

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA – PPGA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

ROSILDA RODRIGUES DE CARVALHO

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:
PAPILIONOIDEA) NA AMAZÔNIA ORIENTAL MARANHENSE, BRASIL**

São Luís – MA

2021

ROSILDA RODRIGUES DE CARVALHO

Bióloga

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:
PAPILIONOIDEA) NA AMAZÔNIA ORIENTAL MARANHENSE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

Co-orientador: Dr. Jessie Pereira dos Santos

São Luís – MA

2021

Carvalho, Rosilda Rodrigues de.

Estrutura da comunidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental Maranhense, Brasil/ Rosilda Rodrigues de Carvalho – São Luís, 2021.

89 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientador: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos.

1. Diversidade 2. Perturbação 3. Abundância 4. Bioindicadores
5. Guia ilustrado

I.Título.


**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:
PAPILIONOIDEA) NA AMAZÔNIA ORIENTAL MARANHENSE, BRASIL**

ROSILDA RODRIGUES DE CARVALHO

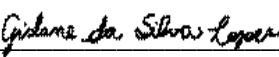
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestrado em Agroecologia.

Aprovada na defesa em: 30/12/2021

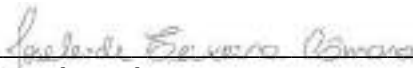
BANCA EXAMINADORA



Profa^a. Dra^a. Raimunda Nonata Santos de Lemos (Orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão- UEMA



Profa^a. Dra^a. Gislane da Silva Lopes
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA



Profa^a. Dra^a. Joseleide Teixeira Câmara
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Ao meu querido pai, Fabrício Teixeira de Carvalho (*in memoriam*). Uma saudade sem fim.
Mesmo acreditando que ele está comigo todo tempo, a saudade e a imensa falta que ele me faz,
insistem em apertar o peito. Paizinho, você será sempre meu rei!

À minha amada mãe, Euzébia Rodrigues de Carvalho pelo amor e exemplo de fé.

Para sempre minha rainha!

DEDICO

OFEREÇO

Aos meus filhos Camila e Moisés, meus bens mais valiosos.

Minha razão de viver.

Sem vocês nenhuma conquista faria sentido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a **DEUS**, meu mestre e soberano guia. Aos meus pais, que me deram a vida e sempre demonstraram um amor infinito e incondicional.

Ao meu esposo e companheiro e aos meus filhos pelo apoio e compreensão mesmo com minha ausência nos corridos dias de coletas apoiando sempre a minha dedicação ao projeto de pesquisa, suportando a tensão dos momentos difíceis e tornando os dias mais brandos, entendendo sempre a minha paixão pelas borboletas.

Às minhas irmãs e meu irmão, pelos momentos inesquecíveis de alegria todas as vezes que foi possível nos reunirmos.

À minha orientadora Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos pelo empenho dedicado na condução do meu trabalho de pesquisa.

À querida Profa. Dra. Ester Azevedo do Amaral pelo suporte no tempo que lhe coube, pelas palavras de fé e incentivo para superar os obstáculos que a vida me apresentou nessa trajetória.

Ao meu coorientador, Dr. Jessie Pereira dos Santos (IB-UNICAMP) e ao Dr. André Freitas (IB-UNICAMP) pela oportunidade de poder contar com a excelência e experiência de cada um como pesquisador.

Minha imensa gratidão aos colegas e companheiros de coleta, em especial agradeço o esforço e doação constante na execução do trabalho do início ao fim.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - PPGA, pelos ensinamentos, pela oportunidade e contribuição que sem dúvida foram essenciais no processo de formação profissional e na concretização deste trabalho que sempre foi um dos meus objetivos de vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 As borboletas	18
2.2 As borboletas como indicadores biológicos.....	19
2.3 O monitoramento e conservação das borboletas.....	20
2.4 O estudo das borboletas no estado do Maranhão.....	22
2.5 Unidades de Conservação.....	23
REFERÊNCIAS.....	26
CAPÍTULO II - Estrutura da comunidade e diversidade de borboletas Frugívoras (Papilionoidea: Nymphalidae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil	36
Resumo.....	37
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados.....	40
Discussão	41
Referências.....	43
CAPÍTULO III - Guia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental Maranhense, Brasil.....	52
Resumo.....	53
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	54
Resultados e discussão.....	56
Referências.....	57

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

- Fig. 1** Localização das áreas selecionadas para amostragem de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil.....46
- Fig. 2** Imagens de satélite das áreas selecionadas para coleta de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: (A) Parque Estadual do Sítio do Rangedor; (B) Área de Proteção Ambiental do Itapiracó; (C) Área de Proteção Ambiental do Maracanã; (D) Sítio Aguahy.....46
- Fig. 3** Distribuição de abundância das subfamílias de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy.....49
- Fig. 4** Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy.....50
- Fig. 5** Diagrama de Whittaker com abundância de espécies de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy.....50
- Fig. 6** Dendrograma de similaridade dos índices de Morisita para as comunidades de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy.....51

Capítulo III

- Fig. 1** Localização das áreas selecionadas para amostragem de borboletas na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: Parque Estadual do Sítio do Rangedor; Área de Proteção Ambiental do Itapiracó; Área de Proteção Ambiental do Maracanã; Sítio Aguahy.....60
- Fig. 2** Áreas amostradas na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (2A), Área de Proteção Ambiental do Maracanã (2B), Parque Estadual do Sítio do Rangedor (2C) e Sítio Aguahy (2D).....60
- Fig. 3** Pranchas (1 a 25) que compõem o Guia das borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil.....65

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

- Tabela 1.** Espécies de borboletas frugívoras por subfamílias e tribos registradas na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil no período de setembro/2019 a janeiro/2021: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy.....47
- Tabela 2.** Abundância (N) e riqueza (S) por espécies de borboletas frugívoras registradas na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor ; Sítio Aguahy.....50
- Tabela 3.** Análise da Diversidade de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor e Sítio Aguahy, utilizando o Índice recíproco de Simpson (Simpson1-D); Índice de Shannon-Wiener (Shannon-H); Índice de equitabilidade (Equitability-J) e Dominância de Berger-Parker.....50

Capítulo III

- Tabela 1** Lista de espécies de borboletas por família e subfamília na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil, utilizando armadilhas (VSR) e rede entomológica (RE), no período de setembro e novembro/2019; janeiro, maio e setembro/2020 e janeiro/2021 (N = número de indivíduos; S = riqueza de espécies) ** Novo registro para o estado do Maranhão.....61

RESUMO

A ordem Lepidoptera é composta pelas borboletas e mariposas, que desempenham importante papel nos processos ecológicos. Este grupo de insetos tem sido amplamente usados em monitoramentos de ambientes naturais por apresentar características que facilitam a amostragem e a identificação. A fragmentação e a destruição de habitats estão entre as principais ameaças para estes organismos, e a implantação de Unidades de Conservação (UCs) é uma das estratégias para proteção da biodiversidade. Este trabalho teve como objetivos, comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras em em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor), e na Reserva de propriedade da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy), e elaborar um Guia ilustrado das espécies de lepidópteros. Foram realizadas coletas entre os meses de setembro de 2019 a janeiro de 2021. A amostragem seguiu a metodologia padronizada para borboletas frugívoras utilizando armadilhas do tipo Van Someren-Rydon. Foram utilizadas 30 armadilhas que permaneceram em campo por cinco dias consecutivos, sendo vistoriadas a cada 24 horas para coleta das borboletas e reposição das iscas. Os espécimes de fácil identificação foram marcados numericamente, fotografados e liberados. Indivíduos de identificação incerta e exemplares testemunhas foram coletados, identificados e depositados na Coleção Entomológica “Iraci Paiva Coelho” (CIPC) da Universidade Estadual do Maranhão. Obteve-se o registro de 2.868 indivíduos, sendo 1.229 para a APA do Itapiracó, 919 para APA do Maracanã, 379 indivíduos para o Sítio do Rangedor e 341 para o Sítio Aguahy. Do total de 52 espécies registradas neste estudo, *Taygetis laches* e *Opsiphanes invirae* foram as duas mais abundantes com 570 e 382 indivíduos, respectivamente. Foram analisadas a riqueza, abundância, equitabilidade e dominância de espécies utilizando os estimadores: Simpson1-D; Shannon-H; Equitability-J e Berger-Parker. Foram encontradas diferenças na composição de espécies entre as áreas amostradas. O Sítio Aguahy apresentou maior diversidade ($H' = 3,13$), menor dominância ($D' = 0,94$), maior equitabilidade ($J' = 0,89$) e maior riqueza de espécies. O Sítio do Rangedor apresentou menor diversidade, maior dominância e menor equitabilidade ($H' = 2,10$; $D' = 0,79$; $J' = 0,67$), respectivamente. Para a APA do Itapiracó e APA do Maracanã foram registradas maior abundância. Os dados obtidos apontam que há diferenças na composição das comunidades de borboletas frugívoras nas áreas de estudo com diferentes graus de perturbação. O Guia de borboletas foi composto por 25 pranchas coloridas com imagens digitais das borboletas frugívoras e nectarívoras

amostradas na Amazonia Oriental Maranhense. As espécies foram apresentadas na face dorsal (D) e ventral (V), com distinção de macho (♂) e fêmea (♀), em caso de dimorfismo sexual.

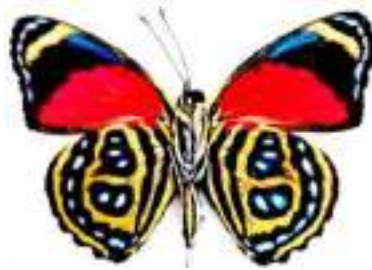
Palavras-chave: Diversidade, perturbação, abundância, bioindicadores, guia ilustrado.

ABSTRACT

The order Lepidoptera is composed of butterflies and moths, which play an important role in ecological processes. This group of insects has been widely used in monitoring of natural environments for presenting characteristics that facilitate sampling and identification. Fragmentation and habitat destruction are among the main threats to these organisms, and the implementation of Conservation Units (UCs) is one of the strategies to protect biodiversity. This study aimed to compare the structure of frugivorous butterfly communities in three UCs: Itapiracó Environmental Protection Area (Itapiracó APA); Maracanã Environmental Protection Area (APA do Maracanã) and the Sítio do Rangedor State Park (Sítio do Rangedor), and in the Reserve owned by the Quercegen Agronegócios Company (Sítio Aguahy), and to prepare an illustrated guide to lepidopteran species. Collections were carried out between September 2019 and January 2021. Sampling followed the standardized methodology for frugivorous butterflies using Van Someren-Rydon traps. Thirty traps were used, which remained in the field for five consecutive days, being inspected every 24 hours to collect the butterflies and replace the baits. Easy-to-identify specimens were numerically marked, photographed and released. Individuals of uncertain identification and witness specimens were collected, identified and deposited in the Entomological Collection “Iraci Paiva Coelho” (CIPC) of the State University of Maranhão. A record of 2,868 individuals was obtained, 1,229 for the APA of Itapiracó, 919 for the APA of Maracanã, 379 individuals for the Sítio do Rangedor and 341 for the Sítio Aguahy. Of the 52 species recorded in this study, *Taygetis laches* and *Opsiphanes invirae* were the two most abundant with 570 and 382 individuals, respectively. Species richness, abundance, evenness and dominance were analyzed using the following estimators: Simpson1-D; Shannon-H; Equitability-J and Berger-Parker. Differences in species composition were found between the sampled areas. The Aguahy Site showed greater diversity ($H'=3.13$), less dominance ($D'=0.94$), greater evenness ($J'=0.89$) and greater species richness. The Rangedor Site showed lower diversity, higher dominance and lower evenness ($H'=2.10$; $D'=0.79$; $J'=0.67$), respectively. For the APA of

Itapiracó and APA of Maracanã, higher abundances were recorded. The data obtained indicate that there are differences in the composition of the communities of frugivorous butterflies in the study areas with different degrees of disturbance. The Butterfly Guide was composed of 25 colored boards with digital images of frugivorous and nectarivorous butterflies sampled in the Eastern Amazon of Maranhense. The species were presented on the dorsal (D) and ventral (V) face, with distinction of male (♂) and female (♀), in case of sexual dimorphism.

Keywords: Biodiversity, perturbation, abundance, bioindicators, illustrated guide



Paulogramma pygas cyllene
(Nymphalidae)

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO GERAL

As alterações climáticas, o desmatamento e a modificação de habitats naturais, estão entre as principais causas da perda de espécies (DIRZO et al., 2014; ROSA et al., 2020), e os padrões de desenvolvimento da sociedade afetam diretamente a biodiversidade (BRINK et al., 2012; SCARANO et al., 2018). Embora o conhecimento dos impactos das ações humanas sobre a biodiversidade esteja em constante construção (RESTREPO; MACGREGOR-FORS, 2017), e, que o conhecimento sobre a biodiversidade restringe-se à algumas regiões (SOBRAL-SOUZA et al., 2021), configura-se como desafio, compreender como os sistemas ecológicos respondem às alterações ambientais (LOURENÇO et al., 2020). E entender como a biodiversidade pode se recuperar após distúrbios antrópicos, é igualmente importante para o planejamento de estratégias de conservação de florestas tropicais (OLOYA et al., 2021).

A crise da biodiversidade exige a aplicação de medidas efetivas e eficientes para preservar os ecossistemas e barrar a perda de biodiversidade (SCHOLES et al., 2018). A implantação de Unidades de Conservação (UCs) é uma das estratégias que visa a proteção da biodiversidade (COSTA-PEREIRA et al., 2013). Além disso, desempenha um importante papel na garantia de serviços ecossistêmicos essenciais para as populações humanas em torno dessas áreas, podendo atuar também como reguladores do clima regional (ADAMS et al., 2004; STOLTON; DUDLEY, 2010; WATSON et al., 2014). Portanto, apesar de apresentar consideráveis funções ambientais, configurando-se como importante ferramenta para a proteção da biodiversidade, as UCs vêm constantemente sofrendo pressões e ameaças decorrentes da expansão territorial e da ocupação humana (AZEVEDO et al., 2020), apontando a necessidade de ações de planejamento de estratégias para manejo e conservação dessas áreas, a fim de que seja garantida a proteção da biodiversidade.

A questão de manejo e conservação de reservas naturais, bem como o monitoramento temporal e espacial da biodiversidade, podem fornecer dados relevantes e subsídios ao planejamento de estratégias para manejo e conservação das UCs (PETTIROSSI, 2009). Nesse sentido, alguns organismos têm sido propostos como indicadores da qualidade ambiental (PRESTES; VINCENCI, 2019), e utilizados na avaliação de impactos ecológicos e na implementação de planos de manejo em UCs (UEHARA-PRADO et al., 2009), onde algumas espécies ou grupos de espécies podem atuar como representantes dos outros membros e dos processos ecológicos que os envolvem (FEINSINGER, 2001; SANTOS et al., 2016).

Pertencentes ao grupo dos insetos, as borboletas são especialmente importantes para avaliação e monitoramento ambiental devido a alguns atributos como alta diversidade, resposta rápida às alterações do hábitat, especialização para recursos específicos, além de serem grandes, coloridas, facilmente reconhecidas e identificadas depois de certo tempo de estudo (BROWN, 1991, 1992; BROWN; FREITAS, 1999; FREITAS et al., 2006). Muitos estudos têm sido realizados com a guilda de borboletas frugívoras para avaliar a distribuição de espécies e indivíduos em paisagens com diferentes graus de perturbação, particularmente em ambientes florestais na América Central, América do Sul, e na África (DAILY; EHRLICH, 1995; RAMOS, 2000; HUGHES et al., 1998; SPARROW et al., 1994; DEVRIES; WALLA, 2001; SHAHABUDDIN; TERBORGH, 1999; FERMON et al., 2000; ROGO; ODULAJA, 2001), uma vez que costumam responder às perturbações do habitat por meio de mudanças na composição das espécies (GUERATTO et al., 2020).

A permanência da fauna de borboletas nos habitats, além de ser influenciada pela presença de recursos alimentares, também é explicada por variáveis como sazonalidade, temperatura, perturbação e conectividade entre os fragmentos (BROWN; FREITAS, 2000b). De acordo com Koh e Sodhi (2004), existem fatores que podem afetar a riqueza de borboletas em parques urbanos, dentre os mais relevantes estão o número de espécies de plantas hospedeiras e o isolamento florestal. Nesse sentido, a criação e manutenção desses parques urbanos promove a permanência de espécies nativas demonstrando ser uma estratégia viável de conservação nas paisagens mais urbanizadas.

Apesar de ser considerado um grupo numeroso, as borboletas vêm sofrendo grandes declínios em suas populações (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). Tal redução provém da crescente perda de habitat, reforçando a importância e urgência do incentivo às pesquisas que fomentem tanto a conservação ambiental quanto a conservação dos insetos em geral, por meio de estudos com estes grupos (ISERHARD et al., 2013; SANCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). Considera-se de grande importância a soma de esforços direcionados à conservação da diversidade de borboletas tropicais, que em relação à conservação das borboletas em regiões temperadas, carecem de uma maior abrangência de dados de distribuição, para que se obtenha um maior conhecimento da real dimensão de toda sua diversidade ecológica (SANTOS et al., 2016). Na perspectiva de que existem diferenças no padrão de diversidade, riqueza, abundância e composição específica da comunidade de borboletas frugívoras em áreas com diferentes status de conservação, este trabalho teve como objetivos, comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras em UCs (Área de Proteção Ambiental do Itapiracó-APA do Itapiracó, Área de Proteção Ambiental do

Maracanã-APA do Maracanã e Parque Estadual do Sítio do Rangedor-Sítio do Rangedor), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy) e elaborar um Guia ilustrado das espécies de lepidópteros.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Borboletas

Borboletas e mariposas são insetos pertencentes à ordem Lepidoptera, termo derivado do grego e refere-se à presença de escamas nas asas. Os lepidópteros são insetos terrestres, apresentam metamorfose completa e, geralmente, na fase larval, são mastigadores de material vegetal e na fase adulta sugadores de líquidos (BROWN; FREITAS, 1999). Caracterizam-se por serem insetos holometábolos, apresentado quatro estágios de desenvolvimento: ovo, lagarta, pupa e adulto (MACHADO et al., 2008).

Os lepidópteros compõem uma das principais ordens de insetos (TESTON et al., 2006) e possui uma grande representatividade nos ecossistemas terrestres (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). De acordo com Stork (2018), são aproximadamente 157.000 espécies de lepidópteros descritas. O Brasil é o país que ocupa a terceira posição em diversidade de lepidópteros no mundo (FREITAS et al., 2011), abrigando cerca de 15.207 espécies (CASAGRANDE; DUARTE, 2020).

Em todo o mundo existem cerca de 18.000 espécies de borboletas descritas (VAN NIEUKERKEN et al., 2011). Para o Brasil, a riqueza de espécies de borboletas chega a 3.834 espécies (CASAGRANDE; DUARTE, 2020). As borboletas pertencem à superfamília Papilionoidea, que se subdivide em seis famílias: Nymphalidae com cerca de 1.869 espécies descritas (CASAGRANDE; DUARTE, 2020), seguida de Hesperiiidae com 1.692 espécies (MIELKE et al., 2021), Riodinidae com 1.170 (DOLIBAINA et al., 2020); Lycaenidae com 428 espécies (DUARTE; ROBBINS, 2020); Papilionidae com 185 (CARNEIRO, 2019) e Pieridae com 182 espécies (LEVISKI; CASAGRANDE, 2020). Estudos propõem a inclusão de Hedyliidae dentro do grupo das borboletas (VAN NIEUKERKEN et al., 2011; KAWAHARA et al., 2018).

As borboletas são provavelmente o grupo de insetos mais conhecido em termos de taxonomia e ecologia (THOMAS, 2005). Estudos acerca desse grupo contribuem para o desenvolvimento em diversos ramos da ciência como ecologia, evolução e conservação

(BATES, 1867; WALLACE, 1865; FISHER et al., 1943; GILBERT; SINGER, 1975; BOGGS et al., 2003). Assim, Freitas et al. (2003), consideram significativa a contribuição desse grupo de insetos como biomassa alimentar para níveis tróficos superiores, além da participação em boa parte dos processos essenciais dos ecossistemas terrestres como a polinização, mutualismo, mimetismo e herbivoria.

Quanto ao hábito alimentar, de acordo com Devries (1987), as borboletas apresentam diversas formas de alimentação e quanto a forma de obtenção de recursos pelos adultos, encontram-se geralmente subdivididos em duas guildas: as nectarívoras, que se alimentam principalmente do néctar das flores, e as frugívoras, que se alimentam de compostos fermentados, como frutas, fezes, matéria orgânica em decomposição e seiva. A guilda de borboletas frugívoras é constituída pela família Nymphalidae, representadas pelas subfamílias Charaxinae, Biblidinae, Satyrinae (incluindo as tribos Satyrini, Brassolini e Morphini) e a subfamília Nymphalinae (tribo Coeini e alguns gêneros de Nymphalini) (FREITAS; BROWN JÚNIOR, 2004; WAHLBERG et al., 2009). Nos neotrópicos, a guilda de borboletas frugívoras compreende entre 50-75% da fauna de ninfalídeos (BROWN JÚNIOR, 2005), e por serem taxonomicamente e ecologicamente diversificadas, ocorrem em todos os biomas brasileiros (FREITAS et al., 2014).

As borboletas frugívoras apresentam algumas vantagens que facilitam o estudo de suas populações (UEHARA-PRADO et al., 2004; FURLANETTI; SETTE; LOUZADA, 2007), como a facilidade na amostragem e identificação (SANTOS et al., 2016), amplo registro de ocorrência e uma considerável abundância (RIBEIRO et al., 2012) e sensibilidade à fragmentação de habitat (FREITAS et al., 2014; SANT'ANNA et al., 2014). A amostragem para esta guilda de borboletas pode ser feita com a utilização de armadilhas contendo iscas atrativas (UEHARA-PRADO et al., 2005), o que permite que ocorram em tempo integral, podendo ser utilizadas para amostrar áreas de forma simultânea (FREITAS et al., 2014). Dadas essas características, a guilda de borboletas frugívoras é considerada o melhor grupo dentro de Lepidoptera para estudos de estrutura de comunidades (FREITAS et al., 2014; SANT'ANNA et al., 2014), por isso, são frequentemente usadas em estudos ecológicos nos Neotrópicos (DEVRIES; WALLA, 2001), incluindo o Brasil (BROWN; FREITAS, 2000b; UEHARA-PRADO et al., 2007; RIBEIRO; FREITAS, 2011).

2.2 As Borboletas como indicadores biológicos

Considerando a inviabilidade do monitoramento de toda a biodiversidade de uma floresta tropical, grupos específicos são frequentemente usados como indicadores biológicos (LAWTON et al., 1998; GARDNER et al., 2008). Alguns grupos são escolhidos como grupos-chave por apresentar sensibilidade às perturbações nas condições do habitat, respondendo aos distúrbios de habitat ou mudanças climáticas (LAWTON et al., 1998; DEVRIES; WALLA, 2001; BARLOW et al., 2007).

O papel dos indicadores biológicos é centrado basicamente no fornecimento de diagnósticos rápidos da qualidade ambiental, para que medidas conservacionistas apropriadas sejam tomadas com esforço e custo baixos (SANTOS et al., 2016).

Comunidades de borboletas frugívoras são utilizadas no monitoramento de alterações em seus habitats (BONEBRAKE et al., 2010; BROWN JÚNIOR., 1997; PYWELL et al., 2004; SOGA et al., 2015), respondendo às condições do microclima (RIBEIRO; FREITAS, 2010; CHECA et al., 2014), características e estrutura da vegetação (BARLOW et al., 2007; UEHARA-PRADO et al., 2009; RIBEIRO; FREITAS, 2012), à fragmentação de habitat (VEDDELER et al., 2005; UEHARA-PRADO et al., 2007; MELO et al., 2019), e à modificação da paisagem pelo uso da terra em habitats naturais (SANTOS et al., 2018).

2.3 O monitoramento e conservação das borboletas

Atualmente as questões relacionadas à perda da biodiversidade estão entre as principais discussões em nível nacional e internacional. Iserhard et al. (2018), consideram que limitar a perda de biodiversidade é uma questão central na agenda ambiental, com envolvimento de várias partes interessadas, desde a comunidade científica à sociedade e tomadores de decisão.

Proposto com o objetivo de conservar um patrimônio a ser desfrutado pelas gerações futuras, o monitoramento da biodiversidade deve ser realizado através do envolvimento da parte técnica e científica, biólogos e gestores, considerando também, a população que irá usufruir deste patrimônio sem estar diretamente envolvida a causas ambientais, por meio de estratégias que possibilite a participação da sociedade na condução do monitoramento (SANTOS et al., 2016).

Para Costa-Pereira et al. (2013), o monitoramento da biodiversidade é fundamental para entender e mensurar a extensão das mudanças climáticas e reduzir seus impactos negativos aos ecossistemas. E entre as ações de manejo e conservação de reservas naturais, o monitoramento temporal e espacial da biodiversidade pode fornecer dados relevantes para o

entendimento da dinâmica florestal, subsidiando o planejamento de estratégias para manejo e conservação destas unidades de conservação (PETTIROSSI, 2009).

Na natureza, alguns grupos apresentam uma combinação de características que os tornam potencialmente mais apropriados para diagnóstico e monitoramento, como por exemplo, possuir estreita relação com outros táxons ou recursos ambientais, reagir de forma rápida às alterações das condições dos habitats, possuir taxonomia bem conhecida e amostragem prática e barata (BROWN JÚNIOR, 1991; PEARSON; CASSOLA, 1992; PEARSON, 1994; SANTOS et al., 2016). As borboletas, por possuir tais características, estão entre os grupos mais utilizados em monitoramento ambiental (FREITAS et al., 2003; SANTOS et al., 2016). Nesse sentido, vários estudos têm demonstrado que borboletas podem ser consideradas boas indicadores biológicas de perturbação florestal (UEHARA-PRADO et al., 2009; RIBEIRO, 2012; SANTOS et al., 2016).

Programas de monitoramento de borboletas têm sido realizados com sucesso na Europa, documentando os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade (POLLARD; YATES, 1993; VAN SWAAY et al., 2008).

Van Swaay et al. (2015) elaboraram um guia com as diretrizes para apoiar o desenvolvimento do monitoramento de borboletas em escalas local, nacional e regional, assegurando que os dados referentes à esta comunidade sejam levantados do modo padronizado, útil e consistente em diferentes regiões do mundo. Nesta publicação recomendam-se dois protocolos de campo: a contagem de borboletas em transectos e amostragem utilizando as iscas de frutas.

Sevilleja et al. (2019) publicaram *Butterfly Transect Counts: Manual to monitor butterflies*, onde descrevem como montar um censo de borboletas, realizar as contagens e submeter as informações no Sistema Central de Dados online eBMS – European Butterfly Monitoring Scheme. O eBMS é um programa de monitoramento que fornece dados regulares e padronizados de modo a avaliar o estado de conservação das borboletas e produzir indicadores com base em borboletas que podem informar as políticas ambientais e agrícolas na Europa (SEVILLEJA et al., 2019).

No Brasil, existe o programa Monitoramento da Biodiversidade com Relevância para o Clima em nível de UC, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), juntamente com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Por meio desse programa e a partir de um criterioso processo, alguns grupos foram selecionados como indicadores biológicos, e com base nos princípios que nortearam o processo de seleção,

as borboletas frugívoras pertencem a um dos grupos selecionados (COSTA-PEREIRA et al., 2013).

Atualmente esse programa segue em execução, porém em 2017, passou por aprimoramentos e foi instituído formalmente por meio da Instrução Normativa do ICMBio, recebendo a denominação de Programa Monitora, e tem entre seus pressupostos a adequação à desafiadora diversidade de contextos ambientais, socioeconômicos e de gestão das UCs nos vários biomas, com a maior simplicidade e articulação possível entre iniciativas e abordagens, a boa gestão de dados, a elaboração de produtos que informem os instrumentos de gestão em várias escalas e a participação social.

O monitoramento da integridade da biodiversidade local (*in situ*) em Unidades de Conservação constitui importante estratégia para o desenvolvimento sustentável do país (SANTOS et al., 2016), e é essencial para a tomada de decisão em uma gestão em nível local, regional e nacional (COSTA-PEREIRA et al., 2013). Considerando que parte da biodiversidade ainda é desconhecida e que as informações permanecem até o momento restritas a algumas regiões bem pesquisadas (SOBRAL-SOUZA et al., 2021), torna-se necessário intensificar os esforços para realização de inventários, com intuito de gerar informações básicas para o estabelecimento de programas de monitoramento da biodiversidade nessas regiões (SANTOS et al., 2016).

2.4 O estudo das borboletas no estado Maranhão

Estudos que abordam aspectos da diversidade e de comunidades constituem importante ferramenta para avaliar a dinâmica das espécies, seus padrões de riqueza e distribuição e suas relações com o meio biótico e abiótico. No estado do Maranhão, os biomas Cerrado (64%), Amazônia (35%) e Caatinga (1%) compõem um mosaico de paisagens ricas em biodiversidade (SPINELLI-ARAÚJO et al., 2016), sugerindo assim um alto potencial de riqueza de borboletas para esta região (PEREIRA et al., 2018).

Considerando os estudos sobre a biodiversidade do Maranhão, os primeiros registros publicados da fauna de borboletas para o estado, são provenientes do século XIX. De acordo com Zacca (2011), Bates elaborou em 1867 a primeira lista de borboletas com base em espécies depositadas na coleção particular de Thomas Belt. Mais de um século depois, outros trabalhos foram publicados para o Maranhão.

Garcia et al. (1990), publicaram dados sobre a diversidade de borboletas da ilha de São Luís, Maranhão. Nesse estudo, os autores relacionaram a abundância mensal e a

distribuição das espécies nas áreas de coleta. Garcia e Bergman (1994) elaboraram uma nova lista de espécies de borboletas de São Luís, por meio de uma divulgação técnica que teve por objetivo, cientificar as espécies de borboletas coletadas no ano de 1987 e subsidiar futuras pesquisas sobre a fauna de lepidópteros.

Uma década depois, Ramos (2000) publicou dados da Comunidade de borboletas Nymphalidae em um fragmento de Floresta Amazônica. Com o objetivo de expandir o conhecimento sobre a fauna de borboletas no estado do Maranhão, Martins et al. (2017) avaliaram a composição de borboletas em remanescentes florestais da Amazônia e Cerrado maranhense, onde obtiveram dados de maior riqueza de espécies registradas para o estado do Maranhão em comparação às listas de borboletas publicadas anteriormente no estado (GARCIA et al., 1990; GARCIA; BERGMAN, 1994; RAMOS, 2000).

Em estudos posteriores, Pereira et al. (2018) publicaram o trabalho realizado na Reserva Biológica do Gurupi, visando a divulgação da primeira lista de borboletas para essa região, destacando 50 novos registros. Cintra e Câmara (2019), publicaram uma lista com 42 espécies de borboletas frugívoras para São João do Soter (MA) e Carvalho et al. (2021) publicaram uma lista com 85 espécies, incluindo borboletas frugívoras e nectarívoras, para São Luis (MA).

A necessidade de integrar dados e gerar informações de qualidade para rápida tomada de decisão é fundamental para a implementação de estratégias efetivas de conservação da biodiversidade (SILVA et al., 2015). E a dedicação de esforços para a ampliação de pontos de coletas e políticas voltadas à qualificação de mão-de-obra para estudos de taxonomia e sistemática do grupo das borboletas, são medidas que podem possibilitar melhor monitoramento desse grupo e como isso fornecer informações sobre presença de táxons e áreas prioritárias à conservação (SARAIVA et al., 2020). Assim, os trabalhos publicados até o momento, representam incontestável contribuição para o conhecimento e conservação da biodiversidade e constituem importantes ferramentas para avaliar os impactos ambientais e possíveis perdas de biodiversidade.

2.5 Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) é uma política pública brasileira, instituído pela Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Dentre os inúmeros objetivos, tem como destaque o de contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos

genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais, além de estabelecer critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000).

De acordo com o SNUC, denomina-se Unidade de Conservação, o espaço territorial com suas características naturais, administrado em conformidade com normas especiais onde garantias de proteção devem ser adequadamente aplicadas. No capítulo III da lei, fica estabelecida a divisão das UCs em dois grupos com características e finalidades específicas: As Unidades de Proteção Integral, que tem como finalidade a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e as Unidades de uso sustentável, que têm como objetivo aliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais, consentindo, desde que ocorram de forma responsável, atividades que envolvam coleta e uso dos recursos naturais sem prejuízos às interações ecológicas, de forma a garantir a permanência dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos (MMA, 2018).

Incluem-se no grupo de Unidades de Proteção Integral as seguintes categorias: Estação Ecológica (EE); Reserva Biológica (REBIO); Parque Nacional (PARNA); Monumento Natural (MONA) e Refúgio de Vida Silvestre (RVS) (BRASIL, 2000). As categorias incluídas no grupo das Unidades de uso sustentável são: Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE); Área de Proteção Ambiental (APA); Floresta Nacional (FLONA); Reserva de Fauna (RF); Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS); Reserva Extrativista (RESEX) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (SPINELLI-ARAÚJO et al., 2016).

As UCs brasileiras enfrentam grandes desafios de gestão, e apenas uma pequena parcela é considerada de alta efetividade (OLACEFS, 2015). A criação dessas áreas muitas vezes pode ser dispendiosa pela falta de comunicação entre os próprios órgãos ambientais federais e estaduais responsáveis pela gestão participativa (ROCHA et al., 2016).

Os Sistemas Estaduais de Unidades de Conservação (SEUC) funcionam como mecanismos de proteção da biodiversidade promovendo a conectividade entre as diferentes esferas do governo, federal, estadual e municipal, apresentando aspectos positivos com base na avaliação do SNUC, propondo itens que representam uma evolução para a conservação da biodiversidade no país (SÁLVIO et al., 2020). No estado do Maranhão, o SEUC foi instituído pela Lei nº 9.413/2011 (MARANHÃO, 2011), e visa contribuir para a diversidade biológica do estado e garantir a proteção das espécies edêmicas, raras e/ou ameaçadas de extinção nos âmbitos regional, estadual e intermunicipal (IMESC, 2020).

O estado do Maranhão apresenta uma grande diversidade animal e vegetal, o que se deve à fatores como extensão territorial e confluência de importantes biomas como Amazônia, Cerrado e Caatinga, Mata de Cocais e Baixada (AB´SABER, 1977; MUNIZ, 2006).

As Unidades de Conservação (UCs) são territórios especialmente protegidos por sua riqueza biológica, características naturais relevantes e importância ecológica, por meio de ato do Poder Público de acordo com a Lei Estadual nº 9.413/2011, que estabelece o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão (IMESC, 2020). Com o objetivo de evidenciar as Áreas Protegidas do Estado e trazer informações confiáveis e acessíveis a todos, o IMESC (2020) publicou o Catálogo das 15 Unidades de Conservação geridas pelo estado: Área de Proteção Ambiental (APA) da Baixada Maranhense; APA da Foz do Rio das Preguiças, Pequenos Lençóis, Região Lagunar Adjacente; APA da Nascente do Rio das Balsas; APA da Região do Maracanã; APA das Reentrâncias Maranhenses; APA de Upaon-Açu, Miritiba, Alto Preguiças; APA do Itapiracó; APA dos Morros Garapenses; Parque Estadual (PE) do Bacanga; PE Lagoa da Jansen; PE do Mirador; PE do Sítio do Rangedor; PE Marinho do Banco do Álvaro; PE Marinho do Banco do Tarol e PE Marinho do Parcel de Manuel Luís.

As UCs abrangem cerca de 19% do estado, e estão enquadradas nas categorias Reserva Biológica (0,8% do estado), Parque Nacional e Estadual (3,7%) e Estação Ecológica (0,0003%) como unidades de proteção integral, e Área de Proteção Ambiental (14,2%), Reserva Extrativista (0,1%) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (0,01%) como unidades de uso sustentável (SPINELLI-ARAÚJO et al., 2016).

Frente às questões ambientais, a lei estadual de Nº 5.405 de 08 de abril de 1992, regulamentada pelo decreto nº 35.177, de 12 de setembro de 2019, institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão. Este código contempla aspectos relativos à preservação e proteção dos recursos naturais e das áreas que abrigam exemplares raros da fauna e da flora, inclusive as que servem como local de pouso ou reprodução de migratórios, além da preservação de modo permanente das UCs no estado.

Os ecossistemas naturais de grandes extensões sustentam os processos ecológicos e evolutivos que são importantes para manutenção da biodiversidade (BRASIL, 2006). A redução e o isolamento dessas áreas naturais devido as ações humanas, exige esforços para conservação da biodiversidade com a ampliação da conectividade entre as áreas remanescentes e no manejo da paisagem (BRASIL, 2006).

A criação de leis e políticas públicas efetivas que amparem e regulamentem as áreas protegidas, são instrumentos necessários na manutenção da integridade das Unidades de Conservação no estado, contribuindo na regulação da pressão antrópica e demais fatores que ameaçam a funcionalidade de conservação das espécies nessas áreas e fortalecendo a conservação da biodiversidade do estado Maranhão e do Brasil.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977.

ADAMS, W. M. et al. Biodiversity conservation and the eradication of poverty. **Science**, v. 306, p. 1146-1149, 2004.

AZEVEDO, B. R. M.; PIGA, F. G.; RODRIGUES, T. C. S.; AZEVEDO, R. R. Análise temporal da cobertura da terra em unidade de conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, p. 209-230, 2019.

BARLOW, J. O. S.; 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**, v. 44, n 5, p.1001-1012, 2007.

BATES, H. W. On a collection of butterflies formed by Thomas Belt, Esq., in the interior of the province of Maranhão, Brazil. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, 3ª série (5- parte vii): 335-546, 1867.

BOGGS, C. L.; WATT, W. B.; EHRLICH, P. R. **Butterflies: Ecology and Evolution Taking Flight**. Chicago University Press, Chicago. pp. 756, 2003.

BONEBRAKE, T. C.; PONISIO, L. C.; BOGGS, C. L.; EHRLICH, P. R. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p.1831-1841, 2010.

BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º incisos I, II, III e VII da Constituição Federal do Brasil (1988), institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Poder executivo, Brasília, 18 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretariado da Convenção sobre a Biodiversidade Biológica. O panorama da biodiversidade global 3. Brasília, DF, p. 94. 2010.

- BRINK, P.; MAZZA, BADURA, L. T.; KETTUNEN, M.; WITHANA, S. Nature and its Role in the Transition to a Green Economy. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity**: Geneva. 2012.
- BROWN JR., K. S. Geological, evolutionary and ecological bases of the diversification of Neotropical butterflies: implications for conservation. *In*: BERMINGHAM, E.; DICK, C. W.; MORITZ, C. (eds). **Tropical rainforests: Past, Present and Future**. Chicago: University of Chicago Press, 2005. p. 166–201.
- BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: Indicators for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 934-95, 2000.
- BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**, v. 5, p. 225-243, 1999.
- BROWN JR., K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v.1, p. 25-42, 1997.
- BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. *In*: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. V. 5 – Invertebrados terrestres (BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. eds.) JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M (orgs). São Paulo: FAPESP, p. 225–243, 1999.
- BROWN JR., K. S. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators, The conservation of insects and their habitats. **Entomological Society Symposium XV**, Academic Press, London, p. 349-404, 1991.
- BROWN JR. K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. *In*: MORELLATO, L. P. C. (ed.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas, São Paulo: Editora UNICAMP/FAPESP, Campinas, p. 142-187, 1992.
- CARNEIRO, E. Papilionidae. **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD, 2019.
- CARVALHO, R. R.; AMARAL, E. A.; CÂMARA, J. T.; MONDEGO, J. M.; LEMOS, R. N. S. Borboletas de São Luís, Maranhão. São Luis: Ed. UEMA, 113 p. 2021.
- CASAGRANDE, M. M.; DUARTE, M. Lepidoptera. *In*: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. 2020. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/faua/faunadobrasil/150725> Acesso em 23 de jul. 2021.
- CHECA, M. F.; RODRIGUEZ, J.; WILLMOTT, K. R.; LIGER, B. Microclimate variability significantly affects the composition, abundance and phenology of butterfly communities in a highly threatened neotropical dry forest. **Florida Entomologist**, 97(1), 1-13, 2014.

CINTRA, M. C. da S.; CÂMARA, J. T. Fruit-Feeding Butterflies (Papilionoidea: Nymphalidae) of the Municipality of São João do Soter, Maranhão, Brazil, *In: CHANDEL, B. S. Applied Entomology and Zoology*. New Delhi: AkiNik Publications, p.37-54. 2019.

COSTA-PEREIRA, R.; ROQUE, F. O; CONSTANTINO, P. A. L; SABINO, J; UEHARA-PRADO, M. **Monitoramento in situ da Biodiversidade**: Proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. 1. ed. Brasília: ICMBio, v. 1. 61p., 2013.

DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. **Biodiversity & Conservation**, v. 4, n. 1, p. 35-55, 1995.

DEVRIES P. J.; WALLA, T.R. Species diversity and community structure in neotropical fruit feeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**. 74:1-15, 2001.

DEVRIES, P. J. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. **Princeton University Press**, Princeton, 1987.

DIRZO, R.; YOUNG H. S.; GALETTI M.; CEBALLOS, G.; ISAAC N. J. B.; COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, New York. 345:401–406, 2014.

DOLIBAINA, D. R.; DIAS, F. M. S.; SANTOS, W. I. G. Riodinidae. *In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. PNUD. 2020. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/151139>. Acesso em: 12 de Set. 2021.

DUARTE, M.; ROBBINS, R. Lycaenidae. *In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. PNUD. 2020. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/961>. Acesso em: 05 de jan. 2021.

FEINSINGER, P. Designing field studies for biodiversity conservation. Island Press, Washington DC. p.212, 2001.

FERMON, H.; WALTERT, M.; LARSEN, T. B.; DALL'ASTA, U.; MÜHLENBERG, M. Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Côte d'Ivoire. **Journal of Insect Conservation**, 4(3), p.173-188, 2000.

FISHER, R.A.; CORBET, A. S.; WILLIAMS, C. B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. **Journal of Animal Ecology** 12: p.42-58, 1943.

FREITAS, A. V. L. et al. Studies with butterfly bait traps: an overview. **Revista Colombiana de Entomología**, 40(2): p. 209-218, 2014.

FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, O. J. Plano de ação nacional para conservação dos lepidópteros ameaçados de extinção. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, Brasília, p. 122, 2011.

- FREITAS, A.V.L. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. **Biota Neotropica**, 10(4): 53-58, 2010.
- FREITAS, A. V. L.; LEAL, I. R.; UEHARA-PRADO, M.; IANNUZZI, L. **Insetos como indicadores de conservação da paisagem. Biologia da Conservação: Essências**. RiMa Editora, São Carlo, p. 357- 384, 2006.
- FREITAS, A. V. L.; BROWN JR., K. S. Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). **Systematic Biology**, v. 53, p. 363-383, 2004.
- FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JR., K.S. Insetos como indicadores ambientais. Capítulo 5 *In*: CULLEN, L. JR.; VALLADARES-PÁDUA, C.; RUDRAN, R. (Orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre, Curitiba: Editora da UFPR, p. 125-151, 2003.
- FURLANETTI, P. R. R.; SETTE, I. M. S.; LOUZADA, J. N. C. A comunidade de borboletas frugívoras em fragmentos florestais conectados e desconectados por corredores: influência na diversidade, composição e tamanho corpóreo. *In*: Congresso de Ecologia do Brasil. 2007.
- GARCIA, I.P.; BERGMANN, E.C. Borboletas da ilha de São Luis (MA). Arquivos do Instituto Biológico, 56: 37-38, 1994.
- GARCIA, I. P.; BERGMANN, E. C.; RODRIGUES-NETO, S. M. Diversidade mensal de borboletas na Ilha de São Luis (MA). Arquivos do Instituto Biológico, 57: 39-44, 1990.
- GARDNER et al. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters** 11, 139–150, 2008.
- GILBERT, L. E.; SINGER, M. C. Butterfly ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 6, n. 1, p. 365-395, 1975.
- GUERATTO, P. E.; CARREIRA, J. Y.; SANTOS, J. P.; TACIOLI, A.; FREITAS, A. V. L. Effects of forest trails on the community structure of tropical butterflies. **Journal of Insect Conservation**, v. 24, p. 309–319, 2020.
- HUGHES, J.; DAILY, G.C.; EHRlich, P.R. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista de Biología tropical**, v. 46, n. 3, p. 697-704, 1998.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Pesquisa monitoramento. [2020]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/o-quefazemos/pesquisae-monitoramento/monitoramento>. Acesso em: 13 dez. 2020.
- IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Unidades de Conservação estaduais. São Luís, 70 p., 2020.
- ISERHARD, C.A., DUARTE, L., SERAPHIM, N.; FREITAS, A. V. L. How urbanization affects multiple dimensions of biodiversity in tropical butterfly assemblages. **Biodiversity &**

Conservation , v. 28, p. 621–638, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1678-8>. Acesso em: 04 de Set. 2021.

ISERHARD, C. A.; BROWN, K. S.; FREITAS, A.V.L. Maximized sampling of butterflies to detect temporal changes in tropical communities. **Journal of Insect Conservation**, v. 17, n. 3, p. 615-622, 2013.

KAWAHARA, A. Y. et al. Phylogenetics of moth-like butterflies (Papilionoidea: Hedyliidae) based on a new 13-locus target capture probe set. **Molecular phylogenetics and evolution** *Mol Phylogenet Evol.* 2018.

KOH, L. P.; SODHI, N. S. Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in tropical urban landscape. **Ecol. Appl.** 14: p. 1695-1708, 2004.

AWTON, J. H.; BIGNELL, D. E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G. F.; EGGLETON, P., HAMMOND, P. M.; WATT, A. D. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, 391(6662), p. 72-76, 1998.

LEVISKI, G.; CASAGRANDE, M. M. Pieridae. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. 2020. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/150924>. Acesso em 28 de Abr. 2021.

LOURENÇO, R. A.; COMBI, T.; ROSA, A. M.; SASAKI, S.T.; ZANARDI-LAMARDO, E.; YOGUI, G.T. **Mysterious oil spill along Brazil's northeast and southeast seaboard**: trying to find answers and filling data gaps. *Mar. Pollut. Bull.* 156, 111219. Jul. 2020.

LOURENCO, G. M.; SOARES, G. R.; SANTOS, T. P.; DA TTILO, W.; FREITAS, A.V. L. Equal but different: Natural ecotones are dissimilar to anthropic edges. **PLoS one** 14(3): e0213008, 2019.

MACHADO, A. B.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Org.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, v.2. 1420p., 2008.

MARANHÃO. Lei nº 9.413 de 13 de julho de 2011. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC e dá outras providências. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-coordenada-nas-areas-protegidas-da-america-latina.htm>. Acesso em: 05 de dez. 2021.

MARTINS, L. P.; ARAUJO JUNIOR, E. C.; MARTINS, A. R. P.; COLINS, M. S.; ALMEIDA, S. G. C. F.; AZEVEDO, G. G.. Butterflies of Amazon and Cerrado remnants of Maranhão, Northeast Brazil. *Campinas/SP. Biota Neotropica*, 1: p. 1-12, 2017.

MELO, D. H. A.; FILGUEIRAS, B. K.; ISERHARD, C. Effect of habitat loss and fragmentation on fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest. **Canadian Journal of Zoology** 97: p. 588-596, 2019.

- MIELKE, O. H. H.; CARNEIRO, E.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptero-fauna (Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Chandless e arredores, Acre. **Biota Neotropica**. 10 (4), 2010.
- MUNIZ, F. H. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste: diversidade e estrutura. In: MOURA, G.E. (Org.). Agroambientes de transição entre o Trópico Úmido e o Semiárido do Brasil: atributos, alterações e uso na produção familiar. 2 ed. São Luís: Programa de Pós-graduação em Agroecologia/UEMA, p. 53-69, 2006.
- OLACEFS - Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores. Áreas Protegidas: América Latina: auditoria coordinada. Brasília: Tribunal de Contas da União, 53 p., 2015.
- OLOYA, J.; MALINGA, G. M.; NYAFWONO, M.; AKITE, P.; NAKADAI, R.; HOLM, S.; VALTONEN, A. (2021). Recovery of fruit-feeding butterfly communities in Budongo Forest Reserve after anthropogenic disturbance. **Forest Ecology and Management**, 491, 119087. 2021.
- PEARSON, D. L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London**, Series B 345: p. 75-79. 1994.
- PEARSON, D. L.; CASSOLA, F. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. **Conservation Biology**, v. 6, n. 3, p. 376-391, 1992.
- PEREIRA, S.; REZENDE, W. M. A.; CÂMARA, J. T. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 124-138, 2018.
- PETTIROSSI, N. Riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas frugívoras (Lepidoptera, Nymphalidae) da Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, Brasil. **Boletim Museu Biologia Mello Leitão** (N. Ser.). 25: p. 13-29, 2009.
- POLLARD, E.; YATES, T. J. Monitoring butterflies for ecology and conservation. London: Chapman & Hall, 1993. Warren, M. Conserving Lepidoptera in a changing environment: a perspective from western Europe. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 1-4, 1997.
- PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**., Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.
- PYWELL, R. F., WARMAN, E. A.; SPARKS, T. H.; GREATORREX-DAVIES, J. N.; WALKER, K. J., MEEK, W. R.; FIRBANK, L. G. Assessing habitat quality for butterflies on intensively managed arable farmland. **Biological conservation**, 118(3), p. 313-325.2004.
- RAMOS, F.A. Nymphalid butterflies communities in an Amazonian forest fragment. **Journal of Research on the Lepidoptera**, v. 35, p. 29-41, 2000.

RESTREPO-RAMÍREZ, L.; MACGREGOR-FORS, I. Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. **Urban Ecosystems** 20, p. 172-182. 2017.

RIBEIRO, D. B.; BATISTA, R.; PRADO, P. I.; BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. The importance of small scales to the fruit-feeding butterflies assemblages in a fragmented landscape. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 811–827, 2012.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. The effect of reduce-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. **Journal of Insect Conservation**, Headington, v. 16, n. 5, p. 733-744, 2012.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. Large-sized insects show stronger seasonality than small-sized ones: a case study of fruitfeeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 104, n. 4, p. 820-827, 2011.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A.V.L. Differences in thermal responses in a fragmented landscape: temperature affects the sampling of diurnal, but not nocturnal fruit-feeding Lepidoptera. **Journal of Research on the Lepidoptera**. 42 p., 2003.

RIBEIRO, K. T. (org.). **Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas**. Brasília: ICMBio, 2018. 51 p.

ROGO, L; ODULAJA, A. Butterfly populations in two forest fragments at the Kenya coast. **African Journal of Ecology**, v. 39, n. 3, p. 266-275, 2001.

ROSA, C. A. et al. Neotropical alien mammals: a data set of occurrence and abundance of alien mammals in the Neotropics. **Ecology**, p. 101: e03115. 2020.

SALVIO, G. M. M. **Áreas Naturais Protegidas e Indicadores Socioeconômicos: O desafio da conservação da natureza**. Jundiaí, Paco Editorial, 2017.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019.

SANT'ANNA, C. L. B.; RIBEIRO, D. B.; GARCIA, L. C.; FREITAS, A. V. L. Comunidades de borboletas que se alimentam de frutas são influenciadas pela idade de restauração nas florestas tropicais. **Ecologia de restauração**, 22(4) p. 480–485, 2014.

SANTOS, J. P. et al. Monitoring fruit-feeding butterfly assemblages in two vertical strata in seasonal Atlantic Forest: temporal species turnover is lower in the canopy. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 33, p. 345-355, 2017.

SANTOS, J. P.; FREITAS, A. V. L.; BROWN JR., K. S. et al. Atlantic butterflies: A data set of fruit-feeding butterflies communities from the Atlantic forests. **Ecology**, v. 99, n. 12, p. 2875, 2018.

- SANTOS, J. P.; MARINI-FILHO, O. J.; FREITAS, A.V.L.; UEHARA-PRADO, M. Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. **Biodiversidade Brasileira**. 6(1): p. 87-99, 2016.
- SCARANO, F. R.; GARCIA, K.; DIAZ-DE-LEON, A.; QUEIROZ, H. L. et al. **Options for governance and decision-making across scales and sectors**. Pp. In: (eds.). Americas Regional Assessment. Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018.
- SCHOLES, R. J.; MONTANARELLA, L.; BRAINICH, E. et al. Summary for Policymakers of the Thematic assessment Report on Land Degradation and Restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; IPBES Secretariat: Bonn, Germany, p. 1–31, 2018.
- SEVILLEJA, C. G.; VAN SWAAY, C. A. M.; BOURN, N.; COLLINS, S.; SETTELE, J.; WARREN, M. S.; WYNHOFF, I.; ROY, D. B. Butterfly Transect Counts: Manual to monitor butterflies. Report VS2019.016, **Butterfly Conservation Europe; De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation**, Wageningen. 2019.
- SHAHABUDDIN, G.; TERBORGH, J. W. Frugivorous butterflies in Venezuelan forest fragments: abundance, diversity and the effects of isolation. **Journal of Tropical Ecology**. 15, p. 703–722, 1999.
- SILVA, A. R. M.; PONTES, D. V.; GUIMARAES, P.; OLIVEIRA, M. V.; ASSIS, L. T. F.; UEHARA-PRADO, M. Fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) of the Area de Proteção Especial Manancial Mutuca, Nova Lima and Species list for the Region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**. 15 (3), 2015.
- SOBRAL-SOUZA, T.; STROPP, J.; SANTOS, J. P.; PRASNIEWSKI, V. M.; SZINWELSKI, N.; VILELA, B.; FREITAS, A. V. L.; RIBEIRO, M. C.; HORTAL, J.: **Lacunas de conhecimento dificultam a compreensão do relação entre fragmentação e perda de biodiversidade: o caso das borboletas frutíferas da Mata Atlântica**. PeerJ, 9, e11673. 2021.
- SOGA, M. ; YAMAURA, Y.; AIKOH, T. Reduzindo a extinção de experiências: associação entre forma urbana e uso recreativo de espaços verdes públicos . Plano de Paisagem urbana 143 : p. 69 – 75, 2015.
- SPARROW, H. R.; SISK, T. D.; EHRLICH, P. R.; MURPHY, D. D. Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. **Conservation Biology**, 8: p. 800-80, 1994.
- SPINELLI-ARAUJO, L.; BAYAMA-SILVA, G.; TORRESAN, F. E.; VICTORIA, D. I.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V. Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais / Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 28 p. il, 2016.

- STOLTON, S.; DUDLEY, N. Arguments for protected areas: multiple benefits for conservation and use. Routledge, **United Kingdom**, p. 274, 2010.
- STORK, N. E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth?. **Annual review of entomology**, v. 63, p. 31-45, 2018.
- 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** 50 (2): p. 280-286.2006.
- THOMAS, J. A. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 360, n. 1454, p. 339–357, 2005.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2011.
- UEHARA-PRADO, M.; FERNANDES, J. O.; BELLO, A. M.; MACHADO, G.; SANTOS, A. J.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; FREITAS, A. V. L. "Selecting terrestrial arthropods as indicators of small - scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest", **Biology Conservation**, 142, p. 1220-1228, 2009.
- UEHARA-PRADO, M.; BROWN JR., K.S.; FREITAS, A. V. L. Species richness, composition and abundance of Fruit-Feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecology and Biogeography**. 16, p. 43-54, 2007.
- UEHARA-PRADO, M.; BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 59, n. 2, p. 96-106, 2005.
- UEHARA-PRADO, M.; FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JR., K. S. Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1-25, 2004.
- UEHARA-PRADO, M. Efeito de fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2003.
- US FISH AND WILDLIFE SERVICE. Recovery plan for the El Segundo blue butterfly (*Euphilotes battoides allyni*). **U.S. Fish and Wildlife Service**, Portland, Oregon. 1998.
- VAN SWAAY, C. A. M.; MAES, D.; PLATE, C. Monitoring butterflies in the Netherlands and Flanders: the first results. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 81-87, 1997.

VAN SWAAY, C. A. M.; NOWICKI, P.; SETTELE, J.; VAN STRIEN, A. J. Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, p. 3455-3469, 2008.

VAN SWAAY, C.; REGAN, E.; LING, M. et al. Guidelines for standardised global butterfly monitoring. Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network, Leipzig, Germany. GEO BON Technical Series v. 1, 32p. 2015.

VAN NIEU KERKEN, E. J.; KAILA, L.; KITCHING, I. J.; KRISTENSEN, N. P.; LEES, D. C.; MINET, J.; ZWICK, A. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa**, 3148(1), p. 212-221, 2011.

VEDDELER, D.;SCHULZE, C. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; BUCHORI, D.;TSCHARNTKE, T. The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit feeding butterflies: Effects of isolation and age. **Biodiversity & Conservation**, v. 14, p. 3577–3592, 2005.

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

WALLACE, A. R. I. On the phenomena of variation and geographical distribution as illustrated by the Papilionidæ of the Malayan Region. **Transactions of the Linnean Society of London**, n. 1, p. 1-71, 1865.

WATSON, J. E. M.; DUDLEY, N.; SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, 515: p. 67-73, 2014.

WARREN, A. D.; DAVIS, K. J. E.; STANGELAND, M.; PELHAM, J. P.; GRISHIN, N. V. Illustrated Lists of American Butterflies. 2012. Disponível em : <https://www.butterfliesofamerica.com/L/Nymphalidae.htm>. Acesso em: 15 de out. de 2020.

ZACCA, T.; BRAVO, F.; XAVIER, M. X. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Serra da Jibóia, Bahia State, Brazil. **Entomobrasilis** 4(3): p.139-143. 2011.



Catonephele acontius
(Nymphalidae)

CAPÍTULO II

**Estrutura da comunidade e diversidade de borboletas frugívoras (Papilionoidea:
Nymphalidae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil**

Artigo redigido para submissão à
Neotropical Entomology

Estrutura da comunidade e diversidade de borboletas frugívoras (Papilionoidea: Nymphalidae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil

Rosilda Rodrigues de Carvalho¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos^{2*}

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brazil

²Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, Maranhão, Brasil

*Autor para correspondência: rlemos@cca.uema.br

Resumo

As borboletas são insetos que desempenham inúmeras funções para a manutenção dos ecossistemas. Diversos estudos têm mostrado que as comunidades de borboletas são eficazes em estudos de monitoramento da biodiversidade, porém, suas populações vêm sendo afetadas pela fragmentação florestal. As Unidades de Conservação (UCs) são espaços criados para garantir a conservação das paisagens e habitats da vida selvagem, no entanto, as fortes pressões provocadas principalmente pela ação antrópica, comprometem tal função. Este trabalho teve como objetivo, comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy), situadas na Amazonia Oriental Maranhense. Utilizou-se a metodologia padronizada para borboletas frugívoras com armadilhas iscadas. Um total de 2.868 indivíduos foram coletados. Na APA do Itapiracó 1.229 indivíduos, na APA do Maracanã (919), no Sítio do Rangedor (379) e no Sítio Aguahy (341). Foram encontradas diferenças quanto a composição de espécies nas comunidades de borboletas entre as áreas amostradas. A abundância foi maior para a APA do Itapiracó e a maior riqueza e uniformidade para o Sítio Aguahy. Do total de indivíduos coletados, *Taygetis laches* (Fabricius) e *Opsiphanes invirae* (Linnaeus) foram as espécies mais abundantes. A subfamília Satyrinae obteve maior representatividade e abundância em todas as áreas. Estes resultados apoiam a utilização de borboletas frugívoras como indicadores biológicos de distúrbios ambientais e fornecem subsídios para ações de manejo e gestão das UCs, contribuindo para a preservação e conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Perturbação antrópica, riqueza de espécies, Satyrinae, abundância

Abstract

Butterflies are insects that perform numerous functions for the maintenance of ecosystems. Several studies have shown that butterfly communities are effective in biodiversity monitoring studies, however, their populations have been affected by forest fragmentation. The Conservation Units (UCs) are spaces created to guarantee the conservation of landscapes and wildlife habitats, however, the strong pressures caused mainly by anthropic action, compromise this function. This study aimed to compare the structure of frugivorous butterfly communities in three UCs: Itapiracó Environmental Protection Area (Itapiracó APA); Maracanã Environmental Protection Area (APA do Maracanã) and the Sítio do Rangedor State Park (Sítio do Rangedor), and in the Quercegen Agronegócios Company Reserve (Sítio Aguahy), located in the Eastern Amazon of Maranhense. The standardized methodology for frugivorous butterflies with baited traps was used. A total of 2,868 individuals were collected. In the APA of Itapiracó 1,229 individuals, in the APA of Maracanã (919), in Sítio do Rangedor (379) and in Sítio Aguahy (341). Differences regarding species composition in butterfly communities were found between the sampled areas. Abundance was higher for the Itapiracó APA and the highest richness and uniformity for the Aguahy Site. Of the total number of individuals collected, *Taygetis laches* (Fabricius) and *Opsiphanes invirae* (Linnaeus) were the most abundant species. The Satyrinae subfamily obtained greater representation and abundance in all areas. These results support the use of frugivorous butterflies as biological indicators of

environmental disturbances and provide subsidies for management actions and management of UCs, contributing to the preservation and conservation of biodiversity.

Keywords: Anthropogenic disturbance, species richness, Satyrinae, abundance

Introdução

As alterações climáticas associadas à perda de habitat decorrentes de atividades antrópicas, vêm causando alterações na paisagem e na biodiversidade em escala regional comprometendo a provisão dos serviços ecossistêmicos (Scarano et al. 2018). A implantação de Unidades de Conservação (UCs) é uma das estratégias que visa a proteção da biodiversidade (Costa-Pereira et al. 2013), atuando na garantia de serviços ecossistêmicos essenciais e reguladores do clima (Stolton e Dudley 2010; Watson et al. 2014). Entretanto, as fortes pressões decorrentes da expansão territorial e da ocupação humana, representam constantes ameaças a essas áreas (Azevedo et al. 2020). Nesse sentido, a percepção sobre a estrutura e dinâmica de comunidades biológicas em ambientes naturais alterados são oportunidades para a compreensão de processos ecológicos e a implementação de ações de manejo e conservação da biodiversidade (Silva et al. 2020)

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) estabelece como áreas de preservação, os espaços territoriais e seus recursos ambientais (Tozzo e Marchi 2014). Essas têm a função de proteger os habitats, além de preservar o patrimônio biológico e garantir o equilíbrio e o uso sustentável e racional dos recursos naturais (ICMBio 2014).

Constituída pelos estados do Pará, Amapá, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão, a Amazônia Oriental conta com áreas protegidas e parques que conferem grande complexidade e importância ambiental a essa região (CMBio 2017). Dentre muitas outras, as questões indígenas, políticas e ambientais conferem a essa região um cenário de constante mutação geopolítica (Duque 2019).

No estado do Maranhão a convergência dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga confere ao estado, um mosaico de paisagens ricas em biodiversidade (Spinelle 2016). No estado, esses biomas constituem respectivamente (30,7%), (12,5%) e (9%) de sua área constituída por Unidades de Conservação (UCs) que incluem as de Uso Sustentável compostas por Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Reservas Extrativistas (RESEX) e as UCs de Proteção Integral, representadas por Parques e Reserva Biológica (REBIO) (Masullo et al. 2018). Essas UCs exercem grande importância para a preservação e manutenção dos biomas e ecossistemas do estado do Maranhão, porém vêm sofrendo grandes pressões e ameaças de fatores como a especulação imobiliária provocada pelo crescimento da urbanização, a extração ilegal de madeira e o avanço da monocultura (Masullo et al. 2018), o que evidencia a urgência na intensificação de esforços que visem estratégias efetivas de planejamento, gestão e conservação dessas áreas.

As borboletas pertencem a um grupo de organismos altamente diversificado (Bonebrake et al. 2010), desempenhando uma diversidade de papéis ecológicos (Spaniol et al. 2019). Porém, a perda de remanescentes florestais naturais é a principal ameaça a essa diversidade (Santos et al. 2018), uma vez que a riqueza de espécies de plantas pode modificar a composição funcional das borboletas (Graça et al. 2015) e alterações na composição de espécies vegetais poderá ocasionar o desaparecimento de espécies de borboletas especialistas (Soga et al. 2015).

As borboletas frugívoras estão bem representadas nas florestas tropicais (Freitas et al. 2014), constituindo um importante grupo dentro da categoria de indicadores biológicos por serem de fácil amostragem e identificação, sensíveis a mudanças ambientais, apresentarem ciclo de vida curto e relação direta com as plantas hospedeiras (Santos et al. 2016), além de responderem à perturbação do habitat por meio de mudanças na composição das espécies (Lourenço et al. 2019).

Estudos têm sido amplamente realizados para avaliar como as comunidades desta guilda de borboletas respondem à fragmentação de habitat (Veddeler et al. 2005; Benedick et al. 2006; Uehara-Prado et al. 2007; Melo et al. 2019), efeitos da modificação da paisagem pelo uso da terra em habitats naturais (Santos et al. 2019), à temperatura e precipitação (Lourenço et al. 2019), aos efeitos dos gradientes de perturbação da floresta nas cores das asas das borboletas (Spaniol et al. 2020), e efeitos de trilhas na floresta (Gueratto et al. 2020). Para Santos et al. (2016), essa guilda de borboletas serve como modelo em estudos sobre práticas de monitoramento e conservação ambiental e como bio indicadores para avaliar a eficiência das UCs no Brasil.

Na perspectiva de que borboletas frugívoras podem responder a diferentes status de conservação de habitat, por meio de diferenças na estrutura das comunidades, em termos de riqueza e abundância de espécies, este trabalho teve como objetivo, comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras em três UCs (Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, Área de Proteção Ambiental do Maracanã e Parque Estadual do Sítio do Rangedor), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy) na Amazônia Oriental Maranhense, Brasil.

Material e métodos

Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor) localizadas no município de São Luís (2°31'51" S; 44°18'24"W), e na Reserva da Empresa Companhia Farmacêutica Empresa Agronegócios ((Sítio Aguahy), situada no município de São José de Ribamar (2°33'43"S; 44°03'14"W) no estado do Maranhão, Brasil (Fig. 1).

APA do Itapiracó (Fig. 1), criada pelo Decreto Nº 15.618 de 23 de junho de 1997, possui uma área total de 322 ha, abrangendo os municípios de São Luís e São José de Ribamar. Possui uma vegetação remanescente da floresta amazônica, representada por Angelim, Andiroba, Bacuri e outras espécies nativas, circundando mata de galeria, que protege as nascentes do riacho Itapiracó (SEMA 2019), porém, sob constante pressão antrópica decorrente da elevada densidade habitacional no entorno da referida Reserva.

APA do Maracanã (Fig.1), criada pelo Decreto Nº 12.103 de 01 de outubro de 1991, possui uma área de 1.831 ha, localizada a Sudoeste da ilha do Maranhão, na zona rural do município de São Luís. Limita-se ao norte com o Parque Estadual do Bacanga e ao Sul com o Rio Grande. A APA do Maracanã é considerada uma Unidade de Uso Sustentável na categoria de Área de Proteção Ambiental, conforme o Sistema Estadual de Unidades de Conservação. Apresenta vegetação remanescente do bioma amazônico e uma rica diversidade de fauna e flora, composta principalmente por várias espécies de aves, mamíferos, insetos e peixes e uma grande diversidade de árvores frutíferas, leguminosas e gramíneas, além da vegetação de várzea, com predominância do buriti e juçara (SEMA 2019).

Sítio do Rangedor (Fig.1), criado pelo Decreto Nº 21.797, de 15 de dezembro de 2005. Localizado no Município de São Luís, possui uma área total de 126 hectares. Compreende um fragmento remanescente de Floresta Amazônica, com diferentes estágios de sucessão ecológica. Inicialmente foi criado na categoria de proteção integral denominada Estação Ecológica, uma das categorias mais restritas entre as tipologias estabelecidas para Unidades de Conservação no Brasil, onde só é permitida a realização de atividades científicas, educativas e de manejo (Brasil 2000). Em 2016 entrou para categoria de Parque Estadual e a partir de então, outras atividades como o turismo, recreação e visitação pública puderam ser realizadas no local (Azevedo et al. 2019). No final do ano 2017, o poder público estadual iniciou as obras de revitalização e urbanização de alguns setores do Parque, com a finalidade de construção de um complexo de lazer (SEMA 2019).As referidas obras implicaram na supressão de formação vegetal de maior porte em alguns trechos do Parque, na descontinuidade do fragmento de mata contígua e na impermeabilização de parte do solo para construção de acessos e áreas de vivência (Azevedo et al. 2019) conferindo à essa área, fitofisionomia diferentes das demais selecionadas para o estudo.

Sítio Aguahy (Fig.1), abrange uma área de aproximadamente 635 hectares, situado no município de São José de Ribamar, Maranhão. Consiste em uma Reserva Particular de propriedade da empresa Quercegen Agronegócios. Apesar de apresentar áreas com modificações de habitat, incluindo o estabelecimento de monoculturas e florestas secundárias e ameaças pela expansão das aldeias vizinhas (Martins et al. 2017) possui remanescentes de floresta amazônica, que consiste em uma área conservada, caracterizado por áreas íngremes, e florestas de encosta. As áreas de baixa altitude apresentam floresta densa de árvores de grande porte e baixa luminosidade e alguns pontos com predominância de palmeiras e alagamento no período chuvoso. Situada distante dos grandes centros e ainda sem a presença de empreendimentos imobiliários, apresenta menos influência antrópica em relação às demais áreas amostradas.

Amostragem das borboletas

Foram realizadas coletas, sob Licença de Nº A35-2020, concedida pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente-SEMA. As amostragens padronizadas foram realizadas nos meses de setembro e novembro/2019, janeiro, maio e setembro/2020, e janeiro/2021, abrangendo os dois períodos sazonais do clima (seco e chuvoso), três amostragens por período, totalizando seis campanhas para cada área.

No interior de cada área, a partir de um transecto central de 1.000 m de comprimento foram traçados cinco transectos transversais em direção ao interior da mata, com distância de 200 m entre si. Em cada transecto foram instaladas seis armadilhas equidistantes 30m, totalizando 30 armadilhas por área amostrada. A amostragem seguiu a metodologia padronizada para borboletas frugívoras proposta por Uehara-Prado et al. (2005, 2007). Foram utilizadas 30 armadilhas portáteis do tipo Van Someren-Rydon cilíndricas, medindo 1,0 m de altura e 30 cm de diâmetro com tela de *voile*, e um funil interno de 20 cm de diâmetro para evitar a possível fuga dos insetos capturados.

As armadilhas com isca à base de uma mistura de caldo de cana e banana amassada, fermentada por 72 horas, foram instaladas a aproximadamente 1,0 m acima do solo, permanecendo por cinco dias consecutivos em campo e vistoriadas a cada 24 horas para coleta das borboletas e reposição da isca. Os espécimes de fácil identificação foram marcados numericamente, fotografados e liberados no local da coleta. Indivíduos de identificação incerta e exemplares testemunhas foram coletados, identificados e depositados na Coleção Entomológica “Iraci Paiva Coelho” (CIPC) da Universidade Estadual do Maranhão. A montagem dos espécimes coletados foi realizada com auxílio de plataformas entomológicas apropriadas, utilizando pinças delicadas, alfinetes entomológicos e tiras de papel vegetal para ajudar na correta disposição e fixação das asas. Para identificação das espécies seguiu-se a classificação taxonômica Warren et al. (2017) e consulta à especialistas.

Análise dos dados

Para as análises de diversidade foram empregados os índices não-paramétricos de Shannon-Wiener (H') e Simpson. Foram calculadas a Equitabilidade Shannon -Wiener (J) e Dominância de Berger-Parker (D_{bp}).

A riqueza de espécies entre UCs foi comparada através de curvas de rarefação baseadas em indivíduos, com intervalos de confiança de 95%. Esta análise permite comparar a riqueza de amostras, padronizando as que possuem abundâncias desiguais ou desproporcionais (Gotelli e Graves 1996). Em relação à composição de espécies, foi realizada a análise de similaridade com base no agrupamento (cluster) utilizando o índice de similaridade de Morisita. Com o objetivo de investigar padrões de uniformidade nas comunidades estudadas, foi utilizado o diagrama de Whittaker (distribuição e abundância), baseado no ranking de espécies em ordem decrescente de importância em termos de abundância ou biomassa. Todas as análises foram realizadas usando software Past 2.07 (HAMMER et al. 2001).

Resultados

Foram registradas 2.868 borboletas distribuídas em 52 espécies. Desse total, 1.229 indivíduos de 36 espécies na APA do Itapiracó; 919 indivíduos de 40 espécies na APA do Maracanã; no Sítio do Rangedor, 379 indivíduos de 23 espécies e no Sítio Aguahy 341 indivíduos de 34 espécies (Tabela 1). As borboletas amostradas estão distribuídas em quatro subfamílias: Satyrinae (1.703 indivíduos de 29 espécies); Biblidinae (540 indivíduos de 11 espécies); Charaxinae (261 indivíduos de 09 espécies) e Nymphalinae (364 indivíduos de 03 espécies) (Tabela 1).

Satyrinae foi a subfamília mais abundante nas áreas amostradas, representando mais de 50% do total de borboletas amostradas (Fig. 3). Tal abundância foi impulsionada pelas espécies *Taygetis laches* (Fabricius) e *Opsiphanes invirae* (Linnaeus) com 570 e 382 indivíduos respectivamente (Tabela 1). *Taygetis virgilia* (Cramer) foi a espécie mais abundante para o Sítio Aguahy com 36 indivíduos e *T. laches* mostrou-se abundante nas demais áreas. As espécies *Morpho rhetenor* (Cramer) com apenas três indivíduos e *Cissia myncea* (Cramer) ocorreram somente no Sítio Aguahy; Foram registrados dois indivíduos (Doubleton) de *Paulogramma pygas cyllene* (Godart) somente na APA do Itapiracó e um indivíduo (Singleton) de *Ypthimoides argyrospila* (A. Butler) no Sítio do Rangedor.

Analisando os índices de diversidade (Tabela 3), o Sítio Aguahy apresentou maior diversidade ($H'=3,13$) e maior equitabilidade ($J'=0,89$). Em contrapartida, a menor diversidade e menor equitabilidade foram verificadas no Sítio do Rangedor ($H'=2,10$; $J'=0,67$). Ao analisar Simpson 1-D (índice recíproco de Simpson), foram encontrados os seguintes valores: Sítio Aguahy (0,94), indicando maior diversidade para essa área, seguida da APA do Itapiracó (0,90); APA do Maracanã (0,87) e Sítio do Rangedor (0,79) (Tabela 3).

Os valores do índice de Berger-Parker diferiram entre as áreas amostradas: Sítio Aguahy (0,10) apresentou menor dominância, seguido da APA do Itapiracó (0,16). Entretanto, os valores para a APA do Maracanã (0,26) e Sítio do Rangedor (0,34) indicaram maior grau de dominância para essas UCs (Tabela 3).

Considerando a curva de rarefação de espécies (Fig. 4), foram encontradas diferenças quanto à riqueza de espécies entre as comunidades de borboleta nas áreas amostradas. Os resultados obtidos mostraram maior riqueza de espécies para o Sítio Aguahy.

Analisando os diagramas de Whittaker (Fig. 5), observou-se que distribuição da abundância de espécies foi mais uniforme no Sítio Aguahy e o Sítio do Rangedor apresentou menor grau de homogeneidade e equitabilidade, corroborando com os valores de equitabilidade mostrados na Tabela 3.

Considerando a análise do Dendograma de Similaridade (Fig.6) utilizando o índice de Morisita (S_m), constatou-se a formação de dois blocos principais. O primeiro bloco composto pelas comunidades da APA do Itapiracó, APA do Maracanã e Sítio do Rangedor demonstrando que a composição da guilda de borboletas frugívoras dessas três áreas apresentaram maiores similaridades na composição de fauna, compartilhando maior número de espécies. Percebe-se ainda dentro desse primeiro bloco, que as comunidades da APA do Itapiracó e APA do Maracanã, são mais similares entre si, em relação ao Sítio do Rangedor. O segundo bloco formado pela comunidade do Sítio Aguahy, distancia-se das demais por apresentar composição mais específica.

Discussão

A riqueza de espécies da guilda de borboletas frugívoras (52 espécies) nas áreas amostradas pode ser considerada representativa quando comparada à estudos realizados no estado do Maranhão por Martins et al. (2017) em áreas remanescentes da Amazônia e Cerrado (43 espécies) e Pereira et al. (2018) na Reserva Biológica do Gurupi (41 espécies). Martins et al. (2017), ressaltam que a riqueza de espécies é fortemente dependente do esforço amostral, o que pode explicar parcialmente os diferentes números nos levantamentos já realizados.

Análises individuais da distribuição para as subfamílias indicaram um padrão de abundância de Satyrinae concordando com trabalhos realizados em diferentes biomas brasileiros. Na Floresta Atlântica (Paluch et al. 2011; Pedrotti et al. 2011; Neves 2015; Silva et al. 2015; Neves e Paluch, 2016), no bioma Cerrado (Silva et al. 2012; Dorval et al. 2013), na Floresta Amazônica (Barlow et al. 2007; Graça et al. 2015) e na Reserva Biológica (REBio) do Gurupi (Pereira et al. 2018). Corroboram também com D'Abrera (1988) que considera os satiríneos o maior grupo dentro de Nymphalidae, e com Devries (1987) que ressalta que a grande riqueza desse grupo de borboletas na região dos neotrópicos está relacionada a grande diversidade de habitats.

Considerando que a quantidade e disponibilidade de recursos e os elementos espaciais de degradação dos habitats encontrados pode refletir elementos que afetam a ocorrência e a abundância das espécies local ou regionalmente (Silva 2020), a dominância da espécie *T. laches* nas comunidades de borboletas frugívoras da APA do Itapiracó, APA do Maracanã e Sítio do Rangedor sugerem que mudanças em algumas propriedades desses ambientes por efeitos da fragmentação podem ter favorecido essa espécie.

Espécies que aumentam em abundância em habitats perturbados ou fragmentados são geralmente típicos de habitats abertos, incluindo várias espécies de Satyrini (Sant'anna et al. 2014; Filgueiras et al. 2016). Uma grande abundância de *T. laches* associada a ambientes com muita luz, como clareiras foi registrado por Filgueiras et al. (2016). Segundo Ribeiro et al. (2012) esta espécie é conhecida por estar fortemente associada com fragmentos cercados por pastagens.

O registro de *Morpho menelaus* (Linnaeus) para APA do Maracanã e Sítio Aguahy pode ser considerado relevante, haja visto que essa espécie é sensível ao desmatamento e fragmentação florestal e que os adultos necessitam de significativos espaços florestados e a frequência dessa espécie pode estar associada à boa disponibilidade de recurso alimentar que favorece o estabelecimento e desenvolvimento dos espécimes nessas áreas (Martins et al. 2014). De acordo com Brown e Freitas (2000) a ocorrência de *M. menelaus* está relacionada

a fatores ambientais como topografia e vegetação complexas, sendo considerada uma espécie indicadora de áreas importantes para a conservação.

A similaridade observada entre as comunidades de borboletas frugívoras da APA do Itapiracó, APA do Maracanã e Sítio do Rangedor sugerem menor substituição de espécies entre estes ambientes, enquanto o Sítio Aguahy apresentou maior dissimilaridade, ou seja, que mais diferiu em composição de espécies de borboletas em relação às demais áreas.

Em diferentes habitats de florestas tropicais já foi observado que o efeito da degradação é negativo sobre a riqueza e abundância para vários grupos animais, considerando diferentes matrizes (Filgueiras et al. 2016; Jew et al. 2015; Iezzi et al. 2018). As diferenças encontradas quanto à riqueza, diversidade, equitabilidade e demais índices, foram mais evidentes entre o Sítio Aguahy e Sítio do Rangedor, podendo estar relacionadas às desigualdades estruturais no entorno dessas áreas, além de apresentarem distinção em relação à fitofisionomias, tamanho territorial e estrutura vegetacional. Levando em consideração que as UCs amostradas apresentam matriz circundada por aglomerados de empreendimentos residenciais e comerciais, e em alguns casos, como no Sítio do Rangedor, com constantes ruídos advindos das avenidas com intenso fluxo automobilístico e ausência de conectividade com outras áreas verdes.

O Sítio Aguahy, no entanto, está situado distante dos grandes centros urbanos e possui remanescentes de Floresta Amazônica relativamente preservados, com presença de floresta densa com árvores de grande porte e baixa luminosidade. Essas características podem influenciar fatores abióticos como a temperatura, umidade e luminosidade, bem como variações da disponibilidade de recursos, o que poderia explicar as diferenças na composição das comunidades e riqueza de espécies de borboletas frugívoras.

Pompeu (2011) e Beirão et al. (2017) consideram que a elevada riqueza de espécies pode estar associada à disponibilidade de recursos e alta produtividade primária. Para Uehara-Prado et al. (2009), respostas a distúrbios antrópicos baseados na composição de espécies podem ser mais informativos do que aqueles baseados na riqueza ou diversidade, visto que se esses índices forem maiores em ambientes perturbados, podem dar a falsa ideia de conservação.

Considerando o fato do Sítio Aguahy está localizado distante dos grandes empreendimentos urbanos e dos resultados para essa área apresentarem maior riqueza de espécies, os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com Blair e Launer (1997), que destacaram o grau do isolamento das áreas como um fator importante a ser considerado ao se avaliar o impacto da perturbação antrópica sob a riqueza e abundância de borboletas. Concordando também com Blair (1999) que encontrou um padrão de diminuição na riqueza de espécies de borboletas ao longo de um gradiente rural-urbano, onde quanto mais afastado de áreas rurais a paisagem urbana estiver, menor será a riqueza de espécies dessa área.

Este estudo é pioneiro ao investigar e relatar diferenças entre as comunidades de borboletas em UCs na Amazônia Oriental maranhense. A hipótese de que há diferenças nas comunidades de borboletas em termos de riqueza e abundância de espécies em resposta a diferentes status de conservação foi corroborada. Os resultados aqui apresentados demonstram que as comunidades de borboletas frugívoras das UCs na Amazônia maranhense respondem às alterações de habitats de forma semelhante àquelas relatadas em estudos anteriores em florestas tropicais.

As diferenças encontradas na composição das espécies das UCs e do Sítio Aguahy, indicam a necessidade de manter a conservação e a preservação dessas áreas.

Os dados obtidos com esse trabalho apoiam a utilização de borboletas frugívoras no monitoramento de áreas perturbadas e como indicadores biológicos de distúrbios florestais, pois essa guilda oferece respostas e dados confiáveis para análises comparativas e podem fornecer subsídios importantes para ações de manejo e gestão dessas UCs, contribuindo para a preservação e conservação da biodiversidade.

Estudos futuros abordando outros aspectos da biodiversidade são necessários para melhor entendimento dos impactos dos habitats perturbados sobre a biodiversidade e traçar estratégias de conservação e manejo das borboletas.

Referências

- Azevedo BRM, Piga FG, Rodrigues TCS, Azevedo RR (2019) Análise temporal da cobertura da terra em unidade de conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil. *Formação (Online)*, v. 27, n. 51, p. 209-230
- Barlow JOS, Overall WL, Araujo IS, Gardner TA, Peres CA (2007) The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. *J Appl Ecol.* 44(5), 1001-1012. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.01347>
- Beirão MV, Neves FS, Penz CM, Devries PJ, Fernandes GW (2017) High butterfly beta diversity between Brazilian cerrado and cerrado–caatinga transition zones. *J. Insect Conserv*, 21(5-6), 849-860. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0024-x>
- Benedick S, Hill JK, Mustaffa N, Chey, VK, Maryati M, Searle JB, Schilthuzen M, Hamer KC (2006) Impacts of rain forest fragmentation on butterflies in northern Borneo: species richness, turnover and the value of small fragments. *J Appl Ecol*, 43, 967-977. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01209.x>
- Blair RB (1999) Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecol Appl*, 9: 164-170. <https://doi.org/10.2307/2641176>
- Blair RB, Launer AE (1997) Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biol. Conserv.* 80: 113-12. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00056-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00056-0)
- Brown Jr KS, Freitas AVL (2000) Atlantic Forest butterflies: Indicators for landscap conservation. *Biotropica*, v. 32, n. 4b, p. 934-95. <http://www.jstor.org/stable/2663930>
- Brown Jr KS, Hutchings RW (1997) Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In Laurance WF, Bierregaard JRO (Eds.) *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. Chicago: University of Chicago Press. p. 91-110
- Costa PC (2002) *Unidades de Conservação: Matéria-Prima do Ecoturismo*. Aleph, São Paulo
- D'abrera B (1988) Butterflies of the Neotropical region. Part V. Nymphalidae (conc.) & Satyridae. Victoria, Hill House, p.680-877
- Devries PJ, Walla TR, Grenney HF (1999) Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biol. J. Linn. Soc.* 68(3):333-353. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312>
- Devries PJ (1987) *The butterflies of Costa Rica and their natural history. Volume 1: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princeton University Press, New Jersey
- Dorval A, Ribeiro CMX, Peres OF, Souza MD, Jorge VC (2013) Distribuição vertical de ninfalídeos na estação ecológica de Iquê, mato grosso, Brasil. *Enciclopédia Biosfera. Goiânia*, v. 9, n. 16, p. 788-801
- Filgueiras BKC, Melo DHA, Leal I.R, Tabarelli M, Freitas AVL, Iannuzzi L (2016). Fruit-feeding butterflies in edge-dominated habitats: community structure, species persistence and cascade effect. *J. Insect Conserv.* 20(3): 539–548. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9888-4>
- Gotelli NJ, Graves GR (1996) *Null Models in Ecology*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, Press
- Graça MB, Morais JW, Franklin E, Pequeno PACL, Souza JLP, Bueno AS (2015) Combining taxonomic and functional approaches to unravel the spatial distribution of an amazonian butterfly community. *Environ. Entomol.* 45, 301–309. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv183>
- Gueratto PE, Carreira JYO, Santos JP, Tacioli A, Freitas AVL (2020) Effects of forest trails on the community structure of tropical butterflies. *J. Insect Conserv.* 24(2): 309-319. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00199-x>
- Hutcheson K (1970) A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. *J. Theor. Biol.*, 29, 151-154. <http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193>
- Iezzi ME, Cruz P, Varela D, De Angelo C, Di Bitetti MS (2018) Tree monocultures in a biodiversity hotspot: Impact of pine plantations on mammal and bird assemblages in the Atlantic Forest. *For. Ecol. Manag.*, 424: 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.049>
- Jew EKK, Loos J, Dougill AJ, Sallu SM, Benton TG (2015) Butterfly communities in miombo woodland: Biodiversity declines with increasing woodland utilisation. *Biol Conserv.* 192: 436-444. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.10.022>

- Leidner AK, Haddad NM, Lovejoy TE (2010) Does Tropical Forest Fragmentation Increase Long-Term Variability of Butterfly Communities? *Plos ONE*, San Francisco, v. 5, n. 3, p. 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009534>
- Lourenço GM, Soares GR, Santos TP, Dáttilo W, Freitas AVL, Ribeiro SP (2019) Equal but different: Natural ecotones are dissimilar to anthropic edges. *PLoS ONE* 14 (3): e0213008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213008>
- Martins LP, Araujo JEC, Martins ARP, Colins MS, Almeida SGCF, Azevedo GG (2017) Butterflies of Amazon and Cerrado remnants of Maranhão, Northeast Brazil. *Campinas/SP. Biota Neotrop.*, 1: 1-12. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0335>
- Masullo YAG, Gurgel HC, Laques AE (2018) O Passado e o Presente das Unidades de Conservação do Maranhão, Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 19, n. 66, p. 250-268. <https://doi.org/10.14393/RCG196618>
- Melo DHA, Filgueiras BK, Iserhard CA (2019) Effect of habitat loss and fragmentation on fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest. *Can. J. Zool.* 97: 588-596. <https://doi.org/10.1139/cjz-2018-0202>
- Neves DA, Paluch M (2016) Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras na Mata Atlântica do Litoral Sul da Bahia (Brasil) (Lepidoptera: Nymphalidae). *SHILAP Revta. lepid. Madrid*, v. 44, n. 176, p. 593-606
- Paluch M, Mielke OHH, Nobre CEB, Casagrande MM, Melo DHA, Freitas AVL (2011) Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco, Brazil. *Biota Neotrop.* 11(4): 229-238. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400020>
- Paz R, Morales J, Arrieche N, Gonzalez R (2019) Diversity of Hesperids (Lepidoptera: Hesperioidea) in agroecosystems of Lara State, Venezuela. *Bioagro* 31:73-78.
- Pedrotti VS, Barros MP, Romanowski HP, Iserhard CA (2011) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.*, 11(1): 385-390. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100036>
- Pereira S, Rezende WMA, Câmara JT (2018) Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. *EntomoBrasilis*, v. 11, n. 2, p. 124-138. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v11i2.759>
- Ribeiro DB, Freitas AVL (2012) The effect of reduce-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. *J Insect Conserv*, Headington, v. 16, n. 5, p. 733-744. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9458-3>
- Spinelli AL, Bayama SG, Torresan FE, Victoria DL, Vicente LE, Bolfe EL, Manzatto CV (2016) Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais /Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 28 p. il. 28 p. il. (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4691; 108)
- Santos JP, Marini FOJ, Freitas AVL, Uehara-Prado M (2016) Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. *Biodivers. Bras.* 6(1):87-99
- Santos JP, Sobral-Souza T, Brown KS, Vancine MH, Ribeiro MC, Freitas AVL (2019) Effects of landscape modification on species richness patterns of fruit-feeding butterflies in Brazilian Atlantic Forest. *Divers. Distrib.*, v. 26, n. 2, p. 196-208. <https://doi.org/10.1111/ddi.13007>
- Scarano FR et al (2018) Opções para governança e tomada de decisão em escalas e setores (Capítulo 6). In: Rice J et al (Org.) Relatório de avaliação regional do IPBES sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos para as Américas. Ied. Bonn, Alemanha: IPBES / ONU, v. 1, p. 644-744
- Silva LNS (2020) Padrões ecológicos e diversidade de borboletas em florestas tropicais, Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- Silva ARM, Castro CO, Mafía PO, Mendonça MOC, Alves TCC, Beirão MV (2012) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotrop.* v.12, n.3, p.292. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000300028>
- Silva ARM, Pontes DV, Guimaraes P, Oliveira MV, Assis LTF, Uehara-Prado M (2015) Fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) of the Area de Proteção Especial Manancial Mutuca, Nova Lima and Species list for the Region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Biota Neotrop.* 15(3): e20140118. <https://doi.org/10.1590/1676-06032015011814>

- Spaniol RL (2019) Estruturação funcional e filogenética das assembleias de borboletas frugívoras ao longo de gradientes florestais na Amazônia brasileira. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Teixeira C (2005) O Desenvolvimento Sustentável em Unidade de Conservação: a “naturalização” do social. RBCS, vol. 20, n.59
- Tozzo AR, Marchi EC (2014) Unidades de Conservação no Brasil: uma visão conceitual, histórica e legislativa. RVBMA, vol. 6, n.3, p. 508-523. <https://doi.org/10.22292/mas.v7i3.300>
- Uehara-Prado M, Brown, JKS, Freitas AVL (2007) Species richness, composition and abundance of Fruit-Feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. Glob. Ecol. Biogeogr. 16, p. 43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00267.x>
- Veddeler D, Schulze CH, Steffan DI, Buchori D, Tschardt T (2005) The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit feeding butterflies: Effects of isolation and age. Biodivers. Conserv, v. 14, p. 3577–3592. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0829-2>
- Uehara-Prado M, Brown JKS, Freitas AVL (2007) Species richness, composition and abundance of Fruit-Feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape Glob. Ecol. Biogeogr. 16, p. 43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00267.x>
- Uehara-Prado M, Brown JKS, Freitas AVL (2005) Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. J. Lepid. Soc. v. 59, n. 2, p. 96-106.
- Veddeler D, Schulze CH, Steffan DI, Buchori D, Tschardt T (2005) The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit feeding butterflies: Effects of isolation and age. Biodivers. Conserv. v. 14, p. 3577–3592. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0829-2>
- Warren AD, Davis KJE, Stangland M, Pelham JP, Grishin NV (2017) Illustrated Lists of American Butterflies. Disponível em: <https://www.butterfliesofamerica.com/L/Nymphalidae.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2021.

Fig. 1 Localização das áreas selecionadas para amostragem de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil

Fonte IBGE. Adaptado pelos autores

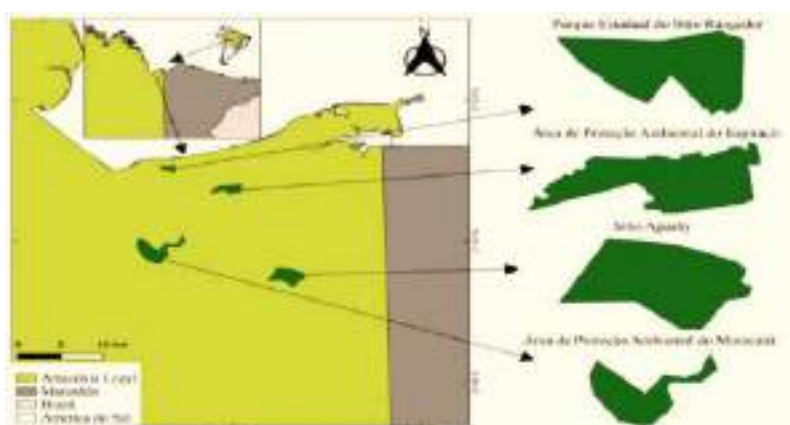


Fig. 2 Imagens de satélite das áreas selecionadas para coleta de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: (A) Parque Estadual do Sítio do Rangedor; (B) Área de Proteção Ambiental do Itapiracó; (C) Área de Proteção Ambiental do Maracanã; (D) Sítio Aguahy

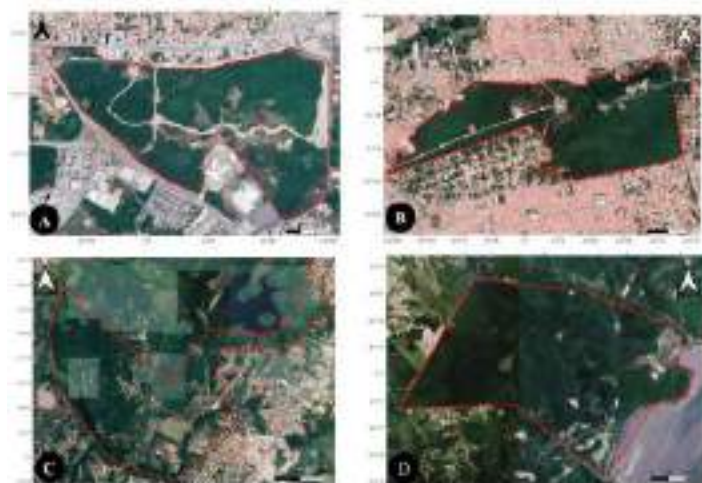


Tabela 1 Espécies de borboletas frugívoras por subfamílias e tribos registradas na Amazônia Oriental entre setembro de 2019 a janeiro de 2021: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy

TÁXON	Áreas amostradas				Total
	Sítio Aguahy	APA do Itapiracó	APA do Maracanã	Sítio do Rangedor	
SATYRINAE					1703

(S = 29)						
Brassolini (S = 6)	<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)	3	46	19	2	70
	<i>Caligo teucer</i> (Fruhstorfer, 1904)	7	5	9	1	22
	<i>Catoblepia berecynthia</i> (Cramer, 1777)	18	38	32	13	101
	<i>Opsiphanes cassiae</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	3	0	5
	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hubner, 1808)	30	163	61	128	382
	<i>Opsiphanes quiteria</i> (Stoll, 1780)	22	41	21	0	84
Satyrini (S = 20)	<i>Cissia myncea</i> (Cramer, 1780)	3	0	0	0	3
	<i>Cissia terrestris</i> (A. Butler, 1867)	6	0	5	0	11
	<i>Cissia penelope</i> (Fabricius, 1775)	7	89	79	10	185
	<i>Hermeuptychia</i> sp.	6	3	4	1	14
	<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)	9	14	7	13	43
	<i>Magneuptychia ocypete</i> (Fabricius, 1776)	26	0	1	0	27
	<i>Paryphthimoides poltys numilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	1	0	0	0	1
	<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	12	0	0	0	12
	<i>Posttaygetis penelea</i> (Cramer, 1777)	0	1	5	0	6
	<i>Pseudodebis marpessa</i> (Hewitson, 1862)	2	0	0	0	2
	<i>Taygetis cleopatra</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	9	2	2	0	13
	<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	27	200	245	98	570
	<i>Taygetis</i> sp.	0	0	1	0	1
	<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	36	8	17	0	61
	<i>Yphthimoides</i> sp.	0	0	0	1	1
	<i>Yphthimoides affinis</i> (A. Butler, 1867)	2	0	0	4	6
	<i>Yphthimoides argyrospila</i> (A. Butler, 1867)	0	0	0	2	2
	<i>Yphthimoides cf. affins</i>	0	0	1	0	1
	<i>Yphthimoides renata</i> (Stoll, 1780)	10	0	5	0	15
	<i>Yphthimoides</i> sp.	3	0	3	3	9
Morphini (S = 3)	<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	13	6	14	0	33
	<i>Morpho menelaus</i> (Linnaeus, 1758)	6	0	14	0	20

	<i>Morpho rhetenor</i> (Cramer, 1775)	3	0	0	0	3
BIBLIDINAE (S = 11)						540
Biblidini (S = 2)	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)	6	1	0	2	9
	<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	3	181	50	3	237
Callicorini (S = 2)	<i>Callicore astarte</i> (Cramer, 1779)	0	20	3	0	23
	<i>Paulogramma pygas cyllene</i> (Godart, [1824])	0	2	0	0	2
Epicaliini (S = 1)	<i>Eunica cuvierii</i> (Godart, 1819)	2	1	0	0	3
Ageroniini (S = 5)	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	9	32	14	5	60
	<i>Hamadryas chloe</i> (Stoll, 1787)	5	24	18	0	47
	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	7	12	8	28	55
	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	7	27	13	24	71
	<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)	0	13	19	0	32
Epiphilini (S = 1)	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	0	0	1	0	1
NYMPHALINAE (S = 3)						364
Nymphalini (S = 1)	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	26	136	169	15	346
Coeni (S = 2)	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	0	1	1	0	2
	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	2	8	4	2	16
CHARAXINAE (S = 9)						261
Preponini (S = 2)	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	8	53	48	3	112
	<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)	5	8	2	1	16
Anaeini (S = 7)	<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)	0	25	9	7	41
	<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	0	8	1	8	17
	<i>Memphis glauce</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	0	16	4	0	20
	<i>Memphis leonida</i> (Stoll, 1782)	0	27	2	5	34
	<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	0	8	0	0	8
	<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	2	7	3	0	12
	<i>Zaretis</i> sp.	0	1	0	0	1
TOTAL		341	1229	919	379	2868

--	--	--	--	--	--

Tabela 2 Riqueza de espécies (S) e abundância (N) por subfamílias de borboletas frugívoras registradas na Amazônia Oriental de setembro de 2019 a janeiro de 2021: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor e Sítio Aguahy

SUBFAMÍLIA	Sítio Aguahy	APA do Itapiracó	APA do Maracanã	Sítio do Rangedor
Satyrinae	S = 24 N = 261	S = 18 N = 618	S = 20 N = 548	S = 12 N = 274
Biblidinae	S = 7 N = 39	S = 10 N = 313	S = 9 N = 128	S = 5 N = 62
Charaxinae	S = 3 N = 15	S = 9 N = 153	S = 9 N = 9	S = 5 N = 24
Nymphalinae	S = 2 N = 28	S = 3 N = 145	S = 3 N = 174	S = 2 N = 17

Fig. 3 Distribuição de abundância das subfamílias de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy

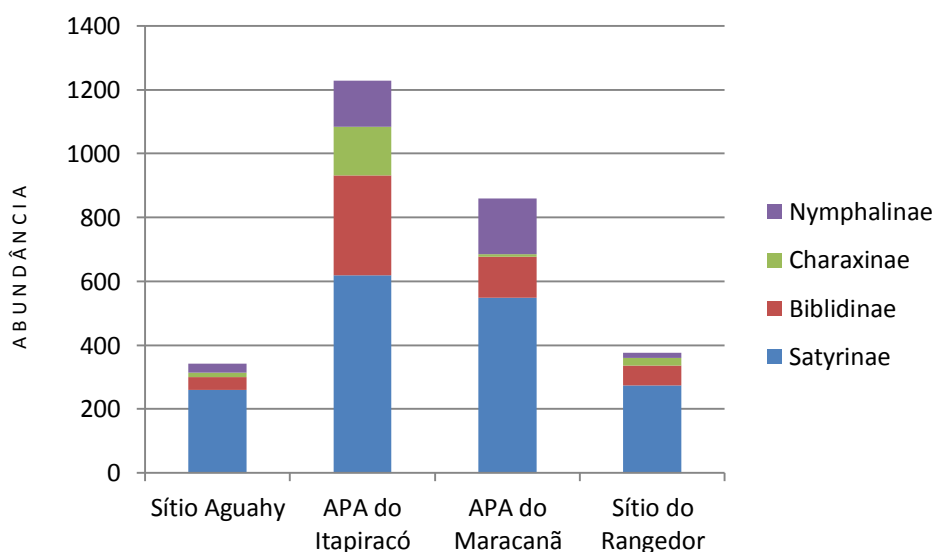


Tabela 3. Índices de Diversidade de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental: APA do Itapiracó; APA do Maracanã. Sítio do Rangedor e Sítio Aguahy. Taxa S = Riqueza de espécies; N = Abundância; Índice recíproco de Simpson (Simpson 1-D); Índice de Shannon-Wiener (Shannon-H); Índice de equitabilidade (Equitability-J) e Dominância de Berger-Parker

	Taxa S	N	Simpson_1-D	Shannon_H	Equitability_J	Berger-Parker
SítioAguahy	34	332	0,944	3,132	0,8958	0,10
APA do Itapiracó	36	1229	0,907	2,762	0,7707	0,16
APA do Maracanã	40	919	0,8729	2,631	0,7133	0,26
Sítio do Rangedor	23	374	0,7983	2,102	0,6703	0,34

Fig. 4. Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas na Amazônia Oriental: APA do Itapiracó, APA Maracanã, Sítio do Rangedor e Sítio Aguahy, com os respectivos intervalos de confiança ($\pm 95\%$)

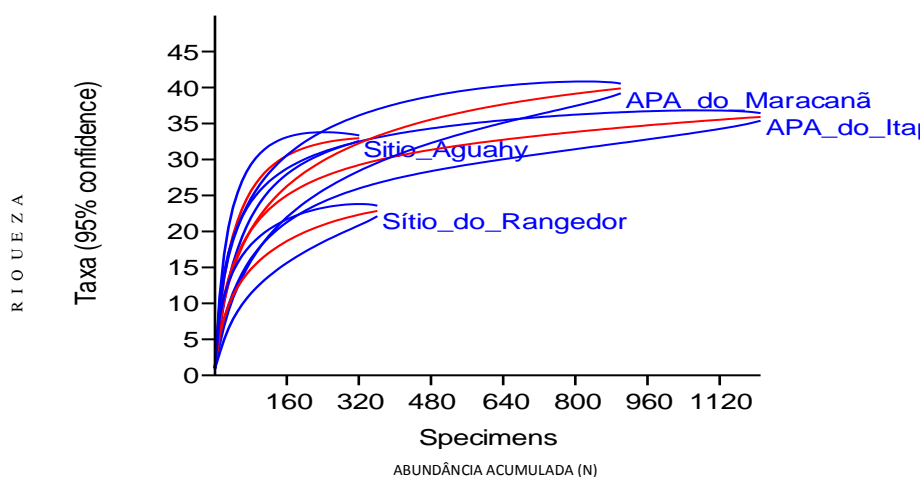
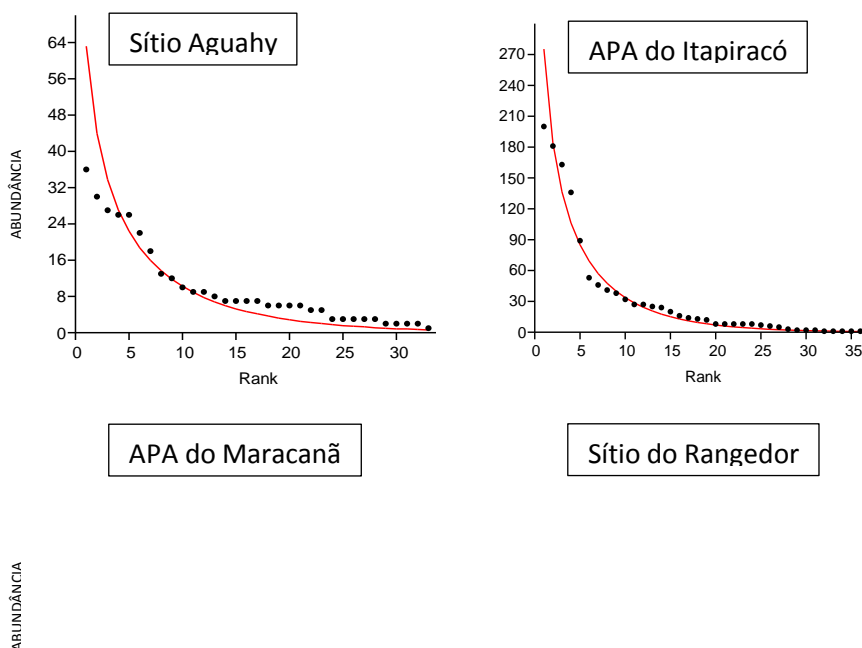


Fig. 5 Diagrama de Whittaker com abundância de espécies de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental: Sítio Aguahy; APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor



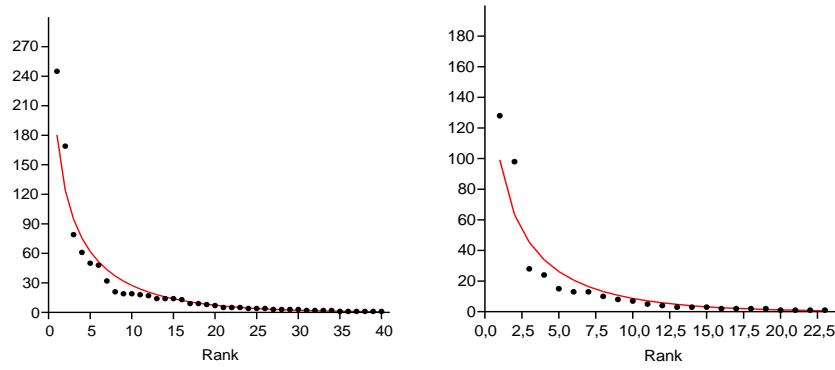
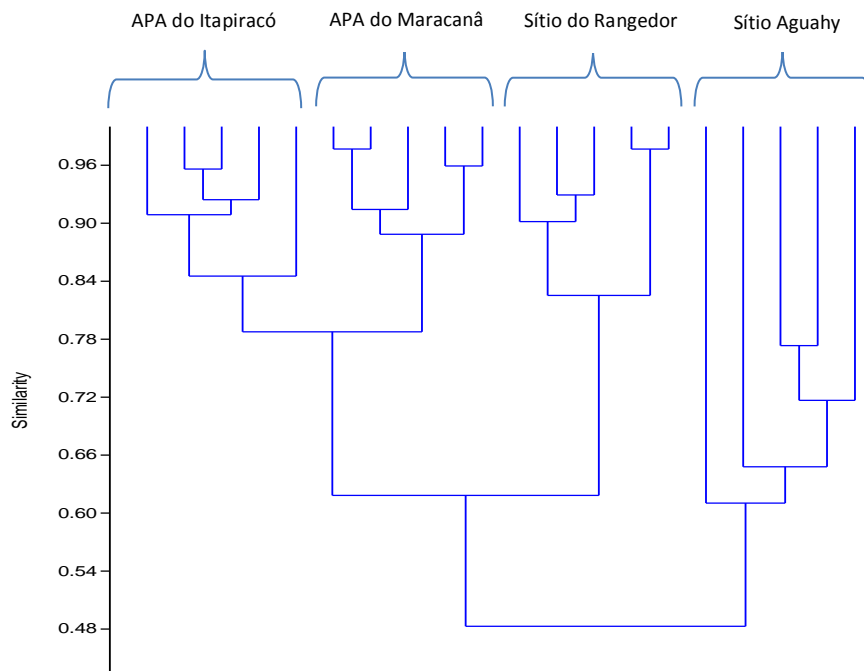


Fig. 6 Dendrograma de similaridade dos índices de Morisita para as comunidades de borboletas frugívoras na Amazônia Oriental: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor; Sítio Aguahy





Neoxeniades cincia
(Hesperiidae)

CAPÍTULO III

Guia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental Maranhense, Brasil

Artigo redigido para submissão à
Neotropical Entomology

Guia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental Maranhense, Brasil

Rosilda Rodrigues de Carvalho¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos^{2*}

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brazil

²Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, Maranhão, Brasil

*Autor para correspondência: rlemos@cca.uema.br

Resumo

O estado do Maranhão, situado em uma porção da Amazônia Oriental, possui diversas áreas com remanescentes de vegetação amazônica que constituem-se em habitats favoráveis ao desenvolvimento e abrigo de várias espécies animais, inclusive borboletas. Entretanto, pouco se conhece a respeito da fauna desses insetos nessa região. Considerando o caráter de grande importância e urgência na mitigação dessas lacunas, o presente trabalho teve como objetivo, a elaboração da lista e do guia das espécies de borboletas em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy), na Amazonia Oriental Maranhense. A lista das espécies e o guia de borboletas foram elaborados com base no material coletado nos meses de setembro e novembro/2019; janeiro, maio e setembro/2020, e janeiro/2021, contemplando os períodos de estação chuvosa e seca. As coletas foram realizadas com armadilhas contendo iscas atrativas para borboletas frugívoras, e com rede entomológica. Foram coletadas 3097 borboletas de 118 espécies, incluindo frugívoras e nectarívoras. O guia foi composto por 25 pranchas coloridas com imagens digitais dos exemplares amostrados na Amazônia Oriental maranhense. As espécies foram apresentadas na face dorsal (D) e ventral (V), com a discriminação de macho (♂) e fêmea (♀), quando o dimorfismo sexual foi evidenciado.

Palavras chave: Inventário, biodiversidade, fauna, monitoramento

Abstract

The state of Maranhão, located in a portion of the Eastern Amazon, has several areas with remnants of Amazonian vegetation that constitute favorable habitats for the development and shelter of various animal species, including butterflies. However, little is known about the fauna of these insects in this region. Considering the character of great importance and urgency in the mitigation of these gaps, the present work had as objective, the elaboration of the list and the guide of the butterfly species in three UCs: Itapiracó Environmental Protection Area (APA do Itapiracó); Maracanã Environmental Protection Area (APA do Maracanã) and the Sítio do Rangedor State Park (Sítio do Rangedor), and in the Quercegen Agronegócios Company Reserve (Sítio Aguahy), in the Eastern Amazon of Maranhense. The species list and butterfly guide were prepared based on material collected in September and November/2019; January, May and September/2020, and January/2021, covering the rainy and dry seasons. The collections were carried out with traps containing attractive baits for frugivorous butterflies, and with an entomological net. A total of 3097 butterflies from 118 species were collected, including frugivorous and nectarivorous. The guide consisted of 25 colored boards with digital images of the specimens sampled in the Eastern Amazon of Maranhão. The species were presented on the dorsal (D) and ventral (V) face, with male (♂) and female (♀) discrimination, when sexual dimorphism was evidenced.

Keywords: Inventory, biodiversity, fauna, monitoring

Introdução

O bioma Amazônico é reconhecido mundialmente por constituir a maior floresta tropical do planeta. Considerado um dos mais complexos e importantes biomas do mundo, possui uma extraordinária biodiversidade, que inclui milhares de espécies vegetais e animais, além de milhões de insetos (Borges et al. 2019). Essa biodiversidade, porém, tem sido pressionada e ameaçada pelas alterações climáticas e perda de habitat decorrentes dos padrões de desenvolvimento da sociedade, comprometendo a provisão dos serviços ecossistêmicos (Scarano et al. 2018).

Em uma perspectiva ampla, Scholes et al. (2018) consideram que a crise da biodiversidade exige a aplicação de medidas efetivas para preservar os ecossistemas e atenuar a perda dos recursos naturais, e a implantação de Unidades de Conservação (UCs) é considerada uma das estratégias que visa a proteção dessa biodiversidade (Costa-Pereira et al. 2013; Borges et al. 2019).

Alguns organismos têm sido propostos como indicadores da qualidade ambiental (Prestes e Vincenci 2019), nesse sentido, as borboletas são evidenciadas, por possuírem estreita relação com outros táxons ou recursos ambientais, e por apresentarem resposta rápida a alterações ambientais (Pearson 1994; Santos et al. 2016).

As borboletas pertencem à superfamília Papilionoidea, que conta com cerca de 18.000 espécies descritas no mundo (Espeland et al. 2018), distribuídas em sete famílias: Papilionidae, Hesperiiidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae, Nymphalidae e Hedyliidae (Heikkilä et al. 2011; Espeland et al. 2018). Para o Brasil, são aproximadamente 3.500 espécies de borboletas documentadas (Mielke et al. 2021; Carneiro 2021; Casagrande et al. 2021; Duarte e Robbins 2021; Dolibaina et al. 2021; Lourindo e Duarte 2021). Desse quantitativo de espécies de borboletas já descritas no Brasil, grande parte desses registros concentram-se nas regiões Sul e Sudeste do país (Santos et al. 2008), nessa ótica, permanecem insuficientes as informações para a maioria das regiões brasileiras.

Apesar de ainda serem escassos no Brasil, os guias de campo, inventários de fauna e listas locais e regionais são indispensáveis para a realização de monitoramentos ambientais. Para Lewinsohn (2005), as estimativas da riqueza biológica de um país parecem ter forte repercussão pública, e tais compilações são uma das pré-condições para qualquer avaliação geral de biodiversidade, mesmo em escalas pequenas. Segundo Silveira et al. (2010), os inventários constituem uma das ferramentas mais importantes e diretas para se acessar parte dos componentes da diversidade em um bioma ou localidade, gerando dados importantes na tomada de decisões a respeito do manejo de áreas naturais. Além de contribuir na elaboração de políticas públicas para a conservação de espécies, seja fauna ou flora (Paiva et al. 2016).

Constituída pelos estados do Pará, Amapá, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão, a Amazônia Oriental conta com áreas protegidas e parques que conferem grande complexidade e importância ambiental a essa região (ICMBio 2017). Apesar de representar a base de sustentação da biodiversidade, os inventários de borboletas realizados para essa região ainda são escassos, o que muitas vezes, pode negligenciar o potencial biológico existente.

Para o estado do Maranhão, os primeiros registros sobre a lepidopterofauna, são provenientes do século XIX, com a primeira lista de borboletas elaborada por Bates (1867), com base em espécies depositadas na coleção particular de Thomas Belt (Zacca 2011). Desde então seguiram outras publicações relatadas por Garcia et al. (1990) e, Garcia e Bergman (1994). E mais recentemente, listas de lepidopteras publicadas (Martins et al. 2017; Pereira et al. 2018; Cintra et al. 2019; Araújo et al. 2020; Saraiva et al. 2020; Carvalho et al. 2021). Contudo, não há registros de guias de borboletas ilustrados para Amazônia Oriental maranhense, em especial em UCs. Considerando que estratégias são necessárias para atender às necessidades urgentes de informação, e na perspectiva de mitigar a carência de registros da diversidade de borboletas nessa região, o presente trabalho teve como objetivo, a elaboração da lista e do guia das espécies de borboletas em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy), na Amazônia Oriental no estado do Maranhão.

Material e métodos

Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em três UCs: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó); Área de Proteção Ambiental do Maracanã (APA do Maracanã) e o Parque Estadual do Sítio do Rangedor (Sítio do Rangedor) localizadas no município de São Luís (2°31'51" S; 44°18'24"W), e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios (Sítio Aguahy), situada no município de São José de Ribamar (2°33'43"S; 44°03'14"W), no estado do Maranhão, em uma porção da Amazônia Oriental (Fig. 1).

APA do Itapiracó (Fig.1), constituída por uma área de 322 ha, abrangendo os municípios de São Luís e São José de Ribamar (2°31'34"S; 44°12'80"W). Possui uma vegetação remanescente da floresta amazônica, representada por Angelim, Andiroba, Bacuri e outras espécies nativas, além de mata de galeria, que protege as nascentes do riacho Itapiracó (SEMA 2019), porém, o aumento da densidade populacional tem causado constante pressão, comprometendo a biodiversidade nessa UC.

APA do Maracanã (Fig.1), possui uma área de 1.831 ha, localizada a Sudoeste da ilha do Maranhão, na zona rural do município de São Luís (02°24'09''S; 02°46'13''W). É considerada uma Unidade de uso sustentável na categoria de Área de Proteção Ambiental, conforme o Sistema Estadual de Unidades de Conservação. Apresenta vegetação remanescente do bioma amazônico e uma rica diversidade de fauna e flora, composta principalmente por várias espécies de aves, mamíferos, insetos e peixes e uma grande diversidade de árvores frutíferas, leguminosas e gramíneas, além da vegetação de várzea, com predominância do buriti e juçara (SEMA 2019).

Sítio do Rangedor (Fig.1), localizado no Município de São Luís (02°38'48''S; 044°09'27''W), possui uma área total de 126 hectares. Compreende um fragmento remanescente de Floresta Amazônica, com diferentes estágios de sucessão ecológica e forte pressão antrópica. As obras de revitalização e os espaços urbanos dela resultantes implicaram na supressão de formação vegetal de maior porte em alguns trechos do Parque, na descontinuidade do fragmento de mata contígua e na impermeabilização de parte do solo para construção de acessos e áreas de vivência (Azevedo et al. 2019).

Sítio Aguahy (Fig.1), abrange uma área de aproximadamente 635 hectares, situado no município de São José de Ribamar, Maranhão (2°39'3"S 44°8'24"W). Consiste em uma reserva de propriedade da empresa Quercegen Agronegócios, apresenta áreas com modificações de habitat, incluindo o estabelecimento de monoculturas e florestas secundárias e ameaças pela expansão das aldeias vizinhas. Possui remanescentes de floresta amazônica, que consiste em uma área conservada, caracterizada por partes íngremes, e florestas de encosta. As áreas de baixa altitude apresentam floresta densa, com árvores de grande porte e baixa luminosidade e alguns pontos com predominância de palmeiras e alagamento no período chuvoso (Martins et al. 2017).

Amostragem das borboletas

Foram realizadas coletas, sob Licença de nº A35-2020, concedida pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA. As amostragens foram realizadas nos meses de setembro e novembro/2019, janeiro, maio e setembro/2020, e janeiro/2021, abrangendo os dois períodos sazonais do clima (seco e chuvoso), três amostragens por período, totalizando seis campanhas para cada área.

A amostragem seguiu a metodologia padronizada para borboletas frugívoras proposta por Uehara-Prado et al. (2005, 2007), utilizando armadilhas portáteis do tipo Van Someren-Rydon (VSR) cilíndricas, medindo 1,0 m de altura e 30 cm de diâmetro com tela de *voile*, e um funil interno de 20 cm de diâmetro para evitar a possível fuga dos insetos capturados.

A partir de um transecto central de 1.000m de comprimento foram traçados no interior de cada área amostrada, cinco transectos transversais em direção ao interior da mata, com distância de 200m entre si. Em cada um dos cinco transectos foram instaladas seis armadilhas equidistantes 30 m, totalizando 30 armadilhas por área. As armadilhas contendo isca à base de uma mistura de caldo de cana e banana amassada, fermentada por 72 horas, foram instaladas a aproximadamente 1,0 m acima do solo, permanecendo por cinco dias consecutivos em campo, vistoriadas a cada 24 horas para coleta das borboletas e reposição da isca, totalizando 86.400 horas/armadilhas.

A coleta ativa com rede entomológica foi realizada durante dois dias, por um coletor percorrendo as trilhas nas UCs e na Reserva da Empresa Quercegen Agronegócios, por duas horas, entre 9h e 15h horas, acumulando 96 horas de esforço amostral.

Os espécimes de fácil identificação foram marcados numericamente, fotografados e liberados no local da coleta. Indivíduos de identificação incerta e exemplares testemunhos foram coletados, identificados e depositados na Coleção Entomológica “Iraci Paiva Coelho” - CIPC da Universidade Estadual do Maranhão. A montagem dos espécimes coletados foi realizada com auxílio de plataformas entomológicas apropriadas, utilizando pinças delicadas, alfinetes entomológicos e tiras de papel vegetal para ajudar na correta disposição e fixação das asas. Para identificação das espécies seguiu-se a classificação taxonômica Warren et al. (2017) e consulta à especialistas.

Estrutura do Guia

Composto por 25 pranchas coloridas, o guia conta com imagens digitais dos exemplares da APA do Itapiracó, APA do Maracanã, Sítio do Rangedor e no Sítio Aguahy. Nas pranchas estão ilustradas 118 espécies de borboletas registradas para as áreas amostradas.

Os indivíduos apresentados no Guia estão agrupados por família e subfamília (Tabela 1). As espécies estão representadas na face dorsal (D) e/ou ventral (V), com discriminação de macho (♂) e fêmea (♀), em caso de apresentar dimorfismo sexual evidente ou conforme disponibilidade de espécimes. Para a identificação das espécies foi seguida a classificação taxonômica de Warren et al. (2017). Para a obtenção das imagens digitais das borboletas, foi utilizada câmera da marca NIKON, modelo Coolpix-D510.

Resultados e Discussão

Foram amostradas 3.097 borboletas de 118 espécies, distribuídas em famílias e subfamílias: Hesperidae (Eudaminae, Hesperinae, Pyrginae); Nymphalidae (Biblidinae, Charaxinae, Cyrestinae, Danainae, Heliconinae, Limenitidinae, Nymphalinae, Satyrinae); Lycaenidae (Theclinae); Papilionidae (Papilioninae); Pieridae (Pierinae e Coliadinae) e Riodinidae (Riodininae) (Tabela 1). Do total de indivíduos mensurados, 97% pertencem à família Nymphalidae, 0,7% à Hesperidae, 0,7% à Pieridae, 0,2 % à Lycaenidae, 0,4% à Papilionidae e 0,5% à Riodinidae (Tabela 1). Quanto ao método de amostragem, 2.892 foram amostradas com armadilhas VSR e 197 com rede entomológica (Tabela 1).

Nymphalidae foi a família mais representativa em termos de abundância e número de espécies, corroborando com grande parte dos estudos de levantamento de fauna no Brasil (Santos 2010; Silva et al. 2014; Araújo et al. 2015; Andrade et al. 2017; Martins et al. 2017; Pereira et al. 2018; Oliveira et al. 2018).

A expressiva representatividade de Nymphalidae pode ser explicada em função de alguns fatores, como por exemplo, habitarem diferentes ecossistemas (Devries 1987), grande diversidade de nichos alimentares (Brown Junior et al. 1999), além de possuir o maior número de espécies entre os lepidópteros diurnos e constituir o grupo mais diverso entre as borboletas da Região Neotropical (Pereira et al. 2018).

A lista das espécies de borboletas amostradas com armadilhas VSR e com rede entomológica (Tabela 1), apresenta um bom quantitativo de espécies, quando comparada a trabalhos realizados utilizando-se armadilhas VSR e rede entomológica. Dessa forma, Medeiros (2016), em trabalho realizado na Floresta Nacional de Restinga de Cabedelo (PB) obteve 91 espécies; Martins et al. (2017) em áreas remanescentes da Amazônia e Cerrado obtiveram 43 espécies e Pereira et al. (2018) na Reserva Biológica do Gurupi obtiveram 91 espécies.

No Brasil, grande parte dos registros de borboletas concentram-se nas regiões Sul e Sudeste do país, permanecem escassas as informações para a maioria das regiões brasileiras (Santos et al. 2008; Medeiros 2016). Para o Rio Grande do Sul, foram publicados guias de borboletas frugívoras da Mata Atlântica e da Floresta de Araucárias (Santos et al. 2011) e para o Horto Botânico Irmão Teodoro Luis (Silva 2013). Para São Paulo foram elaborados guias de borboletas para a Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (Uehara-Prado et al. 2004) e para a Serra do Japi (Brown Júnior 1992). Para a região Norte, consta o guia de identificação de borboletas frugívoras da Floresta Nacional do Jamari, Município de Itapuã do Oeste, Roraima, elaborado por Bezerra et al. (2018).

Em pesquisa realizada por Saraiva et al. (2019), em seus resultados, mostraram a existência de grandes lacunas territoriais em relação a composição, riqueza e distribuição de borboletas na região Nordeste, e associam tal negligência a relevantes questões como a falta de mão de obra especializada e investimentos para o estudo e

conservação das espécies, além da inconsistência da política governamental brasileira a respeito das questões ambientais.

Considerando os dados obtidos em estudos anteriores realizados no estado do Maranhão (Bates 1867; Garcia et al. 1990; Garcia & Bergmann 1994; Ramos 2000; Martins et al. 2017; Pereira et al. 2018; Cintra e Câmara, 2019; Araújo et al. 2020; Saraiva et al. 2020), o presente estudo acrescenta 12 novos registros, totalizando 370 espécies de borboletas para o estado do Maranhão, incluindo borboletas frugívoras e nectarívoras (Tabela 1).

Ressaltamos que esse é o primeiro guia de borboletas das UCs: APA do Itapiracó; APA do Maracanã; Sítio do Rangedor e Sítio Aguahy, retratando espécies da fauna de borboletas na Amazônia Oriental, constituindo-se em um instrumento auxiliar na identificação desses organismos que são importantes para a conservação e preservação das áreas de proteção ambiental.

Agradecimentos

Às Professoras Dra. Ester Azevedo do Amaral (UEMA) e Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos (UEMA), pelo apoio constante e confiança em disponibilizar as dependências da Coleção Entomológica “Iraci Paiva Coelho” (CIPC) da Universidade Estadual do Maranhão para montagem e identificação dos espécimes e obtenção das macrofotografias.

Aos especialistas: Dr. André Lucci Freitas (UNICAMP), Dr. Jessie Pereira dos Santos (UNICAMP), Dra. Mirna Martins Casagrande (UFPR) e Dra. Joseleide Teixeira Câmara (UEMA) que contribuíram com confirmação e identificação de muitos exemplares.

Referências

- Azevedo BRM, Piga FG, Rodrigues TCS, Azevedo RR (2019) Análise temporal da cobertura da terra em Unidade de Conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil. *Formação* (Online), v. 27, n. 51, p. 209-230
- Andrade DA, Teixeira IRV (2017) Diversidade de Lepidoptera em um fragmento florestal em Muzambinho, Minas Gerais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.27, n.4, p.1229-1241
- Araújo EC, Martins LP, Duarte M, Azevedo GG (2020) Temporal distribution of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in the eastern extreme of the Amazon region. **Biodiversity and Conservation**. *Acta Amaz.* 50 (1). Jan-Mar
- Araújo MC, Paprocki H (2015) Lista de Lepidoptera do Parque Ecológico Felisberto Neves, Betim, Minas Gerais. *Sinapse Múltipla*, v.4, n.1, p.1-15
- Bates HW (1867) On a collection of butterflies formed by Thomas Belt, Esq., in the interior of the province of Maranhão, Brazil. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, 3^o série (5- parte vii): 335-546
- Bezerra FL, Lemke C, Nienow SS, Zaqueo KD (2018) Guia de identificação de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) da Floresta Nacional do Jamari, Município de Itapuã do Oeste-RO. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 8, n. 4, p. 21-27
- Borges F, Almeida D, Bohórquez JA L (2019) A representação da Amazônia brasileira na série: Amazônia Sociedade Anônima (S/A). *Revista Observatório*, Palmas, v. 5, n. 6, p. 380-403, Out.- Dez
- Brown-Júnior K S (1992) Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, pp. 142-187. *In: Morellato, PLC (Eds.). História Natural da Serra do Japi - Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil* (L.P.C. Morellato, ed.). Campinas, Editora da Unicamp
- Carneiro E (2021) Papilionidae em Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, PNUD. 2021 Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/150725>>. Acesso em 13 de Nov, 2021
- Carvalho RR, Amaral EA, Câmara JT, Mondego JM, Lemos RNS (2021) Borboletas de São Luís, Maranhão. Ed. UEMA, 113p

- Casagrande MM, Duarte M (2020) Lepidoptera. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/84>>. Acesso em 14 de nov. 2021
- Cintra MCS, Câmara JT (2019) Fruit-Feeding Butterflies (Papilionoidea: Nymphalidae) of the Municipality of São João do Soter, Maranhão, Brazil. In: Chandel, B. S. (Orgs.). *Applied Entomology and Zoology*. Vol.: 5. New Delhi: AkiNik Publications. p. 37-45
- Costa-Pereira R, Roque FO, Constantino, PAL, Sabino J, Uehara-Prado M (2013) **Monitoramento in situ da Biodiversidade**: Proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. 1. ed. Brasília: ICMBio, v. 1. 61p
- Devries PJ (1987) The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. **Princeton University Press**, Princeton
- Dolibaina DR, Dias FMS, Santos WIG (2020) Riodinidae. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD Disponível em <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/151139>>. Acesso em: 12 de Set. 2021.
- Duarte M, Marconato G, Specht A. Casagrande MM (2012) Lepidoptera, p. 625-682. In: Rafael JA, Melo G AR, Carvalho CJB, Casari AS, Constantino R (Eds.). *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Holos. Ribeirão Preto – São Paulo
- Duarte M, Robbins R (2020) Lycaenidae. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/961>>. Acesso em: 05 de jan. 2021
- Espeland M, Breinholt J, Willmott KR et al (2018) A comprehensive and dated phylogenomic analysis of butterflies. *Current Biology* 28: 1-9
- Garcia IP, Bergmann EC, Rodrigues-Neto SM (1990) Diversidade mensal de borboletas na Ilha de São Luis (MA). *Arquivos do Instituto Biológico*, 57: 39-44
- Garcia IP, Bergmann EC (1994) Borboletas da ilha de São Luis (MA). *Arquivos do Instituto Biológico*, 56: 37-38
- Heikkila M, Kaila L (2010) Reassessment of the enigmatic Lepidopteran family Lypusidae (Lepidoptera: Tineoidea; Gelechioidea). *Syst. Entomol.* 35, 71–89
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Pesquisa monitoramento**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/o-quefazemos/pesquisae-monitoramento/monitoramento>. Acesso em: 21 de out. 2021.
- Lewinsohn TM, Prado PI (2002) Biodiversidade brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo. Contexto. Universidade da Califórnia. Pg. 176
- Lourido GM, Duarte M (2021) Hedylidae em Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1735>>. Acesso em 15 de nov. 2021.
- Martins LP, Araujo Junior EC, Martins ARP, Colins MS, Almeida GCF, Azevedo GG (2017) Butterflies of Amazon and Cerrado remnants of Maranhão, Northeast Brazil. *Campinas/SP. Biota Neotropica*, v.1: p. 1-12
- Medeiros AD (2016) Composição, riqueza e sazonalidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) da Floresta Nacional de Restinga de Cabedelo, Paraíba. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande
- Mielke OHH, Carneiro E, Dolibaina DR, Siewert R (2021) HesperIIDae em Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, PNUD Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/146765>>. Acesso em: 13 de nov. 2021
- Oliveira LA, Milani LR, Souza MM (2018) Riqueza de borboletas (Lepidoptera) no Parque Estadual da Serra do Papagaio, sul de Minas Gerais, Brasil. *MG Biota*, Belo Horizonte, v.11, n.3
- Paiva GA (2016) Plano de manejo de fauna Paulistânia, 28 p. São Paulo
- Pearson DL (1994) Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London**, Series B 345: p. 75-79
- Pereira S, Rezende WMA, Câmara JT (2018) Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 124-138

- Prestes RM, Vincenci KL (2019) Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research.**, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493
- Santos EC, Mielke OHH, Casagrande MM (2008) Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Natureza & Conservação**, v. 6, n. 2, p. 68-90
- Santos JP, Iserhard CA, Teixeira MO, Romanowski HP (2011) Fruit-feeding butterflies guide of subtropical Atlantic Forest and Araucaria Moist Forest in State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 253-274
- Santos JP, Marini-Filho OJ, Freitas AVL, Uehara-Prado M (2016) Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. **Biodiversidade Brasileira**. 6(1): p. 87-99
- Saraiva GS, Bonfim JR, Câmara JT (2020) Registro da riqueza e distribuição de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) no Nordeste brasileiro. 72ª Reunião Anual da SBPC
- Scarano FR (2018) Opções para governança e tomada de decisão em escalas e setores (Capítulo 6). In: Rice J et al (Org.) Relatório de avaliação regional do IPBES sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos para as Américas. 1ed. Bonn, Alemanha: IPBES / ONU, v. 1, p. 644-744
- Scholes RJ, Montanarella L, Brainich E. et al (2018) (Eds.) IPBES: Resumo para formuladores de políticas do relatório de avaliação sobre degradação de terras e restauração da Plataforma Intergovernamental de Ciência e Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos : Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.
- Silva JM (2013) Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) em Fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual e dos Campos do Bioma Pampa no Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação. Universidade Federal de Pelotas
- Silva JM, Cunha SK, Silva EJE, Garcia FRM (2013) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 87-95
- Silveira LF, Beisiegel BM, Curcio FF, Valdujo PH, Dixo M (2010) Verdade, V.K.; Mattox, G.M.T. & Cunningham, P.T.M. Para que servem os inventários de fauna? Estudos Avançados, USP, n.24, p.173-177
- Uehara-Prado, M, Freitas AVL, Francini RB, Brown KS (2004) Guias das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-25
- Zacca T, Bravo F, Xavier MX (2011) Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Serra da Jibóia, Bahia State, Brazil. **Entomobrasilis** 4(3): p.139-143

Fig. 1 Localização das Unidades de Conservação selecionadas para amostragem de borboletas na Amazônia Oriental, Brasil. Fonte IBGE. Adaptado pelos autores.

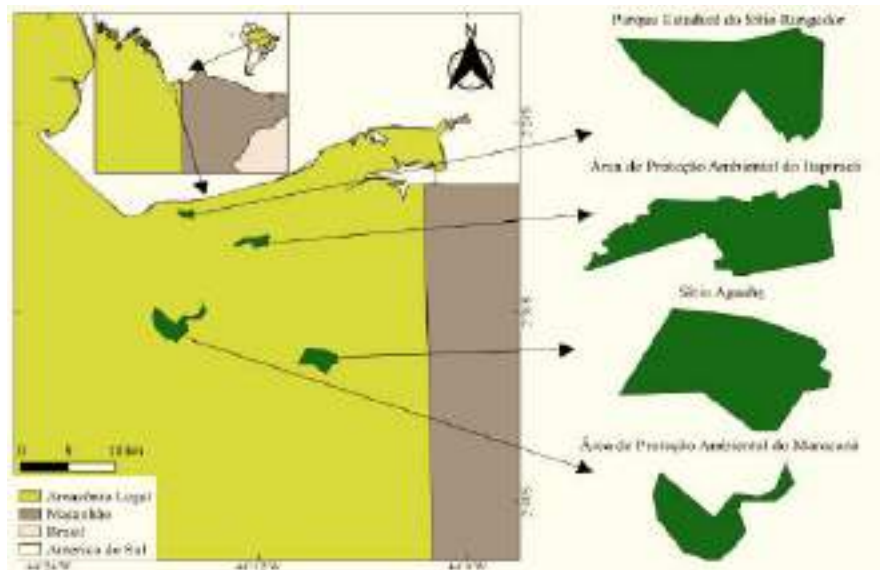


Fig. 2 Áreas amostradas na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil: Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (2A), Área de Proteção Ambiental do Maracanã (2B), Parque Estadual do Sítio do Rangedor (2C) e Sítio Aguahy (2D)



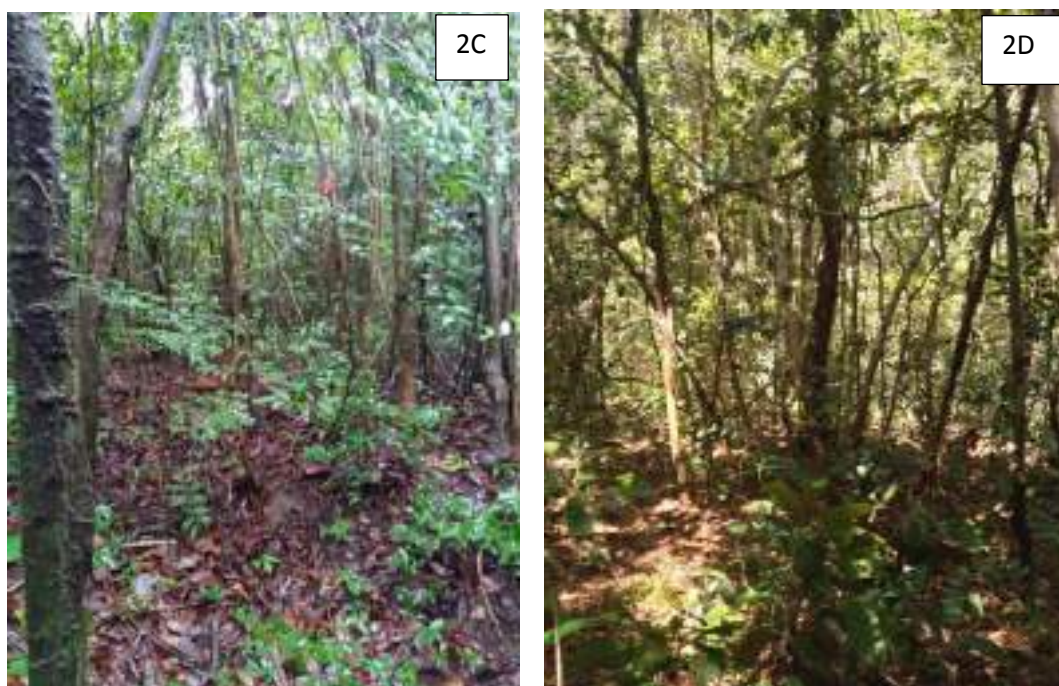


Tabela 1 Lista de espécies de borboletas por família e subfamília na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil, utilizando armadilhas (VSR) e rede entomológica (RE), no período de setembro e novembro/2019; janeiro, maio e setembro/2020 e janeiro/2021 (N = número de indivíduos; S = riqueza de espécies) ** Novo registro para o estado do Maranhão

TAXON	Total Indivíduos	Método de amostragem		% N
		VSR	RE	
HESPERIIDAE S= 17 N = 24				0,7%
Eudaminae (6)				
<i>Augiades epimethea bicolor</i> (Mabille & Boulet, 1919)**	1	–	x	
<i>Cecropterus (Thorybes) dorantes dorantes</i> (Lucas, 1857)**	1	–	x	
<i>Cogia undulatus</i> (Hewitson, 1867) **	1	–	x	
<i>Proteides mercurius mercurius</i> (Fabrício, 1787)**	1	–	x	
<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)	2	–	x	
<i>Urbanus</i> sp.	3	–	x	
Hesperiinae (5)				
<i>Callimormus saturnus</i> (Herrich-Schäffer, 1869)**	1	–	x	
<i>Calpodus ethlius</i> (Stoll, 1782) nat	1	–	x	
<i>Carystoides maroma</i> (Moschler, 1877)	1	–	x	
<i>Neoxeniades cincia</i> (Hewitson, 1867)**	1	–	x	
<i>Polites vibex catilina</i> (Plötz, 1886)**	1	–	x	
Pyrginae (6)				
<i>Antigonus erosus</i> (Hübner, [1812])**	1	–	x	
<i>Burnsius orcus</i> (Stoll, 1780)	4	–	x	
<i>Papias subcostulata</i> (Herrich-Schäffer, 1870)	1	–	x	

<i>Pyrgus veturius</i> (Plots, 1884)	2	–	x	
<i>Pyrropyge</i> sp.	1	–	x	
Pyrrhopyginae (1)				
<i>Mimoniades (mimadia) fallax fallax</i> (Mabille, 1878)	1	–	x	
LYCAENIDAE N = 7 S= 4				0,2%
Theclinae (4)				
<i>Arawacus aetolus</i> (Sulzer, 1776)	3	–	x	
<i>Arcas ducalis</i> (Westwood, 1852)	1	–	x	
<i>Evenus satyroide</i> (Hewitson, 1865)	1	–	x	
<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	2	–	x	
NYMPHALIDAE S= 77 N = 3009				97%
Biblidinae (11)				
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)	16	x	x	
<i>Callicore astarte</i> (Cramer, 1779)	23	x	–	
<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	238	x	–	
<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	1	x	–	
<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	60	x	–	
<i>Hamadryas chloe</i> (Stoll, 1787)	47	x	–	
<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	55	x	–	
<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	71	x	–	
<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)	32	x	–	
<i>Paulogramma pygas cyllene</i> (Godart, 1824)	2	x	–	
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	1	x	–	
Charaxinae (9)				
<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	112	x	–	
<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)	41	x	–	
<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	17	x	–	
<i>Memphis glauce</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	20	x	–	
<i>Memphis leonida</i> (Stoll, 1782)	34	x	–	
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	8	x	–	
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)	16	x	–	
<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	11	x	–	
<i>Zaretis</i> sp.	1	x	–	
Cyrestinae (3)				
<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)	1	–	x	
<i>Marpesia chiron marius</i> (Cramer, 1779)	2	–	x	
<i>Marpesia orsilocus</i> (Fabricius, 1776)	3	–	x	
Danainae (5)				
<i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775)	3	–	x	
<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775)	2	–	x	
<i>Lycorea halia</i> (Hübner, 1816)	9	–	x	
<i>Mechanitis polymnia casabranca</i> (Haensch, 1905)	1	–	x	
<i>Methona themisto</i> (Hübner, 1818)	5	–	x	
Heliconiinae (11)				

<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	10	–	x	
<i>Eueides isabella isabella</i> (Stoll, 1781)	3	–	x	
<i>Eueides lybia lybia</i> (Fabricius, 1775)	3	–	x	
<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)	2	–	x	
<i>Heliconius melpomene nanna</i> (Stichel, 1899)	3	–	x	
<i>Heliconius ricini ricini</i> (Linnaeus, 1758)	3	–	x	
<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)	5	–	x	
<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	10	–	x	
<i>Heliconius numata</i> (Cramer, 1780)	5	–	x	
<i>Heliconius sara</i> (Fabricius, 1793)	3	–	x	
<i>Philaethria dido</i> (Linnaeus, 1763)	10	–	x	
Limenitidinae (2)				
<i>Adelpha cytherea</i> (Linnaeus, 1758)	3	–	x	
<i>Adelpha plesaura</i> (Hübner, 1823)	1	–	x	
Nymphalinae (7)				
<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	2	–	x	
<i>Anthanassa hermas hermas</i> (Hewitson, 1864)	1	–	x	
<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	348	x	–	
<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	2	x	–	
<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	16	x	–	
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	4	–	x	
<i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus, 1758)	29	x	x	
Satyrinae (29)				
<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)	71	x	x	
<i>Caligo teucer</i> (Fruhstorfer, 1904)	24	x	x	
<i>Catoblepia berecynthia</i> (Cramer, 1777)	101	x	x	
<i>Cissia myncea</i> (Cramer, 1780)	3	x	–	
<i>Cissia terrestres</i> (A. Butler, 1867)	11	x	–	
<i>Cissia penelope</i> (Fabricius, 1775)	185	x	–	
<i>Hermeuptychia</i> sp.	14	x	–	
<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)	42	x	–	
<i>Magneuptychia ocypete</i> (Fabricius, 1776)	27	x	–	
<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	33	x	x	
<i>Morpho menelaus</i> (Linnaeus, 1758)	20	x	–	
<i>Morpho rethenor</i> (Cramer, 1775)	3	x	–	
<i>Opsiphanes cassie</i> (Linnaeus, 1758)	5	x	–	
<i>Opsiphanes invirae</i> (Fabricius, 1793)	382	x	–	
<i>Opsiphanes quiteria</i> (Stoll, 1780)	84	x	–	
<i>Paryphthimoides poltys numilia</i> (Prittwitz, 1865)	1	x	–	
<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	12	x	–	
<i>Pharneuptychia</i> sp.	1	x	–	
<i>Pierella lamia</i> (Sulzer, 1776)	11	–	x	
<i>Pierella hyalinus hyalinus</i> (Gmelin, [1790])	3	–	x	
<i>Posttaygetis penelea</i> (Cramer, 1777)	6	x	–	
<i>Pseudodebis marpessa</i> (Hewitson, 1862)	2	x	–	

<i>Taygetis cleopatra</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	13	x	–	
<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	570	x	–	
<i>Taygetis</i> sp.	1	x	–	
<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	61	x	–	
<i>Ypthimoides affinis</i> (A. Butler, 1867)	7	x	–	
<i>Ypthimoides argyrospila</i> (A. Butler, 1867)	2	x	–	
<i>Ypthimoides renata</i> (Stoll, 1780)	15	x	–	
<i>Ypthimoides</i> sp.	10	x	–	
PAPILIONIDAE S= 3 N = 12				0,4%
Papilioninae (3)				
<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	5	–	x	
<i>Heraclides anchisiades</i> (Esper, 1788)	2	–	x	
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	5	–	x	
PIERIDAE S= 6 N = 23				0,7%
Pierinae (1)				
<i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)	3	–	x	
Coliadinae (5)				
<i>Anteos menippe</i> (Hubner, 1818)	3	–	x	
<i>Aphrissa statira statira</i> (Cramer 1775)	3	–	x	
<i>Eurema albula albula</i> (Cramer, 1775)	3	–	x	
<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	6	–	x	
<i>Pyrisitia nise</i> (Boisduval, 1836)	5	–	x	
RIODINIDAE S= 12 N = 17				0,5
Riodinini (11)				
<i>Ancyluris</i> sp.	1	–	x	
<i>Aricoris campestris</i> (H.W.Bates, 1868)	4	–	x	
<i>Detritivora caryatis</i> (Hewitson, 1866)	1	–	x	
<i>Eurybia halimede halimede</i> (Hubner, [1807])**	1	–	x	
<i>Mesene phareus</i> (Cramer, 1777)	1	–	x	
<i>Mesene</i> sp.	1	–	x	
<i>Nymphidium caricae caricae</i> (Linnaeus, 1758)**	3	–	x	
<i>Panaropsis thyatira</i> (Hewitson, [1853])**	1	–	x	
<i>Stalactis phlegia</i> (Cramer, 1779)	1	–	x	
<i>Synargis calyce</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	2	–	x	
<i>Juditha molpe</i> (Hübner, [1808])**	1	–	x	
	3089	2892	197	

Fig. 3 Pranchas (1 a 25) que compõem o guia das borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil

Hesperiidae

Eudaminae



(D)

(V)

Augiades epimethea bicolor



(D)

(V)

Cecropterus (Thorybes) dorantes dorantes



(D)

(V)

Cogia undulatus

Hesperiidae

Hesperiinae



(D)

(V)

Carystoides maroma

Prancha 01 – Hesperiiidae (Hesperinae; Pyrginae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil



Neoxeniades cincia

**Hesperiiidae
Pyrginae**



Burnsius orcus ♀



Mimoniades (mimadia) fallax fallax ♀



Papias subcostulata

Prancha 02 – Hesperiiidae (Hesperinae; Pyrginae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil

Lycaenidae
Theclinae



(D)



(V)

Arawacus aetolus

(D)



(V)

Arcas ducalis

(D)



(V)

Evenus satyroide

(D)



(V)

Pseudolycaena marsyas

Nymphalidae
Biblidinae



(D)

(V)

Biblis hyperia

(D)

(V)

Dynamine postiverta

(D)

(V)

Calicore astarte ♂

(D)

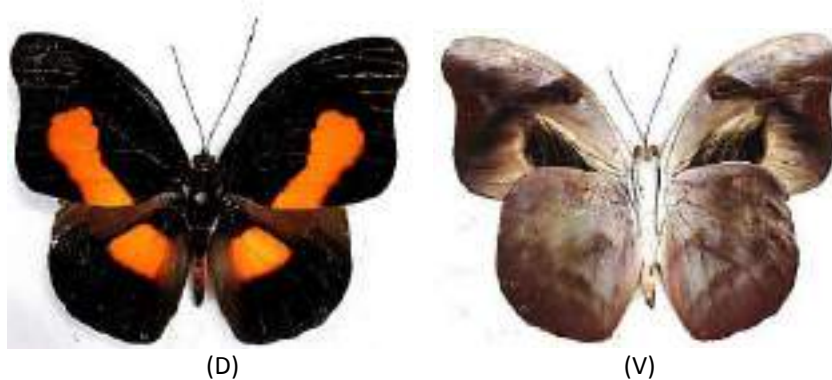
(V)

Calicore astarte ♀



(D)

(V)

Catonephele acontius ♀

(D)

(V)

Catonephele acontius ♂

(D)

(V)

Eunica tatila

(D)

(V)

Hamadryas amphinome



(D)



(V)

Hamadryas chloe

(D)



(V)

Hamadryas februa

(D)



(V)

Hamadryas feronia



(D)



(V)

Hamadryas laodamia ♀

(D)



(V)

Hamadryas laodamia ♂

(D)



(V)

Paulogramma pygas cyllene

Nymphalidae
Charaxinae



(D)



(V)

Archaeoprepona demophon



(D)



(V)

Prepona laertes



(D)



(V)

Fountainea ryphea ♀



(D)

(V)

Hypna clytemnestra

(D)

(V)

Memphis moruus

(D)

(V)

Memphis leonida



(D)



(V)

Zaretis itys

**Nymphalidae
Cyrestinae**



(D)



(V)

Marpesia chiron marius

(D)



(V)

Marpesia petreus



(D)

(V)

Marpesia orsilocus

**Nymphalidae
Danainae**



(D)

(V)

Danaus gilippus ♂

(D)

(V)

Lycorea halia halia



(D)



(V)

Methona themisto

**Nymphalidae
Heliconiinae**



(D)



(V)

Eueides isabela

(D)



(V)

Eueides lybia lybia

(D)



(V)

Heliconius melpomene nanna



(D)



(V)

Euptoieta hegesia

(D)



(V)

Heliconius ricini ricini

(D)

Heliconius erato

(D)

Heliconius erato phyllis

(D)

Heliconius sara

(V)



(D)
Philaethria dido

Nymphalidae
Limenitidinae



(D)
Adelpha cytherea



(D)

Adelpha plesaure



(V)

Prancha 14– Nymphalidae (Heliconinae; Limenitidinae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil

Nymphalidae
Nymphalinae



(D)



(V)

Anartia jatrophae

(D)



(V)

Colobura dirce

(D)



(V)

Historis acheronta

Prancha 15– Nymphalidae (Nymphalinae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil



(D)

(V)

Historis odius

(D)

(V)

Junonia evarete

(D)

(V)

Siproeta stelenes

Satyrinae



(D)



(V)

Caligo illioneus ♀

(D)



(V)

Caligo teucer ♂



(D)



(V)

Catoblepia berecynthia



(D)



(V)

Cissia penelope



(V)



(D)

Magneuptychia libye



(D)



(V)

Morpho helenor
.....

Prancha 18– Nymphalidae (Satyrinae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil.



(D)

(V)

Morpho menelaus ♂



(D)

(V)

Morpho rethenor ♂



(D)

(V)

Opsiphanes invirae

Prancha 19– Nymphalidae (Satyrinae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil



(D)



(V)

Opsiphanes quiteria ♂

(D)



(V)

Paryphthimoides poltys numilia

(D)



(V)

Pharneuptychia sp.

(D)



(V)

Pierella lamia



(D)



(V)

Pierella hyalinus hyalinus

(D)



(V)

Posttaygetis penelea

(D)



(V)

Taygetis cleopatra



(D)



(V)

Taygetis laches

(D)



(V)

Taygetis virgilia

(D)



(V)

Ypthimoides affinis

(D)



(V)

Ypthimoides renata

Papilionidae
Papilioninae



(D)



(V)

Battus polydamas



(D)



(V)

Heraclides thoas brasiliensis



(D)



(V)

Heraclides anchisiades achisiades

**Pieridae
Pierinae**



(D)



(V)

Ascia monuste orseis

**Pieridae
Coliadinae**



(D)

Anteos menippe



(D)

Aprissa statira



(D)

Eurema elathea ♀



(D)

Eurema elathea ♂



(D)



(V)

Phoebis sennae marcellina

(D)



(V)

Pyrisitia nise

Riodinidae
Riodininae



(D)



(V)

Eurybia halimede halimede

(D)



(V)

Stalachtis phlegia

(D)



(V)

Juditha molpe

Prancha 25– Pieridae (Coliadinae); Riodinidae (Riodininae) na Amazônia Oriental, Maranhão, Brasil