



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUCAS MASTELLINI THEODORO

**DA PAISAGEM RURAL À PAISAGEM URBANA:
QUAIS FATORES AFETAM A COMUNIDADE DE
BORBOLETAS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO
BRASIL?**

Londrina
2025

LUCAS MASTELLINI THEODORO

**DA PAISAGEM RURAL À PAISAGEM URBANA:
QUAIS FATORES AFETAM A COMUNIDADE DE
BORBOLETAS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO
BRASIL?**

Qualificação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Maia Silva Dias.

Londrina
2025

LUCAS MASTELLINI THEODORO

**DA PAISAGEM RURAL À PAISAGEM URBANA:
QUAIS FATORES AFETAM A COMUNIDADE DE
BORBOLETAS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO
BRASIL?**

Qualificação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor/Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Fernando Maia Silva
Dias
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Eduardo Carneiro dos Santos
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Profa. Dra. Flavia Rodrigues Fernandes
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Carlos Eduardo Alvarenga Júlio
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. João Antonio Cyrino Zequi (Suplente)
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 29 de abril de 2025.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a meus pais, que me deram todo o apoio amoroso e psicológico ao longo de toda a minha trajetória acadêmica e tornaram possível a realização dos meus maiores sonhos, inclusive de ser um pesquisador.

Aos coletores e companheiros de laboratório Mateus, Giulia, Laysa, Thays e Leticia, que contribuíram com as coletas. Especialmente agradeço a minha mãe Fátima e a minha namorada Aline que estavam presentes e me ajudaram na maioria das coletas, com dias difíceis com muito sol e chuva, sem elas o meu esforço seria inúmeras vezes maior.

Ao meu orientador Fernando Maia Silva Dias, pela paciência e conselhos ao longo de toda a minha caminhada desde ser o seu primeiro orientado em iniciação científica, tcc e posteriormente ao mestrado, me sinto acolhido e feliz por fazer parte da criação do PANÁ.

Ao laboratório de entomologia sistemática da UEL, liderado pelo professor Carlos Eduardo de Alvarenga, onde vivi experiências que marcaram a minha vida e que ficaram enraizadas para sempre na minha memória.

Aos meus grandes amigos Rafael e Mailson, que além de me ajudarem muito na prova de seleção do mestrado, sempre compartilharam comigo a paixão pela entomologia, seus ensinamentos me formaram como cientista.

Ao meu coorientador Elton, orientador Fernando e meu amigo Mailson que me ajudaram em todas as análises estatísticas, me ensinando e ajudando em todos os impasses do meu estudo.

A Universidade Estadual de Londrina, e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas pelo suporte institucional e pela infraestrutura fornecida para a realização deste estudo. Ao suporte monetário concedido pela CAPES.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

"...look at your feet, before you die..."
— Trecho da
música *La fin du*
rêve, do
documentário
MICROCOSMOS
de 1996 por
Bruno Coulais.

THEODORO, Lucas Mastellini. **Da paisagem rural a paisagem urbana:** quais fatores afetam à comunidade de borboletas em área de Mata Atlântica no Sul do Brasil? 2025. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

As grandes cidades estão cada vez maiores, ocupando mais espaço, com metade da população mundial vivendo em centros urbanos. As áreas verdes que ocupavam os arredores das cidades foram substituídas por lavouras e pastos, tornando a paisagem alterada. Londrina e sua região metropolitana se enquadram nesse panorama de uma cidade grande que possui fragmentos de remanescentes florestais inseridos em matrizes urbanas, periurbanas e rurais, criando um gradiente de paisagem. O estudo pretende analisar a influencia do gradiente sob a comunidade de borboletas dentro dessas áreas selecionadas, três para cada categoria de matriz, para elucidar como a riqueza e abundância desse grupo está estruturado ao longo deste gradiente, considerando variáveis e filtros seletores de paisagem e fragmento que atuam como pressão ambiental.

Palavras-chave: Paisagem; Fragmentação; Urbanização; Lepidoptera.

THEODORO, Lucas Mastellini. **From rural to urban landscape**: what factors affect the butterfly community in an Atlantic Forest area in Southern Brazil? 2025. 42 p. Qualification (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Big cities are getting bigger and taking up more space, with half the world's population living in urban centers. The green areas that used to occupy the outskirts of cities have been replaced by crops and pastures, altering the landscape. Londrina and its metropolitan region fit into this panorama of a large city with fragments of forest remnants inserted into urban, peri-urban and rural matrices, creating a landscape gradient. The study aims to analyze the influence of the landscape on the butterfly community within these selected areas, three for each matrix category, to elucidate how the richness and abundance of this group is structured along this gradient, considering landscape and fragment selector variables and filters that act as environmental pressure.

Key-words: Landscape; Fragmentation; Urbanization; Lepidoptera.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite (Qgis) da paisagem urbana de Londrina e região, abrangente com os municípios de Cambé e Ibiporã.....	15
Figura 2 - Imagens de satélite com sobreposição de polígono que representa a urbanização geral com centroide, incluindo as cidades de Londrina, Cambé e Ibiporã	15
Figura 3 - Representação de polígonos na paisagem, com a urbanização e as áreas de coleta para cada tipo de categoria	19
Figura 4 - Buffers contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em perímetro urbano.....	20
Figura 5 - Buffers contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em áreas periurbanas.....	21
Figura 6 - Buffers contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em áreas rurais.....	22
Figura 7 - Gráfico de Venn. com o número de espécies por categoria de paisagem.....	29
Figura 8 - Curva de rarefação por categoria baseada no número de indivíduos	29
Figura 9 - Curva de rarefação baseada na eficiência (cobertura amostral).....	30
Figura 10 - Curva de rarefação de riqueza com extrapolação até o dobro de cada amostra.....	30
Figura 11 - Distribuição da variável resposta unindo riqueza com as variáveis de paisagem.....	31
Figura 12 - Distribuição normal de densidade de probabilidade com média mean e desvio padrão sd.....	31
Figura 13 - Distribuição gamma de densidade de probabilidade com parâmetros shape e scale.	32
Figura 14 - Matriz de correlação visual. Verificação da colinearidade (correção) entre as variáveis preditoras	33
Figura 15 - Modelo que representa a variável “Gramas – 2000” que obteve o maior peso e relevância em relação a riqueza	34
Figura 16 - Gráficos de resíduos para avaliar a validação dos modelos -	

GLM Grama 2000.....	35
Figura 17 - Curva de distribuição de resíduos – GLM grama 2000m.....	35
Figura 18 - Gráfico NMDS1 para composição	36
Figura 19 - GLM Bosque 500m para o gráfico NMDS1	38
Figura 20 - Curva de distribuição de resíduos – GLM bosque 500m	38
Figura 21 - GLM Lavoura 1500m para o gráfico NMDS1	39
Figura 22 - Curva de distribuição de resíduos – GLM lavoura 1500m	39
Figura 23 - GLM Infraestrutura 1500m NMDS1	40
Figura 24 - Curva de distribuição de resíduos – GLM infraestrutura 1500m.....	40
Figura 25 - GLM Distância entre centroides para o gráfico NMDS1.....	41
Figura 26 - Curva de distribuição de resíduos – GLM Distância entre centroides.....	41
Figura 27 - GLM Água 1000m para o gráfico NMDS2.....	43
Figura 28 - GLM modelo nulo para o gráfico NMDS2.....	44
Figura 29 - GLM Bosque 1000m para o gráfico NMDS2	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Áreas amostrais selecionadas para o estudo	18
Tabela 2 -	Números totais de espécies e espécimes por áreas amostradas.	27
Tabela 3 -	Categorias e seus números de espécies e espécimes coletados.	28
Tabela 4 -	Número total de subfamílias e gêneros presentes na coleta	28
Tabela 5 -	Seleção da melhor escala do buffer e influencia para cada variável de paisagem no quesito riqueza.....	32
Tabela 6 -	Análise VIF de riqueza para as variáveis da paisagem selecionadas anteriormente pelo peso de cada escala do buffer, com $10 <$ de valor.....	33
Tabela 7 -	Análise VIF de riqueza para variáveis do fragmento com $10 <$ de valor (removido “Distancia do centroide em relação ao perímetro urbano por conter VIF maior que 10).	33
Tabela 8 -	GLM de seleção do melhor variável de paisagem em relação a riqueza, considerando $AIC < 2$	34
Tabela 9 -	Seleção da melhor variável de fragmento para influência na riqueza $AIC < 2$	35
Tabela 10 -	Melhores escalas, mas dessa vez para primeiro eixo da NMDS (NMDS1). GLM feito para cada variável de paisagem em cada escala de buffer seleção por AIC e peso para bosque, lavoura, grama, infraestrutura e água	36
Tabela 11 -	Seleção de variáveis por VIF para variáveis do fragmento.....	36
Tabela 12 -	Seleção do melhor modelo final para a escala de paisagem do grupo bosque	37
Tabela 13 -	Melhores modelos para escala da paisagem do grupo infraestrutura	37
Tabela 14 -	Melhores variáveis para do fragmento que influenciam na composição de espécies	37
Tabela 15 -	Seleção das melhores variáveis de paisagem e sua respectiva escala do buffer feita por AIC e peso	42
Tabela 16 -	Correlação entre as variáveis de paisagem com escala de buffer por VIF usando o eixo NMDS2	42

Tabela 17 - Variáveis de fragmento por VIF usando o eixo NMDS2	42
Tabela 18 - Melhores variáveis de paisagem com a escala de buffer considerando AICc e peso no eixo NMDS2	42
Tabela 19 - com das melhores variáveis do fragmento considerando AICc e peso no eixo NMDS2.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Área de estudo	14
3.2	Pontos amostrais	16
3.3	Método de coleta	23
4	ANÁLISE DE DADOS	23
5	RESULTADOS	24
5.1	Análises de riqueza de espécies	29
5.2	Validação dos modelos para riqueza de espécies	35
5.3	Análises de composição de espécies	36
5.4	Validação dos modelos para composição de espécies	38
6	DISCUSSÃO	45
6.1	Implicações para a conservação e planejamento de paisagens	48
7	CONCLUSÃO	49
8	REFERÊNCIAS	50
	ANEXOS	55
	ANEXO 1. Tabela geral de abundância de espécies por localidade	55
	ANEXO 2. Informações e métricas dos locais de coleta	63

1. INTRODUÇÃO

No último século houve exponencialmente a expansão das populações e cidades, juntamente com maior demanda por terras destinadas agropecuária, trazendo adjacente a necessidade de maior produção de comida, sendo essas as principais causas da destruição e fragmentação de habitats tropicais (LAURANCE et al., 2014).

A fragmentação faz com que as áreas naturais sejam modificadas, reduzidas e isoladas uma das outras por uma matriz de habitat (s) diferente do original (WILCOVE et al., 1986). Essa matriz funciona como filtro influenciando a dinâmica espacial das comunidades (SWEANEY et al., 2014).

As cidades se tornaram grandes centros urbanos, atualmente metade de toda população mundial reside neles, com muitas estruturas de concreto e asfalto que cobrem essas superfícies (MOLL et al., 2019). Fenômenos anormais surgem, como as ilhas de calor, acúmulo de poluentes, espécies exóticas e fragmentação do ambiente natural (MCDONNELL.; HAHS, 2015). Estas são mudanças capazes de distribuir e organizar a biota de formas diferentes, facilitando a prevalência de espécies generalistas com maior tolerância a essas variáveis (Magura et al., 2018), e promovendo fatores que homogeneízam os ecossistemas urbanos (MCKINNEY, 2006; SOCOLAR et al., 2016).

Paralelo a isso, estudos sugerem que esses grandes centros urbanos conseguem sustentar uma grande porção da biodiversidade local, até mesmo espécies com certos níveis de ameaça de extinção (ARONSON et al., 2014; IVES et al., 2016) além disso, suas regiões e paisagens adjacentes (rurais e periurbanas) também demonstram um gradiente interessante na manutenção da biodiversidade (URBAN et al., 2006).

Portanto, até paisagens altamente modificadas podem ser importantes na conservação da biodiversidade (RAMÍREZ-RESTREPO et al., 2017), no entanto

atuam como um filtro que separa as espécies mais tolerantes às condições urbanas, com a consequência na perda de abundância e/ou diversidade local (BATES et al., 2011; PIANO et al., 2017).

A preservação desses ambientes contribui de diversas formas, tais como: social, estético, psicológico e educacional (DEARBORN.; KARK, 2010; ROSENZWEIG et al., 2010; SHANAHAN et al., 2015; COX et al., 2018; VAN DEN BOSCH.; MEYER-LINDENBERG, 2019). As borboletas (i.e., Papilionoidea, exceto Hedylidae) são um dos grupos de insetos mais bem estudados, que participa de importantes processos e interações ecológicas (GREENEY et al., 2012; TESAŘOVÁ et al., 2013; TIITSAAR et al., 2013).

Atuam como polinizadoras de uma variedade imensa de plantas, tanto em ecossistemas naturais, quanto em urbanos-rurais (MATTESON.; LANGELLOTTO, 2009; GARRATT et al., 2014; POTTER.; LEBUHN, 2015).

A urbanização é intensa, dessa forma, organismos bioindicadores que acompanhem esse ritmo e forneçam respostas rápidas e precisas são os focos em estudos desse tipo, as borboletas são um bom exemplo de um grupo que adere a esses requisitos (ROUQUETTE et al., 2013; MACGREGOR-FORS et al., 2015; LEE et al., 2015; SING et al., 2016; TAM & BONEBRAKE, 2016).

Londrina, é uma cidade situada no norte do Paraná, contando com uma área territorial de 1.652,569 km² e tem uma população estimada em 580.870 pessoas (IBGE 2021), hoje o pouco que resta de seu ecossistema original são pequenos fragmentos envoltos por matrizes agrícolas e urbanas (REIS et al., 2002), as atividades extrativistas e agropecuárias com influências colonizadoras vindas de Minas Gerais, São Paulo e pela Companhia de Terras Norte do Paraná contribuíram para a formação de uma paisagem com remanescentes florestais desconexos (TOREZAN, 2002) de um território originalmente composto por uma floresta de Mata Atlântica Estacional semidecídua sub-montana (SILVEIRA, 2006).

Associados a fragmentos e resquícios de vegetação urbana ainda existem os fundos de vale, variando entre áreas de remanescentes florestais, capoeiras e vegetação rasteira (MENDONÇA.; BARROS, 2002).

Londrina e região metropolitana apresentam uma paisagem amplamente envolta por matriz, predominantemente rurais e urbanas, existindo um gradiente entre elas, a periurbana.

Estudar esse gradiente e suas influências na diversidade, abundância e composição de borboletas é o foco dentro das variáveis impostas por cada ambiente, como a presença de cursos d'água e tipo de sub-bosque, com a finalidade de criar um modelo que indica como cada categoria imposta atua nessas assembleias.

Portanto, esse projeto se propõe a responder as seguintes questões:

(a) Quais as variáveis nos diferentes fragmentos inseridos em cada categoria de paisagem (e.g. presença de pastos, lavouras, solo impermeabilizado e corpos d'água) que mais influenciam na comunidade das borboletas amostradas? (b) Essas mudanças na comunidade das borboletas amostradas acompanham o gradiente rural - periurbana - urbana?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Testar as variáveis de paisagens (matrizes) que influenciam no gradiente rural-urbano para a comunidade de borboletas em área de Mata Atlântica no Sul do Brasil.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar em quais escalas da paisagem os fatores agem como filtro, podendo ser área impermeabilizada, presença de copos d'água, lavouras e partes verdes (regiões de arborizadas e gramados), afetam a diversidade e composição das borboletas.

Comparar a comunidade de borboletas entre os fragmentos inseridos em matrizes urbanas, periurbanas e rurais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas urbanas, periurbanas e rurais da cidade e região metropolitana de Londrina, considerando as conurbações do perímetro urbano de Cambé e Ibiporã (23°17' 34"Sul, Longitude: 51°10' 24" Oeste), na altitude média de 610m acima do nível do mar, norte do estado do Paraná (Figura 1). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022 (IBGE), a cidade de Londrina conta com uma área de 1.652,569 km² e possui uma população estimada de mais de 580.870 pessoas, Cambé com 495.375 km² e 107.208 pessoas e Ibiporã com uma área de 297.742 km² e uma população residente de 51.603. As áreas periurbanas serão adjacentes as urbanas e as rurais estão situadas fora do perímetro urbano, dentro de um raio máximo de 20km a partir do centro da cidade. A vegetação predominante é de floresta de Mata Atlântica estacional semidecídua submontana (SILVEIRA, 2006) e atualmente representados por fragmentos remanescentes de reservas legais, fundos de vale e outros, variando entre floresta, capoeira e vegetação rasteira (MENDONÇA.; BARROS, 2002), com uma paisagem rural predominantemente envolta por matrizes agrícolas.

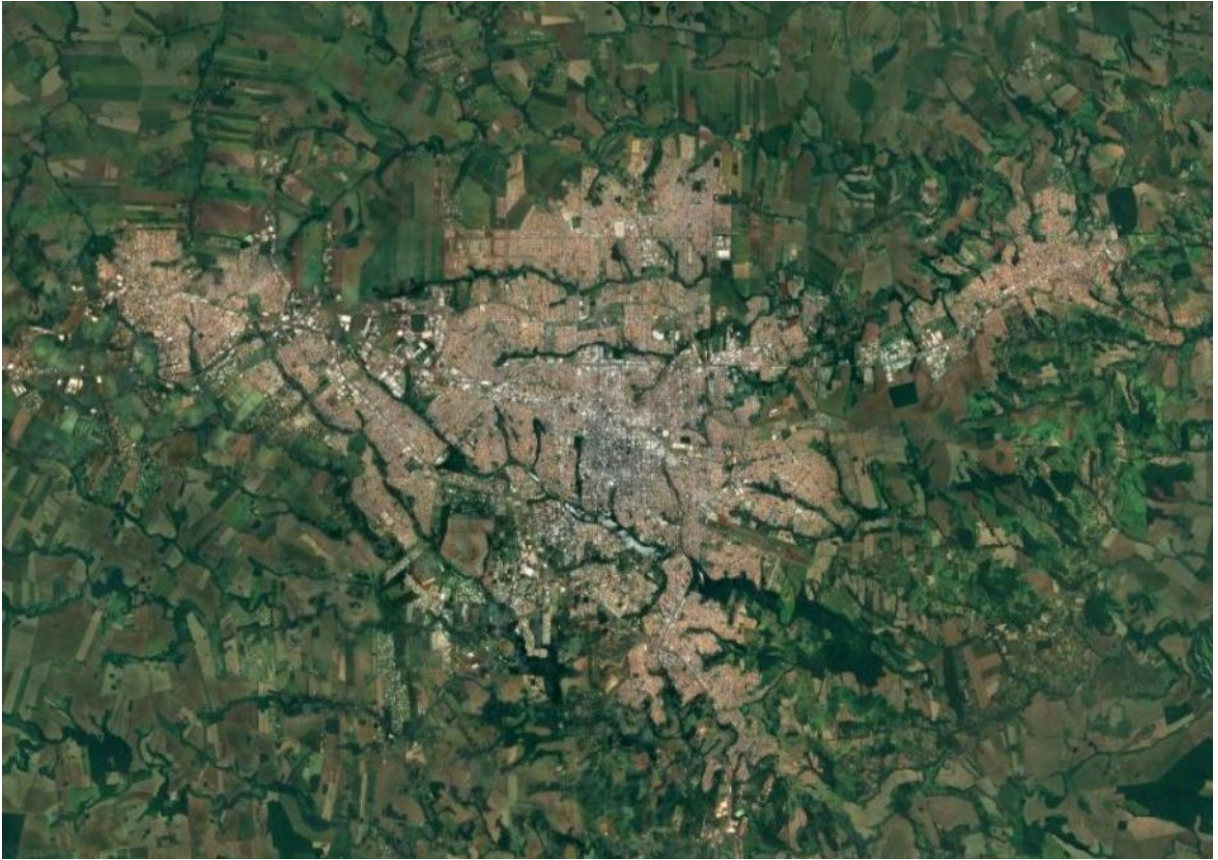


Figura 1. Imagem de satélite (Qgis) da paisagem urbana de Londrina e região, abrangente com os municípios de Cambé e Ibiporã.

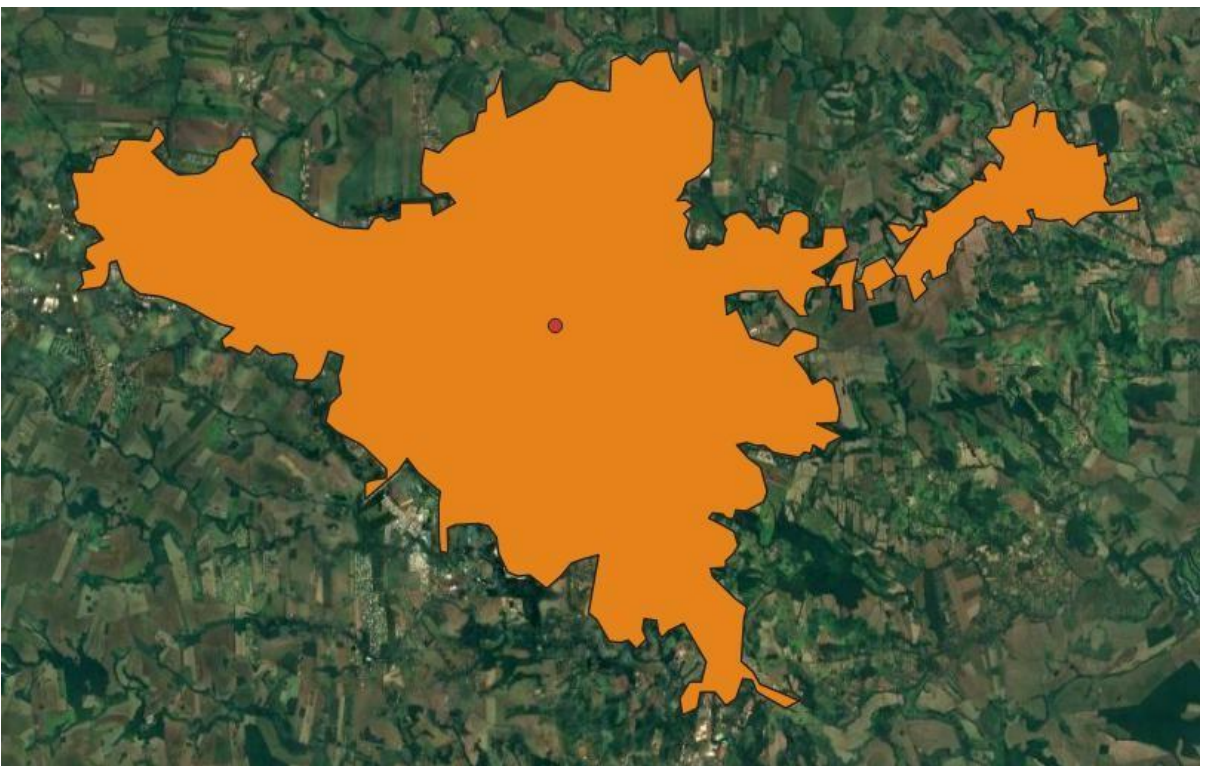


Figura 2. Imagens de satélite com sobreposição de polígono (laranja) que representa a urbanização geral com centroide, incluindo as cidades de Londrina, Cambé e Ibiporã.

3.2 Pontos amostrais

Parques, reservas legais de fazendas e remanescentes de floresta dentro de Londrina e região foram o foco específico deste estudo. Nove pontos amostrais foram selecionados e descritos a seguir conforme o que foi observado durante as coletas, foram divididos em 3 categorias (Tabela 1 e Figura 2). A Tabela 1 indica os tamanhos em hectares (ha) e a categoria dos pontos amostrais.

Urbana (Figura 4) Sua maior característica são as matrizes predominantes por zonas de bairros residenciais e presença de fundos de vale, com alta densidade de calçadas margeando o fragmento e de vias asfaltadas que tem um fluxo alto de automóveis na maior parte do tempo, com grandes construções e indústrias dentro do perímetro, fazendo com que haja uma constata presença de poluição sonora e de ruídos. O dossel desses fragmentos apresenta grandes zonas de espaçamento entre as copas das árvores, com áreas totalmente expostas a luz do sol na maior parte do dia. Em seu sub-bosque, altamente alterado, conta com pouca ou nenhuma presença de vegetação arbustiva e as árvores com maior tamanho sendo de características pioneiras e remanescentes no local, com a visível aparição do solo, sem serrapilheira em alguns pontos, também há muitos resíduos domésticos, como plástico, materiais descartáveis, restos de móveis, fogueiras, materiais metálicos e materiais de construção.

Muitos dos limites entre a área verde e as demais, são também modificadas e caracterizadas pela presença de plantas ornamentais, compondo diversos jardins e pequenas hortas, com flores exóticas que acabam atraindo algumas espécies de borboletas que se alimentam do néctar produzido. Há também a presença de algumas árvores frutíferas, como pés de manga, abacate, goiaba, jaboticaba e jaca que podem acabar atraindo muitas das borboletas frugívoras (Nymphalidae: Charaxinae, Satirinae, Nymphalinae e Biblidinae) a se alimentar das frutas que estão

no solo e que também se alimentam de fezes de animais domésticos avistados soltos nas redondezas, como cães e gatos.

Periurbana (Figura 5) As zonas caracterizadas aqui são as que possuem elementos difundidos e de transição em relação as das zonas urbanas e rurais. Possuem vias asfaltadas e matrizes urbanas, com zonas residenciais em sua área de buffer, porem por se tratar de regiões que estão inseridas no limite da área urbanizada, há grande parte verde, principalmente de lavouras, pastos e chácaras, predominam nessa categoria.

Os fragmentos possuem árvores grandes formando um dossel com algumas árvores emergentes e sub-bosque desenvolvido com plantas arbustivas, exceto por trechos de trilhas e locais de recepção/sede, com grande presença de serrapilheira. Existem elementos antrópicos mais difusos em seu perímetro e são áreas que contam com pouca presença de poluição sonora e luminosa, com trânsito de pessoas e veículos mínimos ou inexistentes em certas partes.

Há presença de algumas partes reflorestadas com plantas e árvores nativas e também jardins de plantas exóticas, formando aglomerados em algumas regiões principalmente no Jardim Botânico, que atraem borboletas e outros insetos. Em relação a presença de cães e gatos, não foram avistados nenhum individuo dentro desses trechos e trilhas do fragmento.

Rural (Figura 6) São as zonas que estão fora do perímetro urbano, compostas no buffer quase que 100% por áreas verdes, desde bosques, plantações, gramados e pastos. As poucas trilhas que tinham nesses fragmentos, são de terra com pouca ou nenhuma passagem de veículos diariamente. As florestas são compostas por uma diversidade grande de árvores nativas de diversas alturas, dossel formado e bem completo com bastante árvores emergentes, o sub-bosque apresenta vegetação arbustiva alta e densa, com difícil passagem por locais sem trilhas, com o solo bastante abundante em serrapilheira.

Apesar de serem zonas consideradas totalmente rurais, ainda há pequenos resquícios e manchas de urbanização em seus buffers, representando chácaras, algumas vias e construções tais como sede de fazendas e barracões.

As margens dos fragmentos estão em contato direto com grandes monoculturas ativas, com grande utilização de agrotóxico e adubos, principalmente quando se trata de locais que são reservas legais.

Não foi encontrado resíduos ou resquícios de lixo nos fragmentos, com exceção de C, onde existe a antiga sede do parque abandonada e alguns plásticos espalhados perto da margem do rio. Nos demais, tudo estava muito preservado e limpo, com pouca ou quase nenhuma poluição sonora durante o dia, também sem presença de plantas exóticas cultivadas ou animais domésticos.

Tabela 1. Áreas amostrais selecionadas para o estudo.

Ponto amostral	Categoria	Área (m ²)	Coordenadas
Córrego Água Fresca	URBANA	199.267	23°19'15"S 51°10'22"W
Mata Daher	URBANA	488.386	23°18'58"S 51°12'18"W
Córrego do Veado	URBANA	100.462	23°16'00"S 51°09'46"W
Jardim Botânico de Londrina	PERIURBANA	463.991	23°21'55"S 51°10'42"W
Parque Estadual de Ibiporã	PERIURBANA	950.844	23°15'23"S 51°01'53"W
Parque Municipal Arthur Thomas	PERIURBANA	1.1130.710	23°20'43"S 51°08'08"W
Reserva Legal Fazenda Colorado	RURAL	4.548.900	23°28'11"S 51°02'45"W
Reserva Legal Fazenda Santa Helena	RURAL	1.169420	23°25'03"S 51°14'10"W
Parque Municipal Dr. Daisaku Ikeda	RURAL	87.279	23°23'12"S 51°04'44"W

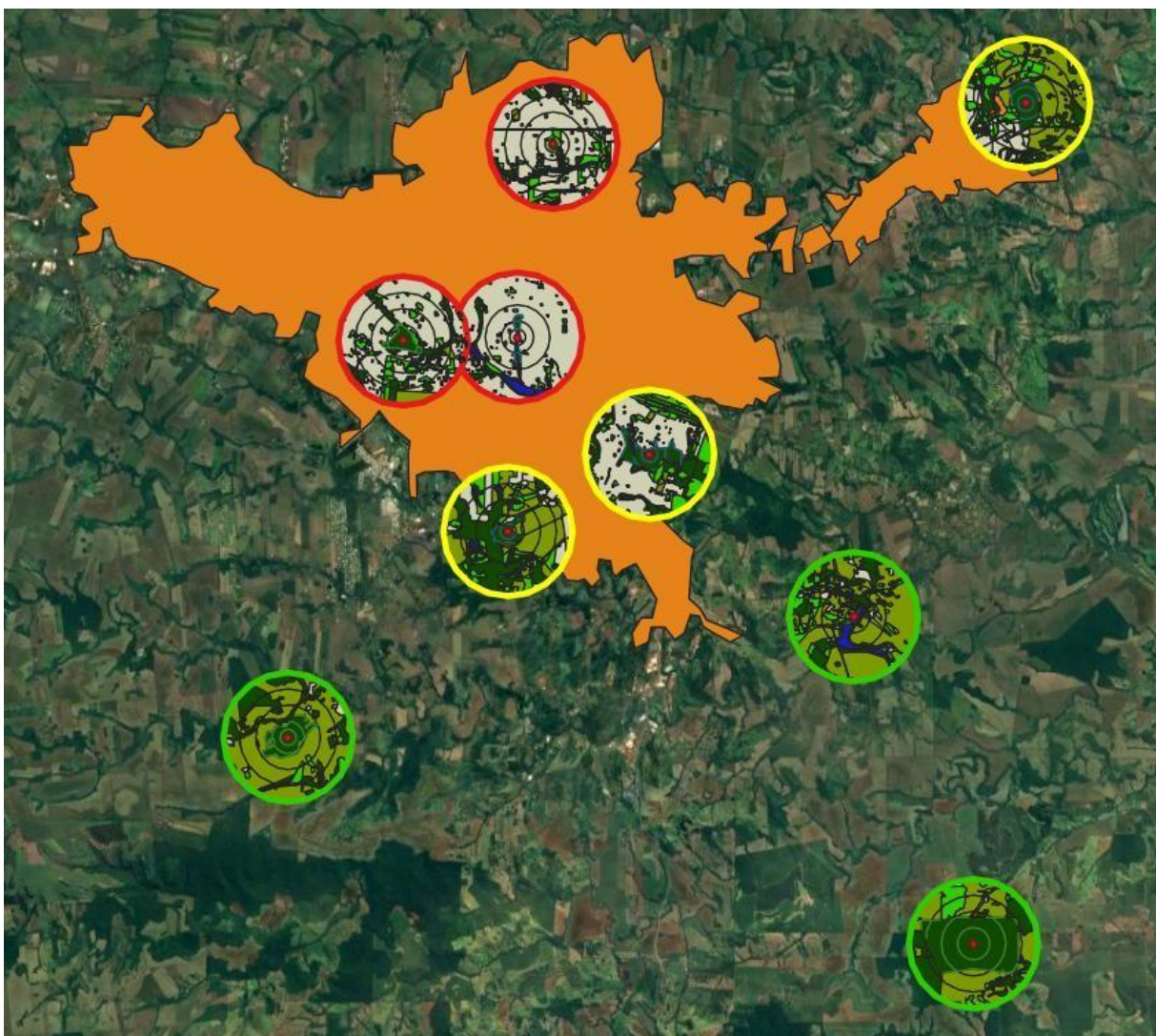


Figura 3. Representação de polígonos na paisagem, com a urbanização e as áreas de coleta para cada tipo de categoria, sendo: Urbana com contornos vermelhos, totalmente inseridos dentro do polígono laranja. Periurbana, buffers das áreas em contorno amarelo, tangentes ao buffer laranja. Por fim, rural, representada por áreas de contorno verde, fora do polígono de urbanização.

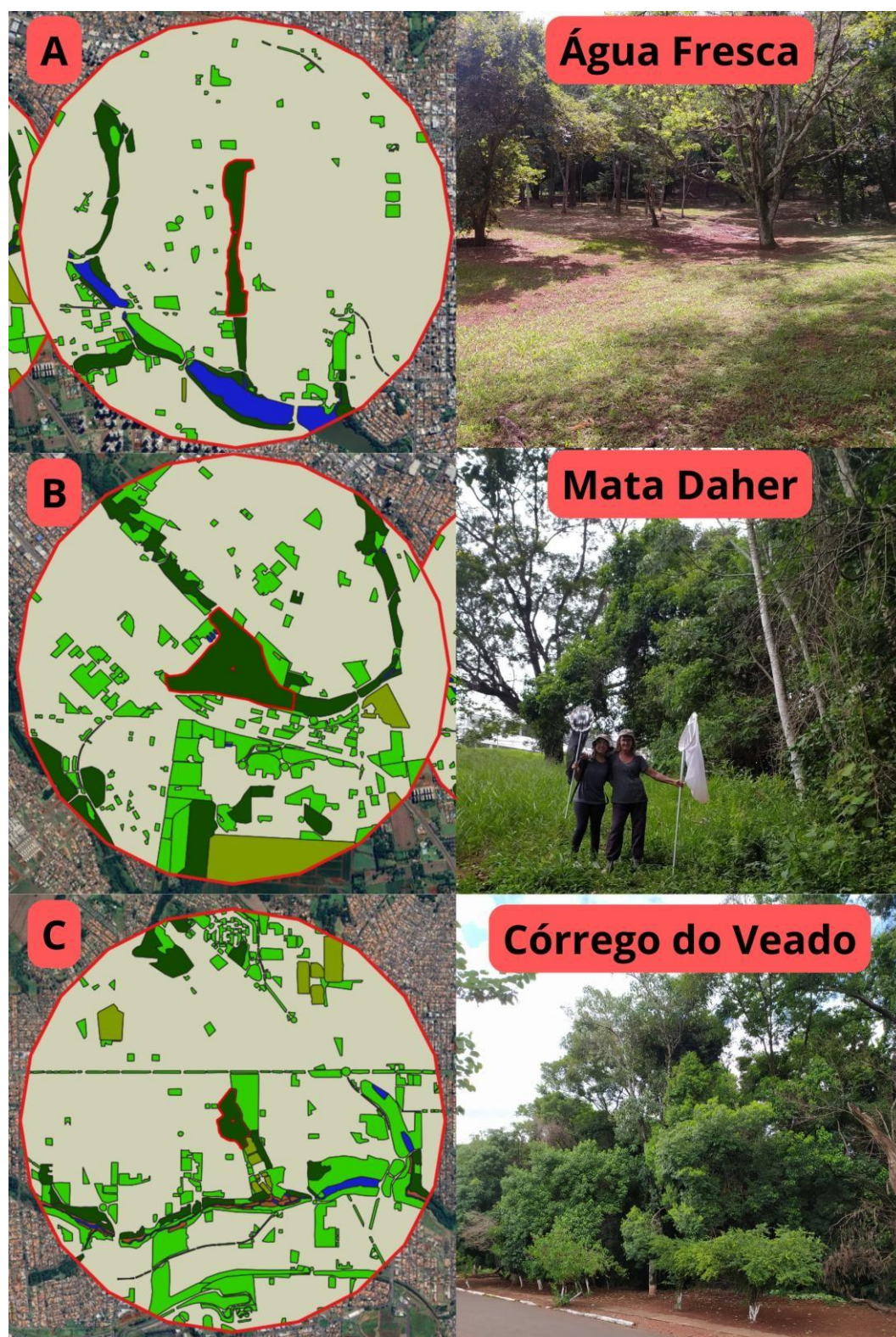


Figura 4. Buffers (vermelhos) contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em perímetro urbano, sendo elas: Água fresca, Mata Daher e Córrego do veado.

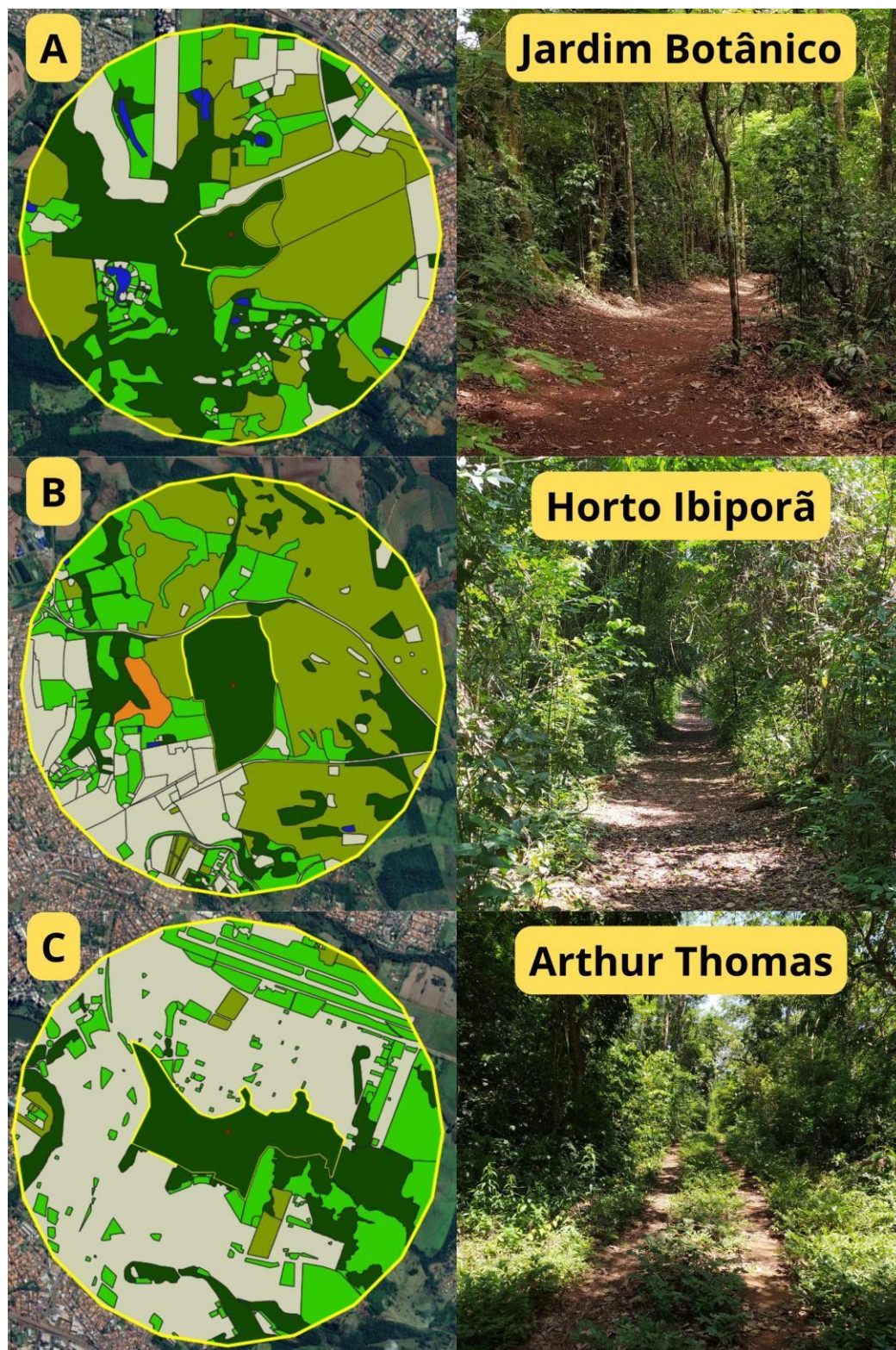


Figura 5. Buffers (amarelos) contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em áreas periurbanas, sendo elas: Jardim Botânico, Horto de Ibiporã e Arthur Thomas.



Figura 6. Buffers (verdes) contendo os polígonos das 3 áreas com centroides em áreas rurais, sendo elas: Fazenda Colorado, Fazenda Santa Helena e Parque Ecológico Dr. Daisaku Ikeda.

3.3 Método de coleta

A amostragem foi feita através de coletas ativas com rede entomológica (puçá para borboletas), em até 7 horas de amostragem por evento de coleta, totalizando 30 horas de coleta por fragmento, das 9h da manhã, até as 16h da tarde, sempre com maior foco as 12h da tarde para, onde o sol está a pino, maximizando o esforço amostral dentro da maior atividade de voo das borboletas. Dois ou mais coletores participaram das amostragens, que seguiram os passos: (a) avistamento; (b) captura; (c) sacrifício (por constrição do tórax); (d) armazenamento em envelopes de papel cartão. Posteriormente, os espécimes coletados foram transferidos para triângulos feitos de papel vegetal. As informações relacionadas a cada espécime estão tabuladas em uma planilha Excel e todo material coletado será depositado na Coleção Entomológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Para a categorização a priori das três categorias analisadas, foi levado em consideração a distância do centroide do fragmento em relação ao centroide da mancha urbana de Londrina (figura 1) e características dos arredores do fragmento (figura 3), de modo a recuperar um gradiente de paisagem. Para comparar a comunidade de borboletas entre os fragmentos inseridos em matriz urbana, periurbana e rural, foram utilizados métodos que avaliam riqueza, abundância e composição de espécies entre essas três categorias. Para análise de paisagem para o gradiente rural-periurbano-urbano que afetam a comunidade de borboletas em área de Mata Atlântica no sul do Brasil foram construídos buffers de 2000m de raio a partir do centroide do fragmento. Dentro desses buffers foram mensuradas as áreas de fragmentos de remanescentes florestais, áreas urbanizadas, lavouras, gramados

e corpos d'água. Também foram selecionadas variáveis contínuas do fragmento que possam influenciar a comunidade de borboletas: 1) área do fragmento em hectares (tabela 1), 2) forma do fragmento, obtido através da fórmula perímetro (m) / área (ha), 3) distância do centroide do fragmento ao centroide da mancha urbana de Londrina (km), 4) As análises foram conduzidas no software R (R Core Team, 2024) e RStudio, versão 2024.12.1.

5. RESULTADOS

Durante o estudo, foram coletadas 220 espécies e 2.884 indivíduos de borboletas, distribuídos entre três categorias de áreas ao longo de um gradiente de paisagem. Em ordem de maior número de indivíduos coletados a sequência fica: Daisaku Ikeda com 434 borboletas coletadas distribuídas em 69; Fazenda Santa Helena com 389 borboletas coletadas distribuídas em 70 espécies; Córrego do veado com 3644 borboletas coletadas distribuídas em 90 espécies; Fazenda Colorado com 360 borboletas coletadas distribuídas em 82 espécies; Horto florestal de Ibiporã com 354 borboletas coletadas distribuídas em 68 espécies; Córrego água fresca com 305 borboletas coletadas distribuídas em 53 espécies; Mata Daher com 295 borboletas coletadas distribuídas em 64 espécies; Parque Arthur Thomas com 243 borboletas coletadas distribuídas em 71 espécies e por fim o Jardim botânico, com 140 borboletas coletadas distribuídas em 59 espécies (tabela 2).

A mesclagem das três categorias criadas (figura 7) reflete que, urbana e rural possui maior número de espécies coletadas, seguida de periurbana. urbana + rural apresentou a maior riqueza de espécies (197), seguido por rural + periurbana (186) e por final urbana + periurbana (178). Urbana somada a rural seleciona o maior número de espécies específicas para cada região por serem paisagens distintas em relação ao gradiente, este que seleciona mais espécies específicas para cada categoria, que somadas, garantem um maior número de espécie que as demais

mesclagens. Família Nymphalidae: destacou-se amplamente como a mais rica e abundante (tabela 3): foram identificadas 86 espécies, representando 39% do total, e 1.604 indivíduos, mais da metade (55,6%) de todos os espécimes coletados.

Família Pieridae apresentou 19 espécies (8,6%) e 647 indivíduos (22,4%). Hesperidae, apesar de contar com 66 espécies (30% da riqueza total), teve apenas 392 indivíduos (13,6%).

Família Lycaenidae foi representada por 27 espécies (12,3%) e 126 indivíduos (4,3%). Riodinidae surgiu com 17 espécies (7,7%) e 97 exemplares (3,3%). Por fim, a Papilionidae foi a família menos representada, com apenas 6 espécies (2,7%) e 18 indivíduos (0,6%).

O diagrama de Venn (figura 7) demonstra que as mesclagens urbana somada a rural seleciona o maior número de espécies específicas para cada região por serem paisagens distintas em relação ao gradiente, este que seleciona mais espécies específicas para cada categoria, que somadas, garantem um maior número de espécie que as demais mesclagens.

Para a riqueza, a curva de rarefação e extrapolação (figura 8) amplia a visão geral das coletas em cada categoria, baseada no número de indivíduos, onde pode se observar uma cobertura menor para a região periurbana, seguido por urbana e rural. A zona periurbana foi a de menor abundância, levando em conta o mesmo o princípio de que a transição abriga a média de espécies das outras duas categorias mais bem definidas no extrato de paisagem. As categorias foram satisfatoriamente amostradas, com uma cobertura amostral suficiente, como demonstra a figura 9.

Para verificar a influência das variáveis da paisagem sobre a riqueza padronizada foi feito a extrapolação da curva de rarefação. Sendo o dobro de cada amostra, utilizando o Jardim botânico como referência, por se tratar da área de menor cobertura amostral de 86,6% (figura 10).

Unindo riqueza e variáveis de paisagem (figura 11) apresenta uma lacuna ausente,

demonstrando a ineficiência na quantificação dos dados pelo esforço amostral realizado tratando de riqueza.

A distribuição normal de densidade de probabilidade com média (mean) e desvio padrão (sd) demonstra as inconsistências ampliadas, em Q-Q plot CDF e P-P plot, onde a linha média apresenta seus pontos próximos, porém uma ausência de pontos no meio da curva CDFs e P-P plot. (figura 12 e 13)

Trabalhando com os modelos das variáveis do fragmento utilizando forma, distância do centroide urbano, distância da borda urbana, área do fragmento e modelo nulo foi verificado a colinearidade das variáveis para posterior seleção e a correlação entre elas por VIF. Pelo critério de seleção, bosque e infraestrutura possuem o VIF elevado se mantidos juntos (43.3 e 36.1), porém, são importantes para a composição, por possuírem uma correlação alta com o NMDS1, pela afinidade foram formados dois grupos de variáveis de paisagem para verificar a importância do bosque e da infraestrutura que de forma separada, originando o grupo bosque (tabela 12 e VIF 6.4) e grupo infraestrutura (tabela 13 e VIF 5.1). O peso e até mesmo o plot do NMDS, indica a matriz urbana (infraestrutura), como o que mais faz a composição de espécies ser diferente do restante.

Os modelos validados de NMDS 1 foram:

Bosque 500m, Lavoura 1500m, Infraestrutura 1500m e Distância entre centroides (figuras 21 a 27), todos estes modelos apresentaram os gráficos de validação de resíduos de forma consistente, com linhas, curvas e pontos coerentes, sem omitir variáveis importantes com linearidade e distribuição normal com valores positivos e/ou próximos de 0.

Os modelos validados de NMDS 2 foram:

Água 1000m, modelo nulo e Bosque 1000m (figuras 28 a 30), todos estes modelos apresentaram os gráficos de validação de resíduos de forma consistente, com linhas, curvas e pontos coerentes, sem omitir variáveis importantes com linearidade

e distribuição normal com valores positivos e/ou próximos de 0.

Dentre todas as unidades amostradas, o Córrego do Veado, situado em área urbana, foi o local com o maior número de espécies registradas (90).

Tabela 2. Números totais de espécies e espécimes por áreas amostradas.

Áreas	Espécies	Espécimes
Córrego Água Fresca	53	305
Mata Daher	64	295
Córrego do Veado	90	364
Jardim Botânico de Londrina	59	140
Parque Estadual de Ibiporã	68	354
Parque Municipal Arthur Thomas	71	243
Reserva Legal Fazenda Colorado	82	360
Reserva Legal Fazenda Santa Helena	70	389
Parque Municipal Dr. Daisaku Ikeda	69	434

Tabela 3. Categorias e seus números de espécies e espécimes coletados.

Categorias	Espécies	Espécimes
Urbana	135	964
Periurbana	128	817
Rural	135	1103

Tabela 4. Número total de subfamílias e gêneros presentes na coleta.

Família	Subfamílias	Gêneros
Nymphalidae	9	56
Pieridae	4	11
Hesperiidae	3	54
Lycaenidae	3	19
Riodinidae	2	13
Papilionidae	1	3

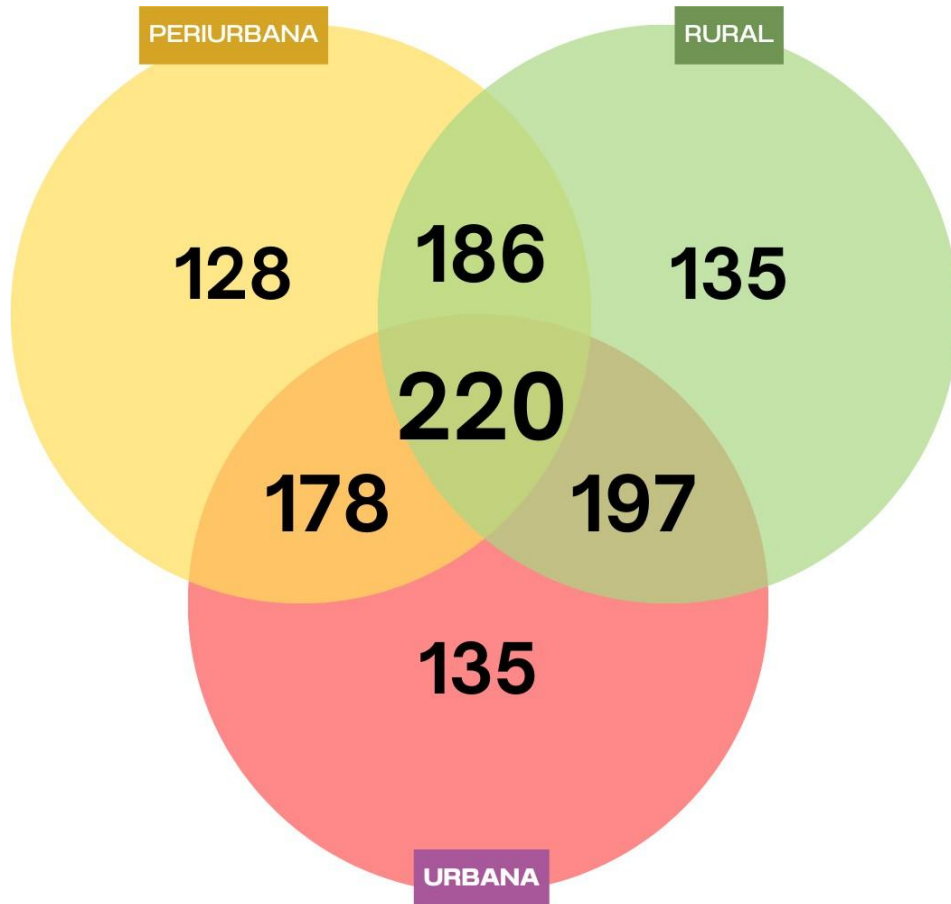


Figura 7. Gráfico de Venn demonstra o número de espécies por categoria de paisagem. A mesclagem das três categorias criadas demonstra que urbana + rural apresentou a maior riqueza de espécies (197), seguido por rural + periurbana (186) e por final urbana + periurbana (178). Análises de riqueza de espécies

5.1 Análises de riqueza de espécies

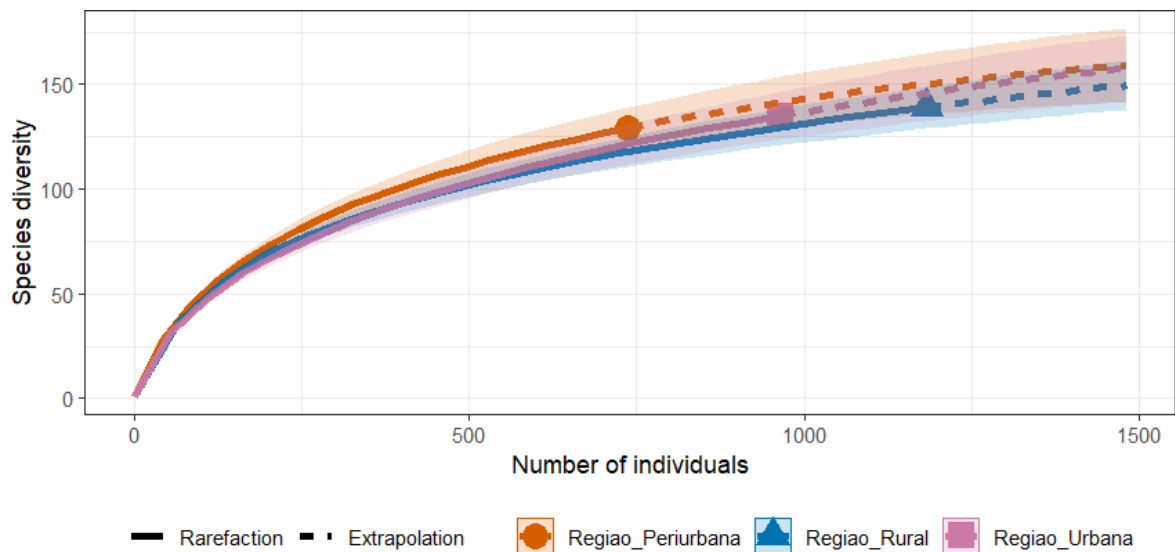


Figura 8. A curva de rarefação e extrapolação para cada categoria.

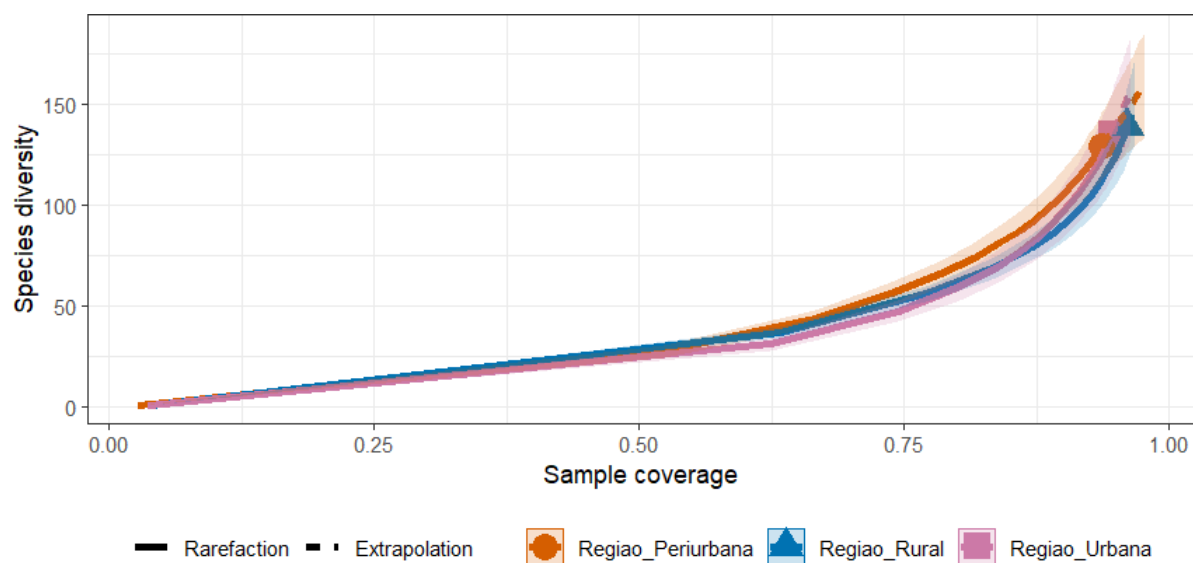


Figura 9. Curva de rarefação baseada na eficiencia (cobertura amostral).

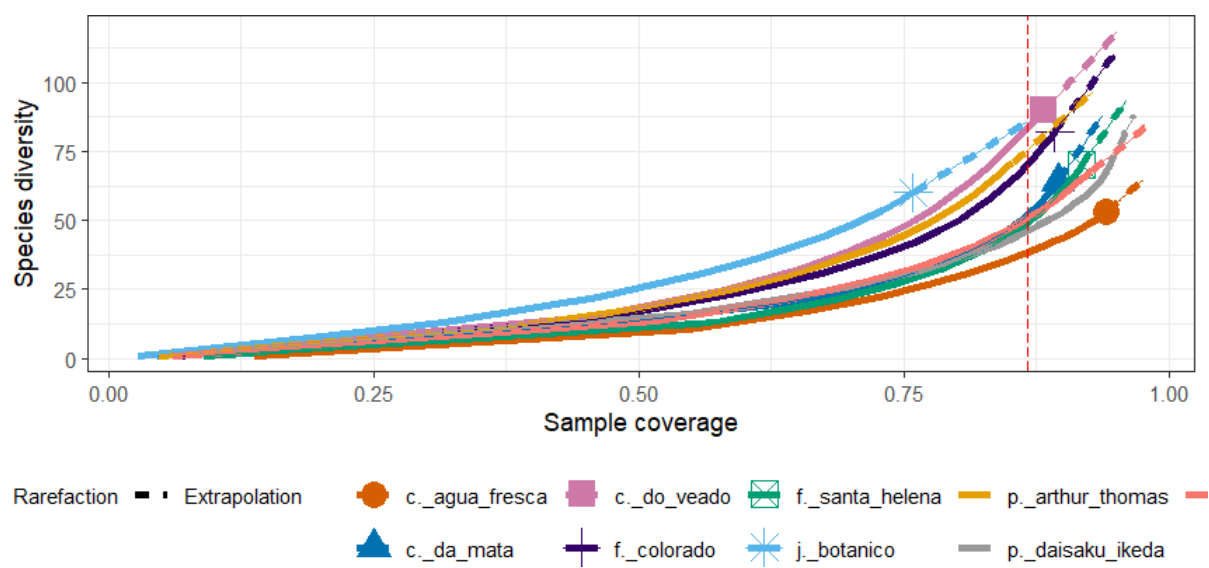


Figura 10. Extrapolação da curva de rarefação, dobro de cada amostra.

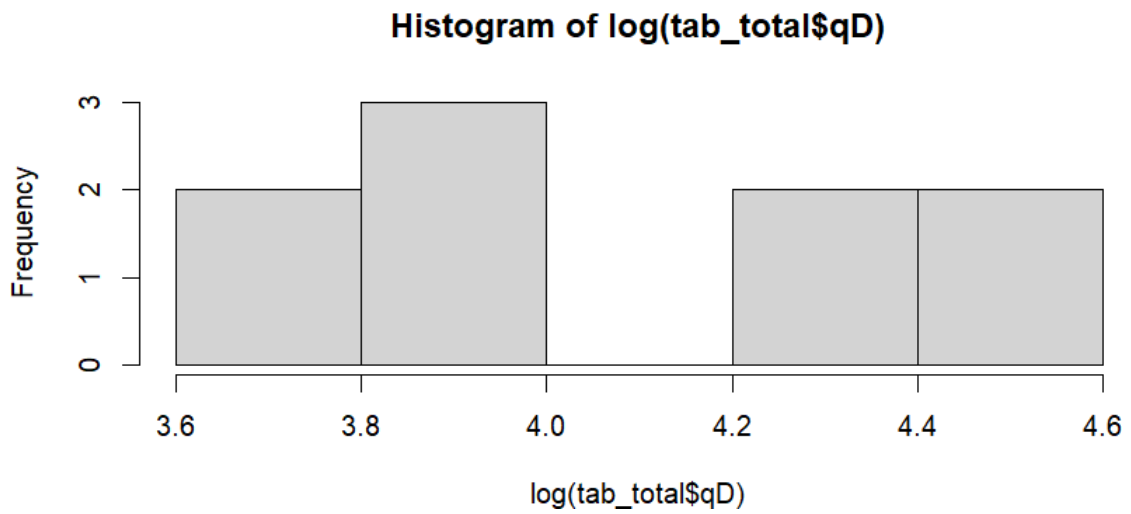


Figura 11. Distribuição da resposta unindo riqueza com as variáveis de paisagem.

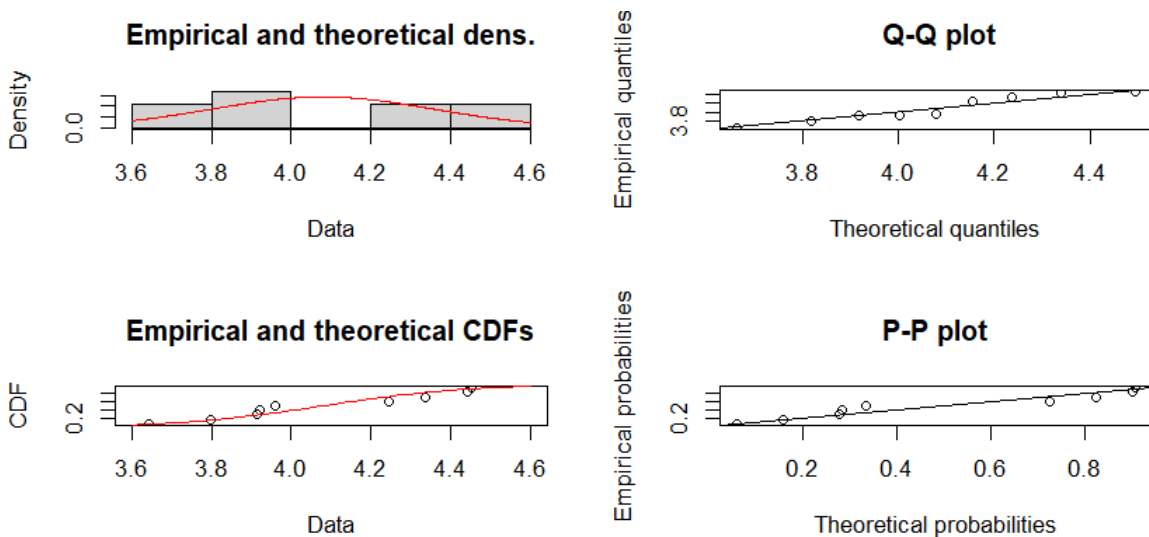


Figura 12. A distribuição normal de densidade de probabilidade com média (mean) e desvio padrão (sd).

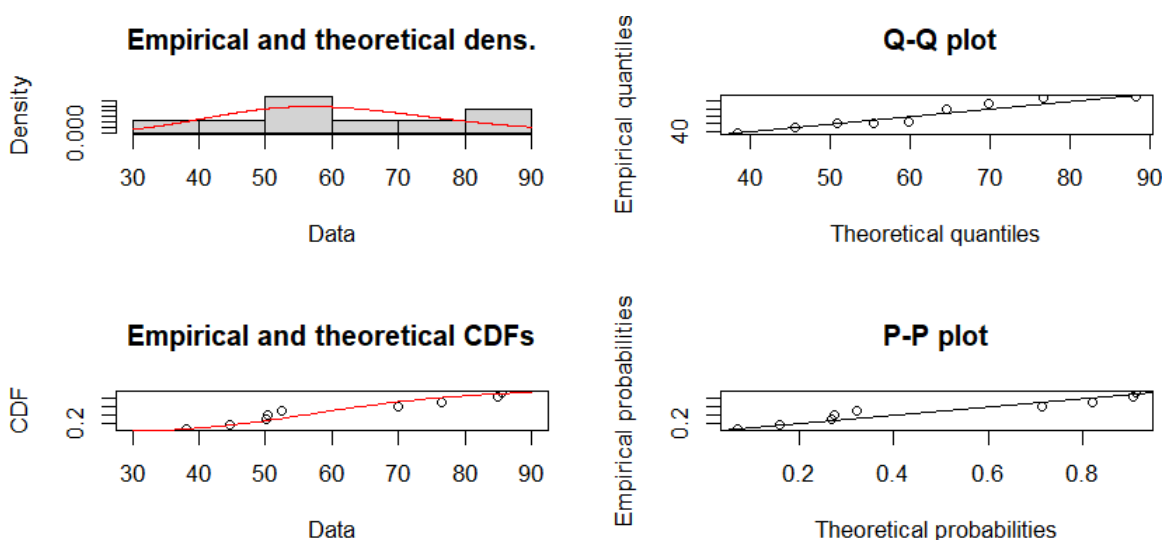


Figura 13. A distribuição normal de densidade de probabilidade com média (mean) e desvio padrão (sd) demonstra as inconsistências ampliadas, em Q-Q plot CDF e P-P plot, onde a linha média apresenta seus pontos próximos, porem uma ausência de pontos no meio da curva CDFs e P-P plot.

Tabela 5. For realizada a seleção da melhor escala do buffer e influência para cada variável de paisagem no quesito riqueza e foram selecionados por maior peso. Para o bosque o buffer que melhor teve influência foi na escala foi 1000 metros, seguido de água com 2000 metros, grama com 2000 metros, infraestrutura com 250 metros e lavoura com 2000 metros.

Variável de paisagem	Escala do buffer	Peso
Bosque	1000	0.246
Água	2000	0.233
Gramma	2000	0.715
Infraestrutura	250	0.317
Lavoura	2000	0.237

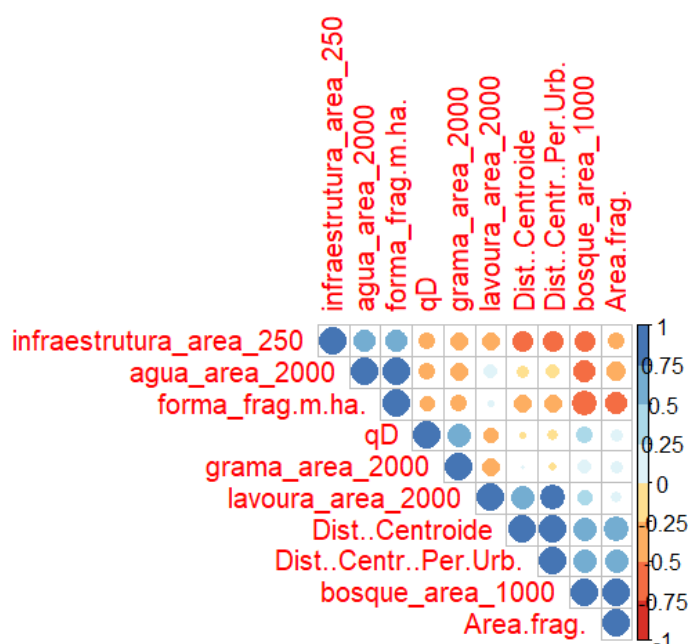


Figura 14. Matriz de correlação visual. Verificação da colinearidade (correção) entre as variáveis preditoras. As que menos tem relação entre si (negativas inversamente proporcionais: azul e positivas diretamente proporcionais: vermelhas) possuem a maior influência quando consideradas separadas.

Tabela 6. A análise por VIF das variáveis do fragmento foi feita para selecionar os melhores preditores para a riqueza e os selecionados foram a forma do fragmento, distância entre centroides e área do fragmento. A distância do centroide dos fragmentos em relação ao perímetro urbano foi excluída, por apresentar um VIF superior a 10.

Variável com escala de buffer	VIF
Bosque - 1000	2.775
Gramma - 2000	4.373
Água - 2000	7.133
Infraestrutura - 250	9.891
Lavoura - 2000	9.188

Tabela 7. Análise VIF de riqueza para variáveis do fragmento com $10 <$ de valor (removido "Distancia do centroide em relação ao perímetro urbano por conter VIF maior que 10).

Variável	VIF
Forma do fragmento	1.751
Distância entre centroides	2.300
Área do fragmento	3.304

Tabela 8. GLM, para selecionar a melhor variável da paisagem em relação a riqueza e a grama em 2000 metros teve o maior deles, seguindo do modelo nulo, assim excluindo as demais variáveis de paisagem de influência na riqueza por conterem AICc maior que 2.

Variável com escala de buffer	dAICc	Peso
Gramma - 2000	0.0	0.472
Modelo nulo	0.8	0.323
Água - 2000	4.2	0.057
Infraestrutura - 250	4.3	0.055
Bosque - 1000	4.6	0.048
Lavoura - 2000	4.7	0.045

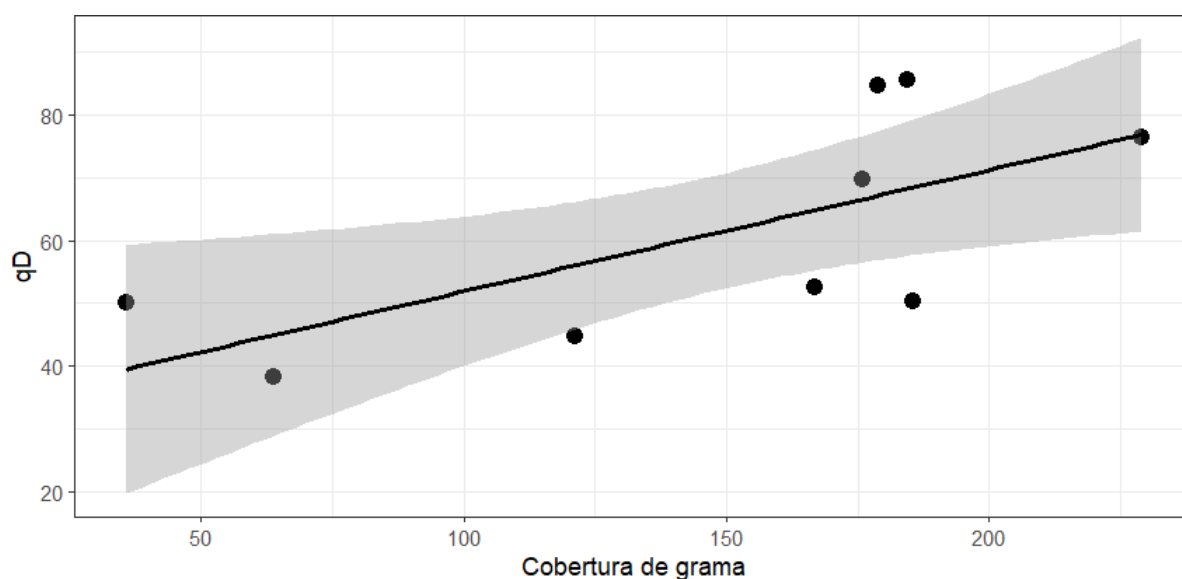


Figura 15. A relação linear formada pela cobertura de “Gramma – 2000” demonstra que regressão linear, a riqueza possui uma distribuição desigual, onde o intervalo de confiança é muito da reta, então mesmo a melhor seleção com maior peso, não foi capaz de ser estatisticamente relevante.

Tabela 9. Seleção da melhor variável de fragmento para influência na riqueza AIC<2, demonstrando o modelo nulo como o melhor modelo, inviabilizando o restante

Variável	AICc	Peso
Modelo nulo	0.0	0.750
Forma do fragmento	0.4	0.103
Área do fragmento	4.5	0.078
Distância entre centroides	4.8	0.069

5.2 Validação dos modelos para riqueza de espécies.

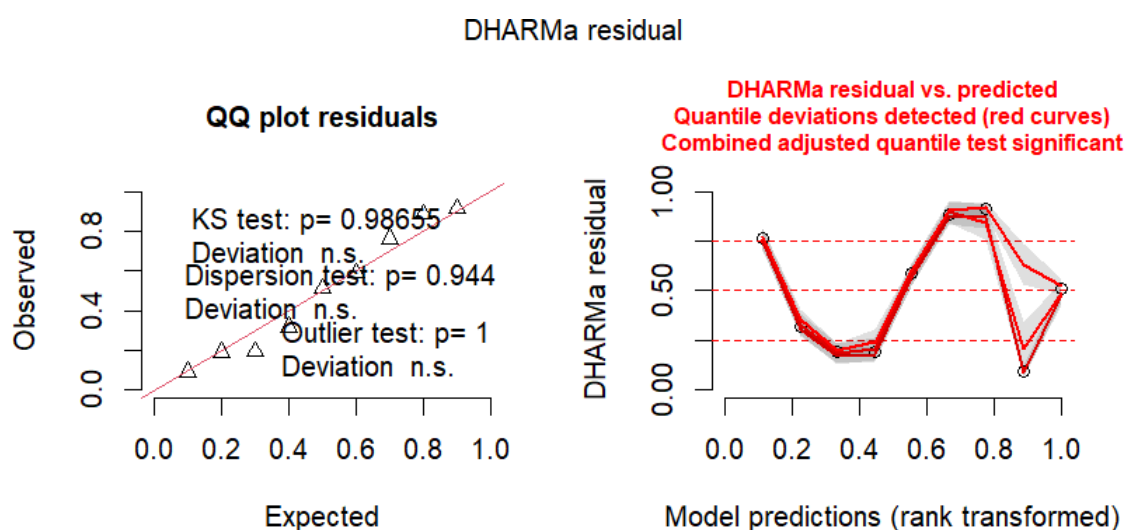


Figura 16. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “grama 2000 metros”. O gráfico QQ plot demonstra novamente os pontos perto da curva não tem um desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Já quando olhamos para os Resíduos DHARMa vs. Preditos que compara os resíduos simulados com os valores previstos pelo modelo, a linha preta sai da faixa vermelha em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta algum tipo de desvio sistemático, ou seja, os resíduos não são totalmente aleatórios em relação às previsões.

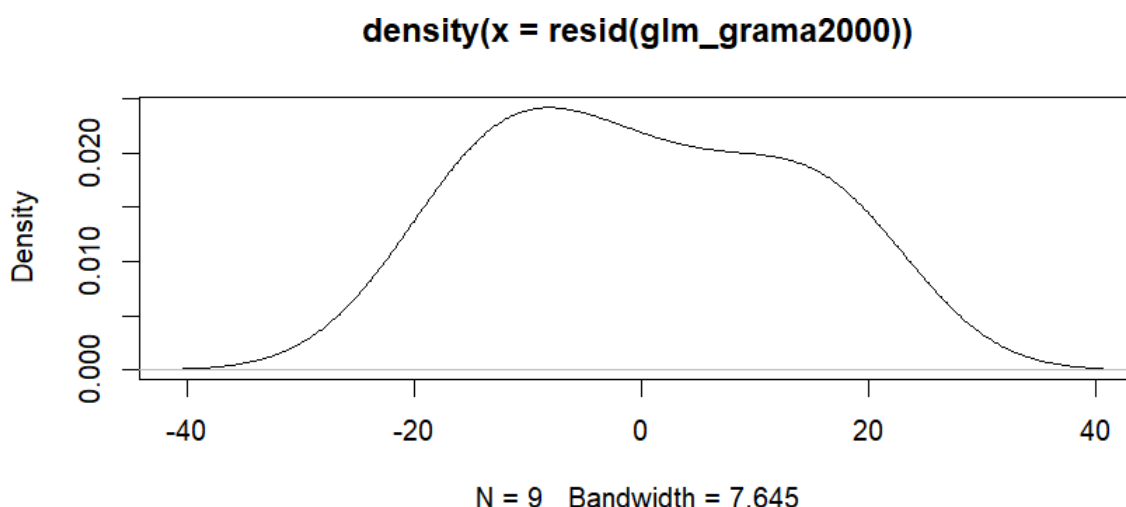


Figura 17. O gráfico da densidade de resíduos para “grama 2000” demonstra que a curva assimétrica com picos desiguais, sendo o maior deles acumulados em valores negativos, implicando que o GLM não está normal.

5.3 Análises de composição de espécies

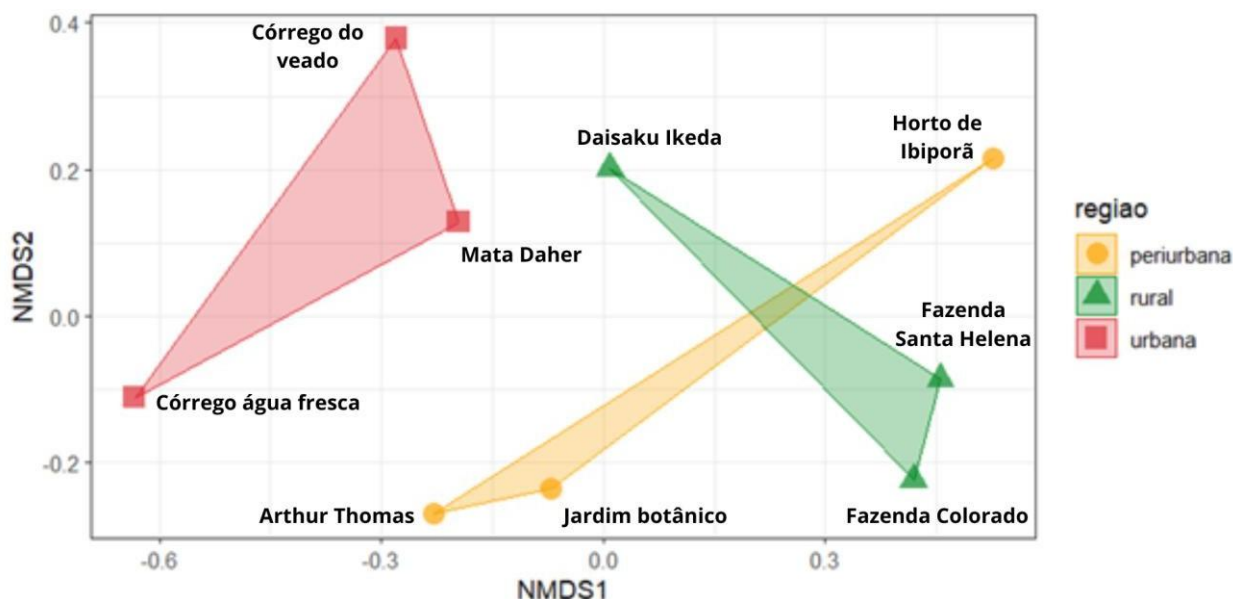


Figura 18. Para as análises de composição de espécies o gráfico NMDS1 demonstra como as áreas se distribuem nas categorias criadas, é observado que a região urbana demonstra ser a mais homogênea e condizente com a categoria criada a priori. Para ambas, periurbana e rural, existem pontos que se sobrepõem, Horto de Ibiporã e Daisaku Ikeda, as demais áreas apresentam similaridade.

Tabela 10. Para determinar se existe diferença na composição de borboletas pelas categorias foram verificados os efeitos destas variáveis ambientais pelos scores do NMDS1 e GLM e seleção por AICc para as melhores escalas com maior peso foram, bosque com 500m do buffer, seguido de grama com 500m, lavoura com 1500m, infraestrutura com 1500m e por último água com 2000m.

Variável	Escala do buffer	Peso
Bosque	500	0.604
Grama	500	0.311
Lavoura	1500	0.588
Infraestrutura	1500	0.260
Água	2000	0.371

Tabela 11. Seleção por VIF para variáveis do fragmento, onde a forma do fragmento tem mais impacto, seguido de distância entre centroides e posteriormente área do fragmento.

Variável	VIF
Forma do fragmento	1.751
Distância entre centroides	2.300
Área do fragmento	3.304

Tabela 12. Grupo bosque, demonstrando que quando separado, possui maior peso e influencia que as demais variáveis de paisagem.

Variável com escala de buffer	AICc	Peso
Bosque - 500	0.0	0.630
Lavoura - 1500	1.7	0.276
Modelo nulo	4.6	0.064
Água - 2000	7.2	0.017
Gramma - 500	7.8	0.013

Tabela 13. Grupo infraestrutura, demonstrando que quando separado, possui maior peso e influencia que as demais variáveis de paisagem.

Variável com escala de buffer	AICc	Peso
Infraestrutura - 1500	0.0	0.839
Lavoura - 1500	3.9	0.197
Modelo nulo	6.8	0.03
Água - 2000	9.4	0.01
Gramma - 500	10	0.00

Tabela 14. A tabela apresenta a distância entre centroides como um possível proxy que melhor se encaixa nas variáveis do fragmente que influenciam na composição das espécies, sendo maior que o modelo nulo em peso, anulando as demais variáveis.

Variáveis	AICc	Peso
Distância entre centroides	0.0	0.970
Modelo nulo	8.4	0.01
Forma do fragmento	9.5	0.00
Área do fragmento	10	0.00

5.4 Validação dos modelos para composição de espécies.

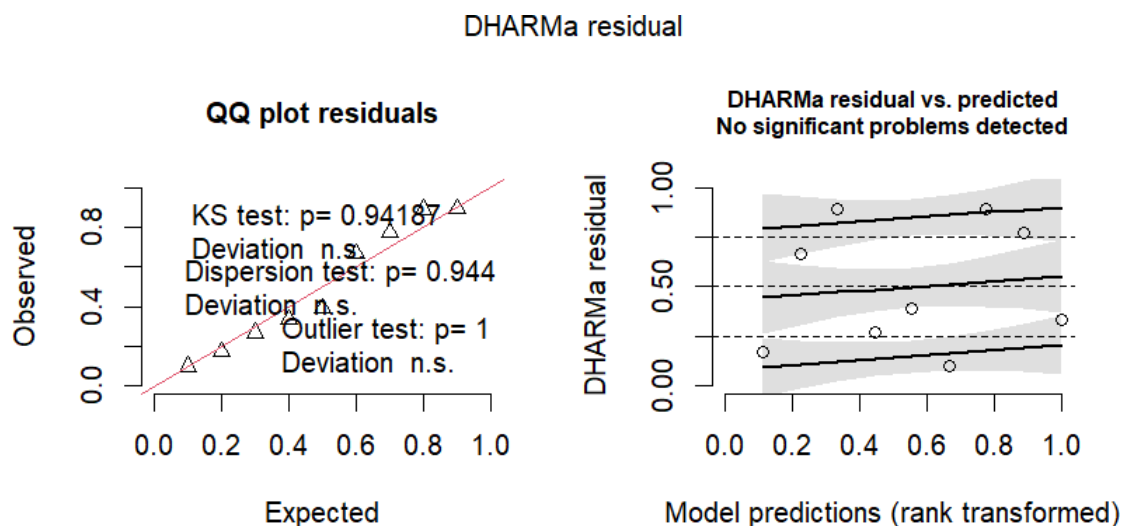


Figura 19. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “bosque 500 metros”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva não tendo um desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos que compara os resíduos simulados com os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

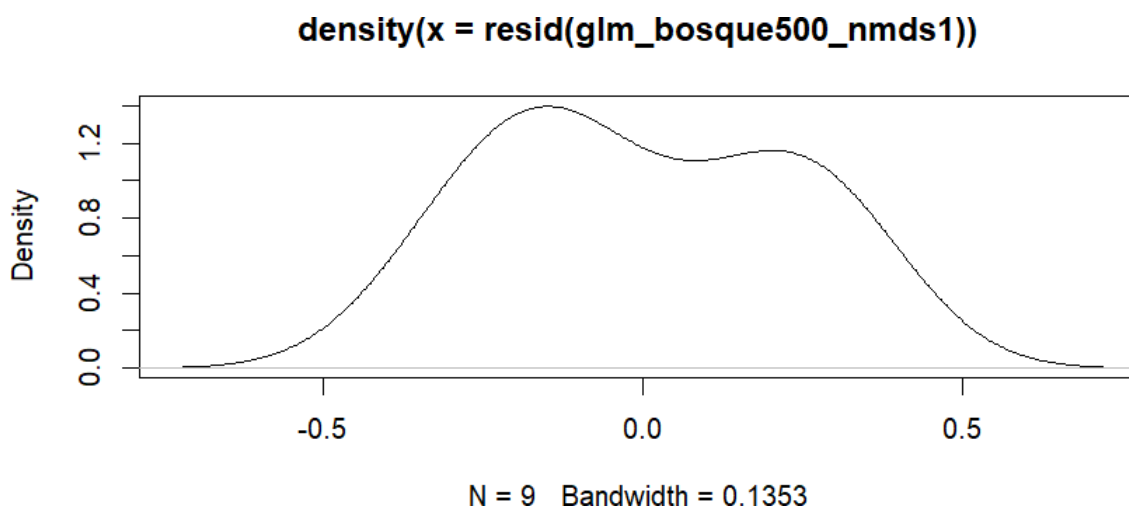


Figura 20. O gráfico da densidade de resíduos para “bosque 500 metros” demonstra que a curva possui picos negativos e positivos, indicando uma melhor distribuição GLM dos resíduos.

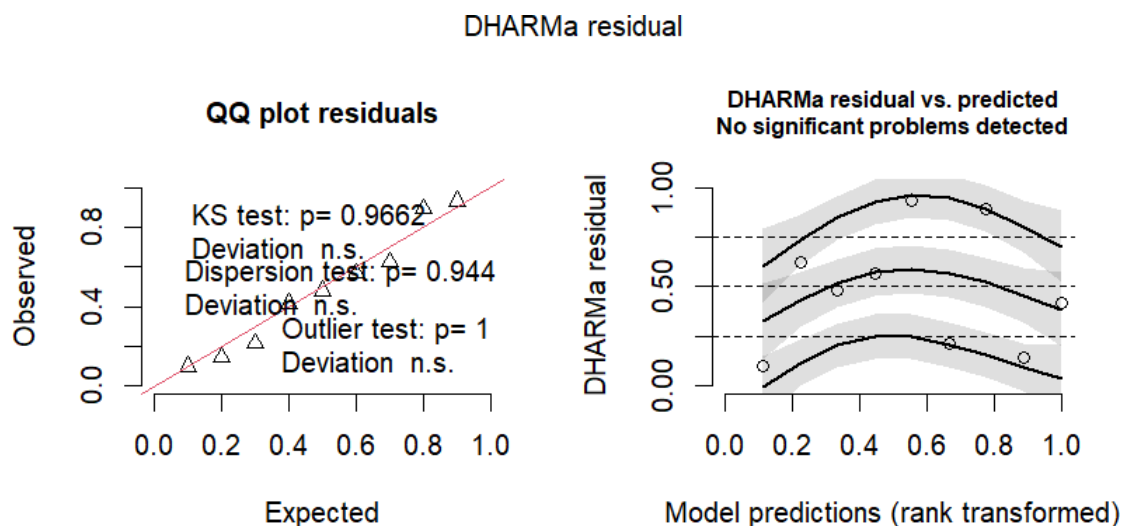


Figura 21. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “lavoura 1500 metros”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

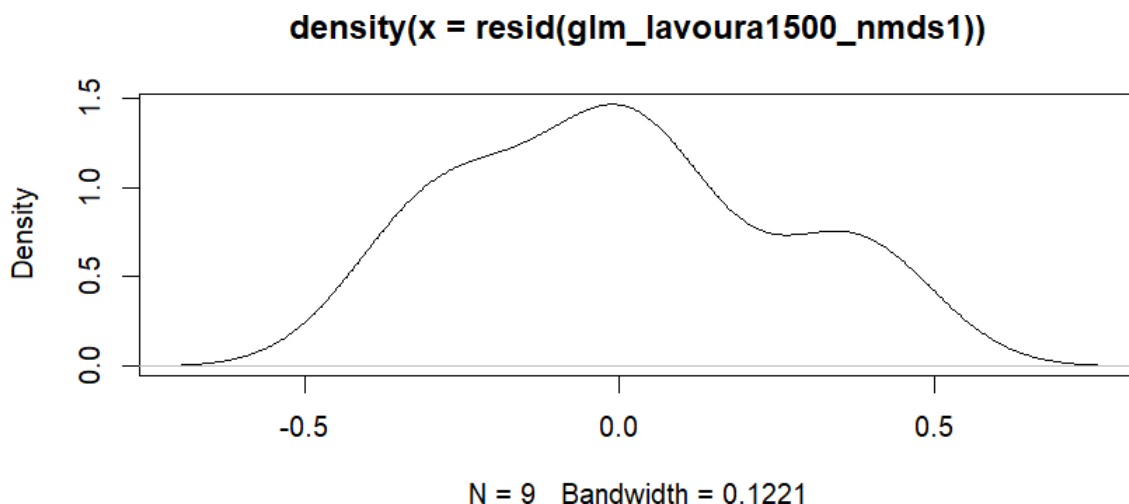


Figura 22. O gráfico da densidade de resíduos para “lavoura 1500 metros” demonstra que a curva possui o maior pico próximo a 0, indicando GLM de resíduos melhor distribuídos.

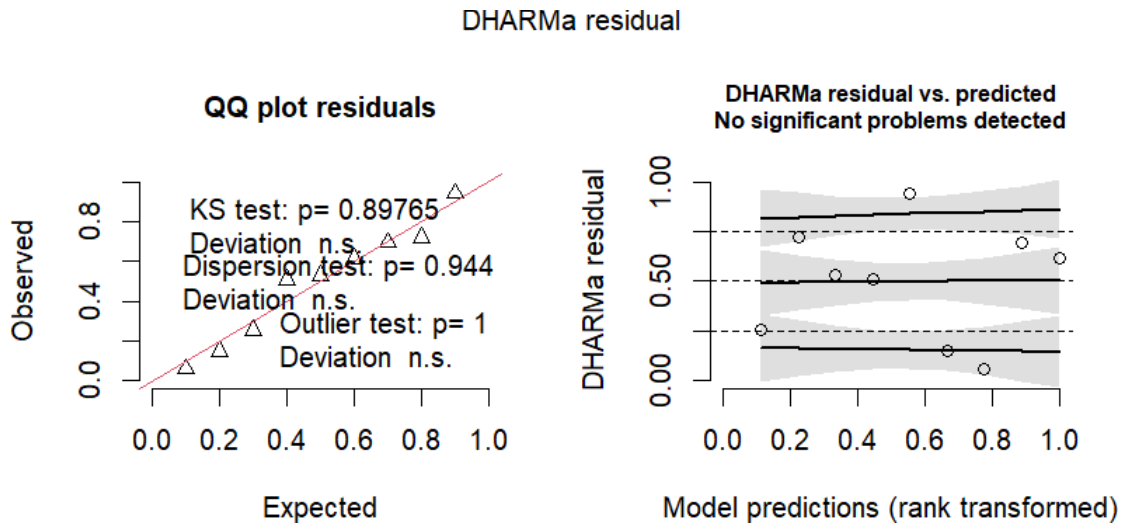


Figura 23. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “infraestrutura 1500 metros”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

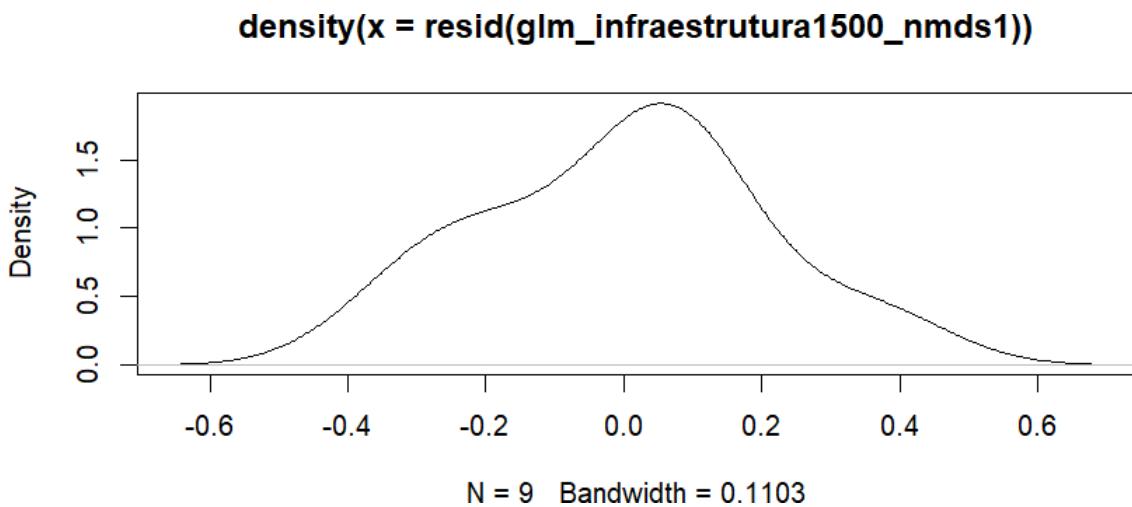


Figura 24. O gráfico da densidade de resíduos para “infraestrutura 1500 metros” demonstra que a curva possui o maior pico próximo a 0, indicando GLM de resíduos melhor distribuídos.

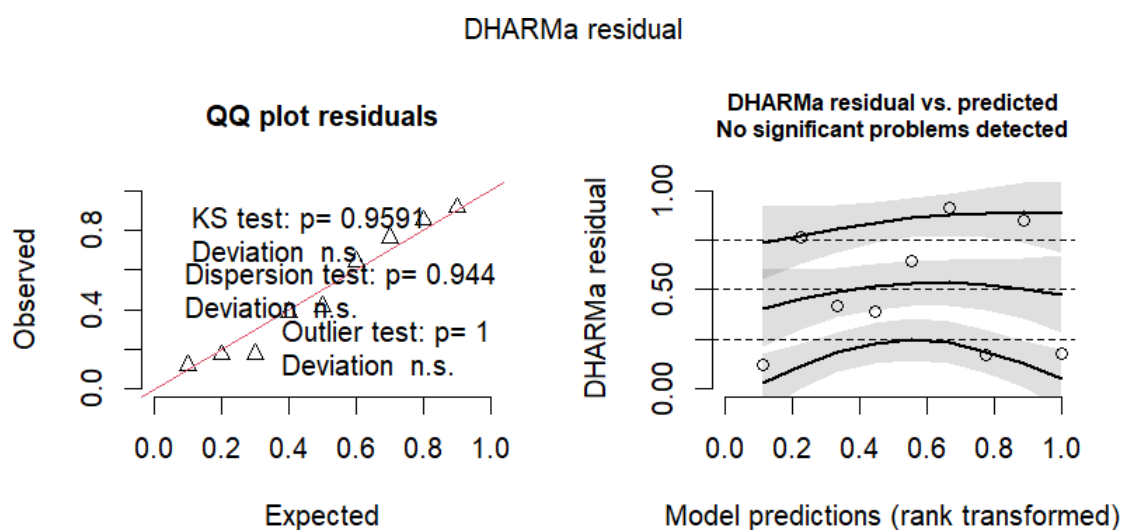


Figura 25. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “Distância entre centroides NMDS 1”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

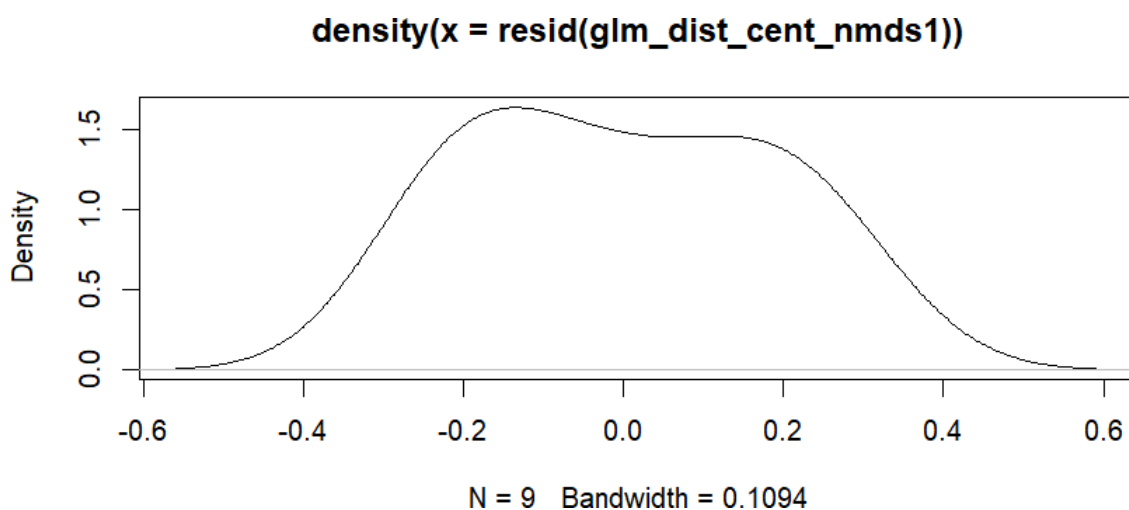


Figura 26. O gráfico da densidade de resíduos para “distância entre centroides” demonstra que a curva é homogênea próxima a 0 sem picos muito distintos, indicando GLM de resíduos melhor distribuídos.

Tabela 15. Seleção para as melhores escalas para o segundo eixo da NMDS2, levando em conta cada variável de paisagem para cada escala de buffer. A seleção por peso e da escala de buffer foi feita, bosque na escala 1000 representa a variável mais influente na paisagem geral.

Variável	Escala do buffer	Peso
Bosque	1000	0.336
Gramma	500	0.317
Lavoura	250	0.229
Infraestrutura	1000	0.241
Água	1000	0.677

Tabela 16. A correlação entre as variáveis de paisagem com escala do buffer por VIF, dentro do valor aceitável, implicando que as variáveis possuem baixa colinearidade.

Variáveis com a escala de buffer	VIF
Bosque - 1000	4.501
Gramma - 500	1.473
Lavoura - 250	1.870
Água - 1000	1.730
Infraestrutura - 1000	4.195

Tabela 17. Correlação entre as variáveis de fragmento por VIF, dentro do valor aceitável, implicando que as variáveis possuem baixa colinearidade.

Variável	VIF
Forma do fragmento	1.751
Distância entre centroides	2.300
Área do fragmento	3.304

Tabela 18. AIC realizado para as melhores escalas para o segundo eixo da NMDS (NMDS2), para cada variável de paisagem e escala de buffer, demonstrado água 200 metros como melhor modelo de paisagem, seguido por modelo nulo, desconsiderando as demais variáveis.

Variáveis com escala do buffer	AICc	Peso
Água - 1000	0.0	0.293
Modelo nulo	0.5	0.233
Bosque - 1000	0.7	0.209
Gramma - 500	0.7	0.208
Infraestrutura - 1000	4.5	0.031
Lavoura - 250	4.8	0.026

Tabela 19. O AICc de variáveis de fragmento obteve o modelo nulo representado como melhor, então as variáveis não se aplicam.

Variável	AICc	Peso
Modelo nulo	0.0	0.621
Área do fragmento	2.6	0.172
Forma do fragmento	2.9	0.148
Distância entre centroides	4.7	0.06

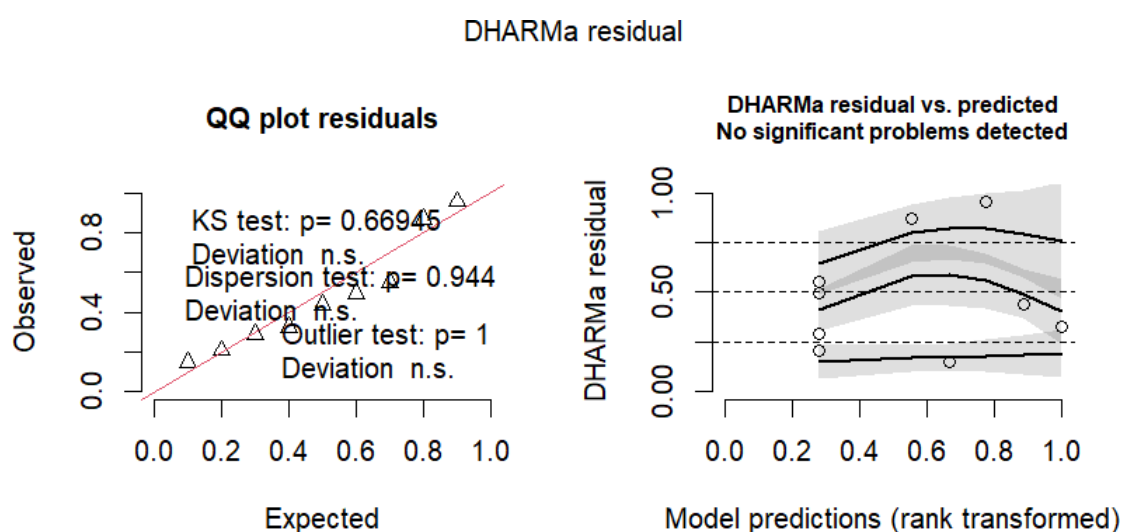


Figura 27. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “GLM Água 1000m NMDS2”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantem nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

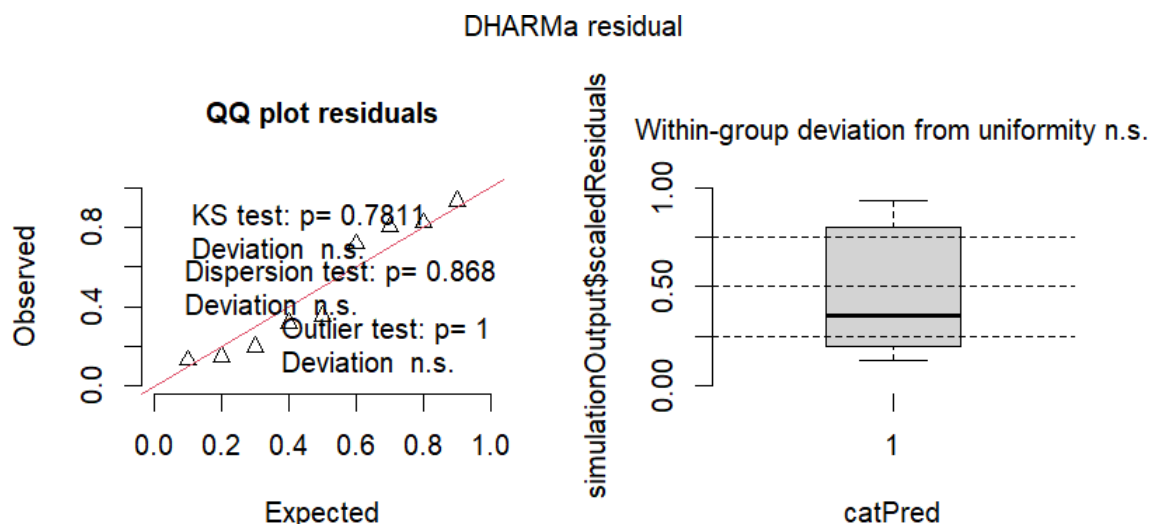


Figura 28. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “GLM modelo nulo NMDS 2”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

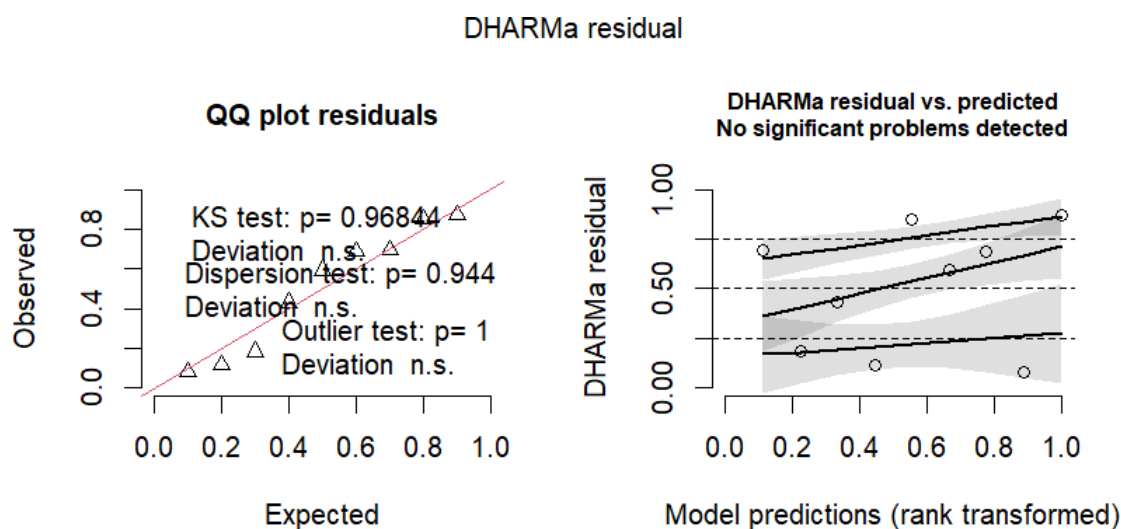


Figura 29. Gráfico de resíduos para determinar e validar os modelos para GML de “GLM Bosque 1000m NMDS 2”. QQ plot demonstra os pontos perto da curva, sem desvio significativo, com resíduos bem distribuídos. Os resíduos DHARMA vs. Preditos conforme os valores previstos pelo modelo, as linhas pretas se mantêm nas faixas em várias regiões, isso indica que o modelo apresenta resíduos aleatórios e satisfatórios.

6. DISCUSSÃO

Nymphalidae é uma das famílias mais adaptáveis a diferentes tipos de ambiente, incluindo os urbanos, devido à sua ampla gama de plantas hospedeiras e à capacidade de adaptação a diferentes composições de flora (SHREEVE et al., 2011). Além disso, as espécies de Nymphalidae frequentemente são encontradas em paisagens que foram modificadas, como jardins urbanos e regiões com áreas de vegetação fragmentada, explicando sua alta abundância nos campos de estudo deste trabalho destacou-se amplamente como a mais rica e abundante (tabela 3): foram identificadas 86 espécies, representando 39% do total, e 1.604 indivíduos, mais da metade (55,6%) de todos os espécimes coletados.

Essa predominância é frequentemente relatada na literatura, já que a Nymphalidae possui grande plasticidade ecológica e ampla distribuição geográfica, o que favorece sua dominância em diversos tipos de habitat (DEVRIES et al., 1997; RIBEIRO.; FREITAS, 2011; MARINI-FILHO et al., 2022).

Pieridae embora com menor riqueza, sua abundância é marcante em áreas abertas e ambientes em transição, como bordas de florestas, o que já foi evidenciado em estudos sobre borboletas em ecossistemas tropicais (BONEBRAKE et al., 2010; VALTONEN et al., 2013). A família tem uma dieta restrita a plantas hospedeiras específicas, principalmente associadas a vegetação de borda e pioneiras rasteiras, o que pode limitar sua distribuição em paisagens urbanas ou modificadas (WILSON et al., 2015). A presença considerável dessa família mostra que, mesmo em áreas urbanas ou semiurbanas, as espécies podem ter encontrado nichos adequados, como jardins ou áreas de vegetação nativa, que associada a fragmentação desses locais, cria-se um ambiente perfeito para que algumas de suas espécies se adaptem. Embora com menor riqueza, sua abundância é marcante em áreas abertas e ambientes em transição, como bordas de florestas, o que já foi evidenciado em estudos sobre borboletas em ecossistemas tropicais (BONEBRAKE et al., 2010;

VALTONEN et al., 2013).

Hesperiidae é caracterizada por um ciclo de vida que frequentemente envolve vegetação herbácea, como gramíneas e plantas rasteiras. A abundância dessas espécies em áreas específicas pode estar relacionada à disponibilidade dessas plantas em ambientes urbanos ou semiurbanos, onde os recursos são diversos (TURLURE et al., 2010). Isso reflete um padrão comum em comunidades de lepidópteros, onde algumas famílias apresentam alta diversidade, mas baixa densidade populacional (LEWIS, 2001). Essas borboletas são geralmente mais discretas e associadas a vegetações mais densas, como sub-bosques (SHUEY, 1997).

As famílias Lycaenidae, Riodinidae e Papilionidae têm uma abundância relativamente menor. As borboletas dessas famílias geralmente dependem de habitats mais específicos e plantas hospedeiras menos comuns. A menor abundância dessas famílias pode refletir a falta de vegetação especializada ou a fragmentação dos habitats urbanos, que pode dificultar a sobrevivência de suas espécies (GARDINER et al., 2012). Mesmo assim, a manutenção e criação de jardins com plantas exóticas podem favorecer a permanência desse tipo de borboleta até mais do que em ambientes predominantemente rurais de vegetação menos modificada.

Lycaenidae Embora pequena em número de indivíduos, contribui significativamente para a diversidade de espécies, principalmente em florestas tropicais mais preservadas (HALL.; HARVEY, 2002). Sua presença é relevante, especialmente em ambientes com grande heterogeneidade estrutural, onde muitas espécies mantêm relações mutualísticas com formigas (PIERCE et al., 2002).

Riodinidae. Mesmo que menos abundante, essa família contribui significativamente para a diversidade de espécies, principalmente em florestas tropicais mais preservadas (HALL & HARVEY, 2002).

Por fim, a Papilionidae. Apesar da baixa abundância, sua presença é valiosa, pois muitas espécies desse grupo são consideradas bioindicadoras, sensíveis a perturbações ambientais (FREITAS et al., 2006).

Eos resultados evidenciam que, mesmo em ambientes urbanizados e com alto grau de degradação ambiental, ainda é possível encontrar fragmentos que funcionam como refúgios ecológicos para a fauna de insetos, como é o caso das borboletas. Essa resiliência pode ser atribuída à capacidade de adaptação de algumas espécies a ambientes antrópicos, especialmente as mais generalistas, que são favorecidas pela heterogeneidade de recursos em paisagens urbanas (CLARK et al., 2007; RAMÍREZ- RESTREPO et al., 2021).

A urbanização atua como um filtro ambiental, favorecendo espécies mais tolerantes a distúrbios e que conseguem explorar uma variedade maior de plantas hospedeiras, muitas vezes exóticas ou ornamentais (SOGA.; GASTON, 2016; MATA et al., 2021). Isso pode explicar o alto número de espécies encontradas no ambiente urbano, onde o platô da curva de acumulação de espécies tende a estabilizar mais rapidamente, refletindo uma composição menos diversificada em termos funcionais, porém dominada por espécies mais abundantes e resilientes.

Em contraste, as áreas rurais, mesmo apresentando menor riqueza em determinadas amostragens, abrigam ambientes ecologicamente mais íntegros, com maior diversidade de micro-habitats e plantas nativas, o que favorece a ocorrência de espécies mais especializadas. No entanto, essa diversidade estrutural também exige um esforço amostral mais intenso para que a curva de rarefação atinja o platô (THOMAS, 2000; NEW, 2014). Nessas áreas, observa-se uma menor densidade populacional, mas com maior diversidade beta, ou seja, uma variação mais significativa na composição de espécies entre os locais (Tabela 4).

Apesar do controle rigoroso no esforço amostral — tanto em tempo quanto em metodologia — foi observada uma variação considerável no número de espécies e

indivíduos entre as áreas, mesmo entre locais pertencentes à mesma categoria (urbana ou rural). Isso sugere que fatores como conectividade da paisagem, tipo de vegetação, presença de recursos florais e hospedeiros, entre outros, podem influenciar significativamente a composição das comunidades de borboletas, reforçando a complexidade das interações entre uso do solo e biodiversidade (COLLADO et al., 2019; MCKINNEY, 2008).

6.1 Implicações para a Conservação e Planejamento de Paisagens

Os resultados obtidos sugerem que, embora ambientes urbanos possam manter uma diversidade relativamente alta de borboletas.

A elevada abundância observada nas famílias Nymphalidae e Pieridae pode refletir uma maior plasticidade ecológica desses grupos, permitindo-lhes adaptar-se mais eficientemente a ambientes antropizados, como áreas urbanas ou zonas de transição, onde predominam plantas exóticas e paisagens modificadas (CLARK et al., 2007; RAMÍREZ-RESTREPO et al., 2021).

Por outro lado, a baixa representatividade de famílias mais especializadas indica uma vulnerabilidade acentuada desses táxons às transformações ambientais urbanas, como a fragmentação do habitat e a perda de espécies vegetais nativas, essenciais para seus ciclos de vida (THOMAS, 2000; New, 2014). Esses dados reforçam a necessidade de adoção de estratégias de conservação específicas, como a criação de corredores ecológicos, restauração de fragmentos vegetais nativos e plantio direcionado de hospedeiras em áreas verdes urbanas, de modo a preservar e promover a resiliência das populações de borboletas mais sensíveis (ALONSO et al., 2018; COLLADO et al., 2019).

7. CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a composição da paisagem é um fator determinante na estruturação das comunidades de borboletas. O gradiente ambiental previamente estabelecido revelou-se pouco eficaz para a categorização das áreas, especialmente aquelas com predomínio de uso urbano. No entanto, considerando a complexidade das matrizes paisagísticas e suas particularidades locais, investigações dessa natureza tendem a produzir resultados mais robustos e representativos quando incluem um maior número de áreas por categoria.

As análises em diferentes escalas também mostraram que a influência da paisagem varia de acordo com a distância entre o centroide do fragmento e as áreas circundantes (buffers), afetando de forma distinta composição das comunidades. Essa variação aponta que as variáveis da paisagem atuam como filtros ecológicos, favorecendo ou restringindo a presença de espécies conforme suas tolerâncias e capacidades adaptativas.

Espécies mais resilientes tendem a persistir mesmo sob condições de elevada pressão antrópica, como o aumento de áreas impermeabilizadas ou a presença de lavouras intensivas, que foram os dois tipos variáveis de maior impacto observado.

8. REFERÊNCIAS

ALONSO, A., et al. "Urban gardens as biodiversity hotspots: A case study on the butterfly community." **Urban Ecology Journal**, v. 35 n.2, p. 125-138, 2018.

ALONSO, L. E. et al. Planejamento ecológico urbano: estratégias para conservação da biodiversidade. **Editora XYZ**. 2018.

ARONSON, Myla FJ et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. **Proceedings of the royal society B: biological sciences**, v. 281, n. 1780, p. 20133330, 2014.

BATES, Adam J. et al. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. **PloS one**, v. 6, n. 8, p. e23459, 2011.

BARTON, K. (2023). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.47.5.

BOLKER, B. (2023). bbmle: Tools for General Maximum Likelihood Estimation. R package version 1.0.25.

BROWN, Keith S.; FREITAS, André Victor L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation**, v. 6, n. 4, p. 217-231, 2002.

CAYUELA, L., & Gotelli, N. J. (2014). rareNMtests: Ecological and Biogeographical Null Model Tests for Comparing Rarefaction Curves. R package version 1.1.

CLARK, Peter J.; REED, J. Michael; CHEW, Frances S. Effects of urbanization on butterfly species richness, guild structure, and rarity. **Urban Ecosystems**, v. 10, p. 321-337, 2007.

COLLADO, M., et al. Enhancing urban green spaces for butterfly conservation: native plants and connectivity are key. **Landscape and Urban Planning**, v. 189, p. 90–98, 2019.

COTARELLI, Vinicius Messas et al. Florística do Parque Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 37, 2008.

COX, Daniel TC et al. The impact of urbanisation on nature dose and the implications for human health. **Landscape and Urban Planning**, v. 179, p. 72-80, 2018.

DEARBORN, Donald C.; KARK, Salit. Motivations for conserving urban biodiversity. **Conservation biology**, v. 24, n. 2, p. 432-440, 2010.

DEVRIES, Philip J.; MURRAY, Debra; LANDE, Russell. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biological journal of the Linnean Society**, v. 62, n. 3, p. 343-364, 1997.

FERRAZ, João Daniel et al. Fauna de peixes dos lagos do Jardim Botânico de Londrina, Paraná, Brasil. **Bol Soc Bras Ictio**, v. 2, n. 122, p. 2017, 2017.

FOLEY, Jonathan A. et al. Global consequences of land use. **science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

FOLEY, Jonathan A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337-342, 2011.

FOX, J., & Weisberg, S. (2019). *An R Companion to Applied Regression* (3rd ed.). Sage Publications

FRESCA, Tânia Maria. A área central de Londrina: uma análise geográfica. **Geografia (Londrina)**, v. 16, n. 2, p. 143-166, 2007.

GARDINER, T. A., et al. "Butterfly populations in urban landscapes: The influence of habitat availability and vegetation diversity." **Journal of Urban Ecology**, v. 16 n. 3, 201-215, 2012.

GARRATT, Michael PD et al. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 184, p. 34-40, 2014.

GAGOLEWSKI, M. (2023). *stringi: Fast and portable character string processing*. R package version 1.8.3.

GREENEY, H. F.; DYER, L. A.; SMILANICH, A. M. Feeding by lepidopteran larvae is dangerous: a review of caterpillars' chemical, physiological, morphological, and behavioral defenses against natural enemies. **Invertebrate Survival Journal**, v. 9, n. 1, p. 7-34, 2012.

HSIEH, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). *iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity*. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456.

IVES, Christopher D. et al. Cities are hotspots for threatened species. **Global Ecology and Biogeography**, v. 25, n. 1, p. 117-126, 2016.

KASSAMBARA, A. (2020). *datarium: Data Bank for Statistical Analysis*. R package version 0.1.7.

KASSAMBARA, A. (2023). *ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots*. R package version 0.6.0.

KLEIBER, C., & Zeileis, A. (2008). *Applied Econometrics with R*. Springer-Verlag.

Oksanen, J., et al. (2022). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.6-6.

LEE, Cheol Min et al. Diversity and density of butterfly communities in urban green areas: an analytical approach using GIS. **Zoological Studies**, v. 54, p. 1-12, 2015.

MACGREGOR-FORS, Ian et al. Multi-taxonomic diversity patterns in a neotropical green city: a rapid biological assessment. **Urban Ecosystems**, v. 18, p. 633-647, 2015.

MAGURA, Tibor; LÖVEI, Gábor L.; TÓTHMÉRÉSZ, Béla. Conversion from environmental filtering to randomness as assembly rule of ground beetle assemblages along an urbanization gradient. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2018.

MATA, Luis et al. Indigenous plants promote insect biodiversity in urban greenspaces. **Ecological Applications**, v. 31, n. 4, p. e02309, 2021.

MATTESON, Kevin C.; LANGELLOTTO, Gail A. Bumble bee abundance in New York City community gardens: implications for urban agriculture. In: Urban Horticulture. **Apple Academic Press**, p. 217-234, 2017.

MCDONNELL, Mark J.; HAHS, Amy K. Adaptation and adaptedness of organisms to urban environments. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 46, p. 261-280, 2015.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological conservation**, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.

MENDONÇA, Luciana Baza; BARROS, Miriam Vizintim Fernandes. Mapeamento da vegetação de fundo de vale da cidade de Londrina-PR, a partir de imagens ETM Landsat 7. **Geografia (Londrina)**, v. 11, n. 1, p. 63-75, 2002.

MOLL, Remington J. et al. What does urbanization actually mean? A framework for urban metrics in wildlife research. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, n. 5, p. 1289-1300, 2019.

NEW, Tim R. Butterfly conservation in south-eastern Australia: progress and prospects. 2010.

ORLANDIN, Elton; CARNEIRO, Eduardo. Classes of protection in urban forest fragments are ineffective in structuring butterfly assemblages: landscape and forest structure are far better predictors. **Urban Ecosystems**, v. 24, n. 5, p. 873-884, 2021.

PÉREZ, J. H. et al. Urban landscape influences the composition of butterflies in public parks and fragments in Southern Brazil. **Community ecology**, v. 20, n. 3, p. 291-300, 2019.

PIANO, Elena et al. Urbanization drives community shifts towards thermophilic and dispersive species at local and landscape scales. **Global Change Biology**, v. 23, n. 7, p. 2554-2564, 2017.

PIANO, Elena et al. Urbanization drives cross-taxon declines in abundance and diversity at multiple spatial scales. **Global Change Biology**, v. 26, n. 3, p. 1196-1211, 2020.

POTTER, Andrew; LEBUHN, Gretchen. Pollination service to urban agriculture in San Francisco, CA. **Urban Ecosystems**, v. 18, p. 885-893, 2015.

RAMÍREZ-RESTREPO, L., et al. Urban environments and butterfly diversity: A review of patterns, drivers and conservation opportunities. **Biological Conservation**, v. 255, p. 109002, 2021.

RAMÍREZ-RESTREPO, Lorena et al. Tales of urban conservation: Eumaeus butterflies and their threatened cycad hostplants. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 2, p. 375-378, 2017.

R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (4th ed.). Springer.

ROUQUETTE, James R. et al. Species turnover and geographic distance in an urban river network. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 11, p. 1429-1439, 2013.

SHANAHAN, Danielle F. et al. The health benefits of urban nature: how much do we need? **BioScience**, v. 65, n. 5, p. 476-485, 2015.

SHIBATTA, Oscar Akio et al. A fauna de vertebrados do campus da Universidade Estadual de Londrina, região norte do estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 30, n. 1, p. 3-26, 2009.

SHREEV, T. G., et al. "The effects of urbanization on butterfly diversity: A review of studies and implications for conservation." **Landscape Ecology**, v. 26 n. 2, p. 243-254, 2011.

SILVA, L. D. et al. Papilionoidea inventory of the Sempre Vivas National Park, Minas Gerais State, southeastern Brazil (Insecta: Lepidoptera). **SHILAP Revista de lepidopterología**, v. 50, n. 198, p. 367-380, 2022.

SILVEIRA, M. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**, p. 19-27, 2006.

SING, Kong-Wah et al. Can butterflies cope with city life? Butterfly diversity in a young megacity in southern China. **Genome**, v. 59, n. 9, p. 751-761, 2016.

SOCOLAR, Jacob B. et al. How should beta-diversity inform biodiversity conservation?. **Trends in ecology & evolution**, v. 31, n. 1, p. 67-80, 2016.

SOGA, Masashi; GASTON, Kevin J. Extinction of experience: the loss of human–nature interactions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 2, p. 94-101, 2016.

SWEANEY, Nici; LINDENMAYER, David B.; DRISCOLL, Don A. Is the matrix important to butterflies in fragmented landscapes?. **Journal of insect conservation**, v. 18, n. 3, p. 283-294, 2014.

TAM, Kin Chung; BONEBRAKE, Timothy C. Butterfly diversity, habitat and vegetation usage in Hong Kong urban parks. **Urban ecosystems**, v. 19, p. 721-733, 2016.

TESAŘOVÁ, Monika et al. European checkerspots (Melitaeini: Lepidoptera, Nymphalidae) are not aposematic—the point of view of great tits (Parus major). **Ecological Entomology**, v. 38, n. 2, p. 155-163, 2013.

THOMAS, Chris D. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. Proceedings of the Royal Society of London. **Series B: Biological Sciences**, v. 267, n. 1439, p. 139-145, 2000.

TIITSAAR, Anu; KAASIK, Ants; TEDER, Tiit. The effects of seasonally variable dragonfly predation on butterfly assemblages. **Ecology**, v. 94, n. 1, p. 200-207, 2013.

TOREZAN, José MD. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. A bacia do rio Tibagi. **Londrina**, p. 103-107, 2002.

TURLURE, C., et al. "The role of green corridors in urban butterfly conservation." **Biological Conservation**, v. 143 n. 7, p. 1593-1600, 2010.

URBAN, Mark C. et al. Stream communities across a rural–urban landscape gradient. **Diversity and distributions**, v. 12, n. 4, p. 337-350, 2006.

VAN DEN BOSCH, Matilda; MEYER-LINDENBERG, Andreas. Environmental exposures and depression: biological mechanisms and epidemiological evidence. **Annual review of public health**, v. 40, p. 239-259, 2019.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.

WILCOVE, David S. et al. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation biology**, v. 6, p. 237-256, 1986.

WILSON, R. J., et al. "Climate change and butterfly populations: Impacts of shifting phenology and habitat loss." **Global Change Biology**, v. 21, n. 7, p. 2900-2910, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Tabela geral de abundância de espécies por localidade.

Contagem de espécies										
Rótulos de Linha	Água fresca	Arthur Thomas	Fazenda Colorado	Mata Daher	Corrego do veado	Horto de Ibiporã	Jardim Botânico	Fazenda Santa Helena	Daisaku Ikeda	Total
<i>Actinote brylla</i>				3						3
<i>Actinote melanisans</i>	2			11				1		14
<i>Actinote pellenea</i>				16						16
<i>Actinote pyrrha</i>				1						1
<i>Adelpha malea</i>				2		2		10		14
<i>Adelpha mythra</i>									1	1
<i>Adelpha thessalia</i>			1			8	1	5		15
<i>Adlerodea modesta</i>				1		1				2
<i>Aeria olena</i>	3		4	1	2	6		19	10	96
<i>Aethilla echina</i>						1				1
<i>Agraulis vanillae</i>						4			1	5
<i>Anartia amathea</i>	1		6	8	33			5		53
<i>Anartia jatrophae</i>	1		2		5	14		1		23
<i>Anatrytone perfida</i>				1						1
<i>Anthoptus epictetus</i>						1				1
<i>Aphrissa statira</i>	1		1	11				4	9	26
<i>Arawacus separata</i>	10		1	1	11	2	2	1	1	47
<i>Archaeoprepona demophon</i>				2						2
<i>Ascia monuste</i>			1		8	43				52
<i>Astraptes anaphus</i>							2			2
<i>Astraptes fulgerator</i>					1		2	1		4
<i>Barbicornis basilis</i>					1			6		7

<i>Battus polydamas</i>					2					2	
<i>Biblis hyperia</i>	1		8				1		13	4	27
<i>Brassolis sophorae</i>	1										1
<i>Brevioleria aelia</i>										5	5
<i>Brevioleria seba</i>								1			1
<i>Callicore hydaspes</i>			3			1			4	6	14
<i>Callicore pygas</i>					1					1	2
<i>Callimormus interpunctata</i>							1				1
<i>Calycopis bellera</i>									1	1	2
<i>Calycopis caulonia</i>				1	2	2	3			1	9
<i>Calycopis janeirica</i>			1		1						2
<i>Carrhenes canescens</i>			1		1						2
<i>Catonephele acontius</i>			1				1		1	2	5
<i>Catonephele numilia</i>			2		1						3
<i>Catoplepia berecynthia</i>	1										1
<i>Cecropterus dorantes</i>			1	1	2		1	1			6
<i>Celaenorrhinus similis</i>			3				2		1		6
<i>Chlosyne lacinia</i>			4	5	9						18
<i>Cobalopsis cocala</i>										1	1
<i>Cobalopsis hazarma</i>			1								1
<i>Cobalopsis nero</i>					2	1				1	4
<i>Cobalus virbius</i>						1					1
<i>Colobura dirce</i>			1		1	1					3
<i>Conga chydaea</i>	3										3
<i>Conga urqua</i>	3		2		1	1					7
<i>Contrastia distigma</i>			1								1
<i>Corticea corticea</i>					1					1	2
<i>Cumbre meridionalis</i>	3		1		3	3	5				15
<i>Cyanophrys acaste</i>					1						1

<i>Cybaeus gisca</i>	4	1	4	7	1	3	1	2	4	27
<i>Cynea bistrigula</i>					1					1
<i>Danaus erippus</i>		1					1			2
<i>Detritivora brasilia</i>		41					3			44
<i>Detritivora tefe</i>							2			2
<i>Diaethria candrena</i>								1		1
<i>Diaethria clymena</i>	1	4	1		8		2	6	22	44
<i>Dicya dicaea</i>		1								1
<i>Dione juno</i>				1	13		1		2	17
<i>Dircenna dero</i>	12	4	1	2	1	9	2	6	24	61
<i>Dismorphia amphione</i>		1		1	1	5			1	9
<i>Dryas iulia</i>			1		1	1	1	2	4	10
<i>Dynamine agacles</i>			1	1			1	1	1	5
<i>Dynamine artemisia</i>	3								3	6
<i>Dynamine athemon</i>							1			1
<i>Dynamine meridionalis</i>			1					1		2
<i>Dynamine postverta</i>	1	2	4	1	1		3			12
<i>Dynamine tithia</i>		4	2		2		1	3		12
<i>Eantis thraso</i>						1			1	2
<i>Ebrietas infanda?</i>								1		1
<i>Ectima thecla</i>			2					4		6
<i>Emesis mandana</i>								1		1
<i>Epiphile hubneri</i>		1	2		1					4
<i>Episcada carcinia</i>				1						1
<i>Episcada hymenaea</i>	2					1		1	10	14
<i>Epityches eupompe</i>	5		1	2					1	9
<i>Eresia lansdorfi</i>			5			1	1	3		10
<i>Eueides aliphera</i>	1	1	2			4		17	5	30
<i>Eueides isabella</i>	12	19	4	26	14	9	3	2	22	111
<i>Euphyes leptosema</i>		1			1					2

58

<i>Euptoieta hegesia</i>				1	7					8
<i>Eurema agave</i>				8					14	22
<i>Eurema albula</i>				10	1				3	14
<i>Eurema deva</i>					3					3
<i>Eurema elathea</i>		1		3					1	5
<i>Euselasia hygenius</i>									1	1
<i>Euselasia marica</i>	1								4	5
<i>Eutyche physcella</i>				1				1		2
<i>Fountainea ryphea</i>			1	1	1	1		1		5
<i>Glutophrissa drusilla</i>			1				6			7
<i>Gorgythion begga</i>			5		3	9		2		19
<i>Haematera pyrame</i>				1			1	3	5	10
<i>Hamadryas amphinome</i>	2				3					5
<i>Hamadryas epinome</i>	1	4	10		5	4	5	17	3	49
<i>Hamadryas februa</i>	5		1		10					16
<i>Hamadryas fornax</i>			2							2
<i>Heliconius erato</i>	8	2	5	4	2	1	3	2	6	33
<i>Heliconius ethilla</i>				2		2	1	4	4	13
<i>Heliopetes alana</i>		1	1	1						3
<i>Heliopetes libra</i>								1		1
<i>Heliopetes ochroleuca</i>	1									1
<i>Heraclides anchisiades</i>					2			1		3
<i>Heraclides astyalus</i>		1								1
<i>Heraclides hectorides</i>						3		5	1	9
<i>Heraclides thoas</i>					2					2
<i>Hermeuptychia fallax</i>				24	13				18	55
<i>Hylephila phyleus</i>	3	6			5		2			16
<i>Hypanartia bella</i>		12	1	2	1		2			18
<i>Hypanartia lethe</i>		4	1	1	2				1	9
<i>Hypothyris euclea</i>	107	2		3	2	21	12	3	88	238

<i>Hypothyris ninonia</i>	4	7					4	2	11	28
<i>Ionotus alector</i>			1			2				3
<i>Ithomia agnosia</i>	20	4				1			1	26
<i>Juditha azan</i>					1					1
<i>Juditha molpe</i>		1	2		1					4
<i>Junonia evarete</i>	4	2		6	1		1		2	16
<i>Leptotes cassius</i>		1		3	2		2			8
<i>Leucochimona icare</i>						2		2	5	9
<i>Marpesia chiron</i>			3						1	4
<i>Marpesia petreus</i>			1			2				3
<i>Mcclungia cymo</i>	5			1		1			24	31
<i>Mechanitis lysimnia</i>	13		1	1	1	8	1	1	7	33
<i>Melanis aegates</i>		1						1	3	5
<i>Melanis marathon</i>	1	2						1		4
<i>Memphis acidalia</i>			1			1		1		3
<i>Memphis appias</i>				1	1					2
<i>Memphis moruus</i>	1		2							3
<i>Methona themisto</i>	5	4	1			2	1	2		15
<i>Ministrymon cruenta</i>		1								1
<i>Morpho helenor</i>		9	6			5	5	13		38
<i>Mylon maimon</i>	2		2		6	19		1	4	34
<i>Myscelia orsis</i>								2		2
<i>Myscelus epimachia</i>			1							1
<i>Naevolus orius</i>						2				2
<i>Nascus broteas</i>			1							1
<i>Nica flavilla</i>			7							7
<i>Notheme erota</i>						2				2
<i>Nyctelius Nyctelius</i>				2						2
<i>Nymphidium lisimon</i>			1							1
<i>Ocaria thales</i>			1					1	1	3

<i>Orses cynisca</i>						1				1
<i>Ortilia dicoma</i>			2							2
<i>Ortilia ithra</i>			15			1	1			17
<i>Ortilia orthia</i>		1	16					2		19
<i>Ostrinotes sophocles</i>		12	1	1	2		1		2	19
<i>Panara soana</i>							1			1
<i>Panoquina lucas</i>			1							1
<i>Panoquina ocola</i>					1					1
<i>Panthiades hebraeus</i>					1					1
<i>Parides agavus</i>							2	1		3
<i>Parides anchises</i>							1			1
<i>Parrhasius orgia</i>					1					1
<i>Parrhasius polibetes</i>		1								1
<i>Paryphthimoides eous</i>	5	14		22	8		13		14	76
<i>Paryphthimoides poltys</i>	1								1	2
<i>Pellicia dimidiata</i>		2								2
<i>Perichares adela</i>						1				1
<i>Perichares seneca</i>					1	4				5
<i>Phanes almoda</i>					2					2
<i>Phoebis argante</i>	3	1	13	3	2	5	1	55		83
<i>Phoebis neocypris</i>		6	3		1	1	6	1	5	23
<i>Phoebis philea</i>	3			1						4
<i>Phoebis sennae</i>						1			1	2
<i>Pieriballia viardi</i>						56				56
<i>Placidina euryanassa</i>		6	1	3	1	18	9	1	5	44
<i>Polites vibex</i>	2	1			4		1			8
<i>Polyctor polyctor</i>			1							1
<i>Polygonus leo</i>						4				4
<i>Pompeius pompeius</i>	3	2			1					6
<i>Praepedaliodes phanias</i>			6		1	7	1	5		20

61

<i>Pseudolycaena marsyas</i>			1	1	2				2	6
<i>Pseudopieris nehemia</i>		1	5	1	2	2	3	8	1	23
<i>Pseudoscada erruca</i>				1				3		4
<i>Psoralis stacara</i>								1		1
<i>Pyrgus orcus</i>	1	2	7	18	21		2	1	1	53
<i>Pyrgus orcynoides</i>					5					5
<i>Pyrisitia leuce</i>	2		81	22	53	11	2	94	1	266
<i>Pyrisitia nise</i>			10	4	1	12	1	10		38
<i>Pyrrhopyge charybdis</i>				1						1
<i>Quadrus cerialis</i>		1				3				4
<i>Quadrus u-lucida</i>				2						2
<i>Quasimellana meridiani</i>							1			1
<i>Rekoa meton</i>					2					2
<i>Rekoa stagira</i>					1					1
<i>Rhabdodryas trite</i>			2	1	1			7		11
<i>Rhetus periander</i>					2	1			3	6
<i>Siproeta epaphus</i>	2		1					1		4
<i>Siproeta stelenes</i>								1		1
<i>Sostrata bifasciata</i>				1		1				2
<i>Staphylus melangon</i>	1	2	2	6	5		1		8	25
<i>Strephonota ambrax</i>				1			1			2
<i>Strymon astiocha</i>					3					3
<i>Strymon cestri</i>							1			1
<i>Strymon eremica</i>					1					1
<i>Strymon eurytulus</i>					4					4
<i>Strymon mulucha</i>		2			1					3
<i>Symbiopsis strenua</i>		1						1		2
<i>Synargis paulistina</i>				1						1
<i>Taygetis laches</i>					1	5		1	15	22
<i>Tegosa claudina</i>		1	17	1	2	1	1	3	3	29

62

<i>Telenassa teletusa</i>			1							1
<i>Temenis laothoe</i>		3	3			2				8
<i>Thereus ortalus</i>								1		1
<i>Theritas hemon</i>	1	1								2
<i>Thyridia psidii</i>					1					1
<i>Tricrista roppai</i>			1							1
<i>Trina geometrina</i>			1						3	4
<i>Urbanus proteus</i>	2	5				1		1	2	11
<i>Urbanus simplicius</i>	14			1	3		5			23
<i>Urbanus teleus</i>	8	2		5	8		2	2	3	30
<i>Vanessa braziliensis</i>		1								1
<i>Vehilius stictomenes</i>		1		6			1			8
<i>Vettius marcus</i>						4			2	6
<i>Vinius pulcherrimus</i>					1					1
<i>Xenophanes tryxus</i>	3								1	4
<i>Zenis jebus</i>		1								1
<i>Zera tetrastigma</i>								1		1
<i>Ziegleria hesperitis</i>				1						1
<i>Zizula cyna</i>		1								1
Total Geral	305	243	360	295	364	354	140	389	434	2884

Anexo 2. Tabela de dados das informações e métricas dos locais de coleta.

Área	Fazenda Santa Helena	Fazenda colorado	Daisaku Ikeda	Horto Ibiporã	Arthur Thomas	Jardim Botânico	Mata Daher	Córrego Veado	Água fresca
Área do fragmento	1.169.420	4.548.900	87.279	950.844	1.130.710	463.991	488.386	100.462	199.267
Forma do fragmento	0,0069	0,0022	0,0245	0,0046	0,007	0,0088	0,008	0,0165	0,0186
Dist. Centroides (m)	14.935	25.025	15.053	17.692	7.014	7.287	2.914	5.129	1.584
Dist. Centr. Per.Urb.	9.080	14.519	7.048	9.010	-447	15	-2.280	-2.322	-4.628
Área total de bosque	3.638.620	6.647.450	2.059.449	2.524.234	2.512.120	3.652.711	1.453.198	508.146	717.441
Área total de grama	356.864	1.757.540	1.212.030	1.853.310	2.289.940	1.843.410	1.668.257	1.788.290	638.921
Área total de lavoura	7.742.660	4.531.460	8.714.770	4.652.560	291.269	3.958.130	534.738	253.929	12.089
Área total infraest.	317.104	81.438	1.154.920	2.771.595	12.582.300	2.137.220	8.468.830	9.286.100	13.853.100
Área total de água	27.925	4.038	450.861	13.313	27.884	112.460	21.599	157.498	301.341
Área bosque 250m	193.136	193.136	69.110	193.136	173.042	175.133	193.136	96.674	42.060
Área grama 250m	0	0	914	0	213	0	0	46.105	3.390
Área lavoura 250m	0	0	54.306	0	0	17.639	0	2.071	0
Área infraest. 250m	0	0	30.752	0	19.880	241	0	48.273	147.686
Área água 250m	0	0	32.663	0	0	0	0	0	0
Área bosque 500m	705.276	965.678	216.990	665.381	556.847	467.122	430.892	120.123	114.281
Área grama 500m	0	0	73.405	50.504	36.902	83.980	138.808	133.221	22.585
Área lavoura 500m	62.902	0	275.141	56.658	0	162.530	2.623	23.696	0
Área infraest. 500m	0	0	98.581	0	177.085	59.250	163.970	495.472	635.436
Área água 500m	0	0	98.501	0	0	0	4.080	0	0
Área bosque 1000m	1.347.130	2.859.425	444.496	1.037.591	1.252.799	1.463.960	619.356	201.966	219.854
Área grama 1000m	43.642	0	442.888	428.092	316.574	371.038	637.725	381.734	116.336
Área lavoura 1000m	1.697.490	229.780	1.493.890	1.119.460	68.187	1.033.320	2.623	45.554	0
Área Infraest. 1000m	0	0	395.801	489.026	1.437.010	206.495	1.541.380	2.417.840	2.754.160
Área água 1000m	0	0	98.501	121.375	0	17.048	5.246	42.456	0
Área bosque 1500m	3.638.620	4.748.689	1.089.869	1.741.931	1.770.493	2.660.381	853.485	231.092	485.989
Área grama 1500m	207.960	370.536	1.154.630	1.282.220	786.919	1.055.800	1.289.900	1.077.080	394.948

Area lavoura 1500m	4.664.410	1.828.810	3.431.710	2.778.750	181.626	2.406.220	57.128	116.552	6.889
Área infraest. 1500m	54.319	17.479	833.078	1.325.935	4.163.480	738.210	3.988.200	5.414.790	5.951.890
Área água 1500m	10.392	462	392.077	5.553	0	90.307	8.113	98.782	113.092
Total	12.083.173	13.021.926	13.592.030	11.815.012	11.815.012	11.703.931	12.146.622	11.993.963	15.522.892