

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

**DIOGO SEGANFREDO**

**ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA DO RIO  
OCOY, OESTE DO PARANÁ: SUBSÍDIOS PARA A IMPLANTAÇÃO  
DE UM CORREDOR DE BIODIVERSIDADE ENTRE O PARQUE  
NACIONAL DO IGUAÇU E O LAGO DE ITAIPU**

**DISSERTAÇÃO**

**MEDIANEIRA  
2015**

**DIOGO SEGANFREDO**

**ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA DO RIO  
OCOY, OESTE DO PARANÁ: SUBSÍDIOS PARA A IMPLANTAÇÃO  
DE UM CORREDOR DE BIODIVERSIDADE ENTRE O PARQUE  
NACIONAL DO IGUAÇU E O LAGO DE ITAIPU**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologias Ambientais, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – PPGTAMB, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Tecnologias Ambientais

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Daniela Câmara  
Coorientador: Pqc. Dr<sup>o</sup>. Roque Cielo Filho

MEDIANEIRA  
2015

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S454e	<p>Seganfredo, Diogo.</p> <p>Estudo da cobertura vegetal nativa da bacia do rio Ocoy, Oeste do Paraná: subsídios para a implantação de um corredor de biodiversidade entre o Parque Nacional do Iguaçu e o Lago de Itaipu. / Diogo Seganfredo. – 2015. 92 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Orientadora: Carla Daniela Câmara. Co-orientador: Roque Cielo Filho. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Medianeira, 2015. Inclui bibliografias.</p> <p>1. Paisagens fragmentadas. 2. Vegetação mapeamento. 3. Biodiversidade – Conservação. 4. Conservação da natureza. I. Câmara, Carla Daniela, orient II. Cielo Filho, Roque, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. IV. Título.</p> <p>CDD: 634.9 - Ed. 22</p>
-------	--

Biblioteca Câmpus UTFPR Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA DO RIO OCOY, OESTE DO PARANÁ: SUBSÍDIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR DE BIODIVERSIDADE ENTRE O PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E O LAGO DE ITAIPU**

Por

**DIOGO SEGANFREDO**

Essa dissertação foi apresentada às 15 horas, do dia 27 de março de dois mil e 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais, Linha de Pesquisa Tecnologias de Prevenção e Controle de Impactos Ambientais, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Daniela Câmara (Orientador – PPGTAMB)

---

Pqc. Dr. Roque Cielo Filho (Coorientador – IF)

---

Prof. Dr. Vanderlei Leopold Magalhães (Membro Interno – UTFPR)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Aversa Valente Botezelli Tolini (Membro Externo – UFSCAR)

**A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa**

Aos meus pais, Carlos e Rosa e minha esposa Suzana,  
dedico esta formação com muito carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, meus pais Carlos e Rosa e minha esposa Suzana, pelo apoio e incentivo.

Aos meus orientadores, professora Dr<sup>a</sup>. Carla Daniela Câmara e o pesquisador Dr<sup>o</sup>. Roque Cielo Filho, por terem me proporcionado conhecimento e crescimento pessoal, através da ajuda, sabedoria, disposição, paciência e pela confiança depositada. Ressalto também o apoio às minhas escolhas e compreensão com as mudanças que ocorreram durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Núcleo Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio estrutural e técnico principalmente ao professor Dr. Vanderlei Magalhães pelas colaborações durante o desenvolvimento do trabalho.

Á aluna de iniciação científica, Bruna Cunha pela dedicação e auxílio nas atividades desenvolvidas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológicas Federal do Paraná.

Á Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela aquisição de imagem do Satélite de Observação da Terra Pléiades.

À minha supervisora de trabalho, Sra. Giana Gomes Stefanel da Cunha por ter disponibilizado horários quando estes eram necessários para o cumprimento de etapas do projeto.

De forma geral, agradeço a todo e qualquer ser que de alguma forma contribuiu para realização desse trabalho.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

## RESUMO

SEGANFREDO, Diogo. **Estudo da cobertura vegetal nativa da bacia do rio Ocoy, oeste do Paraná: subsídios para a implantação de um corredor de biodiversidade entre o Parque Nacional do Iguaçu e o lago de Itaipu.** 2015. 92 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

Este estudo objetivou avaliar aspectos da estrutura da paisagem relacionados à conservação da biodiversidade em uma microbacia situada em região de importância estratégica para a implantação do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná. Os mapas foram elaborados a partir de imagens de satélite e manipuladas no software de geoprocessamento Spring. A partir do mapa de uso e cobertura do solo gerou-se 4 diferentes cenários: situação real (vegetação atual), considerando efeito de borda (faixa de 50 m entorno dos fragmentos como borda), sem as Áreas de Preservação Permanente – APP (desconsiderou-se a existência das APPs) e o cenário com a restauração de todas as APPs (de acordo com a legislação vigente). Com base em métricas da paisagem analisou-se os resultados do uso e cobertura da terra e dos demais cenários. Os resultados indicaram que o uso predominante é agricultura e 24,6% da área total estudada é composta por vegetação natural, sendo que o maior remanescente possui 315,3 ha. As APPs ocupam 3,1% da área de estudo e 75% dessas áreas estão cobertas com cobertura vegetal natural. Os outros 25% restantes da APP encontram-se sem vegetação. Os resultados mostraram que ao considerar o efeito de borda nos remanescentes restaram apenas 28% como área central, no cenário em que se desconsiderou a presença das APPs gerou-se grande impacto na fragmentação, com diminuição na área da classe e aumento no número de fragmentos. No cenário que se considerou a restauração de APPs faltantes promoveu-se aumento na conectividade efetiva da paisagem, a partir dos resultados do índice de PROX. Desta forma, concluiu-se que as APPs possuem papel fundamental na conectividade de fragmentos florestais. A avaliação dos cenários mostrou que ações de restauração com abrangência espacial restrita em áreas de preservação permanente podem resultar em um expressivo aumento da conectividade da paisagem.

**Palavras-chave:** Paisagem Fragmentada. Conectividade. Métricas da Paisagem. Vegetação Natural.



## ABSTRACT

SEGANFREDO, Diogo. **Study of the Ocoy river basin's native vegetation, western Parana: subsidies to the implementation of a biodiversity corridor between the Iguaçu National Park and the Itaipu lake.** 2015. 92 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015..

This study aimed to evaluate features of landscape structure related to the conservation of biodiversity in a watershed located in strategically important region for the implementation of the Paraná River Biodiversity Corridor. The maps were made from satellite images and manipulated in the Spring GIS software. From the land use and land cover map 4 different scenarios were generated: real situation (current vegetation), considering edge effect (50 m surrounding the fragments as edge), without the Permanent Preservation Areas - PPA (dismissed the existence of the PPAs) and the scenario with the restoration of all PPAs (according to the Brazilian Forest Code). Based on landscape metrics the results of the land use and land cover and other scenarios were analyzed. The results indicated that the predominant land use is agriculture and 24.6% of the total study area consists of natural vegetation, and the largest remnant has 315.3 ha. The PPAs occupy 3.1% of the study area and 75% of these areas are covered with natural vegetation. The other remaining 25% of PPA have no vegetation. The results showed that when the edge effect in the remnants was considered it remained only 28% as the central area; in the scenario that the presence of PPAs was disregarded it was generated a great impact in fragmentation, with a decrease in the area of class and increase in the number of fragments. In the scenario that considered the missing PPAs restoration it was promoted an increase in the effective connectivity of the landscape, from the results of the PROX index. Thus, PPA have a fundamental function in connecting forest fragments. The evaluation of the scenarios showed that the restoration of small areas of PPAs, according to the Brazilian Forest Code, could generate strong benefits for the landscape connectivity.

**Keywords:** Fragmented Landscape. Connectivity. Landscape Metrics. Natural vegetation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes padrões de remoção de habitat .....	18
Figura 2 – Distribuição das unidades fitogeográficas mais representativas do Estado do Paraná.....	25
Figura 3 – Mapa de evolução da cobertura florestal da Ecorregião Florestas do Alto Paraná.....	26
Figura 4 – Delimitação do bioma Mata Atlântica e suas ecorregiões .....	31
Figura 5 – Localização da área de estudo. ....	32
Figura 6 – Imagem do satélite Pléiades da área de estudo .....	34
Figura 7 – Imagem da área de estudo com detalhe na qualidade do zoom.....	36
Figura 8 – Delimitação dos usos do solo na Imagem A (Satélite Pléiades) com verificação na Imagem B (Google Earth) .....	37
Figura 9 – Ordenação dos cursos d'água .....	46
Figura 10 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo .....	47
Figura 11 – Áreas de APP Existentes e a Restaurar.....	49
Figura 12 – Polígonos de vegetação natural - situação real .....	51
Figura 13 – Distribuição dos remanescentes de vegetação natural por classes de tamanho .....	55
Figura 14 – Classificação dos polígonos de vegetação natural com relação ao valor de PROX.....	58
Figura 15 – Representação das áreas núcleos eliminando as áreas de borda.....	60
Figura 16 – Classificação dos polígonos de áreas centrais com relação ao valor de PROX.....	64
Figura 17 – Representação das áreas de vegetação natural desconsiderando as APPs .....	66
Figura 18 – Classificação dos polígonos de vegetação natural desconsiderando as APPs .....	70
Figura 19 – Representação das áreas de vegetação natural considerando a restauração de APPs .....	72
Figura 20 – Classificação dos polígonos de vegetação natural considerando a restauração das APPs.....	77
Figura 21 – Destaque para os fragmentos prioritários .....	79

Figura 22 – Determinação das áreas prioritárias para a restauração florestal .....	80
Figura 23 – Identificação dos fragmentos com menores valores de PROX .....	81
Figura 24 – Mapa com a representação das áreas atuais de vegetação natural com as áreas propostas nas ações de manejo .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso e cobertura do solo na área de estudo - PP: porcentagem da área de estudo ocupada pela classe; MM: tamanho da maior mancha em hectares; NM: número de manchas da classe.....	48
Tabela 2 - Valores de APPs existentes e a restaurar - PP: porcentagem das APPs	49
Tabela 3 - Métricas dos polígonos de vegetação natural em situação real.....	52
Tabela 4 - Métricas dos polígonos de vegetação natural considerando efeito de borda .....	61
Tabela 5 - Métricas dos polígonos de vegetação natural desconsiderando as APPs .....	67
Tabela 6 - Métricas dos polígonos de vegetação natural considerando a restauração de APPs .....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS

APP – Área de Preservação Permanente

BH – Bacia Hidrográfica

GPS – Global Positioning System

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

UC – Unidade de Conservação

UTM – Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA .....	16
2.2 CONECTIVIDADE .....	16
2.2.1 Corredores de Biodiversidade .....	20
2.2.2 Zonas Ripárias .....	21
2.3 FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL .....	23
2.3.1 Bioindicadores de Fragmentação .....	26
2.4 GEOPROCESSAMENTO .....	28
2.4.1 Sistema de Informação Geográfica .....	28
2.4.2 Sensoriamento Remoto .....	29
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	31
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA GEOGRÁFICA .....	31
3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Ocoy .....	31
3.2 AVALIAÇÃO DA PAISAGEM .....	33
3.2.1 Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo .....	33
3.2.2 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente .....	38
3.2.3 Delimitação da Borda dos Fragmentos .....	40
3.3 MÉTRICAS DE ECOLOGIA DE PAISAGEM .....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
4.1 MÉTRICAS DE PAISAGEM .....	50
4.1.1 Cenário 1 – Situação Real .....	50
4.1.2 Cenário 2 – Considerando o Efeito de Borda .....	59
4.1.3 Cenário 3 – Desconsiderando as APPs .....	65
4.1.4 Cenário 4 – Considerando a Restauração das APPs .....	71
4.2 AÇÕES DE MANEJO .....	78
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	83
REFERÊNCIAS .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

A diminuição da cobertura vegetal é reflexo, principalmente, das ações humanas, entre as principais causas está o crescimento das atividades produtivas e econômicas, associadas ao aumento da densidade demográfica. O desmatamento gera, entre outros problemas, degradação do solo, mudanças climáticas e na hidrografia, auxilia no processo de desertificação, fragmentação de habitats e isolamento genético das populações de plantas e animais com consequência perda de biodiversidade.

Como forma de manutenção dos recursos naturais florestais e da biodiversidade em geral, algumas áreas naturais são convertidas em Unidades de Conservação (UC). As UCs por apresentarem importância no ponto de vista ambiental são protegidas de acordo com a Lei 9.985 de 2000 (BRASIL, 2000) e podem ser nomeadas como Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, entre outras. Por outro lado, Lei 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012) estabelece os parâmetros para a identificação e proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL).

Porém, muitas dessas UCs estão isoladas no ambiente, ou seja, não possuem entre si uma ligação na forma de vegetação natural, existindo apenas alguns remanescentes florestais dispersos em áreas agrícolas ou urbanas. O isolamento provoca um empobrecimento da biodiversidade relacionado a uma diminuição da variabilidade genética das espécies, característica que interfere na capacidade das mesmas na adaptação às mudanças no meio e manutenção de suas populações. Além do isolamento os fragmentos remanescentes possuem influências negativas nas bordas, o chamado efeito de borda. Lima, Bensusan e Russ (2014) relatam que nas bordas, devido à mortalidade, o número de árvores diminui mais de 60%.

No Estado do Paraná a região oeste é considerada uma das porções com maior fragmentação da vegetação natural (TOSSULINO, et al., 2007). A região oeste está inserida na Ecorregião Florestas do Alto Paraná, uma das 15 ecorregiões identificadas no bioma Mata Atlântica (DI BITETTI; PLACCI e DIETZ, 2003) e possui duas importantes áreas protegidas, a Unidade de Conservação do Parque Nacional

do Iguaçu e a Área de Preservação Permanente (APP) do Rio Paraná, formador do reservatório da Usina de Itaipu.

Pelo fato dessas duas áreas estarem distante uma da outra, a ONG Fundo Mundial para a Natureza (WWF-Brasil) definiu no ano de 2013 a região situada entre elas como “Área que necessita corredor”. Em sua legenda do mapa da Paisagem de Conservação da Biodiversidade esses corredores são propostas locais que visam à consolidação, em escala mais ampla, do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná, crucial para evitar o isolamento genético entre a biota dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual localizados nos Estados de São Paulo, sul do Brasil, noroeste da Argentina e leste do Paraguai (DI BITETTI; PLACCI e DIETZ, 2003).

Uma das alternativas de ligação entre as duas áreas é por meio das Áreas de Preservação Permanente, tendo em vista que a vegetação que compõe as APPs é importante para a movimentação da fauna e para a dispersão vegetal (LIMA e ZAKIA, 2000). A conexão no entanto, é limitada pela Rodovia BR 277 e, a sua ligação por corredores de biodiversidade fica, devido à ausência de outros tipos de passagem da fauna, restrita aos poucos cursos d’água que passam sob a Rodovia.

Um importante curso d’água na região é o Rio Ocoy que cruza a Rodovia no município de Medianeira. As nascentes do Rio Ocoy situam-se próximas ao Parque Nacional do Iguaçu e sua foz acontece no Rio Paraná. Nesse sentido, a bacia hidrográfica do Rio Ocoy, que se situa entre essas duas áreas protegidas, torna-se uma importante alternativa para a viabilização de conexão.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo geral avaliar aspectos da estrutura da paisagem relacionados à conservação da biodiversidade em uma microbacia situada em região de importância estratégica para a implantação do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná. Os objetivos específicos são:

- Descrever o uso e cobertura do solo de uma das microbacias do Rio Ocoy considerando os impactos das bordas e a importância das APPs na funcionalidade ecológica da paisagem;
- Fornecer subsídios para a implantação de estratégias de manejo visando aumento da conectividade na paisagem por meio da definição de áreas prioritárias para restauração da vegetação nativa.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Bacia hidrográfica (BH) é definida por Borsato e Martoni (2004) como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação, guiando-a por meio de uma rede de drenagem e convergindo seu escoamento para um único ponto, o exutório.

Á área de uma BH é expressa em hectares (ha) ou quilômetros quadrados; o conhecimento da área da bacia e do volume de água precipitada no local permite definir o potencial de deflúvio (TUCCI, 2004).

O deflúvio de uma BH é resultante de dois processos principais, sendo um o escoamento direto das águas que deixa a microbacia imediatamente após as chuvas e outro que se refere à parcela de água que infiltra no solo e alimenta o curso de água, considerado escoamento de base (RANZINI et al., 2011). Para Finkler (2012) a distribuição da vazão ao longo do tempo é influenciada por todos os componentes do ciclo hidrológico. Já Porto e Filho (1999) citam que as características físicas das BHs são importantes elementos para conhecimento da descarga de um rio.

Uma das características físicas é a forma das BHs; ela determina como é a resposta do escoamento das águas. Se a bacia tender a forma circular, esta apresentará diversas drenagens com comprimentos semelhantes e o percurso dos escoamentos será mais curto, gerando resposta mais rápida e concentrada. Já as bacias mais alongadas, em geral apresentam um rio principal com diversos tributários menores, onde as águas têm que percorrer um caminho mais longo até o ponto de saída, assim tendem a apresentar cheias mais distribuídas e com menor vazão de pico (VILLELA; MATTOS, 1975).

Avaliar o comportamento da água em uma bacia hidrográfica nos permite compreender sua dinâmica e suas relações com os elementos que a compõem como o relevo, solo, vegetação e até mesmo o homem (FINKLER, 2012).

Neste contexto, Porto e Porto (2008) mencionam que todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica e que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que

fazem parte do seu sistema, o que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem.

Desta forma, uma gestão que envolva recursos hídricos e planejamento territorial, para ser efetiva, deve ser integrada e considerada em todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. Para que essa integração tenha o foco adequado sugere-se que a gestão esteja baseada no modelo de divisão por bacias hidrográficas (WMO, 1992). De tal forma que a legislação brasileira regulamenta que a bacia hidrográfica deve ser utilizada como a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

E é neste sentido que Lima (2008) enfatiza que os dois principais problemas de conservação da água são: a quantidade e a qualidade. Sob o ponto de vista da quantidade, a fonte de água para o uso do homem é a chuva e a partir do momento que elas atingem o solo os critérios essenciais dessa disciplina devem consistir na habilidade de se conseguir fluxos uniformes de água, ao invés de torrentes devastadoras, e também na minimização da poluição e das perdas por evaporação. É neste aspecto que a cobertura vegetal possui papel fundamental dentro de uma bacia hidrográfica.

## 2.2 CONECTIVIDADE

A conservação e a recuperação das florestas ripárias, formando corredores ecológicos, resultam em melhorias significativas nas condições ambientais, não somente pelo aumento na cobertura florestal, mas principalmente pela diminuição no número de pequenos fragmentos para a formação de polígonos de áreas maiores e mais conectadas de vegetação natural, contribuindo, assim, para a diminuição do efeito de borda (MUCHAILH et al., 2010).

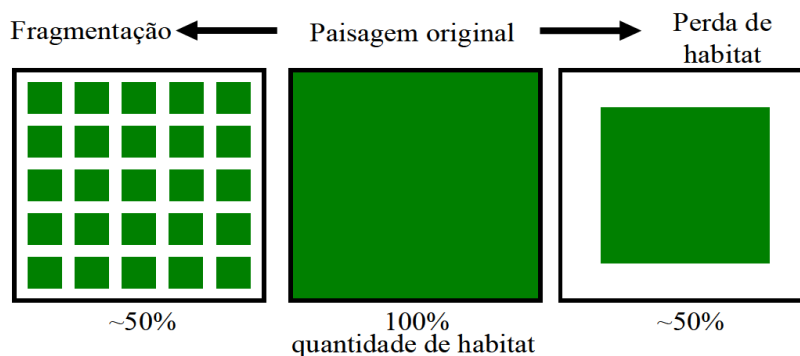
Para o aumento da conectividade de um ambiente fragmentado Calegari (2010) chama a atenção para a importância da restauração florestal, principalmente nas áreas de preservação permanente. Pivello e Korman (2005) complementam afirmando que as APPs desempenham um papel importantíssimo na conectividade na paisagem.

No entanto, a conectividade não está relacionada apenas com a conservação da vegetação nas áreas próximas dos cursos d'água, mas todos os remanescentes florestais são importantes. No estudo realizado por Muchailh et al. (2010) sobre as possibilidades de formação de corredor de biodiversidade em uma microbacia, concluiu-se que a restauração de áreas florestais em encostas acarretou uma interligação mais efetiva do que a esperada somente com conexões em ambientes ciliares. Os autores afirmam ainda que nos locais de declividade acentuada o reflorestamento visa também a conservação do solo, já que são áreas propícias à erosão.

Além das áreas de vertentes, Arana e Almirante (2009) salientam a importância dos trampolins ecológicos, que são áreas de remanescentes florestais não conectados, que podem acomodar certas subpopulações isoladas, promover a recolonização de fragmentos e aumentar o fluxo gênico e a diversidade genética das espécies. Portanto, são estruturas importantes para a conectividade funcional da paisagem.

Em uma paisagem fragmentada, a proximidade entre os fragmentos florestais é um dos mais importantes fatores favoráveis à dispersão de determinadas espécies: a probabilidade de dispersão bem sucedida aumenta na medida em que os fragmentos estão mais próximos (SEABRA; CRUZ e SANCHEZ, 2012).

Na Figura 1 está exemplificando a fragmentação de um habitat, fazendo um comparativo com a perda de habitat.



**Figura 1. Diferentes padrões de remoção de habitat.**  
**Fonte: Boscolo, 2013.**

As consequências da fragmentação da vegetação natural refletem problemas que vão além de dividir populações em duas ou mais subpopulações isoladas. Os problemas da descontinuidade podem limitar o potencial de uma

espécie para dispersão e colonização, bem como reduzir a disponibilidade de alimento e outros recursos, devido à diminuição da área (RANIERI; MORETTO, 2012). Tais efeitos afetam diretamente os organismos, além de promoverem perda de variabilidade genética das espécies, tornando-as suscetíveis à extinção (MOREIRA; RODRIGUEZ, 2010).

Uma das soluções para a minimização dos efeitos da fragmentação é a conectividade, ou seja, tornar possível a ligação entre os fragmentos existentes através da formação de corredores ecológicos (ARANA; ALMIRANTE, 2009).

Uma análise local, a fim de estabelecer estratégias para aumentar a conectividade entre os fragmentos florestais, deve-se iniciar com o diagnóstico da situação atual de uso e cobertura do solo. Esta iniciativa é importante para o conhecimento das condições originais do meio, permitindo conhecer as áreas de maior fragilidade e determinar a estabilidade e manutenção das funcionalidades de cada ambiente, favorecendo o aumento da conectividade e diminuindo os efeitos da fragmentação dos ecossistemas (MUCHAILH et al., 2010).

Segundo Seabra; Cruz e Sanchez (2012) as bordas dos fragmentos de vegetação natural são as áreas mais impactadas pelas atividades antrópicas. Para Holland (1988) bordas são as áreas de transição entre unidades de paisagem na qual ocorrem alterações bruscas nos fluxos biológicos, que podem ser desde alterações microclimáticas ou de estresse hídrico.

Para Sampaio (2011) quanto mais contrastante for a matriz em relação à floresta, maior será a distância de penetração deste efeito, portanto em fragmentos vizinhos a reflorestamentos, por exemplo, as mudanças microclimáticas na borda serão menores do que naqueles vizinhos a áreas abertas, trazendo reflexos positivos para o desenvolvimento da vegetação de borda. Para Barros (2006) o efeito de borda é mais intenso quando a borda é agrícola, nessas situações as árvores são menores em altura e diâmetro. Estes efeitos são menos acentuados quando a borda é pastagem. Os fragmentos de borda de pasto e as áreas no interior de floresta detêm uma proporção maior da diversidade do que os de borda agrícola, ou seja, as bordas de pastagem se apresentam com maior similaridade com áreas de interior de floresta em composição de espécies (BARROS, 2006).

Por outro lado, Sampaio (2011) afirma que devido ao fato de haver exploração periódica de madeira nas áreas reflorestadas vizinhas, pelo menos durante o período da colheita o efeito de borda deve ser máximo, portanto, em

períodos de exploração da madeira e nas épocas em que as áreas ficam abertas o efeito de borda se iguala ou supera os das áreas agrícolas.

Para Arana e Almirante (2009) os sistemas agroflorestais podem colaborar na conservação de reservas florestais, em paisagens fragmentadas, funcionando como zonas de amortecimento, principalmente por amenizar a degradação das bordas. Os autores complementam dizendo que o efeito de borda pode penetrar até 500 metros para o interior dos fragmentos, principalmente quando o uso do solo no entorno das florestas for agricultura ou campos abertos.

Segundo Barros (2006) o efeito de borda pode variar em diferentes proporções e essa diferença não se deve apenas às ocupações das áreas vizinhas dos fragmentos florestais, mas também às diferenças de tamanho do fragmento, tipo de solo, relevo e hidrografia.

Próximo à borda dos fragmentos as árvores são menores e a camada de serrapilheira é mais espessa, fatores estes que, aparentemente causam mudanças na composição da fauna, que são, na verdade, decorrentes dos efeitos de borda, os quais atingem proporcionalmente mais os fragmentos pequenos do que os fragmentos grandes (VASCONCELOS, 1998).

### **2.2.1 Corredores de Biodiversidade**

Corredores de biodiversidade são as faixas de vegetação nativa que interligam fisicamente dois ou mais fragmentos (RANIERI; MORETTO, 2012). Os corredores têm por objetivo a conexão de fragmentos isolados, permitindo uma conexão entre os remanescentes florestais que estão dispersos no ambiente (MOREIRA e RODRIGUEZ, 2010). Portanto, permite que indivíduos de mesmas espécies, mas de diferentes populações possam interagir, viabilizando a manutenção da metapopulação (MOREIRA; RODRIGUEZ, 2010).

Para as formas lineares de corredores Ranieri e Moretto (2012) citam possíveis desvantagens, como a facilitação na propagação de pragas, doenças, fogo e o aumento da predação. Por outro lado Candia-Gallardo (2011) menciona que os corredores florestais podem servir como habitat e como facilitadores de locomoção

para fauna em ambientes fragmentados, portanto, tornam-se elementos úteis e essenciais para a conservação da biodiversidade naqueles ambientes.

Neste sentido Arana e Almirante (2009) descrevem que a dinâmica metapopulacional leva a um aumento na adaptabilidade e na densidade de espécies, principalmente daquelas mais suscetíveis aos efeitos da fragmentação, e como consequência, a uma melhoria da diversidade e integridade biológica no ecossistema.

Porém, para que os corredores atinjam sua funcionalidade eles necessitam da preservação não somente dos pequenos fragmentos, mas também da preservação de grandes blocos florestais (RANIERI; MORETTO, 2012). E é neste sentido que Boscolo (2007) afirma que os corredores que não possuem largura superior a 60 metros não fornecem o habitat necessário para determinadas espécies da fauna que necessitam de áreas maiores para locomoção. Desta forma, para manter a funcionalidade biológica os corredores devem ter largura mínima de 100 m (METZGER, 2010). Para Metzger, Goldenberg e Bernacci (1998) com base nos resultados em pesquisas de diferentes larguras de corredores ecológicos, formados por áreas de preservação permanente, relatam que a diversidade de árvores e arbustos era de apenas 55% em corredores com largura de no máximo 50 m, enquanto 80% estavam presentes em corredores com mais 100 m. Além de facilitar a locomoção, corredores mais largos acarretam na diminuição do efeito de borda e o aumento das áreas-núcleos (MUCHAILH et al., 2010).

### **2.2.2 Zonas Ripárias**

As zonas ripárias são as porções terrestres das laterais dos rios; são as áreas saturadas que margeiam os cursos d'água, mas que podem se expandir durante chuvas prolongadas, e por isso, muito se confundem com áreas de preservação permanente. Porém, por mais que as zonas ripárias estejam nos mesmos locais que as áreas de preservação permanente, as mesmas não coincidem, já que nas zonas ripárias as áreas não mantêm uma regularidade em torno dos cursos d'água, elas seguem as áreas mais saturadas do solo (ZAKIA et al., 2006).

Portanto, zona ripária é um ambiente de transição em que “ocorrem interações que incluem os ecossistemas aquáticos e terrestres, os quais se estendem desde o lençol freático, passando pelas copas das árvores e pelas planícies de inundação até as encostas por onde a água é drenada” (ZAKIA et al., 2006 p. 91).

Elas podem ocorrer em outras áreas da microbacia, como áreas para onde convergem os cursos d'água e áreas de solos rasos, com baixa capacidade de infiltração (LIMA; ZAKIA, 2000).

As zonas ripárias exercem importante papel para a preservação da biodiversidade e da qualidade dos mananciais, através da diminuição dos processos de assoreamento e de contaminação da água (PIVELLO; KORMAN, 2005).

Por serem áreas que margeiam os rios, as zonas ripárias podem ser utilizadas para a formação de corredores de biodiversidade, já que possuem um importante aspecto, a conectividade (MUCHAILH et al., 2010). Além de serem importantes para o funcionamento como corredores para o fluxo de plantas e animais (LIMA; ZAKIA, 2006), Lima e Zakia (2000) apontam a recuperação da vegetação ciliar como fundamental para o aumento da capacidade de armazenamento de água. No entanto, para que esses benefícios sejam alcançados é necessário que estas áreas estejam protegidas assim como exige a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

Porém essas áreas, muitas vezes, são utilizadas com atividades agropecuárias; seja pela qualidade do solo ou pela proximidade da água. Portanto, atribui-se a tradição agrícola como conflitante no ordenamento jurídico que estabelece proteção das áreas de preservação permanente, situação evidenciada pelo grande número de casos em que a lei não é obedecida (MARTINI; TRENTINI, 2011).

Para que esse cenário se altere é necessário que os proprietários de áreas que compõem as APPs compreendam a importância destas áreas para a manutenção da biodiversidade ou dos processos ecológicos. Entretanto, há situações em que a conservação implica em custos financeiros que bloqueiam a capacidade de preservação, principalmente em pequenas propriedades rurais (COSTA, 2008). Por outro lado, a cobertura florestal nativa traz benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão e manutenção da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade e a diversificação da produção de uma área; além de

propiciar para as pequenas propriedades rurais renda com atividades florestais, quando estas são utilizadas para fins extrativistas (ARANA; ALMIRANTE, 2009).

Para Pivello e Korman (2005) desconsiderar as funções ambientais das áreas ripárias no planejamento e nas ações das políticas públicas certamente resulta em perda na qualidade e quantidade de água, além de afetar diretamente os habitats para plantas e animais e na capacidade de filtragem natural de sedimentos.

### 2.3 FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

A Floresta Estacional Semidecidual caracterizada por espécies de origem amazônica, que se expandiram através das redes hidrográficas pelos solos mais férteis, apresenta particularidades decorrentes da influência do clima e do solo (IBGE, 2012). Tais influências promovem o desenvolvimento de uma grande diversidade de organismos vivos, estabelecendo um processo de evolução natural e contínuo (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2011). As características influenciadas pelo clima são decorrentes de duas estações de acentuada variação térmica (RODERJAN et al., 2002).

Um dos fenômenos mais evidentes é a perda parcial das folhas (DI BITETTI, PLACCI e DIETZ, 2003). Isso ocorre como forma das plantas regularem seu balanço hídrico, perdendo as folhas em períodos com menor incidência de chuvas ou com temperaturas mais baixas (TAIS; ZEIGER, 2009). A queda foliar das árvores dossel da floresta pode ocorrer entre 20 a 50%, modificando fortemente a fisionomia da vegetação, é por este aspecto fisionômico caracterizado pela queda foliar parcial que se atribui sua denominação semidecidual (RODERJAN et al., 2002).

De acordo com Campos e Silveira Filho (2010) os fatores físicos como o solo e clima influenciam uma subdivisão dentro da Floresta Estacional Semidecidual. O Manual Técnico da Vegetação Brasileira subdivide esse tipo de vegetação em: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana. Este tipo florestal é bastante descontínuo e está sempre situado entre dois climas, um úmido e outro árido (IBGE, 2012).

A vegetação aluvial está associada à rede hidrográfica. A delimitação das demais formações varia em função da latitude, mas, de modo geral, a formação das

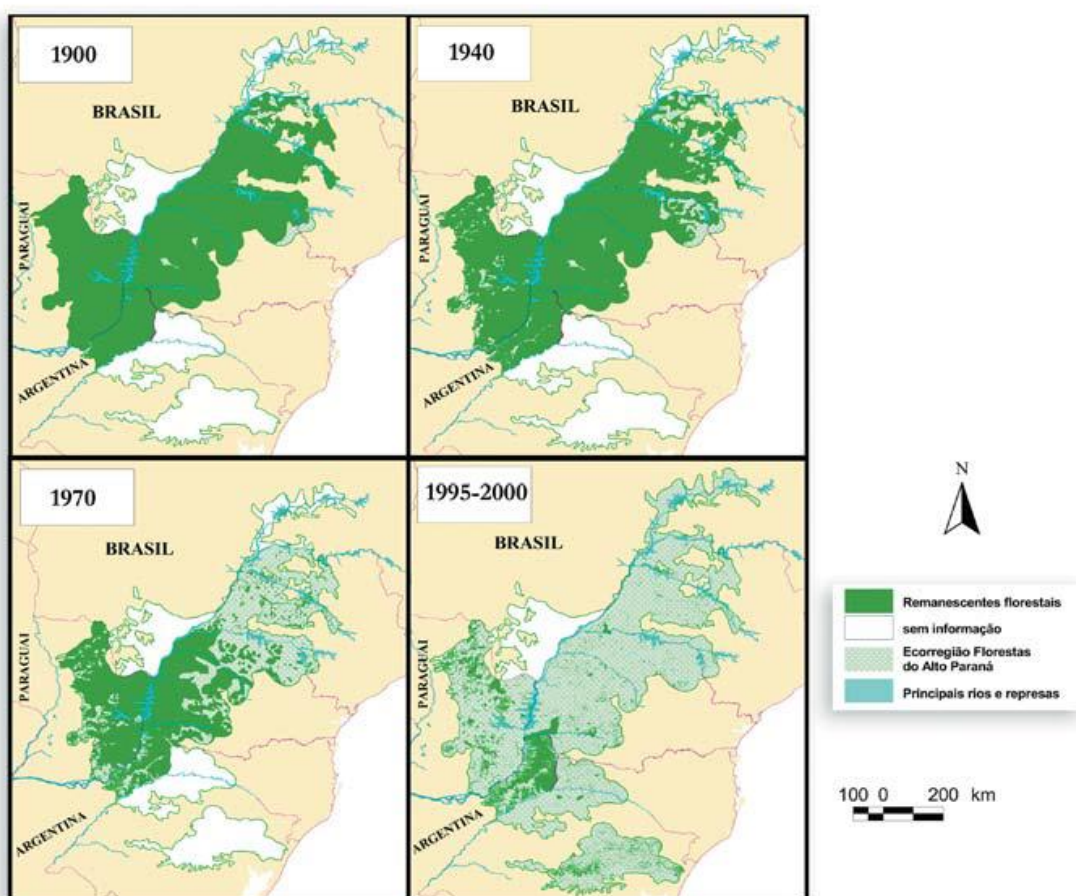


terras baixas está situada em áreas de terrenos sedimentares a partir dos 5 m até 100 m acima do nível do mar; a vegetação submontana ocorre em altitudes que variam de 30 a 600 m, e a vegetação montana situa-se no alto dos planaltos e/ou serras com altitude de 400 a 2.000 m (IBGE, 2012).

A floresta semidecidual é formada por árvores que podem atingir até 40 metros de altura, estrato arbustivo e camada herbácea composta por um vasto conjunto de plantas de pequeno porte (CAMPOS e SILVEIRA FILHO, 2010).

Di Bitetti, Placci e Dietz (2003) afirmam que na área de abrangência da Floresta Estacional Semidecidual, dos remanescentes existentes, boa parte são constituídos por vegetação secundária, devido, principalmente, à exploração de madeira. Já Roderjan et al. (2002) diz atribuir-se ao fato das terras ocupadas por essa vegetação serem de boa qualidade e por isso tornaram-se atrativas para o cultivo agrícola, principalmente para a cultura cafeeira.

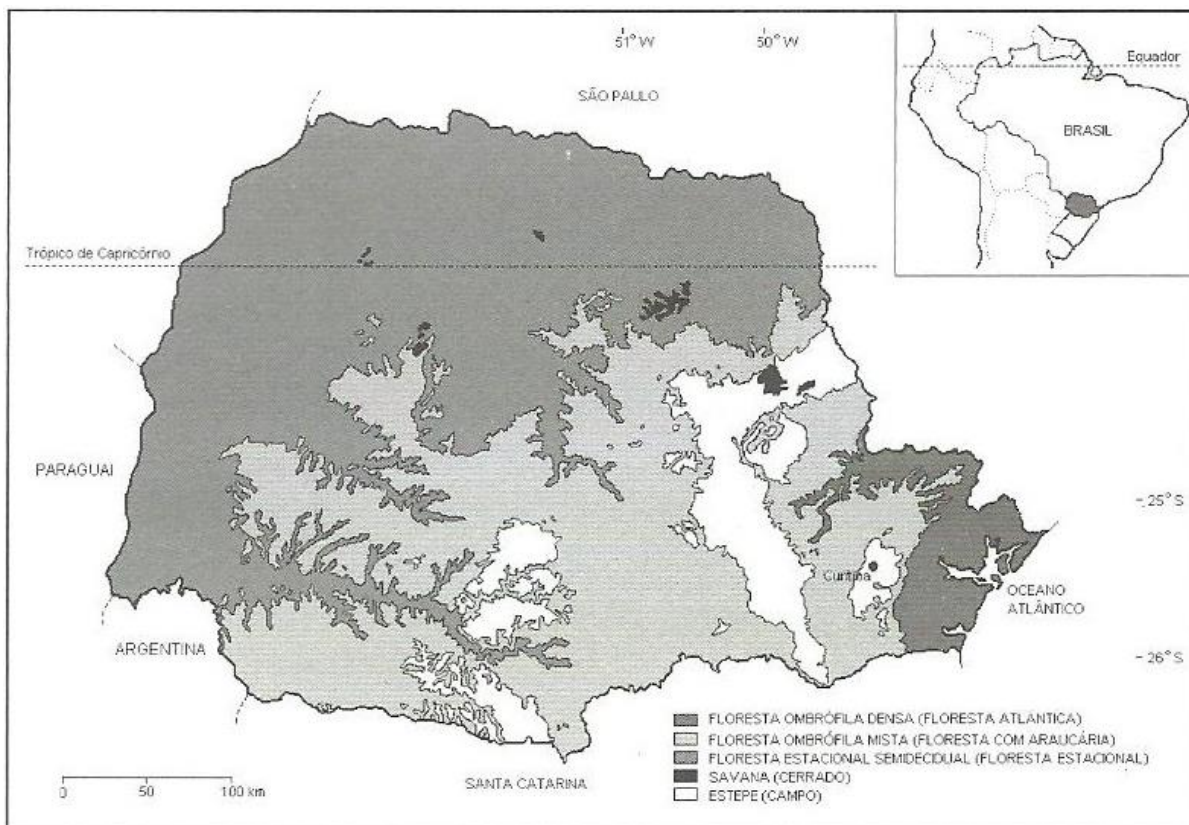
Na Figura 2 pode ser observado o nível de desmatamento dessa floresta no decorrer dos anos destacando o local em que se encontra uma das 15 ecorregiões do Bioma Mata Atlântica sendo esta denominada “Ecorregião Florestas do Alto Paraná” (DI BITETTI, PLACCI e DIETZ, 2003).



**Figura 2. Mapa de evolução da cobertura florestal da Ecorregião Florestas do Alto Paraná. Fonte: Di Bitetti, Placci e Dietz (2003).**

A Ecorregião Florestas do Alto Paraná, destacada no mapa da Figura 2, abrange uma área de 471.204 Km<sup>2</sup>, estendendo-se a partir das encostas a oeste da Serra do Mar, no Brasil, até o leste do Paraguai e a Província de Misiones, na Argentina; mas teve sua cobertura vegetal reduzida de tal forma que no final dos anos 90 restavam apenas 7,4% da área original, sendo a maior redução observada no Brasil, onde os remanescentes chegaram a apenas 2,7% da área original ou 7.713 km<sup>2</sup>; seguido do Paraguai com 13,4% de vegetação remanescente ou 11.523 km<sup>2</sup> e Argentina com 50% de vegetação remanescente ou 11.230 km<sup>2</sup> (DI BITETTI, PLACCI e DIETZ, 2003).

No estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual abrange a porção oeste do Terceiro Planalto paranaense, principalmente áreas da bacia hidrográfica do rio Paraná (RODERJAN et al., 2002), (Figura 3). De acordo com Paraná (2009) esse tipo de vegetação está ameaçado de tal forma, que restavam, em 2002, menos de 4%, sendo que o maior remanescente é o Parque Nacional do Iguaçu, que ocupa uma área de 1.850 km<sup>2</sup> (RODERJAN et al., 2002).



**Figura 3. Distribuição das unidades fitogeográficas mais representativas do Estado do Paraná. Fonte: MAACK, R., 1950, apontado por Lima e Zakia, 2000.**

### 2.3.1 Bioindicadores de Fragmentação

Algumas espécies que compõem a fauna são excelentes indicadores de fragmentação florestal. Geralmente, ao longo do processo de fragmentação, determinadas espécies mais especializadas no ambiente vão sendo substituídas por outras mais generalistas (ALLENSPACH, 2011).

Resultados muito variáveis têm sido encontrados quanto à alteração na diversidade de insetos em função de fragmentação, desmatamentos ou diferentes estágios de sucessão ecológica. Em alguns casos, esses distúrbios estão associados à redução na diversidade de espécies de insetos e, em outros casos, esses fatores estão associados até a um aumento na diversidade local (THOMAZINI; THOMAZINI, 2000).

Um dos insetos importantes como indicadores de fragmentação são as abelhas. A utilização das abelhas Euglossini como indicadores de qualidade ambiental é relevante, já que a comunidade responde ao processo da fragmentação com áreas mais degradadas apresentando um menor número de espécies e menor diversidade (RAMALHO, 2006).

As abelhas Euglossini possuem características que as tornam capazes de voar grandes distâncias, e são rápidas a ponto de passar por vários conjuntos florais em curto espaço de tempo; dessa maneira ganham um papel de destaque na polinização de espécies vegetais (JANZEN, 1971).

Porém, em ambientes fragmentados, limita o potencial de locomoção das abelhas Euglossini, que mesmo sendo reconhecidas por sua grande capacidade de vôo, essas abelhas possuem uma limitação na capacidade de dispersão em áreas desmatadas (POWELL; POWELL, 1987).

Embora conhecidas como polinizadores de longas distâncias em florestas tropicais, há controvérsias sobre o raio de voo das Euglossini entre fragmentos florestais. Em um fragmento isolado de Mata Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil, cercado por monoculturas, foi constatado que os machos de Euglossini deixam a mata para coletar fragrâncias numa distância máxima de 500 m e que a partir de 10 m fora da mata ocorre uma acentuada redução na riqueza de espécies, indicando que a borda da mata atua como uma barreira para a maioria das espécies de Euglossini (MILET-PINHEIRO; SCHLINDWEIN, 2005).

Uma das formas de amenizar os efeitos da fragmentação é a utilização de áreas de reflorestamento, pois, de maneira geral, essas áreas diferem pouco das florestas nativas em relação às comunidades de Euglossini (FERRONATO, 2014), portanto, uma maior proximidade entre remanescentes florestais e áreas de reflorestamento é uma condição importante para que abelhas Euglossini possam explorar recursos necessários para seu desenvolvimento.

A preservação das florestas contribui para a manutenção das populações destas espécies de abelhas que são de extrema importância ecológica, mantendo os serviços de polinização das espécies de plantas que dependem delas, influenciando diretamente na manutenção das espécies e na regeneração das espécies arbóreas (RAMALHO, 2006).

## 2.4 GEOPROCESSAMENTO

A representação da paisagem é um importante instrumento para a compreensão de aspectos como: a evolução dos seres vivos, a dinâmica dos componentes naturais e as inter-relações com os elementos antrópicos (SEABRA; CRUZ e SANCHEZ, 2012).

Para o conhecimento dessas inter-relações, uma etapa a ser realizada é o levantamento de campo, que consiste em um conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática sintetizada por meio de mapas. O levantamento do uso e da cobertura do solo indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, necessárias à interpretação, análise e registro de observações da paisagem, visando a sua classificação e espacialização através de cartas (IBGE, 2006).

O conhecimento dos aspectos físicos da paisagem pode determinar a aptidão do solo para uso agrícola ou para a manutenção da biodiversidade. Seabra; Cruz e Sanchez (2012) dizem que a forma do relevo, assim como na agricultura, pode contribuir ou desfavorecer determinadas espécies de plantas ou animais. Áreas onde o sombreamento é maior criam condições melhores para o estabelecimento de determinadas espécies, ou o inverso, onde as formas do relevo expõem algumas áreas a uma maior insolação. Outro fator relacionado ao relevo é a presença de água ou acúmulo de água, influenciando a presença de nutrientes e sedimentos.

### 2.4.1 Sistema de Informação Geográfica

O Sistema de Informações Geográficas - SIG é uma estrutura de processamento automático de dados destinados ao armazenamento e transformação de informações espaciais. Um SIG é composto por diferentes tipos de tecnologias do geoprocessamento, que permitem tratar um conjunto de dados, de

forma integrada ou individualizada, e tem a função de fornecer informação, seja na forma de dados espaciais e/ou de dados de atributos (IBGE, 2006).

O uso de SIG facilita o trabalho de análise de paisagem pelo fato de tornar possíveis e precisos os cálculos de área, perímetro e distância dos temas de interesse (BARROS, 2006). Porém, além de informações, o SIG também fornece algumas ferramentas para a realização de análises, as quais respondem à formulação de perguntas e explicam ocorrências ou problemas na área de interesse (IBGE, 2006).

Rosot et al. (2011) complementam, mencionando que as tecnologias do SIG podem ser aplicadas em diversas áreas, sejam elas relativas às pessoas, objetos, locais, fenômenos ou outros elementos de interesse, permitindo que tais elementos possam ser espacializados segundo um determinado sistema de referência geográfica. Além disso utiliza-se como principal alicerce o banco de dados, que organiza as informações gráficas constituídas pelos dados estatísticos levantados, tornando possível a relações entre atributos e as consultas que forem necessárias (IBGE, 2006).

#### **2.4.2 Sensoriamento Remoto**

O avanço da tecnologia espacial disponibiliza produtos de satélites imageadores da terra como marco de uma nova era dos estudos de uso da terra. Essa metodologia de pesquisa revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2006).

Das técnicas existentes para a elaboração de mapas de uso e cobertura do solo, a utilização de imagens é a que se apresenta como melhor alternativa, seja pela satisfação nos resultados ou pelo menor esforço na edição dos mapas finais (SEABRA, CRUZ e SANCHEZ, 2012).

A análise das imagens pode ser realizada totalmente por automação através de recursos tecnológicos ou por interpretação visual. Para Nunes e Almeida (2012) trabalhos realizados somente por análise visual podem consumir grande quantidade de horas, porém, alguns erros de interpretação automática da imagem poderão ser

minimizados. Análises por métodos totalmente automatizados que não recorrem à intervenção do intérprete, conhecidos como classificações não supervisionadas, podem depender de menos tempo de trabalho, contudo, importantes informações poderão ser interpretadas erroneamente. Dessa forma, os autores acreditam que os métodos mais adequados para a classificação de imagens visando ao mapeamento de cobertura da terra são aqueles que conjugam processamentos digitais de imagens com intervenção do intérprete, o qual detém o conhecimento prévio acerca da imagem e do local de estudo, sendo denominados como classificações supervisionadas.

Através da técnica de classificação do uso e cobertura do solo e com a disponibilidade de imagens temporais, que são imagens que representam o mesmo local em diferentes períodos, é possível avaliar as mudanças da paisagem com o passar dos anos, assim como supervisionar a cobertura da terra. Portanto, essa tecnologia permite, entre outros propósitos, um acompanhamento da manutenção florestal, possibilitando a verificação do desmatamento ou da expansão florestal no decorrer dos anos (TORRES, 2011).

O acompanhamento das mudanças ocorridas na paisagem permite uma compreensão mais detalhada das transformações como: perda de coberturas naturais, a perda de corpos hídricos naturais ou surgimentos de novos corpos hídricos (artificiais), assim como a constatação do período em que certo uso está presente em determinado local (SEABRA, CRUZ e SANCHEZ, 2012).

No estudo de Seabra, Cruz e Sanchez (2012) os autores constataram que na bacia do Rio São João, no estado do Rio de Janeiro, as mudanças ocorridas nos últimos 35 anos demonstraram um aumento da cobertura natural. Os resultados foram impulsionados pela diminuição da taxa de desmatamento e recuperação de áreas degradadas. O mesmo aconteceu na pesquisa de Torres (2011), quando a autora averiguou o uso da área no decorrer de 22 anos e constatou um aumento de 12% nas áreas de florestas na região de Arroio Grande no estado do Rio Grande do Sul.

O acompanhamento da época de desmatamento ou degradação é um importante subsídio para estratégias de recuperação de áreas degradadas, de tal forma que Seabra, Cruz e Sanchez (2012) citam que as áreas onde o desmatamento é recente possuem maior facilidade para a recuperação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA GEOGRÁFICA

##### 3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Ocoy

A bacia hidrográfica do Rio Ocoy está localizada na Ecorregião Florestas do Alto Paraná, no Estado do Paraná. Essa é a maior dentre as 15 ecorregiões identificadas no bioma Mata Atlântica, cobrindo originalmente 471.204 km<sup>2</sup> desde a vertente ocidental da Serra do Mar até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina (Figura 4) e tendo a Floresta Estacional Semidecidual como tipo de vegetação predominante (DI BITETTI, PLACCI e DIETZ, 2003).

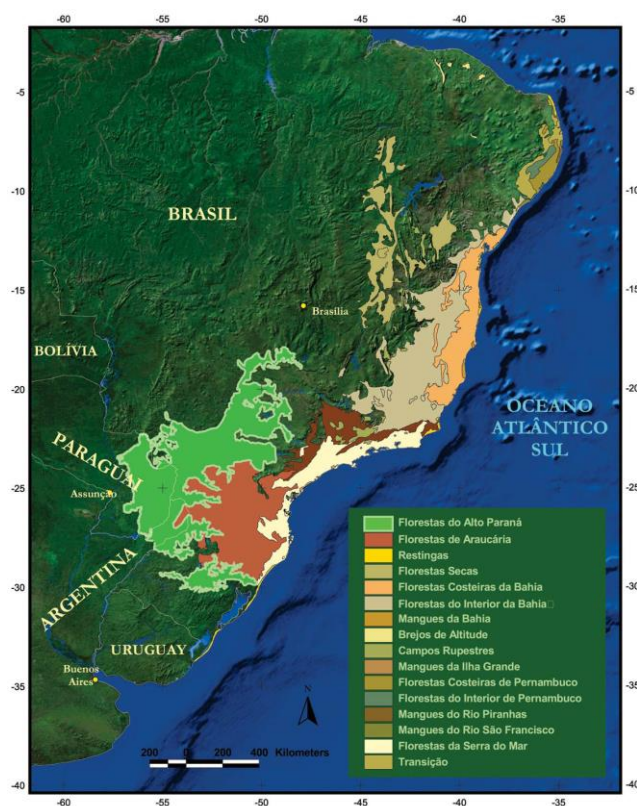


Figura 4. Delimitação do bioma Mata Atlântica e suas ecorregiões.

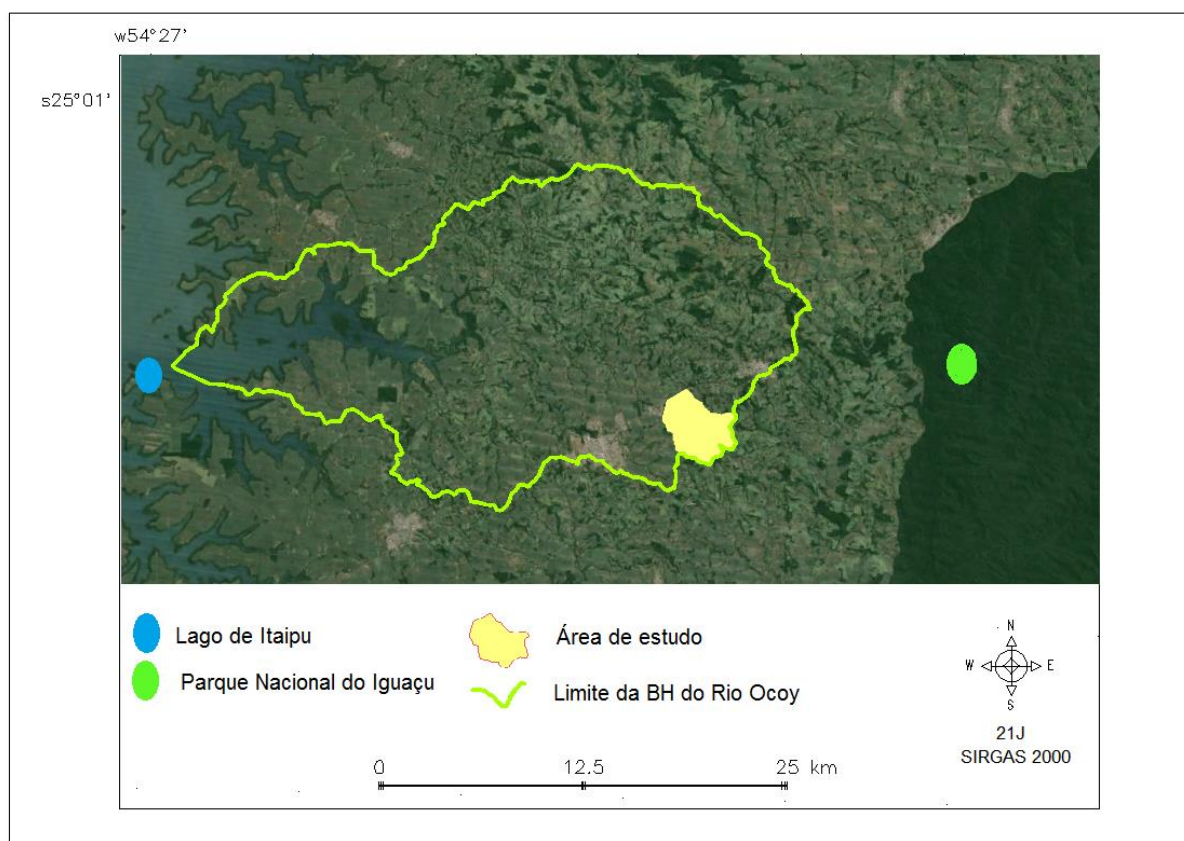
Fonte: Di Bitetti, Placci e Dietz (2003).



A BH do Rio Ocoy situa-se entre o Parque Nacional do Iguaçu e o lago da Usina Hidrelétrica de Itaipu abrangendo os municípios de Medianeira, Matelândia, Missal, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia e Ramilândia.

A temperatura média anual na região é de 21,5 °C, com precipitação média anual de 1803 mm, sendo o clima, portanto, considerado como subtropical, Cfa, no sistema de classificação de Köppen (EMBRAPA, 2011). A formação vegetal predominante é a Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012); que além da ocorrência eventual de geadas, a flora está condicionada a um período de baixa precipitação pluviométrica (RODERJAN et al., 2002).

O presente estudo foi desenvolvido em uma microbacia inserida na bacia hidrográfica do Rio Ocoy (Figura 5), mais precisamente a nascente do Rio Ocoy, que foi selecionada com base na distribuição espacial de sua rede hidrográfica e de seu potencial para uma conexão entre o Parque Nacional do Iguaçu e a área de preservação permanente do Lago de Itaipu. A microbacia em estudo possui 1.888 ha e seu limite a sudeste está a uma distância de 12 km do Parque Nacional do Iguaçu e o limite a noroeste a uma distância de 14 km do reservatório de Itaipu.



**Figura 5. Localização da área de estudo.**  
**Fonte: Adaptado de Google Earth (2014).**

## 3.2 AVALIAÇÃO DA PAISAGEM

### 3.2.1 Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo

Para a criação dos mapas temáticos utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG) denominado: Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), na versão 5.2.6, disponível gratuitamente pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. O Banco de Dados foi estruturado em um Projeto com projeção cartográfica UTM, fuso 21, datum SIRGAS 2000, e retângulo envolvente com coordenadas de longitude oeste entre  $53^{\circ} 51'$  e  $54^{\circ} 06'$ , e latitude sul entre  $25^{\circ} 08'$  e  $25^{\circ} 21'$ . Neste banco de dados foram importadas as imagens georreferenciadas dos canais, verde (Banda 2), vermelho (Banda 3) e Infravermelho Próximo – IVP (Banda 4) do satélite Francês, Pléiades, com resolução espacial de 2,0 metros, de cobertura em março de 2014 (Figura 6).

Com os mecanismos de realce do SIG, foi gerada uma imagem sintética “falsa cor”, associando essas diferentes faixas do espectro eletromagnético as seguintes composições coloridas: 2 (blue), 3 (red), 4 (green). A associação da cor verde ao canal do IVP permite reconhecer com maior facilidade a vegetação e o solo exposto.

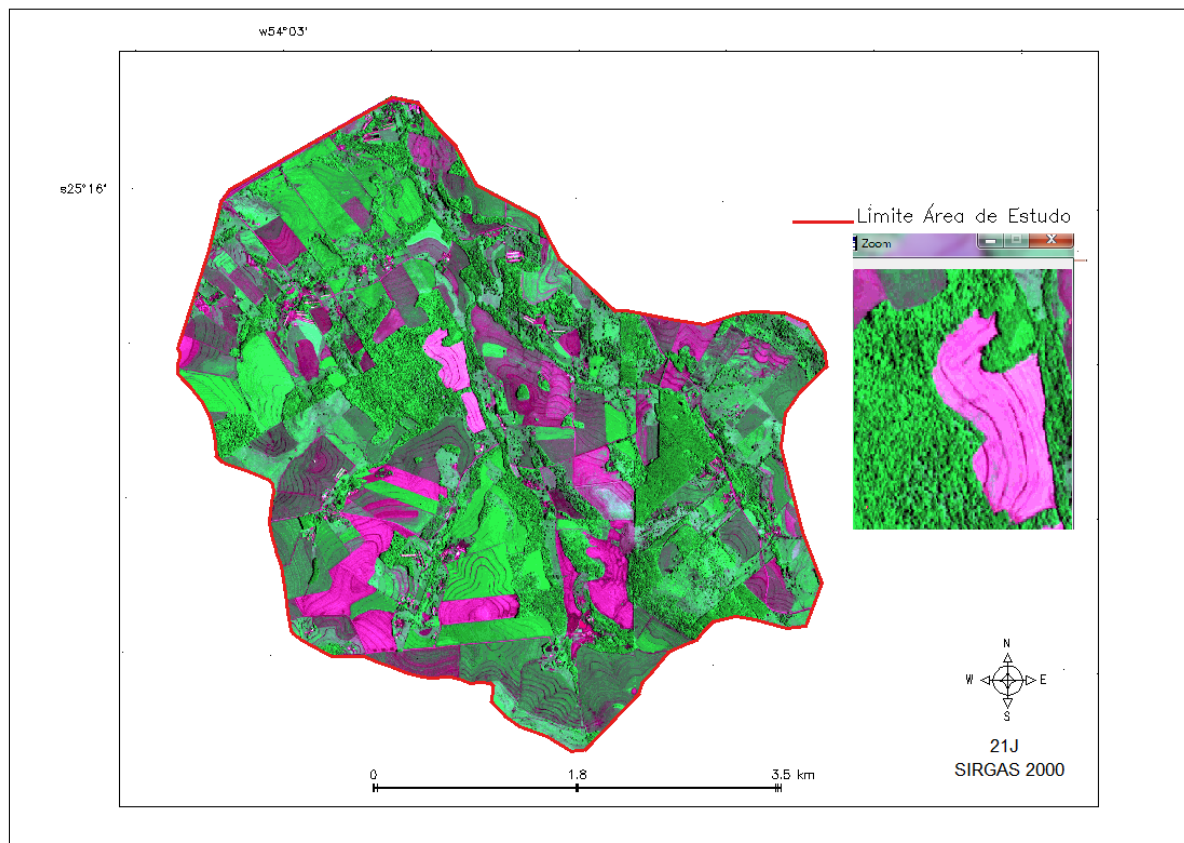


Figura 6. Imagem do satélite Pléiades da área de estudo.

As classes estabelecidas para a classificação do uso e cobertura do solo foram: agricultura, pastagem, vegetação natural, reflorestamento, áreas de sede e circulação, e lagos e reservatórios. Ressalta-se que se considerou vegetação natural todos os fragmentos de floresta nativa, independente do seu nível de conservação e estágio sucessional. No Quadro 1 estão especificadas as classes utilizadas e as definições do IBGE para cada classe.

Classificação IBGE		Nomenclatura utilizada no texto
Classes	Definição	
Lavouras Temporárias	Cultura de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. As lavouras semipermanentes, bem como as culturas de algumas forrageiras destinadas ao corte, também estão incluídas nessa categoria.	Agricultura
Pastagem plantada	Área com predomínio de vegetação herbácea utilizada para pecuária extensiva, podendo ser formada por espécies nativas, mas geralmente formada por espécies exóticas.	Pastagem
Reflorestamento	Plantio ou formação de maciços com espécies florestais.	Reflorestamento
Floresta	Considera-se floresta as formações arbóreas, incluindo-se as áreas de floresta densa, de floresta aberta, de floresta estacional, da floresta ombrófila mista	Vegetação Natural
ND	ND	Área de sede e circulação
Corpo d'água:	Cursos de águas naturais, lagos e reservatórios.	Lagos e reservatórios

**Quadro 1. Classes utilizadas na classificação do uso e cobertura do solo, com suas respectivas definições.**

**Fonte: Adaptado de IBGE, 2006.**

A classificação dos usos do solo foi efetuada em digitalização em tela e para a confirmação das informações contidas na imagem utilizou-se como informação de apoio a imagem do Google Earth de março de 2014 (Figura 7). Essa imagem foi utilizada apenas quando houve dúvidas na identificação do uso pela imagem do satélite Pléiades.



**Figura 7. Imagem da área de estudo com detalhe na qualidade do zoom.  
Fonte: Adaptado de Google Earth (2014).**

Após a vetorização dos polígonos, foram realizadas visitas de campo com o auxílio de um receptor GPS (Global Positioning System) de precisão nominal de 10 m para a conferência e confirmação do mapeamento, visando o esclarecimento de elementos duvidosos na interpretação digital e o acréscimo de novas informações não determinadas durante o processo de interpretação.

As Coordenadas geográficas obtidas com GPS foram lançadas sobre a imagem georreferenciada facilitando assim a classificação do uso e cobertura do solo. A coleta das amostras com GPS foi realizada no período entre os meses de março e maio de 2014, portanto, na mesma época do ano que foi gerada a imagem, de modo a se estabelecer uma correlação entre o padrão da imagem e a “verdade” terrestre observada no trabalho de campo. A partir desse procedimento foi possível obter a classificação da cobertura do solo.

Após a interpretação dos usos do solo, todos os polígonos foram delimitados, na sequência, foram gerados polígonos com o uso do software Spring.

Paralelamente foi criado um banco de dados estruturado para a inserção dos polígonos.

Com base nessas informações o uso e cobertura do solo da área em estudo foi classificado nas classes pré-definidas. Na Figura 8 está representada a forma de delimitação dos usos.

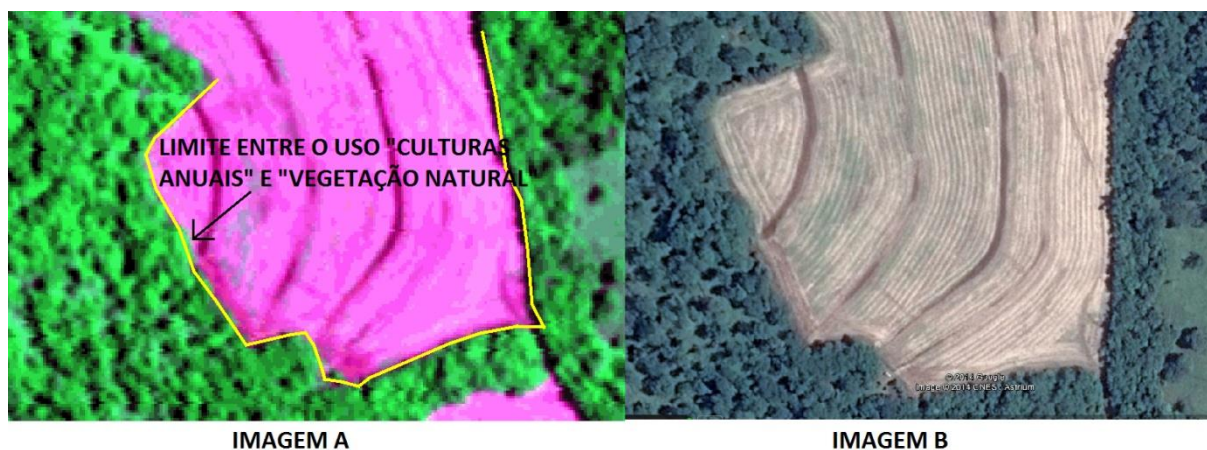


Figura 8. Delimitação dos usos do solo na Imagem A (Satélite Pléiades) com verificação na Imagem B (Google Earth).

A rede hidrográfica foi disponibilizada pela Itaipu Binacional (2007) em arquivo *shapfile* e utilizada como base para o ajuste da hidrografia na área de estudo. O ajuste final foi feito com base nas características da imagem e conferência em campo. Com a rede de drenagem estabelecida definiu-se a ordem dos cursos d'água.

Os critérios de ordenação dos cursos de água foram propostos por HORTON (1945) e modificados por STAHLE (1957); a metodologia baseia-se na classificação de acordo com os cursos tributários. A classificação reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia (PORTO; FILHO, 1999). Os rios de primeira ordem representam as nascentes, os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, a junção de dois de segunda, assim sucessivamente, portanto, quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes, conseqüentemente maior será a extensão. Rios de até 3ª ordem formam basicamente microbacias hidrográficas, a partir de 4ª ordem são formadas as BH (SANTOS, 2014).

### 3.2.2 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Para a determinação de Áreas de Preservação Permanente empregou-se o estabelecido na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que em seu 3º parágrafo define como “Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Delimitaram-se as APPs de acordo com o Art. 4º que considera Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais;
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.”

Para estabelecer a faixa de APP considerou-se a largura mínima de 15 metros em torno dos cursos d'água e nascentes, conforme determina a Lei mencionada anteriormente em seu artigo 61-A que diz:

“§ 3º Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação

Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.”

“§ 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros.”

A utilização do parâmetro de tamanho de propriedade baseou-se na classificação das propriedades rurais, que no Estado reporta cerca de 86% dos estabelecimentos com até 50 ha. O município de Medianeira possui 1.165 imóveis rurais ocupando uma área total de 29.213 ha, ou seja, média de 25,07 ha. As propriedades acima de 100 ha representam 61% da área total no Estado, no entanto, apenas 7% dos proprietários possuem áreas acima de 100 ha (PARANÁ, 2003). Portanto para fins de análise arbitrou-se para a área de estudo propriedades de 2 a 4 módulos fiscais, que representa, de acordo com INCRA (1980), para o município de Medianeira, 18 ha. Ou seja, as propriedades da área de estudo apresentariam de 36 a 72 ha. Para as áreas no entorno das nascentes, e atribuiu-se raio de 15 m de APP para áreas consolidadas; já para as áreas cobertas por vegetação natural, considerou-se 50 m de raio. Partiu-se da premissa de que as áreas consolidadas identificadas na imagem de 2014 são áreas exploradas antes de 2008, período máximo para tal caracterização.

Para classificação da declividade, utilizou-se o programa Spring 5.2.6, baseado na metodologia da Embrapa (2007), utilizando-se a imagem do Radar SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, com resolução de 30 m, disponíveis no sítio Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

Para o mapa de declividade, gerado a partir do produto SRTM, as classes criadas seguiram as orientações metodológicas de Miranda (2005), distribuídas



entre as classes de 0 a 3° (Plano), 3 a 8° (Suave Ondulado), 8 a 20° (Ondulado), 20 a 45° (Forte Ondulado) e > 45° (Montanhoso).

Para a determinação das áreas de APP a restaurar avaliou-se em primeiro momento a rede hidrográfica e a declividade do solo. Confrontando essas informações com a vegetação natural existente das faixas de preservação permanente foi possível estabelecer, com base na legislação ambiental vigente, as áreas existentes e as áreas a restaurar.

### **3.2.3 Delimitação da Borda dos Fragmentos**

A área central, desconsiderando a faixa de borda, foi utilizada para indicar a área nuclear do fragmento. Neste estudo foi considerada a largura de faixa de borda de acordo com o proposto por Sampaio (2011) que em sua análise em Floresta Estacional Semidecidual definiu borda com interferência de aspectos abióticos, como microclima e umidade, com variação nos primeiros 50 m da área externa do fragmento. Galetti (2013) também realizando estudos em Florestas Estacionais Semidecíduais encontrou o mesmo valor e concluiu que a partir dos 50 metros da borda as composições florísticas são pouco afetadas pelas atividades antrópicas, conseqüentemente favorecendo a fauna.

Portanto, para definição da borda foram geradas faixas de 50 metros a partir do limite do fragmento em direção ao interior, em um plano de informação contendo todos os polígonos dos fragmentos. Segundo Silva (2010) cada *buffer* corresponde a um cinturão de influência ao longo do perímetro do fragmento.

### **3.3 MÉTRICAS DE ECOLOGIA DE PAISAGEM**

A partir do mapa de uso e cobertura do solo foram determinadas as métricas de ecologia da paisagem. De acordo com McGarigal et al. (2002) as métricas devem ser divididas em três categorias (i) para a paisagem como um todo; (ii) para os

fragmentos que compõem a matriz; e (iii) para as classes de uso e cobertura da terra separadamente (Quadro 2).

Para diagnosticar a paisagem, como um todo, foram calculadas e quantificadas as classes de cobertura da terra, calculando o percentual de cada uma delas. No diagnóstico em nível de fragmento foram avaliados: a cobertura total da vegetação natural, o tamanho de cada fragmento, o número de fragmentos, a borda, o índice de forma e a proximidade entre os remanescentes.

O tamanho e densidade dos fragmentos ajudam a delimitar o grau de isolamento dos fragmentos dispersos na paisagem, ao passo que o cálculo da área central é importante para avaliar a profundidade dos efeitos de borda e isolamento dos fragmentos (GOMIDE; LINGNAU, 2009).

Através da análise da conectividade é possível obter um diagnóstico sobre a necessidade de conexão entre os fragmentos, tendo em vista que indica o grau de isolamento físico entre os mesmos (GALETTI, 2013).

Para o processamento de métricas da paisagem, os dados de distâncias e áreas foram obtidos diretamente no *software* Spring 5.2.6.

A determinação do índice de forma o chamado “índice de circularidade” baseou-se na metodologia proposta por Miller em 1953 (citado por CHRISTOFOLETTI, 1974) utilizada convencionalmente para determinação da forma de bacias hidrográficas, sendo portanto, adaptada para uso em polígonos de fragmentos florestais, que tem como base de cálculo:

**IC = 12,57 \* A / P<sup>2</sup>**, sendo:

IC = índice de circularidade < 1;

12,57 = Constante;

A = área do polígono; e

P = perímetro do polígono.

O índice de circularidade é analisado de tal forma que, quanto mais próximo de 1, mais próxima da forma circular é o polígono, a medida que este se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado (GREGGIO, PISSARRA e RODRIGUES, 2009), conseqüentemente maior interferência de borda.

Para o cálculo da métrica de área central foi utilizada uma distância de 50 metros de largura de borda (*buffer*). Através disso, obtiveram-se os valores de área

central total, área central média, número de fragmentos que possuem área central, desvio padrão, coeficiente de variação e o índice de área central em relação a paisagem, medido em porcentagem.

A métrica utilizada para o cálculo da conectividade entre os fragmentos da área de estudo foi a PROX. Esta métrica baseia-se na razão entre o somatório das áreas dos fragmentos de mesma classe do fragmento alvo e o somatório das distâncias euclidianas borda a borda respectivas, considerando somente os fragmentos dentro do raio de busca (MCGARIGAL; MARKS, 1995), como mostra a formula abaixo:

$$\text{PROX} = \Sigma A / (\Sigma D)^2, \text{ Sendo:}$$

PROX= conectividade;

A = Área dos fragmentos dentro do raio; e

D = Distância dos fragmentos dentro do raio até o fragmento alvo.

Os valores de PROX variam de 0, quando não existe nenhum outro fragmento de mesma classe do fragmento alvo no raio estipulado, ao infinito, sendo que os valores aumentam à medida que aumentam as áreas de fragmentos de mesma classe e diminuem as distâncias do fragmento alvo aos seus vizinhos (TAMBOSI, 2008).

Para a determinação do PROX estipulou-se raio de 500 metros, que foi baseado nos estudos de MILET-PINHEIRO e SCHLINDWEIN (2005) que consideraram essa distância como o máximo para o deslocamento de machos de abelhas sub tribo Euglossini de borda a borda em ambiente fragmentado.

No Quadro 2 estão detalhadas as métricas de paisagem utilizadas para este estudo.

<b>GRUPOS</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
Área	Área da classe	Hectare (ha)	Somatório das áreas de todos os fragmentos da classe. Maiores valores indicam domínio na matriz.
	Índice de área total	Porcentagem (%)	Medida da quantidade relativa de área da classe na paisagem.
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	Número total de fragmentos na paisagem.
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectare (ha)	Somatório do tamanho dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos.
	Mediana	Hectare (ha)	Valor que ocupa a posição central em um rol crescente ou decrescente de tamanho dos fragmentos.
	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos	Hectare (ha)	Variabilidade dos valores de tamanho à volta da média.
	Coeficiente de variação do tamanho do fragmento	Porcentagem (%)	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos dividido pelo tamanho médio dos fragmentos, multiplicado por 100.
Índice de Forma	Índice de forma médio	Adimensional	Somatório do índice de forma dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos.
	Desvio padrão	Adimensional	Variabilidade dos valores de índice de forma à volta da média.
	Mediana	Adimensional	Valor que ocupa a posição central em um rol crescente ou decrescente de índice de forma.
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	Desvio padrão do índice de forma dividido pela média do índice de forma, multiplicado por 100.

Continua

## Conclusão

Borda	Total de bordas	Metro (m)	Somatório dos perímetros dos fragmentos de mesma classe.
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metro (m)	Somatório da distância ao vizinho mais próximo dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos. Mede a conectividade no nível de paisagem.
	Mediana	Metro (m)	Valor que ocupa a posição central em um rol crescente ou decrescente de distância ao vizinho mais próximo.
	Desvio padrão	Adimensional	Variabilidade dos valores de PROX à volta da média.
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	Desvio padrão da distância ao vizinho mais próximo dividido pela média da distância ao vizinho mais próximo, multiplicado por 100.
PROX	Média	Adimensional	Somatório do PROX dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos. Mede a conectividade no nível de paisagem.
	Mediana	Adimensional	Valor que ocupa a posição central em um rol crescente ou decrescente de PROX.
	Desvio padrão	Adimensional	Variabilidade dos valores de PROX à volta da média.
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	Desvio padrão do PROX dividido pela média do PROX, multiplicado por 100.

**Quadro 2 – Métricas da paisagem.**

Fonte: Adaptado de McGarigal e Marks, 1995.

Por meio das métricas de paisagem aplicadas à classe vegetação natural encontraram-se os resultados para a análise dos fragmentos, que foi obtida com base no mapa de fragmentos florestais, gerado com o intuito de obter-se o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato

de tais fragmentos, alteração frente ao efeito de borda e o grau de proximidade entre eles por meio dos índices de ecologia da paisagem.

Os índices foram calculados em quatro diferentes cenários: (1) Situação real; (2) Considerando efeito de borda, ou seja, identificando as áreas núcleos a partir da exclusão de 50 metros de borda em todos os remanescentes; (3) Desconsiderando as APPs, para avaliar o efeito da retirada da APPs na funcionalidade ecológica da paisagem; e (4) Considerando a restauração das APPs, de forma hipotética para averiguar os benefícios alcançados com a recuperação dessas áreas. No cálculo do PROX considerou-se as áreas de vegetação natural existentes que estão fora da área de estudo, mas que estavam inseridas no raio de cobertura para a realização do cálculo.

Por fim, como base o cenário 4, estabeleceu-se as ações de manejo. Para tanto, ranqueou-se os fragmentos com base no tamanho e fator de forma; os fragmentos que apresentaram as 20 menores áreas, dentre estes, identificou-se os 10 fragmentos com formato mais alongado (menor índice de forma) e proposto o aumento de 50% da área desses 10 fragmentos tornando-os, ao mesmo tempo, maiores e mais circulares. Havendo empate, seria considerado o fragmento com a pior vizinhança, na ordem, agricultura, pastagem, reflorestamento.

Com base neste novo cenário, ranquearam-se os fragmentos em função da conectividade, para isso identificaram-se os 10 fragmentos com menor índice de PROX, e nestes foi proposta uma conexão ao vizinho mais próximo. A conexão foi estabelecida de acordo com os parâmetros de APP, ou seja, extensões de vegetação com largura de 30 metros, considerando as duas faixas que circundam os cursos d'água. Para a determinação do local de implantação das faixas, levou-se em consideração a vizinhança, não admitindo estruturas permanentes como estradas e áreas de sede e circulação.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da vetorização da hidrografia foi possível classificar os rios quanto à ordem. Como é possível visualizar na Figura 9, a área de estudo é caracterizada como microbacia, uma vez que, o rio de maior ordem é 3.

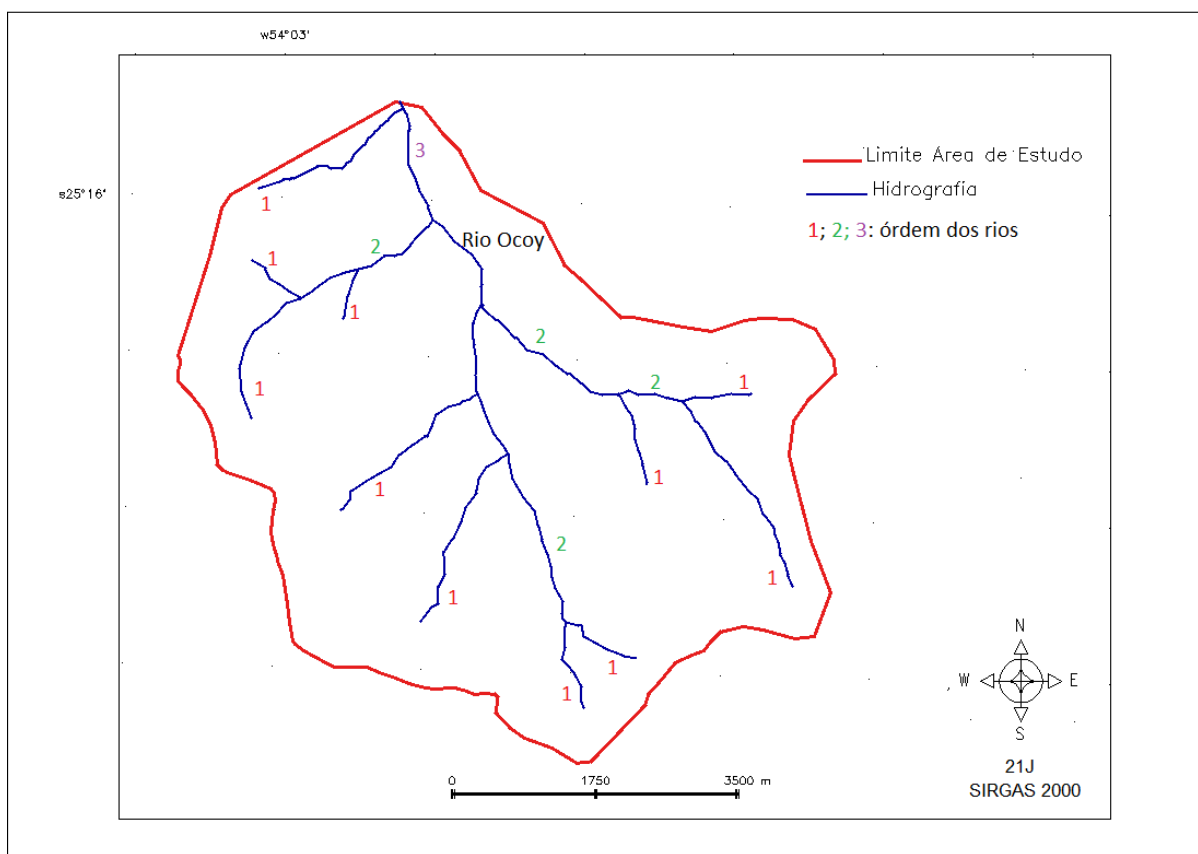


Figura 9. Ordenação dos cursos d'água de acordo com a metodologia de HORTON (1945) e modificada por STHALER (1952).

A distribuição das classes de uso e cobertura do solo está representada na Figura 10.

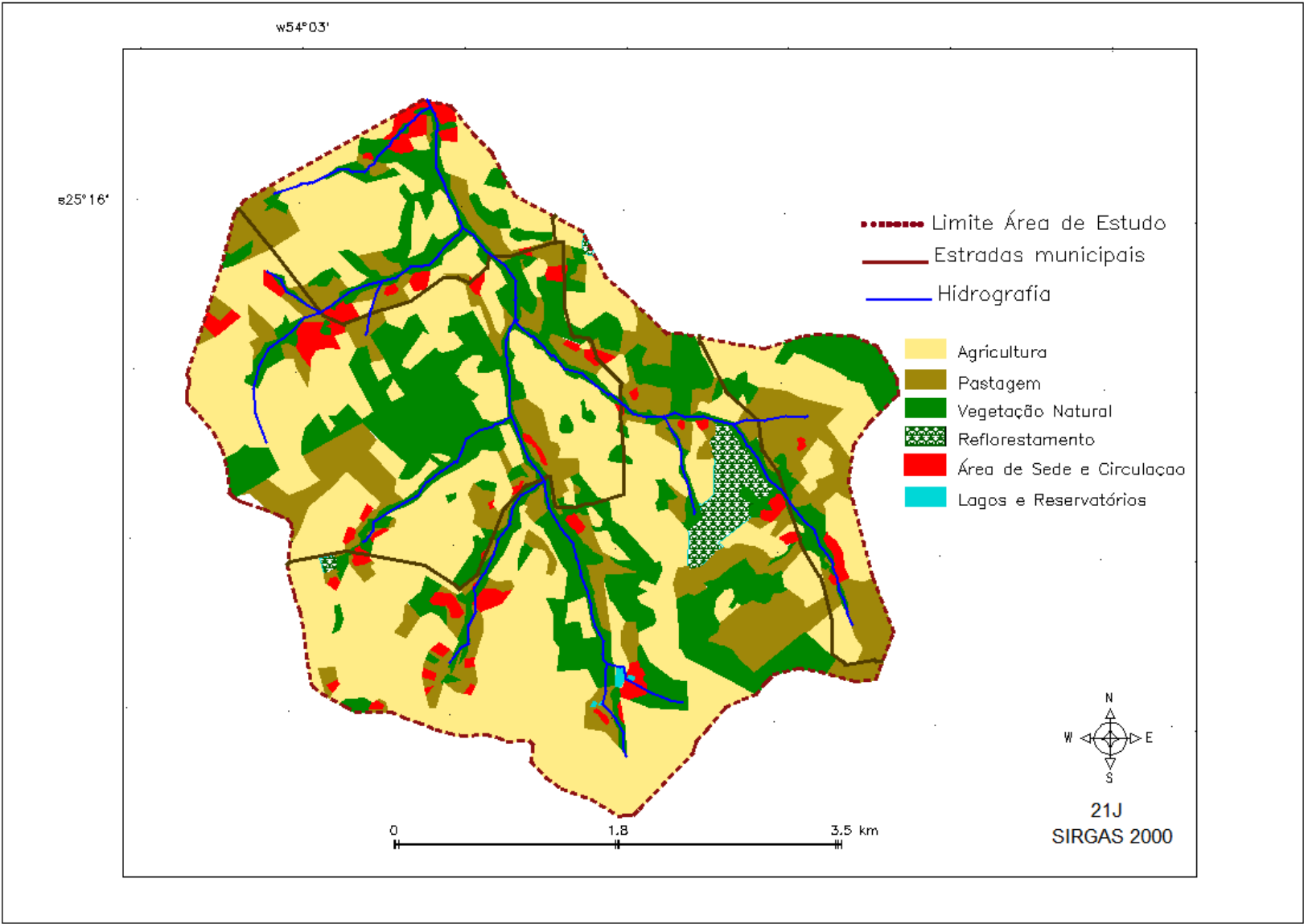


Figura 10. Mapa de Uso e Cobertura do Solo.



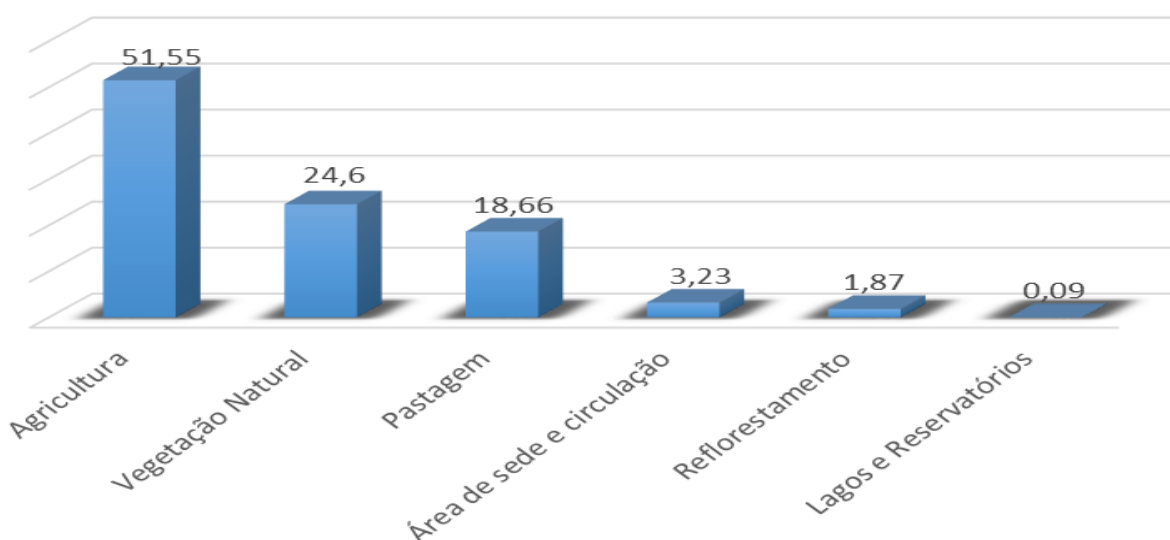
Na distribuição das classes de uso e cobertura do solo fica evidenciada a predominância das culturas anuais e uma heterogeneidade das outras ocupações. Cenário parecido foi encontrado por Galetti (2013) em estudo realizado na região do entorno da Estação Ecológica de Avaré - SP, onde se constatou a predominância de uso agrícola, seguido por pastagens e vegetação natural.

Na Tabela 1 apresentam-se os dados quantitativos de uso e cobertura do solo, com valores representando cada classe.

**Tabela 1 – Uso e cobertura do solo na área de estudo - PP: porcentagem da área de estudo ocupada pela classe; MM: tamanho da maior mancha em hectares; NM: número de manchas da classe.**

Uso e Cobertura	Área (hectares)	PP	NM	MM
Agricultura	973,3	51,55	35	499,9
Vegetação natural	464,6	24,60	33	315,4
Pastagem	352,3	18,66	51	43,0
Área de sede e circulação	60,9	3,23	47	9,8
Reflorestamento	35,2	1,87	3	3,2
Lagos e reservatórios	1,6	0,09	7	0,9
<b>Total</b>	<b>1.888,2</b>	<b>100</b>	<b>176</b>	<b>-</b>

O uso Agricultura destaca-se, ocupando mais da metade da área de estudo (Gráfico 1), seguido pela classe Vegetação Natural.



**Gráfico 1 – Representatividade em porcentagem das classes de uso e cobertura do solo.**

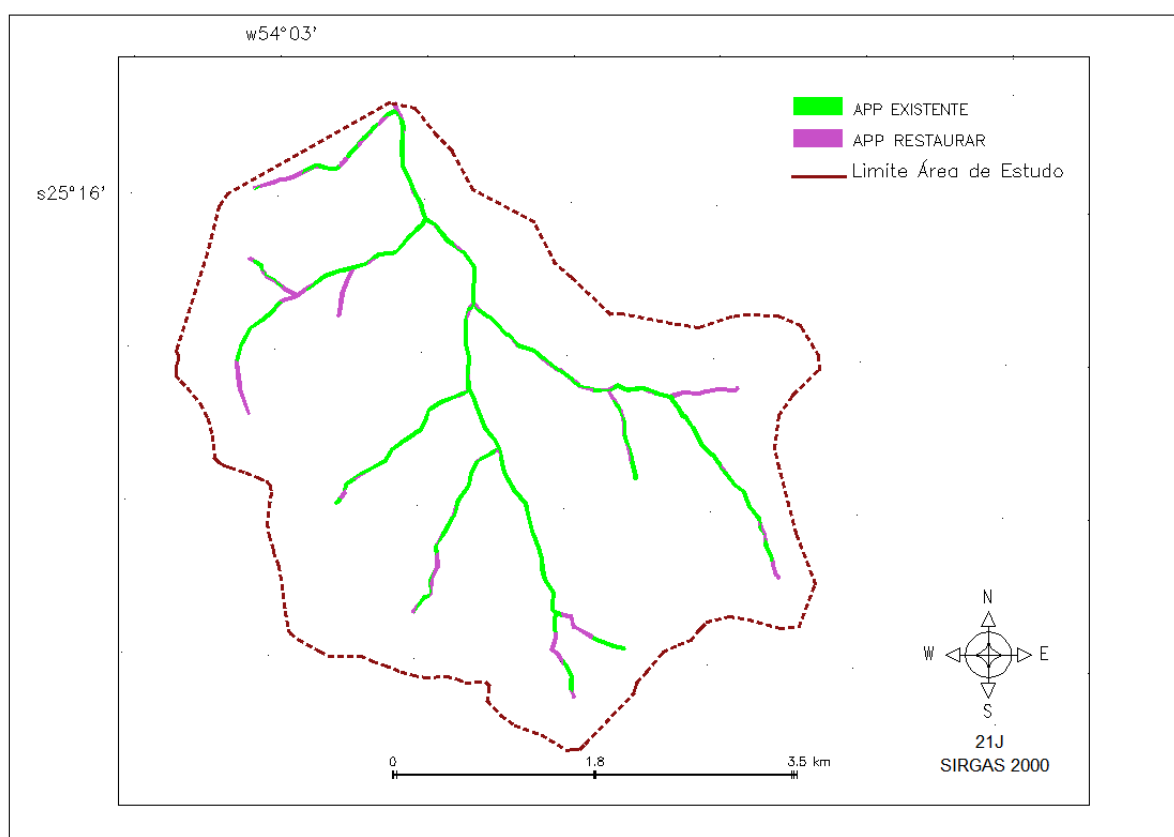
Em relação às APPs, foi identificado um déficit de 25% de área (Tabela 2), mesmo com a aplicação de parâmetros do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) que reduziu as faixas de APP ao longo dos cursos d'água de 30 para 15 metros em áreas rurais consolidadas.

**Tabela 2 – Valores de APPs existentes e a restaurar - PP: porcentagem na classe – RC: representatividade na paisagem.**

APP	Área (hectares)	PP	RC
Necessária	58,71	100	3,1
Existente	44,02	75	2,3
A restaurar	14,69	25	0,8

A falta de APP torna o curso d'água pouco atrativo à fauna e, quando associada a alta declividade, resulta em erosão do solo e lixiviação de agrotóxicos (IAP, 2002).

Na Figura 11 estão destacadas as áreas de APP existentes e as áreas que necessitam restauração de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente.



**Figura 11. Áreas de APP Existentes e a Restaurar.**

De acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação como APPs, identificou-se como áreas a serem restauradas somente nas faixas marginais dos cursos d'água e entorno de nascentes.

#### 4.1 MÉTRICAS DE PAISAGEM

##### 4.1.1 Cenário 1 – Situação Real

No cenário 1 calculou-se as métricas de paisagem de acordo com a situação real, ou seja, levando em consideração os fragmentos de vegetação natural existentes. Na Figura 12 está representado o mapa com os fragmentos analisados e na Tabela 3 estão os resultados de cada métrica calculada.

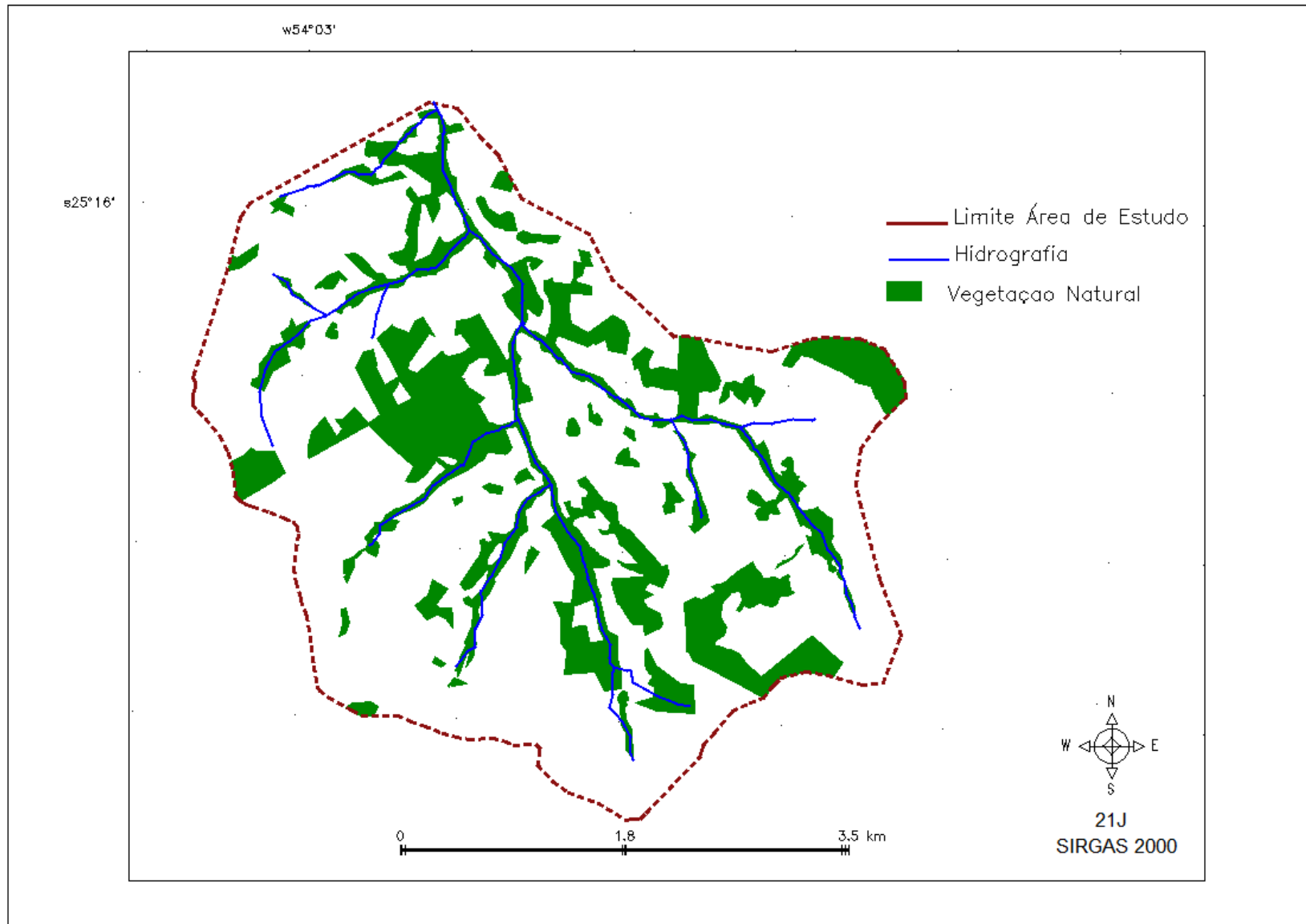


Figura 12. Polígonos de vegetação natural - situação real.

Tabela 3 – Métricas dos polígonos de vegetação natural em situação real.

GRUPOS	MÉTRICA	UNIDADE	RESULTADO
Área	Área da classe	Hectare (ha)	464,6
	Índice de área total	Porcentagem (%)	24,6
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	33
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectare (ha)	14,0
	Mediana	Hectare (ha)	1,9
	Desvio padrão	Hectare (ha)	53,9
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	383,0
Forma	Índice de forma médio	Adimensional	0,47
	Desvio padrão	Adimensional	0,2
	Mediana	Adimensional	0,47
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	43,7
Borda	Total de bordas	Metro (m)	86.415
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metro (m)	113,7
	Mediana	Metro (m)	88,0
	Desvio padrão	Adimensional	100,7
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	88,6
PROX	Média	Adimensional	83,91
	Mediana	Adimensional	12,40
	Desvio padrão	Adimensional	182,9
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	218,0

No grupo Área, o valor de 464,6 ha representa 24,6% do total da área de estudo, bem abaixo dos valores apontados por Metzger (2010) como ideais para que a paisagem tenha uma estrutura adequada para fins de conservação, que é a manutenção de 60 a 70% do habitat original.

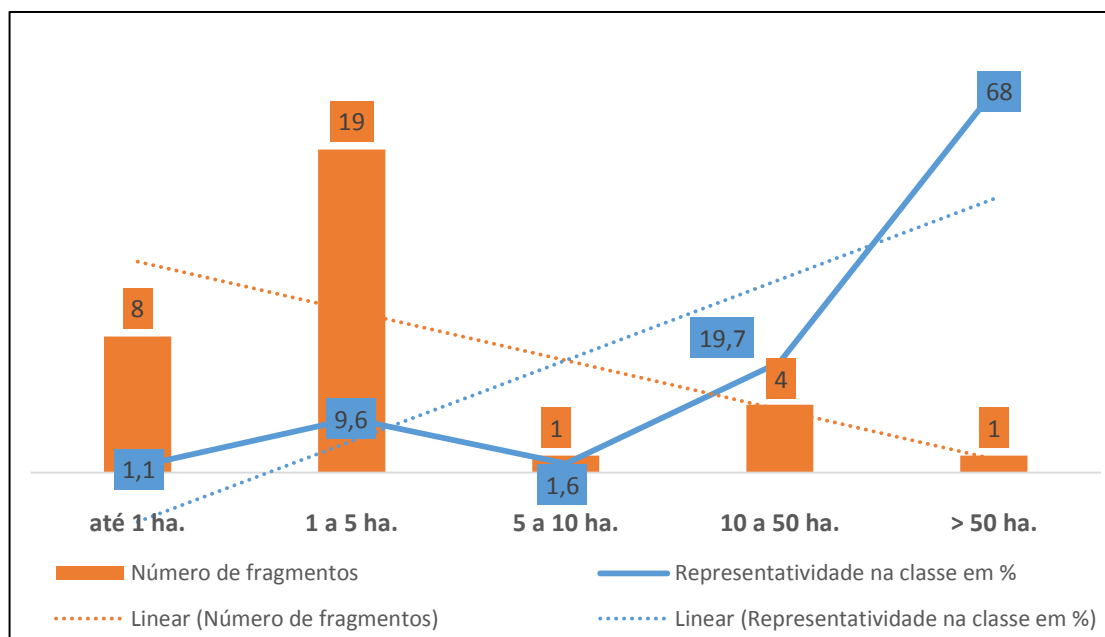
Em relação ao grupo Densidade e Tamanho encontrou-se o número total de 33 e a área média de cada fragmento de 14,0 ha. Porém, a mediana com valor de 1,9 ha mostra que a maioria dos fragmentos apresenta área consideravelmente menor do que a área média. A média de 14,0 ha também é baixa quando comparada com outros estudos, Calegari et al. (2010) em análise realizada em fragmentos também de Floresta Estacional Semidecidual, localizados no Município de Carandaí - MG, encontraram resultados mais expressivos: 30,6 ha como área média dos fragmentos. Bezerra (2010) ao avaliar estrutura da paisagem na sub-bacia do Córrego Horizonte - ES, encontrou remanescentes florestais com área média de 27,8 ha, porém a área ocupada por tais fragmentos foi equivalente a 19% da área estudada, valor inferior que o encontrado no presente estudo.

A área dos remanescentes de vegetação natural se concentra, em boa parte, em um fragmento alongado com ramificações definidas pelas APPs. Os outros 32 pequenos fragmentos são consideravelmente menores. O polígono de menor perímetro apresenta 254 m para esta variável, o de maior perímetro, 53.606 m. Em relação à área, o polígono menor possui 0,37 ha e o maior, 315,4 ha.

A maior parte dos fragmentos mapeados (85%) são menores que 10 ha. Estes representam, em área, apenas 12,4% do total da classe. Já os fragmentos maiores que 50 ha representam 68% da área total da classe, portanto, configura-se uma maioria de pequenos fragmentos, com concentração de área da classe nos maiores fragmentos (Gráfico 2). O tamanho médio dos fragmentos, por ser calculado a partir do número de fragmentos em relação a área total ocupada pela classe também serve como indicativo de fragmentação. Portanto, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas (MCGARIGAL et al., 2002).

Resultado parecido com este estudo encontraram Guariz, Campanharo e Picoli (2011) que após o mapeamento dos fragmentos florestais de São Roque do Canaã-ES, observaram que 68% dos fragmentos florestais possuem área inferior a 3 ha, e 8% possuem área de 3 a 15 ha. Esses resultados são apontados por Marcelino

(2007) como negativos, tendo em vista que o número de espécies encontradas em cada fragmento está diretamente relacionado com o tamanho do fragmento, onde a diminuição na riqueza segue proporcionalmente a diminuição do tamanho dos fragmentos.



**Gráfico 2 – Distribuição dos fragmentos de vegetação natural em classes de tamanho.**

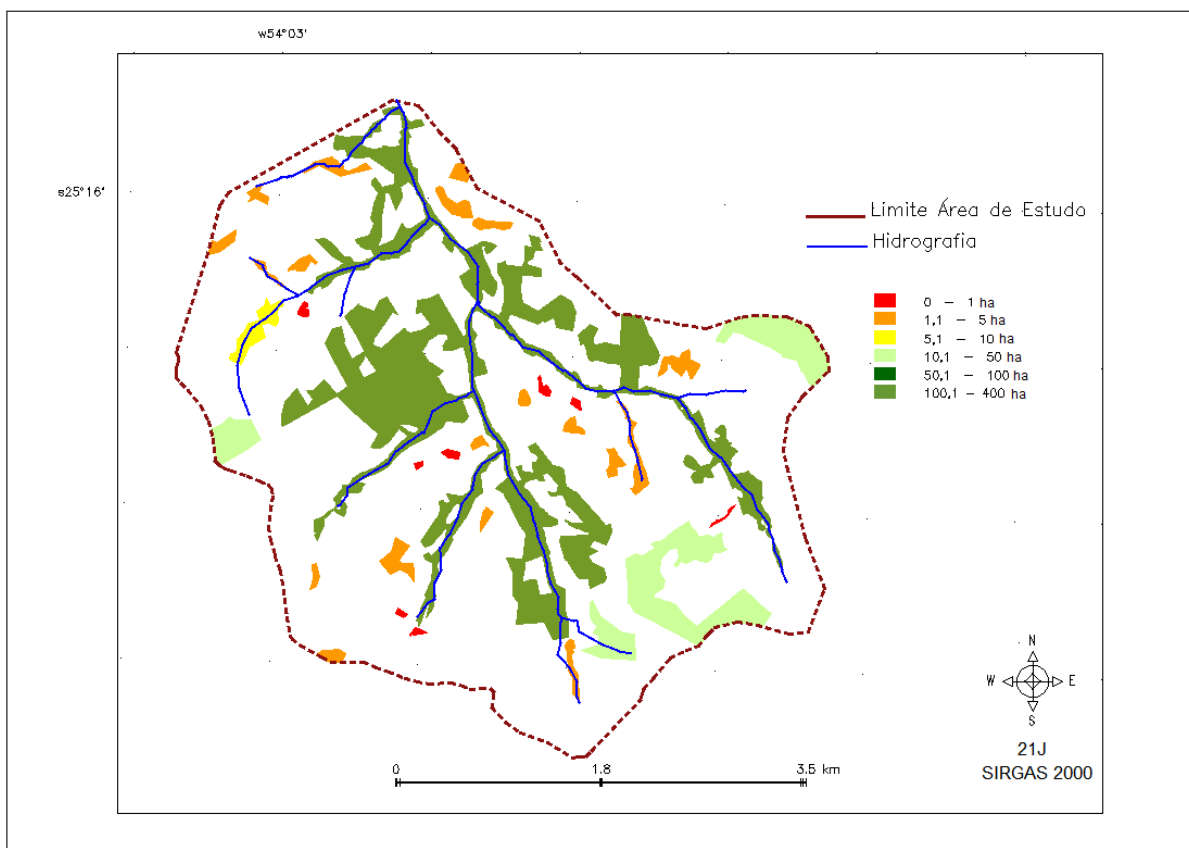
Para Ribeiro et al. (2009) fragmentos menores que 50 ha são considerados pequenos e insuficientes para a manutenção da biodiversidade, porém mesmo pequenos eles exercem um papel importante para a conectividade, principalmente quando próximos dos grandes núcleos de biodiversidade, uma vez que cumprem funções relevantes ao longo da paisagem, e a longo prazo podem expandir-se tornando-se ainda mais importantes (CALEGARI et al., 2010).

De acordo com o Instituto Ambiental do Paraná - IAP (2002), a região que engloba a área de estudo é caracterizada por pequenos fragmentos de remanescentes da vegetação nativa original, no entanto, mesmo pequenos e isolados eles são importantes elementos para a conectividade dos remanescentes no ambiente fragmentado.

Este cenário de ambiente fragmentado reflete uma realidade muito mais ampla. A Mata Atlântica abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km<sup>2</sup>. Somados todos os fragmentos de floresta nativa acima de 3 ha, restam 12,5% do que existia originalmente (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014). Apenas 8,5% desses

remanescentes florestais possuem área acima de 100 ha. Em contrapartida, 83,4% dos remanescentes da Mata Atlântica são menores do que 50 ha (RIBEIRO, et al., 2009).

Como é possível visualizar na Figura 13, a área de estudo possui na sua maioria pequenos fragmentos, mas diferentemente da característica mencionada pelo IAP, possui uma área contígua de floresta, favorecendo a conectividade ao longo da microbacia hidrográfica.



**Figura 13 – Distribuição dos remanescentes de vegetação natural por classes de tamanho. A classe 50,1- 100 ha não possui representantes.**

O Desvio padrão do tamanho dos fragmentos encontrado foi de 54,7ha, mostrando uma diferença ampla entre o tamanho dos fragmentos, confirmado pelo resultado do coeficiente de variação do tamanho do fragmento, que foi de 383%.

Uma vez que ocorre predomínio de fragmentos pequenos na paisagem, estes devem ser unidos para a formação de fragmentos maiores a partir da recomposição da vegetação, o que promoverá o aumento das áreas centrais. A formação de ilhas e corredores de vegetação através da junção de fragmentos pode



aumentar consideravelmente a proximidade e a conectividade entre fragmentos que se encontram isolados (CALEGARI, et al., 2010).

Os fragmentos analisados possuem índice de forma médio entorno de 0,45. Segundo Greggio, Pissarra e Rodrigues (2009) à medida que o resultado se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado. Esse índice reforça o que foi encontrado por Costa (2011) em estudo realizado em Mata Atlântica, onde observou que a maioria dos fragmentos apresentaram índices de forma de 0,34, ou seja, fragmentos florestais caracterizados por grande interferência do efeito de borda. O efeito borda é um dos principais agentes causadores da degradação genética e diminuição da diversidade da fauna e da flora (GOMIDE; LINGNAU, 2009).

Os fragmentos com forma irregular estão mais suscetíveis a apresentar maiores interferências de borda, principalmente aqueles de menor área em virtude da sua maior interação com a matriz (VIDOLIN, BIONDI, e WANDEMBRUCK, 2011). Para Marcelino (2007) a forma arredondada é melhor para minimizar ações negativas da fragmentação, como a invasão de espécies exóticas e outros efeitos de borda. A tendência de fragmentos com formato mais irregular se deve, muitas vezes, a vegetação ciliar, por seguir a configuração espacial dos rios, formando faixas longas e contínuas na paisagem ao longo do seu percurso (VIDOLIN, BIONDI e WANDEMBRUCK, 2011).

Na análise da conectividade funcional, usando as abelhas da subtribo Euglossini como indicador, a conectividade entre os fragmentos foi alta, já que a média de distância entre um fragmento ao outro foi de 113,7 m. Teoricamente permitiria que as abelhas da subtribo Euglossini pudessem transitar borda a borda entre os fragmentos. Apenas um fragmento da área de estudo se encontra com mais de 500 m de distância de outro, com 544 m de distância do fragmento mais próximo. Marcelino (2007) também em estudo realizado em Floresta Estacional Semidecidual encontrou como distância média entre os fragmentos 96 m, para essa distância os resultados mostraram que aves típicas de áreas nucleares de florestas transitavam borda a borda entre os fragmentos.

Por outro lado, certas espécies de aves, são bem mais exigentes quanto à distância limite entre fragmentos de habitat, Awade, Develey e Metzger (2005) encontraram uma distância limite para espécies de aves, que também fazem parte do ecossistema estudado de 40 m, portanto, a avaliação da conectividade da paisagem é dependente dos organismos utilizados como indicadores. Sabe-se,

porém, que quanto menor a distância entre os fragmentos vizinhos, maiores as chances de fluxo gênico entre as populações (MARCELINO, 2007).

A avaliação da conectividade funcional por meio da métrica PROX mostrou que 4 fragmentos apresentaram valores entre zero e um, sendo que o valor zero indica que não existe fragmento florestal em um raio de 500 metros de distância. O valor médio de PROX encontrado foi de 83,91, mediana de 12,4. Esses valores indicam que os fragmentos florestais na área de estudo estão pouco conectados, tendo em vista que Galetti (2013), utilizando o mesmo valor de raio em estudo realizado no município de Avaré-SP, encontrou 35% dos fragmentos com valor de PROX superior a 1000. O valor de PROX é importante para avaliar a conectividade usando as abelhas Euglossini como indicador, tendo em vista que valores baixos de PROX evidenciam dificuldade para as abelhas se locomoverem na paisagem, as quais possuem um papel relevante para a polinização de espécies arbóreas raras (GALETTI, 2013).

Sob esse ponto de vista da conservação das espécies arbóreas raras, portanto, a paisagem estudada não é tão favorável como foi mostrado nos resultados da distância ao vizinho mais próximo. O PROX evidencia isso por ser uma métrica mais abrangente que a distância ao vizinho mais próximo. Ela nos mostra que há necessidade de aumento da conectividade em nossa paisagem se quisermos garantir a manutenção das populações de espécies arbóreas raras. Lembrando que são as espécies raras as responsáveis pela elevada biodiversidade em ecossistemas tropicais (MAGURRAN, 2004).

Na Figura 14 está representada a distribuição dos fragmentos de acordo com o valor de PROX.

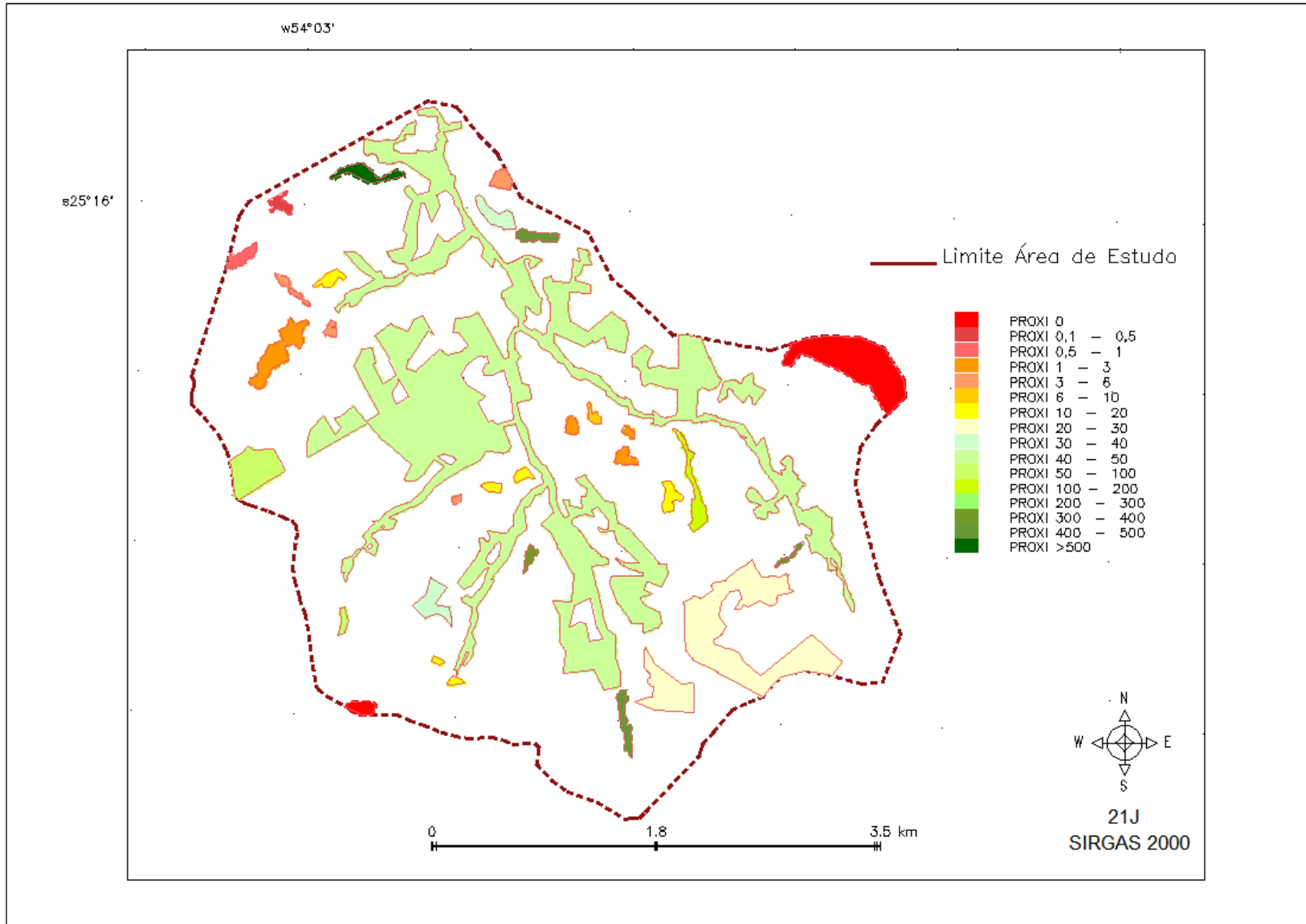


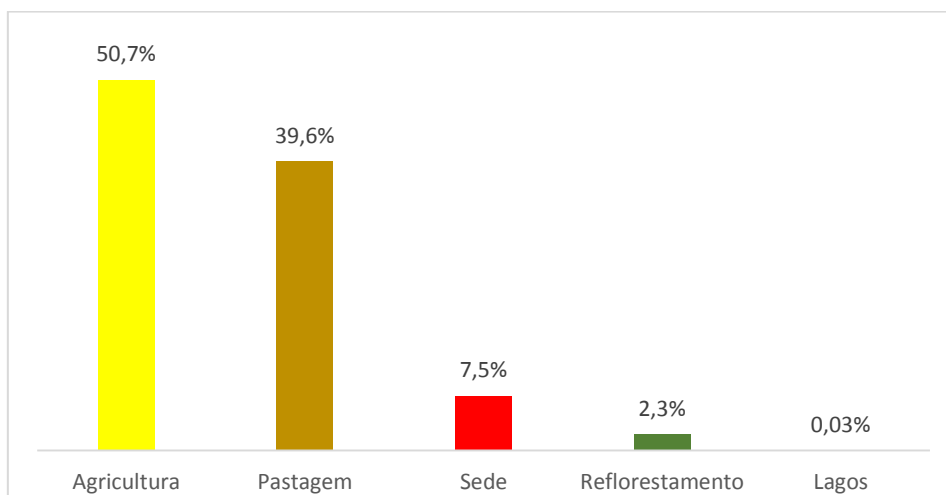
Figura 14. Classificação dos polígonos de vegetação natural com relação ao valor de PROX.

#### 4.1.2 Cenário 2 - Considerando o Efeito de Borda

No cenário 2 calculou-se as métricas de paisagem considerando o efeito de borda, ou seja, cada fragmento teve a sua área reduzida por meio da eliminação de uma faixa de borda de 50 metros.

Analisou-se este cenário a fim de demonstrar a alteração na paisagem ao considerar tal efeito, principalmente quando se refere à fauna ou flora mais sensível às alterações nas bordas. Uma das alterações é citada por Lima, Bensusan e Russ (2014) quando afirmam que o número de árvores diminuiu mais de 60% nas bordas em relação às áreas núcleos, a mortalidade das árvores atinge, principalmente as espécies tolerantes à sombra.

Mesmo não diferenciando a largura da borda de acordo com o tipo de uso da área vizinha ao remanescente florestal, mediu-se a vizinhança de cada fragmento relacionado com a atividade ou uso praticado, o resultado está apresentado no Gráfico 3.



**Gráfico 3. Vizinhança dos fragmentos de vegetação natural.**

Como é possível observar no Gráfico 3, o uso que mais faz vizinhança com os fragmentos remanescentes é a agricultura, ocorrendo em mais da metade do total de bordas. Os resultados seguem proporções semelhantes ao uso e cobertura do solo, demonstrando que os fragmentos estão inseridos de forma homogênea na paisagem. Na Figura 15 está representado o mapa com os fragmentos analisados no cenário 2 e na Tabela 4 estão os resultados de cada métrica calculada.

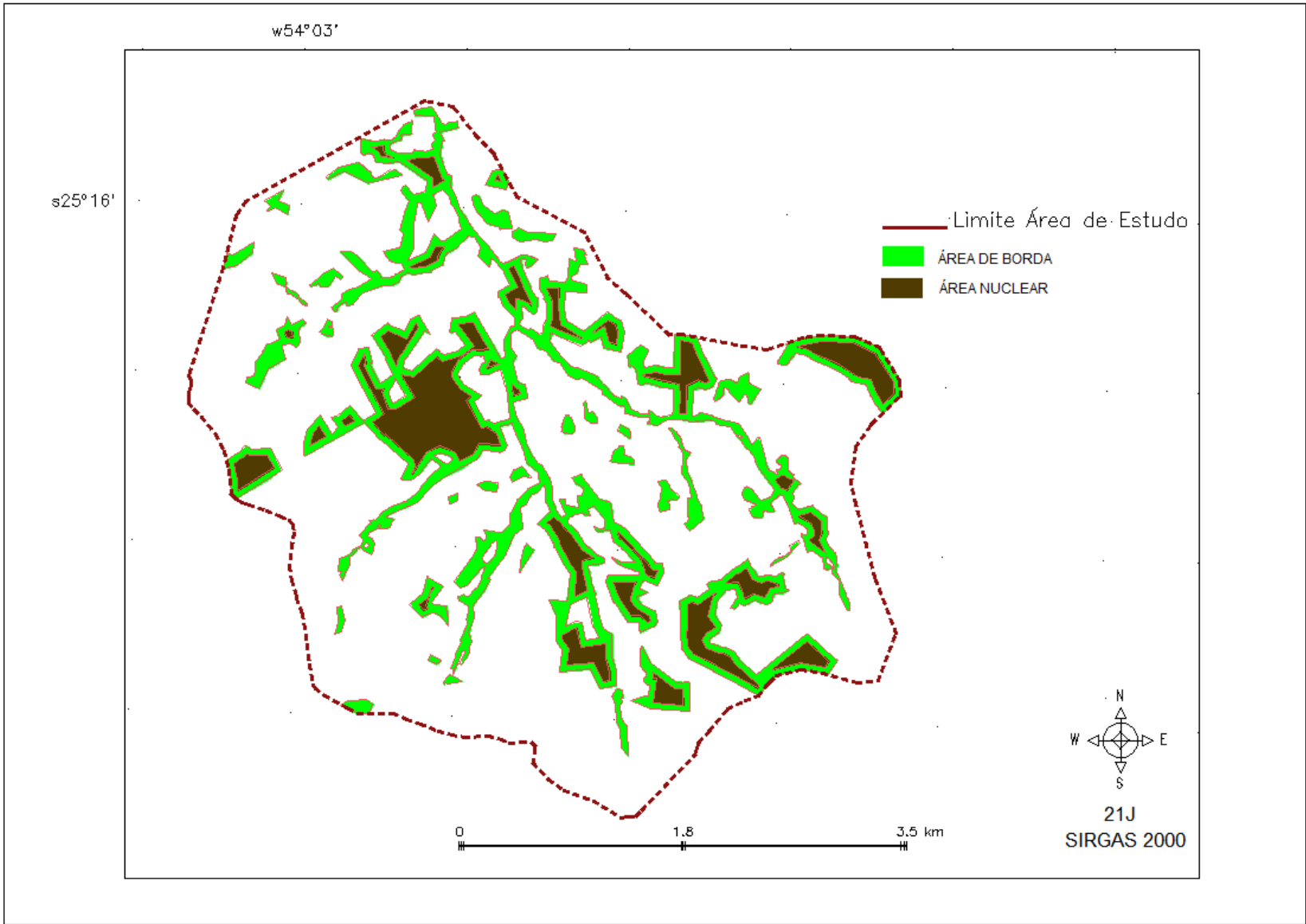


Figura 15. Representação das áreas núcleo eliminando as áreas de borda.

**Tabela 4 – Métricas dos polígonos de vegetação natural considerando efeito de borda.**

<b>GRUPOS</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>RESULTADO</b>
Área	Área da classe	Hectare (ha)	130,7
	Índice de área total	Porcentagem (%)	6,9
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	29
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectare (ha)	4,5
	Mediana	Hectare (ha)	2,4
	Desvio padrão	Hectare (ha)	8,4
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	186,6
Forma	Índice de forma médio	Adimensional	0,43
	Desvio padrão	Adimensional	0,17
	Mediana	Adimensional	0,41
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	40,2
Borda	Total de bordas	Metro (m)	30.281
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metro (m)	217,5
	Mediana	Metro (m)	172,0
	Desvio padrão	Adimensional	167,1
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	76,8
PROX	Média	Adimensional	7,9
	Mediana	Adimensional	0,84
	Desvio padrão	Adimensional	18,9
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	237,7

A avaliação da fragmentação por meio de métricas de paisagem é uma forma eficaz de obter resultados que refletem os danos causados pelo efeito de borda nos fragmentos florestais (GUARIZ, CAMPANHARO, e PICOLI, 2011). Nesse aspecto determinou-se a área total da classe que é de 130,69 ha, equivalente a 6,9% da área de estudo.

Aplicando-se o efeito de borda constatou-se uma diminuição de 72% na área total de vegetação natural, passando dos 24,6% da área total da classe na situação atual para 6,9%. Bezerra (2010) mesmo utilizando 100 metros de distância média de penetração, portanto o dobro do considerando neste estudo, encontrou valores mais brandos para o efeito de borda: a área central correspondeu a 46% do total de vegetação natural ao passo que, neste estudo, somente 28% da cobertura florestal nativa não está submetida ao efeito de borda.

A redução de cerca de 72% da classe pelo efeito de borda, segue a tendência, em comparação a outros estudos. Para uma distância média de penetração do efeito de borda de 30 m, Vidolin, Biondi e Wandembruck (2011) reportaram reduções de 51% da área efetiva de fragmentos de floresta natural.

Em relação ao grupo Densidade e Tamanho a microbacia apresentou 29 fragmentos, com área média de 4,5 ha, e a mediana com valor de 2,4ha, Marcelino (2007) encontrou valores para áreas centrais mais amplos, 21 ha de média para cada fragmento. Além da diminuição da área total, houve uma redução de 4 fragmentos, devido ao fato de que alguns remanescentes foram totalmente eliminados quando aplicado o efeito de borda. Marcelino (2007) enfatiza que quanto maior a área nuclear, maiores as chances do fragmento comportar populações sensíveis às bordas, como por exemplo as aves típicas de sub-bosque.

A maior parte dos fragmentos, 27 dos 29 remanescentes, são menores que 10 ha. Estes representam em área 55% do total da classe. Os dois fragmentos maiores somados não ultrapassam 60 ha, portanto, configura-se uma maioria de pequenos fragmentos. A fragmentação da floresta causa mudanças na paisagem que afetam diretamente a comunidade de plantas e vários processos ecológicos e ecossistêmicos, sendo mais presentes nos fragmentos menores e mais alongados (GUARIZ; CAMPANHARO e PICOLI, 2011).

O Desvio padrão do tamanho dos fragmentos encontrado foi de 8,4 ha, indicando menor variação desta variável em relação à situação real, confirmada pelo resultado do coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos, que é de 186%.

Os fragmentos analisados possuem índice de forma médio de 0,43, o que representa fragmentos com tendência à forma alongada, uma vez que o índice de forma ficou distante de 1. O valor linear total de borda das áreas núcleos encontrado foi de 30.281 metros.

Na análise da conectividade funcional, usando as abelhas da subtribo Euglossini como indicador, a conectividade entre os fragmentos foi alta, já que a média de distância entre um fragmento ao outro foi de 217,5 metros. Neste cenário, a distância média do vizinho mais próximo em relação a situação real aumentou quase 92%, isto deve-se ao fato de que tanto a área quanto o número dos fragmentos diminuiu, conseqüentemente a distância entre eles aumentou. Mesmo assim permitiria que as abelhas da subtribo Euglossini pudessem transitar borda a borda entre os fragmentos. No entanto, três fragmentos da classe analisada se encontram a mais de 500 m de distância de outro, com 549, 577 e 752 m de distância do fragmento mais próximo.

A avaliação da conectividade funcional por meio da métrica PROX mostrou que 17 fragmentos apresentaram valores entre zero e um. A média encontrada foi de 7,9, mediana de 0,84, indicando que os fragmentos estão bem menos conectados do que no cenário 1, em que pese o deslocamento de organismos mais sensíveis ao efeito de borda. Comparando a classificação dos polígonos em relação ao valor de PROX, entre a condição sem borda e o cenário atual, as classes com PROX superior a 100 foram extintas e passaram a predominar as classes de valor até um. Com isso é possível evidenciar maiores dificuldades para as abelhas se locomoverem na paisagem, as quais possuem um papel relevante para a polinização de espécies arbóreas raras (GALETTI, 2013).

Portanto, o cenário estudado não é tão favorável como foi mostrado nos resultados da distância ao vizinho mais próximo. O PROX nos mostra que há necessidade de aumento da conectividade se quisermos garantir a manutenção das populações de espécies arbóreas raras. Lembrando que são as espécies raras as responsáveis pela elevada biodiversidade em ecossistemas tropicais (MAGURRAN, 2004).

Na Figura 17 está representada a distribuição dos fragmentos de acordo com o valor de PROX.



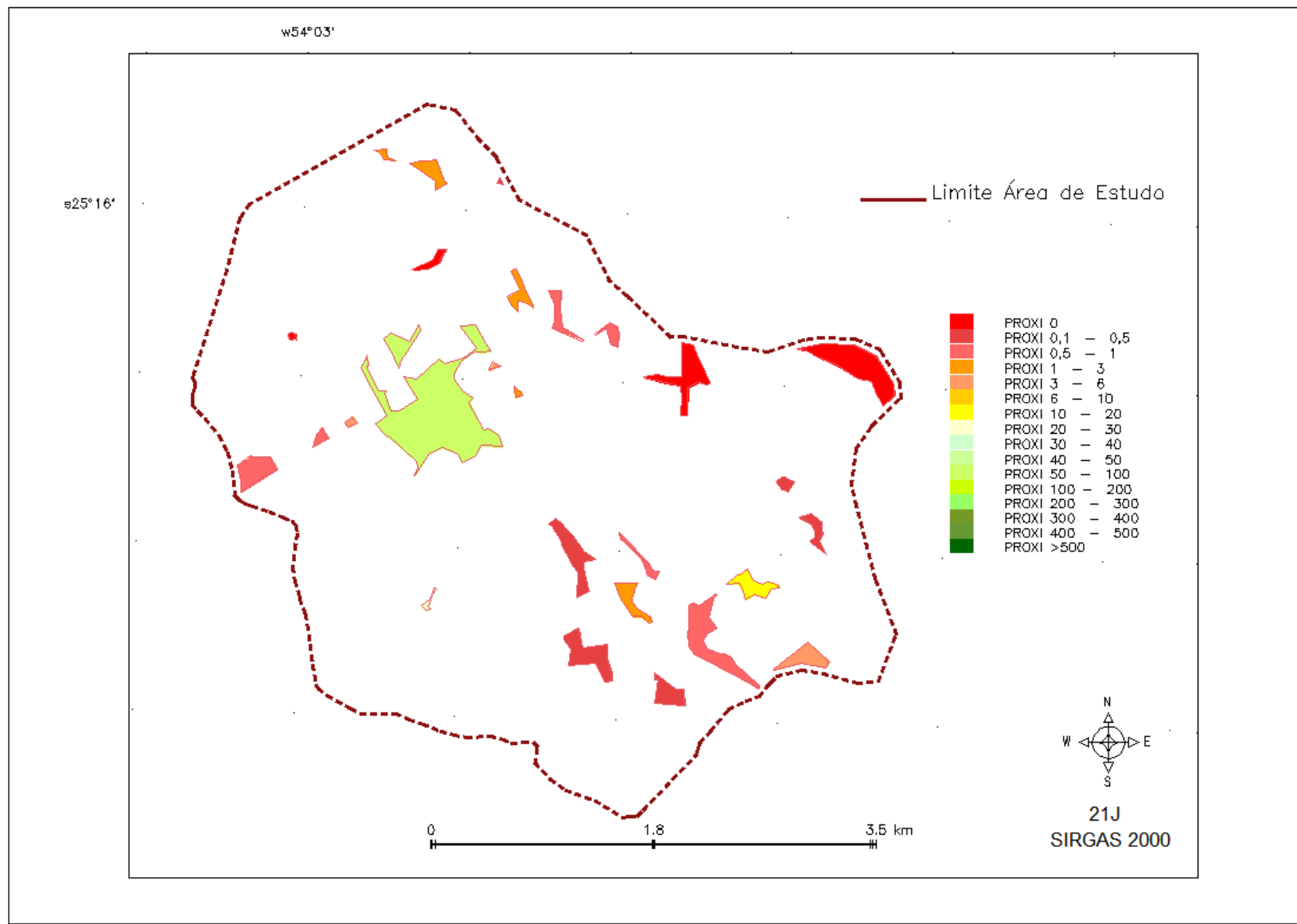


Figura 16. Classificação dos polígonos de áreas centrais com relação ao valor de PROX.

### 4.1.3 Cenário 3 – Desconsiderando as APPs

No cenário 3 calculou-se as métricas de paisagem desconsiderando todas as áreas de preservação permanente, ou seja, em cada fragmento desconsiderou-se as faixas marginais dos córregos e das nascentes.

Analisou-se este cenário a fim de demonstrar a importância das APPs, seja no índice da área da classe ou na conectividade entre os remanescentes de floresta natural. A vegetação presente nas APPs constitui-se como corredor ecológico, e alterações na sua quantidade ou qualidade ambiental podem afetar diretamente as possibilidades de deslocamento da fauna que utilizam essa vegetação para transitar na paisagem (VIDOLIN, BIONDI, e WANDEMBRUCK, 2011).

Na Figura 17 está representado o mapa com os fragmentos analisados e na Tabela 5 estão os resultados de cada métrica calculada.

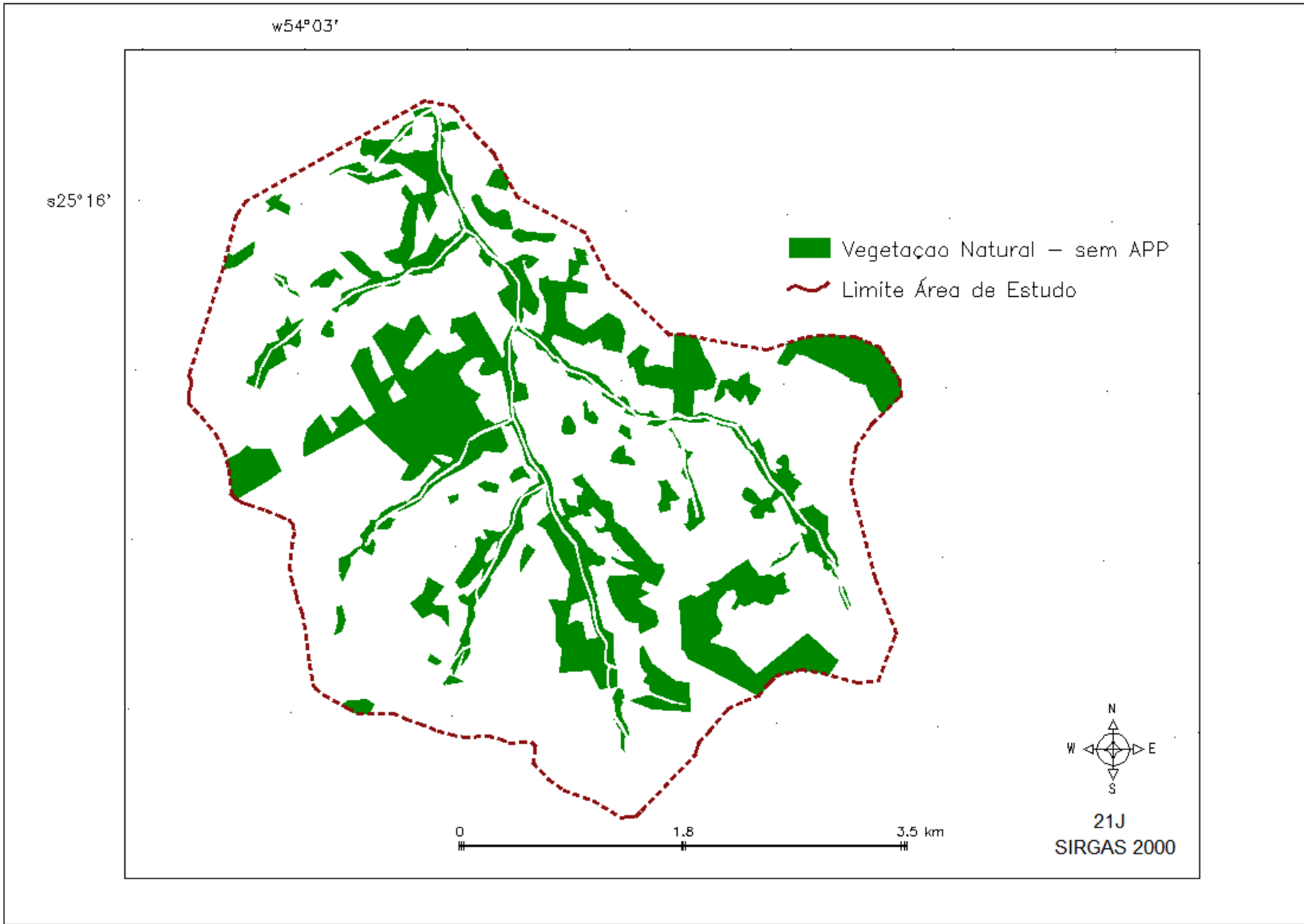


Figura 17. Representação das áreas de vegetação natural desconsiderando as APPs.

Tabela 5 – Métricas dos polígonos de vegetação natural desconsiderando as APPs.

GRUPOS	MÉTRICA	UNIDADE	RESULTADO
Área	Área da classe	Hectare (ha)	420,5
	Índice de área total	Porcentagem (%)	22,2
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	81
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectare (ha)	5,1
	Mediana	Hectare (ha)	1,1
	Desvio padrão	Hectare (ha)	12,3
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	239,8
Forma	Índice de forma médio	Adimensional	0,32
	Desvio padrão	Adimensional	0,21
	Mediana	Adimensional	0,25
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	64,8
Borda	Total de bordas	Metro (m)	114.456
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metro (m)	58,4
	Mediana	Metro (m)	30
	Desvio padrão	Adimensional	77,9
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	130,2
PROX	Média	Adimensional	26,5
	Mediana	Adimensional	0,89
	Desvio padrão	Adimensional	111
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	419,5

A área total da classe desconsiderando as APPs é de 420,5 ha, equivalente a 22,27% da área de estudo. Em relação ao grupo Densidade e Tamanho, os remanescentes foram 81 fragmentos, com área média de 5,19 ha e mediana 1,1 ha, portanto, 50% dos fragmentos possuem área inferior a 1,1 ha. Comparando com os resultados do cenário atual, percebe-se pequena redução na área da classe, de 24,0% para 22,2%, no entanto essa redução causa grande alteração na estrutura da paisagem, como atesta o aumento em 145% no número de fragmentos e conseqüentemente redução de aproximadamente 63% no tamanho médio dos fragmentos.

A maior parte dos fragmentos, 72% dos remanescentes, são menores que 3 ha, e 17% estão entre 3 e 15 ha. Neste cenário ocorreu aumento da fragmentação, já que aumentou o número de fragmentos e houve diminuição no tamanho médio dos fragmentos em relação ao cenário 1. O aumento da fragmentação se deve ao fato de que, ao desconsiderar as APPs, os fragmentos que antes estavam conectados tornaram-se isolados. Portanto, atribui-se às APPs um papel de extrema importância para a manutenção da conectividade, principalmente em ambientes fragmentados. McGarigal et al. (2002) explicam que o número de fragmentos é fator fundamental para a determinação dos aspectos e padrões da paisagem, uma vez que expressa o grau de subdivisão ou fragmentação da paisagem.

O desvio padrão do tamanho dos fragmentos encontrado foi de 12,3 ha, desta forma, ocorre uma variação expressiva no tamanho dos fragmentos, o que é possível constatar pelo resultado do coeficiente de variação do tamanho do fragmento, que é de aproximadamente 240%. Para Lima, Bensusan e Russ (2014) fragmentos menores que 25 ha são considerados pequenos e estes sofrem mudanças substanciais de biodiversidade no longo prazo e perda de biomassa em até 60%. Portanto, os fragmentos analisados neste cenário são em sua maioria pequenos, tendo em vista que 96% deles possuem área inferior a 25 ha.

Os fragmentos analisados sem a presença das APPs possuem índice de forma médio de 0,32, o que indica fragmentos com tendência à forma alongada, uma vez que o índice de forma ficou distante de 1.

O valor linear total de borda encontrado foi de 114.456 metros. O aumento no total de bordas em relação ao cenário atual caracteriza uma situação ainda mais desfavorável, já que aumenta a interação da borda com a matriz.

Na análise da conectividade funcional, usando as abelhas da subtribo Euglossini como indicador, o resultado da conectividade entre os fragmentos foi alto, já que a média de distância entre um fragmento ao outro foi de 58,4 metros. Teoricamente permitiria que as abelhas da subtribo Euglossini pudessem transitar borda a borda entre os fragmentos. Apenas um fragmento da classe analisada se encontra com mais de 500 m de distância de outro, com 560 m de distância do fragmento mais próximo.

No entanto, na avaliação da conectividade funcional por meio da métrica PROX mostrou que 42 fragmentos apresentaram valores entre zero e um. A média encontrada foi de 26,4, mediana de 0,89, indicando que os fragmentos estão pouco conectados. Percebe-se que os dois parâmetros utilizados para análise da conectividade não mantiveram a mesma tendência. Se comparados com os resultados do cenário 1, verifica-se diminuição na distância do vizinho mais próximo de 113,7 metros para 58,4 metros neste cenário, o que seria interessante, uma vez que facilitaria a locomoção entre fragmentos. Mas, analisando-se os resultados do PROX, verifica-se diminuição de 68% do seu valor neste cenário, entende-se que, mesmo próximo de outro fragmento, a classe analisada não mantém conexão com outros fragmentos. Outro ponto a ser levantado é em relação à mudança na área total da classe, que embora tenha sido relativamente pequena, a alteração na conectividade funcional foi muito grande, o que reforça o papel das APPs na promoção da conectividade em paisagens fragmentadas.

Na Figura 18 está representada a distribuição dos fragmentos de acordo com o valor de PROX.

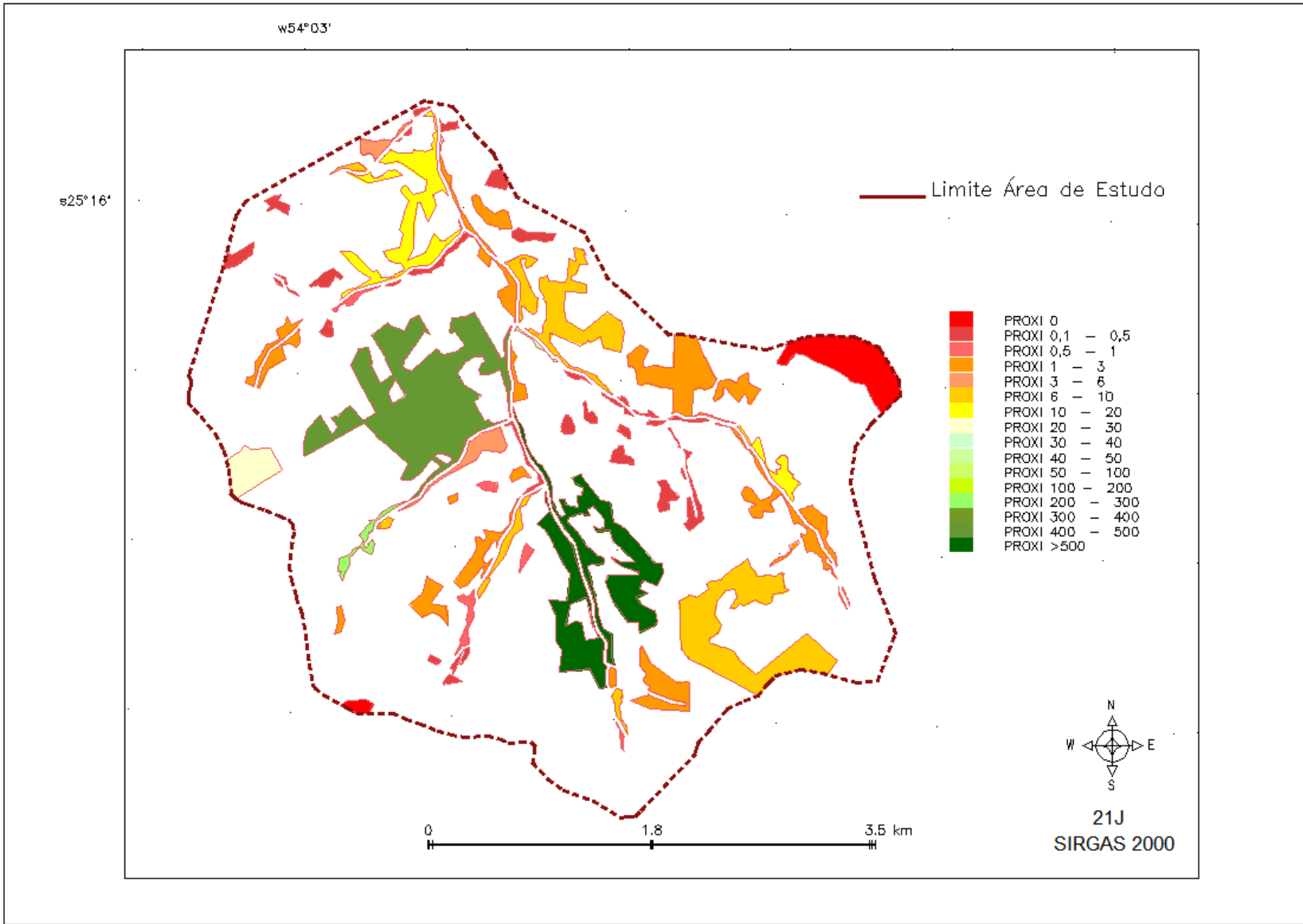


Figura 18. Classificação dos polígonos de vegetação natural desconsiderando as APPs.

#### **4.1.4 Cenário 4 – Considerando a Restauração das APPs**

A análise de conectividade funcional também foi realizada para o cenário no qual todas as APPs da área de estudo, estivessem com 100% de cobertura florestal, para verificar os possíveis benefícios da restauração florestal das APPs na paisagem.

Analisou-se este cenário a fim de demonstrar a importância da manutenção das APPs existentes e da recomposição das áreas de preservação permanente que não estão protegidas com floresta natural.

Na Figura 19 está representado o mapa com os fragmentos analisados e na Tabela 6 estão os resultados de cada métrica calculada.



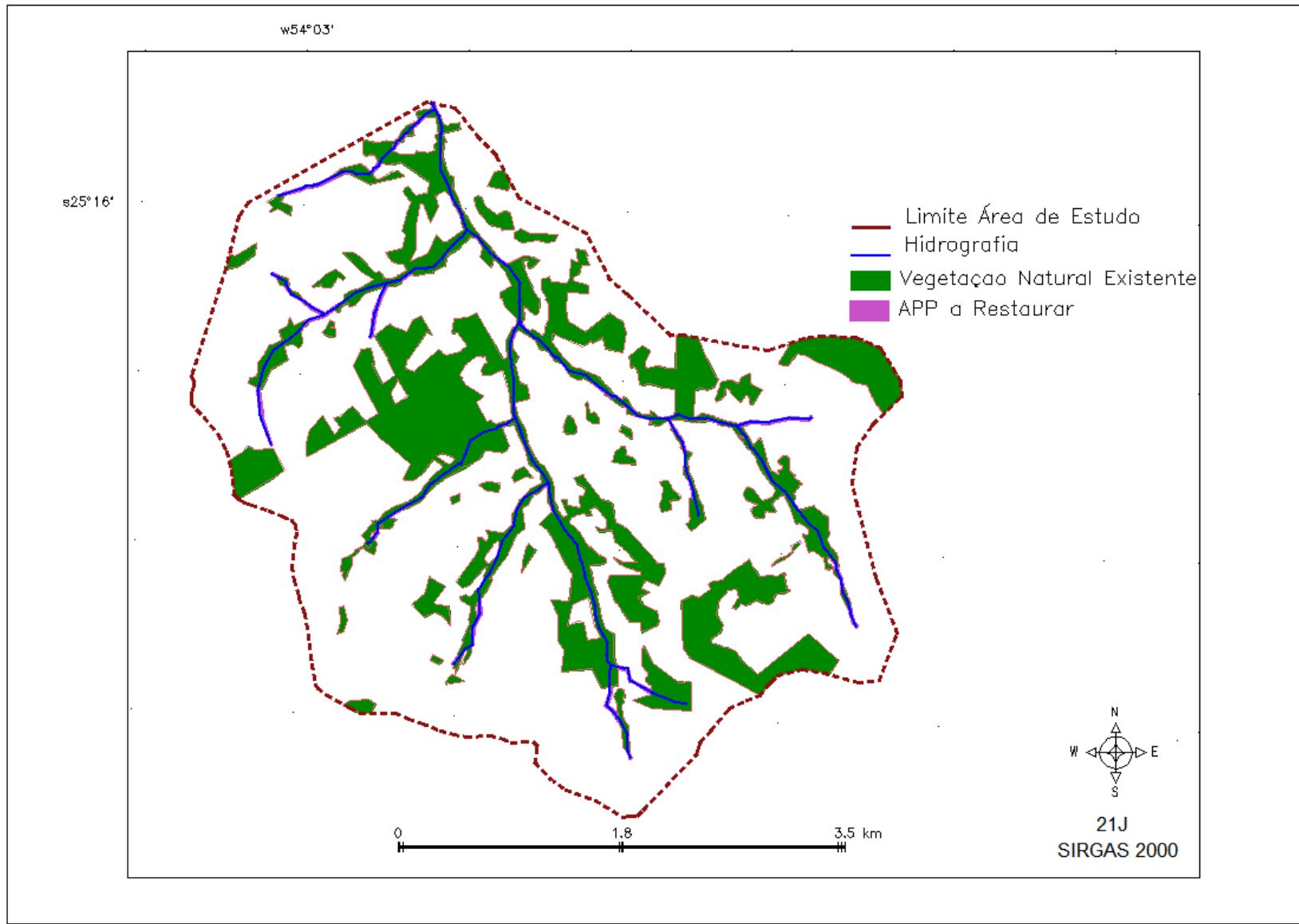


Figura 19. Representação das áreas de vegetação natural considerando a restauração de APPs.

**Tabela 6 – Métricas dos polígonos de vegetação natural considerando a restauração de APPs.**

<b>GRUPOS</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>RESULTADO</b>
Área	Área da classe	Hectare (ha)	479,2
	Índice de área total	Porcentagem (%)	25,3
Densidade e Tamanho	Número de fragmentos	Adimensional	25
	Tamanho médio dos fragmentos	Hectare (ha)	19,1
	Mediana	Hectare (ha)	17,7
	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos	Hectare (ha)	70,9
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	370
Forma	Índice de forma médio	Adimensional	0,68
	Desvio padrão	Adimensional	0,81
	Mediana	Adimensional	0,50
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	119,1
Borda	Total de bordas	Metro (m)	89.122
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	Metro (m)	106,2
	Mediana	Metro (m)	87
	Desvio padrão	Adimensional	106,4
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	100,2
PROX	Média	Adimensional	335,3
	Mediana	Adimensional	23,4
	Desvio padrão	Adimensional	1167,4
	Coeficiente de variação	Porcentagem (%)	344,2

A área total da classe considerando as APPs com 100% de cobertura florestal é de 479,2 ha, equivalente a 25,3% da área de estudo.

A comparação entre o cenário atual de uso e cobertura das terras e o cenário hipotético, no qual todas as APPs possuem vegetação natural, revelou aumento de quase 1% no total da classe. Teríamos um acréscimo de 14,7 ha aos 464,6 ha de vegetação natural do cenário atual, passando dos atuais 24,6% para 25,38% de cobertura da paisagem. Tambosi (2008), utilizando o mesmo cenário, encontrou valores parecidos passando dos atuais 26,7% para 29,3% de cobertura da classe na paisagem. Por outro lado, Mello et al. (2014) encontraram valores mais expressivos, em estudo realizado no município de Sorocaba – SP onde a restauração das APPs representaria aumento de 16,6% para 28% de cobertura florestal da paisagem. A recuperação de APP mesmo não promovendo um aumento considerável na porcentagem de cobertura vegetal na área de estudo, como será demonstrado mais à frente, melhora expressivamente a conectividade.

Em relação ao grupo Densidade e Tamanho os remanescentes foram 25 fragmentos, com área média de 19,1 ha e mediana 17,7 ha, ou seja, 50% dos fragmentos possuem área inferior a 17,7 ha. A maior parte dos fragmentos, 21 dos 25 remanescentes são menores que 10 ha. Estes representam em área apenas 7% do total da classe. O desvio padrão do tamanho dos fragmentos encontrado foi de 70,95 ha, o que expõe uma variação expressiva entre o tamanho dos fragmentos, o que é possível constatar pelo resultado do coeficiente de variação do tamanho do fragmento que é de aproximadamente 370%.

Quando comparado com os outros cenários, houve aumento da área média dos fragmentos apenas neste cenário em relação à situação real, aumento de 36%, justamente pela conexão dos fragmentos através das APPs, indicado tanto pelo valor médio do tamanho dos fragmentos como pela mediana. Mello et al. (2014) encontraram valores mais expressivos, com a restauração de todas as APPs o aumento da área média dos fragmentos seria em torno de 150%.

As APPs exercem um papel de extrema importância para a manutenção da conectividade, principalmente em ambientes fragmentados. Esse fato, já demonstrado no cenário 3, foi corroborado neste cenário, ao analisarmos as métricas calculadas. Além do acréscimo de área pode-se identificar uma redução no número de fragmentos de vegetação natural, passando de 33 no cenário atual para 25, ou seja, diminuição de 25% no número de fragmentos, evidenciando que a

restauração das APPs diminui a fragmentação e aumenta a conectividade. Tambosi (2008) ao simular a restauração de todas as APPs encontrou valores ainda mais expressivos: houve 85% de diminuição de fragmentos. O número de fragmentos determina as características da paisagem, uma vez que expressa o grau de subdivisão da mesma (MCGARIGAL et al., 2002).

Os fragmentos analisados com a presença das APPs possuem índice de forma médio de 0,68, o que indica fragmentos com tendência à forma alongada a circular, uma vez que o índice de forma não ficou distante de um, principalmente quando comparado com os outros cenários. Portanto, restaurando-se uma pequena área, o impacto positivo na paisagem é grande. Greggio, Pissarra e Rodrigues (2009) explicam que à medida que o resultado se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado, desta forma, os fragmentos dos cenários 1, 2 e 3 apresentam tendência maior à forma alongada que o cenário 4. O valor linear de borda total encontrado foi de 89.122 metros.

Na análise da conectividade funcional, usando as abelhas da subtribo Euglossini como indicador, o resultado da conectividade entre os fragmentos foi alto, já que a média de distância entre um fragmento ao outro foi de 85,7 metros. Teoricamente permitiria que as abelhas da subtribo Euglossini pudessem transitar borda a borda entre os fragmentos. Nenhum dos fragmentos da classe analisada se encontra com mais de 500 m de distância de outro, o fragmento com maior distância do fragmento mais próximo está a 249 m.

Por outro lado, a avaliação da conectividade funcional por meio da métrica PROX mostrou que 2 fragmentos apresentaram valores entre zero e um. Nestes casos o PROX evidencia dificuldade para as abelhas se locomoverem na paisagem, as quais possuem um papel relevante para a polinização de espécies arbóreas raras (GALETTI, 2013). A média encontrada foi de 335,3, mediana de 23,4. Em relação ao cenário atual, houve um aumento do valor médio de PROX em 250% e diminuição da distância média do vizinho mais próximo em quase 25%, além da redução no valor da mediana, que mostra a abrangência dessa restauração, implicando na melhoria da conectividade da paisagem. Além disso, passaram a predominar as classes de PROX com valores superiores a 100. É possível notar nos cenários 1, 2 e 3 (Figuras 16, 17 e 18) um menor número de fragmentos com maiores valores de PROX. Já no cenário 4 (Figura 19) polígonos com maiores valores de PROX e a predominância de uma grande área estruturalmente contínua de vegetação natural,

com aproximadamente 370 ha, que representa 77% da classe vegetação natural. Tambosi (2008) ao analisar o mesmo cenário também identificou a formação de um grande polígono, que representou em torno de 68% da área total de vegetação natural.

As métricas de paisagem indicam que o cenário 4 apresenta melhores condições ecológicas, pois os fragmentos possuem tamanho maior com menor número de fragmentos, índice de forma maior e maior valor de PROX. Somente o fato de possuir maior área de classe com menor número de fragmentos já é um resultado positivo, tendo em vista que quanto maior o fragmento, mais ele tende a se aproximar das condições de uma mata contínua, que por sua vez propicia espaço para a ocorrência de diversos ambientes (MARCELINO, 2007).

Na Figura 20 está representada a distribuição dos fragmentos de acordo com o valor de PROX.

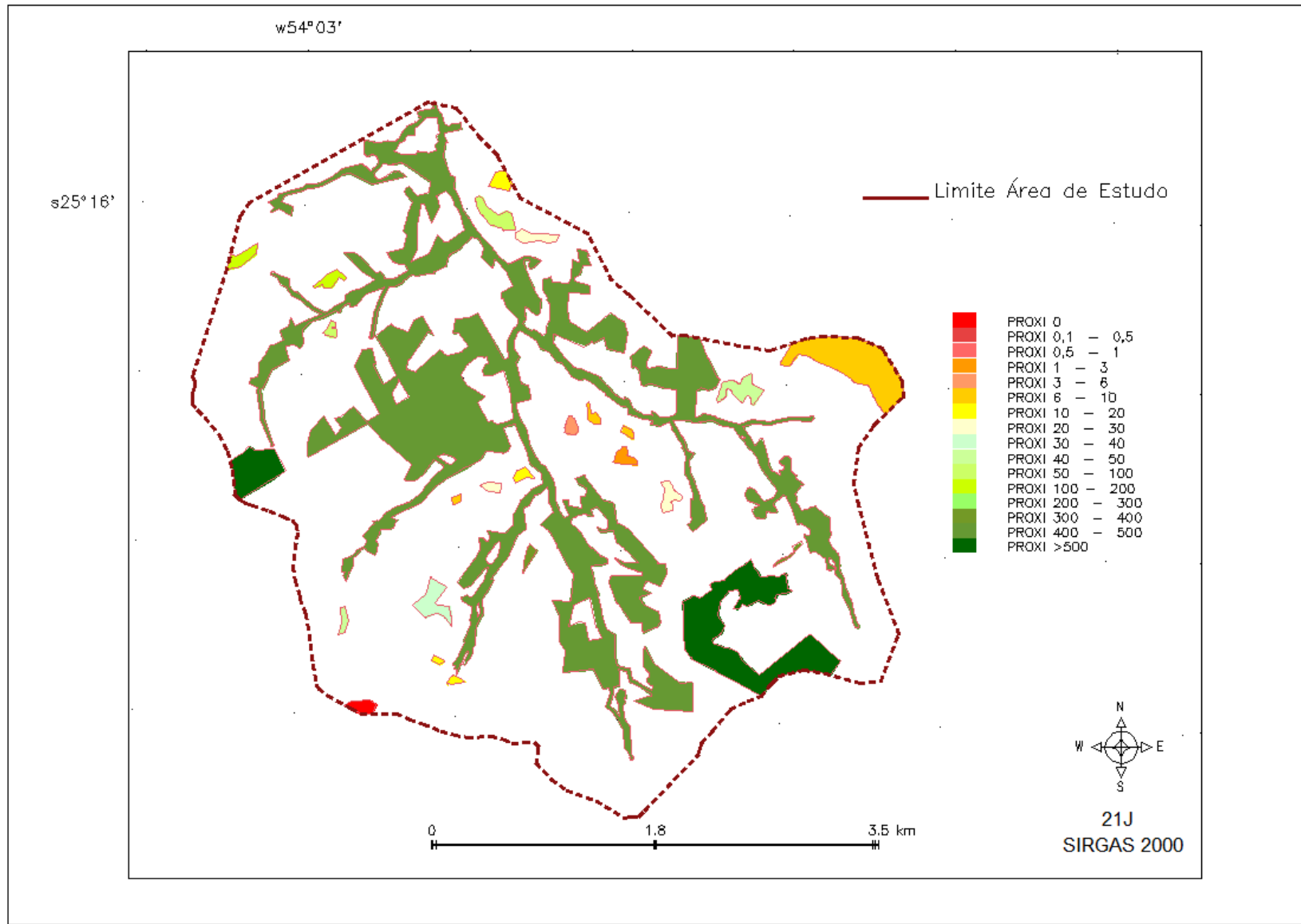


Figura 20. Classificação dos polígonos de vegetação natural considerando a restauração das APPs.

## 4.2AÇÕES DE MANEJO

A seguir são descritas algumas ações, que se implantadas, favoreceriam a conectividade dos fragmentos de vegetação natural da área de estudo.

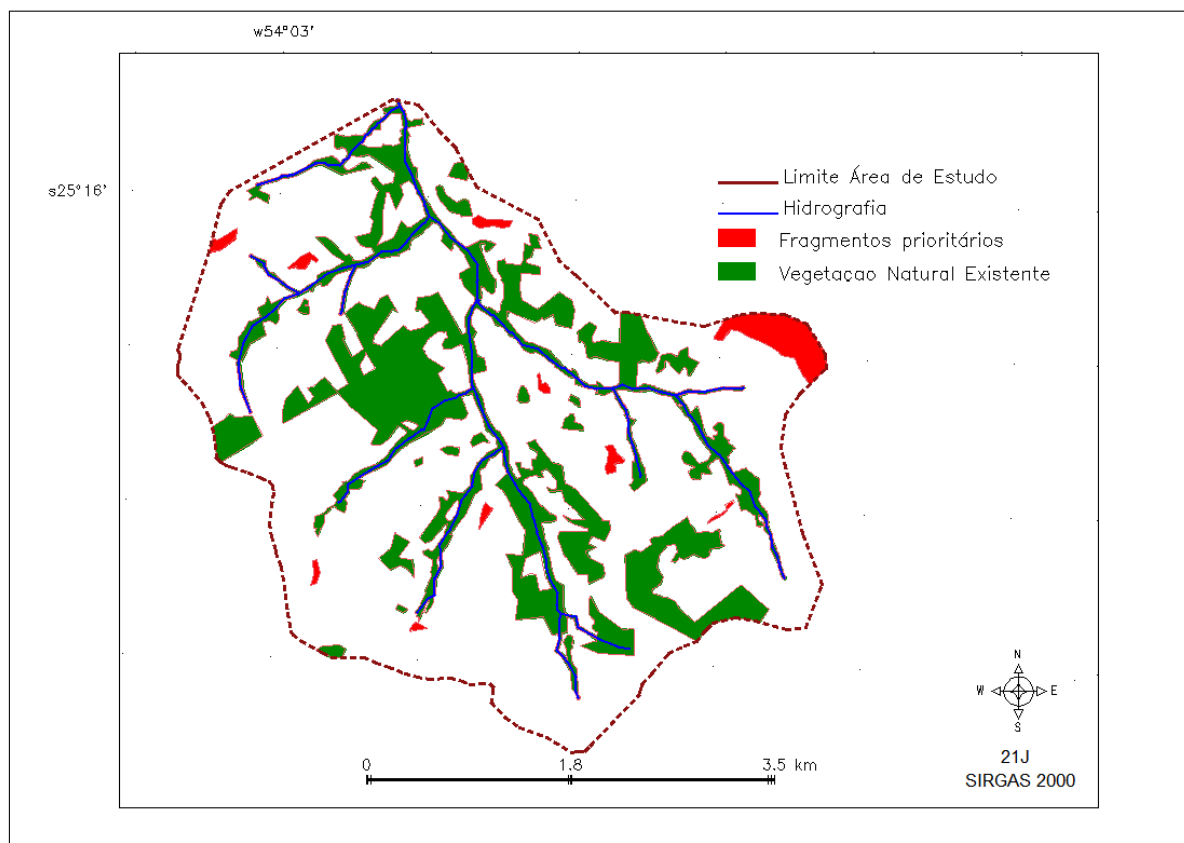
- **Restauração das áreas de APP que estão faltando conforme indicado no cenário 4.**

A manutenção das APPs com vegetação natural, de acordo com estabelecido na legislação vigente, favorece a manutenção hídrica e a estabilidade da biodiversidade. A cobertura vegetal é essencial, uma vez que ela protege o solo contra a erosão e evita o processo de assoreamento e poluição das águas. Além disso, a cobertura vegetal nativa ao longo dos rios, nascentes e encostas contribui para a conectividade entre grandes remanescentes de vegetação nativa (JURAS, 2011). Portanto, a obediência aos parâmetros estabelecidos na legislação pode minimizar os efeitos causados pela fragmentação, seja pelo aumento da área da classe e principalmente pela melhoria na conectividade entre os fragmentos remanescentes, conforme observado no cenário 4.

- **Incremento florestal nos menores fragmentos e que sofrem maior interferência de borda.**

Para o aumento das áreas florestais uma das possibilidades é o uso de espécies nativas da região, no entanto, admite-se o plantio de espécies arbóreas exóticas desde que não apresentem potencial invasor.

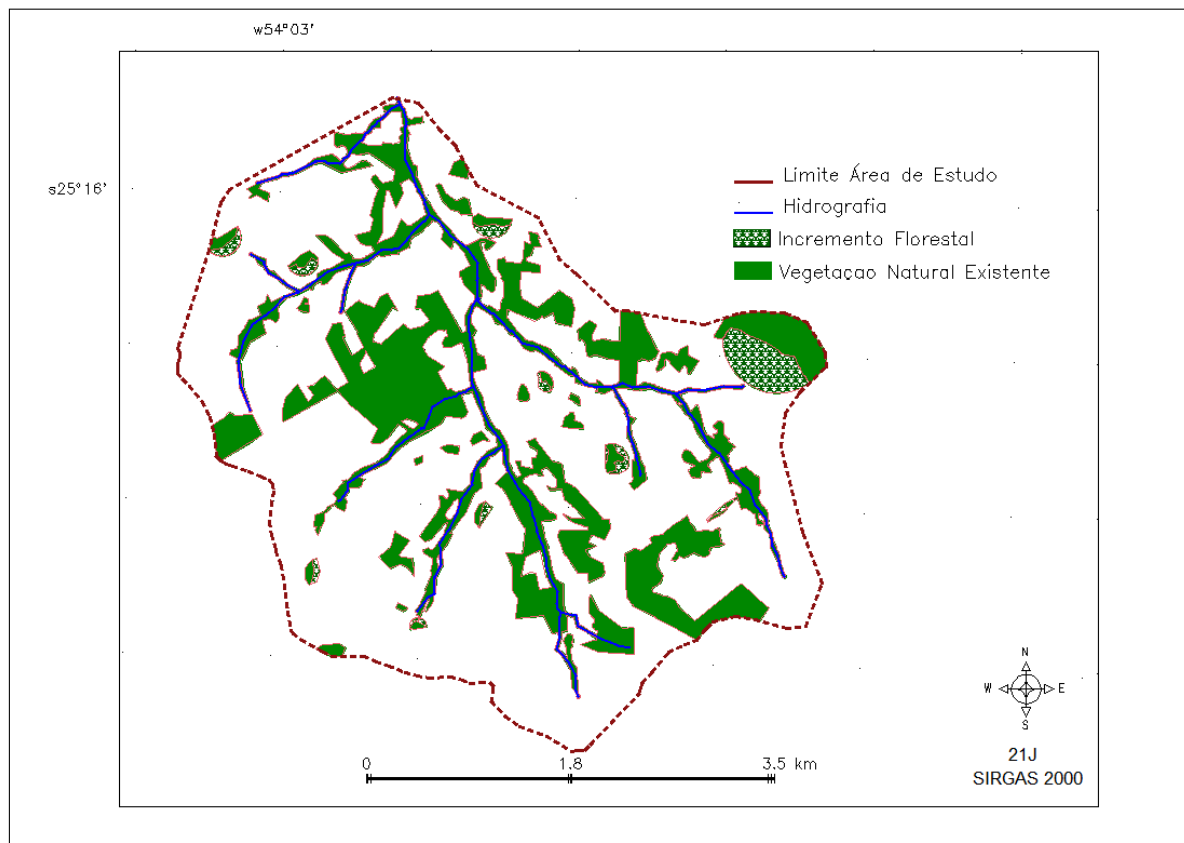
Na Figura 21 estão destacados os 10 fragmentos classificados como prioritários para o incremento florestal.



**Figura 21. Destaque para os fragmentos prioritários.**

Na Figura 22 estão apresentados os locais indicados para a recomposição florestal, a fim de aumento das áreas florestais e melhoria no índice de forma dos fragmentos. Salienta-se que a recomposição florestal indicada neste trabalho está relacionada diretamente com um método para aumento da conectividade florestal e diminuição no efeito de borda, no entanto, para a aplicação do método a escolha das áreas para a formação de novos blocos florestais ou aumento das áreas existentes poderão ser levados em consideração os aspectos socioeconômicos, uma vez que, área de domínio privado o proprietário poderá intervir ou influenciar na escolha dos locais.





**Figura 22. Determinação das áreas prioritárias para a restauração florestal.**

Como é possível visualizar na Figura 22, os menores fragmentos foram incrementados com uma porção de vegetação (áreas hachuradas); essa alternativa os tornaria maiores, uma vez que, parte dos pequenos fragmentos seriam unificados ou conectados a outros maiores, o que promove o surgimento de novas áreas núcleo. Além do aumento da cobertura florestal considerou-se a maximização do índice de borda, ou seja, incremento florestal com o intuito de tornar os fragmentos com formato o mais próximo possível de um círculo.

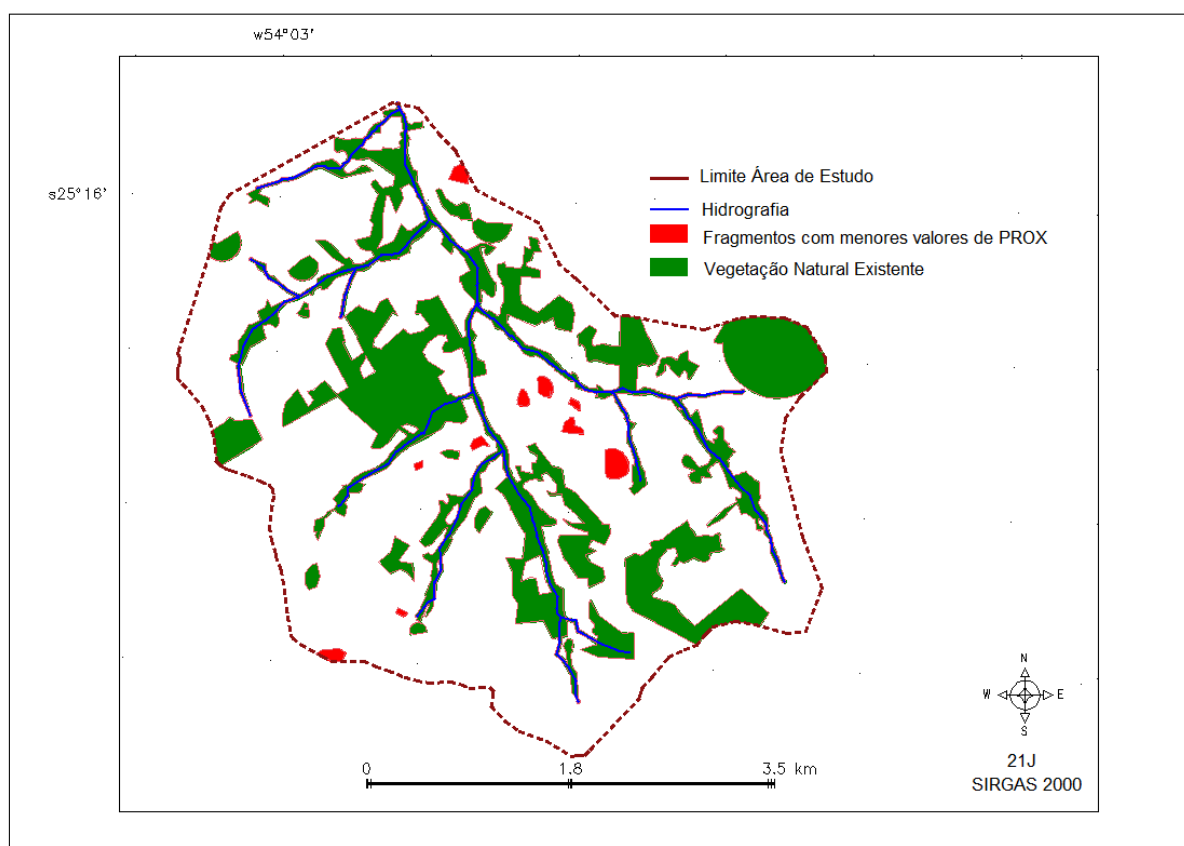
A formação das áreas núcleo favorece a criação de trampolins ecológicos, que é importante alternativa para a paisagem estudada. Estes facilitam o movimento de organismos, como as abelhas *Euglossini*, facilitadoras na troca de fluxo gênico e polinização de florestas (GALETTI, 2013).

Considerando a implantação de novas áreas de vegetação, a paisagem seria beneficiada não somente com a diminuição do efeito de borda e aumento da conectividade, mas também com melhora no índice de circularidade já que os fragmentos tenderiam a formatos mais circulares.

- **Conexão dos fragmentos com menores índices de PROX.**

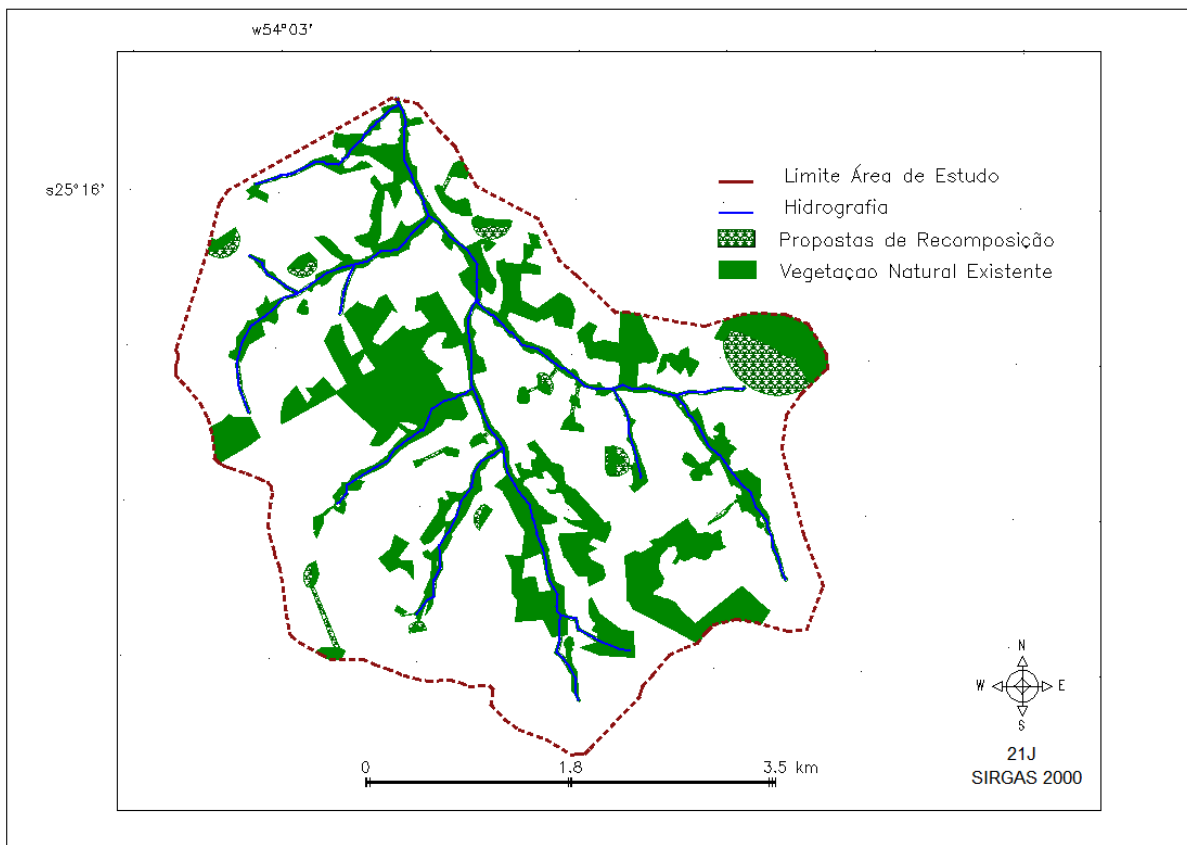
Para minimizar os efeitos da fragmentação é necessário diminuir a distância entre os fragmentos; uma das formas é unindo os pequenos fragmentos ou aqueles mais distantes para a formação de maiores blocos florestais.

Na Figura 23 estão destacados os fragmentos que apresentaram os menores valores de PROX, conseqüentemente, os fragmentos que estão mais distantes de seus vizinhos mais próximos.



**Figura 23. Identificação dos fragmentos com menores valores de PROX.**

Na Figura 24 é apresentado o mapa com as áreas existentes de vegetação natural composta das áreas propostas nas ações de manejo.



**Figura 24.** Mapa com a representação das áreas atuais de vegetação natural com as áreas propostas nas ações de manejo.

De acordo com as propostas apresentadas, os fragmentos tornariam maiores e mais conectados, uma vez que ocorreria a diminuição de 57,5% dos fragmentos e aumento da área média de 14,0 ha para 37,2 há, ou seja, aumento de 154%. Na classe, as ações promoveriam aumento de 55,2 ha, o que representaria na área de estudo aumento de 2,9% de cobertura florestal, passando de 24,6% para 27,5%. A proposta de aumento de cobertura florestal em pontos estratégicos provocaria mudança favorável na funcionalidade ecológica da paisagem, o índice de PROX, que refere-se a conexão efetiva dos fragmentos, aumentaria quase 6.000%, passando de aproximadamente 84 na situação real para valor acima de 5.000 com as propostas apresentadas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi avaliada a estrutura da paisagem de uma microbacia e avaliou-se a funcionalidade ecológica dessa paisagem frente a diferentes cenários. O cenário 1 foi considerado como a situação atual. No cenário 2 uma faixa de 50 m de borda dos fragmentos de vegetação natural foi removida para avaliação da funcionalidade ecológica da paisagem considerando organismos sensíveis à borda. No cenário 3, as APPs foram removidas para avaliação da importância dessas áreas para a funcionalidade da paisagem. No cenário 4, avaliou-se o impacto da recomposição das APPs sem cobertura de vegetação natural.

A situação atual – cenário 1 - revelou elevada fragmentação, seja pelo tamanho médios dos fragmentos remanescentes ou pela distância entre eles, destacou-se positivamente a presença de um fragmentos ocupando entorno de 68% da área total da classe.

No cenário 2, aplicando-se o efeito de borda, constatou-se uma diminuição significativa na área efetiva de vegetação natural, prejudicando, principalmente, os indivíduos sensíveis aos efeitos causados nas bordas. Constatou-se também aumento da distância do vizinho mais próximo e diminuição significativa no índice de PROX.

No cenário 3, eliminando-se toda a cobertura de vegetação natural das APPs, verificou-se aumento drástico da fragmentação, com o aumento no número de pequenos fragmentos.

Por outro lado, no cenário 4, a recomposição das APPs mesmo não representando na paisagem significativa alteração na área total da classe, impactou expressivamente na conectividade. Ao analisar o ambiente com a restauração de todas as APPs, notou-se acréscimo de área e redução no número de fragmentos de vegetação natural, evidenciando que a restauração das APPs, torna o ambiente mais conectado. Houve um aumento também na funcionalidade da paisagem, tornando os polígonos com maior tendência para a forma circular e diminuindo a distância do vizinho mais próximo. Portanto, atribui-se as APPs um papel de extrema importância para a manutenção da conectividade, principalmente em ambientes fragmentados.

Como ações de manejo, foram propostas alternativas para tornar a paisagem mais conectada e com menos interferência de borda. Primeiramente foi proposta a restauração das APPs de acordo com a legislação vigente, a partir deste novo panorama estabeleceram-se critérios para a classificação dos menores fragmentos e aqueles mais isolados para a recomposição florestal, a fim de torná-los maiores e mais próximos.

A restauração das APPs está amparada pela legislação, porém a formação de novos blocos com vegetação natural, fora dos estabelecidos pela legislação, provocaria mudanças na matriz. Tal ação depende do envolvimento do setor econômico, principalmente do rural, seja na manutenção da vegetação nativa, ou, sobretudo, na disponibilização de novas áreas para reflorestamento.

Os subsídios obtidos como fruto deste trabalho para o estabelecimento de um corredor entre o Parque Nacional do Iguaçu e as APPs do lago de Itaipu são, essencialmente, as ações de manejo, mas o conceito de corredor não é o de uma faixa contígua de habitat, e sim uma paisagem com maior conectividade, o que envolve tanto áreas contíguas como trampolins.

É importante a consciência de que os processos naturais que as unidades de conservação visam a manter vão muito além de seus limites; é importante que políticas públicas englobem ações específicas com estímulo à conservação nas áreas entorno das unidades de conservação e áreas especialmente protegidas, como o Parque Nacional do Iguaçu e as áreas que circundam o reservatório da usina de Itaipu.

## REFERÊNCIAS

- ALLENSPACH, N. **O uso de aves como bioindicadores**. Blog: A passarinhóloga. 2006.
- ARANA, A. R. A.; ALMIRANTE, M. **A importância do corredor ecológico: um estudo sobre o Parque Estadual**. Geografia (Londrina), v. 16, p. 143-168, 2009.
- AWADE, M.; DEVELEY, P. F.; METZGER, J. P. **Efeito de áreas abertas no deslocamento entre fragmentos florestais de três espécies de aves: A importância da distância entre fragmentos em estudos da conectividade funcional**. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambú. CD-ROM do VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005.
- BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmentos de floresta montana, Nova Friburgo – RJ**. Dissertação apresentada ao curso de Pós- Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2006.
- BEZERRA, C. G. **Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia do Córrego Horizonte, Alegre, ES**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, 2010.
- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. **Estudo da Fisiografia das Bacias Hidrográficas Urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. Humanand Social Sciences: Maringá, v. 26, n. 2, 2004.
- BOSCOLO, D. **Influência da estrutura da paisagem sobre a persistência de três espécies de aves em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica**. 2007. 237 p. Tese (Doutorado em Ciências: Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. 2012.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Diário Oficial da União. 2000.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

CANDIA-GALLARDO, C. E. **O valor de corredores florestais para a conservação de aves em paisagens fragmentadas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecosistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-10052011-155405/>>. Acesso em: 2014-08-21.

CAMPOS, J.B.; FILHO, L.S. (Org.). **Floresta Estacional Semidecidual**. Volume 5. Curitiba, 2011.

CHAZDON, R. L.; HARVEY, C. A.; KOMAR, O.; GRIFFITH, D. M.; FERGUSON, B. G.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MORALES, H.; NIGH, R.; SOTO-PINTO, L.; BREUGEL, M.; PHILPOTT, S. M. **Beyond reserves: A research agenda for conserving biodiversity in human-modified tropical landscapes**. Revista Biotrópica 41: 142–153. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Edgar Blucher/USP. 149 P 1974.

COSTA, C. C. **Subsídios para a proteção dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Poxim-SE**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agressistemas) da Universidade Federal de Sergipe. Sergipe- SE. 2011.

COSTA, F.P.S. **Áreas legais de preservação (APP e RL) do Município de Engenheiro Coelho-SP: distribuição espacial e situação sócio-econômica visando um plano de intervenção**. 2008. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-25112008-101622/>>. Acesso em: ago. 2013.

DI BITETTI, M.S.; PLACCI, G.; DIETZ, L.A. **Uma visão de Biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação**. World Wildlife Fund, Washington, D.C. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas; Embrapa Florestas, Colombo. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007, 73 p.

ESCHER, E.; FERRAUDO, A.S.; SOUZA, J.M.; VIANA, F.L.; COLLI, A.M.T. **Caracterização de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em transição com o cerrado, no Município de Bebedouro, SP**. Revista Evolução e Conservação da Biodiversidade. Volume 2, Nº 1, 2011.

FERRONATO, M. C. F. **Comunidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica e áreas reflorestadas**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade estadual de Londrina. Londrina, PR. 2014.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 1989.62 p.

FINKLER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias: bacia hidrográfica**. Apostila Bacias Hidrográficas. Agência Nacional de Águas. 2012.

FRISOM, S.; FILHO, A. C. P.; CORRÊA, L. C.; CAVAZZANA, G. H. **Uso de sensoriamento remoto na análise de efeito de borda de fragmentos naturais (capões) da fazenda São Bento, Pantanal sul, sub-regiões do Miranda e Abobral**. 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Anais. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.333-340. Capão Grande, MS, 2006.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2014. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período de 2012-2013**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 61p.

GALETTI, G. **Diagnóstico da estrutura da paisagem da estação ecológica de Avaré e seu entorno, como subsídio à sua conservação**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais. Sorocaba, SP, 2013.

GOMIDE, L. R.; LINGNAU, C. **Simulação espacial de uma paisagem sob o efeito borda**. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 441-455, abr./jun. 2009.

GREGGIO, T. C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. **Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP**. Rev. Árvore [online]. 2009, vol.33, n.1, pp. 117-124. ISSN 0100-6762. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000100012>.

GUARIZ, H. R.; CAMPANHARO, W. A.; PICOLI, M. H. S. **Avaliação do tamanho e forma de fragmentos florestais por meio de métricas de paisagem**. Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental – 14 a 16 de setembro de 2011– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES. 2011.

HOLLAND, M. M. **SCOPE/MAB technical consultations on landscape boundaries: report of a SCOPE/MAB Workshop on ecotones**. In: DI CASTRI, A. F.; HANSEN, A. J.; HOLLAND, M. M. (Eds). A new look at ecotones: emerging international projects on landscape boundaries. Paris: Bioly International, 1888.



HORTON, R. E. **Erosional development of streams their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology.** Geological Society of America Bulletin, 1945, 275-370 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Plano de manejo do parque estadual Mata dos Godoy.** Curitiba, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário.** 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra.** Manuais Técnicos em Geociências. Edição 2, Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências. Edição 2, Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA **Instrução Especial/INCRA/Nº 20,** de 28 de maio de 1980.

ITAIPU BINACIONAL. **Base cartográfica da bacia do Paraná III.** CD-ROM. 2007.

JANZEN, D.H. **Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants.** Science, n. 171, 1971. P 203-204.

JURAS, I. A. G. M. **Instrumentos para a conservação da biodiversidade.** In GANEM R. S. (org.). Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas – Brasília: Câmara dos Deputados, Edição Câmara (Série memória e análise de leis, nº 2). 2011. P 223-284.

LIMA, W. de P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba – São Paulo. 2008.

LIMA, A.; BENSUSAN, N.; RUSS, L. **Código florestal: por um debate pautado em ciência.** Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 2014.

LIMA, W. P.; ZÁKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares.** In: Ricardo Ribeiro Rodrigues; Hermógenes de Freitas Leitão Filho. (Org.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. 1 ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. P 33-44.

LIMA, W. P.; ZÁKIA, M. J. B. **O papel do ecossistema ripário.** In: W.P. Lima; M.J.B. Zakia. (Org.). As Florestas Plantadas e a Água: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. 01 ed. São Carlos - SP: Rima Editora, 2006, v. 01. P 77-88.

LUEDER, D.R. **Aerial photographic interpretation: principles and applications**. New York: McGraw-Hill, 1959. P 462.

MAACK, R. **Mapas fitogeográficos do Estado do Paraná**. Curitiba: IBPT-SAIC/INP, 1950.

MARCELINO, V. R. **Influência da fragmentação florestal e da estrutura da vegetação na comunidade de aves da Fazenda Figueira, Londrina PR**. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura /Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

MARTINI, L.C. P.; TRENTINI, E. C. **Agricultura em zonas ripárias do sul do Brasil: conflitos de uso da terra e impactos nos recursos hídricos**. Revista Sociedade e Estado – v 26. 2011.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; FRAGSTATS v4: **Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps**. Programa de computador produzido pelos autores, da Universidade de Massachusetts, Amherst. 2012. Disponível em: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em 24 ago. 2014.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: **Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. P 122.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; NEEL, M. C. e ENE, E. **Fragstats: spatial pattern analysis program for categorical maps**. Version 3.3 build 5. Manual do programa. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 2002. Disponível em: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html). Acesso em: 26 nov. 2014.

MELLO, K.; PETRI, L.; LEITE, E. C.; TOPPA, R. H. **Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP**. Rev. Árvore [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 309-317. ISSN 0100-6762. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000200011>.

METZGER, J. P. **O código florestal tem base científica?**. Natureza & Conservação, v. 08, p. 92-99, 2010.

METZGER, J. P.; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L. C. **Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecidual submontana do rio Jacaré-Pepira (SP)**. Revista Brasileira de Botânica, 21: 321-330, 1998.

MILET-PINHEIRO, P.; SCHLINDWEIN, C. **Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monocultures?**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 853-858, 2005.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 set. 2014.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; RODRIGUEZ, L. C. E. **A incorporação de corredores de conectividade no manejo de florestas industriais utilizando a heurística da RazãoR**. Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. V 48, 2010, P 255-282.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. **Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos**. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, jan./mar. 2010. P 147-162.

NUNES, F. C.; ALMEIDA, C. M. **Interpretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para o mapeamento de cobertura da terra em região montanhosa**. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, ano 24 n. 2, mai/ago, 2012. P 283-302.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – SEAB e Departamento de Economia Rural – DERAL. **Perfil da agropecuária do Paraná**. Curitiba, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Projeto Paraná biodiversidade: Verde que te quero verde**. 2009.

PIVELLO, V.; KORMAN, V. **Conservação e Manejo da Biodiversidade**. In: V.R. Pivello; E.M. Varanda. (Org.). O cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, São Paulo) - Ecologia e Conservação. 1 ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005, P 297-310.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Vol. 22. 2008.

PORTO, R. L. L.; FILHO, K. Z. **Bacias hidrográficas**. Escola Politécnica da USP. São Paulo. 1999.

POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N. **Population dynamics of euglossine bees in Amazonian forest fragments**. Biotropica, n. 2, v. 19, 1987. P 176-179.

RANIERI, V. E. L.; MORETTO, E. M. **Áreas protegidas: por que precisamos delas?**. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Org.). Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. 1ed. São Paulo: Elsevier, 2012. P 717-740.

RANZINI, M.; DONATOC. F.; CICCOC, V. de; ARCOVA, F. C. S. **Geração do deflúvio de uma microbacia com Mata Atlântica, Cunha, SP.** Rev. Inst. Flor. v 23 n 2, 2011.P 179-190.

RAMALHO, A. V. **Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica na bacia do Rio São João, RJ.** Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes –RJ, 2006.

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

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. **As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná.**Ciência&Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, 2002.P 75-92.

RODRIGUES, E. **Efeito de borda em fragmentos de floresta.** Cadernos de Biodiversidade, v. 1, 1998. P 1-5.

ROSOT, M. A D.; GARRASTAZÚ, M. C.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, N. C.; BECKERT, S.M. **Cadernos de geoprocessamento: Roteiro prático para a conexão de tabelas externas ao software gvSIG via drive ODBC baseado em estudo de caso.** Comunicado Técnico. Colombo-PR. 2011.

SAMPAIO, R. C. N. **Efeito de borda em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no interior do Estado de São Paulo.** 2011. xiii, 83 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2011.

SANTOS, F. M. M S. **A microbacia hidrográfica do Igarapé do Bindá (Manaus/AM) sob a ótica da complexidade ambiental.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) da Universidade Federal do Amazonas - AM. 2014.

SEABRA, V.S.; CRUZ, C.B.M.; SANCHEZ, V.R. **Análise da paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na bacia hidrográfica do rio São João.** Rio de Janeiro, UFRJ, 2012.

SILVA, A. C. B. L. **Influência da área e da heterogeneidade de habitat na diversidade vegetal em fragmentos de floresta atlântica.** Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ. 2010.

SPURR, S.H. **Photogrammetry and photo-interpretation.** New York: Ronald Press, 1960. P 472.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Trans. Am. Geophys. Union, New Haven, v. 38, 1957. P 913-920.

TAIS, L.; ZEIGER, E. **Balanço hídrico das plantas**. In: TAIS, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. Fisiologia Vegetal. Editora Artmed. 4ª Edição. 2009.

TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para criação da zona de amortecimento**. 2008. 86 f. Dissertação de Mestrado (Ecologia de Sistemas Aquáticos e Terrestres) da Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 2008.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. P 21.

TORRES, D.R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites Landsat e Alos**. 2011. 97 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia Florestal) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2011.

TOSSULINO, M. de G. P.; SCHAITZA, E. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; SAYAMA, C.; MORATO, S. A. A.; ULANDOWSKI, L. K. M. de A.; CAVILHA, M. R. **Resumo executivo da avaliação ecológica rápida do Corredor Iguaçu-Paraná**. Curitiba : IAP : STCP Engenharia de Projetos, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. P 943.

VASCONCELOS, H. L. **Respostas das formigas à fragmentação florestal**. Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, 1998. P 95-98.

VIDOLIN, G. P.; BIONDI, D.; WANDEMBRUCK, A. **Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com Araucária, Paraná, Brasil**. Rev. Árvore [online]. ISSN 0100-6762. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300014>. V 35, n. 3, 2011. P 515-525.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. P 245.

WMO. **The Dublin Statement and Report of the Conference**. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century. 1992. P 26-31.

ZAKIA, M.J.B.; FERRAZ, F.F.B.; RIGHETTO, A.M.; LIMA, W.P. Delimitação de Zona Ripária em uma Microbacia. In: LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José de Brito (Orgs.). **As florestas plantadas e a água**. São Carlos. Ed. Rima, 2006. P 226.