

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE**  
***CAMPUS SOROCABA***

**PIETRO DE OLIVEIRA SCARASCIA**

**ZONEAMENTO DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL  
TRÁPAGA**

**SOROCABA**  
**2018**

Universidade Federal de São Carlos

*Campus Sorocaba*

Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

**Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga**

Pietro de Oliveira Scarascia

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Cardoso Leite

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Roberta de Oliveira Aversa Valente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Julho, 2018

Scarascia, Pietro de Oliveira

Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural de Trápaga /  
Pietro de Oliveira Scarascia. -- 2018.  
94 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Eliana Cardoso leite

Banca examinadora: Dr. Edson Montilha de Oliveira, Dra. Adriana  
Cavaliere Sais

Bibliografia

1. Zoneamento. 2. Unidades de Conservação. 3. Gestão. I. Orientador. II.  
Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade  
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Pietro de Oliveira Scarascia, realizada em 05/11/2018:

---

Profa. Dra. Eliana Cardoso Leite  
UFSCar

---

Prof. Dr. Edson Montilha de Oliveira  
Fundação Florestal

---

Profa. Dra. Adriana Cavalieri Sais  
UFSCar

---

Profa. Dra. Roberta Averna Valente Botezelli Tolini  
UFSCar

**1 Coríntios 15:58**

*“ Portanto, meus amados irmãos, mantenham-se firmes, e que nada os abale. Sejam sempre dedicados à obra do Senhor, pois vocês sabem que, no Senhor, o trabalho de vocês não será inútil. ”*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, em nome do Senhor Jesus Cristo, pela vida que me forneceu e condições para desenvolver trabalhos técnico-científicos, como este, no cumprimento da razão de nossa existência: glorificar ao SENHOR com nossas obras. Agradeço à Cristo Jesus pelo sacrifício perfeito que por nós fez no calvário em Gólgota, nos remindo ao SENHOR. Bem como Seu sacerdócio eterno, sendo nosso Caminho a Deus, nossa Verdade e nossa Vida. Amém!

Agradeço a minha família, meus pais, Giovanni Scarascia e Herta Scarascia, por todo apoio que sempre me forneceram, e por todo no ensino que me concederam. Agradeço pelo meu irmão Lucas, pelo encorajamento para a conclusão deste trabalho, e Renatinha sua esposa e ao seu filho, Bento Scarascia, pela consolidação da família.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade (CCTS), Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, por possibilitar o meu estudo e aperfeiçoamento profissional no desenvolvimento deste trabalho, permitindo focar a linha de pesquisa no meu trabalho profissional: Áreas Protegidas.

Agradeço à Dra. Professora Eliana Cardoso Leite e à Dra. Professora Roberta de Oliveira Avena Valente, pela excepcional orientação e co-orientação, respectivamente, que tive a oportunidade de ter durante a execução deste trabalho. Agradeço aos doutores que participaram do Exame de Qualificação, Dr. Milton César Ribeiro e Dr. Emerson Arruda Martins, pela leitura e excelentes contribuições. Agradeço os doutores que participaram do Exame de Defesa, Dr. Edson Montilha de Oliveira e Dra. Adriana Cavalieri Sair, por toda contribuição que forneceram a este trabalho

Agradeço ao sr. Ignácio Barrasus e a Dona Marivi, proprietários da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga, pelo fomento na conservação voluntária dos ecossistemas da Mata Atlântica e permitir meios para a execução deste trabalho em sua propriedade, a Fazenda Lageado.

Agradeço ao Sistema Ambiental Paulista, em especial a Fundação Florestal, pelo empenho na criação e gestão de Unidades de Conservação, públicas e privadas, visando a manutenção da biodiversidade por meio de trabalhos de excepcional profissionalismo.

E agradeço à minha linda esposa, Mariana Landis, por todo companheirismo, amizade, auxílio, incentivo, apoio e amor fornecido deste a prova de ingresso ao programa, à defesa do trabalho final.

## RESUMO

SCARASCIA, Pietro Oliveira. Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural de Trápaga. 2018. 94f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.

Nas últimas décadas, as pressões e ameaças à conservação da biodiversidade brasileira vem aumentando, dia após dia. Uma das estratégias para proteção do patrimônio natural e da biodiversidade é a criação e implantação de áreas protegidas, que no Brasil são conhecidas como Unidades de Conservação (UCs), e uma das categorias de UCs é a RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural). O SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) recomenda que todas UCs devam ter um Plano de Manejo, onde deve constar um “zoneamento da área” e as normas que deverão reger a mesma. Este estudo foi realizado na RPPN Trápaga, uma reserva particular de 70 ha, localizada no município de São Miguel Arcanjo. O objetivo deste estudo foi elaborar o zoneamento da UC, utilizando duas técnicas distintas, ou seja, o mapeamento do uso do solo com técnicas de sensoriamento remoto, e a utilização de um índice de integridade biótica aplicado à vegetação da mesma. Para análise da integridade biótica utilizou-se o IIB (Índice de Integridade Biótica) que é composto por 11 indicadores ecológicos (serapilheira, clareiras, espécies exóticas, lianas, epífitas, e espécies tardias indicadoras dentre outros). Para análise do IIB foram utilizadas 20 parcelas de 10x10m aleatoriamente dispostas na área. O mapeamento da cobertura e uso do solo teve por base uma imagem orbital (resolução de 5 metros, de 30 de junho de 2014), que foi classificada primeiramente por método não-supervisionado (algoritmo K-médias). Considerando o resultado da primeira, executou-se uma classificação supervisionada (algoritmo de Máxima Verossimilhança). Foram utilizadas as seguintes zonas de manejo para a elaboração do mapa temático de zoneamento: zona silvestre-ZS, zona de proteção-ZP, zona de recuperação-ZR e zona de visitação-ZV. Os resultados mostraram que 11 parcelas obtiveram IIB-“Regular”, sete-“Bom”, e apenas duas-“Baixo”. Os resultados obtidos no IIB apresentaram correlação positiva moderada ( $p = 0,03$   $r = 0,466$ ) com os valores de NDVI obtidos em cada parcela. Para a análise supervisionada utilizou-se sete polígonos de parcelas com o IIB-“Bom” e sete de parcelas com o IIB-“Regular”. A Matriz de Confusão do mapa de classificação supervisionada elucidou um acerto global de 93,43%. A Matriz de Confusão entre os mapas de classificação elucidou um acerto global de 90%. A partir da fidedignidade da correlação do IIB com o NDVI, e do acerto global dos mapas de

classificação, foram distribuídas as zonas dentro das classes obtidas. A partir desta análise foi elaborado o zoneamento da área, sendo assim, a classe 1, representada pelo IIB-“Bom” foi mapeada como ZS (zona intangível); a classe 2, representada pelo IIB-“Regular” foi mapeada como ZP (primitiva); e a classe 3, representada pelo IIB-“Baixo”, foi mapeada como ZR (zona de recuperação). Para a definição da ZV (zona de visitação) da área, foi utilizado trabalho já executado anteriormente na área de estudo. Por fim, a % de área ocupada por cada zona foi 9% ZV, 17% ZR, 27% ZS e 47% ZP. Propõe-se que o mapa de zoneamento seja incorporado ao Plano de Manejo da UC, visando a chancela do Poder Público desta ferramenta de gestão.

**Palavras-chave:** Gestão; planejamento territorial; conservação; Unidades de Conservação.



## ABSTRACT

SCARASCIA, Pietro Oliveira. Zoning of the Private Reserve of Natural Heritage of Trápaga. 2018. 94p. Dissertation (Master in Sustainability in Environmental Management) - Federal University of São Carlos, Sorocaba campi.

In the last decades, the pressures and threats to the conservation of the Brazilian biodiversity have been increasing day by day. One of the strategies for the protection of natural heritage and biodiversity is the creation and implementation of Protected Areas (PA), which in Brazil are known as Conservation Units, and one of the categories of protected areas is the PNHR (Private Natural Heritage Reserve). The National System of Conservation Units recommends that all PAs should have a Management Plan, which should include a " zoning of the area " and the rules that should govern it. This study was carried out at the PNHR Trápaga, a private reserve of 70 ha, located in the municipality of São Miguel Arcanjo. The objective of this study was to elaborate the zoning of the PA using two different techniques, that is, the mapping of the soil use with remote sensing techniques, and the use of a Biotic Integrity Index (BII) applied to the vegetation of the same. In order to analyze the biotic integrity, the BII was used, which is composed of 11 ecological indicators (litter, clearings, exotic species, lianas, epiphytes, and late indicator species among others). For analysis of the BII, 20 plots of 10x10m randomly arranged in the area. The land use and cover mapping was based on an orbital image (resolution of 5 meters, from June 30, 2014), which was first classified by unsupervised method (K-means algorithm). Considering the result of the first, a supervised classification (Maximum Likelihood algorithm) was performed. The following management areas were used for the elaboration of the zoning thematic map: wild zone-WZ, protection zone-PZ, recovery zone-RZ and visitation zone-VZ. The results showed that 11 plots obtained BII-"Regular", seven-"Good", and only two-"Low". The results obtained BII showed moderate positive correlation ( $r = 0.03$   $p = 0.466$ ) with NDVI values obtained in each plot. For the supervised analysis, seven polygons of plots with BII-"Good" and seven of plots with IIB-"Regular" were used. The Confusion Matrix of the supervised classification map elucidated an overall hit of 93.43%. The Confusion Matrix among the classification maps elucidated an overall hit of 90%. From the reliability of the BII correlation with the NDVI, and of the overall accuracy of the classification maps, the zones within the obtained classes were distributed. From this analysis the zoning of the area was elaborated, thus, class 1, represented by BII-"Good" was mapped as WZ (intangibile zone); class

2, represented by IIB-"Regular" was mapped as PZ (primitive); and class 3, represented by IIB-"Low", was mapped as RZ (recovery zone). For the definition of VZ (visiting zone) was used earlier work already performed in the study area. Finally, the % of area occupied by each zone was 9% VZ, 17% RZ, 27% WZ and 47% PZ. The zoning map are proposed to be incorporated into the AP Management Plan, aimed at the seal of the government of this management tool.

**Keywords:** Management; territorial planning; conservation; Protect Areas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da RPPN Trápaga: no Estado de São Paulo, no Mosaico do Paranapiacaba, na Zona de Amortecimento do PECB, na Fazenda Lageado.....	27
Figura 2 – Fazenda Lageado, município de São Miguel Arcanjo, Estado de São Paulo, com as classes de uso, ocupação e cobertura do solo.....	29
Figura 3 – Distribuição das parcelas utilizadas para determinar o Índice de Integridade Biótica na RPPN Trápaga.....	35
Figura 4 – Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo, Estado de São Paulo, constando o seu zoneamento e a distribuição das parcelas controle na zona intangível, área mais preservada desta unidade de conservação.....	36
Figura 5 – Procedimento para estabelecer o zoneamento da RPPN Trápaga.....	45
Figura 6 – Fotos da RPPN Trápaga constando as diferentes classes de integridades biótica encontrada nas parcelas amostradas.....	48
Figura 7 -- Atributos e valores de IIB relacionados a cada variável da mensurada na RPPN Trápaga.....	49
Figura 8 – Foto da área controle, zona intangível do Parque Estadual Carlos Botelho.....	52
Figura 9 – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada da RPPN Trápaga, ilustrando áreas de menor (vermelho) e maior (azul) biomassa.....	54
Figura 10 – Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre o Índice de Integridade Biótica (x) e o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (y).....	56
Figura 11 – Classificação supervisionada da RPPN Trápaga.....	59
Figura 12 – Percentual e área ocupada por cada integridade (classes) amostradas pela classificação supervisionada.....	60
Figura 13 – Classificação não-supervisionada da RPPN Trápaga.....	62
Figura 14 – Percentual e área ocupada por cada integridade (classes) amostradas pela classificação não-supervisionada.....	63

Figura 15 – Esquema comparativo entre os mapas de classificação supervisionada e não-supervisionada.....	<b>65</b>
Figura 16 – Proposta prévia de Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga.....	<b>67</b>
Figura 17 – Percentual e área ocupada por zona distribuída na RPPN Trápaga.....	<b>68</b>
Figura 18 – Proposta final de Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga.....	<b>70</b>
Figura 19 - Percentual e área ocupada por cada zona distribuída na RPPN Trápaga, incluindo a zona de visitação.....	<b>71</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cobertura e uso do solo no entorno imediato da RPPN Trápaga...	28
Tabela 2 – Variáveis utilizadas para a análise do Índice de Integridade Biótica, seus atributos e a base de cálculo de pontuação para cada variável.....	34
Tabela 3: Bandas espectrais utilizadas na elaboração dos mapas de cobertura e uso do solo na área de estudo.....	36
Tabela 4 – Relação entre a pontuação dos valores de IIB mensurados a campo e suas respectivas classes.....	39
Tabela 5 – Limiares do Índice Kappa utilizados na avaliação dos valores de K obtidos nos mapas de classificação da vegetação.....	41
Tabela 6 – Zonas utilizadas para o planejamento e zoneamento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.....	42
Tabela 7 – Variáveis amostradas, suas pontuações por parcelas e o Índice de Integridade Biótica de cada parcela mensurada na RPPN Trápaga e área controle.....	47
Tabela 8 – Resultado do Índice de Integridade Biótica e os valores do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para cada parcela amostrada na RPPN Trápaga.....	55
Tabela 9 – Descrição das parcelas utilizadas na elaboração das amostras para o treinamento do algoritmo MAXVER.....	57
Tabela 10 – Matriz de Confusão: classificação supervisionada da área de estudo.....	58
Tabela 11 – Matriz de Confusão: classificação não-supervisionada da área de estudo.....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AER – Avaliação Ecológica Rápida

AP – Áreas Protegidas

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CEAPM – Comunidade de Ensino e Aprendizagem em Planejamento de Unidade de Conservação

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNRPPN – Confederação Nacional de RPPNs

E. Ec. – Estação Ecológica

ECO – Instituto Ecofuturo

ENVI – Environment for Visualizing Images

FF – Fundação Florestal

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IF – Instituto Florestal

IIB – Índice de Integridade Biótica

IM – Instituto Manacá

IUCN – Internation Union for Conservation of Natureza

K – Índice Kappa

LPVN – Lei de Proteção da Vegetação Nativa

MAXVER – Máxima Verossimilhança

MS – Microwave Sounder

NDVI – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

NP – Número de Pixels

P.E. – Parque Estadual

PECB – Parque Estadual Carlos Botelho

PETAR – Parque Estadual Turístico Alto Ribeira

PM – Plano de Manejo

RA – Reserva Ambiental

RL – Reserva Legal

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SMA/SP – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

SR – Sensoriamento Remoto

TP – Número total de pixels

UC – Unidade de Conservação

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UTM – Universal Transversa de Mercator

ZP – Zona de Proteção

ZR – Zona de Recuperação

ZS – Zona Silvestre

ZV – Zona de Visitação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
4.2 ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA.....	29
4.3 MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DO SOLO.....	36
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	39
4.5 ZONEAMENTO DA RPPN TRÁPAGA.....	41
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
5.1 ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA.....	46
5.2 MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DO SOLO.....	53
<b>6. ZONEAMENTO RPPN TRÁPAGA.....</b>	<b>64</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES PARA A GESTÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>



## 1. INTRODUÇÃO

As ameaçadas e pressões à preservação da biodiversidade nunca estiveram em um patamar tão grande dentro da história da humanidade. Extinções têm ocorrido em diversificadas regiões do planeta, e são observados acréscimos no grau de ameaçada das espécies, tanto de fauna como de flora (Guix et al., 2002; Ribeiro et al., 2009; Paviolo et al., 2016).

Diante deste cenário, tornam-se emergentes as medidas de controle das ameaças e pressões, bem como o uso de meios que possibilitem a preservação e a conservação da biodiversidade. Quando tratamos da Mata Atlântica, bioma *hotspot* que possui a maior biodiversidade do mundo, observamos panorama ainda mais grave: pouca conectividade restou entre os remanescentes florestais, deixando o bioma isolado em pequenas “ilhas” ao longo de sua distribuição. Desta forma, são necessárias ações que visem a manutenção da biodiversidade na Mata Atlântica (Mittermeier et al., 1998; Ribeiro et al., 2009; Galetti et al., 2013).

Dentre os principais meios de se promover a conservação e a preservação da biodiversidade, encontram-se a criação e manejo das áreas protegidas. As áreas protegidas são espaços territoriais que possuem regras legais de uso e ocupação direcionadas para a manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais. As áreas protegidas (AP) podem ser divididas entre públicas e privadas, as quais possuem diferentes categorias de implantação, gestão e manejo (Hockings et al.; Brasil, 2000; São Paulo, 2013).

No meio das diferentes classes e categoriais de AP, destacam-se as Unidades de Conservação (UC) como as de melhor eficiência na manutenção da biodiversidade. Embora a criação de uma UC pública, geralmente, englobe uma extensa área, o uso do solo no entorno da UC, assim como em toda matriz circundante exerce influência sobre a manutenção da biodiversidade e sobre os processos ecológicos dentro da UC. A ausência de conectividade entre populações é um dos principais fatores que desencadeiam extinções locais, principalmente no bioma Mata Atlântica (Kageyama, 1998; Pires et al., 2006;)

Assim, a conectividade entre os remanescentes florestais, e a manutenção do fluxo gênico entre populações, é dependente do uso e ocupação do solo na paisagem da qual o remanescente está inserido. E, na maioria dos casos, a matriz de paisagem é composta por áreas privadas, que podem apresentar manchas de vegetação nativa onde podem ser criadas UC privadas. Desta forma, a conectividade entre remanescentes florestais, importante ferramenta na manutenção da biodiversidade, é fortemente dependente das UCs privadas (Hockings et al, 2000; Rezende, 2014; Ribeiro et al., 2016; 2017).

Uma das mais consagradas categorias de AP privativa é a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). A RPPN é uma Unidades de Conservação chancelada pelo Poder Público, de posse e gestão privada (Brasil, 2000). Além de fornecer refúgio à biodiversidade, as RPPNs podem atuar de forma a promover a conectividade entre as AP públicas, ou demais remanescentes florestais. Ademais, são preservacionistas, ou seja, não é possível utilizar os seus recursos naturais de forma direta, apenas indireta (Fonseca et al., 1999; Souza et al., 2014; Pureza et al., 2015).

Entretanto, para se promover a gestão efetiva de uma RPPN, visando melhorias na conectividade de AP, recuperação de áreas degradadas e a manutenção da biodiversidade em seu interior e exterior, torna-se necessário o desenvolvimento de seu Plano de Manejo. O Plano de Manejo é um documento conciso, completo e com as diretrizes necessárias para a direcionar a gestão da AP no cumprimento de sua função. Previsto como obrigatório pela legislação vigente, uma das ferramentas mais utilizadas deste instrumento é o zoneamento da AP (IBAMA, 2002; 2005; Stanley, 2013; ICMBio, 2015; CEAPM, 2015A; B)

O zoneamento consiste no planejamento espacial territorial da AP por meio de distribuição de zonas com diferentes categoriais de manejo e gestão. O mapa do zoneamento é a síntese da AP, o qual elucida as áreas que devam receber diferentes manejos de gestão, além de expressar a realidade atual e a desejada (futura). Por conseguinte, a determinação de um planejamento espacial territorial é de grande importância para a manutenção da biodiversidade por meio do direcionamento de ações de manejo visando a melhoria na integridade biótica da área, objetivando a manutenção dos corredores ecológicos a ela associados (ICMBio, 2015; Ribeiro et al., 2017)

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Maciço do Paranapiacaba, localizado na região sul do Estado de São Paulo, constitui um dos maiores e mais bem preservados contínuos ecológicos do bioma Mata Atlântica de todo o Brasil. Fornecendo a conectividade entre as florestas do Vale do Ribeira e do corredor da Serra Mar, possui mais de 200 mil hectares de áreas legalmente protegidas, em caráter de Proteção Integral, outros 520 mil hectares de Uso Sustentável, além de propriedades privadas ao longo de sua extensão. O maciço florestal é constituído por uma rica biodiversidade em alto grau de preservação, sendo um dos principais focos para ações de conservação da Mata Atlântica (Guix et al., 2002; Ribeiro et al., 2009; Paviolo et al., 2016).

Devido ao fato da Mata Atlântica ser um dos biomas mais ameaçados em todo o mundo, considerado como um dos cinco *hotspots* mais importantes (Mittermeier et al., 1998), regiões como a mencionada são consideradas importantes refúgios da vida silvestre e dos recursos naturais, com alto valor ecossistêmico. Por isso, a Serra de Paranapiacaba, região de 120 mil hectares dentro de todo o maciço, foi tombada pela UNESCO como *Sítio do Patrimônio Natural da Humanidade* (UNESCO, 2008).

Entretanto, a demanda exponencial pelo crescimento econômico que o homem busca, vêm acarretando severas ameaças e pressões nos ecossistemas da Serra de Paranapiacaba (Ribeiro et al., 2009; Galetti et al., 2013). Como exemplo destas pressões podemos elencar as grandes mineradoras de extração de calcário na região do Parque Estadual Turístico Alto Ribeira e do Parque Estadual Intervales (IF, 2008).

Concomitante às atividades de mineração, a intensa atividade agrossilvipastoril tem aumentado o processo de fragmentação florestal (Pianca, 2004; Farah et al., 2017). Assim, importantes áreas florestais foram transformadas em áreas produtivas (DeFries et al., 2007), processo que acaba isolando os remanescentes de floresta e, conseqüentemente, as populações que abrigam (Murcia, 1995; Maués & Oliveira, 2010; Niebuhr et al., 2015).

Segundo Kageyama (1998), Pires et al (2006) e Ribeiro et al. (2016), a fragmentação florestal provoca a diminuição do número de indivíduos de uma população, favorecendo a perda de variabilidade genética, acarretando extinções locais (Caldano, 2014). Nesse sentido, a ordenação do território, com a finalidade de promover o uso adequado do espaço territorial, evitando processos de fragmentação durante a expansão da produção, torna-se a chave para assegurar a permanência da conectividade entre os ecossistemas (Souza et al., 2005; Pires et al., 2006; Magioli et al., 2016; Boscolo et al., 2017), principalmente quando se trata de um

importante contínuo florestal, como a Serra de Paranapiacaba (Guix et al., 2002; Ribeiro et al., 2009; Paviolo et al., 2016).

Entre as estratégias para a promoção da ordenação do território destaca-se a criação e manutenção das Áreas Protegidas (AP) privadas, tanto as previstas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), como as Unidades de Conservação (UC) (Brasil, 2000; 2012). Estas APs podem fornecer a manutenção da conectividade entre fragmentos florestais de propriedades distintas, constituindo verdadeiros corredores ecológicos (Morsello, 2006). Entretanto, devido a lacunas na legislação ambiental, muitas destas áreas, como a Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanente, inexistem, ou sofrem grande pressão e ameaça antrópica (Laschefski et al., 2012; Mariga & Ruscheinsky, 2017). Porém, existem classes de AP privadas que visam cumprir seu papel de forma eficiente na manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas, como é o caso das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

As RPPNs constituem espaços territoriais em propriedades privadas, compostos de vegetação nativa legalmente protegidos, que podem servir como corredores ecológicos entre Unidades de Conservação, ou outros remanescentes florestais, permitindo a manutenção do fluxo gênico, mesmo em propriedades compostas majoritariamente por produtividade agrícola (Rezende, 2014; Ribeiro et al., 2017). São consideradas como estratégia particularmente vital para a conservação dos recursos naturais, sendo elementos indispensáveis para a conservação de biodiversidade (Fonseca et al., 1999). Desta forma, torna-se emergente a criação e a gestão de RPPNs, principalmente em áreas de alta relevância para a conservação da Mata Atlântica, como a Serra de Paranapiacaba, afim de evitar que as áreas produtivas avancem sobre os ricos ecossistemas da Mata Atlântica desta região.

#### *Reservas Particulares do Patrimônio Natural*

As RPPNs são hoje uma consagrada categoria de Unidade de Conservação (UC) (Brasil, 2000). Considerada como uma importante ferramenta para a conservação da biodiversidade, principalmente em ambientes compostos por um conjunto expressivo de imóveis rurais, e como um precioso elemento de conscientização e de disseminação do processo de conservação da natureza nesses ambientes (Souza et al., 2014; Pureza et al., 2015).

Esta categoria tem servido cada vez mais como um instrumento adicional para o fortalecimento do sistema ambiental existente, permitindo, em várias situações, a manutenção

da conectividade da paisagem natural, assim como a proteção de áreas prioritárias não incluídas na rede de AP (Fonseca et al., 1999; Brasil, 2012).

A instituição de uma RPPN possui caráter perpétuo (Brasil, 1996) e está legalmente inserida no grupo de UCs de Uso Sustentável (Brasil, 2000), porém, operacionalmente, é Unidade de Conservação de Proteção Integral. Isso se deve pela impossibilidade de uso direto dos recursos naturais, assemelhando às premissas da categoria Parque, sendo permitido apenas o uso público, pesquisa científica, proteção e manejo de recuperação (Brasil, 2000; 2002; 2006). Esta categoria de UC é inclusiva, aproximando os proprietários de terras das políticas públicas voltadas ao manejo da conservação e gestão do espaço territorial. Apesar de serem geralmente menores que as demais categorias, as RPPNs cumprem com a sua função sem a necessidade de intervenção e desgaste governamental na regularização fundiária, comum na implantação das demais categorias de UC no Brasil (Brasil, 2000; Lima et al., 2014; Pureza et al., 2015).

Para que ocorra a instituição de uma RPPN é necessário que o proprietário busque o órgão ambiental capacitado em executar esta demanda (Brasil, 2011). No Estado de São Paulo, o órgão responsável pela criação de RPPNs é a Fundação para a Conservação e a Produção Florestal (Fundação Florestal), vinculada à Secretaria Estadual de Meio Ambiente (São Paulo, 2006). O proprietário que criar uma RPPN, além de auxiliar na manutenção dos ecossistemas, terá benefícios com o poder público e possibilidades de pleitear editais de fomento (Wiedmann, 2001; Maia Neto, 2010).

Existem RPPNs consideradas casos de sucesso no cumprimento dos objetivos desta categoria de UC, ou seja, na conservação da biodiversidade. E este sucesso aparece principalmente em propriedades contíguas a outras categorias, formatando mosaicos de áreas protegidas (Lima & Franco, 2014; CNRPPN; Lima et al., 2014; Pureza et al., 2015).

### *Planejamento*

Para a plena eficiência de uma AP, é necessário lançar mão da criação de seu Plano de Manejo, que deve ser elaborado em função dos objetivos gerais de sua criação. O plano de manejo é um documento elaborado a partir de diversos estudos do território, incluindo diagnósticos do meio físico, biológico e social. Ele estabelece as normas, restrições para o uso, ações a serem desenvolvidas e manejo dos recursos naturais da área, seu entorno, e, quando for o caso, os corredores ecológicos e ela associados (ICMBio, 2015; Ribeiro et al., 2017).

Uma das ferramentas mais importantes do Plano de Manejo é o planejamento do território, que se caracteriza, principalmente, por meio de seu zoneamento. O zoneamento organiza a área espacialmente em diferentes zonas com diferentes graus de proteção e regras de uso (CEAPM, 2015A; 2015B). Constitui instrumento que favorece a obtenção de melhores resultados no manejo da AP (ICMBio, 2009). O mapa de zoneamento é uma síntese do planejamento do território, por meio de uma linguagem gráfica e de fácil entendimento para a sociedade em geral e atores locais (Stanley, 2013).

O critério utilizado na elaboração do zoneamento de uma AP deve ter como base a caracterização biofísica da área, objetivando representar os dados por meio de mapas temáticos. A definição do uso e distribuição das zonas baseia-se nas análises dos aspectos físicos mensuráveis da AP: a mensuração de seus indicativos de singularidade ecológica (IBAMA, 2002; 2005; ICMBio, 2015; CEAPM, 2015A; B).

Os indicativos de singularidade são a base norteadora para a determinação do grau de integridade ecológica da área. Assim, o estabelecimento das zonas (ferramentas de planejamento territorial) e sua distribuição dentro da AP, deve considerar a integridade biótica da área como um todo, evidenciando quais áreas que necessitam de manejo para restauração, e quais áreas devem ser consideradas intangíveis (Stanley, 2013).

#### *Indicativos de singularidade*

Dentre as diferentes formas de se mensurar os indicativos de singularidade de determinada área, destaca-se a Avaliação Ecológica Rápida (AER) (Sayre et al., 2000). A AER é uma metodologia muito utilizada para diagnóstico de dados ecológicos na elaboração de Planos de Manejo, bem como no planejamento conservacionista de um território (Sobrevilla & Bath; Abate, 1992; Sayre et al. 2000; Stapanian et al. 2004; Sutula et al. 2006; Allen; Herlihy et al; Stein et al. 2009).

A partir da AER, foi desenvolvido um Índice de Integridade Biótica (IIB) (Medeiros & Torezan, 2013). A mensuração e acurácia do IIB retrata o quão íntegro um dado ecossistema está no momento da análise (Gregorini, 2015; Graciano-Silva, 2016; Castello et al., 2017).

O alicerce para a eficiência na aplicação do IIB está na escolha correta dos indicadores de integridade biótica, as variáveis a serem mensuradas. Estes indicadores devem representar e fornecer, com confiança, informações sobre a condição do ecossistema e de sua integridade

biótica (Medeiros & Torezan, 2013). É necessário que sejam selecionados indicativos de singularidade representativos para sua composição, a fim de serem traduzidos quantitativamente e possibilitar comparações (Van Bellen, 2004). Uma das mais relevantes avaliações é com base na vegetação (Siche et al., 2007; Castello & Cardoso-Leite, 2017). Os componentes da comunidade vegetal apresentam respostas às variações ambientais por se tratarem de organismos pouco tolerantes às alterações causadas pela degradação (Townsend et al., 2010; Boscolo et al., 2017). Sendo assim, alguns autores (Siche et al., 2007; Castello & Cardoso-Leite, 2017) utilizaram elementos da vegetação para propor e avaliar indicadores de estado de conservação em áreas protegidas.

Os indicadores fornecem subsídios que possibilitam uma melhoria na eficiência de gestão de áreas protegidas, pois, dentro do resultado encontrado, podemos categorizar a integridade biótica de determinada área e entender se há necessidade de manejo voltado à recuperação ou à manutenção de sua intangibilidade. Além do diagnóstico da área protegida, o IIB é uma ferramenta promissora para avaliar se os objetivos de conservação foram alcançados ou não, possibilitando então o seu monitoramento (Le Saout et al., 2013; Castello & Cardoso-Leite, 2017).

Entretanto, a mensuração do IIB é pontual. E para que possam se tornar uma ferramenta de manejo e gestão de determinada área, é necessária sua espacialização dentro do território avaliado. Desta forma, o emprego de ferramentas de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas podem ser aliadas com as análises ecológicas a campo, visando promover a espacialização das características qualitativas mensuradas (Simões et al., 2017).

### *Comportamento espectral da vegetação*

O Sensoriamento Remoto (SR) é uma das ciências que permite mapear a distribuição geográfica da cobertura vegetal, com base em suas características fisionômicas, ecológicas e florísticas. O emprego de técnicas de SR, aliados à dados ecológicos, ajudam a definir áreas prioritárias para conservação, alcançando a representação espacial da biodiversidade com mínimo de custo (Anacleto et al., 2005).

O mapeamento da cobertura e uso do solo é um dos usos mais tradicionais de ferramentas de SR, possibilitando o planejamento de medidas que garantam a preservação e manutenção do ambiente. A partir destes dados é possível identificar o uso do espaço que vem

sendo utilizado de forma inadequada e não planejada, principalmente dentro de uma área protegida (Ponzoni, 2001; Valente, 2005; Hasmadi L et al., 2009; Simões et al, 2017). De acordo com Ferreira et al. (2005), o estudo do cobertura e uso consiste em caracterizar a vegetação que reveste o solo em classes ou zonas.

Desta forma, a determinação destas classes na análise da cobertura e uso do solo, permite o planejamento de forma ordenada e racional, possibilitando a avaliação e o monitoramento de áreas de vegetação natural (Silva & Vieira, 2007). A definição do planejamento espacial de uma área protegida é de fundamental importância, pois afetará a tomada de decisão durante a gestão de seu território, auxiliando e fortalecendo no cumprimento de sua função, ou seja, da manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade. (Valente & Vettorazzi, 2008).

Dentre as técnicas de SR que possibilitam o diagnóstico da biomassa da cobertura do solo podemos citar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (Rouse et al., 1973; Ponzoni, 2001; Ferreira & Magalhães, 2015; Simões et al., 2017). Segundo Valente (2005) o NDVI é um dos índices de vegetação mais empregados em SR para a avaliação da cobertura vegetal, tendo sido descrito por Rouse et al. (1973) para o cálculo espectral das biomassas de cobertura vegetal na paisagem. O NDVI vem sendo comumente utilizado na avaliação da biomassa em áreas protegidas ou mesmo de produção agrícola (Pacheco et al., 2006; Velasco et al., 2007; Ramos et al., 2010; Petrini et al., 2011; Borato & Gomide, 2013; Zanzarine et al.; 2013; Duft, 2014; Bayma & Sano, 2015; Ferreira & Magalhães, 2015; Medeiros, 2017).

No que diz respeito a classificação geral da cobertura e uso do solo, pode-se dizer que ela está relacionada ao agrupamento dos pixels de uma imagem em um conjunto de classes, de modo que os pixels da mesma classe tenham propriedades semelhantes (Nie et al., 2001). A maioria das classificações de imagem se baseiam na detecção do padrão de resposta espectral de cada classe na cobertura do solo (Eastman, 2003).

Tradicionalmente os métodos de classificação são divididos em supervisionado e não-supervisionado (Valente, 2005; Hasmadi L et al., 2009; Borato & Gomide, 2013; Ferreira & Magalhães, 2015; Simões et al., 2017). Na classificação supervisionada necessita-se do conhecimento prévio da cobertura e uso do solo. Assim, primeiramente são realizados reconhecimentos de campo, para se ter a relação entre o comportamento espectral dos alvos e a



verdade terrestre. Desta forma é possível gerar as assinaturas espectrais amostrais, para a classificação da imagem da área de estudo (Kamaruzaman et al., 2009; Florenzano, 2011).

A classificação não supervisionada, por sua vez, é uma técnica automatizada, que busca grupos ou classes de pixels semelhantes, com base em sua reflectância em várias bandas. Este método pode ser usado sem ter conhecimento prévio da cobertura e uso do solo no local do estudo (Nie et al., 2001). Ao contrário do método supervisionado, a classificação não-supervisionada não necessita de treinamento do algoritmo (ENVI, 2009; 2018).

### *Instrumentação*

Por conseguinte, elucidando estratégias para a manutenção da biodiversidade em propriedades privadas, principalmente situadas em Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação de alto valor ecossistêmico (Ribeiro et al., 2009), e a necessidade de uma gestão eficiente destes espaços, este trabalho associa a mensuração a campo de indicadores de integridade biótica com sua espacialização por meio de técnicas de sensoriamento remoto. A partir desta espacialização, este trabalho propõe o zoneamento de uma AP privada, RPPN, objetivando a preservação e conservação dos ecossistemas ali abrigados.

Para isto, foi trabalhada a seguinte pergunta, com sua respectiva hipótese: Há correlação entre dados ecológicos mensurados a campo com diferentes técnicas de sensoriamento remoto? Considerando que as técnicas de sensoriamento remoto também são compostas de avaliações ecológicas mensuradas a campo (Anacleto et al., 2005; Simões et al., 2017), é esperado que a determinação do Índice de Integridade Biótica (Medeiros & Torezan, 2013) possua correlação positiva com diferentes técnicas de sensoriamento remoto; sendo elas: o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, a Máxima Verossimilhança e o K-Médias.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho objetivou estabelecer o zoneamento de uma RPPN por meio da análise de indicadores de integridade biótica e sua espacialização na área de estudo.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Adaptar o método de avaliação de IIB (Índice de Integridade Biótica) para ser utilizado em Floresta Ombrófila Densa Atlântica Montana e Submontana.
- b. Analisar a Integridade Biótica da vegetação na área de estudo.
- c. Elaborar mapa temático de biomassa, por meio da análise espectral de imagem de SR, da área de estudo.
- d. Analisar a correlação entre a integridade biótica (IBB) e a biomassa da vegetação.
- e. Elaborar mapas de classificação da vegetação.
- f. Elaborar a proposta de zoneamento da RPPN em estudo.

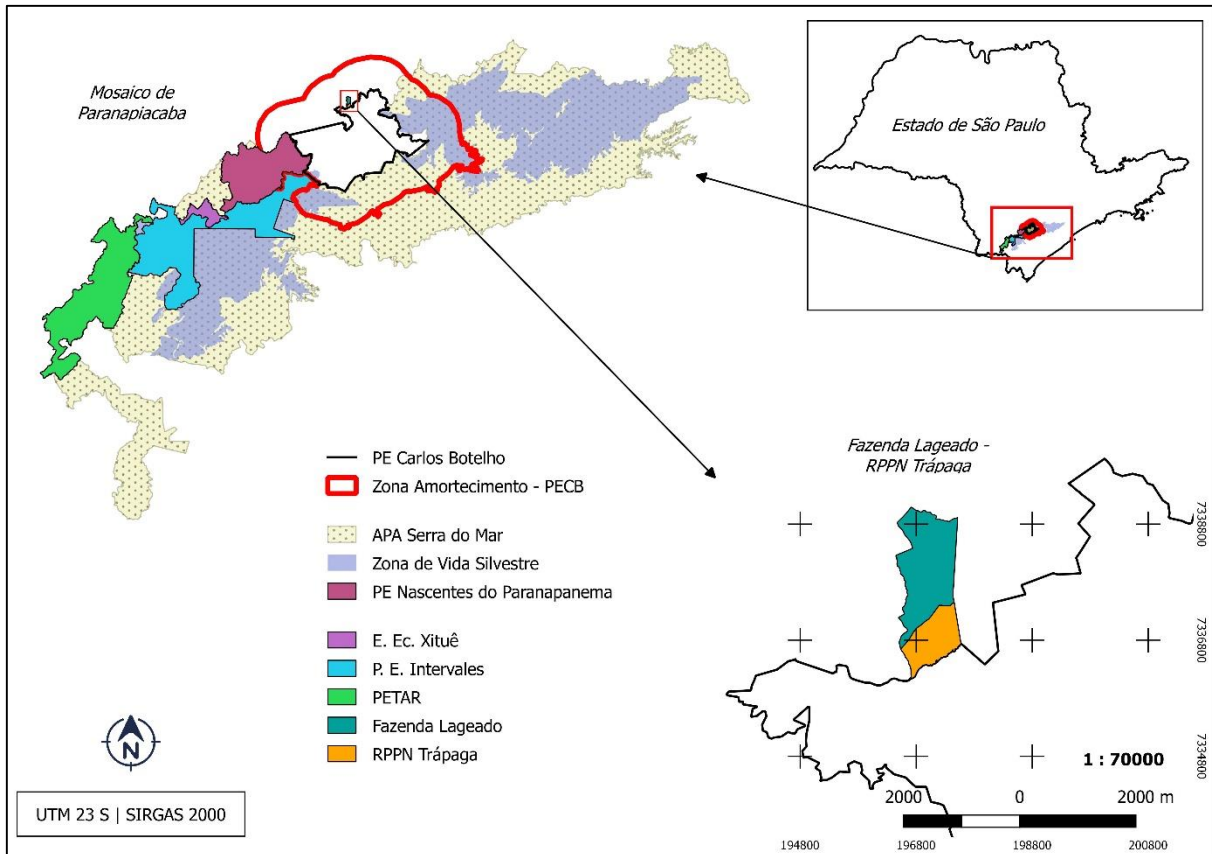
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo compreendeu a coleta dos dados a campo, análises de integridade biótica, e aplicação do sensoriamento remoto; para a emissão do produto final, sendo este a elaboração do zoneamento de uma UC.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Trápaga é uma Unidade de Conservação (UC) privativa de Uso Sustentável (Brasil, 2000) instituída pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e pelo seu órgão operacional, a Fundação Florestal, por meio da Resolução SMA nº 10 de 30 de janeiro de 2018 (São Paulo, 2018).

Situada dentro da Fazenda Lageado, no município de São Miguel Arcanjo, Estado de São Paulo, entre as coordenadas UTM 23 J 196707 7336140 e 23 J 197452 7337450, a RPPN Trápaga possui uma área de 70 hectares (Figura 1). Adicionalmente, a RPPN Trápaga é contígua ao Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), se inserindo dentro da Zona de Amortecimento desta importante Unidade de Conservação de Proteção Integral (São Paulo, 1982; 1986; 2006).



**Figura 1** – Localização da RPPN Trápaga: no Estado de São Paulo, no Mosaico do Paranapiacaba, na Zona de Amortecimento do PECB, na Fazenda Lageado.

A RPPN Trápaga juntamente com os Parques Estaduais Carlos Botelho, Nascentes do Paranapanema, Intervalos, Turístico Alto Ribeira, a Estação Ecológica Xituê e a Área de Proteção Ambiental Serra do Mar, além de outras RPPNs e áreas privadas, compõem então o Maciço Ecológico (Mosaico) do Paranapiacaba (São Paulo, 2012A). Trata-se de uma das maiores e mais preservadas áreas de Mata Atlântica do país, somando mais de 200.000 ha de florestas, que, pela diversidade de ambientes que apresenta, torna-se propícia para o aumento da conectividade entre fragmentos (Pisciotta, 2002; IF, 2008; IM, 2017).

Cobrando parte da área da Bacia do Alto Paranapanema, a RPPN Trápaga está inserida dentro do bioma Mata Atlântica. A vegetação da região é caracterizada por Floresta Ombrófila Densa Atlântica Montana e Submontana, possui relevo montanhoso e escarpado, com altitudes que variam de 650 a 810 m. A região apresenta períodos com predomínio de chuvas nos meses de verão (dezembro a março) e menores índices pluviométricos nos meses de inverno, não

apresentando períodos de seca. A pluviosidade varia de 1700 a 2400 mm, e as temperaturas médias de 17° a 22°C (IF, 2008; IBGE, 2012).

A RPPN Trápaga está situada dentro da Fazenda Lageado, propriedade rural com 230 hectares, constituída por uma grande extensão de terras cobertas por vegetação nativa, aproximadamente 40% de toda sua área. A RPPN abrange toda a área de Reserva Legal da Fazenda, correspondendo a 55 hectares, e ultrapassa em 15 hectares de Reserva Ambiental (Brasil, 2012) (Figura 2; Tabela 1). A Fazenda Lageado tem como principal atividade a extração de resina do *Pinus elliottii*, além da produção de caqui, ameixa e uva pilar moscato. Dessa forma, a silvicultura e a fruticultura compõem, junto da floresta nativa (pública e privada) o entorno da RPPN Trápaga (Scarascia, 2016).

**Tabela 1** – Cobertura e uso do solo no entorno da RPPN Trápaga.

<b>Uso e ocupação</b>	<b>Perímetro (metros)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Vegetação nativa	2.916 (PECB - 1.300)	<b>74,71</b> (PECB – 33,30%)
Fruticultura convencional de caqui rama-forte	425	<b>10,89</b>
<i>Pinus elliottii</i> - extração de resina	562	<b>14,4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3.903</b>	<b>100</b>

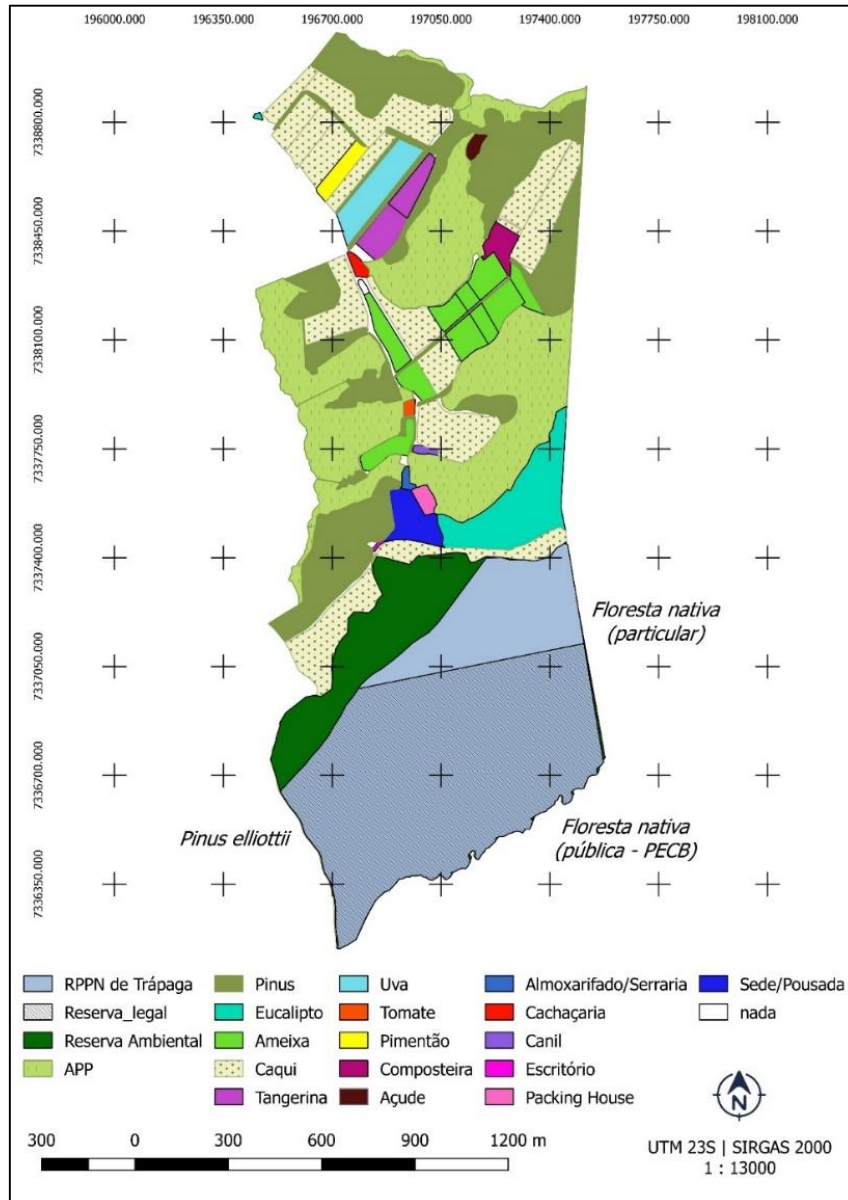
Fonte: Instituto Manacá (2015)

A cobertura vegetal da RPPN Trápaga possui histórico condizente com as outras regiões deste bioma no sudeste brasileiro (Dean, 2007). Dessa forma, a exploração de madeira e carvão, que ocorreram entre as décadas de 1940 e 1960, foram significativas na área deste estudo, e antigos fornos de carvão ainda são encontrados dentro de sua área e no seu entorno (IF, 2008; IM, 2015; Scarascia, 2016).

Adicionalmente, a região onde situa-se a RPPN Trápaga sempre sofreu algum tipo de intervenção antrópica, como a construção de açudes para pesca. Entretanto as últimas intervenções ocorreram há mais de 3 décadas, fornecendo espaço temporal para que os processos de sucessão ecológica dos ecossistemas das áreas afetadas tornem a floresta em estágio secundário médio (Reis et al., 2007).

Cabe salientar que na RPPN Trápaga já foram registradas mais de 30 espécies de mamíferos de médio e grande porte, com destaque para o mico-leão-preto (*Leontopithecus*

*chrysopygus*) (IM, 2016), espécie em “Perigo de Extinção”, decretada Símbolo para a Conservação e Patrimônio Natural do Estado de São Paulo (São Paulo, 2014A). Com isso, trata-se de uma área de alta relevância para a conservação de espécies endêmicas da Mata Atlântica.



**Figura 2** – Fazenda Lageado, município de São Miguel Arcanjo, Estado de São Paulo, com as classes de uso, ocupação e cobertura do solo.

Fonte: Instituto Manacá (2015)

#### 4.2 ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA

A determinação da integridade biótica RPPN Trápaga foi realizada por meio do método de análise do IIB (Medeiros & Torezan, 2013) que foi desenvolvido a partir da

metodologia de Avaliação Ecológica Rápida (Abate, 1992; Sayre et al., 2000; Stapanian et al., 2004). O IIB consiste na avaliação de um conjunto de 11 indicadores observáveis a campo.

O método foi adaptado para seu uso em ecossistemas da Mata Atlântica, mais especificamente da Floresta Ombrófila Densa, montana e sub-montana, presentes na região da RPPN Trápaga (IF, 2008; IBGE, 2012). A adaptação do método é algo aceito e utilizado em diversos trabalhos (Gregori, 2015; Graciano-Silva, 2016), desde que utilizem variáveis condizentes com a área de estudo e já analisadas em trabalhos anteriores (Medeiros & Torezan, 2013).

Para a aplicação deste método, algumas variáveis foram balizadas por meio do Plano de Manejo do PECB (IF, 2008), que descreve aspectos ecológicos dos ecossistemas presentes na região por meio de estudos de longo prazo, conforme descrito abaixo. Foi também utilizado o trabalho de Castello et al. (2017) que estudou indicadores de conservação para Floresta Ombrófila Densa, no Estado de São Paulo, em área próxima à estudada.

As variáveis ambientais utilizadas para mensurar a integridade biótica da área de estudo estão apresentadas na Tabela 2, e descritas a seguir. Estas variáveis foram coletadas entre setembro e dezembro de 2017, e analisadas conforme a pontuação descrita na Tabela 2.

#### **A. Cobertura de serapilheira**

Atuante como cobertura na superfície do solo, a serapilheira tem a importante função de garantir e manter a funcionalidade dos ecossistemas florestais, por meio da ciclagem de nutrientes (Turchetto & Fortes, 2014). Essa camada é formada por folhas, galhos, sementes e frutos, restos de vegetações, resíduos, dejetos de animais (Alonso et al., 2015).

#### **B. Árvores mortas em pé**

A fragmentação florestal pode reduzir significativamente a altura média dos fragmentos, uma vez que leva à morte das grandes árvores (Laurance et al., 2000). Esta mortalidade de árvores é um importante indicador da qualidade ambiental dos ecossistemas, e pode ajudar no reconhecimento de perturbações existentes (Franklin et al., 1987; Gasper et al., 2013).

### **C. Cobertura de gramíneas exóticas**

A presença e o impacto causado por espécies invasoras em áreas protegidas são notórios e os esforços de controle ainda são limitados (Pivello & Freitas, 2008). As gramíneas africanas representam, provavelmente, as espécies exóticas de maior capacidade invasora, como a *Brachiaria* spp. (Biz et al., 2012). Para este trabalho, foi considerado apenas a “*Brachiaria* spp.” como gramínea exótica.

### **D. Outras espécies exóticas lenhosas**

A invasão por espécies exóticas lenhosas é considerada a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo. *Pinnus elliottii*, espécie arbórea presente no entorno da RPPN Trápaga, é considerada uma espécie exótica com alto potencial de invasão (Mahmoud et al., 2003). Incluso juntamente do *P. elliottii*, este trabalho também levantou a presença das seguintes espécies limão (*Citrus* spp), caqui (*Diospyros kaki* L.), ameixa, açai (*Euterpe oleracea* Mart.), eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill) e araucária (*Araucaria angustifolia* Kuntze), devido ao histórico de uso e ocupação do solo no entorno (IF, 2008; IBGE, 2012).

### **E. Cipós e lianas**

As plantas trepadoras, lianas e cipós, são componentes importantes das comunidades florestais, sendo divididas em lenhosas e herbáceas que exercem diferentes funções na manutenção da qualidade florestal. A presença cipós lenhosos é associada com melhoria na qualidade florestal (Fonseca & Oliveira, 1998). Foi utilizado o trabalho de Castello et al (2017) para se definir as classes de diâmetro das lianas lenhosas.

### **F. Clareiras**

As clareiras são aberturas no dossel da floresta, sendo consequências de fatores de perturbação local (Udulutsch, 2004). As clareiras são responsáveis por significativas mudanças na ecologia da região onde são formadas (Armelin & Mantovani, 2001)

Clareiras naturais, geradas pela queda de árvores inteiras ou de partes da copa, são mecanismo de manutenção da diversidade de espécies em florestas tropicais porque possibilitam a presença de nichos distintos de colonização e a coexistência de espécies com

diferentes histórias de vida em um mesmo local. Sua importância está relacionada à manutenção de espécies arbóreas em florestas tropicais, uma vez que é através do regime de luz que chega aos diferentes estratos arbóreos que se dará a ocorrência de espécies com distintas tolerâncias à luminosidade ou necessidade de sombreamento, sendo as clareiras elementos importantes na ecologia destas áreas. No entanto, um excesso de clareiras representa uma grande frequência e ou intensidade de perturbações, o que pode dificultar que os processos de sucessão ecológica sigam seu curso natural (Gandolfi et al., 2009).

### **G. Epífitas**

Plantas epífitas são organismos que vivem sobre indivíduos arbóreos, sem contato com o substrato. Podem ser consideradas como ótimos indicadores do estado de conservação de ecossistemas florestais, uma vez que sua dependência da umidade atmosférica, da sombra e do substrato proporcionados por indivíduos arbóreos (Mania, 2013).

O estudo da comunidade epifítica presente em determinada área pode esclarecer sua estrutura e seu grau de preservação (Breier, 2005), na medida que elas ainda atuam como indicadores de estágio sucessional, já que sua presença e diversidade costumam ser maiores em comunidades primárias quando em comparação com as secundárias (Geraldino et al., 2010).

Para este estudo, foram consideradas as bromélias, orquídeas e espécies do gênero *Philodendron* spp. (Schott.) Esta última, também por ser fonte de alimento para primatas (Landis, 2014).

### **H. Fetos aborescentes “Xaxim”**

O xaxim (*Dicksonia* spp. L'Hér) é uma espécie listada como “Em Perigo” de extinção (*sensu* IUCN, 2017), devido a extração desenfreada de suas fibras oriundas do pseudo-caule da samambaia. O xaxim possui crescimento lento, e em áreas preferencialmente sombreadas, desta forma, a sua ocorrência em forma madura está associada a boa qualidade florestal (Mantovani, 2004; Castello et al., 2017).

### **I. *Euterpe edulis* “Juçara”**

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) é uma espécie arbórea listada como “ criticamente em Perigo” de extinção (*sensu* IUCN, 2017), devido a pressão que sofre pela



extração ilegal de seu palmito. Sua grande dispersão de sementes somada à presença de avifauna, e condições específicas de ambiente para seu desenvolvimento (umidade, sombra e calor), tornam a juçara espécie chave na manutenção da biodiversidade da Mata Atlântica (IF, 2008). Castello et. al. (2017) registrou esta espécie como indicadora de florestas bem conservadas em áreas de Mata Atlântica, no Vale do Ribeira.

#### **J. Espécies tardias do dossel**

Para a seleção de espécies tardias do dossel, foram consideradas espécies de grande importância ecológica para a manutenção dos ecossistemas da região de estudos, selecionadas a partir do Plano de Manejo do PECB. Adicionalmente, estas espécies também fornecem alimentos à mastofauna de maior porte, como o muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*). Concomitante, foram utilizadas as espécies descritas em estudo desenvolvido por Castello et al (2017) em local de tipologia florestal semelhante e proximidade regional (IF, 2008; Landis, 2014; Castello et al., 2017).

Desta forma, foram selecionadas as espécies das seguintes famílias:

- Lauraceae (Juss): canela preta (*Ocotea mosenii* Mez), canela nhutinga (*Cryptocarya aschersoniana* Mez)
- Lecythidaceae (A. Rich): jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)
- Rubiaceae (Juss): fumão (*Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum)

#### **K. Espécies tardias no sub-bosque**

As espécies presentes no sub-bosque constituem parte integrante da comunidade vegetal e com funções ecológicas específicas (Kozera et al., 2008), sendo que espécies tardias de sub-bosque vivem e completam seu ciclo e vida em ambiente sombreado, por isso podem ser consideradas indicadoras de floresta bem conservada.

Foram selecionadas espécies tardias do sub-bosque a partir do Plano de Manejo do PECB (IF, 2008), sendo representadas pelas seguintes famílias ou espécies : Rubiaceae (Juss); Myrtaceae (Juss); Meliaceae (Juss) *Trichilia spp.* (Juss) e *Euterpe edulis* (Martius). Como indicador de menor integridade biótica, foi mensurada a presença de Piperaceae (Castello et al., 2017).

**Tabela 2** – Indicadores utilizados para a análise do Índice de Integridade Biótica, seus atributos e pontuação para cada variável.

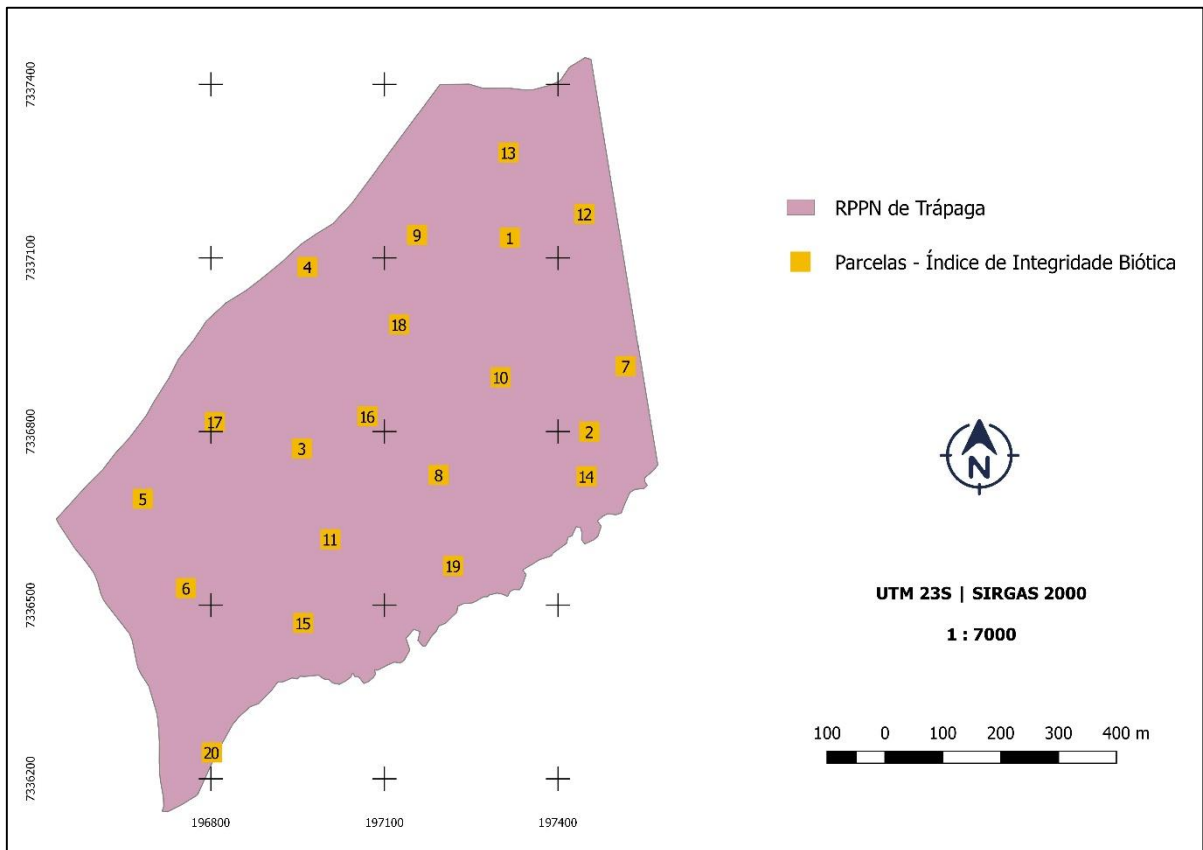
Variável	Escala de integridade 1 (muito baixa) a 5 (muito alta)				
	1	2	3	4	5
<b>A-Cobertura de serapilheira</b>	<i>Solo exposto</i>	1 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
<b>B-Árvores mortas em pé<sup>1</sup></b>	> 3	3	2	1	Ausente
<b>C-Cobertura de gramíneas exóticas</b>	≥ 50%	25 – 50%	11 – 25%	1 – 10%	Ausente
<b>D-Espécies exóticas lenhosas<sup>2</sup></b>	> 3	3	2	1	Ausente
<b>E-Cipós e lianas<sup>1</sup></b>	≥ 3 emaranhados finos	2 emaranhados finos	Ausente ou 1 emaranhados finos	Grossas (diâmetro ≥ 4 cm) e finas (emaranhados)	Grossas lenhosas apenas (diâm. ≥ 4 cm)
<b>F-Clareiras</b>	≥ 50%	25 – 50%	11 – 24%	1 – 10%	Ausente
<b>G-Epífitas<sup>1</sup></b>	Ausente	1 – 5	6 – 10	11 – 15	> 15
<b>H-Fetos arborescentes<sup>1</sup></b>	Ausente	1	2	3	≥ 4
<b>I-Euterpe edulis<sup>1</sup></b>	Ausente	1 – 3	4 – 6	7 – 9	≥ 10
<b>J-Espécies tardias no dossel<sup>2,3</sup></b>	Ausente	1	2	3	4
<b>K-Espécies tardias no sub-bosque<sup>4</sup></b>	Ausente + Presença de Piperaceae	1 – 2 + Presença de Piperaceae	3 – 5 + Presença de Piperaceae	6 – 9 + Ausência de Piperaceae	≥ 10 + Ausência de Piperaceae

1- número de indivíduos; 2 - número de espécies; 3 - *Ocotea mosenii* (Mez), *Cryptocarya aschersoniana* (Mez), *Cariniana estrellensis* (Kuntze), *Bathysa australis* (K.Schum); 4- Número de indivíduos das seguintes famílias ou espécies: Rubiaceae (Juss), Myrtaceae (Juss), Meliaceae (Juss), *Trichilia* spp. (Juss).

Fonte: Modificado e adaptado de Medeiros & Torezan (2013).

#### 4.2.1 RPPN Trápaga

Para a coleta de dados, foram amostradas 20 parcelas, de 10 por 10 metros, ao longo dos 70 hectares da RPPN Trápaga. As parcelas foram distribuídas de forma aleatória, porém buscando contemplar toda a área de estudo (Figura 3).

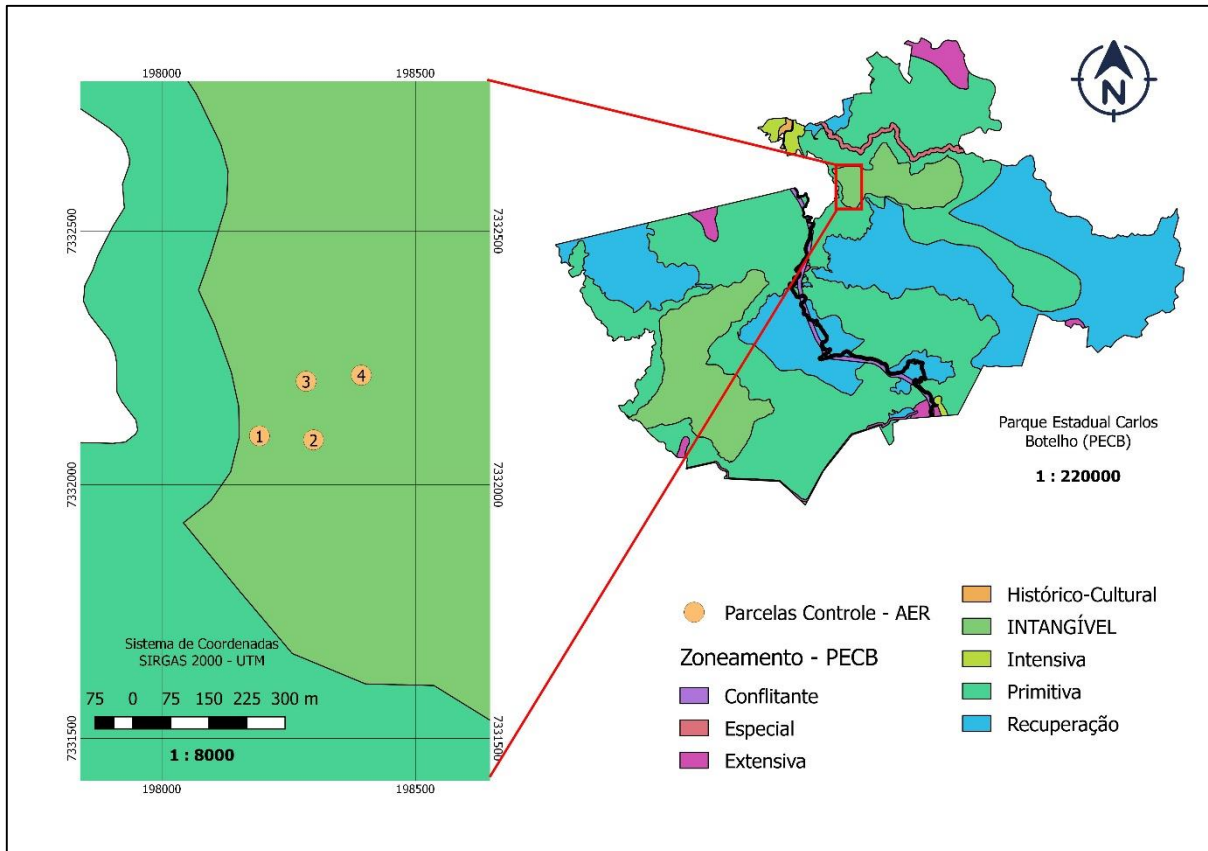


**Figura 3** – Distribuição das parcelas utilizadas para determinar o Índice de Integridade Biótica na RPPN Trápaga.

Os dados foram coletados em planilha de campo previamente elaborada. A identificação das espécies das variáveis de número 10 (Espécies Tardias do Dossel) e 11 (Espécies Tardias do sub-bosque) ocorreu por meio de especialista contratado.

#### 4.2.1 Área Controle – Parque Estadual Carlos Botelho

Foram distribuídas quatro parcelas na zona intangível (zona mais conservada) do PECB, sendo esta a área controle para as análises do IIB na RPPN Trápaga (Figura 4).



**Figura 4** – Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo, Estado de São Paulo, constando o seu zoneamento e a distribuição das parcelas controle na zona intangível, área mais preservada desta UC (IF, 2008).

#### 4.3 MAPEAMENTO DE COBERTURA E USO DO SOLO

Para o mapeamento da cobertura e uso do solo foi empregada imagem orbital obtida pelo sensor MS do satélite IKONOS, em 30 de junho de 2014. A resolução espacial da imagem é de 5 metros, sendo empregadas as bandas espectrais descritas na Tabela 3.

**Tabela 3** – Bandas espectrais utilizadas no mapeamento de cobertura e uso do solo na área de estudo

SENSOR	BANDAS ESPECTRAIS	RESOLUÇÃO ESPECTRAL
MS	AZUL	0,45 – 0,52 $\mu\text{m}$
	VERDE	0,52 – 0,60 $\mu\text{m}$
	VERMELHO	0,63 – 0,69 $\mu\text{m}$
	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0,76 – 0,90 $\mu\text{m}$

Fonte: Engesat (2018)

Houve a correção atmosférica da imagem, tendo por base o *Princípio da Refletância Zero*, conforme descrito por Quintanilla (1990) e ENVI (2009; 2018). Este princípio reclassifica os valores digitais de cada banda, para que possam apresentar os valores digitais iguais a zero. Para isso, foi necessário avaliar os histogramas de cada banda e identificar os pixels que deveriam apresentar valores de reflectância nula.

#### 4.3.1 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

Para este índice, quanto maior a densidade vegetal menor é a refletância em função da absorção da radiação pelos pigmentos fotossintetizantes, e quanto menor a densidade vegetal, maior a refletância devido à baixa absorção da radiação (Bowker et al., 1985; Rosendo, 2005; Duft, 2014). Desta forma, obteve-se a resposta do comportamento da refletância da vegetação, ou seja, sua biomassa. O resultado é um exposto em valor numérico infinito, que varia do -1 (pouca biomassa) a 1 (muita biomassa)

A aplicação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi realizada, como proposto por Rouse et al. (1973), conforme descrito na fórmula (1).

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \quad (1)$$

Fonte: Rouse et al (1973).

Sendo:  $\rho_3$  e  $\rho_4$  os valores de refletância das bandas equivalentes aos comprimentos de onda, respectivamente, do vermelho e infravermelho próximo da imagem IKONOS.

#### 4.3.2 Métodos de Classificação

O mapeamento de classificação da RPPN Trápaga foi realizado por dois métodos distintos, por meio do software ENVI (ENVI, 2009; 2018): a classificação supervisionada e a classificação não-supervisionada, conforme descritos a seguir.

#### 4.3.2.1 Classificação Supervisionada

NA imagem da RPPN Trápaga foi realizada a classificação supervisionada por meio do algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER) (Swain, 1978; McIver et al., 2017).

Primeiramente foram definidas as classes de mapeamento, as quais representavam as diferentes classes de IIB que, por sua vez, foram resultantes da mensuração das variáveis ecológicas a campo. Em seguida definiu-se o número de pixels (NPs) amostrados por classe, como indicado por Valente (2001; 2005), usando a fórmula (2).

$$NP = \frac{Tp \times (1,5 \text{ a } 3,0\%)}{Tc} \quad (2)$$

Fonte: Valente (2001; 2005).

Sendo:  $Tp$  é o número total de pixels da imagem;  $Tc$  é o número total de classes amostradas por classificação; o valor fixo de porcentagem (1,5 a 3,0%) foi de 0,015.

Para registrar as amostras espectrais das classes de mapeamento, foram digitalizados polígonos (10 por 10 metros) representando, assim, cada parcela de IIB mensurada a campo. O número de polígonos digitalizados e a sua representação em diferentes classes de IIB dependeu do resultado obtido a partir da mensuração das variáveis ecológicas a campo.

Os polígonos que representaram as diferentes classes foram digitalizados em número semelhante, com a finalidade de que as amostras sejam igualitárias, para que não ocorra sobre-amostragem ou sub-amostragem de diferentes resultados (Prenzel, 2004).

Após a classificação da imagem, foi aplicado um filtro de mediana de 3 por 3 pixels, onde o pixel central da máscara é substituído pela mediana dos seus vizinhos. Trata-se de um dos melhores filtros de suavização que preservam as bordas em uma imagem (Crósta, 1993).

#### 4.3.2.2 Classificação Não-Supervisionada

Para determinar as classes de cobertura e uso do solo da RPPN Trápaga por meio da técnica de classificação não-supervisionada, foi utilizado o algoritmo K-Médias.

A imagem da RPPN Trápaga foi submetida ao processo de classificação do K-Médias, onde o número de classes determinado foi de seis. Os agrupamentos das classes foram realizados a partir da média dos valores de pixels mais próximos, reclassificando a imagem em três classes finais. (Ferro-Famil et al., 2001; Hayakawa et al, 2009; Silva et al., 2017). Após a classificação, foi aplicado o filtro de mediana 3 por 3 pixels, para que o pixel central da máscara seja substituído pela mediana de seus vizinhos, conforme método citado na classificação supervisionada.

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Conforme exposto, a análise dos dados respeitou a ordem de coleta dos mesmos a campo. Desta forma, os dados coletados a campo foram analisados inicialmente, e os dados remotos, por conseguinte.

##### 4.4.1 Índice de Integridade Biótica

Para a análise do IIB na RPPN Trápaga, cada variável coletada recebeu uma nota, dependente da integridade do território avaliado (Tabela 2). A pontuação variou entre **1** (nota mínima) e **5** (nota máxima). Uma vez somadas as pontuações de cada indicador, o resultado foi analisado em tabela específica para o método, fornecendo o IIB de cada parcela (Tabela 4).

**Tabela 4** – Relação entre a pontuação dos valores de IIB mensurados a campo e suas respectivas classes

IIB - Valores	IIB - Classes
50 – 55	5 <i>Excelente</i>
40 – 49	4 <i>Bom</i>
30 – 39	3 <i>Regular</i>
20 – 29	2 <i>Baixo</i>
11 – 19	1 <i>Muito baixo</i>

Fonte: Medeiros & Torezan (2013)

Desta forma, o resultado IIB é uma escala que varia entre o “**Excelente**” (pontuação de 50 a 55) e a “**Muito Baixa**” (pontuação de 11 a 19) (Medeiros & Torezan, 2013; Graciano-Silva, 2016).

#### **4.4.2 Correlação entre NDVI e IIB**

Para verificar a possível correlação entre o IIB com o NDVI, foram mensurados os valores de biomassa (entre -1 e 1) para cada parcela (ponto) amostrado, sendo relacionados com os valores de IIB (n = 20).

Os dados obtidos foram analisados por meio da aplicação do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, sendo o cálculo e o gráfico de dispersão realizados com o auxílio do software BioEstat 5.3.

#### **4.4.3 Verificação da exatidão do mapa de cobertura e uso do solo**

Os mapas gerados por meio dos métodos supervisionado e não-supervisionado tiveram sua exatidão e qualidade avaliadas, respectivamente, por meio da Matriz de Confusão (Hayakawa et al., 2009; Magalhães et al., 2017) e Índice Kappa (K) (Congalton & Green, 1998).

Foram considerados os valores de 85% para o percentual de exatidão esperado (Anderson, 1979; Paul, 1991; Jansen et al., 2008), dentro da precisão geral dos mapas de classificação elaborados.

O Índice Kappa fundamenta-se na medida de concordância entre a classificação obtida e a referência (dados de campo) adotada para a estimativa da exatidão (Ponzoni & Almeida, 1996). Para auxiliar na análise das classificações utilizou-se os valores de K com os limiares estabelecidos por Congalton & Green (1998) conforme a Tabela 5.



**Tabela 5** – Limiares do Índice Kappa utilizados na avaliação dos valores de K obtidos nos mapas de classificação da vegetação

<b>Índice Kappa</b>	<b>Concordância</b>
$\leq 0.4$	Baixo
0.4 - 0.8	Razoável
$> 0.8$	Excelente

Fonte: Congalton & Green (1998)

Para determinar a precisão geral e o valor de K da classificação supervisionada, foram utilizados os resultados do IIB obtidos por cada parcela amostrada a campo. Desta forma, os pontos das parcelas expressaram a realidade de campo, por meio da mensuração de sua integridade ecológica (Medeiros & Torezan, 2013; Castello et al., 2017). Cada classe obteve o resultado de sua realidade a campo (K), conferindo a fidedignidade da metodologia de classificação utilizada (ENVI, 2009).

Para determinar a precisão geral e o valor de K da classificação não-supervisionada, foi utilizado o próprio mapa de classificação supervisionada como realidade terrestre (Foody, 2001; 2002; ENVI, 2009).

#### 4.5 ZONEAMENTO DA RPPN TRÁPAGA

O procedimento realizado para se chegar ao zoneamento da RPPN Trápaga está detalhado na Figura 5.

A determinação das zonas utilizadas para estabelecer o zoneamento da RPPN Trápaga seguiu as orientações do Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural (IBAMA, 2005; ICMBio, 2015), pois conforme previsto na legislação vigente (Brasil 2000; 2002), cabem às instâncias operacionais Federal, Estadual e Municipal (Brasil, 2011), a determinação das zonas a serem utilizadas na elaboração do zoneamento de uma Unidade de Conservação.

Neste sentido, o zoneamento da RPPN Trápaga respeitou as normas previstas pela Fundação Florestal, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, tratando-se da

utilização dos roteiros metodológicos elaborados pelo Ministério do Meio Ambiente. Desta forma, para o estabelecimento do zoneamento da RPPN Trápaga foram utilizadas as zonas descritas na Tabela 6 (IBAMA, 2005; Mello et al., 2011).

**Tabela 6** – Zonas utilizadas para o planejamento e zoneamento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural. As caixas em rosa representam as zonas atualizadas pelo ICMBio (2015), as caixas em azul representam as zonas propostas pelo IBAMA (2005).

		<i>Nível intervenção</i>		
		<i>alta</i>	<i>média</i>	<i>Baixa</i>
<b>2005</b>	<b>Zona Silvestre</b>			<b>X</b>
	<del>Zona de Transição</del>		X	
	<b>Zona de Proteção</b>		X	
	<b>Zona de Recuperação</b>	X		
	<b>Zona de Visitação</b>	X		
	<del>Zona de administração</del>	X		
	<b>2015</b>			

Fonte: IBAMA, 2005; ICMBio, 2015

O Roteiro Metodológico do ICMBio (2015), diferente do IBAMA (2005), simplificou a distribuição de zonas dentro da RPPN, reduzindo de seis para quatro possibilidades de manejo. Dentre as diversas alterações realizadas, a mais significativa foi a de exclusão da Zona Silvestre, sendo a área de maior intangibilidade, e a associando com a Zona de Proteção. A Zona de Proteção e a Zona Silvestre, como observado em outras categorias de Unidade de Conservação, são distintas, com diferentes possibilidades de manejo sobre diferentes estado de integridade do ecossistema contemplado. Assim, o roteiro metodológico de IBAMA (2005) trata a Zona de Proteção com o manejo similar a zona primitiva (IBAMA, 2002), e o roteiro metodológico de ICMBio (2015) trata esta mesma zona com o manejo similar a zona intangível (IBAMA, 2002).

Desta forma, compreendendo a necessidade de diferenciar a Zona Silvestre (intangível) da Zona de Proteção (primitiva), conforme exposto pelo roteiro metodológico de IBAMA (2005), foram selecionadas zonas apresentadas na Tabela 6.

Para a RPPN Trápaga, foram excluídas as zonas de transição e administração. A zona de transição consiste, basicamente, em uma faixa de proteção que possui potencial de absorver

os impactos provenientes da área externa, se estes puderem resultar em prejuízo aos recursos naturais da RPPN. Neste caso não foi necessária sua utilização pois não há impacto significativo proveniente do entorno (ver Tabela 1), como estradas de rodagem e/ou linhas de transição (ECO, 2014). A zona de administração foi excluída por não haver área disponível para a construção de prédios e demais setores administrativos dentro da área da RPPN. Os prédios administrativos funcionam na Fazenda Lageado, fora da RPPN.

A distribuição de cada zona obedeceu a função de cada ferramenta de gestão, onde locais com menor grau de degradação da vegetação e alto índice de integridade receberam zonas de maior restrição como a zona silvestre e zona de proteção. E áreas com maior grau de degradação da vegetação e baixo índice de integridade, receberam zonas voltadas ao manejo, como a zona de recuperação. Áreas com integridade biótica regular foram contempladas com a zona de proteção.

#### **4.5.1 Zona Silvestre**

A zona silvestre, de maior restrição, é aquela que contém áreas com pouca ou nenhuma alteração, possuindo maior grau de integridade, destinando-se essencialmente à preservação da biodiversidade. Nesta zona é possível realizar apenas a fiscalização e pesquisa científica. A zona silvestre funciona como reserva de recursos genéticos silvestres, e foi delimitada em áreas com maior integridade biótica (classe de IIB).

#### **4.5.2 Zona de Recuperação**

A zona de recuperação, de maior manejo voltada a restauração ecológica, se justifica quando há significativo grau de alteração. Sua utilização é temporária, pois, uma vez recuperada, deve ser reclassificada como permanente. A recuperação poderá ser espontânea ou induzida, feita a partir da indicação de pesquisas e estudos orientadores. Esta zona foi delimitada em áreas com classes de vegetação mais degradada e baixa integridade biótica.

#### **4.5.3 Zona de Proteção**

A zona de proteção, de manejo misto, é aquela que contém áreas naturais e, concomitante, tenham recebido grau mínimo de intervenção humana. Nesta zona são destinados

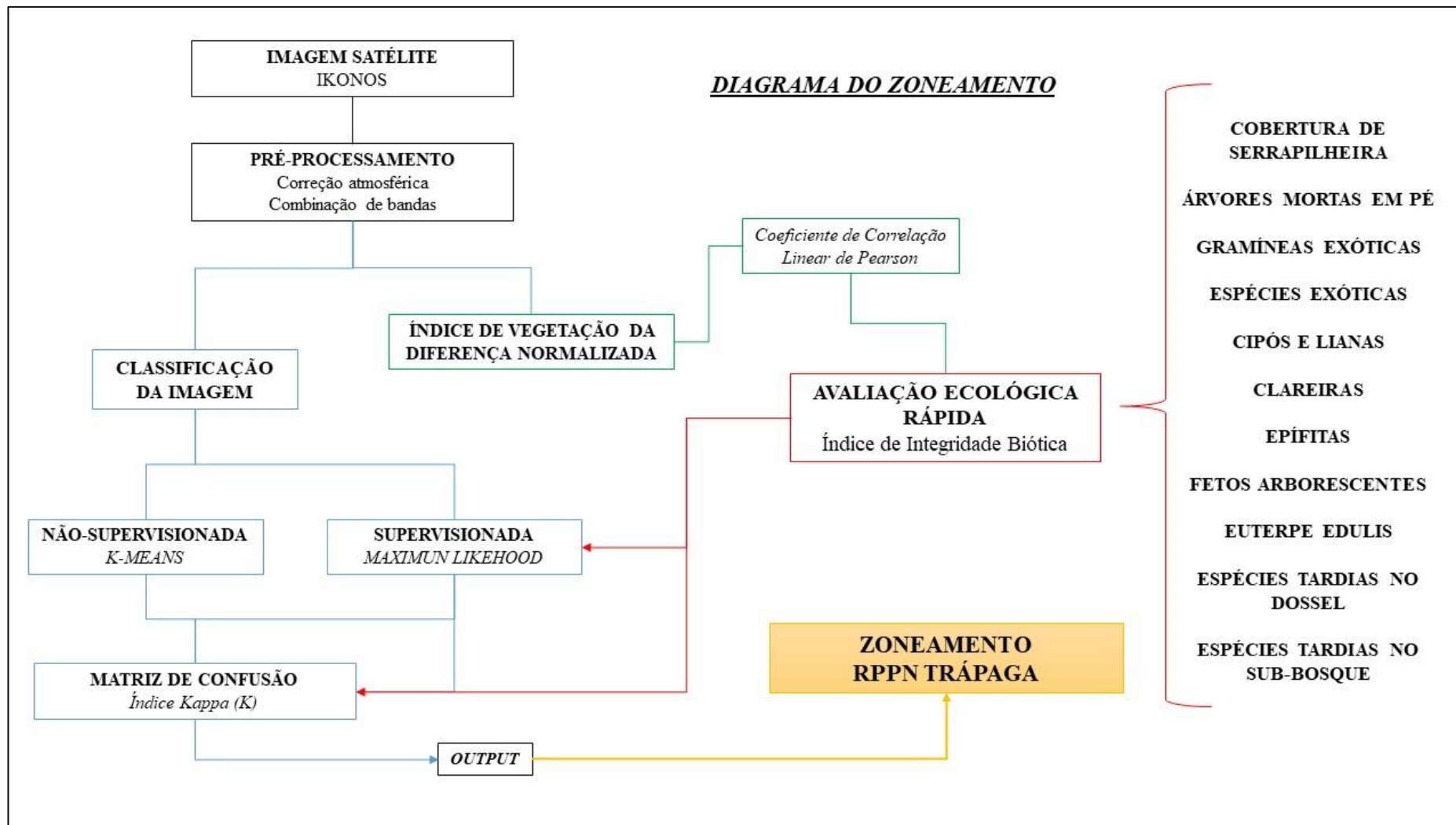
esforços para a recuperação associado com a intangibilidade, sendo ainda possível a execução de turismo de baixo impacto (IBAMA, 2005). A destinação desta zona considerou as áreas mistas para sua alocação, buscando regiões com integridade biótica regular.

#### **4.5.4 Zona de Visitação**

A zona de visitação, de maior permissividade, considerou o uso público atual e em prospecção (Scarascia, 2016), visando cobrir e distribuir as estruturas de forma a evitar impactos no meio ambiente da RPPN Trápaga, sem deixar de contemplar em sua maioria as áreas de melhor condição ambiental.

Esta zona não foi contemplada na proposta inicial do mapa de zoneamento da área de estudo. Entretanto, foi incluída após a distribuição das demais zonas de manejo.

Para a inclusão desta zona, foi realizado um *buffer* de 10 metros a partir das trilhas selecionadas.



**Figura 5** – Procedimento para estabelecer o zoneamento da RPPN Trápaga.

Fonte: Modificado de Hasmadi L et al. (2009)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a elaboração do mapa de classificação supervisionada, foi necessário que os dados de IIB obtidos a campo estivessem previamente analisados. A partir dos resultados das classes de integridade obtidas, os polígonos foram elaborados. Desta forma, foram expostos inicialmente os resultados do IIB e suas classes, seguindo a análise de correlação com o NDVI, para então elaborar o mapa de classificação supervisionada.

A elaboração do mapa de classificação não-supervisionada não dependeu dos resultados obtidos a campo, entretanto, sua Matriz de Confusão utilizou como verdade terrestre o mapa de classificação supervisionada para que haja correlação entre o IIB e a classificação não-supervisionada.

### 5.1 ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA

Os resultados do IIB foram divididos entre a área de estudo, RPPN Trápaga e o controle, zona intangível do Parque Estadual Carlos Botelho.

#### 5.1.1 RPPN Trápaga

Os resultados encontrados para cada parcela amostrada (Tabela 7) demonstrou uma predominância de IIB “**Regular**” (n = 11), seguido de “**Bom**” (n = 7) e “**Baixo**” (n = 2). Não foram obtidos IIB na classe de “**Excelente**” e “**Muito Baixo**” em nenhuma das parcelas amostradas. A Figura 6 apresenta imagens das áreas com IIB bom, regular e baixo.

Com relação às parcelas da RPPN Trápaga observou-se que os indicadores A (cobertura de serapilheira), C (ausência de gramíneas exóticas), D (ausência de espécies exóticas) e K (presença de espécies tardias de sub-bosque), foram os que mais contribuíram para o ganho de pontuação. A cobertura de serapilheira e a presença de espécies tardias no sub-bosque estiveram presentes em quase todas as parcelas. As gramíneas exóticas e espécies lenhosas exóticas foram pouco registradas ou estiveram ausentes nas parcelas, onde não foi encontrada nenhuma espécie exótica dentro das parcelas. E a da presença de espécies tardias no sub-bosque foram abundantes.

**Tabela 7** – Variáveis amostradas, suas pontuações por parcelas e o Índice de Integridade Biótica de cada parcela mensurada na RPPN Trápaga e área controle.

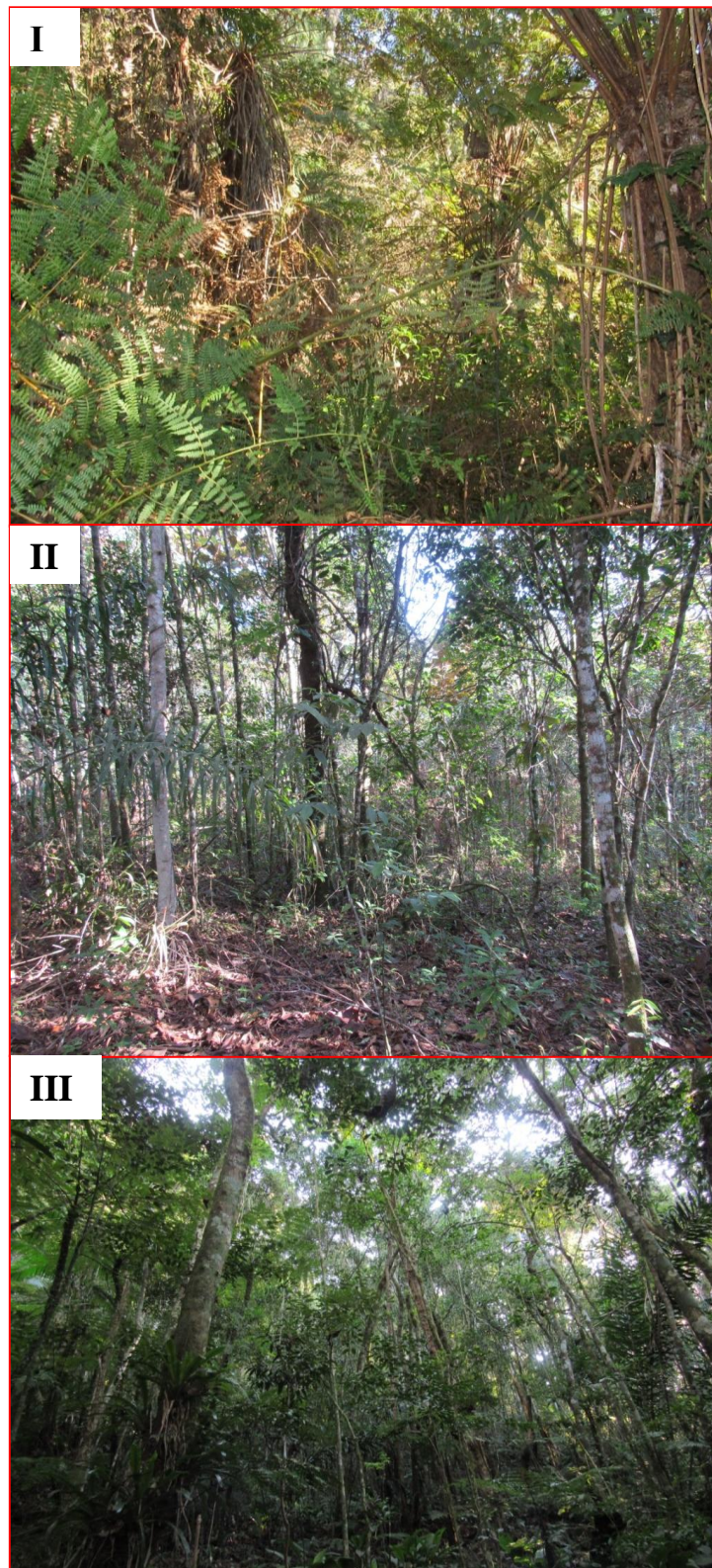
Parcelas	Variáveis											IIB - Valor	IIB - Classes
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
1	5	2	4	5	1	1	5	4	1	1	5	34	Regular
2	5	5	5	5	4	3	2	1	1	2	5	38	Regular
3	5	5	5	5	1	2	1	2	1	1	5	33	Regular
4	5	2	5	5	1	2	1	3	1	2	5	32	Regular
5	5	3	5	5	1	2	1	5	1	3	4	35	Regular
6	5	3	5	5	1	2	1	3	1	2	5	33	Regular
7	5	3	5	5	4	4	3	3	5	1	5	43	Bom
8	5	5	5	5	2	3	2	4	5	1	4	41	Bom
9	5	2	5	5	1	2	2	3	1	1	4	31	Regular
10	5	2	5	5	1	1	2	4	1	1	5	32	Regular
11	5	1	3	5	1	1	1	5	1	1	4	28	Baixo
12	4	3	4	5	1	1	1	3	1	1	5	29	Baixo
13	5	5	5	5	4	4	2	1	1	3	3	38	Regular
14	5	3	5	5	3	4	2	5	2	1	4	39	Regular
15	5	4	5	5	5	4	5	2	5	2	5	47	Bom
16	5	5	5	5	4	4	2	5	1	3	3	42	Bom
17	5	3	5	5	5	4	3	4	1	2	4	41	Bom
18	5	3	5	5	1	2	4	1	1	2	4	33	Regular
19	5	3	5	5	4	4	4	5	3	2	3	43	Bom
20	5	5	5	5	5	4	5	5	2	1	5	47	Bom
<i>PECB 1</i>	5	5	5	5	5	4	5	1	5	2	5	47	<i>Bom</i>
<i>PECB 2</i>	5	5	5	5	5	5	5	2	5	2	5	49	<i>Bom</i>
<i>PECB 3</i>	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	51	<i>Excelente</i>
<i>PECB 4</i>	5	4	5	5	5	5	5	4	5	2	5	50	<i>Excelente</i>

A – Cobertura de serapilheira; B – Árvores mortas em pé; C – Gramíneas exóticas; D – Espécies Exóticas lenhosas; E – Cipós e lianas; F – Clareiras; G – Epífitas; H – Fetos arborescentes; I – *Euterpe edulis*; J – Espécie tardia de dossel; K – Espécie tardia de sub-bosque.

Os indicadores que demonstraram valores médios foram B (presença árvores mortas) e H (presença de fetos arborescentes). O número expressivo de árvores mortas em pé pode estar associado com o efeito de borda ocasionado pelos cortes seletivos realizados na área há algumas décadas, ou de proximidade com áreas degradadas por motivos diversos.

Para grande parte dos indicadores, (E,F,G, I, J) as notas obtidas foram baixas, como: cipós e lianas, com uma grande incidência de emaranhados pequenos e baixa representatividade de cipós lenhosos; houve uma grande quantidade de clareiras; e uma baixa densidade (ou

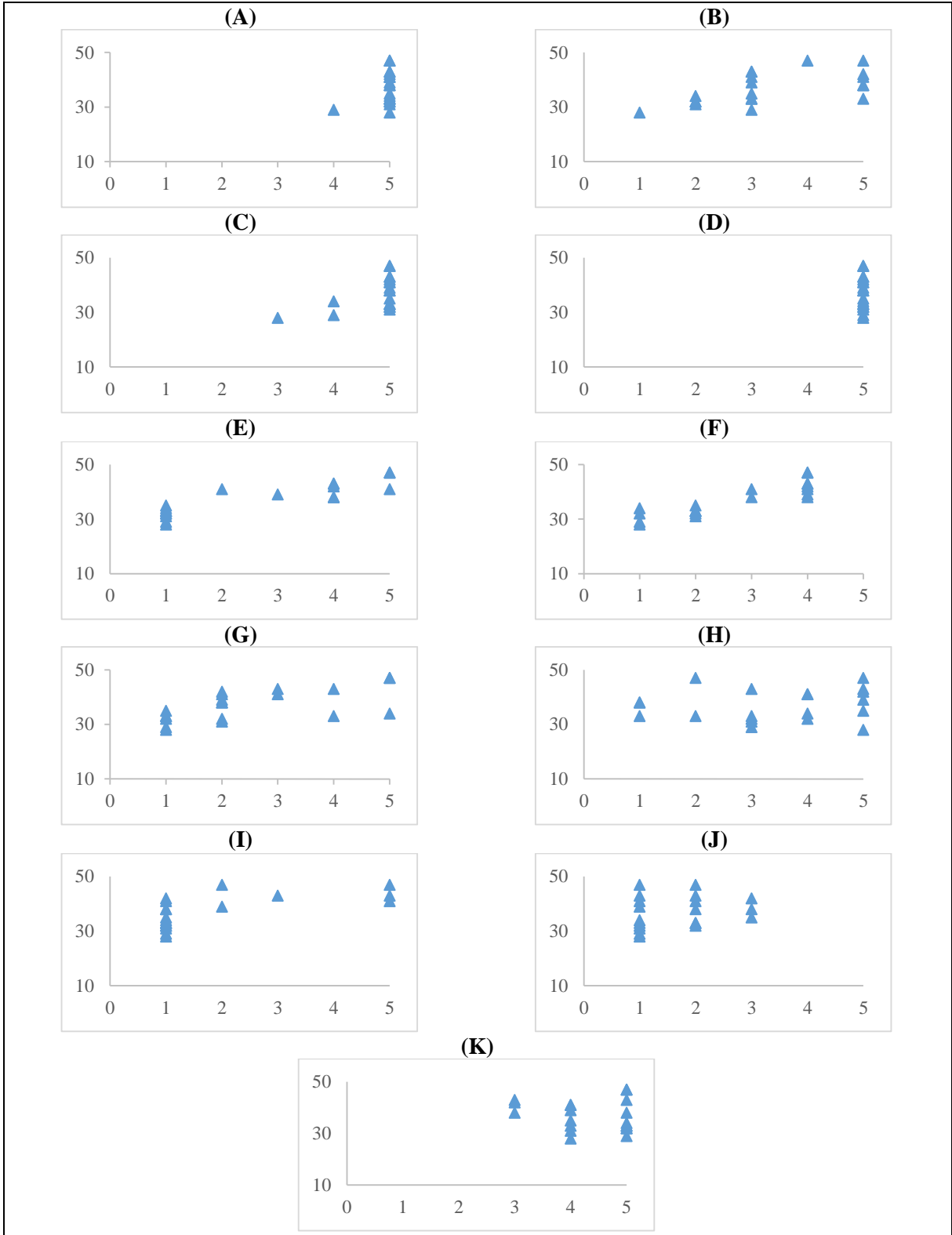
ausência) de epífitas, de indivíduos da palmeira jussara (*Euterpe edulis* Martius), e de espécies de árvores tardias de dossel (Tabela 7).



**Figura 6** – Fotos da RPPN Trápaga constando as diferentes classes de integridades biótica encontrada nas parcelas amostradas. **I** – IIB “Baixo”; **II** – IIB “Regular”; **III** – IIB “Bom”.



Na Figura 7 (gráficos de A à K), os valores de Y representam os dados mensurados a campo (IIB – VALOR), os valores de X representam o resultado da escala de integridade de cada parcela amostrada (IIB – CLASSES).



**Figura 7** – Atributos e valores de IIB relacionados a cada variável mensurada na RPPN Trápaga.

### **(A) COBERTURA DE SERAPILHEIRA**

Salvo em uma única parcela, em todas as demais foi observada cobertura de serapilheira em todo o perímetro (10 por 10 metros) das parcelas. Apesar desta variável ser comumente utilizada em análises de integridade biótica a campo (Turchetto & Fortes, 2014), este resultado demonstrou grande similaridade para Floresta Ombrófila Densa.

### **(B) ÁRVORES MORTAS EM PÉ**

As árvores mortas em pé obtiveram resultados variados, com a tendência para integridades regulares (3). Conforme citado por autores (Laurance et al., 2000), o efeito de borda de remanescentes florestais auxilia na mortandade de indivíduos arbóreos em pé.

### **(C) GRAMÍNEAS EXÓTICAS**

Conforme citado, na RPPN Trápaga já foram realizadas atividades antrópicas, como a exploração de madeira para a produção de carvão (IF, 2008; Scarascia, 2016). Usualmente, a produção de carvão era extraída por equídeos, dos quais, ao defecarem, espalham sementes de braquiária (Dean, 2007).

### **(D) ESPÉCIE EXÓTICA**

Na Figura 2 é possível observar o uso, ocupação e cobertura do solo no entorno da RPPN Trápaga. Dentre os demais usos, destaca-se o plantio de *Pinus elliottii* para a extração de resina. O *Pinus* é uma árvore exótica invasora (Mahmoud et al., 2003). Entretanto, não foram encontradas árvores exóticas em nenhuma parcela amostrada.

### **(E) CIPÓS E LIANAS**

A predominância de cipós finos e emaranhados na RPPN Trápaga indica uma possível perturbação (Fonseca & Oliveira, 1998). Esta perturbação pode estar vinculada ao histórico de uso da área, e aos cortes seletivos realizados há décadas (IF, 2008; IM, 2016).

### **(F) CLAREIRAS**

A ausência de continuidade (ou fechamento) do dossel é um fator que está associado com a queda de árvores, ou mesmo mortandade em pé, indicando perturbações locais (Udulutsch, 2004). A RPPN Trápaga obteve a classe de IIB regular para esta variável.

### **(G) EPÍFITAS**

Apesar de florestas mais úmidas apresentarem maiores condições para a presença de epífitas, como o caso de Floresta Ombrófila Densa (IF, 2008), a RPPN Trápaga apresentou

baixa ocorrência de epífitas. A pontuação adquirida pode estar associada com o efeito de borda, ou mesmo com a pouca conectividade de dossel (Armelin & Mantovani, 2001).

#### **(H) FETOS ARBORESCENTES**

Os “xaxins” desenvolvem-se apenas em áreas úmidas e sombreadas, além de possui um crescimento lento (Mantovani, 2004; Castello et al., 2017). Apesar de não apresentar um grande fechamento de dossel (grande número de clareiras), a RPPN Trápaga está localizada em região com índice pluviométrico alto (IF, 2008), o que pode corroborar com a sua presença em quase todas as parcelas amostradas.

#### **(I) *EUTERPE EDULIS***

A região do Vale do Ribeira e Alto Paranapanema sofrem pressões significativas pela extração ilegal do palmito da palmeira juçara (IF, 2008). Muito provavelmente, devido a falta de fiscalização anteriormente à criação da RPPN Trápaga, a área sofrer com esta extração ilegal, acarretando em baixa densidade desta árvore nas parcelas amostradas.

#### **(J) ESPÉCIES DE DOSSSEL**

Conforme exposto por Scarascia (2016) e Instituto Manacá (2017), a área sofreu cortes seletivos de árvores de dossel (“árvores de madeira de lei”) há mais de 3 décadas. Estes cortes, muito provavelmente, influenciaram em toda a análise das variáveis de integridade biótica, incluindo a ocorrências destas espécies adultas. Assim, houveram poucas parcelas com a ocorrência das espécies selecionadas.

#### **(K) ESPÉCIES TARDIAS NO SUB-BOSQUE**

Apesar da RPPN Trápaga demonstrar um número grande número de parcelas com integridade regular, seu sub-bosque apresentou o crescimento de espécies tardias, podendo ser indicativo de regeneração natural da área (Castello et al., 2017).

### **5.1.2 Área controle – Parque Estadual Carlos Botelho**

A mensuração do IIB para cada parcela controle demonstrou uma área muito próxima a maior classe de integridade biótica. As parcelas variaram entre “**Bom**” (n = 2) e “**Excelente**” (n = 2). Não foram obtidos valores de IIB dentro da classe de “**Regular**”, “**Baixo**” e “**Muito Baixo**” (Tabela 7 e Figura 8).

As parcelas da área controle apresentaram alta integridade biótica, enquanto as parcelas da RPPN Trápaga uma predominância de IIB regular. Considerando que a zona intangível do PECB se situa em área núcleo desta UC, estando contígua a grande extensão florestal, se caracteriza como uma das áreas mais bem preservadas (IF, 2008). E, considerando que a RPPN Trápaga está situada em mosaico de produção rural, sofrendo pressões e ameaças antrópicas a seus ecossistemas, porém contígua a remanescentes florestais, conforme descrito na Tabela 1, é possível propor que as variáveis escolhidas para a determinar o IIB foram condizentes com a tipologia florestal da região.

Importante salientar que a região da RPPN Trápaga sofreu modificações antrópicas, conforme já descrito neste trabalho, há mais de três décadas (Scarascia, 2016). E, dentro desta escala temporal, as áreas afetadas tiveram condições de se recuperar parcialmente (Reis et al., 2007).



**Figura 8** – Foto da área controle, zona intangível do Parque Estadual Carlos Botelho.

Comparando-se os resultados obtidos para as parcelas da RPPN com os resultados obtidos para a área de referência, o PECB (Tabela 7) pode-se observar que as maiores diferenças entre as duas áreas foram registradas para os indicadores E, I, F e G, ou seja, as parcelas do PECB apresentaram poucas clareiras, poucos cipós e lianas (emaranhados finos), porém muitas epífitas e muitos indivíduos de juçara (*Euterpe edulis*).

Já as parcelas da RPPN em geral apresentaram muitos cipós e lianas (emaranhados finos) e poucos indivíduos de juçara, além de terem apresentado presença de clareiras na maioria das parcelas e baixo número ou ausência de epífitas. Como estes indicadores são de fácil visualização e mensuração, além de terem apresentados resultados distintos do PECB, pode-se utilizá-los num futuro programa de monitoramento da qualidade da vegetação na RPPN. Este monitoramento é essencial para reclassificações de distribuição de zonas, como por exemplo a zona de recuperação, pois se caracteriza como de uso temporário.

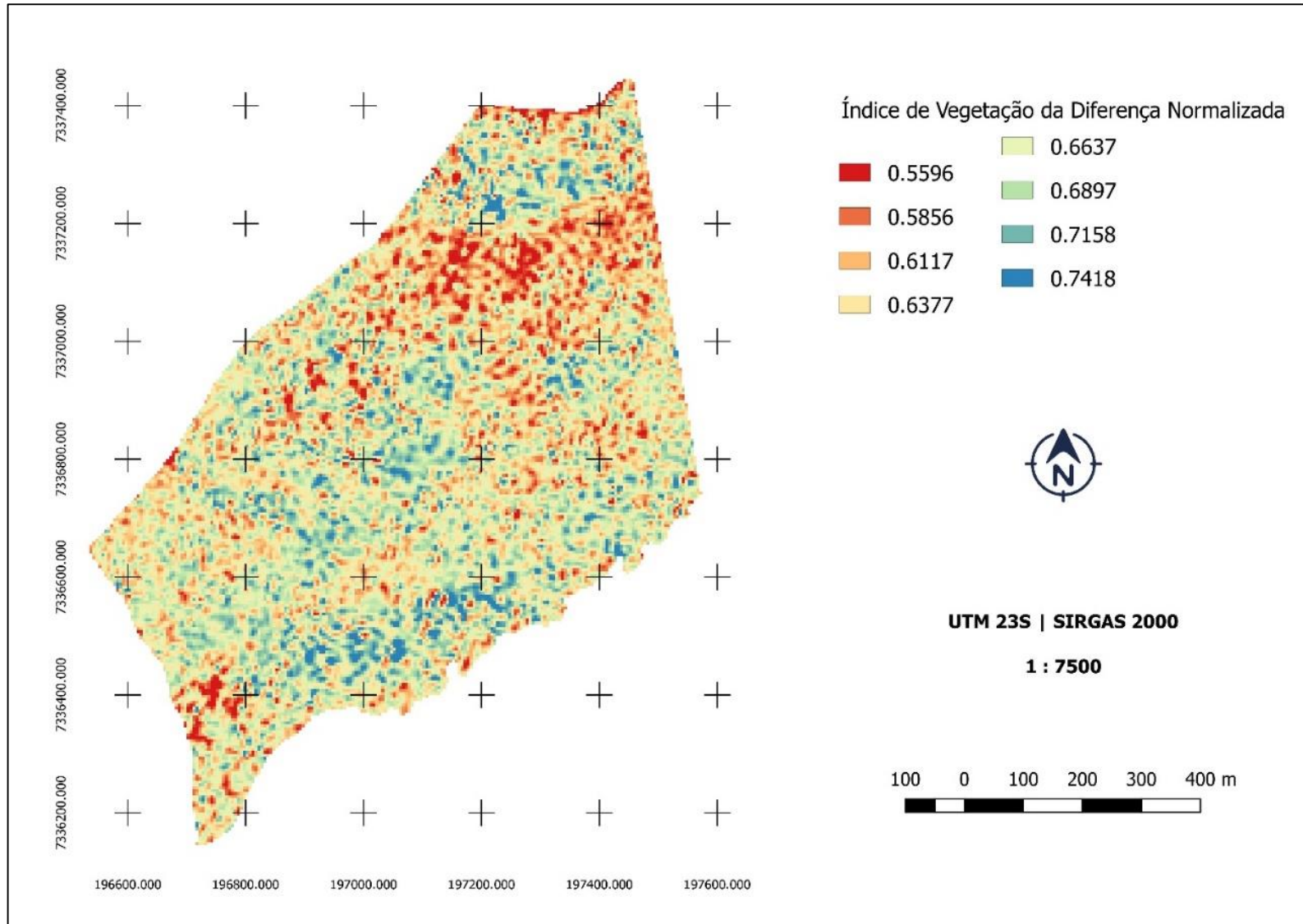
## 5.2 MAPEAMENTO DE COBERTURA E USO DO SOLO

A exibição dos resultados obtidos por meio de ferramentas de sensoriamento remoto respeito ordem necessária para promover os testes estatísticos, uma vez que o resultado do primeiro mapa determina a exatidão do segundo mapa. Assim, os resultados foram exibidos da seguinte forma: primeiro a exposição do cálculo do NDVI; após esta mensuração, foi testada a correção com o Índices de Integridade Biótica mensurados a campo; após o teste, foram selecionadas parcelas do IIB para treinamento do algoritmo MAXVER e gerar o mapa de classificação supervisionada.

O mapa de classificação não-supervisionada foi gerado de forma independente dos resultados descritos, entretanto, sua análise por meio da Matriz de Confusão foi dependente do mapa de classificação supervisionada.

### 5.2.1 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

Os valores de NDVI da RPPN Trápaga compreenderam entre 0.459 e 0.906. O emprego desta técnica exibiu valores próximo ao número máximo de biomassa (1), e distante do valor mínimo (-1) (Figura 9).



**Figura 9** – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada da RPPN Trápaga, ilustrando áreas de menor (vermelho) e maior (azul) biomassa.

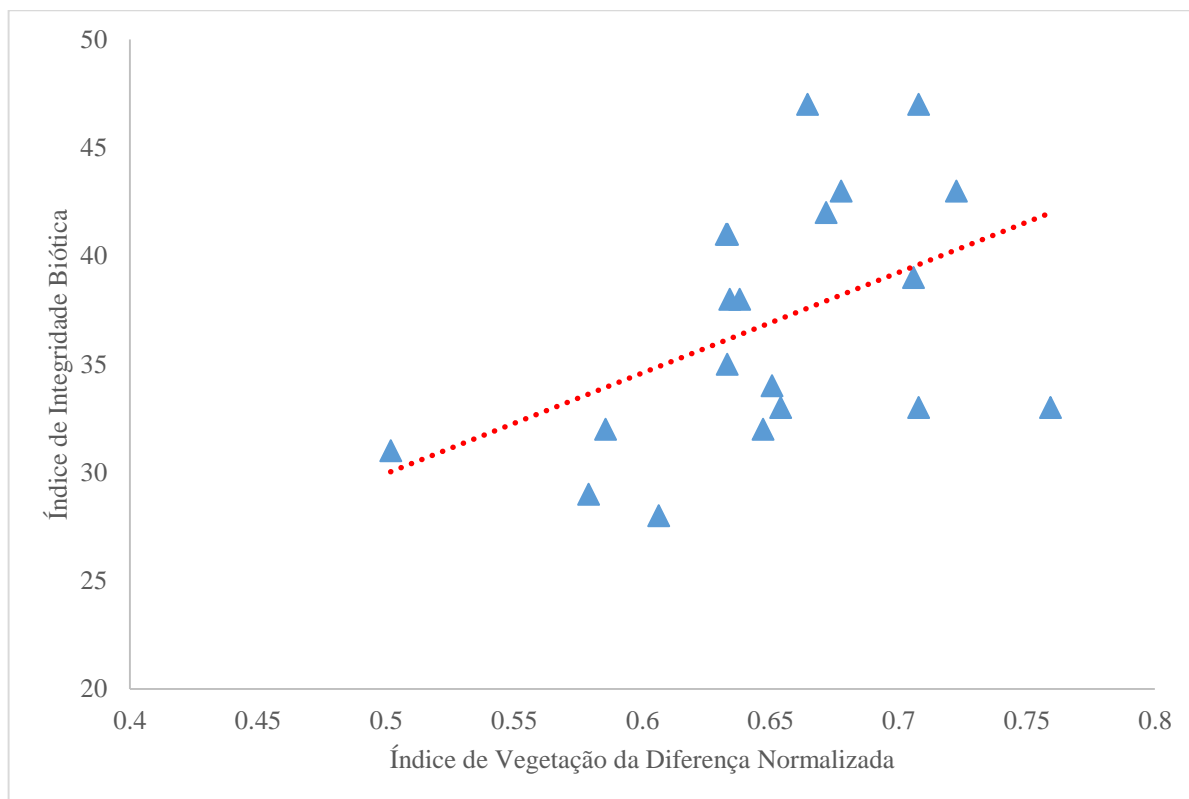
Os índices de biomassa para cada parcela utilizada na mensuração do IIB estão representados na Tabela 8.

**Tabela 8** – Resultado do Índice de Integridade Biótica e os valores do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para cada parcela amostrada na RPPN Trápaga.

PARCELA	IIB – VALOR	NDVI
1	34	0.650617
2	38	0.634008
3	33	0.653989
4	32	0.647019
5	35	0.633111
6	33	0.707806
7	43	0.677518
8	41	0.632728
9	31	0.501737
10	32	0.585596
11	28	0.606347
12	29	0.579005
13	38	0.637978
14	39	0.705796
15	47	0.707772
16	42	0.671687
17	41	0.633166
18	33	0.759279
19	43	0.72256
20	47	0.664474

A aplicação do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre o IIB e o NDVI demonstrou haver uma correlação **positiva moderada** ( $r = 0,466$ ) entre eles.

Para esta correlação, foi obtido um valor de  $p = 0,03$ , o qual está dentro do nível de significância dos 5%, corroborando que a relação encontrada entre o IIB e o NDVI não foi obtida ao acaso (Figura 10).



**Figura 10** – Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre o Índice de Integridade Biótica (x) e o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (y).

Apesar do teste estatístico entre o IIB e o NDVI demonstrar uma correlação moderada, esteve dentro do intervalo de confiança. Este resultado fortalece a acurácia do IIB. A partir desta correlação, podemos propor os dados ecológicos mensurados a campo corresponderam ao real estado de integridade da área, podendo ser utilizados como amostras verdadeiras para a elaboração do mapa temático de classificação supervisionada.



## 5.2.2 Classificação da Cobertura de Vegetação

### 5.2.2.1 Classificação Supervisionada

Para gerar o mapa de classificação supervisionada da cobertura vegetação da RPPN Trápaga foi tomado como base os resultados obtidos e descritos na Tabela 7, onde consta o resultado do Índice de Integridade Biótica para cada parcela amostrada.

Desta forma, foram utilizadas todas as **sete parcelas** com IIB “BOM”, e selecionadas **sete parcelas** com o IIB “REGULAR”. As duas únicas parcelas que obtiveram o IIB “BAIXO” foram descartadas da elaboração do mapa de classificação supervisionada, pois o número baixo de amostra desta classe não atende à premissa matemática do algoritmo MAXVER (ENVI, 2009).

Assim, foram utilizadas 14 parcelas, correspondendo a duas classes de integridade biótica (“BOM” e “REGULAR”) para treinar o algoritmo por meio da digitalização de seus polígonos, e gerar o mapa de classificação supervisionada da RPPN Trápaga (Tabela 9; Figura 11).

**Tabela 9** – Descrição das parcelas utilizadas na elaboração das amostras para o treinamento do algoritmo MAXVER.

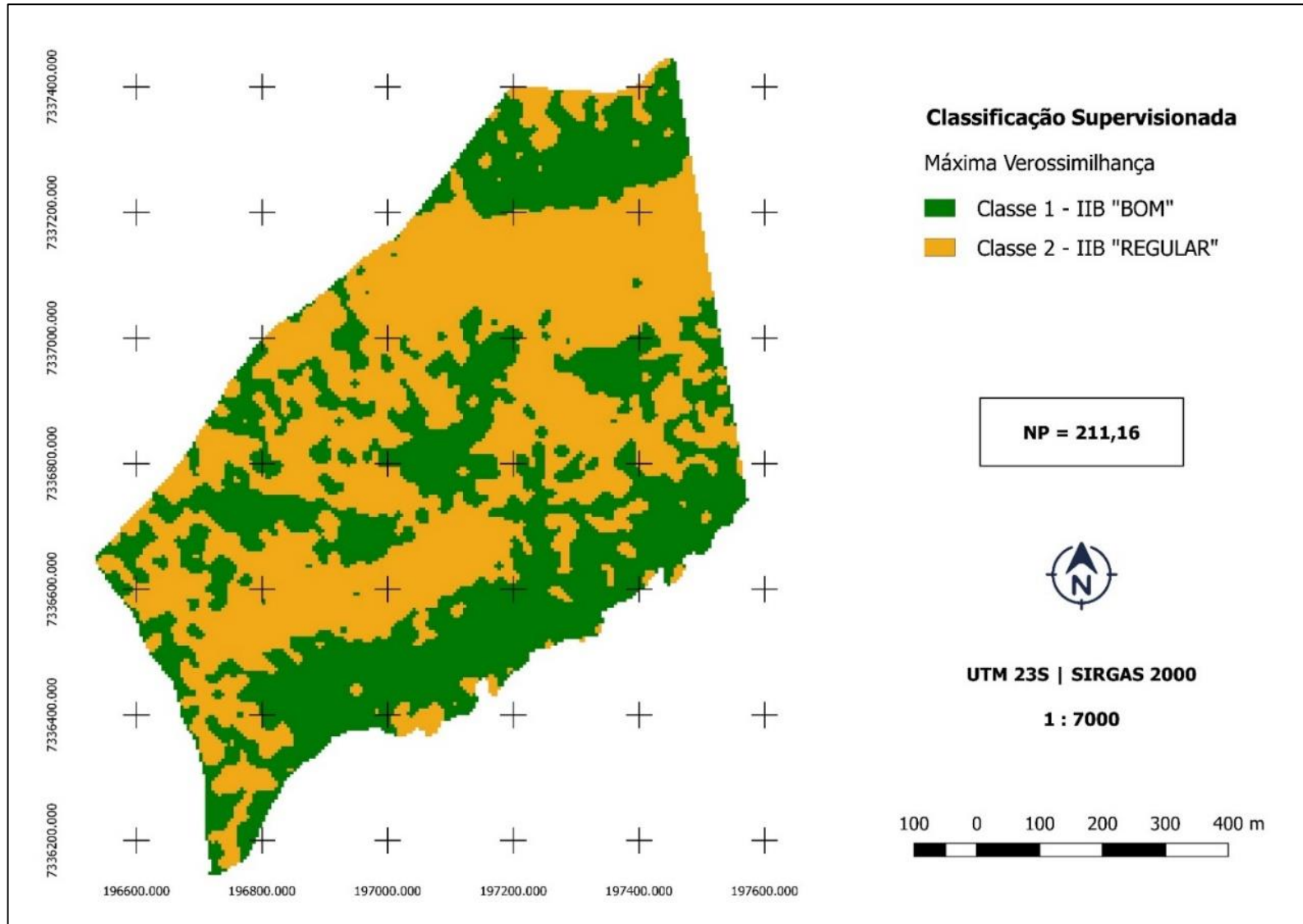
PARCELAS	VALORES - IIB	CLASSES DE IIB	CLASSE
7	43	“BOM”  (n = 7)	1
8	41		
15	47		
16	42		
17	41		
19	43		
20	47		
1	34	“REGULAR”  (n = 7)	2
2	38		
3	33		
4	32		
5	35		
6	33		
18	33		
<b>N = 14</b>			
	<b>NP</b>	<b>211,16</b>	
	<b>TP</b>	<b>28.458</b>	

N = número total de parcelas/amostras utilizadas para treinar o algoritmo; NP = número total de pixels amostrados; TP = número total de pixels da imagem da RPPN Trápaga

No resultado da Matriz de Confusão, as caixas em cinza, da Tabela 10, indicam os IIB e as suas respectivas classes onde houve coincidência entre o mapa temático e a verdade terrestre. A partir desta matriz obteve-se uma porcentagem de precisão geral (acerto global) de **93,43%**, e o valor de **0,86** para o Índice Kappa (K) global.

**Tabela 10** – Matriz de Confusão: classificação supervisionada da área de estudo

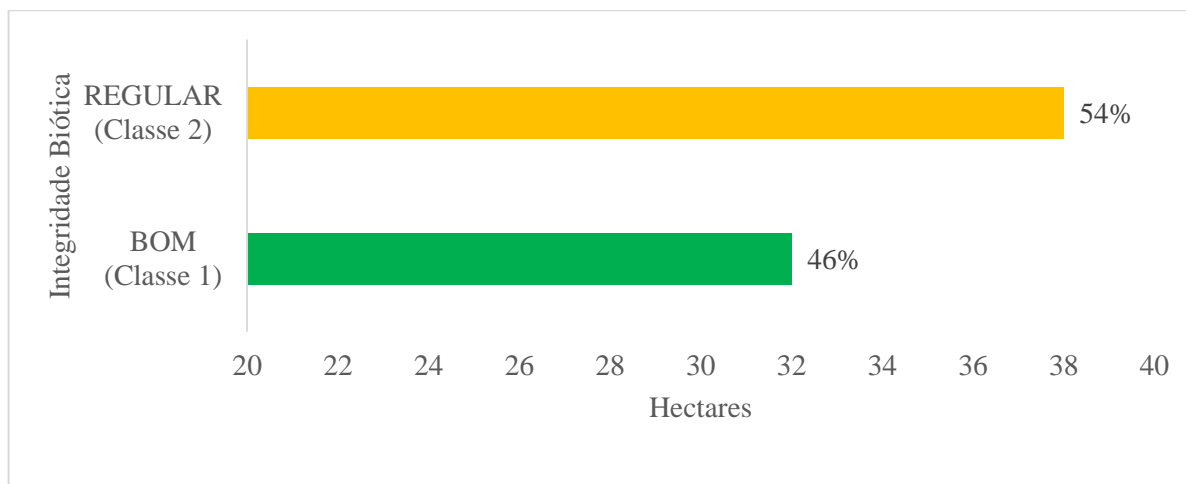
MAPA	VERDADE TERRESTRE		
	<i>IIB - BOM</i>	<i>IIB - REGULAR</i>	TOTAL
<i>CLASSE 1</i>	97,06	10,14	53,28
<i>CLASSE 2</i>	2,94	89,86	46,72
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	



**Figura 11** – Classificação supervisionada da RPPN Trápaga.

De acordo com os resultados descritos, o valor de K foi classificado como “EXCELENTE” (Tabela 5), e o mapa demonstrou acerto global acima do mínimo aceitável.

A Classe 1, correspondendo a regiões com maiores integridades bióticas, ocupou uma área equivalente a 32 hectares. A Classe 2, correspondendo a regiões com integridade bióticas regulares, ocupou 38 hectares de toda a RPPN Trápaga (Figura 12).



**Figura 12** – Percentual e área ocupada por cada integridade (classes) amostradas pela classificação supervisionada

O mapa de classificação supervisionada demonstrou duas classes, realizando a espacialização do IIB “Bom” e “Regular”. Apesar de existirem áreas com IIB “Baixo”, a distribuição das parcelas a campo não contemplou estas áreas. Isso se deve ao fato do algoritmo MAXVER necessitar de um número de amostras correspondente ao número de bandas + 1. Como foram utilizadas quatro bandas da imagem IKONOS da RPPN Trápaga, seriam necessárias ao menos cinco amostras de IIB “Baixo”. Porém, de acordo com as mensurações ecológicas a campo, foram obtidas apenas duas amostras. Não houve nenhuma amostra de IIB “Excelente” ou “Muito Baixo”.

Entretanto, as amostras de IIB “Bom” e “Regular” foram espacializadas de forma verdadeira, pois a correlação obtida foi alta (acerto global 93,4% e  $K = 0,86$ ), expressando a realidade terrestre.

### 5.2.2.2 Classificação Não-Supervisionada

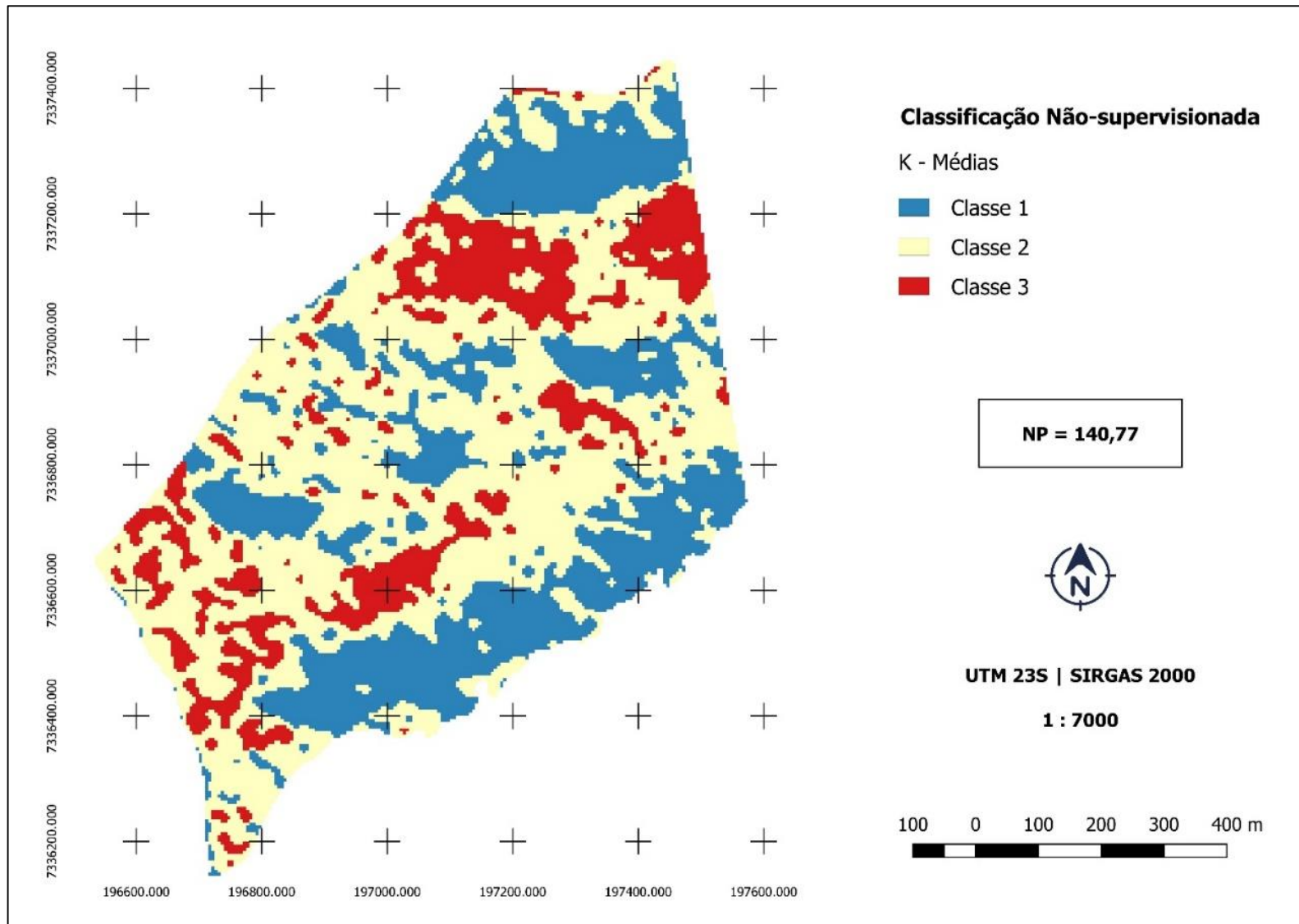
A classificação não-supervisionada da RPPN Trápaga apresentou três classes de vegetação (Figura 13). A Matriz de Confusão foi elaborada entre as classes 1 e 3, da classificação não-supervisionada, e as classes 1 e 2, da classificação supervisionada, respectivamente.

No resultado desta análise, as caixas em cinza da Tabela 11 indicam a porcentagem de coincidência entre as classes de vegetação do mapa de classificação não-supervisionada e a verdade terrestre (mapa de classificação supervisionada).

**Tabela 11** – Matriz de Confusão: classificação não-supervisionada da área de estudo

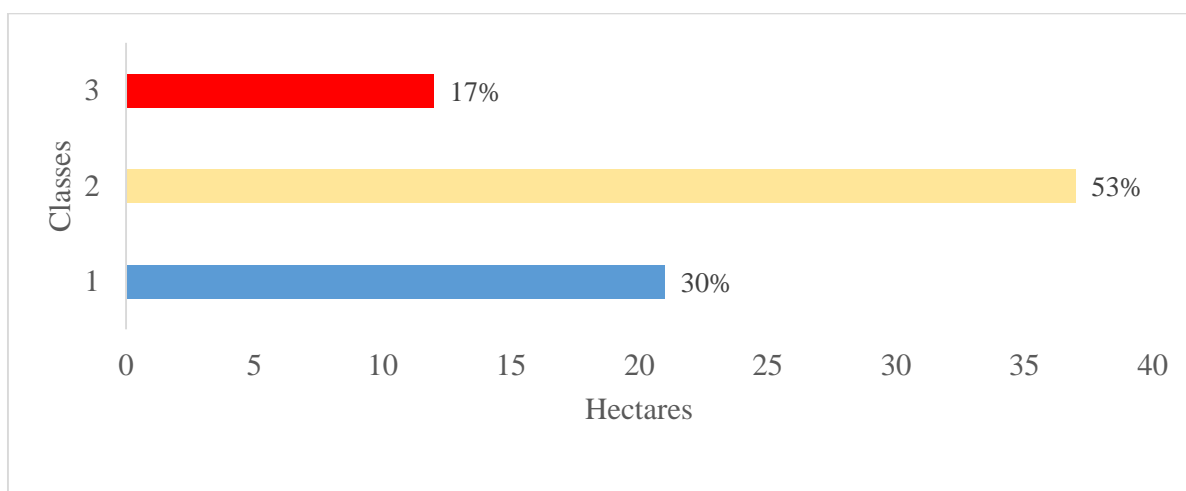
MAPA	VERDADE TERRESTRE		
	<i>Classe 1</i>	<i>Classe 2</i>	TOTAL
<i>Classe 1</i>	94,65	15,62	64,25
<i>Classe 3</i>	5,35	84,38	35,75
TOTAL		100	

A partir desta matriz obteve-se uma porcentagem de precisão geral (acerto global) de **90,00%**, e o valor de **0,801** para o Índice Kappa (K) global. De acordo com os resultados descritos, o valor de K foi classificado como “EXCELENTE” (Tabela 5), e o mapa demonstrou acerto global acima do mínimo aceitável.



**Figura 13** – Classificação não-supervisionada da RPPN Trápaga.

De acordo com a exatidão da Matriz de Confusão ao relacionar a verdade terrestre com o resultado da classificação não-supervisionada, a classe 1 que corresponde a regiões com maiores integridades bióticas, ocupou uma área equivalente a 21 hectares. A Classe 3, com menores índices de integridade biótica, ocupou 12 hectares da área de estudo. A Classe 2, correspondendo ao intermédio (entre as classes 1 e 2), ocupou 37 hectares, ou seja, a maior parte da RPPN Trápaga (Figura 14).



**Figura 14** – Percentual e área ocupada por cada integridade (classes) amostradas pela classificação não-supervisionada

Complementarmente, a classificação não-supervisionada demonstrou três classes distintas. E, mediante a utilização do mapa de classificação supervisionada como verdade terrestre, foi possível correlacionar os mapas e demonstrar que a classificação não-supervisionada também demonstrou correlação positiva com o IIB mensurado a campo. Porém, os valores obtidos por meio da correlação foram ligeiramente menores que o mapa de classificação supervisionada (acerto global de 90% e  $K = 0,801$ ).

Observando os mapas de classificação supervisionada e não-supervisionada (Figuras 11 e 13), é possível detectar uma grande semelhança na distribuição das classes, apesar de terem sido elaborados com técnicas diferentes. Entretanto, é importante salientar que, sem a elaboração do mapa de classificação supervisionada, que foi elaborado por meio da mensuração a campo do IIB da área, não seria possível determinar a verdade terrestre da classificação não-supervisionada. Desta forma, um mapa confirma a verdade terrestre de outro mapa, que por sua vez é confirmado pelo IIB mensurado a campo.

## 6. ZONEAMENTO DA RPPN TRÁPAGA

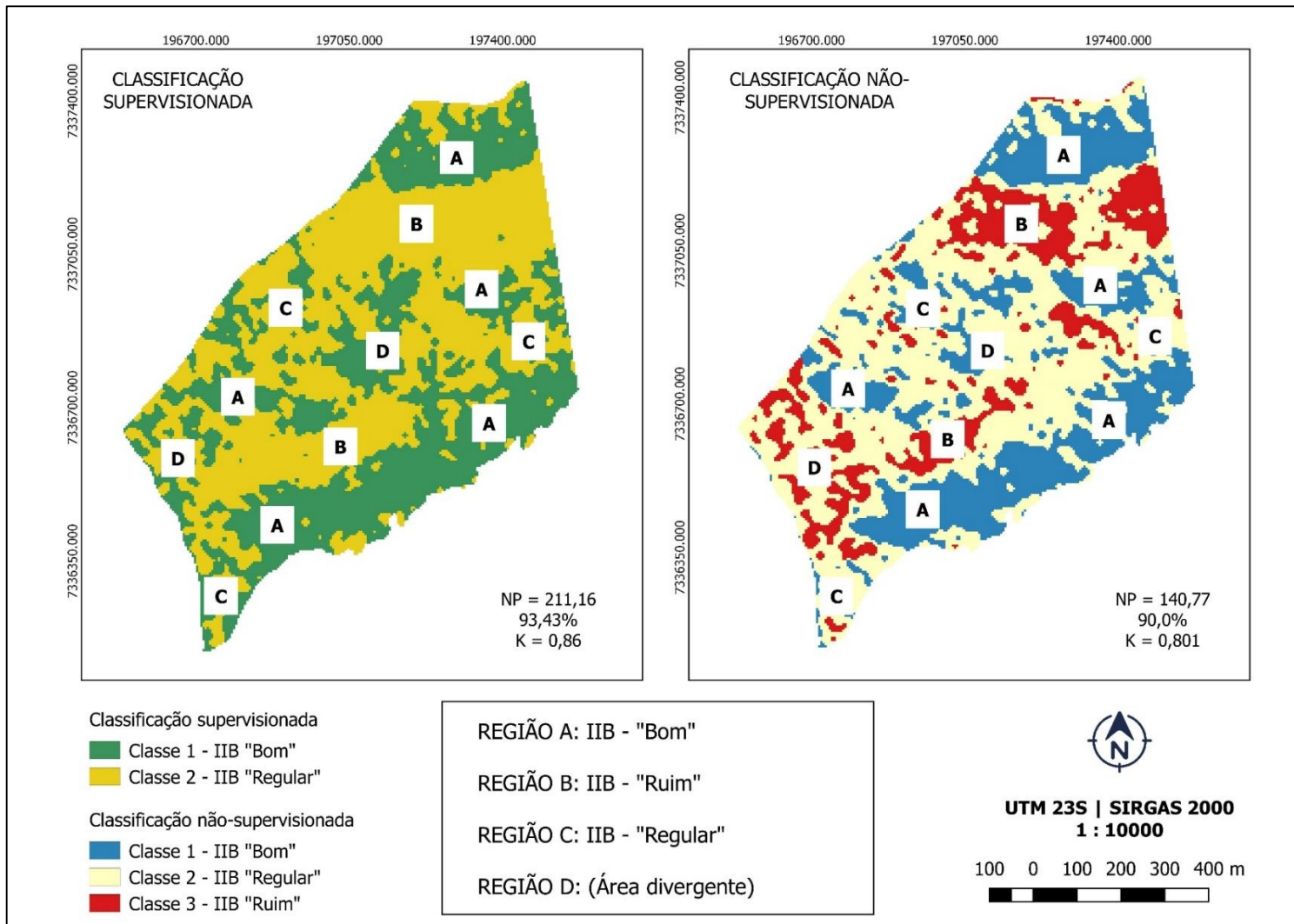
A distribuição de zonas dentro de uma área protegida deve respeitar o grau de integridade da área com o manejo proposto. Zonas voltadas à restauração ecológica, devem ser distribuídas em áreas com menor integridade biótica, e zonas voltadas a intangibilidade devem ser distribuídas em áreas com maior grau de integridade biótica, visando sua preservação e proteção. Uma correta distribuição de zonas gera um mapa de planejamento territorial espacial da área protegida, que será utilizado como ferramenta de gestão e tomadas de importantes decisões. Conforme visto neste estudo, o mapa de planejamento territorial espacial ilustra a situação atual e a prospecção futura. Ademais, o zoneamento de uma RPPN é chancelado pelo Poder Público, por meio da aprovação de seu Plano de Manejo, tornando-se uma das ferramentas mais importantes para a sua gestão.

O rigor para distribuir as zonas dentro da RPPN Trápaga respeitou os resultados obtidos neste estudo, de acordo com a correlação positiva entre os dados ecológicos mensurados a campo e o NDVI. A partir da espacialização dos dados de integridade biótica mensurados a campo, e a confirmação de seu modelo por meio de testes estatísticos (Matriz de Confusão), podemos propor que a classificação supervisionada da vegetação expressa a realidade terrestre. Associando estes resultados com a classificação não-supervisionada, que demonstrou um detalhamento de classes superior ao mapa supervisionado, constatamos que a verossimilhança do IIB mensurado a campo também correspondeu as classes distribuídas automaticamente pelo K-médias.

Associando com o relevante acerto global dos testes estatísticos foi possível utilizar ambos mapas de classificação, supervisionada e não-supervisionada, como base norteadora para a tomada de decisões voltadas à gestão do território. Entretanto, a distribuição de zonas dentro da RPPN Trápaga prevê o detalhamento de ambos mapas, dos quais devem ser compatíveis. Apesar do resultado do teste estatístico entre os mapas de classificação ser aceitável, confirmado pela Matriz de Confusão, torna-se necessário um comparativo visual, e não numérico, pois a distribuição das zonas é feita manualmente por meio de ferramentas de SIG.

Desta forma, a Figura 15 ilustra uma análise comparativa entre ambos mapas de classificação. As regiões com caractere **A**, **B** e **C**, são as consideradas como de IIB “Bom”, “Ruim” e “Regular”, respectivamente. As regiões **D** constituem áreas visualmente divergentes entre os mapas de classificação.





**Figura 15** – Esquema comparativo entre os mapas de classificação supervisionada e não-supervisionada.

Fonte: Modificado e adaptado de Hasmadi L et al. (2009), Anacleto et al. (2005) e Souza et al. (2005).

Observando a Figura 15 podemos destacar a Classe 3 do mapa de classificação não-supervisionada. O mapa supervisionado não apresentou esta classe pois o número de amostras necessárias para treinar o MAXVER é igual ao número de bandas + 1 (ENVI, 2009). Ou seja, é necessário que houvesse um número mínimo de cinco parcelas com a classe do IIB “Ruim” para o treinamento do MAXVER. Não sendo possível treinar o algoritmo de classificação supervisionada, devido ao baixo número de amostras, lançou-se mão do mapa de classificação não-supervisionada para elucidar a classe com o IIB “Ruim”.

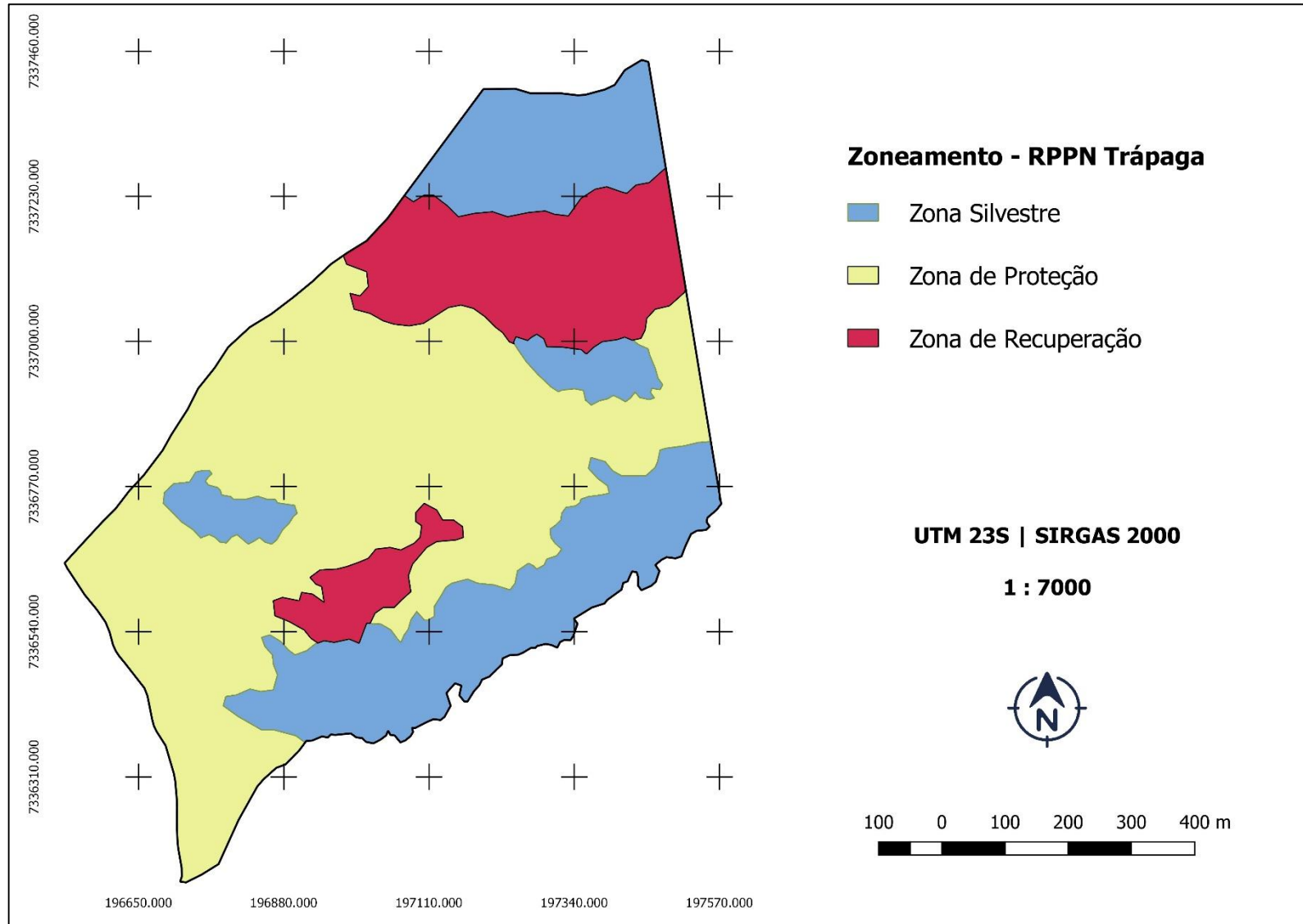
Assim, as regiões **A**, por apresentarem maior integridade biótica, receberam a zona silvestre, de maior intangibilidade, focando na preservação da biodiversidade. Estas regiões não apresentaram alterações antrópicas significativas, sendo que eventuais perturbações na RPPN Trápaga, dentro de um contexto histórico, foram realizadas fora desta área ou em uma escala temporal suficiente para a restauração ecológica com alta integridade biótica.

As regiões **B**, por apresentarem IIB “Regular” (classificação supervisionada) e IIB “Ruim” (classificação não-supervisionada), devido a significativo grau de alteração, receberam a zona de recuperação. Tratando-se de uma zona temporária, estas regiões devem ser contempladas com manejo voltado a restauração ecológica, seja por meio da condução por regeneração natural ou induzida, feita a partir da indicação de pesquisas e estudos orientadores.

Entretanto, as regiões **C** apresentaram mistos de classes com pequenos fragmentos de IIB “Bom”, IIB “Ruim” e com predominância do IIB “Regular”. Desta forma, estas regiões, que apresentaram áreas naturais preservadas e áreas com certo grau mínimo de intervenção, receberam a zona de proteção, voltado ao manejo misto: proteção, pesquisa e turismo primitivo.

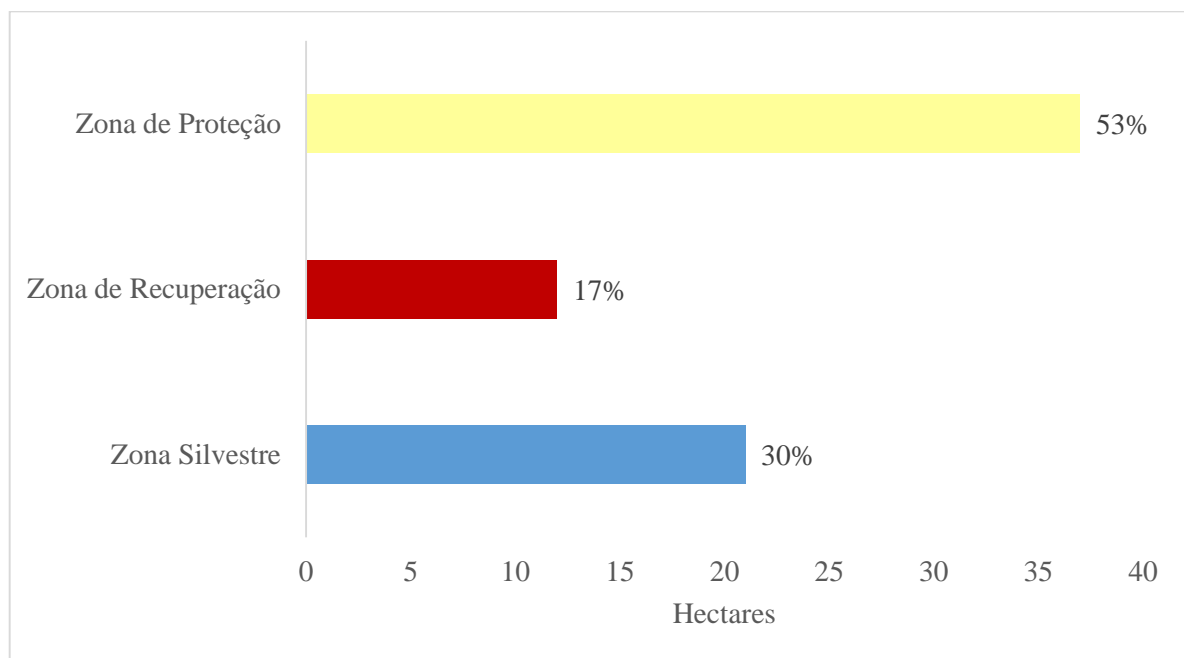
Houveram duas áreas que apresentaram divergência entre as classificações, mesmo diante de um alto acerto global: as regiões **D**. No mapa de classificação supervisionada, o MAXVER compreendeu se tratar de uma área com IIB de “Regular” a “Bom”, entretanto no mapa de classificação não-supervisionada, o K-Médias apresentou estas regiões com IIB de “Regular” a “Ruim”. Uma possível causa desta divergência pode ser pelo fato do MAXVER apresentar melhores resultados com imagens satélite de baixa resolução, geralmente com pixels de 30 por 30 metros (Valente, 2005; ENVI, 2009). Conforme elucidado, foi utilizado imagem com resolução espacial de 5 metros. Porém, pelo fato de apresentarem todas classes, estas regiões receberam também zona de manejo misto, como a proteção.

A Figura 16 é o resultado da distribuição das zonas (silvestre, proteção e recuperação) conforme descrito acima, na RPPN Trápaga.



**Figura 16** – Proposta prévia de Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga.

A zona silvestre, correspondendo a regiões com maiores integridades bióticas, ocupou uma área equivalente a 21 hectares. A zona de recuperação, correspondendo a regiões com integridade biótica “Ruim” a “Regular”, ocupou 12 hectares. E a zona de proteção, do qual contemplou majoritariamente as áreas com IIB “Regular”, porém inclusas algumas poucas regiões de maior e menor integridade (IIB “Bom” e “Ruim”), ocupou 37 hectares da RPPN Trápaga (Figura 17).



**Figura 17** – Percentual e área ocupada por cada zona distribuída na RPPN Trápaga.

É natural que a maior parte da área da RPPN seja ocupada pela zona de proteção, tendo em vista a abrangência de manejo que esta zona contempla (IBAMA, 2005). Entretanto é importante destacar que a maioria das parcelas onde foi mensurado o IIB na RPPN Trápaga apresentou resultado de classe “Regular”, o que justifica a maior quantidade de área contemplada por esta zona.

Ao se comparar a zona silvestre da zona de recuperação, opostas em manejo e grau de integridade, observamos que na RPPN Trápaga a primeira é quase o dobro da segunda. Isto é um indicativo de que nesta área protegida há mais áreas bem preservadas, que áreas com acentuado grau de degradação ambiental.

## **Zona de Visitação**

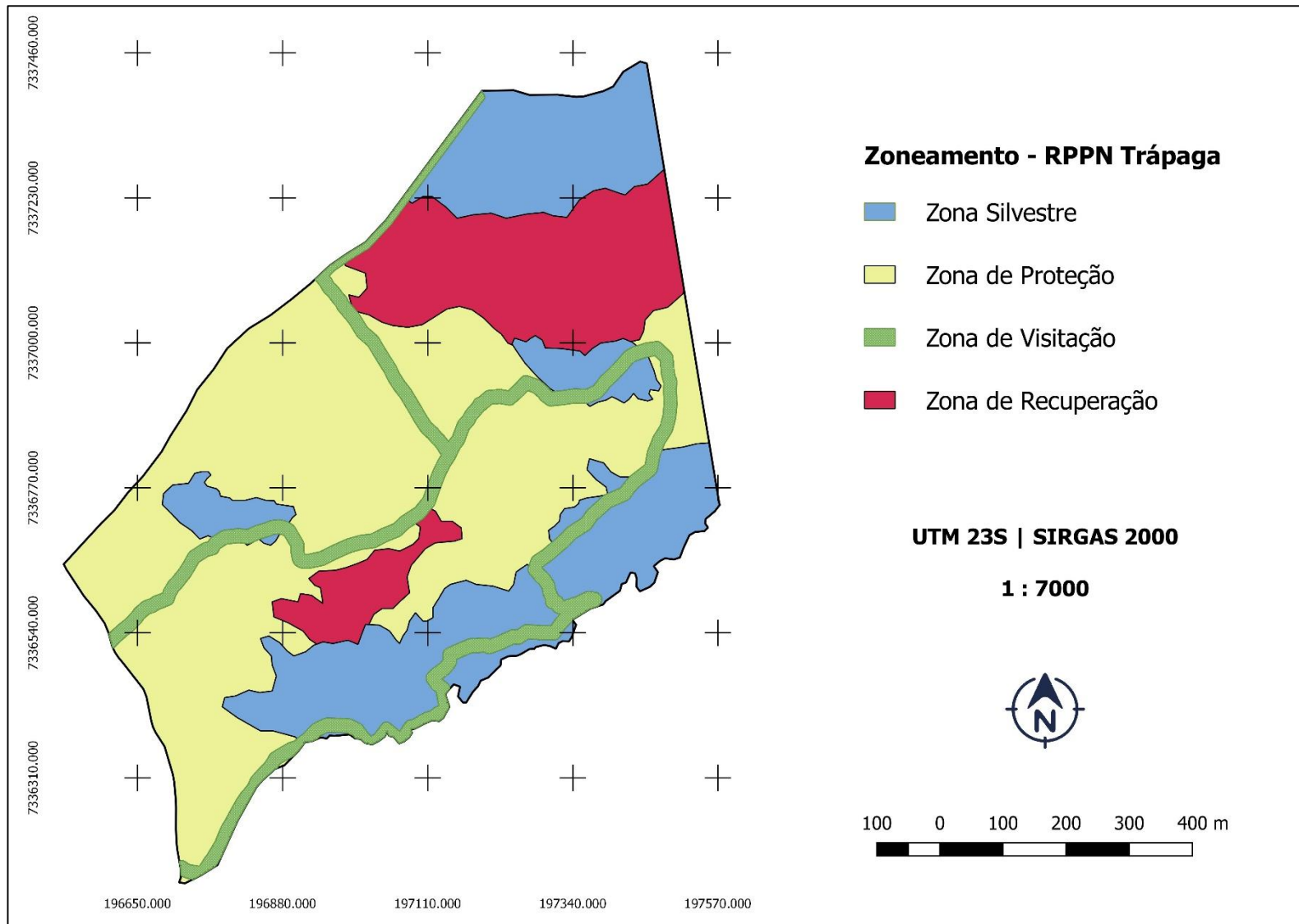
A zona de visitação é uma das mais importantes quando tratamos da sustentabilidade financeira de uma Unidade de Conservação, em especial as RPPNs (CNRPPN, 2015). Trata-se de uma área que sofre algum impacto de visitação, mesmo que controlado. Entretanto, este impacto pode ser mitigado e por meio do controle do número de pessoas em relação à capacidade de carga do atrativo (ICMBio, 2011) e do estabelecimento de normas e regras de visitação que minimizem este impacto.

Uma questão importante a ser levantada é que a visitação não deve ser condicionada apenas a áreas degradadas, ou que não tenham características primitivas e intangíveis. A visitação deve expor as belezas naturais da área, de forma a enriquecer a interpretação ambiental, sem deixar de elucidar também áreas em recuperação visando o ensino e divulgação dos processos de restauração ecológica (ICMBio, 2005; 2015).

Na maioria dos casos, a zona de visitação é desenhada lançando-se mão do uso histórico da área e de trilhas já preexistentes. Em muitas Unidades de Conservação, a zona de visitação sobrepõe áreas primitivas e de melhor qualidade florestal, buscando elucidar a riqueza da UC (IF, 2008; Castro et al., 2011; ECO, 2014; Baptista; Murgel, 2017; Melo et al., 2018).

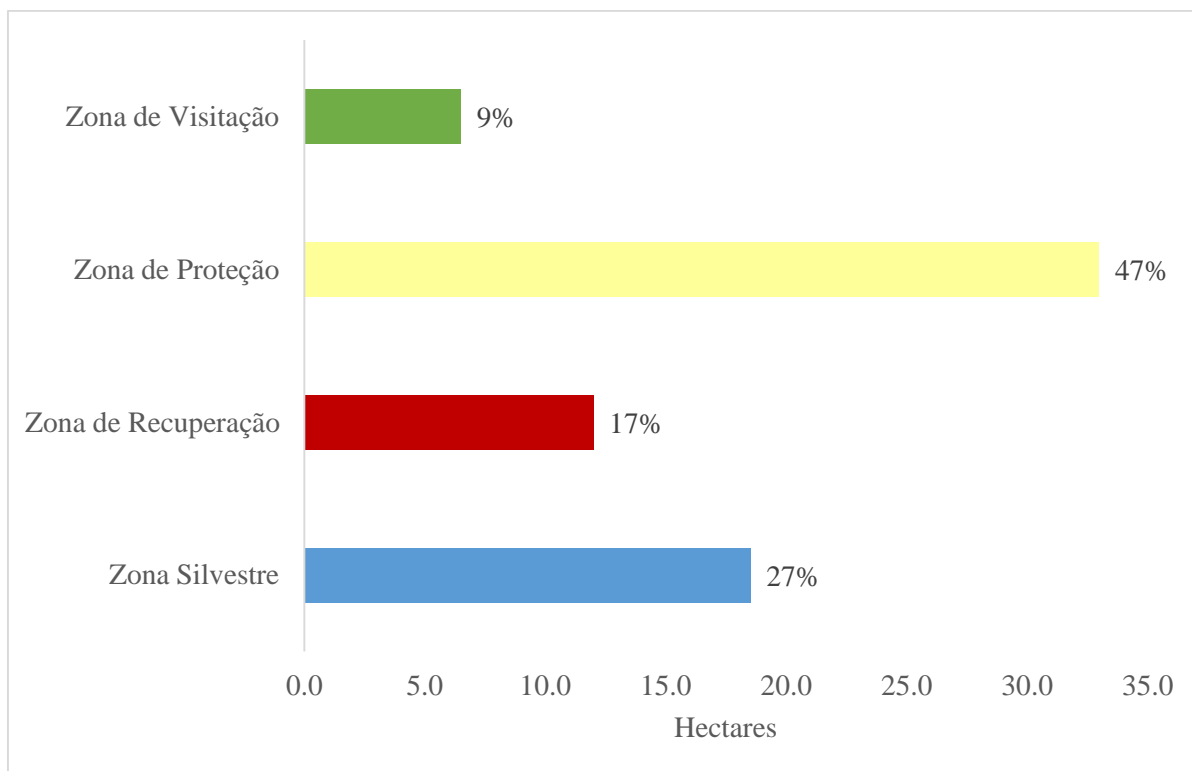
Para o desenho da área destinada a visitação na RPPN Trápaga foi utilizado trabalho de ecoturismo já realizado na área (Scarascia, 2016). Este trabalho, denominado Vale das Araçongas, foi projetado a contemplar toda a área além de 15 hectares adjacentes à RPPN Trápaga. O projeto obteve ainda a autorização ambiental, por parte do órgão ambiental competente (CETESB), para a sua implementação.

A inclusão da zona de visitação na RPPN Trápaga está elucidada na Figura 18. Esta figura contempla todas as zonas previstas neste trabalho, fechando a proposta completa de zoneamento desta Unidade de Conservação.



**Figura 18** – Proposta final de Zoneamento da Reserva Particular do Patrimônio Natural Trápaga.

A zona de visitação cobriu uma área equivalente a 6,5 hectares, correspondendo a 9% de toda a UC. Esta zona ocupou 2,5 hectares da zona silvestre e 4 hectares da zona de proteção. Não houve sobreposição significativa com a zona de recuperação (Figura 18).



**Figura 19** - Percentual e área ocupada por cada zona distribuída na RPPN Trápaga, incluindo a zona de visitação.

A zona de visitação contemplou trechos de classe de integridade “Bom” e “Regular”. Ao considerarmos que a visitação de uma UC deve abranger áreas de maior integridade biótica com a finalidade de expor ao visitante as belezas cênicas naturais, além do enriquecimento na interpretação ambiental (ICMBio, 2011), observamos que esta premissa está sendo contemplada ao sobrepor, e excluir, aproximadamente 2,5 hectares da zona silvestre.

De igual modo, ao considerarmos que a zona de proteção aceita a visitação primitiva, considerando acampamentos selvagens e trilhas ecológicas (IBAMA, 2005), sendo estas então disponíveis para a visitação, também observamos coerência no fato da zona de visitação contemplar maior trecho de sobreposição, com conseqüente exclusão, em cerca de 4 hectares.

Respeitando a baixo intervenção em regiões com a integridade biótica mais elevada, e avançando sobre regiões de manejo misto, com classes de integridade regular, além do uso atual autorizado pelo órgão competente (Scarascia, 2016), podemos propor que a zona de visitação proposta para a RPPN Trápaga está de comum acordo com as premissas de manejo disponíveis em roteiros metodológicos e lições aprendidas (IBAMA, 2002; IBAMA, 2005; ICMBio, 2009; CEAPM A; B; ICMBio, 2015). No entanto o Plano de Manejo da RPPN deverá propor normas para que a visitação não cause impactos significativos nas áreas próximas à zona silvestre e zona de proteção.

## **7. CONSIDERAÇÕES PARA A GESTÃO**

O mapa de zoneamento de uma Unidade de Conservação é incorporado ao seu plano de manejo, dentro do eixo de planejamento. O Plano de Manejo, uma vez consolidado, é submetido a órgãos gestores de Áreas Protegidas para sua chancela. Desta forma, compete à Fundação Florestal aprovar o Plano de Manejo das RPPN instituídas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente, por meio de Portaria do Diretor Executivo publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo (FF, 2018A), conforme estabelece o Decreto Estadual nº 60.302 de 2014 (São Paulo, 2014B).

Assim, o mapa de zoneamento, o planejamento territorial de uma RPPN, incluso em seu plano de manejo constitui documento oficial chancelado pelo Poder Público e publicado em Diário Oficial (FF, 2018A). Tal conjuntura aplicada ao mapa de zoneamento traz consigo diversas possibilidades de gestão, por meio do pleito a programas públicos e privados de apoio e fomento a execução do plano de manejo da RPPN (FF, 2018B).

Cada zona distribuída no território da UC possui sua própria ferramenta de manejo (IBAMA, 2005; ICMBio, 2015), devido a isto, existem diferentes programas de apoio e fomento a execução do manejo de cada zona. Por exemplo, a zona de recuperação necessita de manejo voltado a restauração ecológica, enquanto a zona silvestre de manejo voltado a intangibilidade e a condução de corredores ecológicos. Já a zona de visitação de estudos de capacidade carga e estruturas voltadas a segurança de seus visitantes e mitigação de impactos ambientais. E a zona de proteção o manejo misto, abordando majoritariamente a fiscalização da área.

Destacam-se algumas possibilidades de ações de gestão após a elaboração do planejamento territorial, o zoneamento, de uma RPPN.



### *Zona de Recuperação*

A as áreas destinadas a zona de recuperação, ou seja, àquelas que obtiveram a classificação de integridade ruim, e que necessitam de manejo voltado a restauração ecológica, podem ser cadastradas no Programa Nascentes, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. A iniciativa governamental denominada Programa Nascentes, envolve 12 secretarias de estado, e tem como objetivo otimizar e direcionar investimentos públicos e privados para cumprimento de obrigações legais voltadas para compensação de emissões de carbono ou redução da pegada hídrica, ou ainda para implantação de projetos de restauração voluntários (São Paulo, 2014C). Por meio de cadastro sistematizado, a gestão da RPPN pode incluir as áreas para restauração por plataforma online via Banco de Áreas Disponíveis para Restauração (São Paulo, 2017).

Esta é uma zona temporária pois após o restabelecimento mínimo de seus ecossistemas, por meio de ações mitigadores e de restauração ecológica, deve ser feita uma avaliação do local de modo a se estudar a realocação desta zona dentro da zona de proteção ou da zona silvestre.

### *Zona de Visitação*

As regiões destinadas ao uso público devem contemplar estruturas mínimas que proporcionem a segurança do ecoturista e do guia. Estas estruturas também devem ser instaladas de forma a mitigar os impactos da visitação, que evitem o pisoteio em leitos de córregos e seus barrancos, encostas íngremes sujeitas a erosão, regiões alagadiças e sensíveis. Associado a estas intervenções, a capacidade de suporte desta zona deve ser mensurada, promovendo a sustentabilidade em sua utilização (ICMBio, 2011).

Para o desenvolvimento da zona de visitação, existem alguns programas de fomento dos quais podem ser pleiteados pela gestão da RPPN, uma vez instituído seu planejamento territorial, como o Programa de Desenvolvimento de Turismo Sustentável em RPPNs (ProEcoTur-RPPN) (CNRPPN, 2015), além de diversas outras frentes de iniciativa da Federação das Reservas Ecológicas Particulares do Estado de São Paulo (FREPEESP, 2018). O ProEcoTur-RPPN buscou facilitar empréstimos bancários à RPPNs e sua gestão, reduzindo taxas e buscando o fomento de trabalhos sustentáveis. A FREPEESP possui ações continuadas de incentivos às RPPNs e seu uso público, por meio da formalização de parcerias, cadastro de RPPNs em programas de uso público e orientação à gestão da RPPN.

### *Zona de Proteção*

Como visto, o manejo destinado a esta zona deve ser caracterizado como misto, por abrigar trechos em diferentes estágios de regeneração florestal e contemplar a possibilidade de uso público primitivo (IBAMA, 2005). Entretanto, dentre suas principais funções, destaca-se a de proteger a intangibilidade da zona silvestre (IF, 2008; ICMBio, 2009), sendo a zona com maior área ocupada na RPPN Trápaga e demais RPPNs (IF, 2008; Castro et al., 2011; ECO, 2014; Baptista; Murgel, 2017; Melo et al., 2018).

A proteção de uma RPPN visa a evitar que as ameaças atinjam a área da UC e que as pressões ocorridas dentro de seu perímetro sejam mitigadas. As ameaças constituem situações irregulares, e/ou ilegais, que estão no entorno e proximidades da RPPN, porém ainda fora de seu perímetro, como queimadas, extração ilegal de palmito, caça, invasão de espécies exóticas, invasão de animais domésticos entre outros. As pressões caracterizam-se quando as ameaçadas atingem a RPPN, sendo praticadas dentro de seu perímetro (Hocking et al., 2000).

Há diversas maneiras de se promover a proteção de uma RPPN, como a sinalização, aquisição de equipamentos de combate a incêndios, remoção mecânica de espécies exóticas invasoras, uso de pesquisa científica aplicada à gestão, a medicina da conservação e, a mais usual e eficaz, a fiscalização (Ervin, 2003). A fiscalização corresponde em uso de medidas que visem a apreensão de indivíduos infratores e seus apetrechos e equipamentos utilizados na infração.

Entretanto, pelo fato de uma RPPN se tratar de área protegida privativa, o proprietário e/ou gestor se expõe ao promover a fiscalização. Assim, o Estado criou o Sistema Integrado de Monitoramento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (SIM-RPPN). O SIM-RPPN foi elaborado no âmbito do Plano de Apoio à Proteção e Fiscalização de UCs, por meio de uma parceria entre a FREPESP com a Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, vinculada à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (São Paulo, 2006; 2012B). Ao se cadastrar no SIM-RPPN, via FREPESP, a UC privativa passa a receber visitas periódicas da Polícia Ambiental para promover a fiscalização, evitando que o proprietário se exponha enquanto a área é monitorada.

### *Zona Silvestre*

Esta é a área de maior integridade biótica da RPPN, correspondendo ao que se almeja para toda a área, salvo a zona de visitação. As ações de gestão voltadas a zona silvestre correspondem na proteção da intangibilidade, realizada pela zona de proteção, e direcionamento de pesquisas científicas. As atividades científicas podem ser fomentadas por meio de parcerias com universidades e demais instituições de ensino, e submissão a editais de fomento.

A zona silvestre também poderia servir como banco de sementes para a criação de corredores ecológicos, por meio de plantio de árvores nativas já adequadas ao meio ambiente, e para a restauração da zona de recuperação. Entretanto, como mencionado, a RPPN, apesar de estar categorizada como de Uso Sustentável, não possui esta condição por se tratar de uma UC de Proteção Integral na prática (Brasil, 2000). Apesar de não haver punição caso o gestor venha a lançar mão do uso do banco de sementes para a restauração da própria RPPN, esta prática não é condizente com a legislação vigente; algo que deve ser revisto.

### *Área total da RPPN*

O gerenciamento de uma RPPN e seu planejamento espacial territorial possuem duas ferramentas aplicáveis a todas as zonas distribuídas em seu território, ou seja, o PSA (Pagamento por Serviços Ambientais) e filiação à Federação das Reservas Particulares do Estado de São Paulo (FREPESP).

Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA): Trata-se de um instrumento público pioneiro com o objetivo de promover a conservação e, quando necessária, a restauração de processos ecológicos em RPPNs, visando manter e/ou ampliar o provimento dos serviços ecossistêmicos de conservação da biodiversidade e de produção de água, remunerando os proprietários por serviços ambientais prestados na RPPN (SMA/SP, 2013). Também denominado Crédito Ambiental Paulista para as RPPNs – Projeto CAP/RPPN, o recurso para este PSA é oriundo do Fundo Estadual de Controle e Prevenção da Poluição – FECOP. O Projeto CAP/RPPN contempla todas as ações descritas para a zona de proteção, zona silvestre e zona de recuperação. A depender do edital vigente, pode ser que ocorra alguma ação prevista para a zona de visitação, uso público, entretanto ainda não houve contemplação nos editais anteriores.

Existem outros PSAs que contemplam RPPN e suas ações descritas no plano de manejo e mapa de zoneamento, sejam estaduais ou federais, como o proveniente do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e o da Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC). Além dos PSAs governamentais, existem as oportunidades no âmbito privado: como os editais de fomento da Fundação Grupo O Boticário de Proteção à Natureza e da Fundação S.O.S. Mata Atlântica, que anualmente abrem oportunidades para submissão de propostas voltadas ao manejo de RPPN.

Filiação à Federação das Reservas Ecológicas Particulares do Estado de São Paulo (FREPESP): Trata-se de uma Organização da Sociedade Civil, sem finalidade lucrativa, em parceria com órgãos públicos de gestão de áreas protegidas, cuja missão é: “Promover e fortalecer a conservação da biodiversidade nas propriedades particulares do Estado de São Paulo, atuando por meio de parcerias estratégicas e incentivando o aumento do quadro de áreas protegidas, para o benefício das presentes e futuras gerações” (FREPESP, 2018). Assim, a filiação da RPPN junto a FREPESP auxilia na gestão da área por meio de diversificados programas, workshops e auxílio técnico no pleito de frentes de gerenciamento da RPPN

As RPPNs destacam-se de outras áreas protegidas privadas devido, também, a estas ferramentas de gestão que ficam à disposição da iniciativa do proprietário da área. Entretanto, para que seja possível pleitear os editais de execução de planos de manejo de RPPNs, e cadastrar a área necessária para determinada ação de gestão nos programas públicos citados, é necessário que o seu planejamento tenha a chancela do poder público, como mencionado (FF, 2018A). Observamos então a importância de um desenho adequado do zoneamento de uma área protegida, da qual auxilia em uma melhor eficiência na manutenção dos ecossistemas e biodiversidade.

## **8. CONCLUSÃO**

Este estudo buscou trazer uma nova metodologia para determinar o zoneamento, planejamento espacial territorial, de uma área protegida, por meio da análise de variáveis ecológicas a campo e ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os resultados obtidos foram satisfatórios quando testados por meio de análises estatística. Todos os testes feitos tiveram resultados positivos de correlação: entre o Índice de Integridade Biótica mensurado a campo, e o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, mensurado por vias remotas; entre o IIB e a classificação supervisionada; e entre os mapas de

classificações. Desta forma, podemos propor a repetição desta metodologia em outras áreas protegidas, respeitando a adaptação do IIB, para assegurar a fidedignidade do método em diversificadas tipologias florestais e biomas. Com isto, torna-se possível protocolar este trabalho junto a órgãos ambientais de gestão de áreas protegidas para pleito de utilização rotineira no estudo de elaboração do zoneamento de UCs.

Entretanto, seria importante associar os resultados obtidos com o uso e ocupação de espécimes da fauna ameaçado de extinção. No caso da RPPN Trápaga, com a área de vida mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*). Desta forma, sugere-se que trabalhos futuros contemplem a ocupação pela fauna, sobrepondo os mapas finais (Figuras 11, 13 e 16) com mapa da área de vida de espécies de mamíferos e/ou primatas ameaçados de extinção. Fazendo com que o zoneamento venha a abranger maior parcela de biodiversidade dentro da Unidade de Conservação.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABATE, T. Environmental Rapid-Assessment Programs Have Appeal and Critics. **Bioscience**, Ed. 42, n. 7, pg 486 – 489, 1992.
- ALLEN, C. D. Monitoring Environmental Impact in the Upper Sonoran Lifestyle: a New Tool for Rapid Ecological Assessment. **Environmental Management**. Ed. 43, pg. 346 – 356, 2009.
- ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; FERREIRA L. N.; OLIVEIRA, N. S. A. Aporte de Serapilheira em Plantio de Recomposição Florestal em Diferentes Espaçamentos. **Ciência Florestal**. Ed. 25, n. 1, pg. 01 – 11, 2015.
- ANACLETO, T. C. D.; FERREIRA, A. A.; DINIZ FILHO, J. A. F.; FERREIRA, L. G. Seleção de Áreas de Interesse Ecológico através de Sensoriamento Remoto e de Otimização Matemática: um estudo de caso no município de Cocalinho, MT. **ACTA Amazonica**. Ed. 35, n. 4, pg. 437 – 444, 2005.
- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITMER, R. E. **A Land Use and Land Cover Classification System for Use With Remote Sensor Data**. Washington: USGS, pg. 28, 1979.
- ARMELIN, R. S. & MANTOVANI, W. Definições de Clareira Natural e suas Implicações no Estudo da Dinâmica Sucessional em Florestas. **Rodriguésia**. Ed. 52, n. 81, pg. 5 – 15, 2001.
- BAPTISTA, L. P. **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Adília Paraguassú Batista**. Ed. 1, pg. 98, 2017.
- BAYMA, A. P.; SANO, E. E. Séries Temporais de Índices de Vegetação (NDVI e EVI) do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Bioma Cerrado. **Boletim de Ciências Geodésicas**. Ed. 21, n. 4, pg. 797 – 812, 2015.
- BIZ, S.; BECHARA, F. C.; AMARAL, I. M. G.; CAMPOS, T.; DUARTE, E.; BARDDAL, M. L. **Invasão de Gramíneas Exóticas em Áreas sob Diferentes Tecnologias de Restauração Florestal**. II Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR, VI Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária, II Simpósio de Ciências Florestais e Biológicas, Universidade Tecnológica do Paraná, 2012.

- BORATO, I. M. P.; GOMIDE, R. L. **Aplicação dos Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na Caracterização da Cobertura Vegetativa da Região Norte de Minas Gerais**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. INPE, pg. 1 – 8, 2013.
- BOSCOLO, D.; TOKUMOTO, P. M.; FERREIRA, P. A.; RIBEIRO, J. R.; SANTOS, J. S. Positive Responses of Flower Visiting Bees to Landscape Heterogeneity Depend on Functional Connectivity Levels. **Perspectives in Ecology and Conservation**. Ed. 15, pg. 18 – 24, 2017.
- BOWKER, D. E.; DAVIS, R. E.; MYRICK, D. L.; STACY, K.; JONES, W. T. Spectral Reflectances of Natural Targets for Use in Remote Sensing Studies. **NASA: Scientific and Technical Information Branch**. Pg. 188, 1985.
- BRASIL (Diário Oficial da União) **Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996**: Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. 1996.
- BRASIL (Diário Oficial da União) **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**: Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. 2002.
- BRASIL (Diário Oficial da União) **Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006**: Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2006.
- BRASIL (Diário Oficial da União) **Lei Complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011**. 2011.
- BRASIL (Diário Oficial da União) **Sistema Nacional de Unidades de Conservação: Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. 2000.
- BRASIL (Diário Oficial da União). **Lei de Proteção da Vegetação Nativa: Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. 2012.
- BREIER, T. B. **O Epifitismo Vascular em Florestas do Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado) Biologia Vegetal – Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- CALDANO, L. T. P. **Censo Populacional e Avaliação da Variabilidade Genética das Populações de Mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* Mikan, 1823) na Floresta**

- Nacional de Capão Bonito – SP.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética Evolutiva e Biologia Molecular da Universidade Federal de São Carlos. Pg. 65, 2014.
- CASTELLO, A. C. D.; COELHO, S. & CARDOSO-LEITE, E. Lianas, Tree Ferns and Understory Species: Indicators of Conservation Status in the Brazilian Atlantic Rainforest Remnants, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology.** Pg. 14, 2017.
- CASTRO, R., RONQUI, D., NUNES, K. C. **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Ambientalista Francy Nunes.** Ed. 1, pg. 130, 2011.
- CEAPM (Comunidade de Ensino e Aprendizagem em Planejamento de Unidade de Conservação). **Lições Aprendidas sobre Zoneamento em Unidades de Conservação.** Ed. 1, pg. 60, 2015 A. Disponível em: [www.wwf.org.br/informações/biblioteca](http://www.wwf.org.br/informações/biblioteca). Acesso em 24 nov. 2017
- CEAPM (Comunidade de Ensino e Aprendizagem em Planejamento de Unidade de Conservação). **Lições Aprendidas sobre a Etapa de Planejamento em Planos de Manejo de UC.** Ed. 1, pg. 74, 2015 B. Disponível em: [www.wwf.org.br/informações/biblioteca](http://www.wwf.org.br/informações/biblioteca). Acesso em 25 nov. 2017.
- CNRPPN (Confederação Nacional de RPPNs). **Programa de Desenvolvimento de Turismo Sustentável em RPPNs.** Ed. 1, pg. 30, 2015.
- CONGALTON, R. G. & GREEN, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. New York. Pg. 137, 1998.
- CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Universidade Estadual de Campinas, IG, pg. 170, 1993.
- DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira.** Companhia das Letras. Pg. 484, 2007
- DEFRIES R., HANSEN, A., TURNERM B. L., REID R., LIU J. Land Use Change Around Protected Areas: Management to Balance Human Needs and Ecological Function. **Ecological Applications**, n. 17, pg 1031-1038, 2007.
- DUFT, D. **O que Significa NDVI e qual a sua Relação com a Agricultura?** 2014. Disponível em <http://inteliagro.com.br/o-que-significa-ndvi-e-o-qual-sua-relacao-com-agricultura/>. Acesso realizado em novembro de 2017.



- EASTMAN, JR. **Guide to GIS and Image Processing**. Clark University Manual, USA. Ed. 14, pg. 239 – 247, 2003.
- ECO (Instituto Ecofuturo) **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujutu – Serra do Itapety**. Ed. 1, pg. 235, 2014.
- ENGESAT (Engesat Imagens de Satélite e Geotecnologias). **IKONOS**. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/ikonos/>. Acesso realizado em 5 de janeiro de 2018.
- ENVI. **ENVI EX User`s Guide**. Visual Information Solutions. Ed. 1, pg. 275, 2009.
- ENVI. **Guia do ENVI em Português**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/228701769/Manual-Envi-Portugues>. Acesso realizado em janeiro de 2018.
- ERVIN, J. **Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM)**. WWF-Brasil, 1ª Ed., pg. 70, 2003
- FARAH, F. T.; MUYLEAERT, R. L.; RIBEIRO, M. C.; RIBEIRO, J. W.; MANGUEIRA, J. R. S. A.; SOUZA, V. C.; RODRIGUES, R. R. Integrating Plant Richness in Forest Patches can Rescue Overall Biodiversity in Human-modified Landscapes. **Forest Ecology and Management**. Ed. 397, pg. 78 – 88, 2017
- FEDERAÇÃO DAS RESERVAS ECOLÓGICAS PARTICULARES DO ESTADO DE SÃO PAULO (FREPESP). Conservação Voluntária. Disponível em: <http://frepep.org.br/>. Acesso realizado em agosto de 2018.
- FERREIRA, A. B.; SANTOS, C. R.; BRITTO, J. L. S.; ROSA, R. **Análise Comparativa do Uso e Ocupação do Solo na Área de Influência Usina Hidrelétrica Capim Branco I A Partir de Técnicas de Geoprocessamento**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. pg. 3829 – 3836, 2005.
- FERREIRA, V. O. & MAGALHÃES, M. V. P. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) à Análise Multitemporal da Dinâmica de Áreas Agrícolas no Alto Curso da Bacia do Rio Uberabinha, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**. Ed. 25, n. 44, 2015.

- FERRO-FAMIL, L.; POTTIER, E.; LEE, J. Unsupervised Classification of Multifrequency and Fully Polarimetric SAR Images Based on the H/A/Alpha – Wishart Classifier. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. Ed. 39, n. 11, 2001.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. Oficina de Textos, São Paulo. 3ª Ed., 2011.
- FONSECA, G., A.B.; RYLANDS, A. B.; PINTO, L. P. P. **Estratégia Nacional de Diversidade Biológica Contribuição para a Estratégia de Conservação *In-Situ* no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente: Grupo de Trabalho Temático, 1 ed., 39 pg., 1999.
- FONSECA, R. C. & OLIVEIRA, R. E. Ecologia de Lianas e o Manejo de Fragmentos Florestais. **Série Técnica IPEF**. Ed. 12, n. 32, pg. 43 – 64, 1998.
- FOODY, G. M. Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. **Remote Sensing of Environment**. Ed. 80, pg. 185 – 201, 2001.
- FOODY, G. M. Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. **Remote Sensing of Environment**. Ed. 1, n. 80, pg. 185 – 201, 2002.
- FRANKLIN, J. F.; SHUGART, H. H.; HARMON, M. E. Tree Death as an Ecological Process. **BioScience**. Ed. 37, pg. 550 – 556, 1987.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL (FF). Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. Crédito Ambiental Paulista para as RPPN – Projeto CAP/RPPN. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/rppn/projeto-de-pagamento-por-servicos-ambientais-psa/>. Acesso realizado em agosto de 2018 B.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL (FF). Planos de Manejo de Reservas Particulares de Patrimônio Natural. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/rppn/planos-de-manejo-3/>. Acesso realizado em agosto de 2018 A.
- GALETTI, M.; BROCARD, C. R.; BEGOTTI, R. A.; HORTENCI, L.; MENDES-ROCHA, F.; BERNARDO, C. S. S.; BUENO, R. S.; NOBRE, R.; BOVENDORP, R. S.; MARQUES, R. M.; MEIRELLES, F.; GOBBO, S. K.; BECA, G.; SCHMAEDECKE, G.; SIQUEIRA, T. Defaunation and Biomass Collapse of Mammals in the Largest Atlantic Forest Remnant. **Animal Conservation**. n. 10, pg. 1 – 12, 2016.
- GALETTI, M.; EIZIRIK, E.; BEISEIGEL, B.; FERRAZ, K.; CAVALCANTI, S.; SRBEK-ARAÚJO, C.; CRWSHAW, P.; PAVIOLO, A.; GALETTI JR, P. M.; JORGE, M. L. J.;

- MARINHO-FILHO, J; VERCILLO, U.; MORATO, R. Atlantic Rainforest`s Jaguars in Decline. **Science**. Ed. 342, n. 930. 2013.
- GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. F. “Gaps of deciduousness”: cyclical gaps in tropical forests. **Scientia Agricola**, v.66, n.2, p.280–284, 2009.
- GASPER, A. L.; MEYER, L.; LINGNER, D. V.; VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A. **Quantidade de Árvores Mortas em Pé nas Florestas de Santa Catarina**. 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte – MG. 2013.
- GERALDINO, H. C. L.; CAXAMBÚ, M. G.; SOUZA, D. C. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.24, n.2, p.469–482, 2010.
- GRACIANO-SILVA, T. **Análise e Estabelecimento de Índice de Integridade Biótica para Florestas Urbanas**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, 2016.
- GREGORINI, R. A. **Análise de Áreas para Criação de Unidades de Conservação no Município de Boituva (SP)**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, *Campus Sorocaba*. Pg. 95, 2015.
- GUIX, J. C.; MARTIN, M.; MIQUEL, C.; SERRA, A. The Paranapiacaba Fragment as a Key Área in the Conservation of the Brazilian Atlantic Rainforest. *In*: MATEOS, E. J. C.; GUIX, A. S.; PISCIOTTA, K. **Censuses of Vertebrates in a Brazilian Atlantic Rainforest Area: The Paranapiacaba Fragment**. Universidade de Barcelona, Espanha. Pg. 229, 2002.
- HASMADI L, M.; PAKHRIAZAD, HZ.; SHAHRIN, MF. Evaluating Supervised and Unsupervised Techniques for Land Cover Mapping using Remote Sensing Data. **Malaysian Journal of Society and Space**. Ed. 1, pg 1 – 10, 2009.
- HAYAKAWA, E. H.; PRADO, B. R.; JÚNIOR, J. B. T.; FILHO, E. E. S.; COUTTO, E. V. **Avaliação Multitemporal da Planície de Inundação do Alto Paraná (região de Porto Rico – PR) através de Classificação Supervisionada e Não Supervisionada de Imagens Landsat-5/TM**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. INPE, pg. 5865 – 5872, 2009.

- HERLIHY, A. T.; SIFNEOS, J.; BASON, C. An Approach for Evaluating the Repeatability of Rapid Wetland Assessment Methods: The Effects of Training and Experience. **Environmental Management**. Ed. 44, pg. 369 – 377, 2009.
- HOCKINGS, M; STOLTON, S & DUDLEY, N. **Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management of Protected Areas**. IUCN Cardiff University Best Practice Series. IUCN, Cambridge, UK e Gland, Switzerland. 2000.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. Brasília, DF. Ed. 1, pg. 136, 2002.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.) **Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Brasília, DF. Ed. 1, pg. 97, 2005.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, RJ. Ed. 2, pg. 275, 2012.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) **Roteiro Metodológico para Manejo de Impactos de Visitação**. Brasília, DF. Ed. 1, pg. 88, 2011.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) **Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Brasília, DF. Ed. 1, pg. 86, 2015.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais**. Brasília, DF. Ed. 1, pg. 57, 2009.
- IF (Instituto Florestal). **Plano de Manejo: Parque Estadual Carlos Botelho**. São Paulo, pg 546, 2008
- IM (Instituto Manacá). **Conservation Program of the Black Lion Tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*) in the Carlos Botelho State Park, Paranapiacaba Ecological Continuum**. Relatório Técnico apresentado a The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund, 2015. disponível em: [www.speciesconservation.org/case-studies-projects/black-lion-tamarin/11281](http://www.speciesconservation.org/case-studies-projects/black-lion-tamarin/11281). Acesso realizado em outubro de 2017.

- IM (Instituto Manacá). **Relatório Técnico: Community Structure of Medium and Large Mammals in Mosaic of Fruit Production, Forestry and Remaining Atlantic Forest.** São Miguel Arcanjo, SP. Disponível em: [https://www.rufford.org/projects/pietro\\_scarascia](https://www.rufford.org/projects/pietro_scarascia). Acesso realizado em 25 de março de 2018. Ed. 1, pg. 2, 2016.
- IM (Instituto Manacá). **Relatório Técnico: Estudo Populacional das Antas (*Tapirus terrestris*) no Legado das Águas.** São Miguel Arcanjo, SP. Ed. 1, pg. 50, 2017.
- IUCN (Internation Union for Conservation of Natureza). **Protected Areas.** Disponível em <https://www.iucn.org/theme/protected-areas>. Acesso realizado em novembro de 2017.
- JANSEN, L. J. M.; BAGNOLI, M.; FOCACCI, M. Analysis of Land-cover/use Change Dynamic in Manica Province in Mozambique in a Period of Transition (1990-2004). **Forest Ecology and Management.** Ed. 254, pg. 308 – 326, 2008.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. **Consequencias Genéticas da Fragmentação sobre Populações de Espécies Arbóreas.** Piracicaba-SP: Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, pg. 65 – 70, 1998
- KAMARUZAMAN, J.; HASMADI I, M.; HIDAYAH MA, N. Spectral Separability of Tropical Forest Tree Species using Airborne Hyperspectral Imager. **Journal of Environmental Science & Engineering.** Ed. 3, n. 1, pg. 37 – 41, 2009.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R. R.; DITTRICH, V. A. O. Composição Florística do Sub-Bosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morretes, PR, Brasil. **Floresta.** Ed. 39, n. 2, pg 323 – 334, 2009.
- LANDIS, M. B. **Estimativa Populacional de Muriquis-do-sul (*Brachyteles arachnoides*, Primates, *É. Geoffroyi* 1806) e Avaliação da Caça no Parque Estadual Carlos Botelho, Continuum Ecológico de Paranapiacaba, São Paulo.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema. 2014
- LASCHEFSKI, K. A.; DUTRA, C.; DOULA, D. M. A Legislação Ambiental como foco de Conflitos: Uma Análise a partir das Representações Sociais da Natureza dos Pequenos Agricultores em Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza.** Ed. 24, n. 4, pg. 405 – 418, 2012.

- LAURANCE, W.F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S.G.; VASCONCELOS, H.L.; LOVEJOY, T.E. Rainforest Fragmentation Kills Big Trees. **Nature**. Ed. 404, n. 836, 2000.
- LE SAOUT, S.; HOFFMANN, M.; SHI, Y.; HUGHES, A.; BERNARD, C.; BROOKS, T.M.; BERTZKY, B.; BUTCHART, S.H.M.; STUART, S.N.; BADMAN, T.; RODRIGUES, A.S.L.; Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. **Science**. Ed. 342, n. 6160, pg. 803 – 805, 2013.
- LIMA, G. S.; ALMEIDA, M. P.; RIBEIRO, G. A. **Manejo e Conservação de Áreas Protegidas**. Ed. 1, pg. 160, 2014.
- LIMA, P. C. A. & FRANCO, J. L. A. As RPPNs como Estratégia para a Conservação da Biodiversidade: O Caso da Chapada dos Veadeiros. **Sociedade & Natureza**. n. 26, pg. 113 – 125, 2014.
- MAGALHÃES, I. A. L.; JUNIOR, O. A. C.; SANTOS, A. R. Análise Comparativa entre Técnicas de Sensoriamento Remoto para Mensuração da Vegetação Urbana no Município de Alegre, ES. **Revista Cerrados**. Ed. 15, n. 1, pg. 156 – 177, 2017.
- MAGIOLI, M.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; SETZ, E. Z. F.; PERCEQUILLO, A. R.; RONDON, M. V. S. S.; KUHNEN, V. V.; CANHOTO, M. C. S.; SANTOS, K. E. A.; KANDA, C. K.; FREGONEZI, G. L.; PRADO, H. A.; FERREIRA, M. K.; RIBEIRO, M. C.; VILLELA, P. M. S.; COUTINHO, L. L.; RODRIGUES, M. G. Connectivity Maintain Mammal Assemblages Functional Diversity within Agricultural and Fragmented Landscapes. **European Journal of Wildlife Research**. 2016.
- MAHMOUD, A. G. E.; VIRILLO, C. B.; RIBEIRO, D. B.; ALCANTARA, S. F. **Invasão de *Pinuss elliottii* em um Fragmento de Cerrado em Itirapina – SP**. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – SP, pg. 11, 2003
- MAIA NETO, G. A. **Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Unidade de Conservação de Uso Sustentável? *Jus Navigandi***, Teresina, ano 15, n. 2526, 1 jun. 2010. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/14955>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
- MANIA, L. F. **Composição florística de comunidades epifíticas vasculares em unidades de conservação no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) Ciências Biológicas: Biologia Vegetal – Universidade Estadual Paulista, 2013.
- MANTOVANI, M. **Caracterização de Populações Naturais de Xaxim (*Dicksonia sellowiana* (presl.) Hooker), em Diferentes Condições Edafo-Climáticas no Estado de**

- Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.
- MARIGA, J. T. & RUSCHEINSKY, A. Políticas Públicas decorrentes da mudança no Código Florestal. **Interações**. Ed. 18, n. 3, pg. 83 – 96, 2017.
- MAUÉS, M. M. & OLIVEIRA, P. E. A. M. Consequências da Fragmentação do Habitat na Ecologia Reprodutiva de Espécies Arbóreas em Florestas Tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**. Ed. 14, n. 1, pg. 238 – 250, 2010.
- MCIVER, C. A.; METCALF, J. P.; OLSEN R. C. Spectral LiDAR Analysis for Terrain Classification. **Laser Radar Technology and Applications XXII**. Ed. 10191. 2017.
- MEDEIROS, A. **Como calcular o NDVI no QGIS?** 2017. Disponibilizado em: <http://www.andersonmedeiros.com/qgis-fazer-ndvi/>. Acesso realizado em novembro de 2017.
- MEDEIROS, H. R. & TOREZAN, J. M. Evaluating the Ecological Integrity of Atlantic Forest Remnants by Using Rapid Ecological Assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**. Ed. 185, pg. 4373 – 4382, 2013.
- MELLO, D. S.; MELLO, L. V.; FERREIRA, M. I. P. Nomenclaturas Distintas para Zonas Ambientais com Objetivos Semelhantes: Dificultando a Gestão Participativa de Unidades de Conservação da Natureza no Brasil. **Boletim do Observatório Ambiental Ribeiro Lamago**. Ed. 5, n. 2, pg. 203 – 218, 2011.
- MELO, L. A. C., FARIA, L. C. P., CASTRO, C. **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Aves Gerais**. Ed. 1, pg. 61, 2018.
- MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; THOMSEN, J. B.; DA FONSECA, G. A. B.; OLIVIERI, S. Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. **Conservation Biology**. Ed. 12, n. 3, pg. 516 – 520, 1998.
- MORSELLO, C. **Áreas Protegidas Públicas e Privadas: Seleção e Manejo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. Pg. 344, 2006.
- MURCIA, C. Edge Effects in Fragmented Forest: Implications for Conservation. **Tree**, v. 10, pg. 58 – 62, 1995.

- MURGEL, D. M. **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Renópolis**. Ed. 1, pg. 105, 2017.
- NIE, Y.; KAFATOS, M.; WOOD, K. **Estimating Soil-type Pattern from Supervised and Unsupervised Classification: Case study in Cuprite, Nevada**. Project Report, George Mason University, pg. 28, 2001.
- PACHECO, A. P; FREIRE, N. C. F; BORGES, U. N. Uma Contribuição do Sensoriamento Remoto para Detecção de Áreas Degradadas na Caatinga Brasileira. Instituto de estudos Socioambientais. Goiânia – GO, 2006.
- PAUL, M. Computer Processing of Remotely Sensed Images: An Introduction. **Biddley Limited Publication, UK**. Pg. 352, 1991.
- PAVIOLO, A., C.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; MORATO, J. M. P.; SRBEK-ARAÚJO, A. C.; BEISIEGEL, B. M.; LIMA, F.; SANA, D.; SILVA, M. X.; VELÁZQUEZ, M., C.; CULLEN, L.; CRAWSHAW, JR.; JORGE, M. L. S. P.; GALETTI, P. M.; BITETTI, M., S.; PAULA, R. C.; QUIROGA, V.; NAKANO, E.; PINTO, F. R.; FERNÁNDEZ, S.; COSTA, S.; MORAES JR, E., A.; AZEVEDO, F. A Biodiversity Hotspot Losing its Top Predator: The Challenge of Jaguar Conservation in the Atlantic Forest of South America. **Scientific Reports**, n. 6, pg 1 – 16, 2016.
- PETRINI, M. A.; ARRAES, C. L.; ROCHA, J. V. **Comparação entre Perfis Temporais de NDVI e NDVI Ponderado em Relação ao Uso da Terra**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil. INPE, pg. 0452, 2011.
- PIANCA, C. **A Caça e seus efeitos sobre a Ocorrência de Mamíferos de Médio e Grande Porte em Áreas Preservadas de Mata Atlântica na Serra de Paranapiacaba (SP)**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Agroecossistemas da Universidade de São Paulo, pg. 90, 2004.
- PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S.; BARROS, C. S. Vivendo em um Mundo em Pedços: Efeitos da Fragmentação Florestal sobre Comunidades e Populações Animais. *In*: ROCHA, C. F. D; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. **Biologia da Conservação: Essências**. Pg. 232 – 260, 2006.
- PISCIOTTA, K. **The Paranapiacaba Forest Fragment**. *In*: Censuses of vertebrates in a Brazilian Atlantic rainforest area: the Paranapiacaba fragment. MATEOS, E.; GUIX, J.C.; SERRA, A; PISCIOTTA, K., (Eds.). Universidade de Barcelona, Barcelona. Pg. 217, 2002.



- PIVELLO, V. R. & FREITAS, G. K. A Ameaça das Gramíneas Exóticas à Biodiversidade. O desafio da conservação dos recursos naturais na região. In: **O Desafio da Conservação dos Recursos Naturais da Região**. Editora: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, capítulo 22, parte 5, p.234–248, 2008.
- PONZONI, F. J. Comportamento Espectral da Vegetação. In: MENEZES, P. R. & MADEIRA NETTO, J. S. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais**. Ed. Universidade de Brasília, Embrapa Cerrados. Pg. 157 – 189, 2001.
- PONZONI, J. F. & ALMEIDA, E. S. **A Estimativa do Parâmetro Kappa (K) da Análise Multivariada Discreta no contexto de um SIG**. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador. INPE, pg. 52 – 58, 1996.
- PRENZEL, B. Remote Sensing-based Quantification of Land-cover and Land-use change for Planning. **Progress in Planning**. Ed. 61, pg. 281 – 299, 2004.
- PUREZA, F., PELLIN, A., PÁDUA, C. **Unidades de Conservação**. Ed. Matrix, Ed. 1, 240 pg, 2015.
- QUINTANILLA, J. A. **Erros em Bases Digitais de Dados Espaciais para Uso em Sistemas de Informação Geográfica**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, pg. 236, 1990.
- RAMOS, R. R. D.; LOPES, H. L.; MELO JR., J. C. F.; CANDELAS, A. C. B.; FILHO, J. A. C. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Avaliação de Áreas Degradadas e Potenciais para Unidades de Conservação. In: **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife. pg. 001 - 006. 2010.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da Sucessão Natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**. n. 55, pg 67 – 73, 2007.
- REZENDE, G. C. **Mico-leão-preto: a História de Sucesso na Conservação de uma Espécie Ameaçada**. Matrix. São Paulo. Ed. 1, pg 176, 2014.
- RIBEIRO, J. W.; SANTOS, J. S.; DODONOV, P.; MARTELLO, F.; NIEBUHR, B. B.; RIBEIRO, M. C. LandScape Corridors (LSCORRIDORS): A New Software Package for Modelling Ecological Corridors Based on Landscape Patterns and Species Requirements. **Methods in Ecology and Evolution**. Ed. 8, pg. 1425 – 1432, 2017.

- 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**. Ed. 142, pg. 1141 – 1153, 2009.
- RIBEIRO, M. C.; MUYLAERT, R. L.; DODONOV, P.; CIOCHETI, G.; MAGIOLI, M.; MARTELLO, F.; ROCHA, A.; BORGES, B. D.; CARVALHO, C.; KANDA, C. Z.; RODRIGUES-CASTRO, F. G. Dealing with Fragmentation and Roas Effects in Highly Degraded and Heterogeneous Landscapes. *In*: GHELIER-COSTA, C.; LYRA-JORGE, M. C.; VERDADE, L. M. **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**. Universidade Estadual Paulista, pg 15 – 36, 2016.
- ROSENDO, J. S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando Dados do Sensor MODIS**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, pg. 130, 2005.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *In*: Third ERTS Symposium, **Proceedings**, NASA SP-351, NASA, Washignton, DC, Ed. 1, pg. 309 - 317, 1973.
- SÃO PAULO (Diário Oficial do Estado de São Paulo). **Decreto nº 60.519 de 5 de junho de 2014**: Declara o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) como Patrimônio Ambiental do Estado, cria a Comissão Permanente de Proteção dos Primatas Paulistas – Pró-Primatas Paulistas e dá providências correlatadas. 2014 A.
- SÃO PAULO (Diário Oficial do Estado) **Decreto nº 19.499, de 10 de setembro de 1982**. Cria o Parque Estadual "Carlos Botelho" e dá providências correlatas. 1982.
- SÃO PAULO (Diário Oficial do Estado) **Decreto nº 51.150, de 03 de outubro de 2006**: Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, no âmbito do Estado de São Paulo, institui o Programa Estadual de Apoio às Reservas Particulares do Patrimônio Natural. 2006.
- SÃO PAULO (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO) **Decreto nº 51.453, de 29 de dezembro de 2006**: Cria o Sistema Estadual de Florestas – SIEFLOR. 2006.

SÃO PAULO (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO) **Lei nº 5.208, de 01 julho de 1986**: Autoriza o Poder Executivo a instituir Fundação denominada "Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo". 1986.

SÃO PAULO (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO) **Resolução Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo nº 10 de 31 de janeiro de 2018**: Reconhece a Reserva Particular do Patrimônio Natural de Trápaga. 2018.

SÃO PAULO (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO). **Decreto nº 58.148, de 21 de junho de 2012**: Cria o Parque Estadual Nascentes do Paranapanema, institui o Mosaico de Unidades de Conservação do Paranapiacaba e dá providências correlatas. 2012 A.

SÃO PAULO. **Decreto nº 60.302 de 27 de março de 2014**. Institui o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo – SIGAP e dá providências correlatas. 2014 B.

SÃO PAULO. **Decreto nº 60.521 de 5 de junho de 2014**. Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água, institui a unidade padrão Árvore-Equivalente e dá providências correlatas. 2014 C.

SÃO PAULO. **Decreto nº 62.914 de 2017**. Reorganiza o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água-Programa Nascentes e dá providências correlatas. 2017.

SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISH, G.; YOUNG, B.; KEEL, S.; ROCA R. **Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment**. Washington, Island. Ed. 1, pg. 182, 2000.

SCARASCIA, P. O. **Licenciamento Ambiental de Turismo Sustentável em Reserva Legal, São Miguel Arcanjo, São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação *latu sensu* em MBA em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP, Pg 31, 2016.

SMA/SP (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Resolução SMA nº89 de 2013**. Institui as diretrizes para a execução do Projeto de Pagamento por Serviços Ambientais para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais. 2013

- SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, Ed. 10, n.2, p.137–148, 2007.
- SILVA, K. S. T.; ALMEIDA, A. M.; SILVA, T. S. F. Influência de Determinantes Ambientais na Vegetação da Caatinga. **Sociedade e Território**. Ed. 29, n. 1, pg. 183 – 198, 2017.
- SILVA, W. S. & VIEIRA, V. C. B. **Evolução Multitemporal da Cobertura e Uso do Solo no Município de Uruçuí-PI**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa. 2007.
- SIMÕES, M.; FERRAZ, R.; ALVEZ, A. Integridade Ecosistêmica a partir de dados de Sensoriamento Remoto e Redes Bayesianas. **Revista Brasileira de Cartografia**. Ed. 69, n. 3, pg. 541 – 559, 2017.
- SOBREVILLA, C. & BATH, P. Evaluacion Ecologica Rapida: um manual para usuarios de America Latina y el Caribe. Washington, **The Nature Conservancy**. 1992
- SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G.; FILHO, J. F. P. Cartografia e Diagnóstico Geoambiental Aplicados ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana – MG. **Revista Brasileira de Cartografia**. Ed. 57, n. 3, 2005.
- SOUZA, T. P.; NETO, E. P. S.; SILVEIRA, L. R. S.; FILHO, E. F. S.; SILVA, J. N.; LINHARES, P. C. A.; COELHO, D. C. Avaliação Comparativa entre Receptores de GPS no Levantamento de Dados Topográficos. **Agropecuária Científica no Semiárido**. V. 10, n. 3, pg. 77 – 81, 2014.
- STANLEY, M. A. **Reflexiones metodológicas para la zonificación de AP**. Escuela Latinoamericana de Areas Protegidas. Ed. 1, pg. 44, 2013.
- STAPANIAN, M. A.; WAITE, T. A.; KRZYS, G.; MACK, J. J.; MICACCHION, M. Rapid Assessment Indicator of Wetland Integrity as an Unintended Predictor of Avian Diversity. **Hydrobiologia**. Ed. 520, pg. 119 – 126, 2004
- STEIN, E. D.; FETSCHER, A. E.; CLARK, R. P.; Validation of a Wetland Rapid Assessment Method: Use of EPA's Level 1-2-3 Framework for Method Testing and Refinement. **Wetlands**. Ed. 29, n. 2, pg. 648 – 665, 2009.

- SUTULA, M. A.; STEIN, E. D.; COLLINS, J. N.; FETSCHER, A. E.; CLARK, R. A Practical Guide for the Development of a Wetland Assessment Method: the California Axperience. **Journal of the American Water Resources Association**. Ed. 42, pag. 157–175, 2006.
- SWAIN, P. H. Fundamentals of Pattern Recognition in Remote Sensing. In: **The Remote Sensing: The Quantitative Approach**, Edited by SWAIN, P. H. & DAVIS, S. M., Publicação: McGraw-Hill Book Co., New York, pp. 136 – 187, 1978.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Editora Artmed, São Paulo. 2010
- TURCHETTO, F. & FORTES, F. O. Aporte e Decomposição de Serapilheira em Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Ed.34, n. 80, p. 391 – 397, 2014.
- UDULUTSCH, R. G. **Lenhosas em Duas Formações Florestais do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.
- UNESCO (United Nations Educations, Scientific and Cultural Organization). **World Heritage and Sustainable Development International Conference**. Vila Nova de Foz Coa, Portugal, 2008
- VALENTE, R. O. A. & VETTORAZZI, C. A. Definition of Priority Areas for Forest Conservation through the Ordered Weighted Averaging Method. **Forest Ecology and Management**. Ed. 256, pg. 1408 – 1417, 2008.
- VALENTE, R. O. A. **Análise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pg. 161, 2001.
- VALENTE, R. O. A. **Definição de Áreas Prioritárias para a Conservação e Preservação Florestal por Meio da Abordagem Multicriterial em Ambiente SIG**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Pg. 137, 2005.
- VELASCO, G. D. N.; POLIZEL, J. L.; COLTRI, P. P.; LIMA, A. M. L. P.; FILHO, D. F. S. Aplicação do Índice de Vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) em

Imagens de Alta Resolução no Município de São Paulo e suas Limitações. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Ed. 2, n. 3, pg. 12, 2007.

WIEDMANN, S. M. P. **As Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN – na Lei nº 9.985/2000 que Instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC**. In: BENJAMIN, A. H. (coord.). *Direito Ambiental das Áreas Protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, pg. 190 – 231, 2001.

ZANZARINE, F. V.; PISSARA, T. C. T.; BRANDÃO, F. J. C.; TEIXEIRA, D. D. B. Correlação Espacial do Índice de Vegetação (NDVI) de Imagem Landsat/ETM+ com Atributos do Solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Ed. 7, n. 6, pg. 608 – 614, 2013.