecossistemas (PIROVANI, 2010).

Juntamente a esses índices da paisagem destacados, os mapas temáticos apresentados a seguir também possibilitam uma visão importante da região. Como pode ser observado na Figura 5, duas rodovias importantes cruzam a região de estudo, a Rodovia Fernão Dias e a Rodovia Dom Pedro I. Esta última atravessa áreas urbanas das cidades de Atibaia (maior aglomeração urbana), passando por Bom Jesus dos Perdões, e indo em direção à represa do Atibainha. A Rodovia Fernão Dias também cruza a aglomeração urbana de Atibaia, indo em direção à Mairiporã.

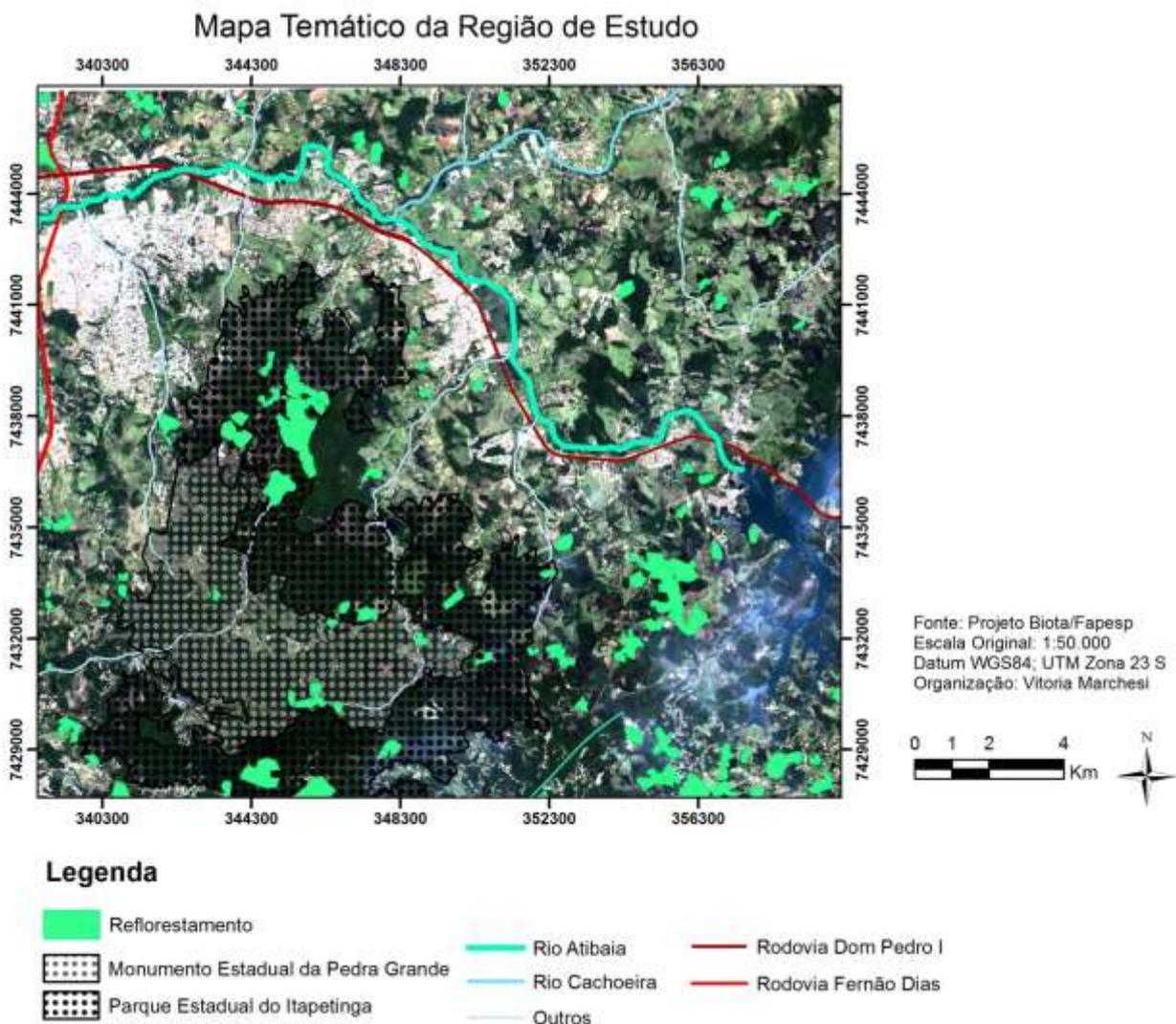
O rio mais importante da região é o Rio Atibaia, o qual forma-se pela confluência dos rios Cachoeira e Atibainha em Bom Jesus dos Perdões. Verifica-se que o rio Atibaia tem ao seu redor, na altura entre Atibaia e Bom Jesus dos Perdões, fragmentos médios (entre 5 e 50 hectares) de vegetação de Várzea (herbáceas), entremeados por médios e pequenos (menores do que 5 hectares) fragmentos de Vegetação Secundária, os quais encontram-se espalhados pela matriz formada pela urbanização.

O rio Cachoeira nasce no estado de Minas Gerais e juntamente a outros rios para formar o rio Atibaia, próximo à tríplice divisa entre os municípios paulistas de Bom Jesus dos Perdões, Atibaia e Piracaia, próximo à rodovia D. Pedro I. A Represa Atibainha, a qual abriga uma pequena usina, é formada pela catação das águas do Rio Atibaia, e abrange grande parte do município de Nazaré Paulista.

De acordo com a pesquisa de Almeida e Hoefel (1999) a Região Bragantina vem passando por um intenso processo de industrialização e de desenvolvimento turístico ao longo dos anos, acarretando efeitos negativos diversos para os recursos hídricos regionais, fato

comprovado pela imagem do satélite ALOS inserida na Figura 5, na qual fica evidente a presença de aglomerações urbanas médias e grandes ao longo principalmente do Rio Atibaia, e em menor escala do Rio Cachoeira, mais a norte.

Onde estão presentes essas aglomerações há um grande “espaço vazio” de remanescentes florestais, evidenciando o efeito danoso da urbanização para a manutenção dos fragmentos e consequentemente da biodiversidade. Esse “espaço vazio” separa os maiores fragmentos florestais encontrados dentro (e ao redor) das Unidades de Conservação e os pequenos e médios fragmentos os quais estão mais ao norte da área de estudo, causando efeito negativo para a conectividade desses remanescentes.



**Figura 5:** Unidades de Conservação, rodovias e hidrografia dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista. Fonte: Projeto Biota/FAPESP.

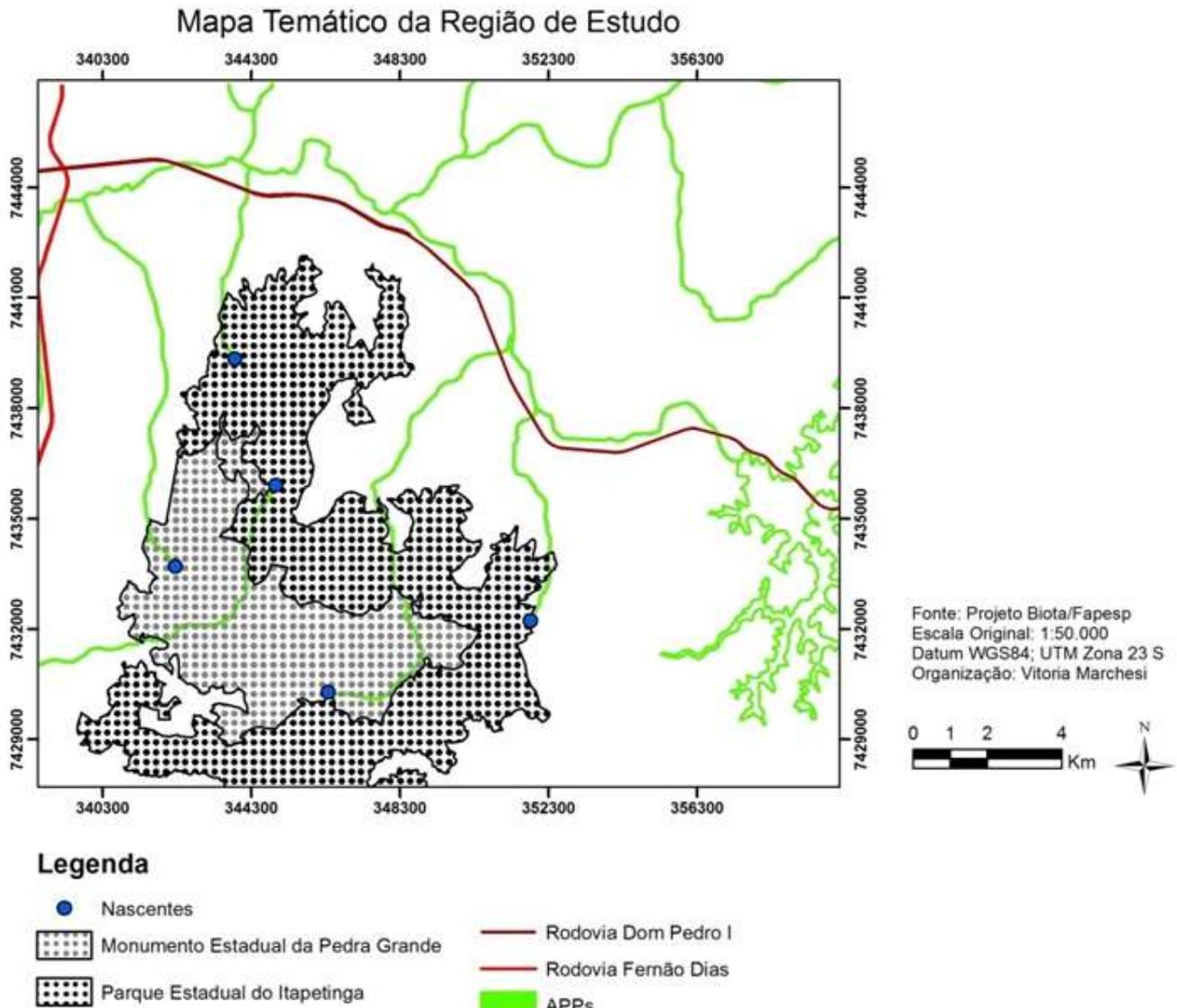
Os reflorestamentos (Pinus e Eucaliptos) apresentam-se esparsamente espalhados por toda a região de estudo, com uma maior concentração ao redor das Unidades de Conservação e a sul da Represa do Atibainha. Apesar de não abrigar grande biodiversidade, essa forma de ocupação do solo tem efeito positivo sobre a vegetação nativa, uma vez que atenua o efeito de borda em fragmentos florestais, podendo representar um grande benefício para a conservação desses fragmentos florestais.

Comparando a Figura 2 com a Figura 5 é possível perceber que remanescentes importantes de Floresta Ombrófila Densa situam-se na região próxima à Represa do Atibainha, assim como numerosos fragmentos médios e pequenos de Vegetação Secundária e áreas de reflorestamento, demonstrando ser esse um local que deveria ser considerado como uma área prioritária para a manutenção da biodiversidade.

A Figura 6 mostra um segundo mapa temático da região de estudo, dando ênfase às Áreas de Proteção Permanente (APPs). De acordo com o que já foi exposto pelas análises das outras figuras, a Figura 6 mostra um bom estado de conservação das APPs que se encontram ao redor de rios que nascem e passam pela área abrangida pelas Unidades de Conservação. Assim como as APPs delimitadas ao redor das nascentes, preservadas as que se encontram dentro das Unidades de Conservação.

O Código Florestal Brasileiro de 1965 determina uma série de larguras mínimas de áreas de proteção permanente (APPs) ao longo de cursos d'água, reservatórios e nascentes. De acordo com Metzger (2010) para a maioria das espécies de plantas e vertebrados, a faixa de no mínimo 30 m ao lado de cursos d'água geralmente não é suficiente para assegurar a manutenção dessa biodiversidade em longo prazo e promover a conectividade da paisagem por dois motivos principais: o efeito de borda e a redução de hábitat.

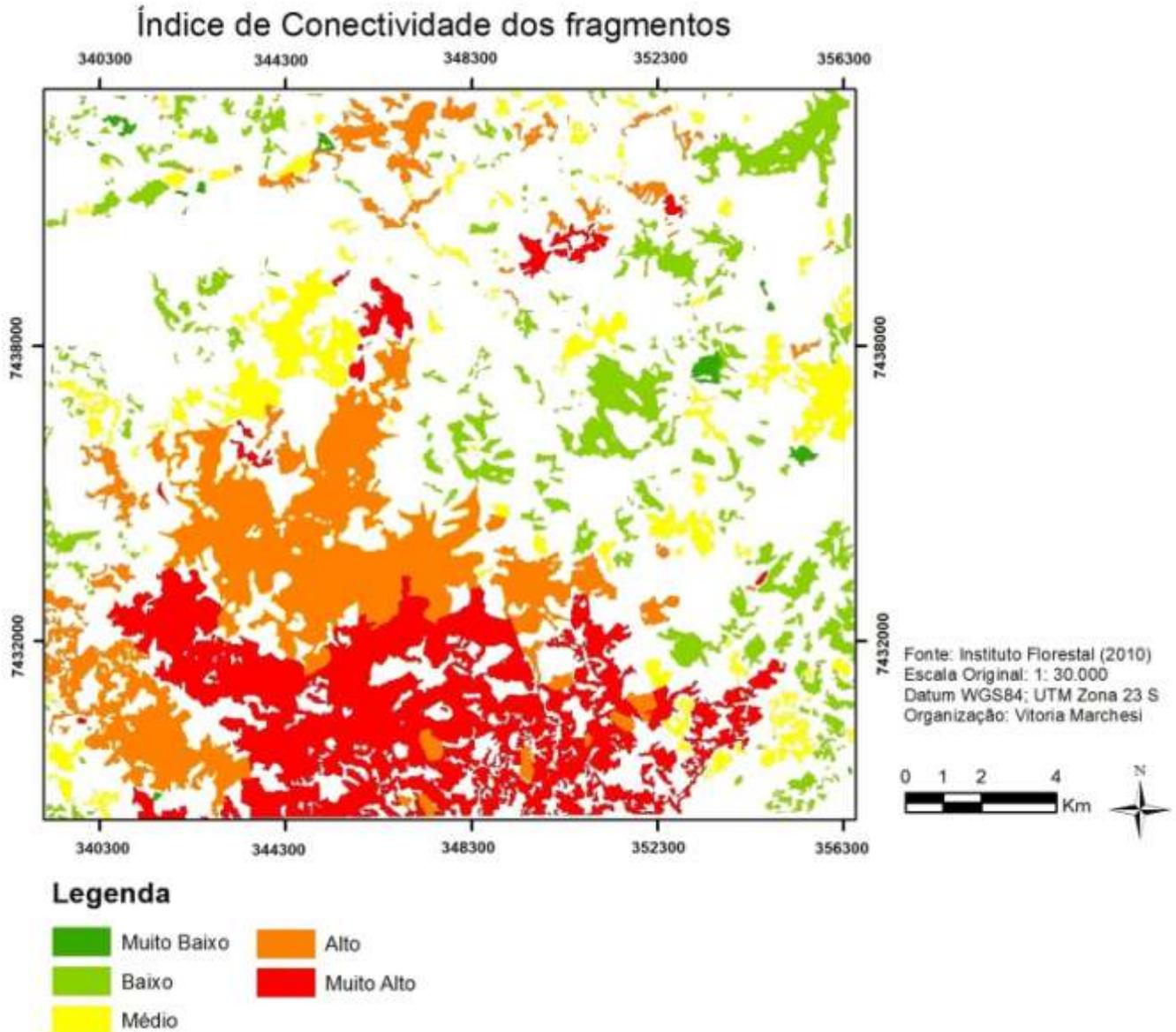
Porém, como todos os rios que nascem dentro das Unidades de Conservação deslocam-se no sentido do Rio Atibaia, vão de encontro às aglomerações urbanas, as áreas de APPs caminham junto a esse traçado, e por isso tem sua vegetação ripária intensamente desmatada, ou até mesmo suprimida. Acrescenta-se a essa situação o fato de as rodovias Fernão Dias e D. Pedro I representarem verdadeiras barreiras à transposição da fauna pela matriz, sendo mais grave o caso da segunda rodovia, a qual atravessa em diversos pontos as APPs dos rios afluentes do Atibaia.



**Figura 6:** Mapa Temático incluindo nascentes, APPs, rodovias, e Unidades de Conservação de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista. Fonte: Projeto Biota/FAPESP.

O mapa temático presente na Figura 7 foi construído a partir dos índices de proximidade adquiridos pelo V-LATE (e manipulados na “Field Calculator” do “Attribute Table”) e é útil no sentido da delimitação de hotspots de conectividade. Pela análise do mapa pode-se perceber que os fragmentos presentes na região sudoeste e central da área de estudo, principalmente aqueles situados dentro das Unidades de Conservação e em seus arredores, são de maior importância para se manter a conectividade, uma vez que se destacam tanto em tamanho, quanto proximidade entre outros elementos de ligação da paisagem. Os menores (e mais isolados) fragmentos, concentram-se a norte, onde encontram-se as mais significativas

aglomerações urbanas da área de estudo, fato que oferece obstáculos à conectividade entre os menores e maiores fragmentos.



**Figura 7:** Mapa temático do índice de conectividade calculado pelo V-LATE para municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Mairiporã, Piracaia, e Nazaré Paulista. Fonte: Instituto Florestal.

Segundo Metzger (1999) o índice de isolamento ou proximidade explica apenas uma pequena parte da variância da riqueza de espécies, mas essa relação é em geral significativa. Pois se isolado o fragmento age negativamente na riqueza ao diminuir a taxa de imigração, ou recolonização das variadas espécies. Porém aquelas que conseguem se manter em fragmentos

isolados tendem a se tornar dominantes e dessa maneira, a diversidade do fragmento diminui por uma redução da riqueza e da equabilidade biológica. Dentre as diversas estratégias para o aumento da conectividade entre os fragmentos, destaca-se o estabelecimento de corredores em matas ciliares e o aumento da porosidade da matriz.

## 6. DISCUSSÃO

O estudo do Ministério do Meio Ambiente sobre Áreas Prioritárias para a Conservação no Brasil ressalta que a conexão entre fragmentos é fundamental para a persistência das populações de plantas, pois contribui decisivamente para o fluxo de genes entre populações, que ocorre por intermédio da dispersão de propágulos e pólen. Portanto, áreas conectando os fragmentos antrópicos, ou mesmo pequenos fragmentos e plantas isoladas, podem contribuir para o fluxo de genes (MMA, 2002).

Segundo Ribeiro et al. (2009) pesquisas apontam que os maiores fragmentos devem ser priorizados nas ações de conservação, tanto para garantir a manutenção desses fragmentos, como para o restabelecimento da conectividade destas áreas com os demais remanescentes. Hill & Curran (2003), em sua pesquisa sobre os efeitos da área, forma e isolamento na diversidade de espécies florestais em fragmentos, constataram que esses fatores influenciavam a diversidade de espécies arbóreas, assim grandes fragmentos continham o maior número de espécies e as maiores proporções de espécies raras, e fragmentos irregulares continham em sua regeneração grande proporções de espécies pioneiras.

Nesse sentido devem ser consideradas como áreas prioritárias para conservação aquelas representadas pelos maiores fragmentos, encontradas dentro das Unidades de Conservação (Parque Estadual de Itapetinga, e Monumento Estadual da Pedra Grande) e em seu entorno.

Assim destaca-se a elevada importância na preservação dos fragmentos de maior área, tanto para os hotspots de conservação, como para os de conectividade. Forman e Godron (1986) reafirmam a importância dos grandes fragmentos para a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala, porém juntamente com Ribeiro et al (2009) destacam a importância que os pequenos remanescentes também possuem ao cumprirem funções relevantes ao longo da paisagem, podendo funcionar como elementos de ligação, ou como trampolins ecológicos (stepping stones) entre grandes áreas.

Os pequenos fragmentos presentes na porção sudeste, a sul da Represa do Atibainha, e ao longo da mancha de aglomeração urbana próxima ao Rio Atibaia têm elevada importância para se manter a conectividade entre os fragmentos e assim criar uma rede de conexões entre maiores, médios, e menores fragmentos, dessa forma esses locais também podem ser considerados como áreas prioritárias de conservação.

A conexão entre fragmentos nem sempre precisa ser física, pois o fluxo de genes pode ocorrer também entre áreas disjuntas, através de outros fragmentos, de grupos de plantas e mesmo de plantas isoladas na matriz. (MMA, 2002). A matriz representa o tipo de elemento com maior conectividade e que ocupa a maior extensão na paisagem e que, por esse motivo, tem maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

Para Sanderson et al. (2003) um corredor de biodiversidade compreende uma rede de áreas protegidas entremeadas por áreas com diferentes graus de interferência humana, no qual o manejo é integrado para ampliar a possibilidade de permanência de todas as espécies, a manutenção de processos ecológicos e evolutivos e o desenvolvimento de uma economia regional baseada no uso sustentável dos recursos naturais.

O isolamento de remanescentes de habitats é uma das consequências da fragmentação, porém, quando grandes áreas contínuas são subdivididas, os pequenos fragmentos resultantes acabam isolados por uma nova forma de uso da terra, dessa forma diferentes tipos de uso da terra atuam como diferentes filtros no movimento de animais através da paisagem. Dentro desse contexto alguns usos da terra possuem pequena resistência ao movimento, enquanto outros mostram-se ser barreiras efetivas de larga importância. Pois cada espécie tem sua limitação em transpor áreas abertas, como exemplo pode ser citado o caso das aves, que podem, no geral, movimentar-se entre fragmentos mesmo em situações de conectividade reduzida, dos grandes vertebrados, os quais encontram maior resistência, e dos pequenos mamíferos, os quais demonstram padrões intermediários de movimentação (FORMAN, 1995).

Mosaicos com múltiplos usos da terra em uma paisagem manejada podem permitir o movimento de populações por meio de "ligações" entre florestas próximas, ou seja, os corredores não possuem necessariamente condições de abrigar populações viáveis em um longo prazo, mas podem elevar as probabilidades de sobrevivência do conjunto de populações isoladas de uma determinada espécie (FONSECA, 2001).

Os corredores ecológicos (funcionais e estruturais) possuem qualidades que transcendem as funções de estabelecer-se vias de trânsito e intercâmbio entre populações, e

de minimizarem-se os impactos externos sobre as áreas protegidas. A estratégia de formação de corredores vem a complementar outra estratégia bastante importante que é a criação e manutenção de espaços legalmente protegidos por meio de sistemas de Unidades de Conservação, fato constatado pelos resultados obtidos no decorrer desse trabalho. Como já observado os maiores fragmentos florestais encontrados situam-se justamente na área abrangida pelas duas Unidades de Conservação presentes na área de estudo.

Levando-se em consideração a extrema importância da ligação entre fragmentos florestais remanescentes para a biodiversidade, pode-se afirmar que a redução da conectividade acaba por gerar graves impactos negativos para a fauna e flora locais, e regionais. Este impacto negativo pode ser ainda mais grave caso ocorra em Áreas de Preservação Permanente, pois tal situação divide o ambiente natural em numerosas “ilhas”, provocando a interrupção de corredores, rompendo fluxos gênicos, e por fim acarretando no empobrecimento da cadeia alimentar e na extinção de espécies (CAMPOS & COSTA-FILHO, 2006). Fato observado na área de estudo, onde em vários pontos as APPs são “interrompidas” por estradas e áreas urbanas, prejudicando a vegetação ripária.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foram encontrados no total 541 fragmentos florestais, os quais cobrem 15.688 has de uma área total de 42.642 ha, representando aproximadamente 36,% da cobertura da região de estudo. Assim o alto percentual de cobertura florestal (nativa e secundária) na área de estudo demonstra um bom estado de preservação na região abrangida pelas Unidades de Conservação e entorno, ressaltando a importância da realização de estudos e ações que beneficiem a preservação e conservação dessas áreas, e proponham a de outras menos favorecidas.

Ao longo do trabalho ficou explícita a importância tanto de grandes fragmentos, como dos pequenos, no papel que estes desempenham na manutenção da biodiversidade e da conectividade locais e regionais. Os grandes fragmentos devem ter sua preservação garantida por meio de um melhor planejamento para a conservação dos remanescentes florestais, em escala regional, contemplando essas grandes unidades da paisagem, ao mesmo tempo em que os pequenos fragmentos também sejam incluídos nessas propostas de manejo e preservação, para que não sejam extintos com o decorrer do tempo.

A degradação de grande parte dos remanescentes florestais na região norte na área de estudo é resultado de uma complexa interação entre fatores como redução da área, maior exposição ao efeito de borda e isolamento dos fragmentos, e a constante pressão antrópica atuante sobre estes. Estes fatores se manifestam e se combinam de diversas maneiras, ocasionando diferentes formas de degradação, assim os resultados apontam para a necessidade de se manejar estes fragmentos restantes (tanto os grandes como os pequenos) e as paisagens em que estão inseridos para que não haja uma perda ainda maior de biodiversidade.

A definição de estratégias para a conservação da biodiversidade nessas áreas deve ultrapassar os limites das Unidades de Conservação e levar em conta também as características e potencial de conservação nos fragmentos vizinhos, importantes pela função de estabelecer ligações entre as duas regiões. A eficiência dessas estratégias depende da correta identificação dos fatores de degradação e de alternativas viáveis para se minimizar o processo de degradação e recuperar a estrutura dos fragmentos florestais conservando assim a sua biodiversidade.

Assim, é possível se concluir que a inter-relação entre a Ecologia da Paisagem e o planejamento espacial deve ser utilizada como ferramenta para minimizar os efeitos da fragmentação através de decisões, mecanismos de gestão e políticas públicas voltadas para a preservação do meio ambiente e da sociedade como um todo.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALMEIDA, D.S. (1996) *Florística e estrutura de um fragmento de floresta atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais*. Viçosa, 91p. (Dissertação - Mestrado - UFV).

ALMEIDA, C. G. (2008) *Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná*. 74p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

ALMEIDA J., & HOEFEL, J. L.. (1999) *Áreas de Proteção Ambiental e o imaginário. O caso da Serra do Lopo*. *Gestão e Desenvolvimento, Bragança Paulista*, v.4, n.2, 1999.

BENZING, D. H. (1990). *Vascular epiphytes*. New York: Cambridge Univ. Press.

BERTRAND, G. (1968) *Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse methodologique. Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest*, v.39, n.3.

BERTALANFFY, L. von. (1993) *General System Theory. Foundations, development, applications*. New York: George Braziller, 1993, 11<sup>a</sup> ed.

BRASIL. (2000) Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. *Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*. Brasília.

CAMPOS, J. B.; COSTA FILHO, L. V. (2006) *Sistema ou conjunto de Unidades de Conservação?* In: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M. G. P.; MÜLLER, C. R. C. (Org.). *Unidades de conservação: ações para a valorização da biodiversidade*. Curitiba: IAP, v.1

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. (2001) *Landic: cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG*. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. Anais, Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistema de Informações Geográficas -USIG, 2001.

CORTESÃO, J.; BIGARELLA, J. J.; JOLY, C. A. (1991) *Mata Atlântica*. São Paulo: Index; FundaçãoSOS Mata Atlântica, 188p.

DEAN, W. (1997) *A ferro e fogo: a história da devastação da mata atlântica brasileira*. Companhia das Letras, São Paulo.

FADINI, A. A. B. (2005) *Sustentabilidade e Identidade Local: pauta para um planejamento ambiental participativo em sub-bacias hidrográficas da região bragantina*. 2005. 204p. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

FAHRIG, L. & PALOHEIMO, J. (1988). *Determinants of local population size in patchy habitats. theoretical Population Biology*, nº 34

FAHRIG, L. (2003) *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, v.34.

FARINA, A. (1998) *Principles and methods in landscape ecology*. Londres: Chapman & Hall.

FLORENZANO, T. G. (2002) *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos.

FONSECA, G. A. B. (2001) *Proposta para um programa de avaliação rápida em âmbito nacional*. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Ed.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Petrópolis: Vozes.

FORMAN, R.T.T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. (1986) *Landscape Ecology*. New York, John Wiley & Sons, 619p.

FURLAN, S. A.; MALDONADO, W.; NUNES, M.. (2009) *Corredores Ecológicos da Mata Atlântica: visão integradora do planejamento territorial no contínuo de Paranapiacaba – Estado de São Paulo – Brasil*. Revista Geográfica de América Central, Nº 43, p. 49 – 78

GLANTZ, M. H. (2007) *Aral Sea Basin: a sea dies, a sea also Rises*. *Ambio*, v. 36, n. 4, jun 2007.

GOODWIN, B.J. (2003) *Is landscape connectivity a dependent or independent variable?* *Landscape ecology*, nº 18.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (2003) *Geomorfologia e meio ambiente*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D.R.; COUSINS, S (1993). *Landscape Ecology and Spatial Information Systems*. In: HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D.R.; COUSINS, S.

Landscape ecology and spatial information systems. Bristol, Taylor and Francis.

HANSON, H. C. (1962) *Dictionary of Ecology*. Washington D.C.: Philosophical Library.

HILL, L. J.; CURRAN, P. J. (2003) Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography*, v. 30.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Mapa de vegetação do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 1 mapa, color., 79 x 95 cm. Escala 1:5.000.000.

FUNDAÇÃO FLORESTAL (2009). *Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira*. Fundação Florestal; Instituto Florestal.

LANG, S.; BLASCHKE, T.(2009) *Análise da Paisagem com SIG*. Trad. Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M de A. (1987) *Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 198 p.

LEITÃO-FILHO, H. F (1982). *Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo*. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 16A, nº1.

KRONKA, F.J.N., NALON, M.A., MATSUKUMA, C.K., KANASHIRO, M.M., YWANE, M.S.S., PAVÃO, M., LIMA, L.M.P.R., GUILLAUMON, J.R., BAITELLO, J.B. & BARRADAS, A.M.F. (2005). *Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Imprensa Oficial, São Paulo.

MCGARIGAL, K.S.A.; CUSHMAN, M.C.; NEEL, E. FRAGSTATS (2002) *Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts.

MAGNANINI, A. (1961) *A ação do homem na extinção das espécies selvagens*. Vellozia, Rio de Janeiro, nº 1.

MARTENSEN, AC., PIMENTEL, RG. AND METZGER, JP., (2008). *Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation*. *Biological Conservation*, vol. 141, no. 9.

MAZZEI, K.. (1999) *Manejo de Unidades de Conservação em Áreas Urbanas – Parque Estadual da Cantareira: discussão para incorporação de novas áreas*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, FFLCH, Departamento de Geografia. São Paulo.

MAZZEI, K.. (2007) *Corredores de Fauna na Região da Cantareira Mantiqueira: evidências geográficas*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, FFLCH, Departamento de Geografia. São Paulo.

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

MELLO-THÉRY, N. A. de; CORREIA, O. B..(2009) *Pressão Urbana em áreas de florestas: história e conflitos políticos de proteção ambiental*. Mercator – Revista de Geografia da UFC. Ano 8, Nº 16.

METZGER, J.P.(1999) *Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica*. Anais da Academia Brasileira de Ciências 71:445-463.

METZGER, J.P., GOLDENGERB, R.; BERNACCI, L.C. (1999) *Caminhos da biodiversidade*. Ciência Hoje, v.25, n.146.

METZGER, J.P; (1999) *Estrutura da paisagem e fragmentação: Análise Bibliográfica*. An. Acad. Bras. Cia.

METZGER, J.P. (2000). Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmental landscape. *Ecological Applications* 10, 1147-1161

METZGER, J.P. (2001). *O que é ecologia de paisagens?* Biota Netrop. <<http://WWW.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?tematicreview+BN00701122001>> (Último acesso em 02/09/2012)

METZGER, J.P. (2010). O Código Florestal tem base científica? *Conservação & Natureza*, Nº 8, 2010.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2000). *Avaliações de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília: MMA, 2000. 40p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. e KENT, J. (2000) *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. *Nature*, local n.403.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. (1989) *Landscape ecology: Theory and application*. New York, Spring Verlag, 356p. Série Environment Management

NETO, E. R.; BÓGUS, C. M..(2003) *Saúde nos aglomerados urbanos: uma visão integrada*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. (Série Técnica Projeto de Desenvolvimento de Sistemas e Serviços de Saúde).

PEARSON, S.M. (2002) *Interpreting landscape patterns from organism-based perspectives*. In: GERGEL, S.E.; TURNER, M.G. (Eds.) *Learning Landscape Ecology. A practical guide to concepts and techniques*. New York: Spring-Verlag.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.;ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. (2001) *Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia*. *Geografia*, v. 26, n. 1, abr. 2001

PHILIPPI JR., A., TUCCI, C.E.M., HOGAN, D. J., NAVEGANTES, R. (2000) *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora.

PIROVANI, D. B., (2010) *Fragmentação florestal e dinâmica da ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo.*

PRIMACK, R.B. (1998). *Essentials of conservation biology*. (Second Edition). Sinauer Associates, Sunderland.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. (2001) *Biologia da Conservação*. Londrina, Paraná, Ed. Vida.

RAIMUNDO, S.. (2006) *A paisagem natural remanescente na Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação SEADE, v. 20, Nº2.

RAMOS, C da S. (2005) *Visualização cartográfica e cartografia multimídia :conceitos e tecnologias* . São Paulo: Ed. da UNESP, 178 p.

REEN, D.G., KLOMP, N.I., RIMMINGTON, G.R. & SADEDIN, S. (2006). *Complexity in Landscape Ecology*, Springer, Amsterdam.

<<http://www.csse.monash.edu.au/~dgreen/books/springer>>

REIS, A., ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M (1999). *Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal*. Série Cadernos da Biosfera 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo.

REIS, L. C.; REIS, T. E. S.; ABI SAAB, O. J. G. (2008) *Caracterização da estrutura fundiária do município de Bandeirantes – PR, utilizando geoprocessamento*. Engenharia Agrícola., Jaboticabal, v.28, n.2, abr./jun.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M. M.. (2009) *The Brazilian Atlantic Forest: How Much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation*. Biological Conservation Nº 142.

RIBEIRO M.C.. (2010). *Estudo de modelos contínuos e discretos para subsidiar a estimativa de ocorrência de espécies e a seleção de áreas prioritárias para conservação em paisagens fragmentadas do Planalto Atlântico Paulista*. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Jean Paul Walter Metzger.

SANDERSON, J.; ALGER, K.; FONSECA, G. A. B.; GALINDO-LEAL, C.; INCHAUSTY, V. H.; MORRISON, K. (2003) *Biodiversity conservation corridors: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes*. Washington, DC: Conservation International.

SANTOS, D.G.; SILVA, M.K.A.; FLORÊNCIO, B.A.B.; COLESANTI, R.M. (2005) *A mudança na rede de drenagem provocada pela canalização e urbanização da microbacia do córrego São Pedro, no município de Uberlândia – MG*. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal (IF). *Programa de Manejo do Parque Estadual da Cantareira*. São Paulo: brochura, sem data. Cap. 1., Secretaria do Meio Ambiente (SMA).

SÃO PAULO (Estado) Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal (IF) (2010). *Criação de Sistemas de Áreas Protegidas do Contínuo da Cantareira: Serras do Itaberaba e Itapetinga*. São Paulo: SMA.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Estado do Meio Ambiente/IF. (2000) *Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo*. São Paulo: SMA.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Estado do Meio Ambiente/IF (2010) *Decreto Estadual nº 55.662, de 30 de março de 2010*. São Paulo, Assembléia Legislativa.

SÃO PAULO (2001). *APAs - Áreas de Proteção Ambiental Estaduais: proteção edesenvolvimento em São Paulo*. São Paulo: SMA

SOS MATA ATLÂNTICA. (2011) *Portal SOS Mata Atlântica*, Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>> Acesso em: 05 de agosto de 2012.

- SOUZA, R. C. O. S. & MARQUETE, O. (2000). *Miconia tristis* Spring e *Miconia doriana* Cogn. (Melastomataceae): anatomia do eixo vegetativo e folhas. Rodriguésia.
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES, C. A.. (2010). *Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes*. Biological Conservation, N° 143.
- TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K. & MERRIAM, G. (1993). *Connectivity is a vital element of landscape structure*. Oikos, n° 68.
- TROLL, C. (1971) *Geoforum*, v. 8, p.43-46.
- TURNER, M.G. (1990). *Spatial and temporal analysis of landscape patterns*. Landscape Ecology, v. 4, n.1.
- TURNER, M.G.; RUSCHER, C.L. (1998) *Changes in the spatial patterns of lands use in Georgia*. Landscape Ecology, v.1.
- TURNER, M. G.; GARDNER R.H. (1991) *Quantitative Methods in Landscape Ecology: An Introduction*. In: TURNER, G.M.; GARDNER R.H. *Quantitative methods in landscape ecology: The analyses and interpretation of landscape heterogeneity*. New York, Springer Verlag.
- VALENTE, R.O.A. (2001) *Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP. Dissertação* (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, USP, Piracicaba.
- VARJABEDIAN, R. (2011) *Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental*. Estudos avançados. v.24, n.68.
- VIANA, V.M (1995). *Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas*. In: *Abordagens interdisciplinares para a Conservação*

*da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo*. Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida.

VOLOTÃO, C.F.S.(1998) *Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats*. São José dos Campos: INPE, 1998.

YOUNG, A.; MITCHELL, N. (1994) *Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand*. Biological Conservation N° 67

ZOLLNER, P.A. ; LIMA, S.L. (1999). *Search strategies for landscape-level interpatch movements*. Ecology, n° 80.

ZONNEVELD, I.S. (1979) *Land Evaluation and Landscape Science*. Enschede, The Netherlands, International Institute for Aerial Survey and earth Sciences.,

---

Assinatura do Aluno



---

Assinatura do Orientador