



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LETICIA ROMANOVICZ

**BORBOLETAS NYMPHALIDAE EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Londrina
2021

LETICIA ROMANOVICZ

**BORBOLETAS NYMPHALIDAE EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Tese 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.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo de A. Julio

Co-orientador: Dr. José Marcelo D. Torezan

Londrina
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

L648 ROMANOVICZ, LETICIA.
BORBOLETAS NYMPHALIDAE EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL / LETÍCIA
ROMANOVICZ. - Londrina, 2021.
62 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Alvarenga Julio.

Coorientador: Jose Marcelo Domingues Torezan.

Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Diversidade de borboletas - Tese. 2. Bioindicadores - Tese. 3. Sucesso da Restauração - Tese. I. Julio, Carlos Eduardo Alvarenga. II. Torezan, Jose Marcelo Domingues. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 574



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

NÚMERO DE MATRÍCULA: 201713090069

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS**

DEFESA DE TESE DE DOUTORADO

Discente: LETICIA ROMANOVICZ

Título: BORBOLETAS NYMPHALIDAE EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Data da Defesa: 23 de novembro de 2021 – 09:00 h, on-line

Banca Examinadora

PRESIDENTE:

Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio

UEL

TITULARES:

Dra. Jézili Dias

UTFPR-
Ponta
Grossa

Dr. Antônio Leão Castilho

UNESP-
Botucatu

Dr. Fernando Maia Silva Dias

UEL

Dr. Gustavo Monteiro Teixeira

UEL

		PARECER	
		APROVADO	REPROVADO
Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio	UEL	X	<input type="checkbox"/>
Dra. Jézili Dias	UTFPR- Ponta Grossa	X	<input type="checkbox"/>
Dr. Antônio Leão Castilho	UNESP- Botucatu	X	<input type="checkbox"/>
Dr. Fernando Maia Silva Dias	UEL	X	<input type="checkbox"/>
Dr. Gustavo Monteiro Teixeira	UEL	X	<input type="checkbox"/>

Parecer Final **APROVADO**

Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio

Dra. Jezili Dias

Dr. Antonio Leão Castilho

Dr. Fernando Maia Silva Dias

Dr. Gustavo Monteiro Teixeira

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Alvarenga Júlio, meu orientador e amigo de todas as horas, que acompanhou desde o mestrado nesta longa jornada de conhecimento das borboletas, sempre me apoiou e incentivou nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan, meu co-orientador e grande incentivador a continuar trabalhando com ecologia de borboletas e levá-las para a restauração. Sempre me incentivou a buscar mais e ir mais além. Só tenho a te agradecer por tudo, principalmente por não me deixar desistir.

Aos Professores Dra. Jézili Dias, Dr. Gustavo Monteiro Teixeira e Dr. Dr. Fernando Maia Silva Dias, pela avaliação de minha qualificação, contribuindo com críticas, sugestões e elogios imprescindíveis para o crescimento profissional.

Aos membros da banca, desde já agradeço por aceitarem o convite em contribuir com este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; projeto nº 09317) e à Duke Energy (projeto nº 9121) pela bolsa concedida, suporte financeiro e fornecimento de infraestrutura de trabalho de campo.

Aos colegas de graduação e pós-graduação do Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas (Labre) e toda a equipe que participou deste projeto. Principalmente a Alba Lucia Cavalheiro e Renata Picolo Scervino, pelo incansável apoio e auxílio neste trabalho.

Aos amigos e professores do Laboratório de Borboletas da Unicamp, em especial ao Jessie Pereira dos Santos, Eduardo de Proença Barbosa, Thamara Zacca, Augusto Rosa e ao querido Professor André Freitas.

A toda equipe de técnicos e servidores do Labre, em especial ao senhor Edson Mendes Francisco pelo carinho, amizade e dedicação, e aos senhores Norival Soares Cabo e Odair C. Pavão por todo auxílio e amizade.

Aos meus pais Lauro e Helena que sempre me apoiaram nos estudos, mesmo diante de tantas dificuldades sempre me incentivaram a lutar por meus sonhos e nunca desistir. Sei o orgulho sentem.

Aos meus irmãos Joel, Gregório, Genoveva, Simone e Alex, por

sempre acreditarem no meu potencial e por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis.

As minhas filhas Ana Júlia e Ana Lara pelo grande apoio e amor em todas as horas.

Finalizo agradecendo à Deus pelo dom da vida e por ter uma família que nunca deixou eu desistir de meus sonhos.

"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"

ROMANOVICZ, Leticia. **Borboletas Nymphalidae em áreas de restauração na Floresta Estacional Semidecidual**. 2021. (Número total de folhas) 62 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO GERAL

Borboletas Nymphalidae em áreas de restauração na Floresta Estacional Semidecidual. As borboletas, especialmente as da família Nymphalidae, têm sido consideradas como um ótimo indicador ambiental, devido a sua sensibilidade às mudanças ambientais, facilidade de amostragem e identificação em campo. Desta forma, conhecer e identificar os representantes desse grupo, em áreas de referência e de restauração florestal, pode ser uma ferramenta muito útil para monitorar os sucessos de ações de restauração ao longo do tempo. Sendo assim, o trabalho apresenta um panorama sobre este grupo, organizado em um capítulo que apresenta um estudo sobre a abundância, a riqueza e a composição de espécies de borboletas Nymphalidae em sítios de restauração de Floresta Estacional Semidecidual, visando verificar o seu potencial como indicador de sucesso da restauração. A metodologia utilizada em todas as amostragens foi padronizada conforme a literatura e estão descritas no capítulo. Como resultados gerais, as borboletas Nymphalidae podem ser utilizadas como ferramenta para identificar as alterações na biodiversidade local, através da mudança da composição de espécies e abundância de indivíduos de acordo com o grau de impacto no local, tanto em lugares de referência quanto em áreas de restauração florestal.

Palavras-chave: Biodiversidade, Lepidóptera, Mata Atlântica, Reflorestamento.

ROMANOVICZ, Leticia. **Borboletas Nymphalidae em áreas de restauração na Floresta Estacional Semidecidual**. 2021. (Número total de folhas) 62 f. Thesis (Doctorate degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

GENERAL ABSTRACT

Nymphalidae butterflies in restoration areas in the Semideciduous Seasonal Forest. Butterflies, especially those of the Nymphalidae family, have been considered as an excellent environmental indicator, due to their sensitivity to environmental changes, ease of sampling and identification in the field. Thus, getting to know and identifying the representatives of this group, in reference and forest restoration areas, can be a very useful tool to monitor the success of restoration actions over time. Thus, the work presents an overview of this group, organized only one chapter from a study on the abundance, richness and composition of species of Nymphalidae butterflies in restoration sites of the Semideciduous Forest, in order to verify their potential as an indicator of successful restoration. The methodology used in all samples, corresponding to chapter were standardized according to the literature and are described in each of the chapter. As general results, Nymphalidae butterflies can be used as a tool to identify changes in local biodiversity, by changing the composition of species and the abundance of individuals according to the degree of impact on the site, both in reference places and in areas of forest restoration.

Keywords: Biodiversity, Lepidoptera, Atlantic Forest, Reforestation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das áreas de estudo no rio Paranapanema, em fragmentos florestais e reflorestamentos, em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual, Brasil.....	35
Figura 2 – Mapa de cobertura de vegetação remanescente no norte do Paraná – Brasil. Dividido em três categorias: azul – Represa Capivara, branco – matriz (agrícola e urbana) e verde – remanescentes florestais.....	37
Figura 3 – Imagem de satélite das áreas de estudo em sítios de Fragmento Florestal e Áreas em Restauração em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual, bioma de Floresta Atlântica, Brasil. O rio corre de leste para oeste. Onde: CGH: Congonhas, STO: Santo Antônio, ALV: Alvorada, IBI: Ibicatu, CAP 5 e 6: Capim, SALT: Salto, ANH 1 e 2: Anhumas.	37
Figura 4 – Classificação do uso do solo em cada unidade amostral. Onde: CGH-FF: Congonhas Fragmento Florestal, CGH-RF: Congonhas Reflorestamento, ALV- FF: Alvorada Fragmento Florestal, ALV- RF: Alvorada Reflorestamento, IBI- FF: Ibicatu Fragmento Florestal, CAP 5- RF: Capim 5 Reflorestamento, CAP 6- RF: Capim 6 Reflorestamento, SALT- RF: Salto Reflorestamento, ANH 1- RF: Anhumas 1 Reflorestamento, ANH 2- RF: Anhumas 2 Reflorestamento, STO- FF: Santo Antônio Reflorestamento.	38
Figura 5 – Localização das áreas abertas, onde: Área 1: Alvorada, Área 2: Congonhas.....	39
Figura 6 – Disposição das armadilhas no transecto.	40
Figura 7 – Armadilha tipo Van Someren- Rydon	40
Figura 8 – Colocação da Isca na base da armadilha.	41
Figura 9 – Distribuição da Riqueza de espécies nos locais de amostragem.....	44
Figura 10 –Curvas de acúmulo de espécies (relação de dias de coleta com número de espécies) de borboletas em amostragens com armadilhas adaptadas do tipo Van Someren-Rydon. FF – fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, RF – sítios de restauração (reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas), AB – áreas abertas.	45
Figura 11 –Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) da composição de espécies de borboletas Nymphalidae, baseado em uma matriz de distâncias de Bray-Curtis. Os círculos representam as áreas abertas; quadrados, fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual; e triângulos, sítios de restauração (reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas).	46
Figura 12 –Mostra a distribuição das três subfamílias mais abundantes nas áreas, onde em azul: Satyrinae, vermelho: Biblidinae, verde: Charaxinae.....	47
Figura 13 –Diagrama de Venn, onde demonstra a proporção de espécies compartilhadas em cada área de estudo. Em verde FF: Fragmento Florestal, em vermelho AB: área aberta, em azul RF: reflorestamento.	48

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Locais com coletas de borboletas com armadilhas atrativas tipo Van Someren- Rydon. FF: fragmentos de florestas, RF: áreas em restauração (reflorestamentos). Congonhas (CGH); Alvorada (ALV); Santo Antônio (STO); Parque Florestal de Ibicatu (IBI); Capim 5 (CAP 5); Capim 6 (CAP 6), Salto 4 (SAL); Anhumas 1 (ANH 1); Anhumas 2 (ANH 2). 34
- Tabela 2** – Distribuição da riqueza e abundancia de espécies em cada local amostrado. Sendo: ALV-FF: Alvorada- Fragmento Florestal; ALV- RF: Alvorada Reflorestamento; ALV- AB: Alvorada- Área Aberta; CGH-FF: Congonhas- Fragmento Florestal; CGH- RF: Congonhas- Reflorestamento; CGH- AB: Congonhas- Área Aberta; STO-RF: Santo Antônio-Reflorestamento; IBI-FF: Ibicatu-Fragmento Florestal; ANH1- RF: Anhumas 1- Reflorestamento; ANH2-RF: Anhumas 2- Reflorestamento; CAP5- RF: Capim 5-Reflorestamento; CAP6- RF: Capim 6- Reflorestamento; SAL4-RF: Salto 4-Reflorestamento..... 43
- Tabela 3** – Riqueza de espécies observada, riqueza estimada por Jacknife 1^a, riqueza rarefeita, e riqueza média (com respectivo desvio padrão) de borboletas frugívoras amostradas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FF) e sítios de restauração ecológica (RF- reflorestamentos com espécies nativas com 12-15 anos), e áreas abertas (AB). 44
- Tabela 4** – Índices de similaridade de espécies de borboletas frugívoras amostradas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FF), sítios de restauração ecológica (RF- reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas) e áreas abertas (AB). S – riqueza de espécies..... 46

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	14
2	INTRODUÇÃO GERAL	15
3	Capítulo 1. BORBOLETAS NYMPHALIDAE COMO INDICADORES DO SUCESSO DA RESTAURAÇÃO EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.....	32
3.1	INTRODUÇÃO	33
3.2	Material e Métodos.....	34
3.3	Resultados e Discussão.....	43
3.4	Referências Bibliográficas.....	55
4	CONCLUSÃO GERAL.....	59
	APÊNDICES	62
	APÊNDICE A – Lista de Espécies Amostradas	62

1. APRESENTAÇÃO

Este material trata-se da versão final da tese e apresenta um capítulo, sendo, um estudo sobre a abundância, a riqueza e a composição de espécies de borboletas Nymphalidae em sítios de restauração de floresta estacional semidecidual, que visa verificar o seu potencial como indicador de sucesso da restauração. Esse capítulo foi resumido e já publicado em 2020 como parte do livro “Amostragem e Monitoramento de Fauna e Flora na Floresta Estacional”.

Este trabalho faz parte de dois projetos, sendo um deles o PELD- Mata Atlântica do Norte do Paraná, cadastrado sob o nº 9317, e o projeto Desenvolvimento e validação de um protocolo para monitoramento de ambientes terrestres no entorno de hidroelétricas, cadastrado sob o nº 9121.

O material apresentado está no formato de Tese sugerido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade Estadual de Londrina e segue as “Regras Básicas para Apresentação Formal de Trabalhos”, editada pela Biblioteca Central da UEL (<https://www.uel.br/bc/portal/arquivos/apostila-normalizacao.pdf>).

2 INTRODUÇÃO GERAL

Apesar da intensa devastação, a Mata Atlântica ainda contém uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, com altíssimos níveis de endemismo. É também abrigo para várias populações tradicionais e garante o abastecimento de água para mais de 120 milhões de brasileiros. Seus remanescentes regulam o fluxo dos mananciais hídricos, asseguram a fertilidade do solo, controlam o clima, protegem escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020). Atualmente restam aproximadamente 13% da vegetação original deste bioma, sendo que apenas 1% está sob proteção em reservas naturais (LAURANCE 2010, RIBEIRO *et al.*, 2009, SOS MATA ATLÂNTICA, 2020).

Este Bioma é composto por uma série de fitofisionomias bem diversificadas, determinadas pela proximidade da costa, tipos de solo e regimes pluviométricos. Essas características foram responsáveis pela evolução de um rico complexo biótico. A Mata Atlântica ocorre associada aos ecossistemas costeiros, foz de grandes rios, enseadas, baías e influências de marés, também nas restingas, nas áreas de floresta mistas de araucárias, nos campos de altitude e rupestres, e nos cumes de serras, como Serra da Bocaina, da Mantiqueira, do Caparaó. Em função do relevo, clima, altitude e longitude apresentam variações nas formações florísticas (BARBOSA & THOMAS, 2002).

No estado do Paraná, aproximadamente 98% da paisagem original do Paraná era representado pela Mata Atlântica, hoje restam apenas cerca de 13% da sua vegetação original (CAMPANILI & PROCHNOW, 2006; SOS MATA ATLÂNTICA, 2020), distribuída em três diferentes fitofisionomias, a Floresta Ombrófila Densa (FOD), como maior concentração na Serra do Mar, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) também conhecida como Floresta de Araucárias, ocorrendo mais ao sul e nas regiões mais altas, e Floresta Estacional Semidecidual (FES), associada aos planaltos no interior, com clima sazonal (MORELLATO & HADDAD, 2000). Atualmente o Paraná ocupa o terceiro lugar no desmatamento com 2.767 hectares de floresta desmatada, com um aumento de 35% entre 2018-2019 (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020). A severa perda de habitat e a fragmentação dos remanescentes geram preocupações quanto às políticas públicas para conservar e restaurar a biodiversidade na Mata Atlântica.

Além de gerar informações sobre a biodiversidade é essencial construir uma ligação entre a análise científica e a tomada de decisões. Estudos que integrem o conhecimento sobre a diversidade, sobre impactos ambientais e sobre a conservação ou restauração são cada vez mais valiosos (SANTOS *et al.*, 2016; 2020). Estudos sobre recuperação da fauna em áreas em restauração da Mata Atlântica são escassos (SANT'ANNA *et al.*, 2014).

Os estudos relacionados aos insetos são ainda mais escassos, ao se considerar que estes formam o maior grupo de organismos terrestres, somando aproximadamente 960.000 espécies descritas (TOWNSEND *et al.*, 2006), pode-se ao mesmo tempo compreender a dificuldade de empreender os estudos e o potencial para contribuir com a conservação e o manejo dos remanescentes naturais. Os insetos constituem um grupo excelente para estudos ecológicos, pois estão entre os organismos-chave para a manutenção da dinâmica e das relações estruturais dos ecossistemas (JANZEN, 1987; HAMMOND & MILLER, 1998), e são sensíveis a mudanças na composição da vegetação e às características físicas do ambiente, servindo como bons indicadores da Biodiversidade (BROWN, 1991; GHAZOUL, 2002). Adicionalmente, por possuírem ciclo de vida curto, respondem rapidamente às alterações no ambiente.

A classe dos insetos, pertencente ao filo Arthropoda, constitui o grupo mais diversificado e abundante do planeta, perfazendo quase um milhão de espécies conhecidas, sendo dominantes em quase todos os habitats, tanto terrestre quanto de água doce. Estima-se que esse grupo seja composto por algo em torno de 2,5 e 10 milhões de espécies (FELIX *et al.*, 2010; CONSTANTINO *et al.*, 2002).

Dentre os grupos de insetos mais conhecidos estão os representantes da ordem Lepidoptera, constituído por borboletas e mariposas (BROWN & FREITAS, 1999). Compreende aproximadamente 160.000 espécies descritas de mariposas e borboletas (KRISTENSEN *et al.*, 2007, DUARTE *et al.*, 2012, GOLDSTEIN, 2017). Alguns autores afirmam que a maioria das estimativas sobre a diversidade destes insetos, em geral, expressam números muito aquém da realidade (PIOVESAN *et al.*, 2014). Acredita-se que se houver uma intensificação de levantamentos faunísticos e de estudos taxonômicos para inúmeras famílias pouco estudadas, é possível que se tenha algo em torno de 500.000 espécies de Lepidópteras em todo o mundo (GASTÓN, 1991; KRISTENSEN *et al.*, 2007). Esta estimativa demonstra o quanto se desconhece sobre essa importante ordem de insetos.

A ordem Lepidoptera forma a maior linhagem de organismos fitófagos inteiramente terrestres, diferindo de seu grupo-irmão, Trichoptera, cujas larvas são aquáticas (GRIMALDI & ENGEL, 2005). Os lepidópteros também diferem dos tricópteros por possuírem cerdas piliformes, mas a proximidade filogenética de ambos é inegável e juntos constituem o grupo Amphiesmenoptera cujo ancestral comum é considerado um membro da família Necrotauliidae (KRISTENSEN *et al.*, 2007; GRIMALDI & ENGEL, 2005).

A referida família teve seus primeiros registros no Triássico, e estima-se que a ordem Lepidoptera tenha divergido desse ancestral comum apenas no início do Jurássico. Os registros fósseis de Lepidoptera são poucos e, em geral, encontram-se mal preservados devido a fragilidade desses organismos. Os melhores registros para a ordem são encontrados em âmbar e em minas de folhas fossilizadas. Estes datam do Cretáceo e início do Terciário, o que indica que este foi o evento de maior diversificação da ordem, que coincide com o período de diversificação das Angiospermas. Desta maneira, a ordem Lepidoptera parece ser uma das ordens a irradiar mais recentemente entre os Insetos (KRISTENSEN *et al.*, 2007; GRIMALDI & ENGEL, 2005). A monofilia de Lepidoptera está firmemente estabelecida por um conjunto impressionante de sinapomorfias, pelo menos 27 (KRISTENSEN & SKALSKI 1999; GRIMALDI & ENGEL 2005; KRISTENSEN *et al.*, 2007).

Aproximadamente 9% da biodiversidade global são representadas pelas borboletas e mariposas, mostrando assim a grande importância do grupo para a manutenção e integridade dos ecossistemas. Sendo que a maior parte é composta pelas mariposas (88%) das espécies, estando divididas em 42 superfamílias, 131 famílias e 13.764 gêneros. Por sua vez, as borboletas estão incluídas em 7 famílias e mais de 1.814 gêneros. Assim podemos observar que, para cada espécie de borboleta no mundo, há mais de sete espécies de mariposa (NIEUKERKEN *et al.*, 2011, KINOCHI, 2014; SPELAND *et al.*, 2018).

Os lepidópteros compõem uma das principais ordens de insetos quando relacionados à variedade de espécies, valor econômico e capacidade de adaptação em quase todos os ambientes terrestre do planeta (TESTON *et al.*, 2006). Os representantes dessa ordem são caracterizados por serem insetos holometábolos, ou seja, que apresentam metamorfose completa com quatro estágios de desenvolvimento, sendo eles: ovo, larva, pupa e adulto (MACHADO *et al.*, 2008).

Existem algumas maneiras de diferenciarmos as borboletas das mariposas.

As borboletas geralmente são coloridas e voam durante o dia, nas horas de sol, e seu corpo é mais fino e delicado, enquanto que as mariposas geralmente são mais escuras, têm o corpo mais robusto e coberto por cerdas, costumam voar à noite (KINOUCI, 2014). A maioria das borboletas é diurna, mas existem algumas crepusculares, e mais recentemente, incluída como família de borboletas as Hedyliidae que tem hábitos noturnos (ESPELAND *et al.*, 2018).

Tradicionalmente, as borboletas (Rhopalocera) são diferenciadas dos outros lepidópteros, com base em suas atividades diurnas, antenas clavadas, por dobrar a asa dorsalmente, pelo grande lobo umeral da asa posterior e pela ausência de acoplamento frenular de asa (FORD, 1945). Atualmente, o clado Rhopalocera é composto por três superfamílias: Hedyloidea, Hesperioidea e Papilionoidea (ESPELAND *et al.*, 2018).

As borboletas possuem metamorfose completa: ovo (5 a 15 dias), larva (1 a 8 meses), pupa (1 a 3 semanas) e adulto (de 5 dias a 1 ano), dependendo da espécie (BROWN & FREITAS, 1999; RAIMUNDO, 2003). As larvas das borboletas possuem hábitos bastante diferenciados dos adultos: em sua maioria se alimentam de folhas, possuem três pares de pernas verdadeiras no segmento torácico, podendo ou não apresentar pernas falsas em 5 dos 10 segmentos abdominais. Possuem, ao invés de olhos compostos, como os adultos, 6 ocelos de cada lado da cabeça e um par de antenas muito pequenas. Diferenciam-se bastante entre as espécies e possuem diversas estratégias de defesa, como camuflagem, mimetismo e toxicidade (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005).

De maneira geral, as larvas se alimentam de vegetais e são mastigadoras. Os adultos caracterizam-se por apresentarem asas com escamas pigmentadas, dando um colorido especial, sendo bastante apreciados pela sua beleza e harmonia. Possuem as maxilas transformadas em uma espirotromba usada para sugar alimentos (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011; FREITAS *et al.*, 2014).

Na fase adulta, as borboletas estão separadas em duas grandes guildas, as espécies que se alimentam de néctar das flores (nectarívoras) que compõem as famílias Hedyliidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae e algumas subfamílias pertencentes à Nymphalidae. As espécies que se nutrem de frutas fermentadas, excrementos, exudatos de plantas e animais em decomposição são denominadas frugívoras, sendo a maioria dos representantes da família Nymphalidae, pertence às subfamílias Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e a tribo

Coeini de Nymphalinae (FREITAS & BROWN 2004, WAHLBERG *et al.*, 2009, UEHARA-PRADO & RIBEIRO, 2012; SANTOS *et al.*, 2016).

Lepidópteros mantêm estreita relação com as plantas desempenhando um papel fundamental na estabilidade das comunidades vegetais (FONSECA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2020). As lagartas normalmente alimentam-se de uma única família ou gênero de plantas ou, por sua vez, uma espécie vegetal determinada. Sendo assim, a presença de uma espécie de borboleta em um determinado local pode indicar a presença das espécies de plantas das quais as lagartas se alimentam (plantas hospedeiras), podendo assim ser usada como indicativo da diversidade de espécies vegetais (DEVRIES, 1987; CORSO & HERNANDEZ, 2012).

Por apresentarem alta diversificação, amplo período de ocorrência durante o ano e por responderem rapidamente a alterações ambientais, as borboletas podem ser muito úteis no monitoramento ambiental. O grupo caracteriza-se também, por conter muitas espécies dependentes de recursos específicos, como o néctar ou tecido foliar de determinadas plantas (FREITAS *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2020).

Na maior parte dos grupos de borboletas, além da vegetação, a riqueza de espécies é altamente correlacionada à estrutura da paisagem, com a heterogeneidade do ambiente e com os regimes de perturbação, além da sazonalidade climática (UEHARA-PRADO & RIBEIRO, 2012).

As borboletas têm sido úteis no monitoramento da qualidade ambiental porque são muito sensíveis às mudanças ambientais oriundas de diferentes tipos de perturbação antrópica (KITCHING *et al.*, 2000; BROWN & FREITAS, 2000; SUMMERVILLE & CRIST, 2002), Para um grupo ser considerado um bom bioindicador ele precisa ser relativamente comum na natureza, apresentar taxonomia bem resolvida e biologia conhecida (UEHARA-PRADO & RIBEIRO, 2012). As borboletas frugívoras (Nymphalidae) podem estar relacionadas com a riqueza total de espécies, sendo um grupo apropriado para avaliação ambiental. Além disso, possuem um grande apelo popular, tendo sido inclusive utilizadas com êxito em programas de monitoramento que contam com o envolvimento da população leiga (BROWN & FREITAS, 2002; RAIMUNDO *et al.*, 2003; UEHARA-PRADO & RIBEIRO, 2012), propiciando o fortalecimento do elo sociedade – conservação. As borboletas apresentam uma alta diversidade, assim como a variabilidade de interações com o meio, não é correto fazer generalizações sobre a biologia das borboletas, tal como a longevidade de uma borboleta adulta, sua alimentação e seu

comportamento. Por exemplo, muitas borboletas adultas vivem menos de duas semanas, outras, mais de seis meses (FREITAS *et al.*, 2018).

Nymphalidae é composta por aproximadamente 7.222 espécies, é a família mais rica de borboletas, sendo que os representantes dessa família são encontradas em todos os lugares do mundo, com exceção da Antártida, e estão presentes em maior variedade na região Neotropical, com cerca de 2.400 espécies registradas. No Brasil, as borboletas Nymphalidae somam cerca de 780 espécies (UEHARA-PRADO & RIBEIRO, 2012; SANTOS *et al.*, 2018).

Nymphalidae, teve origem em há cerca de 90 milhões de anos. A hipótese filogenética mais abrangente é de Wahlberg e colaboradores (2009), que sugere que existem 12 linhagens principais em Nymphalidae, atualmente consideradas subfamílias. Atualmente a família Nymphalidae esta dividida em 12 subfamilias, 45 tribos, 541 gêneros e aproximadamente 6273 espécies (WAHLBERG *et al.*, 2009; ESPELAND *et al.*, 2018).

Os ovos são, geralmente, globulares ou em forma de “barril” com estrias, depositados em grupos ou individualmente, dependendo da espécie. Os imaturos de Nymphalidae possuem uma grande variedade de formas, cores e tamanhos, sendo reconhecidos quatro padrões gerais: larvas com tufo de cerdas ou lisas com cauda bífida (como Satyrinae), espinhosas, com espinhos por todo corpo (como Nymphalinae), com grandes espinhos dorsais (como Limenitidinae) ou com filamentos dorsais na região anterior e/ou posterior do corpo (como Danainae) (ACKERY 2004; ORLANDIN *et al.*, 2020).

Alguns grupos pertencentes a essa família possuem particularidades, principalmente quanto às formas de defesa. Algumas espécies nos primeiros instares comem as folhas deixando apenas o pecíolo (parte da folha que a conecta ao caule), dificultando o acesso de alguns organismos predadores, como percevejos (Hemiptera) e formigas (Hymenoptera) (BROWN & FREITAS, 1999). Outras ainda constroem “poleiros” enredando suas fezes com seda no ápice das folhas, como forma de prevenir o ataque de predadores. Há também espécies que, principalmente nos instares larvais mais avançados (como em *Memphis moruus stheno* a partir do quarto instar), enrolam a folha da planta hospedeira com seda, construindo um abrigo que lembra os abrigos de alguns hesperídeos, porém diferentemente destes, não empupam no seu interior (DIAS *et al.*, 2018). Normalmente, antes de empupar, as larvas abandonam a planta hospedeira à procura de locais seguros para se fixar

e evitar predadores e parasitas (ORLANDIN *et al.*, 2020).

As pupas dessa família também variam muito em forma, cor e tamanho. Nesse estágio, permanecem penduradas de “cabeça para baixo” e suspensas pelo cremaster, uma estrutura localizada na extremidade anal, composta de ganchos diminutos que, aderem a uma estrutura de seda produzida pela lagarta, sobre o substrato. Diferentemente de Papilionidae e Pieridae, não possuem fio de seda passando pelo dorso (DUARTE *et al.*, 2012). Similarmente às fases imaturas, os adultos de Nymphalidae se destacam pela grande variação na forma, tamanho e coloração. Podem ser encontrados tanto em ambientes abertos quanto em florestas densas. No entanto, alguns grupos podem ser encontrados apenas em determinados tipos de ambientes e, por isso, podem ser utilizados como bioindicadores (BROWN & FREITAS, 1999).

Todas as espécies pertencentes à família Nymphalidae têm um conjunto de características comuns que as distinguem de todas as famílias de borboletas (sinapomorfias), entre os quais se destacam a presença de ranhuras alongadas ao longo da parte inferior de todos os segmentos das antenas, formando rugas longitudinais pouco profundas (carinae), e por terem o primeiro par de patas atrofiadas (constituindo "patas de limpeza"). Nos machos, esta redução do tamanho do primeiro par de apêndices é mais pronunciado, o que permite por essa via diferenciar os sexos em algumas espécies (ORLANDIN *et al.*, 2020).

São insetos bioindicadores consagrados em vários países. Na Europa, Estados Unidos e Austrália as borboletas têm sido rotineiramente usadas como grupo indicador em estudos ecológicos de avaliação dos impactos da fragmentação (RICKETTS *et al.*, 2001; SUMMERVILLE & CRIST 2001), exploração seletiva (LEWIS 2001; DUMBRELL & HILL 2005), pastoreio (DAVRIES & RAEMAKERS 2001; POYRY *et al.*, 2005), incêndio (SWENGEL 1996; FLEISHMAN 2000) e plantas invasoras (FLEISHMAN *et al.*, 2005). Borboletas são utilizadas no Hemisfério Norte e na Austrália para avaliar várias técnicas de restauração ecológica (KLEINTJES *et al.*, 2004; POYRY *et al.*, 2004; WALTZ & COVINGTON 2004, LOMOV *et al.*, 2006). Também para avaliar sua forte associação com estrutura e composição da vegetação (KREMEN *et al.*, 1993; NEW *et al.*, 1995).

Além de usadas em várias iniciativas de monitoramento participativo e de ciência cidadã utilizam borboletas como bioindicador para subsidiar ações de gestão e conservação do grupo (BARLOW, 2007). No Brasil são realizados estudos que

avaliam apenas a recuperação e o desenvolvimento da vegetação, principalmente de espécies de árvores, ao examinar os procedimentos de restauração ecológica, enquanto que a fauna geralmente é ignorada (PAIS & VARANDA, 2010, AMADOR & VIANA 2000, SOUZA E BATISTA, 2004). Entretanto, as características da vegetação nem sempre diferem entre áreas perturbadas e recentemente restauradas, enquanto suas comunidades de insetos diferem consideravelmente (LONGCORE, 2003), devido à sensibilidade desses organismos às mudanças ambientais (ROVEDDER *et al.*, 2004; PAIS & VARANDA, 2010; OLIVEIRA & SOUTO, 2011).

A definição de Restauração Ecológica é o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER 2004), onde o seu principal objetivo é criar um ecossistema autossustentável, resiliente a perturbação sem assistência adicional (SER 2004; RUIZ-IAEN & AIDE 2005). Porém de que maneira podemos avaliar se a restauração atingiu esse objetivo? Vários autores sugeriram que o sucesso da restauração pode ser baseado nas características da vegetação (WALTERS 2000; WILKINS *et al.*, 2003), diversidade de espécies (van AARDE *et al.*, 1996; REAY & NORTON 1999; PASSELL 2000; MCCOY & MUSHINSKY 2002), ou processos ecossistêmicos (RHOADES *et al.*, 1998). Outros autores promoveram uma abordagem mais integrada que inclui muitas variáveis para fornecer uma melhor medida do sucesso da restauração (HOBBS & NORTON 1996; NECKLES *et al.*, 2002; SER 2004; RUIZ-IAEN & AIDE 2005).

Em áreas em processo de restauração, a presença de borboletas pode ser um indicativo de qualidade de habitat e do restabelecimento de uma rede mais complexa de interações. Deste modo, elas se tornam um interessante grupo indicador e são sugeridas como ideais para o monitoramento ambiental (FREITAS *et al.*, 2014).

Na prática, a maioria dos estudos avalia as medidas que podem ser categorizados em três principais atributos do ecossistema. Estes atributos são (1) diversidade; (2) estrutura da vegetação; e (3) processos ecológicos. A diversidade é geralmente medida determinando a riqueza e abundância de organismos dentro de diferentes níveis tróficos (NICHOLS & NICHOLS, 2003; WEIERMANS & VAN AARDE, 2003). A estrutura da vegetação é geralmente determinada medindo-se cobertura vegetal (por exemplo, ervas, arbustos, árvores), densidade de plantas lenhosas, biomassa ou perfis de vegetação (SALINAS & GUIRADO, 2002; KRUSE E GRONINGER, 2003; WILKINS *et al.*, 2003),

A capacidade de recuperação de interações biológicas num sistema restaurado é uma função crítica e de longo prazo. Em muitos sistemas, baixa dispersão de sementes é um fator limitante importante para a recuperação da floresta (HOLL *et al.*, 2000; DONATH *et al.*, 2003; WHITE *et al.*, 2004). A avaliação da diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos pode refletir a trajetória de recuperação e auto-manutenção de ecossistemas restaurados. Além de avaliar esses atributos é necessário compará-los com valores dos sítios de referencia para estimar o nível de sucesso da restauração (PASSELL, 2000; PURCELL *et al.*, 2002; SER 2004; RUIZ-IAEN & AIDE, 2005).

Pouco se sabe sobre a resposta dos invertebrados a projetos de restauração em larga escala, poucas são os estudos que monitoram a recuperação da fauna de invertebrados nestes locais (HOLL, 1996; ANDERSEN & SPARLING, 1997; MAJER, 1997; DAVIES *et al.*, 1999).

Como os recursos para monitoramento normalmente são limitados, subsequentemente nos programas de restauração, as borboletas são um grupo de indicadores especialmente promissor. As comunidades de borboletas nos oferecem vários recursos tornando-se um grupo indicador ideal para estudos de restauração (LOMOV *et al.*, 2006).

De acordo com Sant'Anna e colaboradores (2014), a diversidade de borboletas da família Nymphalidae pode ser utilizada como um indicador de sucesso da restauração, e as borboletas podem ser exploradas como um modelo para a avaliação da influência da restauração em paisagens fragmentadas. Levando em conta que as borboletas são consideradas, em geral, boas bioindicadoras, possivelmente serão também, boas indicadoras do sucesso da restauração.

Considerando a intensa fragmentação e redução do habitat na Mata Atlântica, especialmente grave na Floresta Estacional Semidecidual, que resulta tanto na necessidade de investigar a biodiversidade dos remanescentes quanto na demanda por conservação e restauração em larga escala, o presente trabalho teve como objetivo geral estudar a fauna de borboletas Nymphalidae em fragmentos de floresta estacional, sítios de restauração e áreas abertas, visando subsidiar a conservação deste grupo de insetos e investigar o seu uso como indicadores de sucesso da restauração.

Para atingir este objetivo, procurou-se responder às seguintes questões:

- (I) Entre as espécies de borboletas que ocorrem nas áreas amostradas existem táxons com especificidade para o habitat florestal, potencialmente indicadores da degradação e/ou da recuperação deste ambiente?
- (II) Que proporção da diversidade de espécies de borboletas presente nos fragmentos florestais pode ser observada nos sítios de restauração?
- (III) A riqueza e a composição de espécies de borboletas nos sítios de restauração são mais similares às observadas nos fragmentos do que nas áreas abertas?

O presente trabalho foi composto por um capítulo, sendo, um estudo sobre a abundância, a riqueza e a composição de espécies de borboletas Nymphalidae em sítios de restauração de floresta estacional semidecidual, que visa verificar o seu potencial como indicador de sucesso da restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERLY, D. Functional strategies of chaparral shrubs in relation to seasonal water deficit and disturbance. *Ecological Monographs* 74, 25–44. 2004.

AMADOR, DB E VIANA, VM. Dinâmica de Capoeirasbaixasna restauração de um fragment florestal. *Scientia Florestal*. Piracicaba nº 57, p. 69-85. 2000

ANDERSEN, A. N., AND G. P. SPARLING. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology* 5:109–114. 1997.

BARBOSA, M.R. & THOMAS, W. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica no Nordeste. In: **_____ Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE, Brasil/Imprensa Universitária. 2002.

BARLOW, J., OVERAL, W. L., ARAUJO, I. S., GARDNER, T. A., PERES, C. A. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology*, 44 (5), 1001-1012. 2007.

CORSO G. & HERNANDEZ M M. Borboletas frugívoras da Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, 25 (4), 139-148. ISSN 2175-7925 doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n4p139. dezembro de 2012.

BROWN Jr., K.S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In: Collins N.M. & Thomas J.A. (eds). **The conservation of insects and their habitats. 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London**. Pp. 349-401. Academic Press, London. September 1989.

BROWN, K. S. Jr. E A. V. L. FREITAS. Lepidoptera. In: **_____ Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX**, Volume 5, Invertebrados terrestres. FAPESP, São Paulo, 1999.

BROWN, K. S. Jr. E A. V. L. FREITAS. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, p. 934–956, 2000.

BROWN JR, K.S. & A.V.L. FREITAS. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation** 6 (4): 217-231. 2002.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: Uma rede pela floresta**. RMA. 2006.

CONSTANTINO, R.; DINIZ, I. R.; PUJOL-LUZ, J. R.; MOTTA, P. C.; LAUMANN, R. A. Textos de Entomologia. Departamento de zoologia. Universidade de Brasília, 2002

DAVIES, R. G., P. EGGLETON, L. DIBOG, J. H. LAWTON, D. E. BIGNELL, A. BRAUMAN, C. HARTMANN, L. NUNES, J. HOLT AND C. ROULAND. Successional

response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. *Journal of Applied Ecology* 36:946–962. 1999.

DAVIES R. , CHRISTIE J. Rehabilitating western Sydney's bushland: Processes needed for sustained recovery. *Ecological Management and Restoration* 2, 167–178. 2001.

DeVRIES, P.J. **The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 1987.

DIAS, F. M. S., CASAGRANDE, M. M. & MIELKE, O. H. H. Immature stages of the turquoise and edshoe maker *Archaeoprepona amphimachus pseudomeander* (Fruhstorfer, 1906) and a comparative view of the Preponini (Lepidoptera: Nymphalidae): Immature stages of Preponini. *Austral Entomology* 2018.

DONATH, T. W., HOLZEL H, OTTE A.. The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows. *Applied Vegetation Science* 6:13–22. 2003.

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M. M. *Lepidoptera*. (ed.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

DUMBRELL, A.J. AND HILL, J.K. Impacts of Selective Logging on Canopy and Ground Assemblages of Tropical Forest Butterflies: Implications for Sampling. *Biological Conservation*, 125(1): 123 – 131. 2005.

ESPELAND M, BREINHOLT J, WILLMOTT K R, LOHMAN DJ, PIERCE NE, KAWAHARA AY., 2018, *Current Biology* 28, 770–778 March 5, 2018 Elsevier Ltd. doi.org/10.1016/j.cub.2018.01.061.

FELIX, M.; ALMEIDA, C. E.; SERRA-FREIRA, N. M.; COSTA, J. *Insetos: uma aventura pela biodiversidade*. Rio de Janeiro, 1º ed, editora Otten, 2010

FLEISHMAN E. Monitoring the response of butterfly communities to prescribed fire. *Environmental Management* 26, 685–695. 2000.

FLEISHMAN E., MACNALLY R. AND MURPHY D. D. Relationships among non-native plants, diversity of plants and butterflies, and adequacy of spatial sampling. *Biological Journal of the Linnean Society* 85, 157–166. 2005.

FONSECA, N. G.; KUMAGAI, A. F. & MIELKE O. H. H. Lepidópteros visitantes florais de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 50(3): 399-405. 2006.

FORD, E. B. *Butterflies*, 368 pp., 72 pls. London.-reprint of third edn. I. 1945.

FREITAS, A. V. L. & BROWN, K. S. Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). **Systematic Biology** 53(3): 1-25. 2004.

FREITAS, A. V. L., ISERHARD, C. A., SANTOS, J. P., CARREIRA, J. Y. O., RIBEIRO, D. B., MELO, D. H. A., ROSA, A. H. B., MARINI-FILHO, O. J., ACCACIO, G. M. & UEHARA-PRADO, M. Studies with butterfly bait traps: an overview. **Revista Colombiana de Entomologia** 40: 209-218. 2014.

GASTON, K.J. The magnitude of global insects species richness. *Conservation Biology*, 5(3): 283-296.1991.

GHAZOUL J. Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. **Biodivers. Conserv.** 11:521-541. 2002.

GOLDSTEIN, P. Diversity and Significance of Lepidoptera: A Phylogenetic Perspective: Science and Society. 10.1002/9781118945568.ch13. 2017.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M.S. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press: 755pp.2005.

HAMMOND PC & MILLER JC. Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 91(3): 323-328.1998.

HOBBS, R. J., D. A. NORTON. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4:93–110.1996.

HOLL, K. D. The effect of coal surface mine reclamation on diurnal lepidopteran conservation. *Journal of Applied Ecology* 33:225–236.1996.

HOLL, K. D., M. E. LOIK, E. H. V. LIN, AND I. A. SAMUELS. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8:339–349.2000.

JANZEN DH. **Insect diversity of Costa Rica dry forest: why keep it, and how?** *Biol. J. Linn. Soc.*30:343-356.1987.

KINOUCI, M. Ciclo de Capacitação em Monitoramento da Biodiversidade. *Biologia dos indicadores biológicos*. Apostila/ Marcelo Kinouchi. - Brasília: MMA, ICMBio, BMU. GIZ 120p. 2014.

KITCHING, R. L.; ORR, A. G.; THALIB, L.; MITCHELL, H.; HOPKINS, M. S.; GRAHAM, A. W. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. **Journal of Applied Ecology**, v. 37, p. 284-297, 2000.

KLEINTJES P. K., JACOBS B. F., FETTIG S. M. Initial response of butterflies to an overstorey reduction and slash mulching treatment of a degraded pinon-juniper woodland. *Restoration Ecology* 12, 231–238. 2004

KREMEN C., COLWELL R. K., ERWIN T. L., MURPHY D. D., NOSS R. F. AND SANJAYAN M. A. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7, 796–808.1993.

KRISTENSEN, N.P.; SCOBLE, M.J. & KARSHOLT, O. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*, 1668: 699-747. 2007.

KRISTENSEN, N.P.; SKALSKI, A.W. Phylogeny and Palaeontology. In: Kristensen, N.P. (Ed.) *Lepidoptera, moths and butterflies*. Vol. 1. Part 35. In: *Handbook of Zoology*. Vol. IV Arthropoda Insecta. Walter de Gruyter, Berlin – New York. p. 7-25. 1999.

KRUSE, B. S., AND J. W. GRONINGER. Vegetative characteristics of recently reforested bottomlands in the lower Cache River watershed, Illinois, U.S.A. *Restoration Ecology* 11:273–280. 2003.

LAURENCE W., Habitat destruction: death by a thousand cuts. In Sodhi NS & Ehrlich PR (eds.). **Conservation biology for all**. Oxford: Oxford University Press. p. 73–87. 2010.

LEWIS O. T. Effect of experimental selective logging on tropical butterflies. *Conservation Biology* 15, 389–400. 2001.

LEWINSOHN, T. M. FREITAS, A. V. L. E PRADO, P. I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, 19. 2005.

LOMOV B, KEITH DA, BRITTON DR, HOCHULI DF. Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland Plain Woodland. *Ecological Management & Restoration* Vol 7. doi: 10.1111/j1442-8903.2006.00310.x. 2006

LONGCORE, T. Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, U.S.A.). *Restoration Ecology* 11:397–409. 2003.

MACHADO, ANGELO BARBOSA MONTEIRO; DRUMMOND, GLAUCIA MOREIRA; PAGLIA, ADRIANO PEREIRA. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada extinção. 1.ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008

MAJER, J. D. Invertebrates assist the restoration process: an Australian perspective. Pages 212–237 in K. M. Urbanska, N. R. Webb, and P. J. Edwards, editors. *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge University Press, United Kingdom. 1997.

MCCOY, E. D.; H. R. MUSHINSKY. Measuring the success of wildlife community restoration. *Ecological Applications* 12:1861–1871. 2002.

MORELLATO, L.P.C., HAADAD C.F.B, Introductions: **The Brazilian Atlantic Forest**, *Biotropica*, 32. 2000.

NECKLES, H. A., M. DIONNE, D. M. BURDICK, C. T. ROMAN, R. BUCHSBAUM, E. HUTCHINS. A monitoring protocol to assess tidal restoration of salt marshes on local and regional scales. *Restoration Ecology* 10:556–563. 2002.

NEW, T. R., PYLE, R. M., THOMAS, J. A., THOMAS, C. D., HAMMOND, P. C. Butterfly conservation management. *Annual Review of Entomology* 40, 57-83.1995.

NICHOLS, O. G., AND F. M. NICHOLS. Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology* 11:261–272.2003.

OLIVEIRA, EM & SOUTO, JS Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. *R. Verde*, 6: 01-09, 2011.

ORLANDIN, E. PIOVESAN, M. CARNEIRO, E. Borboletas do Meio-Oeste de Santa Catarina: Historia Natural e Guia de Identificação. 1ª Edição. Joaçaba. Edição Independente. 400p. ;21cm. ISBN978-65-01753-3. 2020.

PAIS, M.P.; VARANDA, E. M. Arthropod recolonization in the restoration of a semideciduous Forest in southeaster Brazil. *Neotropical Entomology* v.39(2): 198-206. 2010.

PASSELL, H. D. Recovery of bird species in minimally restored Indonesian thin strips mines. *Restoration Ecology* 8:112–118.2000.

PIOVESAN, M.; ORLANDIN, E.; FAVRETTO, M. A.; SANTOS, E. B. Contribuição para o conhecimento da lepidopterofauna de Santa Catarina, Brasil. *Scientia Plena*, v. 10, n. 9, p. 1-32, 2014.

POYRY J., LINDGREN S., SALMINEN J. , KUUSSAARI M. Responses of butterfly and moth species to restored cattle grazing in semi-natural grasslands. *Biological Conservation* 122,465–478.2005.

PURCELL, A. H., C. FRIEDRICH, AND V. H. RESH. An assessment of a small urban stream restoration project in northern California. *Restoration Ecology* 10:685–694.2002.

RAIMUNDO, R.L.G., FREITAS, A.V.L., COSTA, R.N.S., OLIVEIRA, J.B.F., LIMA, A.F., MELO, A.B., BROWN JR., K.S. **Manual de Monitoramento Ambiental usando Borboletas e Libelulas – Reserva Extrativista do Alto Jurua** Serie Pesquisa e Monitoramento Participativo em Areas de Conservacao Gerenciadas por Populacoes Tradicionais, Volume 1. Campinas, CERES/Laboratorio de Antropologia e Ambiente. 2003.

REAY, S. D., AND D. A. NORTON. Assessing the success of restoration plantings in a temperate New Zealand forest. *Restoration Ecology* 7:298–308.1999.

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. *Biol. Conserv.* 142:1141-1153. 2009.

RICKETTS T. H., DAILY G. C., EHRLICH P. R. AND FAY J.P. Countryside biogeography of moths in a fragmented landscape: Biodiversity in native and agricultural habitats. *Conservation Biology* 15, 378–388. 2005.

RHOADES, C. C., G. E. ECKERT, D. C. COLEMAN. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. *Restoration Ecology* 6:262–270.1998.

ROVEDDER APM, ELTZ FLF, DRESCHER MS. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. *Revista Ciência Rural*,;39:1061-1068.2009.

RUIZ-JAEN, M. C., AND T. M. AIDE. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management* 218:159–173.2005.

SANT'ANNA, C. L. B.; RIBEIRO, D. B.; GARCIA, L. C.; FREITAS, A. V. L. Fruit-feeding Butterfly Communities are Influenced by Restoration Age in Tropical Forests. *Restoration Ecology*, Society for **Ecological Restoration**, doi: 10.1111/rec.12091, 2014.

SANTOS JP, MARINI-FILHO OJ, FREITAS AVL,UEHARA-PRADO M. Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. **Biodiversidade Brasileira**6(1): 87-99, 2016.

SANTOS JP, FREITAS AVL, BROWN KS JR, CARREIRA JYO, GUERATTO PE, ROSA AHB, LOURENÇO GM, ACCACIO GM, UEHARA-PRADO M, ISERHARD CA, RICHTER A, GAWLINSKI K, ROMANOWSKI HP, MEGA NO, TEIXEIRA MO, MOSER A, RIBEIRO DB, ARAUJO PF, FILGUEIRAS BKC, MELO DHA, LEAL IR, BEIRÃO MV, RIBEIRO SP, CAMBUÍ ECB, VASCONCELOS RN, CARDOSO MZ, PALUCH M, GREVE RR, VOLTOLINI JC, GALETTI M, REGOLIN AL, SOBRAL-SOUZA T, RIBEIRO MC. Atlantic Butterflies: A Data Set Of Fruit-Feeding Butterfly Communities From The Atlantic Forests. **Ecology**, 99(12), The Ecological Society of America. 2018.

SANTOS JP, SOBRAL-SOUZA T, BROWN KS JR, VANCINE MH, RIBEIRO MC, FREITAS AVL. Effects of landscape modification on species richness patterns of fruit-feeding butterflies in Brazilian Atlantic Forest. **Divers Distrib**.26:196–208.2020.

SER (SocietyforEcological Restoration) International Science&PolicyWorkingGroup. The SER International Primer on Ecological Restoration(available from <http://www.ser.org>) accessed in July 2005. Societyfor Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.2004.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes da Mata Atlântica: período de 2018-2019, relatório parcial**. São Paulo, SP: Fundação; Sao José dos Campos, SP: Inpe, 2020.

SOUZA, F.M. & BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management* 191: 185-200.2004.

SUMMERVILLE, K. S.; CRIST, T. O. Effects of experimental habitat fragmentation on patch use by butterflies and skippers (Lepidoptera). **Ecology**, v. 82, p. 1360-1370, 2001

SWENGEL A. B. (1996) Effects of fire and hay management on abundance of prairie butterflies. *Biological Conservation* 76, 73–85.

TESTON, J. A.; SPECH, A.; DI MARE, R. A.; CORSEUIL, E. Arctiinae coletados em unidades de conservação estaduais do rio grande do sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 50, n. 2, p. 280-286, 2006.

TOWNSEND C.R., BEGON M. & HARPER J.P. **Fundamentos em Ecologia**. Editora ARTMED, Porto Alegre 2ª . edição. 2006.

TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.F. Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insects. São Paulo, Cengage Learning, 809p. 2011.

UEHARA-PRADO, M. & D. B. RIBEIRO. **Borboletas em Floresta Atlântica: métodos de amostragem e inventário de espécies na Serra do Itapeti**. Pp. 167-186 In: MORINI, M. S. C. & V. F. O. MIRANDA (Orgs.). Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos. Bauru: Canal 6. v. 1. 400 pp. 2012.

VAN AARDE, R. J., S. M. FERREIRA, J. J. KRITZINGER, P. J. VAN DYK, M. VOGT, AND T. D. WASSENAAR. An evaluation of habitat rehabilitation on coastal dune forest in northern KwaZulu-Natal, South Africa. *Restoration Ecology* 4:334–345. 1996.

WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V. L. & BROWER, A. V. Z. Nymphalid butterfly diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences* 276: 4295-4302. 2009.

WALTERS, B. B. Local mangrove planting in the Philippines: are fisherfolk and fishpond owners effective restorationists? *Restoration Ecology* 8:237–246. 2000.

WALTZ, A. E. M., AND W. W. COVINGTON. Butterfly richness and abundance increase in restored ponderosa pine ecosystem (Arizona). *Ecological Restoration* 17:244–246. 1999.

WHITE, E., N. TUCKER, N. MEYERS, J. WILSON. Seed dispersal to remote vegetated isolated rainforest patches in North Queensland. *Forest Ecology and Management* 192:409–426. 2004.

WILKINS, S., D. A. KEITH, P. ADAM. Measuring success: evaluating the restoration of a grassy eucalypt woodland on the Cumberland Plain, Sydney, Australia. *Restoration Ecology* 11:489–503. 2003.

CAPITULO 1: BORBOLETAS NYMPHALIDAE COMO INDICADORES DO SUCESSO DA RESTAURAÇÃO EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.

RESUMO

As borboletas, especialmente as da família Nymphalidae, têm sido consideradas como um ótimo indicador ambiental, devido a sua sensibilidade às mudanças ambientais e facilidade de amostragem. Desta forma, conhecer e identificar os representantes desse grupo, em áreas de referência e de restauração florestal, pode ser uma ferramenta muito útil para monitorar os sucessos de ações de restauração ao longo do tempo. Este estudo apresenta a abundância, a riqueza e a composição de espécies de borboletas Nymphalidae em sítios de restauração de Floresta Estacional Semidecidual, visando verificar o seu potencial como indicador de sucesso da restauração. A metodologia utilizada na amostragem consiste em um transecto de mil metros em cada área de amostragem. Nesse transecto foram dispostas as armadilhas, com uma distância média de cem metros uma da outra, considerando cento e cinquenta metros de área de borda. Foram utilizadas armadilhas atrativas modelo van Someren-Rydon, com saídas a campo nas estações mais quentes (primavera e verão) de setembro de 2015 a março de 2016 e setembro de 2016 a março de 2017. As expedições a campo tiveram duração média de três dias com amostragens entre as 09h00min e as 16h00min. Após 6972 horas de amostragens, foi coletado um total de 2567 espécimes, distribuídos em 87 espécies de borboletas diferentes. A análise dos dados foi realizada a partir da contagem do número de indivíduos por espécie coletados em cada trilha. Como resultados gerais, as borboletas Nymphalidae podem ser utilizadas como ferramenta para identificar as alterações na biodiversidade local, através da mudança da composição de espécies e abundância de indivíduos de acordo com o grau de impacto no local, tanto em lugares de referência quanto em áreas de restauração florestal.

Palavras-chave: Nymphalidae, restauração, bioindicadores

3 INTRODUÇÃO

As borboletas estão entre os insetos mais utilizados no monitoramento ambiental devido ao seu tamanho relativamente grande, as asas coloridas, o rápido ciclo de vida, a especificidade ecológica, a facilidade de amostragem e a taxonomia e sistemática relativamente bem resolvidas (FREITAS *et. al.*, 2014). Além disso, esse grupo de insetos pode ser coletado durante todas as estações do ano, apresenta grande diversidade, fidelidade de habitat e responde rapidamente às mudanças ambientais (NEVES *et. al.*, 2008). Assim, a presença de determinadas espécies em um habitat específico indica o equilíbrio natural e a ausência de alterações que afetam a característica do ambiente (UEHARA-PRADO & RIBEIRO 2012; SANTANNA *et. al.*, 2014).

Na maior parte dos grupos de borboletas, a riqueza de espécies é altamente correlacionada com conectividade da paisagem, com a heterogeneidade, perturbação natural e perturbação total do ambiente. As riquezas e proporções de diferentes grupos de borboletas são variavelmente explicadas por perturbação, sazonalidade, temperatura, vegetação, solo e conectividade da paisagem (GONZALES, 2008; UEHARA-PRADO *et. al.*, 2009, BARLOW, 2007).

As borboletas estão distribuídas em todo o território nacional, 2/3 delas vivendo na região de Mata Atlântica, muitas das quais são consideradas espécies raras, difíceis de serem encontradas (UEHARA-PRADO *et. al.*, 2009). São importantes não somente como bioindicadoras, mas também pelo seu papel como polinizadoras, decompositoras e na fase larval como herbívoras. A família Nymphalidae é a que contém o maior número de espécies, a mais diversa relação com plantas hospedeiras e a maior diversidade de formas larvais (DeVRIES, 1987).

Em áreas em processo de restauração, a presença de borboletas frugívoras pode ser um indicativo de qualidade do ambiente, tanto em relação ao ambiente físico quanto ao biótico, bem como, da existência de recursos alimentares para os mesmos e do restabelecimento de uma rede mais complexa de interações. Deste modo, elas se tornam um interessante grupo indicador (BROWN, 1997), e têm sido sugeridas como ideal para o monitoramento ambiental (FURLANETTI 2010, SANTANA *et. al.*, 2014, SHUEY *et. al.*, 2017). Estudos de monitoramento, utilizando borboletas, em reflorestamentos de áreas no entorno de reservatórios de hidrelétricas no Brasil são escassos. Dessa forma, o presente trabalho visa fazer um levantamento das borboletas que possam ser utilizadas como bioindicadores de boa

qualidade ambiental em fragmentos florestais e reflorestamentos no entorno de reservatórios de hidrelétricas. Assim sendo, o objetivo geral desse trabalho é avaliar a abundância, a riqueza e a composição de espécies de borboletas Nymphalidae em sítios de restauração de Floresta Estacional Semidecidual, e verificar o seu potencial como indicador de sucesso da restauração.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O estudo foi realizado em áreas de preservação permanente de duas usinas hidrelétricas no rio Paranapanema, incluindo três fragmentos florestais (tomados como referência), oito áreas de reflorestamento com 13 anos de idade (com exceção de uma, Fazenda Congonhas, com 15 anos) e duas áreas abertas (consideradas como controle). Estas áreas estão localizadas na região norte do estado do Paraná e no estado de São Paulo conforme descrito na Tabela 1 e na Figura 1. A região é caracterizada pelo alto índice de fragmentação, resultado da produção agrícola de soja, milho e cana de açúcar (Figura 2 e 3), e faz parte de dois projetos complementares desenvolvidos na Universidade Estadual de Londrina, o PELD – MANP (Pesquisa Ecológica de Longa Duração – Mata Atlântica do Norte do Paraná) e o P&D - Duke Monitoramento (Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento – ANEEL).

Tabela 1: Locais com coletas de borboletas com armadilhas atrativas tipo *Van Someren- Rydon*. FF: fragmentos de florestas, RF: áreas em restauração (reflorestamentos). Congonhas (CGH); Alvorada (ALV); Santo Antônio (STO); Parque Florestal de Ibicatu (IBI); Capim 5 (CAP 5); Capim 6 (CAP 6), Salto 4 (SAL); Anhumas 1 (ANH 1); Anhumas 2 (ANH 2).

*Todas as áreas em restauração foram implantadas em 2004, exceto CHG implantada em 2002.

** Todas as áreas localizam-se no Estado do Paraná, exceto ANH 1 e ANH 2, localizadas no Estado de São Paulo.

Área de Estudo	Ambiente	Área (ha)	Coordenadas	Município
Congonhas (CGH)	FF	108	23°14'61" S, 50°56'54" O	Rancho Alegre-PR
Alvorada (ALV)	FF	128	22°49'04" S, 51°11'30" O	Alvorada do Sul-PR
Parque Estadual de Ibicatu (IBI)	FF	302	22°46'33" S, 51°29'40" O	Centenário do Sul-PR
Congonhas (CGH)*	RF	12	22°59'48" S, 50°56'45" O	Rancho Alegre-PR
Alvorada (ALV)	RF	11	22°48'31" S, 51°11'35" O	Alvorada do Sul-PR
Santo Antônio (STO)	RF	33	22°56'42" S, 50°56'97" O	Sertaneja-PR
Capim 5 (CAP5)	RF	28	22°40'38" S, 51°28'41" O	Centenário do Sul-PR
Capim 6 (CAP6)	RF	58	22°41'67" S, 51°32'57" O	Centenário do Sul-PR
Salto (SALT)	RF	55	22°39'43" S, 51°23'54" O	Centenário do Sul-PR
Anhumas 1 (ANH1)**	RF	30	22°37'19" S, 51°26'44" O	Iêpe- SP
Anhumas 2 (ANH2)**	RF	43	22°40'02" S, 51°28'28" O	Iêpe- SP

Congonhas (CGH)	AB	6	22K0505294;7456239	Rancho Alegre-PR
Alvorada (ALV)	AB	1	22K0480276;7478917	Alvorada do Sul-PR

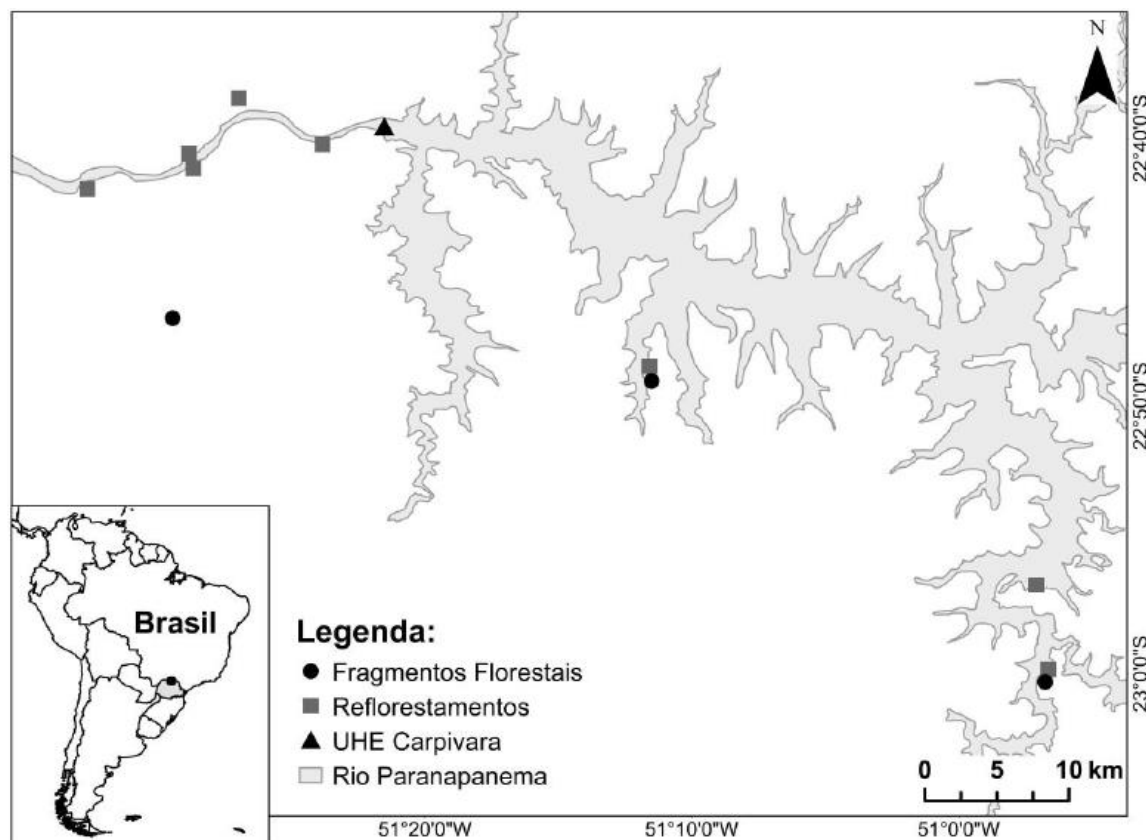


Figura 1: Localização das áreas de estudo no rio Paranapanema, em fragmentos florestais e reflorestamentos, em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual, Brasil.
Fonte: Scervino, 2018.

Tais formações florestais situam-se em uma região homogênea em relação a tipologia vegetal (Floresta Estacional Semidecidual), apresentando temperaturas moderadas (média anual de 21,4° C) e inverno pouco rigoroso temperatura média de 18,0° C; (MENDONÇA & DANNI- OLIVEIRA, 2002), solo predominantemente dos tipos latossolo vermelho escuro eutrófico e nitossolo eutrófico (STIPP, 2002), e mesmo histórico de ocupação, resultado da expansão agrícola iniciada nos anos 1930 (SOARES & MEDRI, 2002). Além disso, todas as áreas amostradas são adjacentes ou próximas a corpos aquáticos, já que os sítios de restauração ecológica foram implantados em áreas desapropriadas para a construção de reservatórios de água (Figura 4).

Os fragmentos florestais amostrados apresentam bom estado de conservação, caracterizados pela presença de árvores maduras e lianas lenhosas.

Em relação à vegetação herbácea, não apresenta cobertura de gramíneas, e quanto à cobertura de herbáceas não gramíneas foi encontrada uma média menor que 1% de cobertura, sem presença de gramíneas principalmente *Brachiaria*, com uma cobertura de dossel de 94% no verão (SCERVINO, 2018).

Todos os sítios de reflorestamento (RF) possuem idades similares, implantados de maneira controlada (técnica de plantio e rol de espécies empregadas). Os plantios foram realizados entre os anos de 2002 e 2004 apenas com espécies arbóreas nativas, pioneiras e secundárias iniciais. Houve manutenção manual e mecânica para retirada de espécies invasoras durante os dois primeiros anos após o plantio. Nesse período, qualquer tipo de regenerante (nativo ou não) foi eliminado. Estas áreas de reflorestamento são caracterizadas por uma maior cobertura de vegetação herbácea, arbustos, presença de *Brachiaria* apenas nas bordas, árvores jovens e cobertura de dossel irregular com maior incidência de luz que os FF (SCERVINO, 2018).

As áreas abertas (Figura 5) são antigas áreas de pastagens abandonadas, com predomínio de gramíneas, principalmente *Brachiaria*, sem presença de árvores, com alta luminosidade.

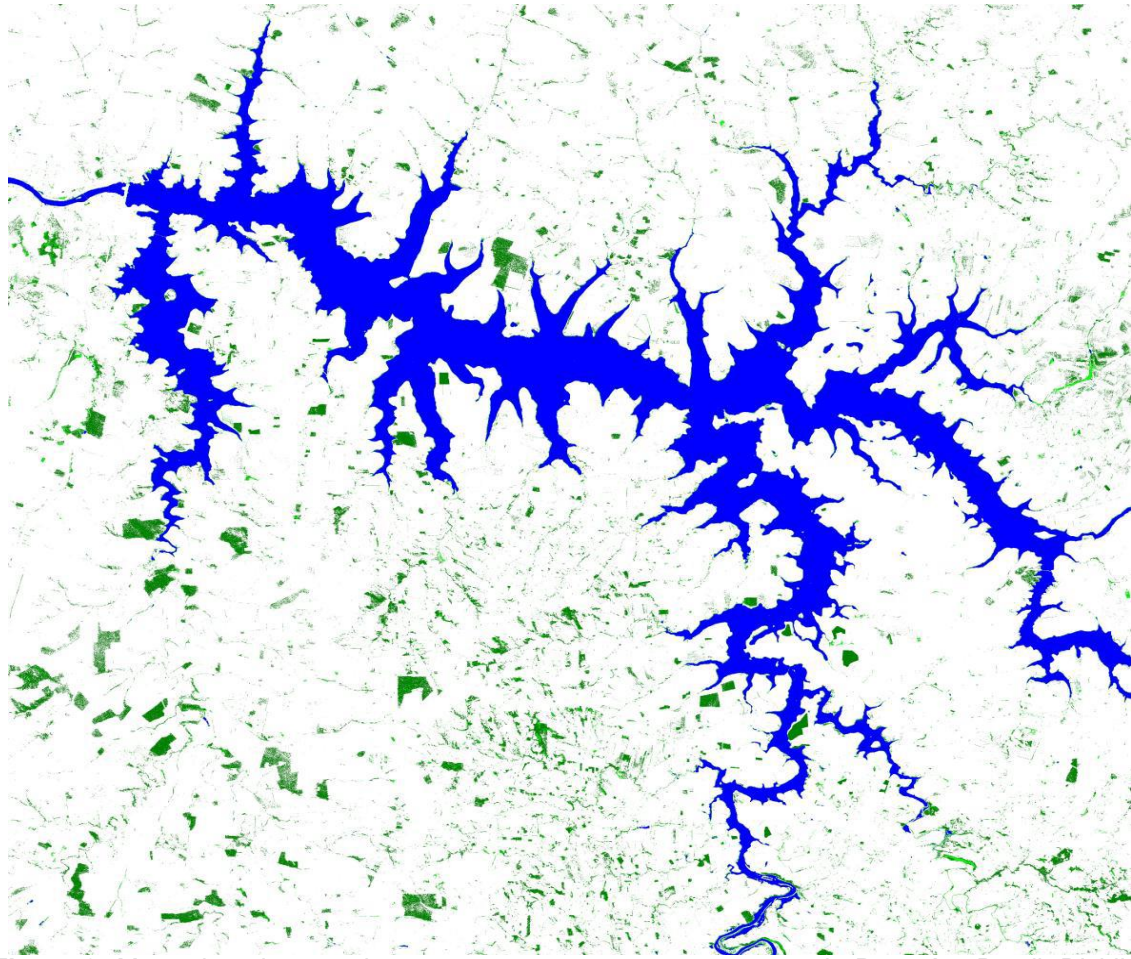


Figura 2: Mapa de cobertura de vegetação remanescente no norte do Paraná – Brasil. Dividido em três categorias: azul – Represa Capivara, branco – matriz (agrícola e urbana) e verde – remanescentes florestais.

Fonte: Pereira, 2012.



Figura 3: Imagem de satélite das áreas de estudo em sítios de Fragmento Florestal e Áreas em

Restauração em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual, bioma de Floresta Atlântica, Brasil. O rio corre de leste para oeste. Onde: CGH: Congonhas, STO: Santo Antônio, ALV: Alvorada, IBI: Ibicatu, CAP 5 e 6: Capim, SALT: Salto, ANH 1 e 2: Anhumas.

Fonte: Google Earth (2018).

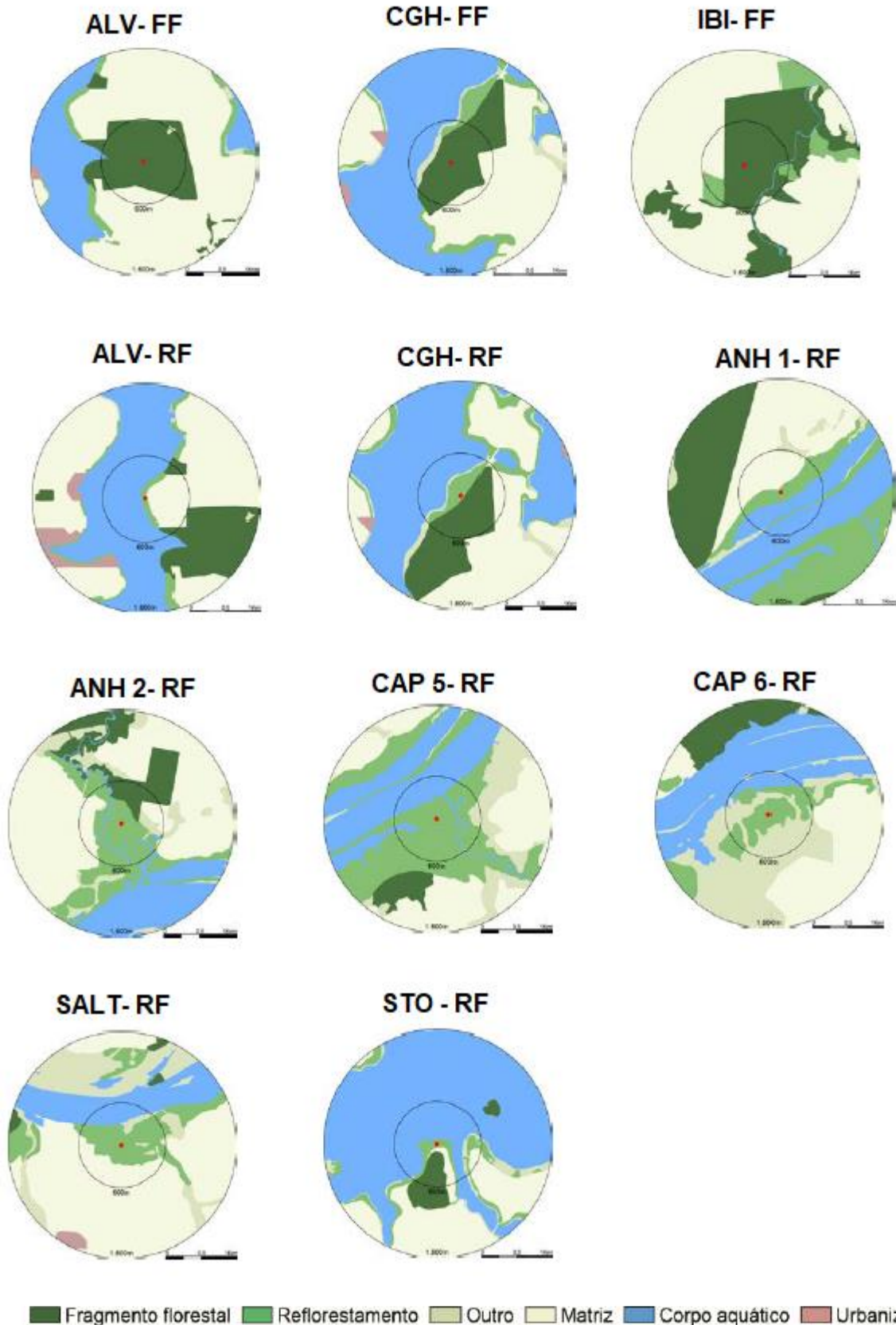


Figura 4: Classificação do uso do solo em cada unidade amostral.

Onde os pontos vermelhos são as seguintes áreas: CGH-FF: Congonhas Fragmento Florestal, CGH-RF: Congonhas Reflorestamento, ALV- FF: Alvorada Fragmento Florestal, ALV- RF: Alvorada Reflorestamento, IBI- FF: Ibicatu Fragmento Florestal, CAP 5- RF: Capim 5 Reflorestamento, CAP 6- RF: Capim 6 Reflorestamento, SALT- RF: Salto Reflorestamento, ANH 1- RF: Anhumas 1 Reflorestamento, ANH 2- RF: Anhumas 2 Reflorestamento, STO- FF: Santo Antônio Reflorestamento.

Fonte: Adaptado de MARQUES-LIMA, 2018.

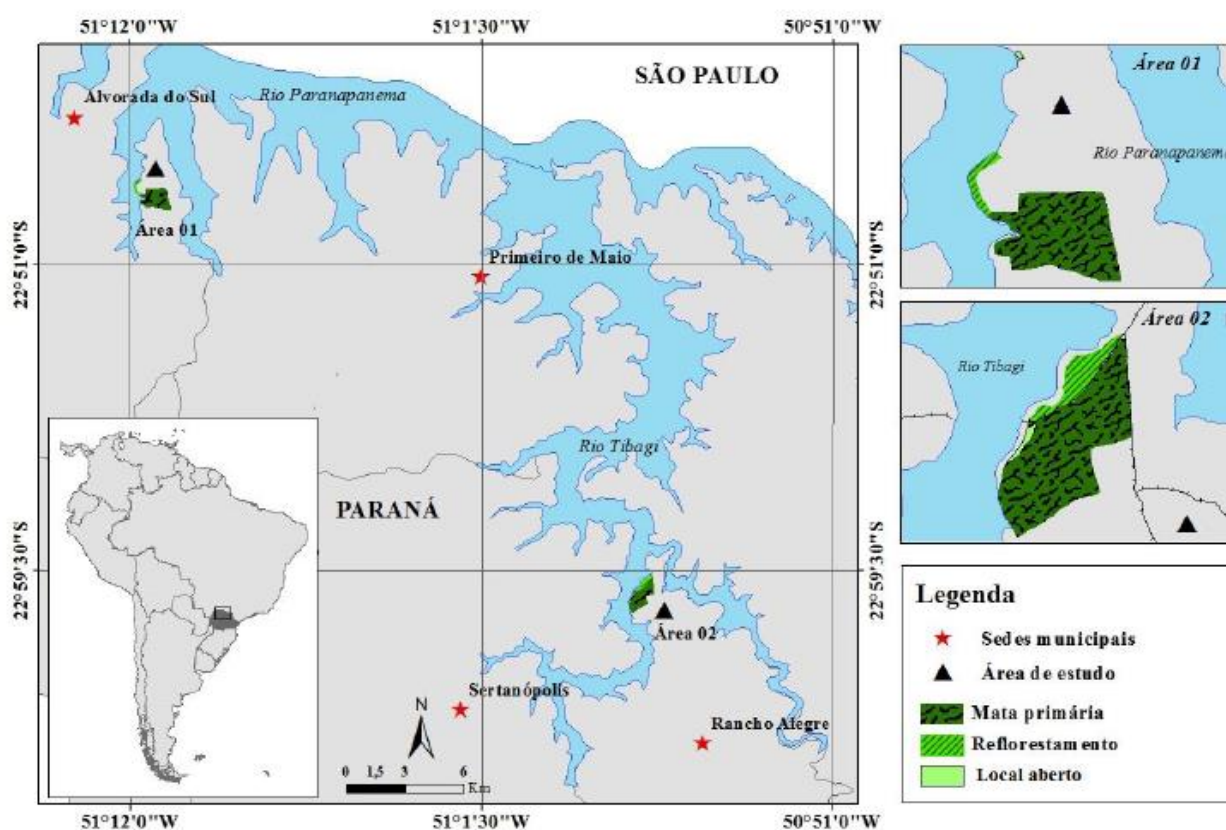


Figura 5: Localização das áreas abertas, onde: Área 1: Alvorada, Área 2: Congonhas.

Fonte: SILVA, 2016.

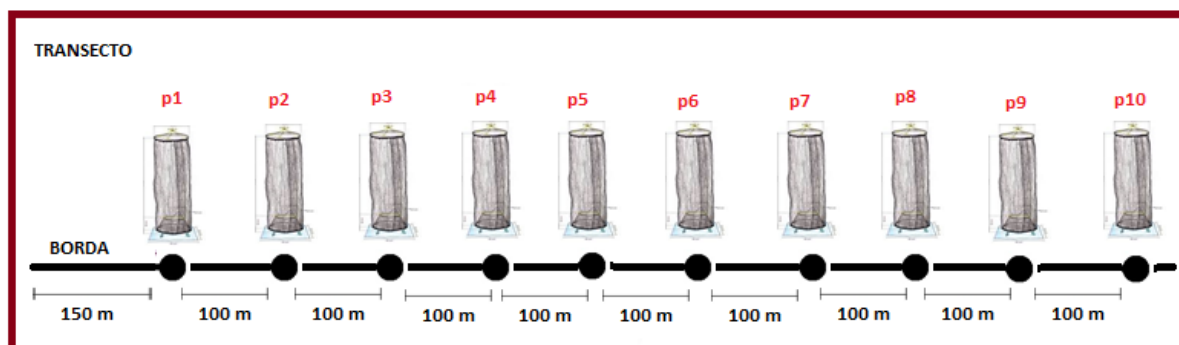
Amostragem

Foram realizadas saídas a campo nas estações mais quentes (primavera e verão) de setembro de 2015 a março de 2016 e setembro de 2016 a março de 2017. Este é o período mais favorável para a coleta de borboletas frugívoras na região neotropical segundo Brown (1992) e Uehara-Prado e colaboradores (2006), e principalmente na região de Londrina, conforme Moreira (2015).

Foi selecionado um transecto de mil metros em cada área de amostragem. Nesse transecto foram dispostas as armadilhas, com uma distancia média de cem metros uma da outra, considerando cento e cinquenta metros de área de borda,

conforme demonstrado na figura abaixo (figura 6)

Figura 6: Disposição das armadilhas no transecto.



Fonte: A Autora.

As expedições a campo tiveram duração média de três dias com amostragens entre as 09h00min e as 16h00min, sendo que no primeiro dia as armadilhas eram montadas e deixadas no campo pelos três dias corridos e vistoriadas duas vezes ao dia, para retirada de indivíduos e reposição de isca, caso necessário.

As armadilhas consistem de um cilindro de voal (ou tule), com 110cm de altura e 35cm de diâmetro, fechado na extremidade superior (UEHARA-PRADO *et al.* 2006). A base da armadilha constitui-se de uma plataforma de acrílico, sobre a qual é colocado um prato raso de plástico contendo a isca (Figura 7 e Figura 8). A isca utilizada constitui-se de uma mistura de concentrado de caldo de cana com bananas bem maduras, a qual é preparada 48 horas antes do início da amostragem, esse é o tempo necessário para ocorrer a fermentação (Figura 8) (UEHARA-PRADO *et al.*, 2006).



Figura 7: Armadilha tipo Van Someren- Rydon **Fonte:** Moreira, L.R., 2015.



Figura 8: Colocação da Isca na base da armadilha.

Nos fragmentos florestais e nos reflorestamentos, as armadilhas foram amarradas nas próprias árvores, numa altura aproximada de 1,5m do solo. Nas áreas abertas houve a necessidade da instalação de suportes de madeira para apoio destas armadilhas.

Os espécimes coletados foram sacrificados por compressão do tórax e acondicionados em envelope entomológico, a fim de serem levados ao laboratório para montagem. Após a fixação dos espécimes, foi realizada a identificação no Laboratório de Entomologia Sistemática da Universidade Estadual de Londrina, utilizando microscópio estereoscópico, bibliografia especializada (MIELKE E CASAGRANDE, 1997; LAMAS, 2004; UEHARA-PRADO *et al.*, 2006; VIEIRA, 2008; SANTOS, 2010; SANTOS *et al.*, 2012, WARREN *et al.*, 2012; GARCIA-SALIK *et al.*, 2014; MOREIRA, 2015) e consulta a especialistas do LABBOR (Laboratório de Borboletas da Unicamp). Os espécimes coletados e preparados foram depositados na coleção do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina.

Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada a partir da contagem do número de indivíduos por espécie coletados em cada trilha. Esta contagem permitiu estimar a abundância (número de indivíduos) em valores absolutos (N) e em valores relativos (%) para cada local, e ambiente (área aberta, reflorestamento ou fragmento florestal). A riqueza de espécies foi comparada entre os ambientes por meio de uma reamostragem com reposição (1000 permutações). Foram plotadas as curvas de acúmulo de espécies para cada área. Todas as análises foram desenvolvidas no software R 3.3.1 (R CORE TEAM, 2016).

Foi verificado se a riqueza de espécies dos fragmentos florestais diferia dos reflorestamentos através da função “c2cv” do pacote “rich” (ROSSI, 2011). A função compara a diferença da riqueza observada entre duas comunidades, com a diferença na riqueza de várias comunidades geradas aleatoriamente e, posteriormente, é verificada a porcentagem dessas diferenças, que são maiores ou iguais às observadas. No estudo, foram feitas 1000 randomizações.

Foram analisados os padrões de composição de espécies de Nymphalidae através do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), construído com base em uma matriz de distâncias de Bray-Curtis (FAITH *et al.*, 1987). Posteriormente, foi verificado se existem diferenças na composição de espécies entre os fragmentos florestais e os reflorestamentos através de uma análise de variância permutacional multivariada, PERMANOVA (ANDERSON, 2001), com a função “adonis” do pacote “vegan”. O pressuposto de homocedasticidade da PERMANOVA foi verificado através da função “betadisper” do pacote “Vegan”. Foram utilizadas 1000 permutações tanto na função “adonis” quanto na função “betadisper”.

Foi medido o valor da equitabilidade através do Índice de Shannon-Wiener (eH') para poder observar a distribuição da abundância relativa entre as espécies nas áreas de coleta. Também se calculou a similaridade entre as três áreas, através do Coeficiente de Sorensen (SOij). Esses cálculos foram realizados com o auxílio do Programa DivEs Diversidade de Espécies, versão 3.0 (RODRIGUES, 2018).

As variáveis levantadas foram: a diversidade e a composição de borboletas nos reflorestamentos, sendo comparadas a diversidade de espécies de seus fragmentos florestais mais próximos e das respectivas áreas abertas, para ver com qual tratamento os reflorestamentos mais se assemelham.

Os tratamentos foram todos analisados por similaridade de espécies, para poder verificar se, realmente, os reflorestamentos são mais similares com os fragmentos florestais do que com as áreas abertas. Verificamos também, a dominância, regularidade e rarefação das espécies em cada tratamento. Posteriormente, analisamos a riqueza estimada de cada tratamento.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 6972 horas de amostragens, foi coletado um total de 2567 espécimes, distribuídos em 87 espécies (Apêndice 01). A área com maior abundância de espécies foi o Fragmento Florestal de Congonhas (CGH FF) com 33 espécies, seguida de seu Reflorestamento (CGH RF) com 32 espécies, o Fragmento Florestal de Alvorada (ALV FF) com 32 espécies, e o Reflorestamento de Alvorada (ALV RF) com 27 espécies, conforme mostra a tabela 2 a baixo:

Local/Ambiente	ALV FF	ALV RF	ALV AB	CGH FF	CGH RF	CGH AB	STO RF	IBI FF	ANH1 RF	ANH2 RF	CAP 5 RF	CAP6 RF	SAL4 RF
Riqueza de	32	27	08	33	32	18	23	15	13	13	19	24	12
Espécies Abundância	229	150	123	253	201	158	166	355	226	189	183	231	163

Tabela 2: Distribuição da riqueza e abundancia de espécies em cada local amostrado. Sendo: ALV-FF: Alvorada- Fragmento Florestal; ALV- RF: Alvorada Reflorestamento; ALV- AB: Alvorada- Área Aberta; CGH-FF: Congonhas- Fragmento Florestal; CGH- RF: Congonhas- Reflorestamento; CGH-AB: Congonhas- Área Aberta; STO-RF: Santo Antônio-Reflorestamento; IBI-FF: Ibicatu-Fragmento Florestal; ANH1- RF: Anhumas 1- Reflorestamento; ANH2-RF: Anhumas 2- Reflorestamento; CAP5-RF: Capim 5-Reflorestamento; CAP6- RF: Capim 6- Reflorestamento; SAL4-RF: Salto 4-Reflorestamento.

A figura 9 e a tabela 3, demonstram a riqueza de espécies encontradas em cada local amostrado, sendo que o local com maior riqueza encontrada foi CGH-FF com 33 espécies, CGH-RF com 32 espécies e ALV-FF com 32 espécies também. Já os locais com a menor riqueza de espécies foi ALV-AB com 8 espécies e SAL-RF com 12 espécies encontradas. Na tabela 3, também é feito uma comparação entre os três fragmentos, os reflorestamentos e as áreas abertas, entre si.

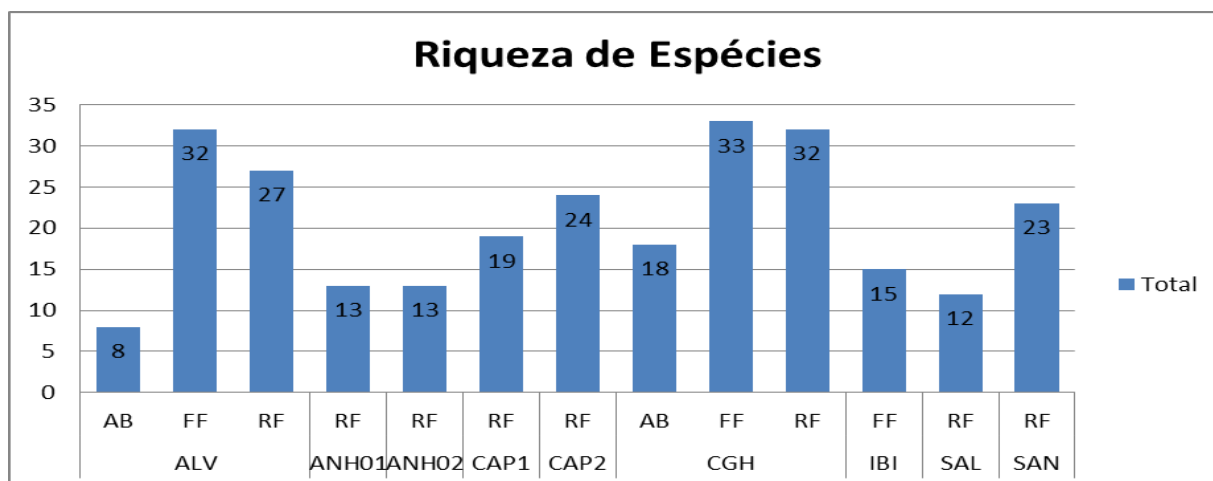


Figura 9: Distribuição da Riqueza de espécies nos locais de amostragem.

Fonte: A Autora.

Local	Riq.Observada	Riq.Estimada	Riq. Rarefeita	Razão (Riq. Obs./estimada)%	Média±DP
ALV FF	32	32,9	30,1	96,9	13,4±3.5
ALV RF	27	37,9	25,0	71,1	7,3±3.3
ALV AB	9	9	9	100	6,9±2.1
CGH FF	33	36,9	28,8	89,2	14,9±6.3
CGH RF	32	33,9	30,8	94,1	15,6±2.9
CGH AB	18	21,9	17,4	81,9	8,3±4.9
SAN RF	23	27,9	22,7	82,2	11,6±1.7
IBI FF	15	15	14,9	100	12,6±2.7
ANH01 RF	13	13	12,9	100	8,1±2.3
ANH02 RF	13	13	12,9	100	7,7±1.5
CAP1 RF	19	20,9	17,9	90,5	7,5±4.1
CAP2 RF	24	24	23,5	100	13,2±2.9
SAL RF	12	12	12	100	6,4±4
Todos FF	51	54,9	34,9	92,7	13,6±4.5
Todos RF	66	72,9	40,9	90,4	9,6±2.8
Todas AB	23	25,9	20,2	88,4	7,6±3.2

Tabela 3: Riqueza de espécies observada, riqueza estimada por Jackknife 1^a, riqueza rarefeita, e riqueza média (com respectivo desvio padrão) de borboletas frugívoras amostradas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FF) e sítios de restauração ecológica (RF- reflorestamentos com espécies nativas com 12-15 anos), e áreas abertas (AB).

Fonte: A Autora.

Já as curvas de acúmulo de espécies (Figura 8), sugerem que o esforço amostral foi suficiente em alguns sítios, em que as curvas se estabilizaram.

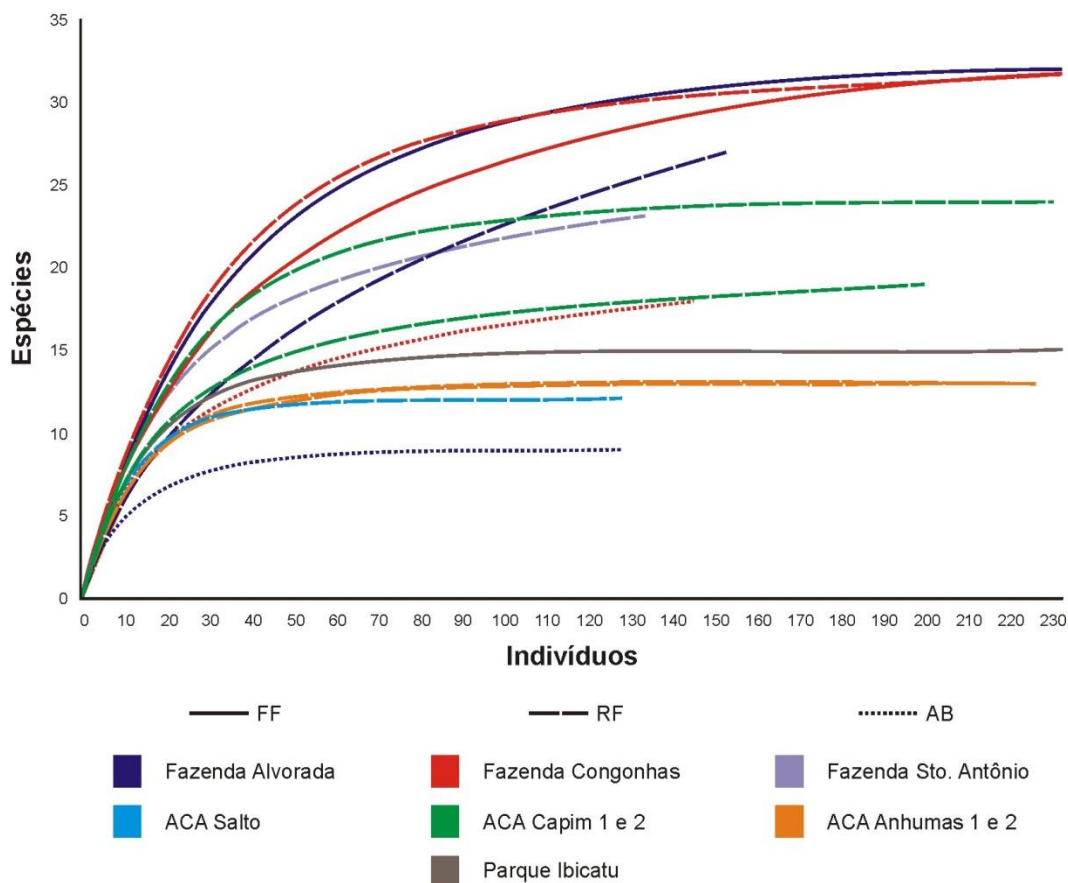


Figura 10: Curvas de acúmulo de espécies (relação de dias de coleta com número de espécies) de borboletas em amostragens com armadilhas adaptadas do tipo van Someren-Rydon. FF – fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, RF – sítios de restauração (reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas), AB – áreas abertas.

Fonte: A Autora

De acordo com a análise de NMDS, todos os ambientes apresentaram composição significativamente diferente. A similaridade das áreas amostradas, com a análise da composição de espécies de borboletas Nymphalidae, analisada por meio do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), construído com base em uma matriz de distâncias de Bray-Curtis, indica uma separação nas áreas abertas, demonstrando que os reflorestamentos estão mais similares aos fragmentos (Figura 11).

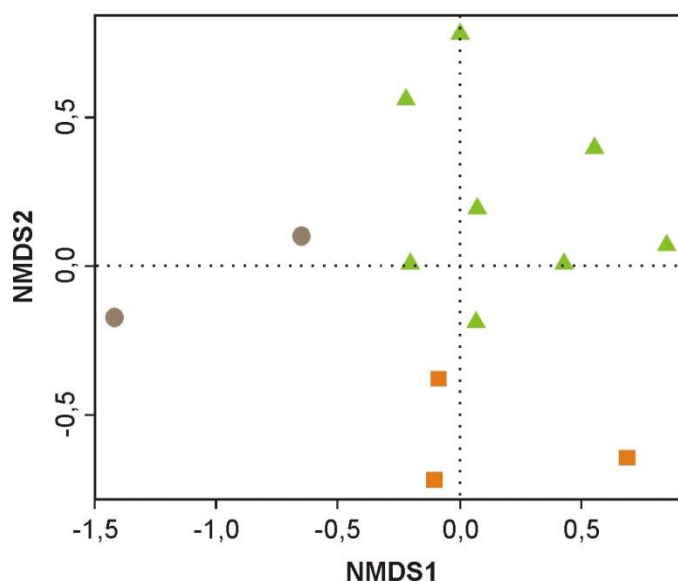


Figura 11. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) da composição de espécies de borboletas Nymphalidae, baseado em uma matriz de distâncias de Bray-Curtis. Os círculos representam as áreas abertas; quadrados, fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual; e triângulos, sítios de restauração (reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas).

Fonte: A Autora.

Apesar da riqueza de espécies similar, houve diferença significativa ($r^2 = 0,22$, $p = 0,007$) na composição de espécies entre fragmentos florestais e sítios de restauração. O tamanho dos sítios de restauração não afetou a sua similaridade com os fragmentos florestais, mas os situados na vizinhança de fragmentos florestais apresentaram composição mais parecida com estes, adjacentes ou não, seja em termos qualitativos (índice de Jaccard) ou quantitativos (índice de Bray-Curtis). As áreas abertas são mais semelhantes aos sítios de restauração do que aos fragmentos, embora com índices de similaridade mais baixos do que os observados entre fragmentos e sítios de restauração (Tabela 4).

Tabela 4. Índices de similaridade de espécies de borboletas frugívoras amostradas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FF), sítios de restauração ecológica (RF- reflorestamentos de 12-15 anos com espécies nativas) e áreas abertas (AB). S – riqueza de espécies.

Amostra		S		Espécies em comum	Índices	
1	2	1	2		Jaccard	Bray-Curtis
FF	AB	51	24	12	0,19	0,12
FF	RF	51	66	35	0,44	0,31
AB	RF	24	66	17	0,23	0,18

Esses dados sugerem que os sítios de restauração combinam elementos da fauna de borboletas dos fragmentos e das áreas abertas, o que explica a sua maior

riqueza de espécies. As características estruturais do hábitat (densidade da vegetação, por exemplo) mostraram-se importantes para esses insetos. Os resultados indicaram que, embora localizados em paisagem fragmentada, os sítios de restauração de 12-15 anos de idade já fornecem hábitats adequados para a recolonização por borboletas frugívoras. Elas respondem, portanto, às mudanças nos hábitats à medida que a estrutura florestal se recupera.

Por outro lado, como a mistura de espécies florestais e de áreas abertas leva ao rápido aumento da riqueza de espécies, medidas de diversidade alfa, normalmente usadas para avaliar o avanço da recuperação em áreas mais jovens, têm pouco a indicar nas fases posteriores, em que já há uma estrutura florestal estabelecida. Nesse caso, as taxas de substituição de espécies, ou medidas de diversidade beta, podem ser mais informativas sobre o progresso da restauração.

Analisando as três subfamílias com maior riqueza e abundância, percebemos que os menores números foram encontrados nas áreas abertas (Figura 12) sendo que na ALV AB não encontramos nenhum representante da subfamília Satyrinae, e os valores para Biblidinae foram de 33 indivíduos de 3 espécies, Charaxinae 12 indivíduos de apenas 1 espécie. Enquanto que na CGH AB foram encontrados 29 indivíduos de cinco espécies diferentes de Satyrinae, 50 indivíduos de 5 espécies diferentes de Biblidinae, e 29 indivíduos de 2 espécies diferentes de Charaxinae.

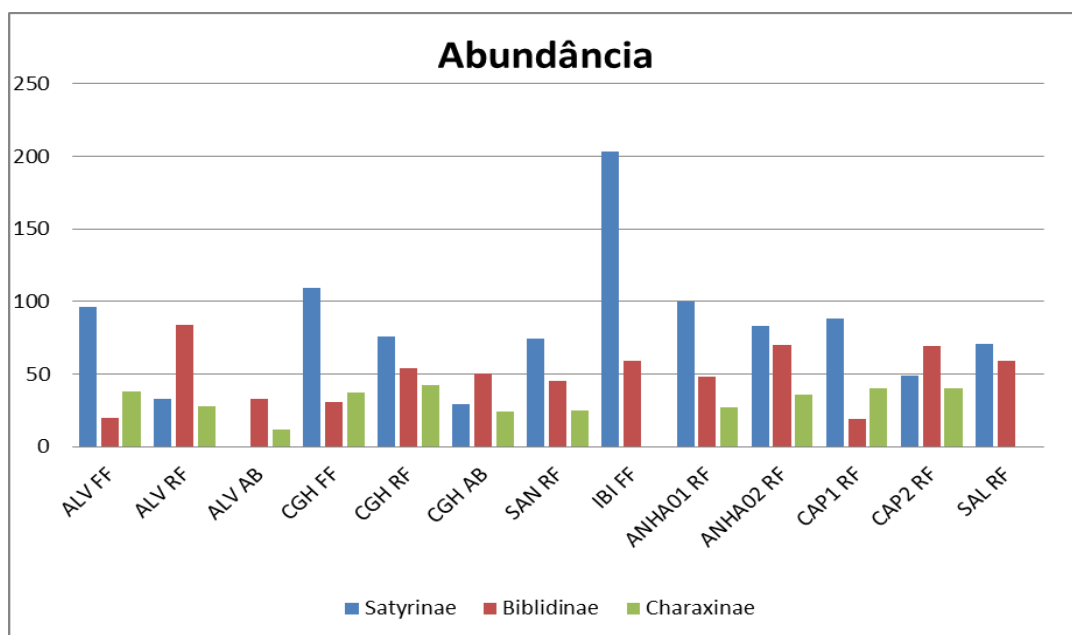


Figura 12: Mostra a distribuição das três subfamílias mais abundantes nas áreas, onde em azul: Satyrinae, vermelho: Biblidinae, verde: Charaxinae.

Fonte: A Autora.

Das sete subfamílias de Nymphalidae mais abundantes, Satyrinae foi a subfamília com maior números de indivíduos amostrados e a mais diversa, com 1011 indivíduos e 31 espécies encontradas, representando 38,48% da abundância encontrada nas áreas, e 35,63% da riqueza. Biblidinae apresentou 641 indivíduos de 19 espécies diferentes, Charaxinae com 349 indivíduos de 12 espécies diferentes.

Fazendo as análises de Escalonamento multidimensional não métrico, podemos verificar que existe diferença significativa ($R^2=0.22$, $p=0.007$) na composição de espécies de Nymphalidae entre fragmentos florestais e os reflorestamentos. Além de riquezas semelhantes a dos fragmentos, os reflorestamentos possuem uma composição de espécies diferenciada, o que indica maior relevância para eles, porque abrigam uma composição diferente da dos fragmentos, apresentando 23 espécies que só foram encontradas nos reflorestamentos, conforme diagrama de Venn abaixo (Figura 13).

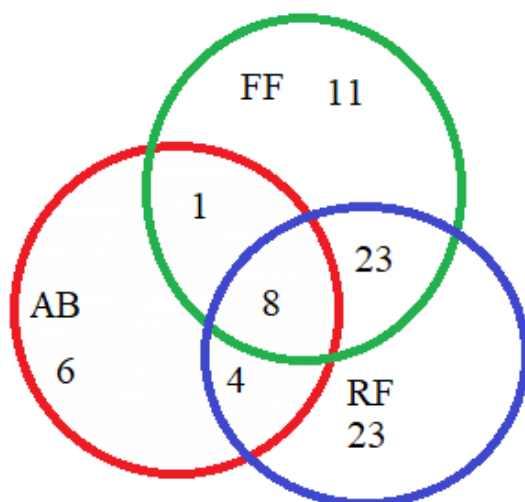


Figura 13: Diagrama de Venn, onde demonstra a proporção de espécies compartilhadas em cada área de estudo. Em verde FF: Fragmento Florestal, em vermelho AB: área aberta, em azul RF: reflorestamento.

Fonte: A Autora.

As cinco espécies mais abundantes nas áreas foram: *Taygetis laches marginata* (Staudinger, 1887) com 160 indivíduos, *Hypna clytemnetra huebneri* (Butler, 1866) com 128, *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775) com 124, *Hamadryas februa februa* (Hübner, 1823) com 120, *Epiphile oreia* (Hübner, 1823) com 87 indivíduos. Essas cinco espécies representam 23,56% do total da abundância de indivíduos coletados. Essas espécies não foram encontradas na área aberta de Alvorada, e apenas 11 indivíduos na área aberta de Congonhas. Em

ambas as áreas não foram registradas nenhuma das seguintes espécies: *Hypna clytemnetra huebneri* (Butler, 1866) e *Hamadryas februa februa* (Hübner, 1823). Dessa maneira podemos considerar que são espécies que preferem ambientes de mata.

Foram registradas cinco espécies singletons, ou seja, espécies exclusivas, registradas uma única vez no local de amostragem durante as coletas (SANTOS, 2003): *Callicore pygas thamyras* (Ménétriés, 1857) *Caligo brasiliensis* (Felder, 1862), *Diaethria eluina* (Hewitson, 1855), *Zaretis strigosus* (Gmelin, 1790) e *Narope cyllastros* (Doubleday, 1849) que é considerada uma espécie rara, dificilmente encontrada.

Registradas quatro doubletons, espécies encontradas duas vezes apenas durante as amostragens nas áreas de coleta (SANTOS, 2003): *Hamadryas arete* (Doubleday, 1847), *Historis o. odius* (Fabricius, 1775), *Prepona laertes* (Fruhstorfer, 1905), *Zaretis itys itylus* (Westwood, 1850).

Seis espécies: *Adelpha epizygis epizygis* (Fruhstorfer, 1915), *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821), *Eueides aliphera* (Godart, 1819), *Historis o. odius* (Fabricius, 1775), *Siproeta stelenes meridionalis* (Fruhstorfer, 1909), *Smyrna blomfieldia blomfieldia* (Fabricius, 1781), foram encontradas exclusivamente nas áreas abertas. Essas são espécies facilmente encontradas e estão associadas a ambientes degradados.

Já as espécies *Adelpha thesprotia* (Felder & Felder, 1867), *Callicore pygas eucale* (Fruhstorfer, 1916), *Calligo brasiliensis* (Felder, 1862), *Calligo ilioneus pampeiro* (Fruhstorfer, 1904), *Chloreuptychia herseis* (Godart, 1824), *Diaethria clymena janeira* (Felder, 1862), *Diaethria clymena meridionalis* (Bates, 1864), *Diaethria eluina* (Hewitson, 1855), *Dynamine postverta postverta* (Felder & Felder, 1861), *Hamadryas arete* (Doubleday, 1847), *Heliconius ethilla narcaea* (Godart, 1819), *Historis acheronta* (Fabricius, 1775), *Junonia evarete* (Cramer, 1779), *Memphis hirta* (Weymer, 1907), *Myscelia orsis* (Drury, 1782), *Narope cyllastros* (Doubleday, 1849), *Opoptera syme* (Hübner 1821), *Pareuptychia ocirrhoe interjecta* (D'Almeida, 1952), *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), *Paryphthimoides eous* (Butler, 1867), *Paryphthimoides phronius* (Godart, 1823), *Praepedaliodes phanias* (Hewitson, 1862), *Prepona laertes* (Fruhstorfer, 1905), ou seja, vinte e três espécies foram encontradas exclusivamente nos reflorestamentos.

Nos fragmentos (FF), foram encontradas onze espécies exclusivas, sendo

elas: *Archaeoprepona demophon thalpius* (Hübner, 1814), *Archaeoprepona demophon antimache* (Fruhstorfer, 1916), *Carminda paeon* (Godart, 1824), *Dasyophthalma creusa* (Hübner 1821), *Eresia lansdorfi* (Godart, 1819), *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793), *Morpho menelaus* (Linnaeus, 1758), *Ortilia ithra* (Kirby, 1900), *Pseudoscada erruca* (Hewitson, 1855), *Zaretis itys itylus* (Westwood, 1850), *Zaretis strigosus* (Gmelin, 1790).

As espécies *Catonephele acontius* (Linnaeus 1771) e *Catonephele numilia penthia* (Hewitson, 1852) são espécies comuns na borda da mata, associadas a *Alchornea* típica das bordas. Já *Collobura dirce* (Linnaeus, 1758), *Memphis moruus stheno* (Prittwitz, 1865), *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865), *Posttaygetis penelea* (Cramer, 1777), *Splendeptychia libitina* (Butler, 1870), *Taygetis kerea* (Butler, 1869) são consideradas indicadores de mata preservada, e conseqüentemente, não foram encontradas nas áreas abertas. Estavam presentes nos fragmentos e também em alguns reflorestamentos. Encontrar essas espécies no reflorestamento reforça os dados de que os reflorestamentos estão mais próximos em sua composição dos fragmentos florestais do que das áreas abertas.

A espécie *Taygetis laches marginata* (Staudinger, 1887), foi extremamente abundante em quase todas as áreas, somente na CAP2 RF que foram encontrados apenas 6 indivíduos e em ALV RF com 4 indivíduos, enquanto que na ALV AB não foi encontrado nenhum indivíduo. *Taygetis laches marginata* (Staudinger, 1887) é considerada um espécies típica das margens da floresta e habitats secundários (BROWN & FREITAS 2000) (e não de campos, por isso nenhum na ALV AB). Segundo RIBEIRO e colaboradores (2012) sabe-se que esta espécie está fortemente associada a áreas fragmentadas.

Outro padrão notável é *Pareuptychia ocirrhoe interjecta* (D'Almeida, 1952) e *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), encontradas apenas no ANH02 RF e CAP1 RF. Algumas espécies de borboletas podem encontrar condições ideais em habitats com graus intermediários de perturbação, e este poderia ser o caso aqui: os locais abertos não poderiam fornecer o mínimo de condições para manter uma grande população de *P. ocirrhoe*, enquanto nessas duas áreas de reflorestamento podem atingir ótimas condições. Contudo, enquanto a sucessão progride, essas condições ideais podem ficar ausentes como observado nos FF, onde *P. ocirrhoe* não foi registrada, e é geralmente observada em desmatamentos e trilhas (SANTANA *et al.*, 2014). Resultados semelhantes, mostrando a substituição de espécies de habitats

abertos e/ou perturbados por espécies florestais ao longo da restauração, foram estudados para besouros e borboletas da floresta (GRIMBACHER *et al.*, 2007; SAFIAN *et al.*, 2011).

Trabalhos de Uehara-Prado e colaboradores (2004) e Gonzalez (2008) sugerem que borboletas de maior tamanho corporal apresentam distribuição preferencial em paisagem conservada. Esses autores justificam que borboletas de grande porte podem apresentar maior sensibilidade a variações ambientais devido à fragmentação dos habitats, sendo indicadoras tanto diretamente dos efeitos na paisagem, quanto indiretamente dos efeitos em variáveis bióticas. Ainda, segundo Uehara-Prado e colaboradores (2004) borboletas grandes tendem a possuir um maior tempo de desenvolvimento em plantas maiores ou estruturalmente mais complexas, mas essa preferência pode ser em função tanto da planta hospedeira ou ao ambiente como um todo. No presente estudo, foi observado que borboletas grandes como os gêneros *Archaeoprepona*, *Eryphanis*, *Morpho* e *Calligo* realmente mostraram preferência de distribuição nessas das áreas de mata, não sendo encontrados nenhum desses gêneros nas áreas abertas.

Dentre as espécies que mostraram distribuição preferencial e exclusiva nas áreas de reflorestamento, *Hamadryas feronia*, *H. amphinome*, *H. februa*, *Historis odius* e *Historis acheronta* são espécies conhecidas como indicadoras de ambientes impactados (SILVA, GONZÁLEZ e HERNÁNDEZ 2009; BROWN 1992). Nenhuma espécie dos gêneros *Hamadryas* e *Historis* foi encontrada no fragmento florestal de Ibicatu. Além disso, borboletas do gênero *Hamadryas* utilizam durante seu desenvolvimento como plantas hospedeiras espécies de *Dalechampia*, uma trepadeira euforbiácea muito comum em bordas, presentes em áreas de capoeira e estágios iniciais de regeneração (SILVA, GONZÁLEZ e HERNÁNDEZ 2009), o que explicaria uma alta abundância de espécies desse gênero na área impactada.

Quanto à composição de espécies de cada tratamento, pode-se observar que, algumas espécies foram encontradas em todas as áreas, enquanto que há espécies que apareceram apenas em um dos três tratamentos (FF, RF e AB). Podemos encontrar dentre estas, espécies que indicam alguma condição de ambiente, pois, segundo alguns autores (DEVIRIES *et al.*, 1997; BROWN & FREITAS 2000), borboletas são sensíveis a mudanças no habitat, se mostrando indicadoras de qualidade ambiental e integridade da paisagem natural.

Em relação à abundância de borboletas nos locais estudados, observa-se

pouca diferença entre os fragmentos e os reflorestamentos, já que os reflorestamentos têm uma riqueza e composição parecida com o dos fragmentos, o que condiz com a literatura (SANTANA *et al.*, 2014), observam, também, que a maior abundância em áreas preservadas, em relação a locais de área aberta, pode estar associado a crescente complexidade vegetal.

Fragmentos florestais possuem maior substituição temporal de espécies animais, o que pode sugerir que a estrutura do ambiente seja um fator importante para a dinâmica temporal dos Nymphalidae (SHAHABUDDIN & TERBORGH 1999; HAMER *et al.*, 2005; BARLOW *et al.*, 2008; DeVRIES *et al.*, 2011; NOBRE *et al.*, 2012). Os resultados aqui apresentados reforçam e indicam que ambientes estruturalmente mais abertos (Áreas Abertas), em contraste com a mata dos reflorestamentos, são espacialmente menos diversos e, como consequência, tem uma assembleia de borboletas frugívoras mais simples e homogeneamente distribuídas ao longo do tempo (HAMER & HILL 2000; HAMER *et al.*, 2003).

DAYLY E EHRLICH (1997) afirmam que ambientes perturbados podem sofrer perda ou modificação dos habitats e dos recursos de uma guilda, o que leva a diminuição de espécies e da abundância, tornando difícil a avaliação da biodiversidade pela análise da abundância e riqueza de espécies. Muitos questionamentos surgem com relação à avaliação apenas da abundância e presença de espécies, sendo que outros autores afirmam que, em ambientes perturbados, a abundância e o número de espécies podem ser superiores, o que pode estar ligado a fatores específicos de cada ambiente (DeVRIES *et al.*, 1997).

Os fragmentos detêm a maior riqueza esperada, seguida das áreas em restauração, ambos maiores que as áreas abertas. Isso permite afirmar que os fragmentos são ambientes mais ricos em espécies de borboletas do que as áreas abertas, se aproximando mais dos da composição dos fragmentos. As áreas restauradas possuem diversidade de borboletas frugívoras mais próxima aos fragmentos e diferentes das áreas abertas. Diferentemente do resultado encontrado por SHUEY e colaboradores (2017), onde mais de 90% das espécies encontradas em habitats de pastagem também foram encontrados em parcelas de restauração, devido ao fato de que as áreas em processos de restauração apresentavam *Brachiaria*, a grama forrageira dominante que encontraram em todos os habitats, no presente estudo a *Brachiaria* não foi dominante nos reflorestamentos, sendo encontrada apenas nas bordas.

O resultado permite especular que as variáveis do ambiente, que influenciaram na composição da comunidade de borboletas frugívoras, para estes tratamentos avaliados, indicam uma sensibilidade à intensidade de luz e oferta de recursos para indivíduos jovens. Assim, Santana e colaboradores (2014), sugerem uma sucessão ecológica ao longo do tempo de restauração, com espécies de prados e bordas proporcionalmente decrescentes e espécies florestais aumentando conforme a idade do reflorestamento.

Furlanetti (2010) afirma que as áreas em processos de restauração geralmente apresentaram uma comunidade complexa de borboletas, pelo fato de combinar elementos da comunidade de borboletas dos fragmentos e das pastagens, sendo muito mais semelhantes aos fragmentos. Já Shuey e colaboradores (2017) afirmam que os habitats florestais em recuperação permanecem como habitats perturbados e suportam praticamente todas as espécies de borboletas ruderais que caracterizam as pastagens. Assim, enquanto várias borboletas da floresta estão colonizando os reflorestamentos, quase todas as espécies que habitam pastagens ainda estão presente nestes reflorestamentos. Deste modo, o grupo de espécies poderia ser usado para avaliar o grau de perturbação ou recuperação das áreas. Basicamente, áreas restauradas parecem passar por um processo de adição de espécies à medida que a idade da restauração avança, com mais espécies florestais colonizando as áreas mais antigas. Essas espécies provavelmente estão respondendo a um aumento da heterogeneidade de microambientes. Enquanto isso, aquelas espécies associadas às bordas e áreas mais abertas vão diminuindo (BROWN & HUTCHINGS 1997).

As áreas em processos de restauração apresentaram uma maior similaridade com os fragmentos florestais, apresentando uma comunidade complexa, pelo fato de combinar elementos da comunidade de borboletas dos fragmentos e das áreas abertas, sendo, entretanto, muito mais semelhantes aos fragmentos do que as áreas abertas. Os sítios de restauração combinam elementos da fauna de borboletas dos fragmentos e das áreas abertas. As características estruturais do hábitat (por exemplo, densidade de vegetação) mostraram-se importantes para as borboletas. Estes resultados indicam que, embora localizados em uma paisagem fragmentada, os ambientes em restauração com 12 a 15 anos de idade já fornecem habitats adequados para a recolonização por borboletas frugívoras.

As borboletas respondem, portanto, rapidamente às mudanças estruturais nos

hábítats à medida que a estrutura florestal se recupera. As características estruturais do habitat (densidade de vegetação herbácea e cobertura de copas) se mostraram importantes para condicionar a comunidade de borboletas frugívoras.

Por outro lado, como a mistura de espécies florestais e de áreas abertas leva a um rápido aumento da riqueza de espécies, medidas de diversidade alfa, normalmente usadas para avaliar o avanço da recuperação em áreas mais jovens, tem pouco a indicar nesta fase, onde já há uma estrutura florestal estabelecida. Neste caso, as taxas de substituição de espécies, ou medidas de diversidade beta, podem ser mais informativas sobre o progresso da restauração.

Portanto, florestas restauradas podem ser refúgios importantes para espécies florestais e oferecer um aumento da permeabilidade da paisagem, permitindo a mobilidade da fauna pelas manchas de floresta. Conseqüentemente, essas áreas têm um potencial para auxiliar o aumento da biodiversidade regional e restaurar alguns dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses organismos.

3.4 Referências Bibliográficas

ANDERSON, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32–46, 2001.

BARLOW, J. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, p. 1001–1012, 2007.

BROWN, K. S. Jr. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, *In*: _____ **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas, FAPESP. 1992.

BROWN, K. S. Jr. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, 1. 1997.

BROWN JR., K.S. & HUTCHINGS, R.W. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian butterflies. *In* **Tropical forest remnants** (W.F. Laurence & R.O. Bierregaard Jr., eds.). University of Chicago Press, Chicago, p.91–110

DAILY, GRETCHEN & ALEXANDER, S. & EHRLICH, PAUL & GOULDER, L. & LUBCHENCO, JANE & MATSON, PA & MOONEY, HAROLD & POSTEL, S. & SCHNEIDER, SH & TILMAN, D.. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by **Natural Ecosystems**. ecol. 1. 1-.1997.

DeVRIES, P.J., MURRAY, D. E LANDE, R. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62. 1997. BROWN, K. S. Jr. E A. V. L. FREITAS. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, p. 934–956, 2000.

DeVRIES, P.J. The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History. Princeton, New Jersey: **Princeton University Press**. 1987.

DeVries P., Guajardo J., Leigh D., Pescatori A. A New Action-based Dataset of Fiscal Consolidation. Authorized for distribution by Petya Koeva Brooks. 2011.

FAITH, D. P., MINCHIN, P. R. & BELBIN, L., Parsimony and falsification in ecology: toward an assumption-free approach to the study of species' response to gradients. **Stud. Plant Eco!**. 16: 31-32. 1987.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B. & BROWN, Jr, K. S. Insetos como indicadores ambientais. *In*: _____ **Métodos de estudos em biologia e manejo da vida silvestre**. Curitiba, editora da UFPR; Fundação O Boticário. 2004.

FREITAS, A. V. L., ISERHARD, C. A., SANTOS, J. P., CARREIRA, J. Y. O., RIBEIRO, D. B., MELO, D. H. A., ROSA, A. H. B., MARINI-FILHO, O. J., ACCACIO, G. M. & UEHARA-PRADO, M. Studies with butterfly baittraps: an overview. **Revista Colombiana de Entomologia** 40: 209-218. 2014.

FURLANETTI, P.R., A comunidade de borboletas frugívoras em áreas em processo de restauração, fragmento de floresta estacional semidecidual e pastagens. **Dissertação de mestrado**. Faculdade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrômicas, Botucatu, 2010.

GONZALES, W. R. S. Diversidade de borboletas Nymphalidae no Parque Municipal da Lagoa do Peri: espécies de floresta ombrófila densa, de restinga e de áreas reflorestadas com *pinus*. **Trabalho de conclusão de curso**. UFSC. Florianópolis. 2008.

GRIMBACHER PS, CATTERALL CP, KANOWSKI J, PROCTOR HC .Respostas de assembléias de besouros ativos no solo a diferentes estilos de reflorestamento em áreas desmatadas de floresta tropical. **Biodivers Conserv** 16: 2167-2184. 2007.
Hamer, K.C. & J.K. Hill. Scale-dependent consequences of habitat modification for species diversity in tropical forests. **Conservation Biology** 14: 1435-1440. 2000.

HAMER, K.C., J.K. HILL, S. BENEDICK, N. MUSTAFFA, T.N. SHERRATT, M. MARYATI & V.K. CHEY. 2003. Ecology of butterflies in natural and selectively logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity. **Journal of Applied Ecology** 40: 150-162.

LAMAS, G., Atlas of Neotropical Lepidoptera. Gainesville, **Scientific Publishers**, 2004.

NEVES, F. S.; MADEIRA, B. G.; OLIVEIRA, V. H. F.; FAGUNDES, M. Insetos como bioindicadores dos processos de regeneração em matas secas. MG. **Biota**, IEF, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 46-53, 2008

NOBRE, C.E.B., L. IANNUZZI & C. SCHLINDWEIN, 2012. Seasonality of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid Area. International Scholarly Research **Network Zoology**, 2012: 1-8.

PEREIRA, L. C. da S. M., Estrutura da paisagem e regeneração natural em reflorestamentos com espécies nativas da Mata Atlântica. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, 2012.

R CORE TEAM: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.2016

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. **Biol. Conserv.**142:1141-1153. 2012.
RODRIGUES W.C. DivEs-Diversidade de Espécies v3. 0. Software e guia do usuário. Disponível em:< <http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em, 20 de agosto de 2018.

ROSSI, R. G. (2011). Representação de coleções de documentos textuais por meio de regras de associação. Master's thesis, **Universidade de São Paulo** - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos-SP, Brasil.

SAFIAN, E. E. M., BAGDAD, M., & NAWAWI, A. H. The characteristics of purpose built offices in Malaysia: a review of issues (No. 39422). **University Library of Munich**, Germany. 2011.

SANT'ANNA, C. L. B.; RIBEIRO, D. B.; GARCIA, L. C.; FREITAS, A. V. L. Fruit-feeding Butterfly Communities are Influenced by Restoration Age in Tropical Forests. *Restoration Ecology*, Society for **Ecological Restoration**, doi: 10.1111/rec.12091, 2014.

SANTOS, J. P. Guia de borboletas frugívoras da mata atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil. **Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul** Instituto De Biociências Departamento De Zoologia. 2010.

SANTOS, J. P.; FREITAS, A. V. L; CONSTANTINO, P. A. L.; UEHARA-PRADO, M. Guia de Identificação das borboletas do Cerrado. Projeto "**Monitoramento da Biodiversidade com Relevância para o Clima em nível de UC, considerando medidas de adaptação e mitigação**". MMA/ICMBIO. ISBN 978-85-67011-10-3. 2012.

SANTOS JP, FREITAS AVL, BROWN KS JR, CARREIRA JYO, GUERATTO PE, ROSA AHB, LOURENÇO GM, ACCACIO GM, UEHARA-PRADO M, ISERHARD CA, RICHTER A, GAWLINSKI K, ROMANOWSKI HP, MEGA NO, TEIXEIRA MO, MOSER A, RIBEIRO DB, ARAUJO PF, FILGUEIRAS BKC, MELO DHA, LEAL IR, BEIRÃO MV, RIBEIRO SP, CAMBUÍ ECB, VASCONCELOS RN, CARDOSO MZ, PALUCH M, GREVE RR, VOLTOLINI JC, GALETTI M, REGOLIN AL, SOBRAL-SOUZA T, RIBEIRO MC. Atlantic Butterflies: A Data Set Of Fruit-Feeding Butterfly Communities From The Atlantic Forests. **Ecology**, 99(12), The Ecological Society of America. 2018.

SCERVINO, R. P. **Monitoramento da vegetação em fragmentos de florestas nativas e em áreas em restauração no bioma da Floresta Atlântica**. 2018. 89 f. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados)- Universidade Estadual de Londrina. 2018.

SHUEY. J., LABUS. P., CARNEIRO.E., · DIAS. F.M.S., LEITE. L. A. R., MIELKE. O.H.H., Butterfly communities respond to structural changes in forest restorations and regeneration in lowland Atlantic Forest, Paraná, Brazil. **J Insect Conserv** DOI 10.1007/s10841-017-9994-y. Springer International Publishing Switzerland 2017.

SILVA, G.C.; GONZÁLES, W.S.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Borboletas frugívoras da família Nymphalidae para uso como indicadoras ecológicas em programas de monitoramento do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. 2009. In: **Congresso Latino Americano De Ecologia**, 3, 2009, São Lourenço. Anais... Minas Gerais: SEB. Disponível em: < http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_clae/335.pdf> Acesso em 30 ago.2019.

SOUTHWOOD, T.R.E., **Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insects Populations**. Chapman e Hall, London and New York, 524 pp. 1978.

TOREZAN, J.M.D. (2002). A bacia do rio Tibagi in: Medri, ME., Bianchini, E., Shibatta, OA., Pimenta, JA. (Eds.), **Nota sobre a vegetação da bacia do rio** (pp 103-107). Londrina.

UEHARA-PRADO, M. & D. B. RIBEIRO. Borboletas em Floresta Atlântica: métodos de amostragem e inventário de espécies na Serra do Itapeti. Pp. 167-186 In: MORINI, M. S. C. & V. F. O. MIRANDA(Orgs.). **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru: Canal6. v. 1. 400 pp.2012.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. S. Jr.; FREITAS, A. V. L. FRANCINI, R.B. Guia das Borboletas Frugívoras da Reserva Estadual Do Morro Grande e Região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica** v4 (n1). BN00504012004. 2004.

VIEIRA, R. S., Borboletas frugívoras da Reserva Florestal Adolpho Ducke. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Projeto TEAM/CNPq-FAPEAM**. 2008.

WARREN, A. D., K. J. DAVIS, N. V. GRISHIN, J. P. PELHAM, E. M. STANGELAND. 2012. **Interactive Listing of American Butterflies**. [30-XII-12] disponível em: <http://www.butterfliesofamerica.com/>.

4. CONCLUSÃO GERAL

As borboletas são consideradas indicadores sensíveis de condições ecológicas, principalmente na Mata Atlântica. Esta comunidade pode fornecer uma resposta dos animais à restauração e como os habitats em recuperação são usados pelas comunidades de animais nativos.

Embora os locais restaurados estivessem localizados em uma paisagem fragmentada, eles fornecem habitats adequados para a recolonização por assembleias de borboletas frugívoras. Assim, áreas restauradas podem ser consideradas importantes habitats para espécies de animais da floresta, aumentando a biodiversidade local e, possivelmente, restaurando alguns dos serviços ecossistêmicos fornecidos por eles.

Descobrimos que as comunidades de borboletas respondem rapidamente às mudanças estruturais nos habitats à medida que a estrutura florestal se recupera nas áreas restauradas, enquanto muitas espécies de borboletas de florestas maduras usam florestas em regeneração como habitat.

Recomendamos a comunidade de borboletas frugívoras, para monitoramento da qualidade ambiental, visto que apresentam muitas vantagens práticas como o baixo custo, levantamento rápido. Essas borboletas funcionam como ferramenta para a gestão, pois indicam alterações na biodiversidade local alterando a composição de espécies e abundância de indivíduos de acordo com o grau de impacto. A diversidade desse grupo pode ser usada como indicação de sucesso na restauração, e as borboletas podem ser melhores exploradas como modelo para avaliação da influência da restauração nas paisagens fragmentadas. A abundância de espécies florestais pode ser usada como indicador de sucesso na restauração florestal.

Algumas espécies de Nymphalidae demonstraram potenciais e podem ser recomendadas como indicadoras do sucesso no processo de restauração: *Morpho menelaus* (Linnaeus, 1758), *Paryphthimoides sylvina* (Felder & Felder 1867), *Catoblepia berecynthia* (Fruhstorfer, 1907), *Opoptera syme* (Hübner 1821), *Narope cyllastros* (Doubleday, 1849), *Amphidecta calliomma* (Felder & Felder, 1862), *Archeuptychia cluena* (Drury, 1782) são espécies consideradas indicadores de mata preservada e caracterizadas como bioindicadoras de boa qualidade ambiental para a floresta estacional semidecidual. Sendo assim, utilizando a composição dessas espécies de borboletas, demonstramos a importância de um fragmento florestal para

sua diversidade, inclusive auxiliando no melhor desenvolvimento do programa de reflorestamento quando próximo ao local.

Como indicadoras de Áreas Fragmentadas com muitas bordas sugerimos as espécies: *Temenis laothoe* (Crammer, 1777), *Epiphile Hubneri* (Hewitson, 1861), *Diaethria clymena janeira* (Felder, 1862), *Diaethria clymena meridionalis* (Bates, 1864), *Diaethria eluina* (Hewitson, 1855), *Pyrrhogyra neaerea* (Gosse, 1880), *Hamadryas amphinome amphinome* (Linnaeus, 1767), *Hamadryas epinome* (Felder & Felder, 1867), *Hamadryas februa februa* (Hübner, 1823), *Historis o. odius* (Fabricius, 1775), *Eunica tatila bellaria* (Fruhstorfer, 1908), *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer, 1909), *Dynamine myrrhina* (Doubleday, 1849), *Dynamine postverta postverta* (Felder & Felder, 1861).

Indicadoras de áreas com Bambus e tabocas, em mata fechada: *Splendeptychia libitina* (Butler, 1870), *Opoptera syme* (Hübner, 1821), *Eryphanis r. reevesii* (Doubleday, 1849), *Narope cyllastros* (Doubleday, 1849), *Carmina paeon* (Godart, 1824).

Indicadoras de áreas com Palmeiras: *Opsiphanes invirae* (Fruhstorfer, 1907), *Taygetis kerea* (Butler, 1869), *Taygetis laches marginata* (Staudinger, 1887), *Taygetis rufomarginata* (Staudinger, 1888), *Posttaygetis penelea* (Cramer, 1777), *Catoblepia berecynthia* (Fruhstorfer, 1907).

Indicadoras de áreas abertas e gramíneas: *Hermeptychia hermes* (Fabricius, 1775), *Paryphthimoides eous* (Butler, 1867), *Paryphthimoides phronius* (Godart, 1823), *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865), *Paryphthimoides sylvina* (Felder & Felder 1867).

A proporção da diversidade de espécies de borboletas presente nos fragmentos florestais e também observada nos sítios de restauração foi de 40,22% das espécies. Apresentando 35 espécies em comum nestas áreas.

Observando a riqueza e a composição de espécies de borboletas nos sítios de restauração, podemos afirmar que são mais similares aos fragmentos do que as áreas abertas. As áreas em restauração podem ser consideradas como comunidades de transição entre pastagens e fragmentos, sendo importantes para conservação da biodiversidade local e na escala da paisagem. Embora a composição da comunidade de borboletas frugívoras das áreas de restauração tenha diferido entre os sítios, a riqueza e diversidade dessas áreas foram comparáveis, indicando que restauração ecológica tem cumprido um importante

papel ecológico, e tem conseguido se aproximar muito das características dos fragmentos florestais.

Com o monitoramento de borboletas frugívoras, podemos avaliar também as condições para a atração de outros animais, visto que borboletas fazem parte de uma cadeia alimentar onde os seus principais predadores são pássaros e alguns mamíferos, como morcegos por exemplo. Esses animais atraídos por alimentos fazem seu papel ecológico na polinização e/ou dispersão de sementes de espécies arbóreas, favorecendo o aumento da complexidade ambiental da área.

Pelos aspectos analisados concluímos que, apesar de após uma década, os programas de reflorestamentos não possuem uma comunidade igual à mata primária, porém já estão muito próximas, conseguindo assim criar um ambiente adequado para a manutenção da biodiversidade.

5. APÊNDICE 01

Lista de Espécies de Borboletas amostradas nas áreas de estudo.

LISTA DE ESPÉCIES AMOSTRADAS

- 1 *Adelpha epizygis epizygis* (Fruhstorfer, 1915)
- 2 *Adelpha thesprotia* (Felder & Felder, 1867)
- 3 *Adelpha thessalia indefecta* (Fruhstorfer, 1913)
- 4 *Adelpha malea goyama* (Schaus, 1902)
- 5 *Aeria olena olena* (Weymer, 1875)
- 6 *Amphidecta calliomma* (Felder & Felder, 1862)
- 7 *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821)
- 8 *Archaeoprepona demophon thalpius* (Hübner, 1814)
- 9 *Archaeoprepona demophoon antimache* (Fruhstorfer, 1916)
- 10 *Archeuptychia cluena* (Drury, 1782)
- 11 *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer, 1909)
- 12 *Callicore astarte astartoides* (Dillon, 1948)
- 13 *Callicore pygas eucale* (Fruhstorfer, 1916)
- 14 *Calligo brasiliensis* (Felder, 1862)
- 15 *Calligo ilioneus pampeiro* (Fruhstorfer, 1904)
- 16 *Carminda paeon* (Godart, 1824)
- 17 *Catoblepia berecynthia* (Fruhstorfer, 1907)
- 18 *Catonephele acontius* (Linnaeus 1771)
- 19 *Catonephele numilia penthia* (Hewitson, 1852)
- 20 *Chloreuptychia herseis* (Godart, 1824)
- 21 *Collobura dirce* (Linnaeus, 1758)
- 22 *Consul fabius* (Cramer, 1776)
- 23 *Dasyophthalma creusa* (Hübner 1821)
- 24 *Diaethria clymena janeira* (Felder, 1862)
- 25 *Diaethria clymena meridionalis* (Bates, 1864)
- 26 *Diaethria eluina* (Hewitson, 1855)
- 27 *Doxocopa agathina vacuna* (Godart, 1824)
- 28 *Dynamine myrrhina* (Doubleday, 1849)
- 29 *Dynamine postverta postverta* (Felder & Felder, 1861)
- 30 *Epiphile Hubneri* (Hewitson, 1861)
- 31 *Episcada hymenaea* (Prittwitz, 1865)
- 32 *Eresia lansdorfi* (Godart, 1819)
- 33 *Eryphanis automedon amphimedon* (Felder & Felder, 1867) Satyrinae
- 34 *Eryphanis r. reevesii* (Doubleday, 1849)
- 35 *Epiphile oreia* (Hübner, 1823)
- 36 *Eueides aliphera* (Godart, 1819)
- 37 *Eunica tatila bellaria* (Fruhstorfer, 1908)
- 38 *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902)
- 39 *Fountainea ryphea phidile* (Geyer, 1837)
- 40 *Haematera pyrame* (Hübner, 1819)

- 41 *Hamadryas amphinome amphinome* (Linnaeus, 1767)
- 42 *Hamadryas epinome* (Felder & Felder, 1867)
- 43 *Hamadryas februa februa* (Hübner, 1823)
- 44 *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775)
- 45 *Heliconius ethilla narcaea* (Godart, 1819)
- 46 *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775)
- 47 *Historis o. odius* (Fabricius, 1775)
- 48 *Hypna clytemnetra hubneri* (Butler, 1866)
- 49 *Hypothyris euclea laphria* (Doubleday, 1847)
- 50 *Hypothyris ninonia daeta* (Boisduval, 1836)
- 51 *Junonia evarete* (Cramer, 1779)
- 52 *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793)
- 53 *Memphis appias* (Hübner, 1825)
- 54 *Memphis hirta* (Weymer, 1907)
- 55 *Memphis moruus stheno* (Prittwitz, 1865)
- 56 *Memphis philumena* (Doubleday, 1849)
- 57 *Moneuptychia soter* (Butler, 1877)
- 58 *Morpho achilles* (Linnaeus, 1758)
- 59 *Morpho helenor* (Cramer, 1776)
- 60 *Morpho menelaus* (Linnaeus, 1758)
- 61 *Myscelia orsis* (Drury, 1782)
- 62 *Narope cyllastros* (Doubleday, 1849)
- 63 *Opsiphanes invirae* (Fruhstorfer, 1907)
- 64 *Opoptera syme* (Hübner, 1821)
- 65 *Pareuptychia ocirrhoe interjecta* (D'Almeida, 1952)
- 66 *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776)
- 67 *Pareuptychia summandosa* (Gosse, 1880)
- 68 *Paryphthimoides eous* (Butler, 1867)
- 69 *Paryphthimoides phronius* (Godart, 1823)
- 70 *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865)
- 71 *Paryphthimoides sylvina* (Felder & Felder 1867)
- 72 *Posttaygetis penelea* (Cramer, 1777)
- 73 *Praepedaliodes phanias* (Hewitson, 1862)
- 74 *Prepona laertes* (Fruhstorfer, 1905)
- 75 *Pseudoscada erruca* (Hewitson, 1855)
- 76 *Pyrrhogyra neaerea* (Gosse, 1880)
- 77 *Siproeta epaphus trayja* (Hübner, 1823)
- 78 *Siproeta stelenes meridionalis* (Fruhstorfer, 1909)
- 79 *Smyrna blomfieldia blomfieldia* (Fabricius, 1781)
- 80 *Splendeuptychia libitina* (Butler, 1870)
- 81 *Taygetis kerea* (Butler, 1869)
- 82 *Taygetis laches marginata* (Staudinger, 1887)
- 83 *Taygetis rufomarginata* (Staudinger, 1888)
- 84 *Temenis laothoe* (Crammer, 1777)

- 85 *Vanessa brasiliensis* (Moore, 1883)
- 86 *Zaretis itys itylus* (Westwood, 1850)
- 87 *Zaretis strigosus* (Gmelin, 1790)