

Revista Brasileira de Cartografia (2015) N<sup>o</sup> 67/1 169-184  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## **ANÁLISE DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM, APA DO RIO SÃO JOÃO, RJ**

*Analysis of Forest Fragmentation in Silva Jardim City, APA of River São João, RJ*

**Livia dos Santos Abdalla<sup>1,2</sup> & Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - IP/JBRJ**  
**Programa de Mestrado Profissional Biodiversidade em Unidades de Conservação**  
Rua Pacheco Leão, 2040 - Solar da Imperatriz - Horto - CEP 22460-036 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
abdalla.livia@gmail.com

**<sup>2</sup> Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz**  
**Programa Institucional Biodiversidade & Saúde - PIBS**  
Av. Brasil, 4036, sala 214, Prédio da Expansão - Manguinhos - CEP 21040-361 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
abdalla.livia@gmail.com

**<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ**  
**Departamento de Geografia**  
Av. Athos da Silveira, 274 (CCMN), Ilha do Fundão (Cidade Universitária),  
CEP 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
carlamad@gmail.com

*Recebido em 08 de Setembro, 2014/ Aceito em 12 de Novembro, 2014*  
*Received on September 08, 2014/ Accepted on November 12, 2014*

### **RESUMO**

A paisagem atual da Mata Atlântica encontra-se bastante fragmentada e desconectada. Este trabalho teve como objetivo principal a caracterização da estrutura da paisagem do município de Silva Jardim a partir das métricas (tamanho, forma, borda, área central e proximidade) dos fragmentos florestais maiores que 100 m<sup>2</sup>. Foi utilizado mapeamento em grande escala (1:10.000) referente ao ano de 2010. A partir da análise das métricas de área se identificou enorme variabilidade com relação ao tamanho dos fragmentos florestais, sendo os mesmos divididos em cinco classes proporcionais aos tamanhos observados (muito pequeno, pequeno, médio, grande e muito grande). As métricas de forma revelaram a tendência geral de fragmentos bastante irregulares, o que sugere maior vulnerabilidade quanto ao efeito de borda. As métricas de borda indicaram menores efeitos de bordas nos fragmentos médios e grandes, o que revela maior conservação da biodiversidade desses fragmentos. As métricas de área central complementam a ideia dos fragmentos florestais com tamanhos maiores estarem menos vulneráveis, visto que o tamanho das áreas centrais desses fragmentos tornam esses fragmentos ecologicamente viáveis, fazendo a compensação dos efeitos de bordas. As métricas de proximidade indicaram uma proximidade global dos fragmentos, efeito este promovido pelos fragmentos muito pequenos, o que facilita as interações ecológicas da flora e a circulação da fauna. A classe de uso da terra predominante nas áreas circunvizinhas aos fragmentos florestais, foi a pastagem, contribuindo adicionalmente para esta ter sido considerada o elemento matriz da paisagem estudada. Identificou-se que os fragmentos com dimensões menores localizam-se em áreas de baixa altimetria e declividade plana, enquanto que os maiores fragmentos são encontrados nas áreas de maior altimetria e declividade (mais montanhosa). Esse padrão de distribuição das classes de tamanho dos fragmentos é

explicado fundamentalmente pela prática de atividades agrícolas e de pecuária extensiva nas áreas mais planas e de baixada da região.

**Palavras chave:** Mata Atlântica, Fragmentos Florestais, Mapeamento em Grande Escala, Métricas da Paisagem.

## ABSTRACT

The current landscape of the Mata Atlântica in Brazil is quite fragmented and disconnected. The main objective of this study was to describe the structure of the landscape in the municipality of Silva Jardim, Rio de Janeiro State, based on metrics (size, shape, edge, central area, and proximity) of forest fragments greater than 100 m<sup>2</sup>. Large-scale mapping (1:10,000) from the year 2010 was used. Based on analysis of area metrics, the study identified huge variability in the size of forest fragments, divided into five classes, proportional to the observed sizes (very small, small, medium, large, and very large). Shape metrics revealed a general trend towards quite irregular fragments, suggesting greater edge effect vulnerability. Edge metrics indicated smaller edge effects in the medium and large fragments, which reveals greater conservation of biodiversity in these fragments. The central area metrics complement the idea that larger-sized forest fragments are less vulnerable, since the size of central areas in these fragments makes them ecologically viable, compensating for edge effects. Proximity metrics indicated an overall proximity of the fragments, an effect caused by the very small fragments, facilitating ecological interactions in the flora and circulation of the fauna. The predominant land use class in the forest fragments' neighboring areas was grazing, further contributing to the latter being considered the matrix element in the study landscape. Smaller fragments were located in low-altitude, flat areas, while larger fragments were found at higher altitudes and on steeper slopes (more mountainous). This pattern in the distribution of the fragments' sizes is basically explained by crop activities and extensive livestock grazing on the region's flatter areas and lowlands.

**Keywords :** Mata Atlântica, Forest Fragments, Large-scale Mapping, Landscape Metrics.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação resulta, em geral, em paisagens caracterizadas pela pouca diversidade de habitats e dimensões florestais reduzidas. Segundo Viana (1990) um fragmento florestal pode ser definido como uma área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou naturais (ex.: estradas, povoados, culturas agrícolas e florestais, pastagens, montanhas, lagos, represas) capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou sementes. Percebe-se assim que os padrões dos elementos que compõem a paisagem influenciam significativamente nos processos ecológicos.

A paisagem é definida como uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em perpétua evolução (BERTRAND, 1982). O conhecimento sobre o estágio de fragmentação florestal de uma paisagem, permite diagnosticar problemas atuais e direcionar políticas de gestão ambiental eficazes quanto ao manejo do local. As informações que subsidiam o conhecimento podem ser adquiridas por estudos estruturais da paisagem, que utilizam

de métricas ou índices de ecologia.

Muitas dessas métricas podem ser produzidas a partir de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O uso integrado de mapas de uso e cobertura da terra, por classificação de imagens de alta resolução espacial, com ferramentas de análise espacial, disponibilizadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), permitem a detecção dos fragmentos remanescentes, seus estágios de conservação e a identificação de usos da terra conflitantes com a legislação ambiental vigente (BRITO *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Em estudos da paisagem deve-se atentar para a escala de mapeamento do uso e cobertura da terra, visto que, dependendo da escala, alguns elementos com dimensões reduzidas, como pequenos fragmentos florestais, podem não ser identificados. Segundo Cardoso *et al.* (2009) é extremamente relevante que iniciativas de mapeamento em escalas maiores possam ser efetuadas, visando uma análise mais detalhada da fragmentação. Com a mudança de escala os resultados das métricas de fragmentação em um mesmo local, apresentam significativas diferenças. Segundo Lacoste

(2002) a “realidade” aparece diferente segundo a escala de representação e os níveis de análises.

Essa pesquisa buscou caracterizar a estrutura da paisagem do município de Silva Jardim, RJ, a partir de mapeamento de detalhe, com ênfase nas métricas dos fragmentos florestais de Mata Atlântica, considerando o ano de 2010 e a escala 1:10.000 na produção dos dados.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia para análise de fragmentação florestal correspondeu aos processos de seleção e classificação das imagens, produção das métricas, análise da fragmentação integrada com a altimetria e uso e cobertura da terra; sendo todas essas etapas descritas em sequência no texto.

### **2.1 Área de estudo**

No Sudeste brasileiro a fragmentação da Mata Atlântica já atinge estágio muito avançado e a preservação de suas áreas florestais remanescentes representa um dos maiores problemas de conservação do País (TABARELLI *et al.* 2005). No estado do Rio de Janeiro, a Mata Atlântica possui apenas uma parte da sua área (entre 11% a 20%, segundo diferentes fontes) com sua cobertura vegetal original, de sua cobertura original (Fig. 1), estando os grandes remanescentes, em sua maioria, sobre áreas montanhosas.

O município de Silva Jardim localiza-se próximo a rodovia BR-101, na região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro. Faz divisa com as cidades de Casimiro de Abreu, Nova Friburgo, Rio Bonito, Araruama e Cachoeiras de Macacu. Conta com população de 22.158 habitantes, ocupando uma área de 938,3 km<sup>2</sup> (IBGE, 2007). Quase que em sua totalidade, o município encontra-se em áreas de unidades de conservação, como a Reserva Biológica Poço das Antas criada em 1974 (destinada à preservação da Mata Atlântica e do mico-leão-dourado - *Leontopithecus rosalia*), e a APA da Bacia do Rio São João, que abrange mais da metade da área do município, dividindo espaço apenas com pequenos núcleos urbanos (Fig. 2). A APA foi criada em 2002 para proteger e preservar mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, a fim de garantir o uso racional dos recursos naturais e proteger

remanescentes da Mata Atlântica.

Nesse contexto, o município de Silva Jardim preserva mais de 30% (cerca de 340 km<sup>2</sup>) de sua cobertura florestal (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2002). Seus remanescentes florestais encontram-se totalmente inseridos no domínio da Floresta Ombrófila Densa (VELOSO *et al.*, 1991), e parte de seu território integra ainda o corredor de biodiversidade da Serra do Mar (AYRES *et al.*, 2005; ROCHA *et al.*, 2003). O município de Silva Jardim destaca-se no cenário nacional também por ser a região com mais de uma dezena de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) implementadas (CARVALHO *et al.*, 2004).

A Floresta Atlântica do município vem sendo estudada em termos florísticos e fitossociológicos<sup>1</sup>, através dos trabalhos de Borém e Oliveira Filho (2002), Carvalho *et al.*, (2006), Neves e Peixoto (2008), Christo *et al.* (2009). Essas pesquisas indicaram constatações comuns como: elevada densidade de espécies secundárias iniciais; matas em estágio sucessional secundário; predominância de árvores jovens com abundante regeneração; além de descontinuidades nas classes de maior diâmetro, sugerindo a exploração de espécies no passado.

### **2.2 Materiais**

Utilizou-se a imagem do satélite Wordview II, correspondente ao ano de 2010, disponibilizada pelo laboratório Espaço do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O satélite Wordview II possui dois sensores que operam no modo pancromático (PAN) e multiespectral (MS). A resolução espacial das imagens é de aproximadamente 0.5 m no modo PAN e 2.0 m no modo MS. A resolução radiométrica das imagens é de 11 bits. Com revisitas entre 2 a 4 dias. Utilizou-se também um Modelo Digital de Elevação (MDE), com resolução espacial de 10m, produzido a partir das bases cartográficas digitais da empresa

<sup>1</sup> Fitossociologia é o estudo das características, relações e distribuição de comunidades vegetais naturais. Os sistemas utilizados para classificar estas comunidades denominam-se sistemas fitossociológicos.

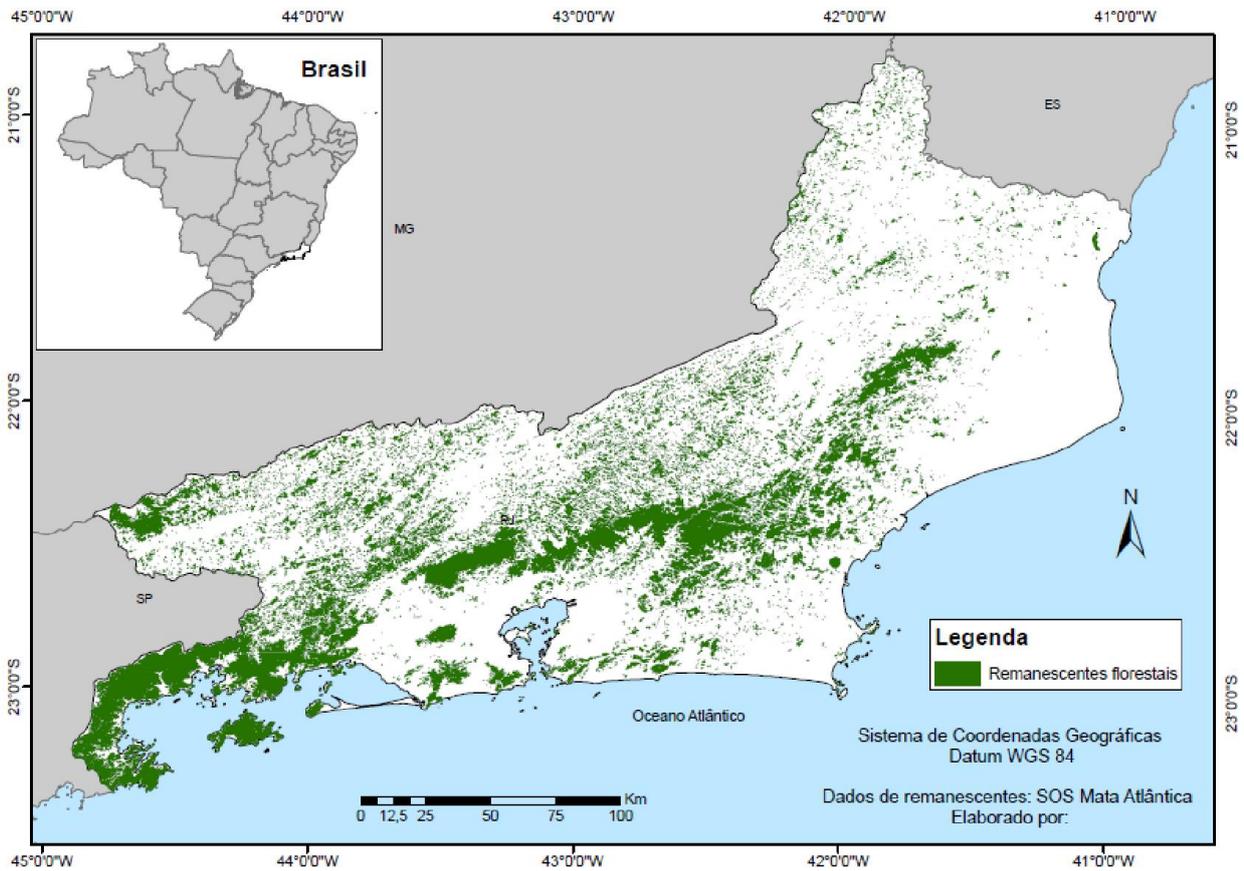


Fig. 1 - Mapa dos remanescentes florestais no Estado do Rio de Janeiro

### Município de Silva Jardim e suas unidades de conservação.

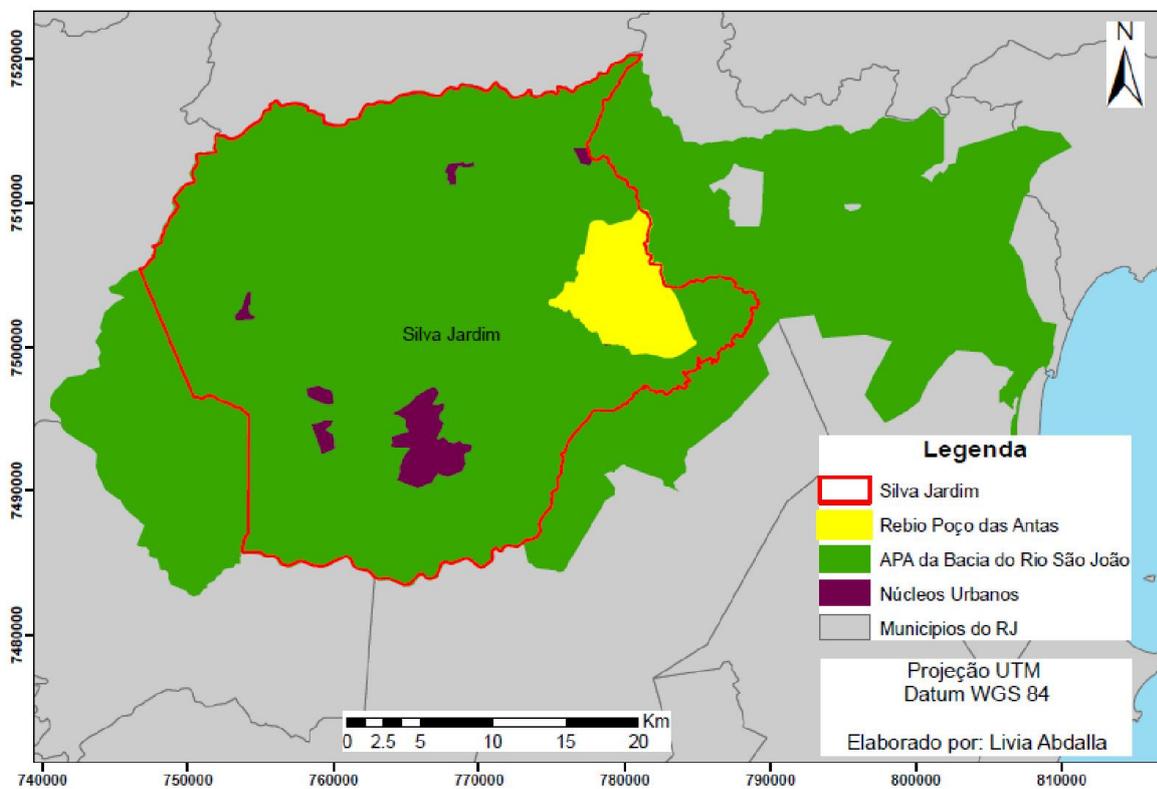


Fig. 2 - Mapa de localização de Silva Jardim e suas UCs.

de energia Ampla. Para a execução das operações digitais de classificação das imagens e de cálculo das métricas, foram utilizadas as plataformas e-Cognition 7.0, ArcGIS 10.0.

### 2.3 Classificação da imagem

Para a classificação da imagem foi adotada metodologia híbrida de classificação, na qual inicialmente a imagem foi segmentada de modo automatizado pelo algoritmo multi-resolução implementado no software eCognition. Em seguida o arquivo referente à segmentação foi exportado em formato shapefile e conduzido a ambiente SIG. No software ArcGIS, o arquivo shapefile com segmentos foi sobreposto a imagem, sendo editado através de fotointerpretação. Preencheu-se a tabela de atributos com as classes de uso e cobertura conforme a feição do terreno identificada na imagem sobreposta.

As classes de uso e cobertura da terra (tabela 1) foram definidas pela análise visual das imagens e por orientações obtidas a partir de contatos realizados com os fiscais da APA da Bacia do Rio São João.

### 2.4 Produção das métricas dos fragmentos

A partir do mapa de uso e cobertura da terra, isolou-se as classes referentes a Floresta e Vegetação Secundária, convertendo-as em uma única classe correspondente aos fragmentos florestais. Aplicou-se métricas de ecologia da paisagem para se obter o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre eles, o formato e grau de conectividade, . As métricas ou índices foram produzidos a partir da extensão Patch Analyst disponível no software ArcGIS 10.0. Buscando simplificar as análises e evitar métricas redundantes, foram utilizadas as seguintes métricas: área, densidade e tamanho, borda, forma, proximidade e área central.

Através das métricas de tamanho, obteve-se a área de cada fragmento, a área total da classe fragmentos, a porcentagem da área da classe em relação a área total da paisagem analisada, o tamanho médio dos fragmentos, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Também foi realizada a análise dos índices de ecologia da paisagem para diferentes classes de tamanho (muito pequeno, pequeno, médio, grande, muito grande), pois a escala de mapeamento permitiu identificar uma grande

Tabela 1: Classes identificadas e suas descrições.

Classe	Descrição
<b>Floresta</b>	Áreas de formações florestais em estágio de sucessão médio.
<b>Vegetação Secundária</b>	Áreas onde a vegetação florestal original foi degradada com áreas de regeneração da vegetação.
<b>Pastagem</b>	Áreas de pastagem com predomínio de gramíneas utilizadas para pecuária extensiva.
<b>Formação Pioneira</b>	Áreas de planícies de inundação fluvial com vegetação característica.
<b>Água</b>	Constituída pelos corpos hídricos principais (rios, lagos, etc).
<b>Areia</b>	Áreas com acúmulo de areia no leito dos rios, associadas a práticas ilegais de extração.
<b>Afloramento Rochoso</b>	Áreas de exposição de rochas nos topos dos morros.
<b>Solo Exposto</b>	Áreas onde não existe nenhum tipo de cobertura sobre o solo, normalmente atrelada à degradação, exploração mineral ou resposta a certos tipos de manejo, como queimadas.
<b>Agricultura</b>	Áreas de diversos tipos de cultivos (exemplo, cana-de-açúcar).
<b>Área Urbana</b>	Áreas com construções/edificações em núcleos urbanos.

diversidade de tamanho das manchas.

Foram obtidos valores de área central total, área central média, número de manchas que possuem área central, desvio padrão, coeficiente de variação do mesmo e o índice de área interior, medido em porcentagem. Para as métricas de área central, foi utilizada a distância de 100 metros da borda.

### 2.5 Análise integrada dos fragmentos com a paisagem

Para complementar as análises métricas e reconhecer alguns padrões de influências externas aos remanescentes florestais, foram relacionadas as classes de tamanho dos fragmentos com as classes de uso da terra, e com classes de hipsometria e declividade do terreno. Foram utilizadas as classes do mapeamento de uso e cobertura da terra, descrito anteriormente, sendo elas: Floresta, Vegetação Secundária, Pastagem, Formação pioneira, Água, Areia, Afloramento Rochoso, Solo exposto, Agricultura e Área Urbana.

Para as análises relacionando os tipos de uso da terra foi utilizada a função “buffer” com a distância de 200 metros sobre o limite externo dos fragmentos, a partir desse arquivo foram extraídas as classes de uso da terra que circundam os fragmentos pela função “clip”, e por último, sobre esse arquivo dos usos da terra vizinhos aos fragmentos, foi aplicada a função zonal statistics na qual foi obtido o valor da moda ou da classe modal, permitindo com isso identificar as classes com maior frequência no entorno dos fragmentos.

As classes de hipsometria e declividade foram produzidas a partir dos dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), que é a representação matemática contínua da distribuição espacial das variações de altitude numa área. O MDE foi produzido a partir da base cartográfica da empresa Ampla, adquirida em formato dwg, na qual foram devidamente selecionadas as curvas de nível com intervalos de 10 metros, e em sequência transformadas em shapefile. A partir das curvas em formato vetorial, foi possível utilizar a função Create Tin, na qual se criou a rede triangular irregular, que em seguida foi transformada em MDE pela função TIN to raster.

Do modelo digital de elevação foi extraída a declividade, corresponde ao ângulo de inclinação da superfície local, que é expresso como a mudança de elevação sobre certa distância. Esta camada foi elaborada em porcentagem, utilizando a função “Slope”. As classes de hipsometria foram estabelecidas em função complexidade e amplitude altimétrica do relevo dessa região. As classes de declividade foram separadas em quatro intervalos, adaptadas de acordo com a classificação da EMBRAPA (1979).

Para as análises relacionando classes de hipsometria e declividade foi utilizada a função “clip”, extraído do mapa de altimetria e declividade o conteúdo correspondente ao interior dos fragmentos florestais, e em seguida, aplicada a função zonal statistics na qual foi obtida a média das classes de hipsometria e declividade, sinalizando os valores de tendência central dessas classes nas áreas ocupadas pelos fragmentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo são apresentados os

resultados de classificação de uso e cobertura da imagem, os cálculos das métricas dos fragmentos florestais e a análise das métricas relacionadas com as classes de uso da terra, hipsometria e declividade da paisagem estudada.

#### 3.1 Mapa de uso e cobertura da terra

O mapa de uso e cobertura da terra do município de Silva Jardim na escala 1:10.000, referente ao ano de 2010, pode ser observado na figura 3. A tabela 2 apresenta o valor total de área das classes mapeadas.

A partir da análise do mapa se observa que a classe Pastagem representa o elemento matriz da paisagem, com 38% de área total do município, pois apresenta a maior conectividade e a maior influência no funcionamento dos outros elementos do território.

As classes de cobertura florestal (Floresta e Vegetação Secundária) correspondem juntas, ao elemento manchas ou fragmentos, totalizando 52% da área. Esta proporção em área é incomum em estudos de ecologia da paisagem, visto que os fragmentos são descritos como os menores elementos observáveis da paisagem. Entretanto, deve-se notar que existe a forte influência, principalmente por parte do fragmento florestal localizado ao norte do município, com dimensão atípica (24.206 ha), que na verdade é a continuidade de um fragmento ainda maior, e portanto é parte integrante de uma paisagem que excede o limite político-administrativo do município de Silva Jardim. Com exceção apenas deste fragmento, o elemento “fragmentos” passa a corresponder a 26,5% do total da paisagem.

As demais classes são menos frequentes e localizadas mais pontualmente no território, mas todas possuem influência e relações diretas com os fragmentos. As classes Água, Areia, Formação pioneira e Afloramento Rochoso são elementos naturais que fazem parte da dinâmica natural das florestas e algumas ainda estabelecem relações favoráveis à conservação dos remanescentes. Já as classes Solo exposto, Agricultura e Área Urbana são classes de influência e origem antrópica, que muitas vezes estabelecem condições adversas à conservação e recuperação dos fragmentos.

#### 3.2 Análise das métricas

A tabela 3 apresenta dois índices de

Uso e cobertura da terra do município de Silva Jardim em 2010

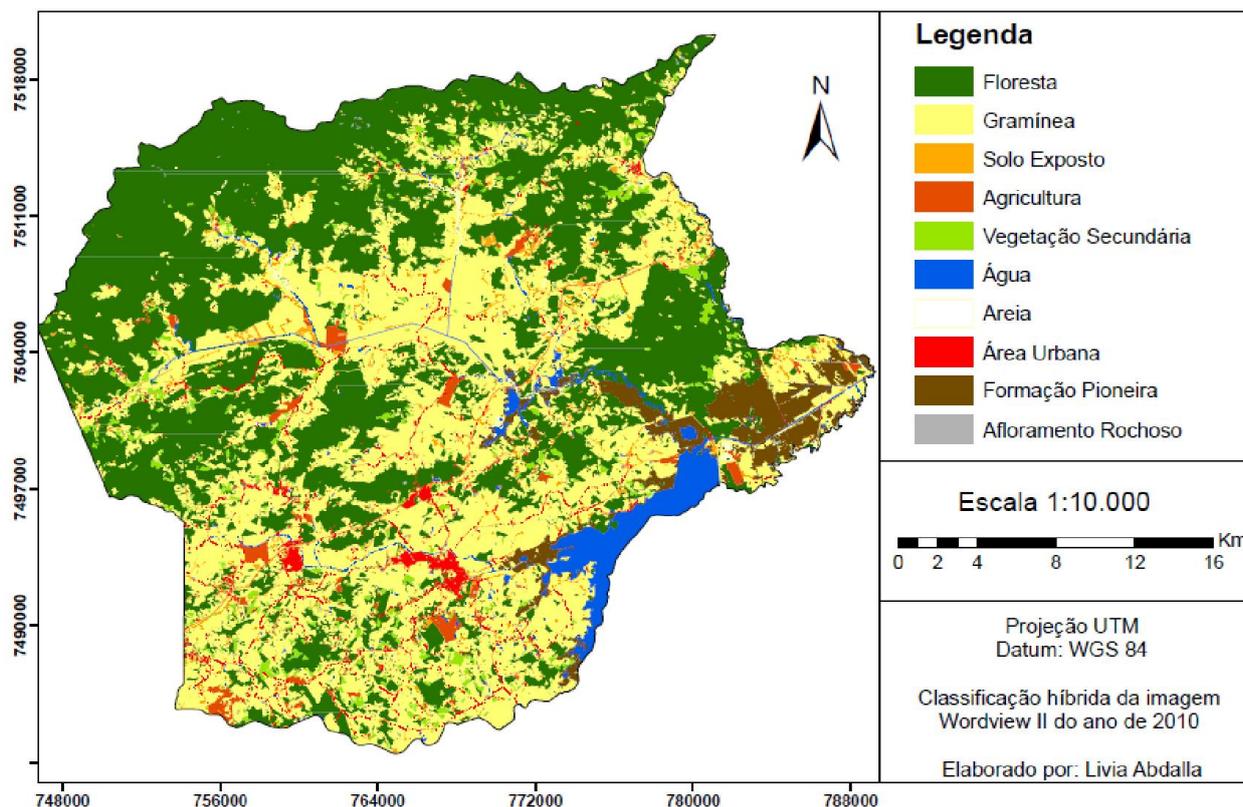


Fig. 3 - Mapa de uso e cobertura da terra do município de Silva Jardim em 2010.

Tabela 2: Áreas das classes de uso e cobertura em 2010

Classe	Área (ha)	Porcentagem (%)
Floresta	47.223,37	50,41
Pastagem	35.813,79	38,23
Solo Exposto	775,86	0,83
Agricultura	1.138,25	1,22
Vegetação Secundária	1.857,06	1,98
Água	2.724,96	2,91
Areia	73,54	0,08
Área Urbana	1.103,1	1,18
Formação Pioneira	2.947,27	3,15
Afloramento Rochoso	17,91	0,02
<b>Total</b>	<b>93.675,11</b>	<b>100</b>

ecologia da paisagem que serviram para apresentar a caracterização geral dos fragmentos encontrados.

Foram encontrados 2.813 fragmentos florestais, ocupando área correspondente a aproximadamente 49.080 hectares. Brasileiro *et al.* (2012) em estudo de fragmentação florestal e efeito de bordas, considerando a influência das estradas (escala 1:25.000), identificou 2.557

Tabela 3: Métricas de ecologia da paisagem dos fragmentos florestais

Índice	Métrica	Tamanho
<b>Área</b>	Área da classe	49.078,42 ha
	Número de fragmentos	2.813
<b>Densidade e Tamanho</b>	Tamanho médio dos fragmentos	17,45 ha
	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos	496,75 ha
	Coefficiente de variação do tamanho dos fragmentos	2.847 %

fragmentos no município de Silva Jardim.

O índice de tamanho médio dos fragmentos apresentou um valor de 17,45 hectares, porém pelo elevado valor do desvio padrão do tamanho dos fragmentos, 496,75 ha, constata-se a enorme variabilidade nos valores de área dos fragmentos do município.

Isso significa que foram encontrados desde fragmentos com tamanhos mínimos (menor que

1 ha) até fragmentos com tamanhos muito acima da média, como o do maior fragmento que possui 24.206 hectares. Segundo Pirovani (2010), se o desvio padrão for muito grande, é possível que haja grandes fragmentos, mesmo com um tamanho médio relativamente baixo.

O elevado valor do coeficiente de variação do tamanho da mancha, 2847%, confirma a existência de fragmentos com valores de área muito acima e muito abaixo do valor médio dos fragmentos.

A partir dessas análises iniciais dos índices de área, densidade e tamanho, percebe-se que a análise integrada dos fragmentos, sem respeitar as particularidades referentes as classes de tamanho, podem mascarar informações importantes referentes à influência de fragmentos muito pequenos e de grandes fragmentos no contexto da paisagem local.

Para melhor comparação entre o grau de conservação e o tamanho dos fragmentos florestais mapeados, as análises das próximas métricas de ecologia da paisagem foram feitas respeitando as classes de tamanho (Fig. 4), mas tendo sempre como base de comparação os valores médios dos índices para todos os fragmentos da área.

A tabela 4 caracteriza todas as classes de tamanho adotadas, mostrando que os fragmentos considerados como Muito pequeno, totalizam 2.679, todos com tamanho inferior a 10 ha, ocupando uma área de 2232 hectares, e representando apenas 4,55% da área total ocupada pelos fragmentos.

A classe Pequeno representa 114 fragmentos, com tamanhos entre 10 e 91 hectares, correspondendo a área de 3389 ha, referente a 6,90% da área total. A classe Médio totaliza 15 fragmentos, que variam de 105 a 501 ha, ocupam área de 3008 ha, correspondendo a 6,13%.

As duas últimas classes são classes com menor número de fragmentos, mas que ocupam a maior porção de área dos fragmentos. A classe Grande possui 4 fragmentos, com áreas de 890, 1342, 5081 e 8928, totalizando 16.243 hectares e correspondendo a 33,09% da área total.

A classe Muito grande conta com 1 único fragmento, por este se tratar de um “outlier”, ocupando 24.205 hectares e representando a maior parte da área total dos fragmentos, com

49,33%.

A partir da organização dos fragmentos em classes de tamanho, segue a análise completa das métricas de ecologia da paisagem (Tabela 5).

Dentre as métricas de densidade e tamanho, o valor do tamanho médio dos fragmentos da classe Pequeno (29,73 ha) demonstra grande representatividade dos tamanhos dos fragmentos dessa classe com relação ao tamanho médio global dos fragmentos florestais mapeados (17,45 ha). Enquanto que o tamanho médio da classe Muito pequeno (0,83 ha), por apresentar valor muito abaixo do valor médio global, indica pequena representatividade.

McGarigal *et al.* (2002) comenta que o tamanho médio dos fragmentos é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela classe. Dessa forma, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas.

O desvio padrão do tamanho dos fragmentos correspondente a classe Muito pequeno (1,52 ha) indica baixa variabilidade entre os tamanhos dos fragmentos dessa classe. Já o desvio padrão da classe Pequeno (22,19 ha) representa variabilidade média entre o tamanho dos fragmentos. Enquanto que das classes Médio e Grande (104,31 e 3247,38 ha) indicam fortes variações entre os tamanhos dos fragmentos correspondentes.

O coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos referente a classe Médio (52,01%) indica proporção equilibrada entre todos

Tabela 4: Características das classes de tamanho dos fragmentos

Classe	Nº	Área (ha)	%
Muito pequeno	2.679	2.231,84	4,55%
Pequeno	114	3.388,76	6,90%
Médio	15	3.008,36	6,13%
Grande	4	16.243,57	33,09%
Muito grande	1	24.205,90	49,33%

<sup>2</sup> Outlier corresponde a um valor atípico, uma observação que apresenta um grande afastamento das demais séries. Podendo trazer prejuízos a interpretação dos testes estatísticos aplicados.

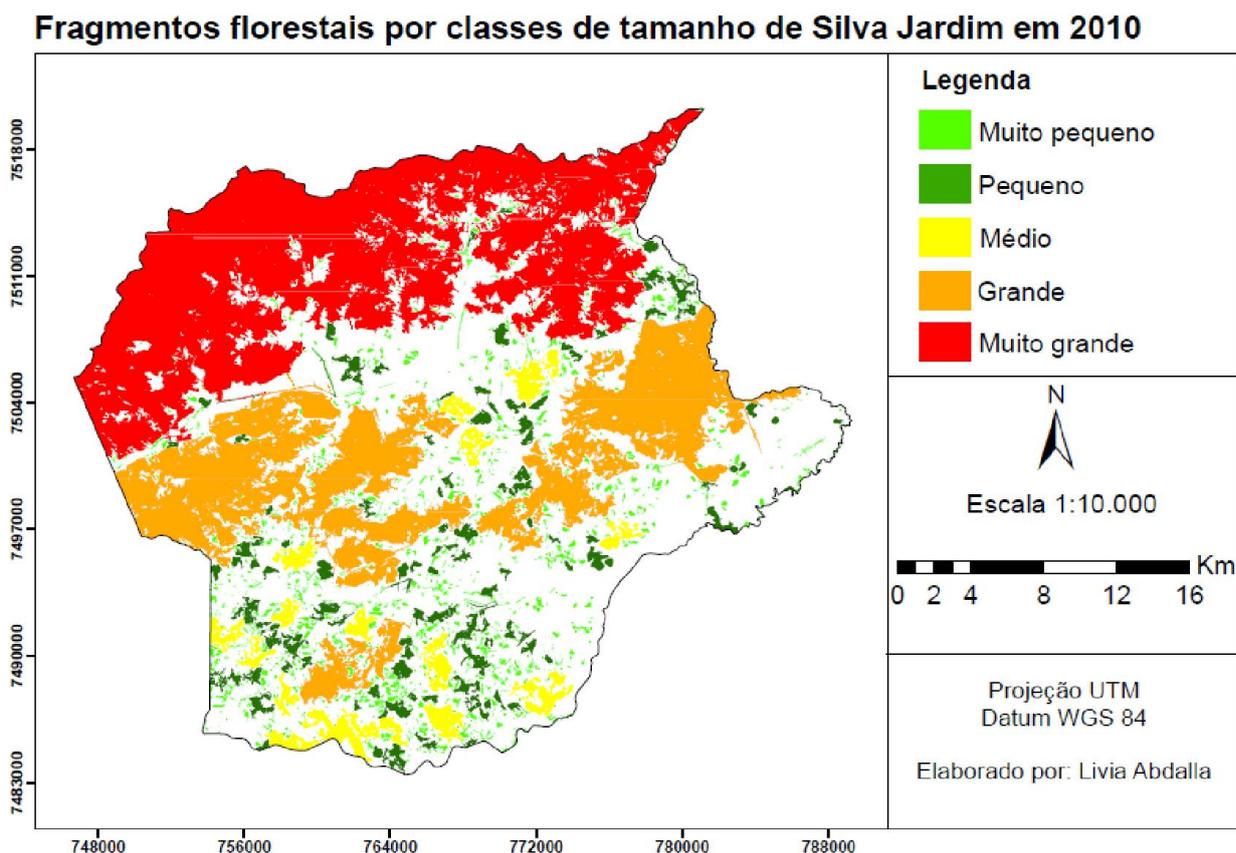


Fig. 4 - Mapa dos fragmentos por classes de tamanho de Silva Jardim em 2010.

fragmentos dessa classe com relação ao tamanho médio da classe. Já o alto valor do coeficiente de variação da classe Muito pequeno (182,85%) significa que existem fragmentos muito acima e/ou muito abaixo do tamanho médio dos fragmentos dessa classe.

Estes valores acima estão inseridos na métrica de área que é considerada a base do conhecimento da paisagem. Por meio dela é possível obter outras métricas que são úteis para estudos ecológicos, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (VOLOTÃO, 1998).

A métrica de forma é obtida pela proporção simples entre o perímetro e a área do fragmento, permitindo avaliar os fragmentos entre regulares e irregulares. O fator de forma com valor mais próximo de 1, significa tendência de forma mais arredondada e indica que o interior do fragmento florestal pode estar mais protegido, enquanto que valores mais distantes de 1, indicam a tendência mais alongada, presumindo que o fragmento esteja mais vulnerável aos efeitos de borda e maior grau de perturbação.

Importante notar que este índice permite

planejamentos regionais, por exemplo, fragmentos alongados adquirem relativa importância no que diz respeito à formação dos corredores ecológicos, que garantem a conectividade entre os fragmentos florestais, permitindo o fluxo genético, de matéria e o deslocamento da fauna (SMANIOTTO, 2007).

O índice de forma médio revela que a classe Muito pequeno possui fragmentos com formatos mais regulares (2,09) quando comparados com os exponenciais valores das classes Pequeno (4,37), Médio (7,52), Grande (18,27) e Muito Grande (29,26).

Observou-se que os fragmentos ficam mais irregulares com o aumento do tamanho, isso se deve a maior proporção de bordas (indicando fragmentos muito recortados), com alta razão perímetro/área, sendo desejável que os fragmentos apresentem menor razão.

No entanto, mesmo apresentando formatos mais irregulares, os fragmentos maiores tem o efeito de borda compensado. Por exemplo, um maior fator de forma indica maior irregularidade, mas se a área do fragmento é pequena, todo o fragmento estará sob efeito de borda. O que não acontece com os grandes fragmentos, que apesar

Tabela 5: Métricas de ecologia da paisagem por classes de tamanho do município de silva jardim em 2010.

Índice	Métrica	Unidade	Muito pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande	Global
Área	Área da classe	Hectares (ha)	2.231,84	3.388,76	3.008,36	16.243,57	24205,88	49.078,42
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	2.679	114	15	4	1	2.813
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectares (ha)	0,83	29,73	200,56	4.060,89	24.205,88	17,45
	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos	Hectares (ha)	1,52	22,19	104,31	3.247,38	0,00	496,75
	Coefficiente de variação do tamanho dos fragmentos	Porcentagem (%)	182,85	74,64	52,01	79,97	0,00	2.846,70
Forma	Índice de forma médio	Adimensional	2,09	4,37	7,52	18,27	29,26	2,25
Borda	Total de bordas	Metros (m)	1.686.939,21	957.858,65	570.294,59	1.681.308,53	1.613.918,33	6.510.319,30
	Densidade de bordas	Metros/Hectares	755,85	282,66	189,57	103,51	66,67	2.314,37
Área Central	Número de áreas centrais	Adimensional	13	141	85	140	1	125,00
	Área Central Total	Hectares (ha)	2,53	435,17	830,83	9.139,95	16.853,51	27.261,98
	Índice de Área Central	Porcentagem (%)	2,25	13,38	27,53	57,54	69,62	55,54
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metros (m)	31,85	182,53	282,84	152,03	79,09	45,69

de apresentar maior fator de forma e também estar sujeito ao efeito de borda, possuem maior área preservada, condição ideal para a conservação de um fragmento (OLIVEIRA, 2011).

Nas métricas de borda, o maior valor do total de bordas é referente a classe Muito pequeno (1.686.939,21 m), seguidas das classes Grande (1.681.308,53 m) e Muito grande (1.613.918,33 m), já o menor valor de total de bordas é referente a classe Médio (570.294,59 m).

A métrica de densidade de bordas indica a classe Muito pequeno como o maior valor de borda por hectare (755,85 m/ha), enquanto que a classe Grande (103,5 m/ha) e Muito grande (66,67 m/ha) com menor quantidade de borda. A partir dessa métrica, percebe-se uma relação inversamente proporcional entre a densidade de bordas e a área ocupada por cada classe.

Os resultados das métricas de borda indicam menor efeito de borda nos médios e grandes fragmentos, o que sugere um maior grau de conservação na composição de espécies e na

estrutura da vegetação.

Os índices de área central dos fragmentos foram calculados utilizando a distância de borda de 100 metros. Apesar de não existir um consenso sobre o tamanho das faixas sob influência de borda, estudos como de Tabanez *et al.* (1997), analisando um fragmento de 9,5 ha na região de Piracicaba, constataram que a borda tinha largura variando de 80 a 100 m.

Pirovani (2010) concluiu que a melhor distância de borda para estimar a área central dos fragmentos florestais foi de 100 metros, pois valores acima de 100 m levam a uma redução significativa nos valores das métricas de área central dos fragmentos médios passando a uma porcentagem de área central insignificante. Ou seja, valores acima deste limite eliminariam por completo os fragmentos pequenos, os quais predominaram na área de estudo.

Devido a forma dos fragmentos o número de áreas centrais foi maior que o número de fragmentos para quase todas as classes (Pequeno

= 141, Médio = 85, Grande = 140), com exceção da classe Muito pequeno, na qual apenas 13 áreas centrais foram identificadas visto o tamanho reduzido dos 2.679 fragmentos dessa classe. O maior número de áreas centrais em menores números de fragmento se deve às formas irregulares desses fragmentos, que dificultam a conectividade das áreas centrais existentes em um mesmo fragmento florestal.

O tamanho da área central total foi proporcional ao aumento do tamanho das classes, sendo a menor área central da classe Muito pequeno (2,53 ha) e a maior da classe Muito grande (16.853,51 ha). O índice de área central contribui para o melhor entendimento do efeito de borda que essas classes de tamanho estão submetidas, como exemplo, destaca-se a classe Muito pequeno na qual foi registrado como índice de área central o valor de 2,25%, o que significa que 97,75% dos fragmentos dessa classe estão submetidos ao efeito de borda.

Já o índice de área central global indica o resultado que aproximadamente metade dos seus fragmentos (55,56%) está sob efeito de borda, sofrendo efeitos de vento, temperatura, luminosidade, mudanças fitossociológicas, etc. Segundo Borges (2010), a área central reforça o núcleo da expressiva cobertura vegetal, pois quanto maior a área central, mais equilibrado é o ecossistema ali presente.

Os resultados das métricas de área central indicam que quanto maior o tamanho do fragmento, maior será a sua área central total e menor será o percentual de sua área afetado pelo efeito de borda.

A métrica de proximidade das manchas, expressa pela distância média do vizinho mais próximo, na perspectiva da ecologia da paisagem, refere-se à inacessibilidade de um fragmento de hábitat para seres que migram de outras manchas (BENDER *et al.*, 2003). Borges (2010) indica que esta métrica quantifica a configuração da paisagem e está baseada na distância borda a borda.

A métrica de distância média do vizinho mais próximo também foi organizada por categorias de tamanho, mas em especial, nessa métrica as distâncias foram calculadas em função de todos os fragmentos, e somente no cálculo da média que foi utilizado o agrupamento dos fragmentos em função das classes de tamanho.

Essa métrica registrou grande proximidade entre os fragmentos da classe Muito pequeno (31,85 m), enquanto que as classes Pequeno, Médio e Grande registraram distâncias um pouco maiores, indicando maior afastamento entre os fragmentos florestais dessas classes. Em nível global, também se identificou grande proximidade entre todos os fragmentos (45,69 m), o que se explica pelo fato dos fragmentos muito pequenos serem muito frequentes e bem distribuídos ao longo de toda a matriz da paisagem.

De maneira geral, pode-se considerar que os fragmentos dessa área possuem forte grau de proximidade o que facilita as interações ecológicas da flora e da fauna. Awade e Metzger (2008) observaram que algumas espécies de aves de sub-bosque evitam cruzar áreas abertas com distâncias superiores a 40 metros e ainda, segundo Janzen (1988), em determinadas situações o limite de dispersão de sementes pelo vento gira em torno de 180 metros.

### **3.3 Análise dos fragmentos integrada com a paisagem**

Caracterizar a estrutura da paisagem através das medidas relacionadas ao tamanho dos fragmentos florestais, formato e isolamento são procedimentos utilizados em diversos estudos. Entretanto, poucos são os estudos que levam em consideração as medidas estruturais da paisagem relativas ao uso da terra no entorno dos fragmentos florestais estudados.

Cosentino *et al.*, (2011) relatam que tentativas recentes de integrar dados de estrutura da paisagem em estudos ecológicos tem falhado ao desconsiderar os diferentes usos da terra e as formas de manejo inerentes a cada um deles. Os autores consideram que estes aspectos têm papel relevante na conectividade da matriz.

Tabarelli *et al.* (2008) ressaltam que o uso da terra no entorno dos fragmentos provoca reações em cadeia que avançam além do limite da borda para dentro do fragmento. Já os usos mais intensivos da terra tendem a causar alterações mais acentuadas não só pela formação de bordas abruptas nas áreas limites entre os fragmentos florestais e as áreas cultivadas, mas também devido às práticas de manejo e cultivos adotados (WERNECK *et al.*, 2001).

A presente pesquisa adotou análises

integradas relacionando os fragmentos florestais com os usos da terra estabelecidos em seu entorno. E de maneira complementar, relacionou também as classes de altimetria e declividade com as classes de tamanho dos fragmentos florestais.

Para as análises de uso da terra, foram calculados os valores de moda das classes localizadas no entorno dos fragmentos, ou seja, a partir da identificação de N classes na margem de um fragmento foi identificada as classe majoritárias ou mais frequentes na vizinhança de cada um dos fragmentos.

A partir do cálculo de moda das classes de uso da terra, foi verificada a predominância das classes de pastagem e floresta no entorno dos fragmentos. Optou-se por calcular o percentual das classes majoritárias de uso da terra (tabela 6).

Analisando a tabela confirma-se que a Pastagem é a classe predominante no entorno dos fragmentos florestais, circundando 2.221 fragmentos, o que corresponde a 79% do total de fragmentos. A segunda classe predominante é a Floresta, que corresponde aos fragmentos florestais vizinhos, correspondendo a 15% dos fragmentos. A classe Formação pioneira é majoritária em 2,28% dos fragmentos, que corresponde as áreas limítrofes a Represa de Jurtunaiba. Já o Urbano é classe majoritária de 39 fragmentos, apesar de representar um número reduzido, pode significar maior pressão nas bordas e menor diversidade biológica nestes fragmentos. As demais classes são bem menos frequentes, correspondendo a maioria de pouco mais que 2% dos fragmentos florestais estudados.

Tabela 6: Percentual das classes majoritárias no entorno dos fragmentos

Classe majoritária	Nº de fragmentos	Percentual
Pastagem	2221	79.12%
Floresta	424	15.11%
Formação pioneira	64	2.28%
Urbano	39	1.39%
Agricultura	26	0.93%
Água	19	0.68%
Vegetação secundária	10	0.36%
Solo Exposto	3	0.11%
Areia	1	0.04%
<b>Total</b>	2807	100%

Para as análises de altimetria e declividade, foram calculadas as médias dessas classes para o local ocupado pelos fragmentos florestais, com o objetivo de reconhecer padrões de altimetria e declividade em função dos diferentes tamanhos dos fragmentos florestais estudados (Fig. 5 e 6).

A partir do cálculo da média das classes de hipsometria e declividade, foram percebidas semelhanças entre as áreas ocupadas pelos fragmentos florestais muito pequenos, pequenos e médios com as médias de altimetria entre 0 a 150 metros, e as médias de declividade entre planas a onduladas. Como exceção, percebe-se um fragmento florestal pertencente à classe Grande, que também ocupa estas áreas de baixadas. Este fragmento bem conservado e de grande proporção só se diferencia do perfil dos demais fragmentos por se tratar da unidade de conservação federal, Reserva Biológica de Poços das Antas.

Cardoso *et al.* (2009) quantificaram e analisaram as métricas da paisagem dos remanescentes florestais na bacia do Rio São João, em duas escalas diferentes (1:50.000 e 1:250.000), constatando intensa fragmentação na área de baixada para os dois mapeamentos utilizados.

Os fragmentos florestais de tamanho grande, com exceção da Rebio, ocupam as médias de altimetria entre 100 e 200 metros e as médias de declividade entre ondulado e montanhoso. Estes fragmentos possuem suas áreas mais conservadas exatamente pela influência do relevo, visto que conforme o aumento da declividade, atividades de agricultura, pecuária e pastagem se tornam mais custosas e inviáveis.

Já o fragmento florestal muito grande, se diferencia de todos os demais não apenas pela sua proporção em área, mas também pelo valor da média de hipsometria em que se localiza (401 a 450 m) e pela média de declividade, correspondente a classe montanhoso. Este fragmento possui, em particular, enorme importância ecológica, tanto por sua grande extensão territorial como por ser parte integrante do Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar.

#### 4. CONCLUSÕES

Em termos quantitativos a classe dos fragmentos muito pequenos, menores que 10 ha, foi a classe mais representativa da paisagem,

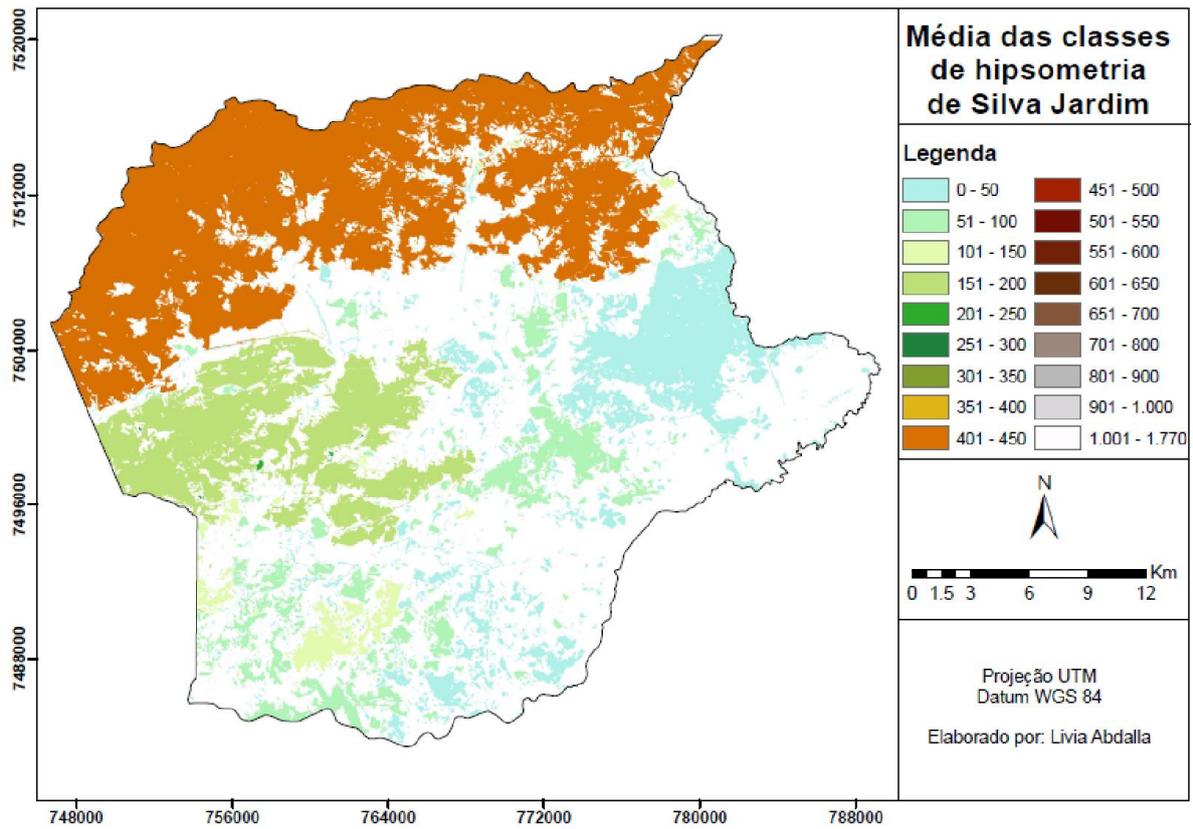


Fig. 5 - Mapa da média das classes de hipsometria contidas nas áreas dos fragmentos.

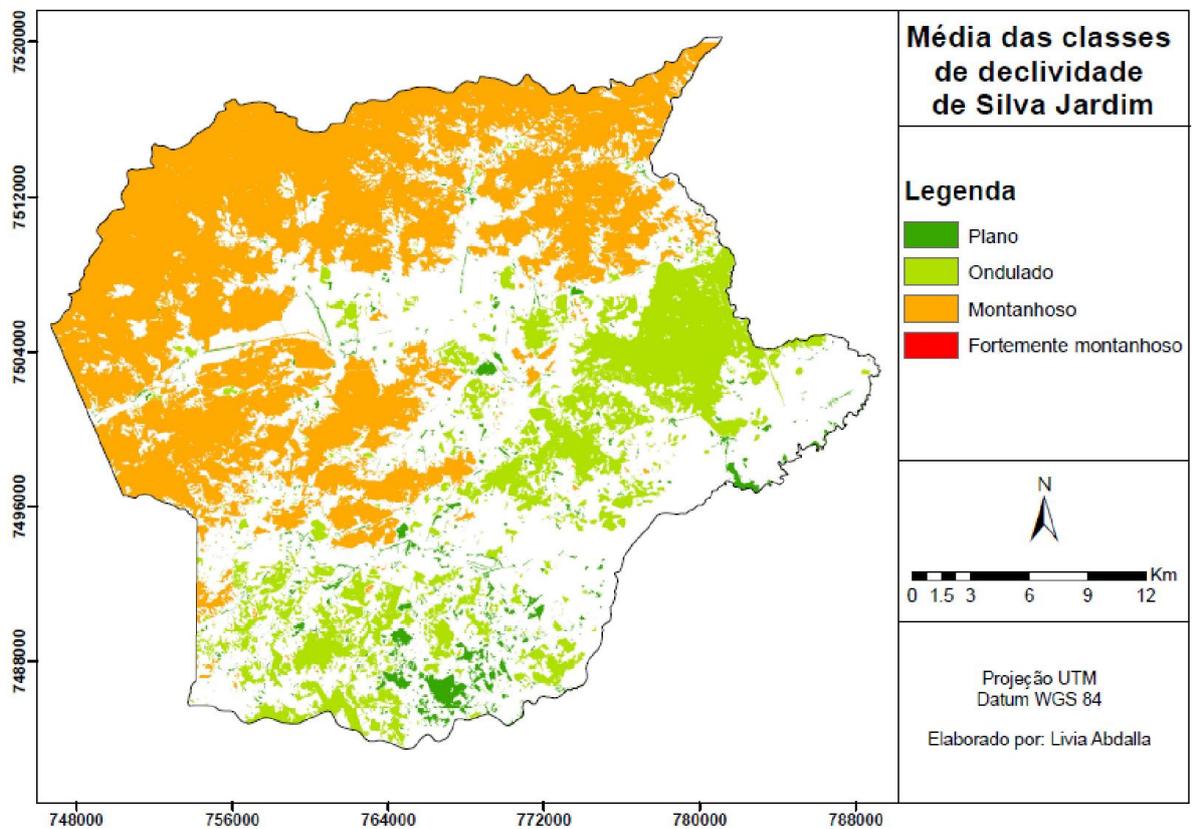


Fig. 6 - Mapa da média das classes de declividade contidas nas áreas dos fragmentos.

indicando o elevado grau de fragmentação florestal da região, principalmente nas áreas de terras baixas. Embora em maior número, estes fragmentos representam a minoria em termos de contribuição em área. Frente essa dicotomia, de quantidade e dimensão, acredita-se que esses fragmentos muito pequenos desempenham papel de trampolins ecológicos, que permitem que a fauna circule entre os fragmentos maiores utilizando estes menores como meio de passagem.

Quanto ao formato dos fragmentos, se identificou que quanto mais irregulares, maior foi o total de bordas, em compensação, quanto maior o tamanho dos fragmentos, maior foi a área interna preservada. Nesse sentido, quanto maior a área, maior área sem influência do efeito de borda, o que permite que a biodiversidade interna do fragmento seja protegida.

De acordo com as análises das classes de uso da terra mais frequentes no entorno dos fragmentos, existe o predomínio de áreas de pastagem, considerando assim, que esta compõe o elemento matriz da paisagem.

Sob a metodologia adotada, o cálculo das métricas da paisagem foi um processo bastante facilitado por sua disponibilização em aplicativo computacional. O mapeamento realizado em grande escala permitiu análises detalhadas do estágio recente de fragmentação florestal da região, principalmente no que se refere à percepção dos menores detalhes dos pequenos fragmentos florestais, que por serem muito frequentes, estabelecem um importante papel ecológico na dinâmica natural do local. A escolha de escalas maiores nos estudos de fragmentação traz enorme contribuição sob a percepção dos menores detalhes da paisagem, aproximando ainda mais o conhecimento produzido da verdadeira dinâmica que se estabelece na área de estudo. Segundo Cardoso *et al.* (2009), a mudança de escala transforma a problemática que se pode estabelecer e os raciocínios que se possa transformar.

Em estudos futuros sugere-se calcular as métricas de fragmentação em superfícies tridimensionais, para que as análises se aproximem ainda mais da realidade, visto a grande amplitude altimétrica da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.;

RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D. e CAVALCANTI, R. B. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005, 256p. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/CorredoresEcologicos.pdf>> Acesso em: 03 fev. 2013.

AWADE, M.; METZGER, J.P. Importance of functional connectivity to evaluate the effect of habitat fragmentation for three Atlantic Rainforest birds. **Austral Ecology**, v.33, p. 863-871. 2008.

BERTRAND, G.. Paisage y geografia fisica global. In: Mendoza, J.G; Jiminis, J.M.; Cantero, N.O. (Org.) **El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y ancologia de textos**. (de Humboldt a las tendencias radicales). Madrid: Alianza Editorial, p. 461-464, 1982.

BENDER, D.J., TISCHENDORF, L. e FAHRIG, L. 2003. Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. **Landscape Ecology** v. 18: p. 17-39. Disponível em: <<http://www.glel.carleton.ca/pdf/landPub/03/03BenderetalLandEcol.pdf>> Acesso em: 20 fev 2013.

BORÉM, R. A. T. e OLIVEIRA-FILHO, A. T. 2002. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma topossequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim - RJ, Brasil. **Revista Árvore** 26(6):727-742. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a09v26n6.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2013.

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

BRASILEIRO, R.C. ; DUARTE, G. S. ; SANTOS, R. H. L. ; CARDOSO, P. V. ; CRUZ, C. B. M. . Análise da Fragmentação Florestal e do Efeito de Borda Considerando a Influência de Estradas - Estudo de Caso para Silva Jardim. **Anais... II Congresso Brasileiro de Ecologia de Paisagens - Salvador - BA**, p. 202, 2012. Disponível em: <<http://www.eventus.com.br/>

- iale2012/resumos\_iale\_2012.pdf> Acesso em: 20 fev de 2013.
- BRITO, E.R.; MARTINS S.V.; GLERIANI, J.M.; SOARES, V.P. Identification of degraded areas and classes of vegetal cover through geographical information system, for environmental adequacy. In: Rodrigues, R.R.; Martins, S.V.; Gandolfi, S. (Eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p.247-260.
- CARDOSO, P. V.; REIS, R. B.; CRUZ, C. B. M.. Análise da fragmentação de floresta na bacia do rio São João considerando as influências de escala e relevo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n. XIV, 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1755-1762. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.39.40/doc/1755-1762.pdf>> Acesso em: 13 jul. 2012.
- CARVALHO, F. A., NASCIMENTO, M. T. e BRAGA, M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 727-740, jul. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000300022>>. Acesso em: 09 jul. 2012.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, P. P.; RAMBALDI, D. M. e FERNANDES, R. V. A importância dos remanescentes florestais da Mata Atlântica de baixada costeira fluminense para a conservação da biodiversidade na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado/IBAMA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, n. IV, 2004, Curitiba, **Livro de resumos...** Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, 2004. p. 106-113. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/248381550\\_A\\_IMPORTANCIA\\_DOS\\_REMANESCENTES\\_FLORESTAIS\\_DA\\_MATA\\_ATLNTICA\\_DA\\_BAIXADA\\_COSTEIRA\\_FLUMINENSE\\_PARA\\_A\\_CONSERVAO\\_DA\\_BIODIVERSIDADE\\_NA\\_APA\\_DA\\_BACIA\\_DO\\_RIO\\_SO\\_JOOMICO-LEO-DOURADOIBAMA\\_-\\_RJ](http://www.researchgate.net/publication/248381550_A_IMPORTANCIA_DOS_REMANESCENTES_FLORESTAIS_DA_MATA_ATLNTICA_DA_BAIXADA_COSTEIRA_FLUMINENSE_PARA_A_CONSERVAO_DA_BIODIVERSIDADE_NA_APA_DA_BACIA_DO_RIO_SO_JOOMICO-LEO-DOURADOIBAMA_-_RJ)> Acesso em: 09 jul. 2012.
- CHRISTO A. G., GUEDES-BRUNI R. R., SOBRINHO F. A. P. Structure of the shrub-arboreal component of an Atlantic Forest fragment on a hillock on the central lowland of Rio de Janeiro, Brazil. **Interciência**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, p. 232–239, 2009. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/B DPI/27651>> Acesso em: 08 set. 2012
- COSENTINO, B.J.; SCHOOLEY, R.L.; PHILIPS, C.A. Connectivity of agroecosystems: dispersal costs can vary among crops. **Landscape ecology**, v. 26, p. 371- 379, 2011.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: **Reunião técnica de levantamentos de solos**, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula. Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000**. Relatório final. São Paulo. 2002, 55p. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.07.45/doc/RelatorioAtlas.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2013
- IBGE 2007. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas das cidades 2007**. [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (acessado em 10/10/2013).
- JANZEN, D. H. 1988. Guanacaste National Park: tropical ecological and biocultural restoration. In **Rehabilitating Damaged Ecosystems**, vol. 11, pp. 143-192, J. Cairns, Jr., ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução da 2ª edição. EPIPHANIO, J. C. N. (org.). São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009, 672 p.
- LACOSTE, Y. **A Geografia serve, em primeiro lugar para fazer a guerra**. Campinas, EDITORA, 1988. 6ª Ed 2002, 263p.

- MCGARIGAL, K., S.A. Cushman, M.C. Neel, and E. Ene. 2002. **FRAGSTATS v3: Spatial pattern analysis program for categorical maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: <[www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)>. Acesso em: 03 mar. 2013.
- NEVES, G. M. S. e PEIXOTO, A. L. Florística e estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de dois remanescentes em regeneração de Floresta Atlântica secundária na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro. **Pesquisas Botânica**. v. 59, p. 71-112, 2008.
- OLIVEIRA, L.T. **Caracterização da fragmentação florestal para produção de sementes no entorno capixaba do Parque Nacional do Caparaó**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.
- OLIVEIRA, F.S.; SOARES, V.P.; PEZZOPANE, J.E.M. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.899-908, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000500015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000500015&script=sci_abstract&tlng=pt)> Acesso em: 23 mar. 2013.
- PIROVANI, D. B. **Fragmentação, florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias, 2010, 106f.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VAN SLUYS, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. **RiMa**, São Carlos, 160p.
- SMANIOTTO, M. **Análise ambiental de Bacias Hidrográficas com base na fragmentação da paisagem: município de Getúlio Vargas (RS)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2651](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2651)>. Acesso em: 23 mar. 2013, 116f.
- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M.; DIAS, A.D.S. 1997. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v 57, n.1, p. 47-60.
- TABARELLI, M., LOPES, A.V., PERES, C.A. Edge-effects drive Tropical Forest fragments towards an early-successional system. **Biotropica**, v. 40, p. 657–661, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2008.00454.x/abstract>>. Acesso em: 23 marc. 2013.
- TABARELLI, M. PINTO, L. P., SILVA, J. M. C., HIROTA, M., BEDÊ, L. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade 1**: 132-138.
- VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R. e LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 123p.
- VIANA, V.M. Biologia de manejo de fragmentos de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, p.155. 1990.
- VOLOTÃO, C.F.S. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats**. São José dos Campos: INPE,. 1998. 45 p
- WERNECK, M. S., PEDRALLI, G., GIESEKE, L. F. Produção de serrapilheira em três trechos de uma floresta semidecidual com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p.195-198, 2001.