

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGEBC

BIODIVERSIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NO  
PARQUE ESTADUAL DAS VÁRZEAS DO RIO IVINHEMA,  
MATO GROSSO DO SUL

Lucas Ortega Martins

Dourados-MS  
Setembro de 2021

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Lucas Ortega Martins

BIODIVERSIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NO PARQUE  
ESTADUAL DAS VÁRZEAS DO RIO IVINHEMA, MATO GROSSO DO  
SUL

Dissertação apresentada à Universidade Federal da  
Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos  
exigidos para obtenção do título de MESTRE EM  
ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e  
Conservação

Orientadora: Viviana de Oliveira Torres

Dourados-MS  
Setembro de 2021

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD, conforme  
modelo a seguir.



## Biografia do Acadêmico

Eu, Lucas Ortega Martins, nasci em Primavera-SP em 01/09/1995. Sou filho de Lucia Maria Ortega Martins que foi mãe solo. Cursei o Ensino Fundamental em 4 escolas diferentes, sendo a 1<sup>a</sup> série no Centro Educacional Pingo De Gente Interação, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries na Escola Ideal e 4<sup>a</sup> série na Escola Municipal Antônio Felix Gonçalves, todas no período matutino. Estudei desde a 5<sup>a</sup> série até a formatura do Ensino Médio na Associação Cultural e Educativa de Primavera - ACEP Positivo, sendo da 5<sup>a</sup> até a 7<sup>a</sup> série no período matutino e da 8<sup>a</sup> série até o fim do colegial no período vespertino. Fiz o curso de Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade de Ivinhema-MS entre os anos de 2013 e 2017. Durante minha graduação fiz parte do projeto “PET Verde Legal” ao longo de 3 anos, participando do desenvolvimento de diversos projetos de extensão com a comunidade. Meu ingresso no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados ocorreu em 2019. Durante a Pós-Graduação desenvolvi meu projeto de pesquisa intitulado: Biodiversidade de borboletas frugívoras no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul e também publiquei um artigo como co-autor no periódico Journal of Economic Entomology, com o título: Resistance of Cowpea Genotypes to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Relationship to Resistance-Related Enzymes, periódico qualis A2.

## Agradecimentos

Agradeço principalmente a todos que ainda não desistiram.

No ensino fundamental devido a minha dislexia fui erroneamente diagnosticado por muitos professores e algumas diretoras das escolas em que frequentei como portador de algum retardo, ou simplesmente como um aluno “burro”, muitas vezes separado dos demais por não poder acompanhar o ritmo das aulas, outras simplesmente ignorado por ser trabalhoso demais explicar 5 ou 6 vezes o mesmo tema que o professor julgava tão simples. Então agradeço de coração aos poucos professores que eu lembro que não viraram as costas e realmente tentaram me auxiliar no caminho para o aprendizado, mesmo eu sendo um aluno tão difícil, e eu sei que fui.

Agradeço a minha mãe, lembro o quanto foi difícil criar um filho com dislexia e uma filha com síndrome de Down ao mesmo tempo enquanto mãe solteira que trabalhava. Sei o quanto ainda é difícil, e sei o quanto me ama e me ajudou sempre que possível. Principalmente quando alguns professores e diretora disseram que eu basicamente não teria futuro, obrigado por não desistir de mim e me ajudar e correr atrás de um diagnóstico profissional.

Agradeço novamente aos professores, agora aos da minha graduação que me ensinaram muito mais que só “metodologias” e formas de ver o mundo. E agradecimento especial as professoras Juliana Toledo Lima e Elizângela Leite Vargas, que me incentivaram a ir atrás de um ensino superior. Dentro do Mestrado agradeço muito a professora Viviana de Oliveira Torres que me aceitou como aluno dentro de seu laboratório, me ajudou sempre e nunca me deixou, mesmo quando tive meus piores momentos de depressão durante toda a pandemia de 2020, devo grande parte desse título a senhora.

Milagres só acontecem com as pessoas que não desistem.

Eiichiro Oda

## Sumário

	Pág.
Resumo Geral.....	3
Abstract.....	4
1. Introdução geral	6
2. Revisão Bibliográfica.....	8
2.1 Unidades de conservação e a importância de lepidópteros para a conservação.....	8
2.2 Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema .....	10
Objetivo geral.....	12
Hipótese.....	13
Referências Bibliográficas.....	14
 <b>Manuscrito 1</b>	 20
- Comunidade de Borboletas Frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) em Fragmentos de Mata de Várzea.....	
Resumo .....	20
Abstract .....	21
1. Introdução .....	22
2. Material e Métodos .....	24
2.1 Área de estudo.....	24
2.2 Amostragem de borboletas frugívoras do PEVRI.....	25
2.3 Análises estatísticas.....	26
3. Resultados .....	27
4. Discussão .....	31
5. Referências Bibliográficas .....	34
 <b>Manuscrito 2</b>	 40
- Distribuição de borboletas frugívoras em fragmentos de mata de várzea é influenciada pela presença de árvores frutificando e florindo.....	

Resumo .....	40
Abstract .....	41
1. Introdução .....	41
2. Material e Métodos .....	44
2.1 Área de estudo.....	44
2.2 Amostragem de borboletas frugívoras no PEVRI.....	45
2.3 Amostragem de árvores frutificando ou florindo .....	46
2.4 Análises estatísticas .....	46
3. Resultados .....	46
3.1 Dados gerais .....	46
3.2 Análises por Escalonamento Multidimensional Não Métrico – NMDS	47
4. Discussão .....	50
5. Referências Bibliográficas .....	52
Considerações finais .....	
	58

## **Resumo geral**

Os insetos da ordem Lepidoptera são considerados importantes bioindicadores, uma vez que apresentam altos níveis de sensibilidade de acordo com o nível de degradação do habitat. As comunidades de borboletas neotropicais podem ser divididas em duas guildas de acordo com os hábitos alimentares: borboletas nectarívoras e não nectarívoras. Os lepidópteros não nectarívoros, pertencem à família Nymphalidae e são reconhecidos por sua grande diversidade e capacidade de dispersão ocorrendo em matas de todo o Brasil. Neste trabalho caracterizamos a comunidade dc borboletas não nectarívoras da família Nymphalidae em fragmentos de mata da área de várzea, avaliando também se a estrutura da comunidade de borboletas depende da diversidade de plantas nos fragmentos de mata. As coletas passivas foram realizadas por armadilhas Van Someren-Rydon e as coletas ativas foram com rede entomológica em cinco fragmentos de mata no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema-MS, de janeiro a março de 2020. A partir da riqueza de espécies foram calculados os índices de diversidade de Simpson e Shannon, e a composição de espécies foi avaliada por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) e correlacionada com as espécies de árvores frutificando e florindo. Foram coletados 914 indivíduos de 27 espécies, distribuídas nas subfamílias Biblidinae, Satyrinae, Charaxinae e Nymphalinae nesta ordem de riqueza de espécies. Três espécies foram *singletons* e duas *doubletons*. As espécies mais abundantes foram *Fountainea ryphea*, *Hamadryas februa* e *Yphthimoides* sp, e o número de espécies variou de 11 a 21 entre os fragmentos. A curva de acumulação para o total de espécies do parque se estabilizou, todavia quando analisamos os fragmentos separadamente, dois deles não estabilizaram. O NMDS gerou um gradiente em poucas dimensões da variação em composição de espécies, baseado na abundância e composição de cada fragmento, e demonstra diferenças em composição de espécies entre os pontos amostrados, fator este que demonstra o hiperdinamismo das comunidades de borboletas Nymphalidae no parque. Além disso, as comparações entre as ordenações do NMDS apontaram que há alguma relação entre os fragmentos, e as comunidades de borboletas que ocorrem neles. Portanto, nossos resultados contribuem para a compreensão da diversidade e composição de borboletas não nectarívoras em áreas de várzea e de transição como é o caso do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. Além disso, evidencia que a composição de espécies responde as mudanças dos fragmentos.

## Abstract

The insects of the order Lepidoptera are considered important bioindicators since they present high levels of sensitivity according to the level of habitat degradation. Neotropical butterfly communities can be divided into two guilds according to their eating feeding habits: frugivorous and nectarivorous. The frugivorous belongs to the Nymphalidae family and are recognized for their great diversity, dispersion capacity, and also for their sensitivity to environmental changes, occurring mainly in areas of little altered fragments. Thus, the present study aimed to describe the community of frugivorous butterflies in areas of lowland forest fragments in the Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, also evaluating the relationship between butterfly species and fruit and flowering trees in the local. The collections were carried out in five forest fragments in the Parque from January to March 2020. For passive collections, we used Van Someren-Rydon traps with a mixture of mashed bananas and sugar cane juice, fermented for 48 hours and active collections were made with entomological network. In addition, were counted the trees that were bearing or flowering during the collection periods. Species richness was evaluated using the Simpson and Shannon diversity indices. The species composition at the sampled points and the correlation between the frugivorous butterfly species and the fruiting and flowering trees species were evaluated by non-metric multidimensional scaling (NMDS). Twenty-seven species were collected, which belong to the subfamilies Biblidinae, Satyrinae, Charaxinae, and Nymphalinae respectively. Three species were *singletons*, two *doubletons*, six rare, six frequent and 15 species were common. The most abundant species were *Fountainea ryphea* representing 25.19% of the specimens collected, *Hamadryas februa* with 19.27% and *Yphthimoides* sp. with 18.29%. Fragment 1 showed greater richness (21 species) and fragment 3 lesser richness, with 11 species. The accumulation curves of generated species show that fragments 1, 3, and 5 tend to stabilize, while fragments 2 and 4 require greater sampling effort. The characterization of the community by NMDS points to differences between the composition and abundance of species according to the points sampled, a factor that may indicate competition between species, since the occurrence of one species can reduce the frequency of occurrence of another. In addition, the NMDS ordination pointed out that there is a correlation between the composition of frugivorous butterfly species with the species of trees bearing fruit or flowering in the sampled fragments, separating them mainly between the fragments to the west of the river and the fragments to the east. Therefore, our results contribute to the knowledge of the diversity and composition

of frugivorous butterflies in floodplain forest areas and transition areas such as the *Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema*. Furthermore, it shows that the species composition of frugivorous butterflies is influenced by the species of trees bearing or flowering in these fragments.

## **1. Introdução geral**

A ordem Lepidoptera é representada por borboletas e mariposas, que são encontradas em todos os ambientes terrestres com exceção dos polos e seu sucesso ecológico assim como seu sucesso evolutivo pode ser verificado por sua irradiação evolutiva e consequente alta diversidade (Martins and Barbeitos 2000; Freitas et al. 2021). As mariposas representam 87% das espécies descritas dessa ordem e estão distribuídas em 25 superfamílias, enquanto as borboletas representam cerca de 13% das espécies descritas e estão agrupadas atualmente apenas em uma superfamília, Papilioidea (incluindo Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae, Hesperiidae e Hedylidae) (Bertinoti et. Al. 2020). Este táxon têm sido objeto de estudos envolvendo filogenia, ecologia e impactos ambientais e, atualmente uma das principais questões refere-se a sua megadiversidade, pois estima-se que a ordem apresente mais de 180.000 espécies, das quais 3.500 ocorrem no Brasil (Beccaloni and Gaston 1995; Brown Jr. and Freitas, 1999, Mielke and Casagrande 2006).

As borboletas são objeto de estudo extremamente interessante dentro da Ecologia por terem uma relação sistemática relativamente bem definida e conhecida, por participarem de diversas interações ecológicas (Brown Jr. 1977; Wink et al. 2005), pela facilidade de reconhecimento de seus indivíduos e por seu ciclo de vida curto, o que permite fazer diversas observações sobre os indivíduos e suas respostas ambientais (Triplehorn and Johnson 2005).

Dentro de Papilioidea, destacam-se as borboletas frugívoras que fazem parte da família Nymphalidae, tanto pelo seu curioso hábito frugívoro de 4 de suas 12 famílias, quanto pela sua morfologia, pois são facilmente reconhecidas por terem seu primeiro par de pernas modificado, aparentando terem quatro pernas (Triplehorn and Johnson 2005). A família Nymphalidae está dividida em quatro subfamílias: Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (Wahlberg et al. 2009) e representa aproximadamente 20% da fauna de borboletas da região Neotropical (Lamas 2004; Nakahara et al. 2019).

Os Nymphalidae apresentam uma grande biodiversidade sendo uma das maiores famílias de animais, seus indivíduos podem ser facilmente reconhecidos e classificados dentro de suas subfamílias (Wahlberg et al. 2005). Esse grupo de lepidópteros são comuns no ambiente Neotropical e estão intimamente relacionados com espécies vegetais, cuja alta diversidade de árvores auxilia na estruturação ambiental que gera mais nichos para a presença de novas espécies (Jiggins et al. 2006). Sua história biogeográfica ainda é pouco

conhecida, principalmente em relação às espécies Neotropicais que apresentam grande capacidade de irradiação evolutiva, e estudos sobre a comunidade atual podem nos ajudar a compreender como foi seu passado (Summerville et al. 2001; Infusino and Scalercio 2018).

Os primeiros estudos de lepidópteros brasileiros foram realizados por estrangeiros, dentre os quais destacam-se como Bates, Wallace, Edwards e Mabilde, que também foi o primeiro a montar uma coleção de lepidópteros (Freitas and Marini-Filho 2011). Os estudos sobre borboletas foram concentrados em áreas de florestas atlânticas, matas sul e amazônicas (Brown Jr. 1996; Brown Jr. and Freitas 1999; Uehara-Prado et al. 2004; Uehara-Prado et al. 2009), com alguns estudos concentrando-se nas áreas de Cerrado e florestas decíduas (Santos et al 2018). Enquanto são escassos os estudos destes grupo no estado de Mato Grosso do Sul, que apresenta um conjunto de ambientes endêmicos únicos, como o Pantanal, o Chaco e as florestas montanhosas do Planalto da Bodoquena e todas suas zonas de transição.

O primeiro estudo em Mato Grosso do sul foi realizado por Talbot (1928), ainda que simples e sem metodologia padronizada ajudou a ter uma ideia da biodiversidade e das comunidades de borboletas do Estado seguido por Travassos & Freitas (1941). Já Brown Jr (1986) fez uma listagem de mais de 1000 espécimes na região do Pantanal, o que despertou interesse sobre os microhábitates da região pantaneira e toda a diversidade que eles podem abrigar.

Aoki and Sigrist (2006) em seu trabalho sobre visitantes florais identificaram ninfalídeos realizando esse trabalho ecológico e Boff et al. (2008) que estudavam visitantes de exsudatos vegetais como goma também identificaram vários ninfalídeos. Dentre as pesquisas que ninfalídeos contribuíram para o conhecimento das espécies no Estado estão: Rech et al. (2008), Uehara-Prado (2009), Aoki et al. (2012), Bogiani et al. (2012), Souza and Guillermo-Ferreira (2015) e Dolibaina et al. (2016) somando um total de 291 espécies. Esse total de espécies estudadas provavelmente representa uma quantidade relativamente pequena por ser um Estado com representatividade dos Biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, que são biomas tão diferentes entre si (Solórzano et al. 2012; Pina et al. 2021).

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Unidades de conservação e a importância de lepidópteros para a conservação**

A necessidade humana da utilização dos recursos ambientais aumenta conforme aumentam as demandas tecnológicas e sociais, e esta ocupação faz uso muitas vezes excessivo destes recursos, causando impactos ambientais que estão diretamente relacionados à degradação da biodiversidade, perda de patrimônio genético e dos passivos florestais tais como: ciclos biogeoquímicos, ciclo da água e preservação do solo (Schenini and Nascimento 2002; Ribeiro et al. 2009). Portanto, buscam-se respostas de como reverter os efeitos do uso indiscriminado dos recursos naturais e meios para diminuir os estresses ecológicos gerados, em busca de um desenvolvimento sustentável para as próximas gerações.

Dentre as ferramentas mais comuns para prevenir e/ou reverter tais efeitos estão a criação de Unidades de conservação (UCs). As UCs auxiliam na preservação de uma área de importância ambiental, seja para combater a exploração indiscriminada ou para garantir a segurança de áreas de alto valor como nascentes, áreas de nidificação, áreas de acasalamento ou paisagens de valor cênico (Schenini and Nascimento 2002; Hassler 2005; Santos et al. 2016). No Brasil até 2013 17% do território do país pertencia à UCs (Lopes & Vialôgo, 2013) e um dos mecanismos para averiguar e garantir o bom desempenho de uma UC é o conhecimento das comunidades que ali residem ou visitam, assim como suas dinâmicas para monitoramento (Schenini and Nascimento 2002).

No Brasil até 2013 17% do território do país pertenciam à UCs (Lopes & Vialôgo, 2013) e para averiguar e garantir o bom desempenho de uma UC é necessário conhecer as comunidades que ali residem ou visitam, assim como suas dinâmicas para monitoramento (Schenini et al., 2004).

Nos estudos desenvolvidos nas UCs procuram-se organismos indicadores da perda de biodiversidade e dentre eles os insetos destacam-se como ótimos bioindicadores porque participam de variadas dinâmicas ecológicas como: ciclagem de nutrientes (Hartley & Jones, 2004), propagação e inibição de plantas (Dáder et al., 2018), manutenção das estruturas de comunidades de plantas e animais como no fluxo de energia, alimento para outros animais, além de atuarem como decompositores, detritívoros e também polinizadores (Julião et al., 2005; Gullan & Cranston, 2007; De Oliveira et al., 2014). Além disso, os insetos em geral possuem ciclo de vida curto, com a maioria das espécies passando pelo

processo de metamorfose (Pinheiro et al., 2008; Pérez-Artiles, 2017) o que facilita seu estudo. Além de seu tamanho diminuto que permite uma amostragem ampla (Price et al., 2011). Todos estes fatores os tornam práticos e efetivos em monitoramentos ambientais.

Destes insetos destacamos a ordem Lepidoptera e sua grande participação em estudos de biomonitoramentos, um grupo que ocorre principalmente em florestas da região tropical, e apresentam alto níveis de sensibilidades às mudanças do ambiente (Berti Filho & Cerignoni, 2010). As borboletas são frequentemente utilizadas para estudo de efeito das mudanças climáticas, uma vez que podem influenciar na escolha dos lugares de oviposição, taxas de postura e desenvolvimento e sobrevivência larval (Freitas et al. 2004). Logo, o uso de borboletas como bioindicadores é viável para caracterizar a interdependência de espécies e, consequentemente caracterizar a fauna e flora local, além de possibilitar a elaboração de ações de conservação.

As comunidades Neotropicais de borboletas podem ser divididas em duas guildas de acordo com o hábito alimentar dos indivíduos adultos: a) borboletas nectarívoras, representadas pelas espécies que se alimentam de néctar e sais minerais de poças de barro, suor, fezes e carniças e b) borboletas frugívoras, cujas espécies utilizam frutos fermentados, excrementos, além de animais em decomposição e resinas de plantas como fonte de alimento, por tanto frugívoras é apenas uma “simplificação” (Freitas & Brown, 2004, Uehara-Prado et al., 2004).

As borboletas frugívoras pertencem à família Nymphalidae e são reconhecidas por sua grande diversidade e capacidade de dispersão (Dhungel and Wahlberg 2018; Freitas et al. 2018); as quais apresentam comportamentos já bem descritos de voo (Betts & Wootten 1988; Stylman et al. 2020), acasalamento (Rutowski 1984; Ehl et al. 2018), alimentação e forrageamento (Krenn, 2008). Além disso, essa família possui caracteres morfológicos chaves que facilitam sua identificação quanto família, subfamílias e suas tribos (Freitas & Brown, 2004; Wahlberg et al., 2005), o que as tornam uma família de insetos muito importante como bioindicadores. Esse grupo ocorre em matas do Brasil todo, e dentro dele temos borboletas que respondem positivamente e negativamente as diferentes mudanças ambientais (Uehara-Prado et al., 2004), possuindo características biológicas e ecológicas específicas dependendo de micro-habitats e recursos específicos para sobreviver.

Os levantamentos de borboletas no Brasil começaram a ser realizados sem metodologia ou delineamento específico, mas com o tempo diferentes protocolos de coleta foram sendo produzidos e alguns estão atualmente bem estabelecidos (Silva et al. 2007). Em relação às borboletas frugívoras o protocolo de Uehara-Prado et al. (2005) é atualmente o mais aceito. Esta padronização de coleta e análise possibilitou melhor compreensão das

comunidades de borboletas e comparação de dados obtidos em todo o Brasil (Silva et al., 2012, 2013; Freitas et al 2014).

Apesar dos estudos de monitoramento, inventários e levantamentos de diversidade de borboletas frugívoras, não há trabalhos que correlacionem a presença de determinadas espécies com as árvores frutíferas ou que estejam florindo do local. Contudo, sabe-se que a presença de indivíduos adultos numa área indica o sucesso das formas imaturas, as quais apresentam forte correlação com famílias e gêneros específicos de plantas (Diniz et al., 2013). Alguns trabalhos demonstram que a comunidade vegetal pode influenciar na presença dos insetos (Lawton, 1983) apesar disso sabemos que não há relação (ou apenas raramente) entre as plantas utilizadas pelos adultos como fontes de alimento e pelas larvas como plantas hospedeiras., assim como a disponibilidade de recursos (Siiitonen & Ranius, 2015) e as interações que ela fornece com as comunidades de insetos (Horák, 2017).

Apesar dos inventários de borboletas realizados em diferentes biomas do Brasil e das espécies representadas em coleções científicas, estamos longe de concluir a tarefa de inventariar a fauna brasileira de ninfálideos (Santos et al., 2016; Shirai e al., 2019). Muitos esforços foram e ainda são realizados no Brasil, na tentativa de conhecer as espécies antes que a ação do homem possa fazer com que elas desapareçam, ainda assim, se conhece pouco sobre a biologia, morfologia, ecologia e estruturas dessas comunidades, o que dificulta a amostragem desse grupo (Uehara-Prado et al., 2004).

No Estado de Mato Grosso do Sul, localizado na região Centro-Oeste do Brasil, por exemplo, até o momento foram realizados três trabalhos considerados expressivos para o conhecimento desse grupo (Uehara-Prado, 2009; Bogiani et al., 2012; Souza & Guillermo-Ferreira, 2015), com amostras em um fragmento urbano de cerrado em Campo Grande, no Parque Nacional da Serra da Bodoquena e, em plantio de eucalipto em Três Lagoas, respectivamente. Em um total de 189 espécies de ninfálideos registadas até então, logo, novas pesquisas aumentarão nosso conhecimento sobre esse importante grupo de insetos e podem auxiliar no desenvolvimento de ações de preservação futura.

## **2.2 Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema**

O Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema - PEVRI possui 73.345,15 hectares e está situado nas regiões sul/sudeste do estado de Mato Grosso do Sul, no bioma Mata Atlântica, Floresta Estacional Semidecidual, sub bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, abrangendo três municípios Jateí, Naviraí e Taquarussu. Foi criado pelo Decreto Estadual nº 9.278, de 17 de dezembro de 1988 como mitigação da construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta/CESP, uma das usinas mais antigas da bacia do rio Paraná

construída represando o rio Paraná na altura da cidade de Rosana-SP, logo antes do encontro com o Rio Paranapanema, que origina a ligação do grande rio Paraná.

A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta foi criada durante o governo de José Ribamar Ferreira com concessão para a empresa Camargo Corrêa que, por conta do tamanho da bacia de inundação, teve de pagar uma mitigação em forma de ações em relação ao meio socioambiental. O PEVRI é uma das Unidade de Conservação (UC) criada a partir desta mitigação, classificada como UC de Proteção Integral, de acordo com o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) tem seus “limites” de uso e desuso do território estabelecidos na Lei nº 9.985/2000, em que consta no Art. 7 § 1º “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei” (BRASIL, 2000).

O Parque representa hoje a última área de ecossistema de planície aluvial da Bacia do Alto Rio Paraná livre de represamento. A área de planície passa por inundações periódicas, característica que favorece a formação de lagoas e vegetação fechada, ou seja, habitat ideal para a perpetuação da diversidade biológica, formando uma paisagem com características únicas que pode ser usufruída em meio a trilhas ecológicas (IMASUL, 2008). E de acordo com o Plano de Manejo do parque o objetivo é proteger a biodiversidade existente, promovendo a preservação, a pesquisa e o turismo na região. O parque possui apenas cinco funcionários na sede e conta com um Conselho Consultivo atualmente formado por representantes da sociedade, universidades, órgãos ambientais, ONGs, moradores e prefeituras (IMASUL, 2008).

Dentre as atividades realizadas em uma UC, as trilhas se destacam por apresentar um baixo custo de instalação, baixo impacto ao meio ambiente e possibilitar o contato direto dos visitantes com a natureza, a partir do acesso aos atrativos, como os lagos e rios, além da fauna e flora local. Entretanto, a construção de uma trilha requer diversos cuidados com a cobertura vegetal, compactação do solo, alteração na composição, estrutura e diversidade, com equipamentos de segurança, guia capacitado, monitores, informação, recursos e o mapeamento da área para prevenir diversos problemas (Eisenlohr, 2013).

## **Objetivo geral**

O presente estudo objetivou caracterizar a comunidade de borboletas frugívoras em áreas de fragmentos de mata de várzea no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema e avaliar se a comunidade de borboletas responde a disponibilidade e diversidade de plantas, frutificando e florindo.

## **Hipóteses**

Existe diferença na composição das comunidades de Nymphalidae nos fragmentos do PREVI.

A composição de borboletas Nymphalidae é influenciada pelas espécies de árvores frutificando ou florindo nos fragmentos de mata de várzea.

## Referências Bibliográficas

Aoki C, Sigrist MR (2006) Inventário dos visitantes florais no Complexo Aporé-Sucuriú, p. 145-162. In: *Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú, Subsídios à Conservação e Manejo do Cerrado*. Pagotto TCS & Souza, PR (eds.). Campo Grande – MS: Editora UFMS, 304p.

Aoki C, Pires ACV, Sousa DLH, Teixeira-Gamarra MC, Rabelo APC, Moreira VF (2012). Borboletas da Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenheiro Eliezer Batista, Pantanal de Mato Grosso do Sul, p. 162-181. In: Rabelo APC, Moreira VR, Bertassoni A, Aoki C (Org.). *Descobrindo o Paraíso: Aspectos Biológicos da Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenheiro Eliezer Batista*. 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Instituto Homem Pantaneiro.

Beccaloni GW, Gaston KJ (1995) Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 71(1), 77-86.

Berti filho E, Cerignoni JA (2010) Borboletas: conheça espécies brasileiras e saiba como montar um borboletário. Piracicaba: FFAI Q, 94p

Betts CR, Wootton RJ (1988) Wing shape and flight behaviour in butterflies (Lepidoptera: Papilioidea and Hesperioidea): a preliminary analysis. *Journal of Experimental Biology*, 138(1), 271-288.

Bertinoti GK, Souza ASB, Silva LD, Silva JVN, Gomes PP, Almeida JAM. Souza MM (2020) Butterflies richness (Lepidoptera, Papilioidea) from Ilha Grande National Park, Paraná, Brazil. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(5), 835-840.

Boff S, Graciolli G, Boaretto AG, Marques, MR (2008) Insetos visitantes de gomas exsudadas por *Terminalia argentea* Mart & Zucc (Combretaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3), 477-479.

Bogiani PA, Aranda R, Machado CDOF (2012) Riqueza de borboletas (Lepidoptera) em um fragmento urbano de Cerrado em Mato Grosso do Sul, Brasil. *EntomoBrasilis*, 5(2), 93-98.

BRASIL (2000) Lei No 9.985, de 18 de Julho de 2000.

Brown Jr KS, Freitas AVL (1999) Lepidoptera. In: *Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX*, 5: invertebrados terrestres, p. 225-243. Brandão CR, Cancello EM (Eds.). Editora FAPESP, São Paulo – SP.

Brown Jr KS (1986) Zoogeografia da região do Pantanal Mato-grossense, p. 137-179. In: *Anais do Simpósio sobre recursos naturais e socio econômico do Pantanal*, Brasília- EMBRAPA-DDT, 265p.

Brown Jr KS (1996) The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems, p. 128-149. In: *Decline and Conservation of Butterflies in Japan*. Hirowataru AT et al. (eds.). Osaka: Lepidoptera Society of Japan, Yadoriga,

Brown Jr, KS (1977) Centros de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na região neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). *Acta Amazonica*, 7(1), 75-137.

Carneiro ES (2008). Inventário de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Nature Conservation* 6(2), 68-90.

Dáder B, Then C, Berthelot E, Ducousoo M, Ng JC, Drucker M (2017) Insect transmission of plant viruses: Multilayered interactions optimize viral propagation. *Insect Science*, 24(6), 929-946.

Oliveira MAD, Gomes CFF, Pires EM, Marinho CGS, Della-Lucia TMC (2014) Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. *Revista Ceres*, 61, 800-807.

Dhungel B, Wahlberg N (2018) Molecular systematics of the subfamily Limenitidinae (Lepidoptera: Nymphalidae). *Peer J*, 6, e4311.

Diniz IR, Braga L, Lepesqueur C, Silva N, Morais H. 2013. *Lagartas do cerrado: guia de campo*. Rio de Janeiro, Techincal Books. 213p.

Dolibaina DR, Dias FMS, Uehara-Prado M, Mielke OHH, Casagrande MM (2016) Insecta, Lepidoptera, Riodinidae, Nymphiidini, *Aricoris terias* (Godman, 1903): first records from Brazil and updated geographic distribution map. *Check List*, 6(4), 637-638.

Ehl S, Hostert K, Korsch J, Gros P, Schmitt T (2018) Sexual dimorphism in the alpine butterflies *Boloria pales* and *Boloria napaea*: differences in movement and foraging behavior (Lepidoptera: Nymphalidae). *Insect Science*, 25(6), 1089-1101.

Eisenlohr PV, Meyer L, Miranda PLSD, Rezende VL, Sarmento CD, Mota TJRDC, Garcia LC, Melo MMDRFD (2013) Trilhas e seu papel ecológico: o que temos aprendido e quais as perspectivas para a restauração de ecossistemas? *Hoehnea*, 40(3), 407-418.

Freitas AVL, Marini Filho OJ (2011) *Plano de ação nacional para a conservação dos lepidópteros ameaçados de extinção*. ICMBio, Brasília - DP, 124 p.

Freitas AVL, Brown Jr KS (2004) Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). *Systematic Biology*, 53(3), 363-383.

Freitas AV, Rosa AH, Brown Jr KS, Nobre CE, Melo DH & Kerpel SM (2021) A New and Rare Ithomiini from Northeastern Brazil (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae). *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 75(1), 44-48.

Freitas, AVL, Iserhard AC, Santos PJ, CarreiraI JYO, Ribeiro DB, Melo DH, Uehara-Prado M (2014) Studies with butterfly bait traps: an overview. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 203-212.

Freitas AVL, Francini RB, Paluch M, Barbosa EP (2018) A new species of *Actinote* Hübner (Nymphalidae: Heliconiinae: Acraeini) from southeast Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 62(2), 135-147.

Gullan PJ, Cranston PS, McInnes KH, Hoenen SMM (2007) *Os insetos: um resumo de entomologia*, Editora Roca: São Paulo.

Hartley SE, Jones TH (2004) Insect herbivores, nutrient cycling and plant productivity, p. 27-52. In: *Insects and ecosystem function*. Weisser WW & Sieman E (eds.). Vol 173, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Springer, 415p.

Hassler ML (2005) A importância das Unidades de Conservação no Brasil. *Sociedade & Natureza*, 17(33).

Horák, J (2017) Insect ecology and veteran trees. *Journal of Insect Conservation*, 21(1), 1-5.

IMASUL - INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO DO SUL (2008) *Plano de manejo do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema*. Campo Grande-MS. Disponível em: <http://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/PlanosdeManejo/planomanejopevri.pdf> Acesso em: 12 de dezembro de 2020.

Jiggins CD, Mallarino R, Willmott KR, Bermingham E. (2006) The phylogenetic pattern of speciation and wing pattern change in neotropical Ithomia butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). *Evolution*, 60(7), 1454-1466.

Julião GR, Fernandes GW, Negreiros D, Bedê L, Araújo RC (2005) Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(1), 97-106.

Krenn HW (2008) Feeding behaviours of neotropical butterflies (Lepidoptera, Papilioidea). Denisia, zugleich Kataloge der oberösterreichischen Landesmuseen Neue Serie, 88, 295-304.

Lamas G (2004) Checklist: Part4A. Hesperioidea-Papilioidea. In: *Atlas of Neotropical Lepidoptera*. Vol. 5A. Heppner, JB (ed.). Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville.

Lawton JH (1983) Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 23-39.

Lopes JG, Vialôgo TM (2013) Unidades de conservação no Brasil. *Revista Juris FIB*, 4(4). Reflexões sobre o Direito, Vol. IV

Martins RP, Barbeitos MS (2000) Adaptações de insetos a mudanças no ambiente: ecologia e evolução da diapausa. *Oecologia Brasiliensis*, 8(1), 6.

Mielke OH, Casagrande MM (2006) Catálogo bibliográfico dos taxa superiores da ordem Lepidoptera. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 1-41.

Nakahara S, Zacca T, Dias FM, Dolibaina DR, Xiao L, Espeland M, Casagrande MM, Mielke OHH, Lamas G, Huertas B, Kleckner K, Willmott, K. R (2019) Revision of the poorly known Neotropical butterfly genus *Zischkaia* Forster, 1964 (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae), with descriptions of nine new species. *European Journal of Taxonomy*, (551): 1-67.

Oliveira MAD, Gomes CFF, Pires EM, Marinho CGS, Della-Lucia TMC (2014) Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. *Revista Ceres*, 61, 800-807.

Price PW, Denno RF, Eubanks MD, Finke DL, Kaplan I (2011) *Insect ecology: behavior, populations and communities*. Cambridge University Press, 828p.

Pina JC, Oliveira AKM, Bocchese RA (2021) Composição florística e potencial de uso das espécies em uma área do bioma Cerrado em Bandeirantes–MS. *Research, Society and Development*, 10(1), e19910111425-e19910111425.

Pinheiro JCA, Moura Pádua LE, Portela GLF, Branco RTPC, dos Reis AS, Silva PRR (2008) Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) visando ao seu zoneamento ecológico no estado do Piauí. *Revista Caatinga*, 21(2), 197-203.

Ribeiro MF, Freitas MD, & Costa (2010) O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação. *Seminário Latino-Americano de Geografia Física*, 6, 01-11.

Santos JPD, Freitas AVL, Brown Jr KS, Carreira JYO, Gueratto PE, Rosa AHB, Ribeiro MC et al. (2018) Atlantic butterflies: a data set of fruit-feeding butterfly communities from the Atlantic forests. *Ecology*, 99(12), 2875.

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-BioBrasil*, (1), 87-99.

Schenini PC, do Nascimento DT (2002) Gestão pública sustentável. *Revista de Ciências da Administração*, 4(8), 1-18.

Siitonen J, Ranius T (2015) 11 The Importance of Veteran Trees for Saproxylic Insects. In: *Europe's changing woods and forests: From wildwood to managed landscapes*, Kirby HJ & Watkins C (eds). Libgen Librarian: Boston, 393p.

Shirai LT, Machado PA, Mota LL, Rosa AHB, Freitas AVL (2019) DNB, The Database of Nymphalids in Brazil, with a Checklist for standardized species lists. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 73(2), 93-108.

Silva ARM, Castro COD, Mafia PO, Mendonça MOC, Alves TCC, Beirão, MDV (2012) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotropica*, 12(3), 292-297.

Silva AR, Landa GG, Vitalino RF (2007) Borboletas (Lepidoptera) de um fragmento de mata urbano em Minas Gerais, Brasil. *Lundiana: International Journal of Biodiversity*, 8(2), 137-142.

Silva JM, da Cunha SK, Ely EJ, Garcia FRM (2013) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*, 26(1), 87-95.

Souza PRB, Guillermo-Ferreira R (2015) Butterflies of the Bodoquena plateau in Brazil (Lepidoptera, Papilioidea). *ZooKeys*, (546), 105.

Solórzano A, Pinto JRR, Felfili JM, Hay JDV (2012) Perfil florístico e estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerradão ao longo do bioma Cerrado. *Acta Botanica Brasilica*, 26, 328-341.

Stylian M, Penz CM, DeVries P (2020). Large hind wings enhance gliding performance in ground effect in a Neotropical butterfly (Lepidoptera: Nymphalidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 113(1), 15-22.

Summerville KS, Metzler E H, Crist TO (2001) Diversity of Lepidoptera in Ohio forests at local and regional scales: how heterogeneous is the fauna? *Annals of the Entomological Society of America*, 94(4), 583-591.

Rech AR, Rosa YBCJ, Rosa Junior EJ (2008) Herbivore behavior of *Hyphilaria thasus* (Stoll, 1780) (Lepidoptera) in fruits and seeds of *Brassavola cebolleta* and *Oncidium jonesianum* (Orchidaceae) in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 14(2), 209-211.

Rutowski RL (1984) Production and use of secretions passed by males at copulation in *Pieris protodice* (Lepidoptera, Pieridae). *Psyche*, 91(1-2), 141-152.

Talbot G (1928) List of Rhopalocera collected by Mr. CL Collenette in Matto Grosso, Brazil. *Bulletin of the Hill Museum*, 2(3), 192-220.

Travassos L, Freitas JF (1942) Relatório da sexta excursão do Instituto Oswaldo Cruz, realizada à zona da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, em novembro de 1941. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 37, 259-286.

Triplehorn CA, Johnson NF (2005) *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thompson Brooks: Belmont, CA, USA. 7<sup>a</sup> ed. 879p.

Uehara-Prado M, Freitas AVL, Francini RB, Brown Jr KS (2004) Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do morro grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica*, 4(1), 1-25.

Uehara-Prado M, Brown Jr KS, Freitas AVL (2005) Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 59(2), 96-106.

Uehara-Prado M, Oliveira Fernandes J, de Moura Bello A, Machado G, Santos AJ, Vaz-de-Mello FZ, Freitas AVL (2009) Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 142(6), 1220-1228.

Wahlberg N, Braby MF, Brower AV, Jong R, Lee MM, Nylin S, & Zakharov E (2005) Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the phylogeny of butterflies and skippers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1572), 1577-1586.

Wink C, Guedes JVC, Fagundes CK, Rovedder AP (2005) Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 4(1), 60-71.

## **Manuscrito 1**

### **Comunidade de Borboletas Frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) em Fragmentos de Mata de Várzea**

Lucas Martins Ortega<sup>1</sup>, Josué Raizer<sup>1</sup>, Márlon Paluch<sup>2</sup>, Viviana de Oliveira Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados MS, Brasil, CEP: 79.804-970.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, Brasil.

OBS: O manuscrito está formatado nas normas da Revista Neotropical Entomology. As instruções para os autores pode ser encontrada no link:  
<https://www.springer.com/journal/13744/submission-guidelines?IFA>

As borboletas frugívoras são organismos que respondem rapidamente às alterações no ambiente e podem ser amostradas de forma rápida, tornando-as um grupo muito utilizado em estudos de monitoramento ambiental. A ocorrência desse grupo está condicionada à preservação e conservação dos ambientes, porém a perda e a fragmentação de habitats são apontadas como as principais ameaças resultantes dessas atividades. Portanto, este estudo objetivou caracterizar as comunidades de borboletas frugívoras em áreas de mata de várzea. Para isso foram realizadas coletas passivas utilizando armadilhas do tipo Van Someren-Rydon e coletas ativas com rede entomológica de janeiro a março de 2020 em fragmentos de mata no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. Foram coletadas 27 espécies, pertentes às subfamílias Biblidinae, Satyrinae, Charaxinae e Nymphalinae nessa ordem de riqueza. As espécies mais abundantes foram *Fountainea ryphea*, *Hamadryas februa* e *Yphthimoides* sp. O fragmento que apresentou maior riqueza teve 21 espécies enquanto o com menor 11, as curvas de acumulação de espécies geradas demonstram estabilização para a maioria dos fragmentos. A caracterização da comunidade

por Escalonamento Multidimensional Não Métrico demonstra diferenças entre espécies capturadas em diferentes fragmentos, mas há uma similaridade entre as espécies dos mesmos fragmentos e trilhas, o que leva a uma referência por certas espécies por áreas e regiões específicas. Além disso, é possível perceber uma sucessão das espécies pelas áreas, uma vez que a ocorrência de uma espécie pode diminuir a frequência de ocorrência de outra. Nossos resultados ampliam o conhecimento da diversidade de borboletas frugívoras em áreas de mata de várzea, assim como para os conhecimentos sobre ninhalídeos no MS e no Brasil e também pode auxiliar a direção do parque sobre as medidas para preservação e manejo.

**Palavras-chave:** Nymphalinae, *Fountainea*, fragmentos de mata; sucessão.

**Abstract:** Frugivorous butterflies are organisms that change rapidly in the environment and can be sampled quickly, making them a group widely used in environmental monitoring studies. The occurrence of this group is conditioned to the preservation and conservation of environments, however, the loss and fragmentation of habitats are identified as the main threats resulting from these activities. Therefore, this study aimed to characterize communities of frugivorous butterflies in lowland forest areas. For this, passive collection were carried out using Van Someren-Rydon traps and active collections with an entomological net from January to March 2020 in forest fragments in the State Park Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. Twenty-seven species were collected belonging to the subfamilies Biblidinae, Satyrinae, Charaxinae and Nymphalinae in this order richness. The most abundant species were *Fontanea ryphea*, *Hamadryas februa* and *Yphthimoides* sp. The fragment that presented the highest richness had 21 species while the one with the lowest 11, the generated species accumulation curves demonstrate stabilization for most the fragments. The characterization of the community by Non-Metric Multidimensional Scaling demonstrates differences among species captured in different fragments, but there is a similarity between species from the same fragments and tracks, which leads to a reference by certain species to specific areas and regions. In addition, it is possible to perceive a succession of species across the areas, since the occurrence of one species can decrease the frequency of occurrence of another. Our results expand the knowledge of the diversity of frugivorous butterflies in areas of lowland forest, as well as

the knowledge about nymphalids in MS and in Brazil and can also help the park on measures for preservation and management

**Keywords:** Nymphalinae, *Fountainea*, Forest fragments, sucession.

## 1. Introdução

O uso excessivo dos recursos naturais pela população humana tem provocado impactos no ambiente e a consequente degradação da biodiversidade com perda de patrimônio genético e alterações importantes nos ciclos biogeoquímicos com altos níveis de estresse nas relações ecológicas em cada bioma (Schenini and Nascimento 2002; Ribeiro et al. 2009). Dessa forma, a criação das Unidades de Conservações (UCs) é uma das várias estratégias criadas para combater a exploração indiscriminada e preservar os biomas nativos brasileiros (Hassler 2005), as quais têm sido uma ferramenta que garante a preservação do ecossistema, protegendo recursos naturais, biodiversidade e patrimônio genético (Schenini and Nascimento 2002; Hassler 2005; Santos et al. 2016).

Para averiguar e garantir o bom desempenho de uma UC é necessário conhecer as comunidades que ali residem ou visitam, assim como suas dinâmicas para monitoramento (Schenini and Nascimento 2002). Nos estudos desenvolvidos nas UCs procuram-se organismos indicadores da perda de biodiversidade e dentre eles os insetos destacam-se como ótimos bioindicadores, uma vez que participam de várias dinâmicas ecológicas como: ciclagem de nutrientes (Hartley and Jones 2004), propagação e inibição de plantas (Dáder et al. 2017), manutenção das estruturas de comunidades de plantas e animais, sendo importantes também para o fluxo de energia, como alimento para outros animais, como decompositores, detritívoros e na polinização (Julião et al. 2005; Gullan and Cranston 2007; De Oliveira et al. 2014). Além disso, a maioria dos insetos possuem ciclos biológicos curtos, sofrem metamorfose (Pinheiro et al. 2008) e possuem tamanho diminuto o que permite uma amostragem ampla e numerosa mesmo com pequenas amostragens, sendo que sua presença ou ausência já nos conta muito sobre o ambiente. Todos estes fatores os tornam práticos e efetivos em monitoramentos ambientais (Price et al. 2011).

Dentre os insetos utilizados como bioindicadores podemos destacar a Ordem Lepidoptera, que ocorre principalmente em florestas da região tropical e apresenta altos níveis de sensibilidade de acordo com o nível de degradação do habitat (Berti-Filho and Cerignoni 2010). As comunidades neotropicais de borboletas podem ser divididas em duas guildas de acordo com os hábitos alimentares dos indivíduos adultos, as que se alimentam de néctar e as que se alimentam de frutas em decomposição, estas últimas denominadas frugívoras (Uehara-Prado et al. 2004). As borboletas frugívoras contém uma dinâmica alimentar maior, podendo alimentar-se também de fezes de vertebrados e exsudatos de plantas ou animais em decomposição (Freitas and Brown 2004; Uehara-Prado et al. 2004).

Os lepidópteros frugívoros, pertencem à família Nymphalidae e são reconhecidos por sua grande biodiversidade e capacidade de dispersão (Freitas and Brown 2004; Dhungel and Wahlberg 2018), apresentam comportamento de voo já bem descrito (Stylman et al. 2020), acasalamento (Ehl et al. 2018), alimentação e forrageamento (Gallon et al. 2019); além de terem características tagmáticas que facilitam sua identificação tanto para família, quanto para as quatro subfamílias: Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (Wahlberg et al. 2009) e suas tribos (Freitas and Brown 2004). Esse grupo de borboletas é reconhecido também por sua sensibilidade às modificações ambientais, ocorrendo principalmente em áreas de fragmentos pouco alterados, tornando essa família de insetos importante para serem utilizadas como bioindicadores (Uehara-Prado et al. 2004), possuindo características biológicas e ecológicas específicas dependendo de micro-habitats e recursos específicos para sobreviver (Martins et al. 2017).

Os levantamentos de borboletas no Brasil começaram a ser realizados sem metodologia específica e com coletas totais e os resultados mal distribuídos na década de 50 e 60, sendo muitos apenas resumos (Souza and Guillermo-Ferreira 2015), mas com o tempo diferentes protocolos de coleta foram sendo criados e hoje temos metodologias bem estabelecidas (Silva et al. 2007), em especial o protocolo de coleta para borboletas frutíferas (Uehara-Prado et al. 2005). Isso permitiu uma maior compreensão das comunidades de borboletas no Brasil e aumentou a capacidade de comparação dos dados obtidos por todo o país (Silva et al. 2012; 2013).

Apesar dos inventários de borboletas realizados em diferentes biomas do Brasil e das espécies representadas em coleções científicas, segundo Santos et al. (2016) estamos longe de concluir a tarefa de inventariar essa fauna brasileira. Muitos esforços estão sendo realizados, na tentativa de conhecer as espécies antes que a ação antrópica possa fazer com

que elas desapareçam e, ainda assim, existe um imenso desconhecimento sobre a biologia, morfologia, ecologia e estruturas dessas comunidades, o que dificulta a amostragem desse grupo (Uehara-Prado et al. 2004). Dessa forma, este trabalho parte da necessidade da amostragem do referido grupo no Estado do Mato Grosso do Sul, visto que até o momento foram realizados três trabalhos expressivos para o conhecimento desse grupo (Uehara-Prado 1997; Bogiani et al. 2012; Souza and Guillermo-Ferreira 2015). E, especialmente porque o Parque Estadual das Várzeas do rio Ivinhema - IMASUL, criado em 1998 (Imasul 2008), com intuito de conservação da fauna e flora abrange o último trecho de um grande afluente do rio Paraná ainda livre de represamento e, portanto, atua como refúgio para diversas comunidades (Souza et al. 2017; Miranda-Oliveira et al. 2018), mas pouco ainda se conhece sobre sua diversidade especialmente em relação ao grupo de borboletas frugívoras.

O objetivo deste trabalho foi registrar a comunidade de borboletas frugívoras em áreas de mata associada a várzeas no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, bem como avaliar a composição e a diversidade de espécies nos fragmentos.

## **2. Material e métodos**

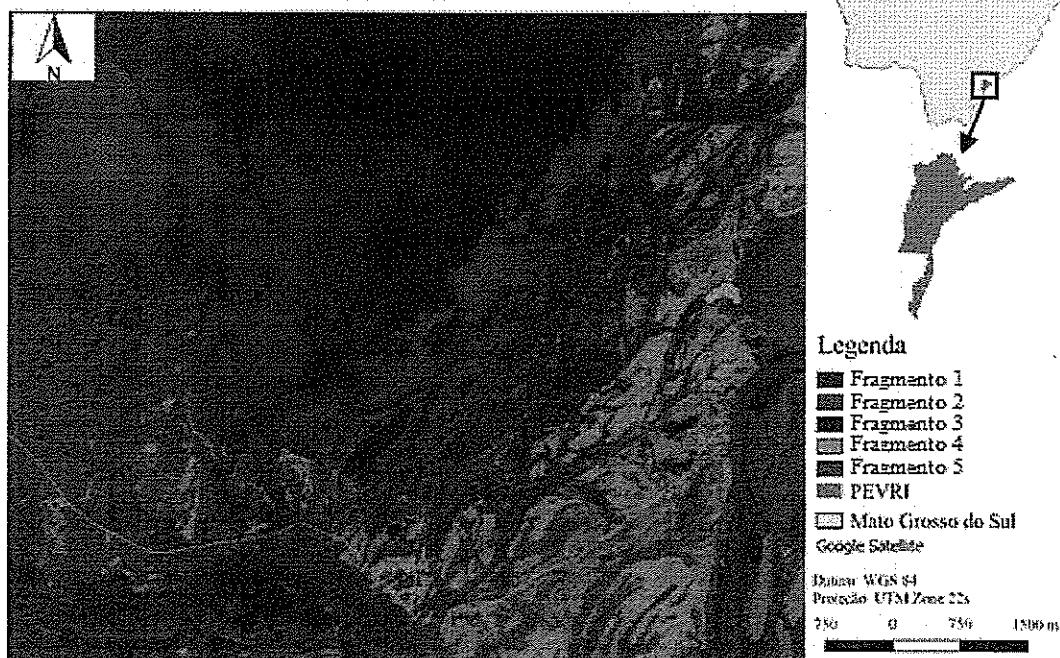
### **2.1 Área de estudo**

A coleta de dados foi conduzida no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema (PEVRI), Bacia do Rio Paraná, Mato Grosso do Sul, Brasil. Numa altitude média de 300 m, sua área de 73.315,15 ha abrange os municípios de Jateí, Naviraí e Taquarussu (Figura 1).

O clima da região é considerado de transição entre o tropical e o subtropical, classificado como Aw (clima tropical com estação seca de Inverno), úmido com inverno seco e verão chuvoso segundo a classificação de Köppen (1948). Segundo a classificação mais recente de Strahler and Strahler (2015) é tropical alternadamente úmido e seco que abrange a área central do país, com temperatura média anual variando entre 20 e 22 °C e precipitação média anual entre 1.400 e 1.700 mm, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses mais chuvosos (Oliveira et al. 2000).

As formações florestais do parque fazem parte do domínio de Floresta Atlântica. Localmente ocorrem áreas de tensão ecológica caracterizadas pela transição e o contato da Floresta Estacional Semidecidual com o Cerrado (Pereira and Kinoshita 2013; SOS Mata-Atlântica 2018).

## PARQUE ESTADUAL DAS VÁRZEAS DO RIO IVINHEMA



**Figura 1.** Localização geográfica do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinema (PEVRI) no estado de Mato Grosso do Sul (coordenadas 22°55'12.8"S 53°39'22.7"W), e os fragmentos de mata amostrados.

### 2.2 Amostragem de borboletas frugívoras no PEVRI

Para as coletas de borboletas frugívoras foram realizadas 2 campanhas: a primeira no período de 23 de janeiro a 14 de fevereiro de 2020 e a segunda de 15 a 21 de março de 2020 (autorização SISBIO nº 72636 de 2020). Nessas campanhas amostramos cinco fragmentos florestais sorteados a partir de 11 que eram acessíveis. Em cada um desses fragmentos usamos trilhas para coleta das borboletas de forma passiva e ativa. As trilhas eram alcançadas por meio de acessos pela várzea, e a trilha começava após percorremos 100m para dentro do fragmento onde marcamos o ponto 0. As trilhas eram “retas” como possível pelo relevo, rios e várzeas do parque, evitando-se ao máximo desvios.

Para as coletas passivas foram utilizadas armadilhas do tipo Van Someren-Rydon (VSR), modificadas para captura de borboletas frugívoras (Santos et al. 2016). Cada armadilha consiste em um cilindro de voal (onde as borboletas ficaram presas) e uma placa de pouso, onde foi disponibilizada isca de banana fermentada com caldo de cana preparada 48h antes da amostragem. Essas armadilhas foram distribuídas em pontos ao longo de 7 trilhas. Em cada ponto foram instaladas quatro armadilhas VSR com no mínimo 20m de distância entre si; a quantidade de pontos foi determinada de acordo com o tamanho de cada

fragmento e cada ponto com no mínimo 200m de distância entre si. Em cada um foi necessário um dia para montagem e três dias de coletas, sendo as iscas trocadas diariamente. As armadilhas foram ancoradas com barbantes tratados com vaselina em árvores há 1,5 m do solo para evitar interferência de formigas nas iscas atrativas.

Para as coletas ativas usamos 6 trilhas, sendo duas no fragmento de mata 1, duas no fragmento 2, uma no fragmento 3 e uma no fragmento 4. Durante o percurso da trilha foi utilizada uma rede entomológica para coletar os ninhalídeos encontrados e os espécimes foram atribuídos sempre ao ponto mais próximo. Os indivíduos eram coletados todos os dias, a partir do nascer do sol às 11:00 h, e em seguida sacrificados com compressão torácica e armazenados em envelopes entomológicos.

Para identificação das espécies de borboletas utilizamos o “Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras” da mata atlântica sul e cerrado (Ministério do Meio Ambiente, 2016), e contamos com a parceria do Prof. Dr. Marlon Paluch da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Os espécimes foram montados e armazenados em caixas entomológicas. Uma parcela delas será depositada no museu da biodiversidade da UFGD e vouchers no museu de entomologia da UFRB.

### **2.3 Análises estatísticas**

Os dados coletados foram tabelados de acordo com a data de coleta, ponto da trilha amostrada e fragmento de mata para cada espécie. Para caracterizar a diversidade local ( $\alpha$ ) usando os números de Hill ( $q = 0, 1$  e  $2$ , respectivamente riqueza de espécies, diversidade de Shannon e diversidade de Simpson). As informações específicas das espécies ficam para a análise da variação em composição de espécies (diversidade beta) a partir do gradiente definido pela ordenação por NMDS. Para verificar a consistência do NMDS, calculou-se uma medida de stress, que indica a proporção da variância das disparidades não explicadas pelo modelo NMDS (McCune and Grace 2002). A significância estatística do stress foi verificada por meio do teste de Monte Carlo com 999 permutações, e a confirmação da estabilidade do stress na porção final das iterações foi verificada (McCune and Grace 2002).

Para avaliar a suficiência amostral foi calculada a curva de rarefação. As abundâncias absolutas e relativas foram calculadas para cada trilha e para cada fragmento de mata. As espécies representadas por um único ou dois indivíduos foram respectivamente, os *singletons* e *doubletons*. Seguindo a metodologia de Neves et al. (2016) foram consideradas espécies raras as que tiveram no máximo 3 indivíduos capturados, N= 4-10 frequentes e N>10 comuns e acima disto espécies frequentes. Também foi realizada uma ordenação das amostras por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para

avaliar a variação em composição de espécies. Na análise utilizou-se a distância de Bray-Curtis baseada na abundância relativa das espécies. Todas as análises foram realizadas no Programa R (R Core Team 2021).

### 3. Resultados

Coletamos 913 borboletas de 27 espécies, 21 gêneros e 4 subfamílias de Nymphalidae: Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae e Satyrinae (Tabela 1). A subfamília Satyrinae foi a mais abundante com 310 indivíduos (33,95%) correspondendo a nove espécies e Biblidinae com 283 indivíduos (30,99%) agrupados em 11 espécies foi a subfamília mais diversa. Charaxinae apresentou 297 indivíduos (32,53%) agrupadas em quatro espécies e Nymphalinae com 23 indivíduos (2,52%) divididos em três espécies.

Das 27 espécies, três delas: *Morpho helenor* (Cramer, 1776), *Callicore sorana* (Godart, [1824]) e *Dynamine postverta* (Cramer, 1779) foram *singletons* e duas: *Biblis hyperia* (Cramer, 1779) e *Smyrna blomfildia* (Fabricius, 1781) foram *doubletons*, todas estas espécies comuns (Tab 1). Seis espécies foram raras, incluindo as *singletons* e *doubletons*, mais a espécie *Historis odius* (Fabricius, 1775); seis foram frequentes e 15 espécies foram comuns. Para a espécie *E. eurota* é o primeiro registro para o Estado de Mato Grosso do Sul.

Do total de borboletas 254 foram coletadas no fragmento 1, 198 no fragmento 2, 72 no fragmento 3, 55 no fragmento 4 e 334 no fragmento 5. As espécies mais abundantes foram *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775) representando 25,19% dos espécimes coletados, *Hamadryas februa* (Linnaeus, 1767) com 19,27% e *Yphthimoides* sp. com 18,29%. *Posttaygetis penelea* (Cramer, 1777), *Taygetis laches* (Fabricius, 1793), *Eunica tatila* (Herrich-Schaffer, 1855), *Colobura dirce* (Linnaeus, 1758), *Catonephele acontius* (Linnaeus, 1771), *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]), *Eryphanis reevesii* (Doubleday, [1849]), *Catonephele numilia* (Cramer, 1775), *Taygetis larua* (Felder & Felder, 1867), *Temenis laothoe* (Cramer, 1777) e *Hypna clytemnestra* (Cramer, 1777) são espécies que correspondem de 1 a 5% de representatividade nas coletas totais.

O fragmento 1 apresentou maior riqueza com 21 espécies coletadas sendo que 52,75% das coletas foram de *F. ryphea* e 13,38% de *Yphthimoides* sp. No fragmento 2 foram coletadas 14 espécies sendo 69,19% de *Hamadryas februa* e 11,62% de *Posttaygetis penelea*. No fragmento 3 foram coletadas 11 espécies sendo que 23,61% dos registros de *Fountainea ryphea*, 20,83% de *Hamadryas februa* e 19,44% de *Yphthimoides* sp, sendo este o fragmento de mata com menor dominância de espécies e maior diversidade relativa. No fragmento 4 foram coletadas 12 espécies, na qual 30,90% das ocorrências foram de *H.*

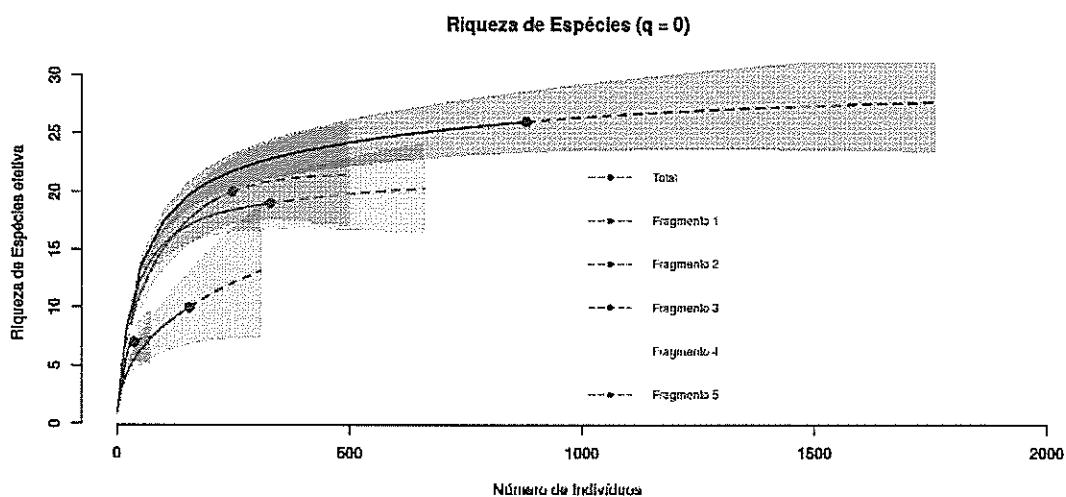
*februa*. No fragmento 5 foram coletadas 20 espécies, na qual 32,34% foram *Yphthimoides* sp e 22,46% *F. ryphea*.

Dentre as espécies coletadas *E. automedon*, *F. necys* e *Eunica eurota* ainda não haviam sido coletadas no Mato Grosso do Sul, e dentre essas *E. eurota* representa o primeiro registro para a bacia do rio Paraná, enquanto as outras duas são espécies comumente registradas na bacia e também em Mata Atlântica. Destacamos também que as espécies *Callicore astarte* e *C. numilia* que sua ocorrência foi relatada para o MS apenas em resumos expandidos e resumos.

**Tabela 1.** Número de indivíduos (N) e frequência relativa (%) das 27 espécies de borboletas frugívoras de quatro subfamílias (Nymphalidae) coletadas em fragmentos florestais no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema.

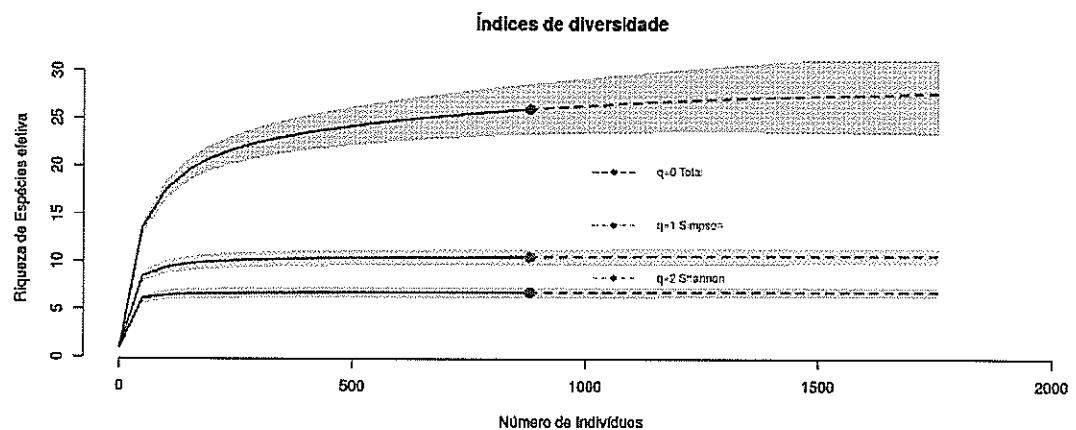
Subfamílias	Espécies	N	%
Satyrinae	<i>Eryphanis automedon</i> (Cramer, 1775)	7	0,76
	<i>Eryphanis reevesii</i> (Doubleday, 1849)	25	2,73
	<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, 1824)	37	4,05
	<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	1	0,10
	<i>Yphthimoides</i> sp	167	18,29
	<i>Posttaygetis penelea</i> (Cramer, 1777)	23	2,51
	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	13	1,42
	<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	21	2,30
Biblidinae	<i>Taygetis larua</i> (Felder & Felder, 1867)	16	1,75
	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)	2	0,21
	<i>Callicore astarte</i> (Cramer, 1779)	10	1,09
	<i>Callicore sorana</i> (Godart, 1824)	1	0,10
	<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	35	3,83
	<i>Catonephele numilia</i> (Cramer, 1775)	16	1,75
	<i>Dynamine postverta</i> (Cramer)	1	0,10
	<i>Eunica eurota</i> (Cramer, 1775)	7	0,76
	<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schaffer, 1855)	15	1,64
	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	8	0,87
Nymphalinae	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	176	19,27
	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	12	1,31
	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	18	1,97
	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	3	0,32
Charaxinae	<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	2	0,21
	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,43
	<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)	230	25,19
	<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	55	6,02

As curvas de acumulação de espécies geradas (Figura 2) para os fragmentos de mata de várzea demonstram que os fragmentos 1, 3 e 5 tendem a estabilização, enquanto os fragmentos 2 e 4 necessitam de maior esforço amostral, apenas enquanto fragmento. A curva total mostra uma tendência a estabilização estando, portanto, próximo do número de espécies esperado para a área.



**Figura 2.** Curvas de acumulação de espécies de borboletas frugívoras para cada fragmento de mata de várzea amostrado no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema.

No fragmento de mata 1 há maior dominância de *F. ryphea* com 54,03% e no fragmento 2 a dominância de *H. februa* 66,29%, já nos fragmentos 3 e 4 o grau de dominância de espécies é menor, sendo as espécies melhor distribuídas ao longo das coletas. No fragmento 3 *F. ryphea* aparece com 23,94% dividindo a representação da comunidade de borboletas com *H. februa*, *T. laothoe*, *Yphthimoides* sp., *F. necys*, no qual todas elas representam entre 7% e 21% da coleta.



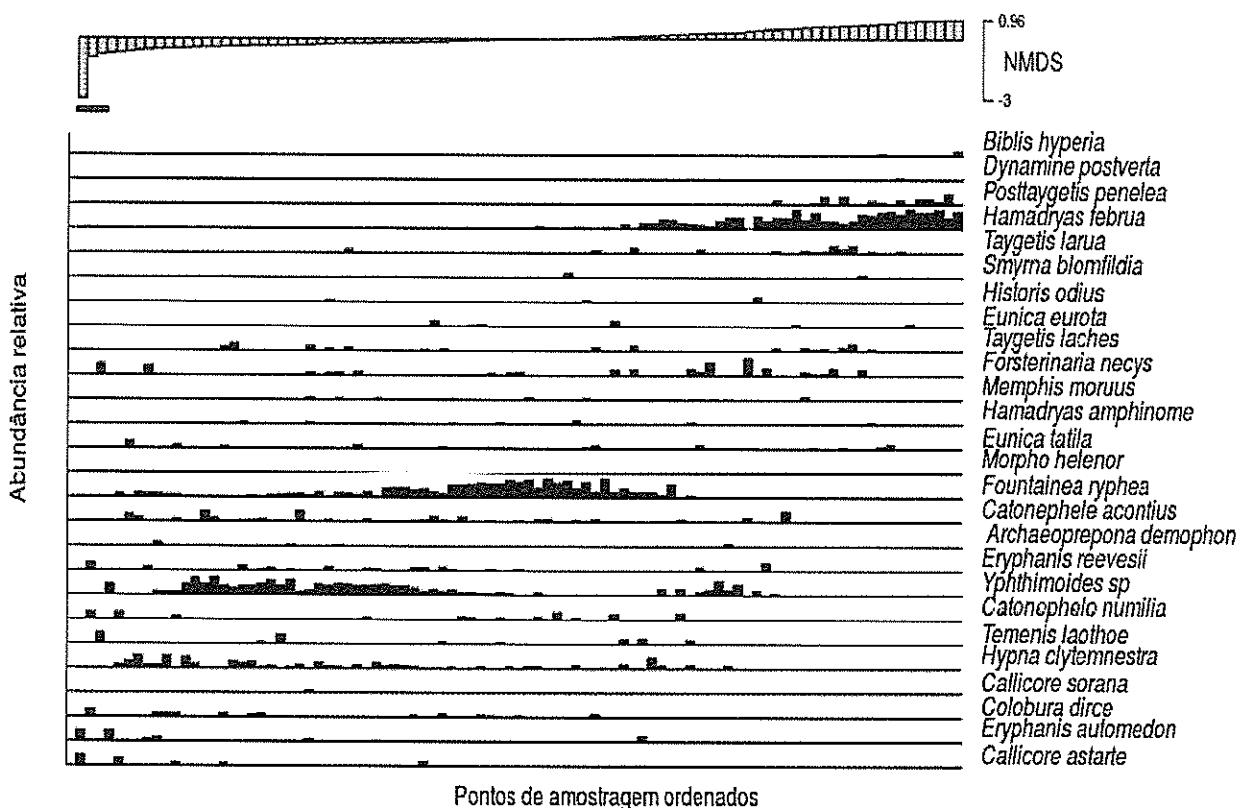
**Figura 3.** Índices de diversidade,  $q=0$  refere-se à riqueza de espécies,  $q=1$  diversidade de Shannon e  $q=2$  à diversidade de Simpson para as espécies de borboletas frugívoras coletadas em fragmentos de mata de várzea no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema.

A caracterização da comunidade de borboletas frugívoras em fragmentos de mata pela ordenação NMDS mostra que há uma diferença entre a composição e abundância das espécies de acordo com os pontos amostrados (Figura 4). Há uma distribuição disjunta entre as espécies mais abundantes, com padrões de turnovers entre as espécies determinado principalmente pelas mais abundantes, começando em *H. februa* passando *F. ryphea*, mais próximo a esquerda *Yphthimoides sp*, que também apresenta distribuição disjunta com *F. ryphea*, e após ela em menor ocorrência da espécie *H. clytemnestra*.

O padrão de species turnover é a substituição de espécies em determinados pontos quando comparamos as espécies *H. februa*, *F. ryphea* e *Yphthimoides sp.*, uma vez que ao analisarmos a ordenação da esquerda para a direita percebe-se maior abundância de *F. ryphea*, seguida por diminuição de sua abundância e predominância de *Yphthimoides sp* e posteriormente sua diminuição leva à maior abundância de *H. februa* (Fig. 4). Na extremidade direita observa-se uma dominância de *H. februa*, porém sua abundância diminui quando há coletas de *P. penelea* e *T. laura* nos mesmos pontos de coleta, indicando algum processo hiperdinâmico entre estas espécies e a *H. februa*.

Espécies como *F. necys*, *H. clytemnestra* e *C. acontius* ocorrem em vários pontos durante todo o gradiente, o que indica que elas foram coletadas nos diferentes fragmentos de mata, não tendo fortes ligações com o local específico. Também se nota que *P. penelea*, e *B. hyperia* ocorrem apenas na extrema direita da ordenação, enquanto *C. numilia* e *C. astarte* apenas na extrema esquerda, demonstrando que essas espécies têm suas distribuições restritas e associadas a alguma característica do ambiente ou às suas próprias

dinâmicas ecológicas não avaliadas neste trabalho. A espécie *P. penelea* representou 5% das coletas, porém todos os espécimes foram coletados no fragmento 2, (onde ocorria bambu), correspondendo a 14,8% do total deste fragmento. O inverso também ocorreu, no qual a espécie *H. clytemnestra* que representou 5,8% das coletas totais, só não foi coletada no fragmento de mata 3.



**Figura 4.** Distribuição das espécies de borboletas frugívoras ao longo do gradiente de ordenação por escalonamento multidiimensional não métrico (NMDS) dos pontos de coletas no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. A ordenação foi obtida a partir das distâncias Bray-Curtis entre os pontos de amostragens, considerando-se as abundâncias relativas das espécies (stress = 0,27).

#### 4. Discussão

Nossos resultados são importantes para auxiliar na caracterização das comunidades de borboletas frugívoras na região do Mato Grosso do Sul, especialmente em áreas de transição com alta dinâmica como ocorre nas áreas alagáveis entre os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Trabalhos em regiões similares foram desenvolvidos por Souza and Guillermo-Ferreira (2015) no Planalto Bodoquena - MS numa região de estresse ecológico

envolvendo a zona de transição entre cerrado e mata atlântica e Graciotim and Morais (2016) em Florestas de Mata Atlântica no Parque Nacional do Iguaçu, região sobre influência direta da bacia do Rio Paraná. Mais próximo, ainda dentro da mesma bacia temos o Parque Nacional de Ilha Grande que também está em uma região da bacia do Paraná que não tem represa, porém ainda bem próxima o trabalho de Bertinoti et al (2020) e também a Estação Ecológica Arenito Caiuá com Garcia-Salik (2014)

Nossos resultados apresentaram uma diversidade de espécies menor, contudo, ressaltamos que o período de coleta foi menor. Comparando a abundância relativa das subfamílias Satyrinae foi a mais abundante, seguida por Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae. E assim como nós observamos Satyrinae foi a mais abundante e Nymphalinae menos abundante. A subfamília Biblidinae apresentou maior riqueza com 11 espécies (Tab. 1). Em um âmbito temporal, muitas espécies são mais comuns ou só ocorrem em outras estações do ano, quando comparamos em relação ao tempo de coleta temos valores mais próximos. Um fator diferencial em nossas coletas é a abundância de Charaxinae que representou 33,71% dos ninfalídeos coletados, e a espécie que merece destaque foi *F. ryphea*, que representou 25% das coletas, no qual coletamos inclusive seu genótipo mais raro. Tanto *F. ryphea* quanto *H. clytene*, foram presentes em todos os trabalhos, todavia em nosso teve uma maior proporção.

Para cada uma das subfamílias amostradas registramos uma espécie mais abundante: *F. ryphea* em Charaxinae, *Yphthimoides sp* em Satyrinae, *H. februa* em Biblidinae, e *C. dirce* em Nymphalinae, estas espécies representam mais da metade dos indivíduos coletados para suas respectivas famílias subfamílias. A maior abundância relativa de uma espécie dentro de uma subfamília é similar a outros trabalhos que também foram realizados em áreas de transição como o de Pinheiro and Ortiz (1992) e Andrade and Teixeira (2017). Segundo estes autores áreas de transição apresentam mais nichos ecológicos, maior diversidade de árvores e micro habitats e, por conta disso temos diversas espécies de borboletas que vivem em locais específicos, mas durante suas atividades diárias voam além dos limites de suas comunidades. Portanto, sugerimos que as comunidades de borboletas nos fragmentos estudados são compostas fundamentalmente por estas espécies que ocorreram com maior intensidade, e por outras espécies visitantes.

As diferenças entre as espécies de borboletas coletadas nos fragmentos de mata e nas armadilhas poderia ser explicado pelo gradiente longitudinal, uma vez que o PEVRI é marcado por uma zona de transição entre Mata Atlântica e Cerrado. Trabalhos com ninfalídeos em outras zonas de transição como De Lucena et al. (2018) e Spaniol and Morais (2015) demonstram que esses padrões podem explicar a distribuição de composição

destas borboletas, mas não a diferença entre riqueza de cada fragmento. O que pode ser uma forma de compreender o gradiente NMDS uma vez que as espécies que ficam com o maior grau de deslocamento nele são justamente as que ocorreram mais ao leste *H. februa* no fragmento dois e ao oeste *F. ryphea* no fragmento 1.

Através do gradiente NMDS podemos observar diferenças na composição de espécies de acordo com o ponto amostrado (Fig. 4), o qual evidencia diferenças entre a ocorrência de espécies. Porém, apesar da diferença na composição de espécies, a diversidade de espécies entre os fragmentos não apresenta diferença significativa, o que pode indicar que o parque cumpre uma boa função ecológica, permitindo que as comunidades de borboletas transitam por toda sua extensão mesmo fora dos limites de suas comunidades; comportamento este esperado para comunidade de ninfalídeos em áreas de várzea (Devries and Walla 2001; Lillcengen 2016), assim como também: que as borboletas justamente transitam livremente, mas suas comunidades podem ser encontradas em fragmentos específicos.

Outro dado importante para caracterizar a comunidade de ninfalídeos e respectivamente o parque enquanto área de proteção são as espécies raras (Novotný and Basset 2000). Em nossas coletas tivemos três *singletons*, (*D. postverta*, *M. helenor* e *C. sorana*, duas *doubletons* (*S. blomfildia*, *B. hyperia*) e *H. odius* todas comuns, em *Dalechampia* (flores), leguminosas (*Inga*) e *Serjania*, que ocorriam no parque. Dentre essas seis espécies *D. postverta* possui baixa ocorrência no Mato Grosso do Sul, ocorrendo também em São Paulo e no Paraná, com maior abundância no Rio Grande do Sul (Teston and Corseuil 2008; Leite et al. 2014; Souza and Guillermo-Ferreira 2015). Por outro lado, *M. helenor* que aparece em maior abundância em coletas no MS e na bacia do Rio Paraná como um todo, em nosso estudo coletados apenas um indivíduo através de puçá (Bogiani et al. 2012; Dickens et al. 2019).

A presença destas espécies *singletons* e *doubletons* têm grande importância no contexto destes insetos serem invertebrados herbívoros e muito deles possuírem preferências por se alimentar em espécies específicas de plantas, como ocorre com a maioria dos ninfalídeos, e por conta disso o número de espécies é influenciado pelo influxo constante de espécies de plantas adjacentes, o chamado “efeito de massa” como descrito por (Shmida and Wilson 1985). Segundo os autores este influxo pode ser particularmente importante nas florestas tropicais, por conta da maior biodiversidade presente, uma vez que a disputa por espaço das árvores pode excluir certas espécies que seriam chave no ciclo dessas borboletas. As borboletas sul-americanas não possuem hábitos migratórios tão fortes como as norte-americanas, mas ainda assim, a mobilidade destas dentro dos parques já foi

verificada e (Marini-Filho and Martins 2010; Chowdhury et al. 2021). Uma vez que a maioria das espécies ocorre por todo o parque, mas se concentra em certos fragmentos específicos acredito que elas se movimentam por todo o parque, assim como espécies e comunidades de ninfalídeos de fora do parque também o utilizam como repouso.

Apesar de existirem vários estudos sobre as comunidades de borboletas no Brasil, principalmente Nymphalidae, grande parte deles foram realizados no Sudoeste, Nordeste e Norte, havendo regiões como o Centro-Oeste ainda pouco investigadas, consequentemente nosso Estado. Como o PEVRI representa uma zona de transição entre Mata Atlântica e Cerrado com grande extensão e inúmeros afluentes, sem nenhum dado sobre essa comunidade até o presente nossos dados.

Nossos resultados demonstram que há uma grande diversidade de borboletas frugívoras no PEVRI, e dentre as 27 espécies, Biblidinae, Satyrinae, Charaxinae e Nymphalinae foram as subfamílias representadas. Além disso, foi possível observar que os fragmentos apresentaram composição e abundâncias diferentes, provavelmente relacionadas a especificidade de cada fragmento. E por fim, observamos uma sucessão de espécies pelas áreas amostradas, uma vez que a ocorrência de uma espécie diminuiu a frequência de ocorrência de outra. Nossos resultados ampliam o conhecimento da diversidade de borboletas frugívoras em áreas de mata de várzea, assim como para os conhecimentos sobre ninfalídeos no MS e no Brasil.

## Referências Bibliográficas

- Agrawal AA, Lau JA, Hambäck PA (2006). Community heterogeneity and the evolution of interactions between plants and insect herbivores. *The Q Rev Biol* 81(4):349-376. <https://doi.org/10.1086/511529>
- Andrade DA, Teixeira IRV (2017) Diversidade de Lepidoptera em um fragmento florestal em Muzambinho, Minas Gerais. *Ci Fl*, 27(4):1229-1241. <https://doi.org/10.5902/1980509830311>
- Berti-Filho E, Cerignoni JA (2010) Borboletas: conheça espécies brasileiras e saiba como montar um borboletário. Piracicaba: FEALQ.
- Bertinoti G K, Souza ASB, Silva LD, Silva JVN, Gomes PP, Almeida JAM, Souza MM (2020) Butterflies richness (Lepidoptera, Papilionoidea) from Ilha Grande National Park, Paraná, Brazil. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(5), 835-840.

Bogiani PA, Aranda R, Machado CDOF (2012) Riqueza de borboletas (Lepidoptera) em um fragmento urbano de Cerrado em Mato Grosso do Sul, Brasil. EntomoBrasilis, 5(2):93-98. <https://doi.org/10.12741/ebrasiliis.v5i2.204>

Chowdhury S, Fuller RA, Dingle H, Chapman JW, Zalucki MP (2021) Migration in butterflies: a global overview. Biol Rev (Camb) 24(9):1814-1823. <https://doi.org/10.1111/brv.12714>

Dáder B, Then C, Berthelot E, Ducousoo M, Ng JC, Drucker M (2017) Insect transmission of plant viruses: Multilayered interactions optimize viral propagation. J Insect Sci (Ludhiana) 24(6): 929-946. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12470>

Devries PJ, Walla TR (2001) Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. Biol J Linn Soc 74(1):1-15. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2001.tb01372.x>

Dhungel B, Wahlberg N (2018) Molecular systematics of the subfamily Limenitidinae (Lepidoptera: Nymphalidae). Peer J 6:e4311. <https://doi.org/10.7717/peerj.4311>

Dickens JK, McMahon L, Binnie SE. (2019) The butterflies of a Cerrado–Atlantic Forest ecotone at Laguna Blanca reveal underestimation of Paraguayan butterfly diversity and need for conservation. J Insect Conserv 23(4):707-728. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00165-7>

Ehl S, Hostert K, Korsch J, Gros P, Schmitt T (2018) Sexual dimorphism in the alpine butterflies *Boloria pales* and *Boloria napaea*: differences in movement and foraging behavior (Lepidoptera: Nymphalidae). J Insect Sci (Ludhiana) 25(6):1089-1101. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12494>

Freitas AVL Brown Jr KS (2004) Phylogeny of the nymphalidae (Lepidoptera). Syst Biol 53(3):363-383. <https://doi.org/10.1080/10635150490445670>

Gallon ME, Silva-Junior EA, Amaral JG, Lopes NP, Gobbo-Neto L (2019) Natural products diversity in plant-insect interaction between *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) and *Chlosyne lacinia* (Nymphalidae). Molecules 24(17):3118. <https://doi.org/10.3390/molecules24173118>

Garcia-Salik LM, Carneiro E, Dolibaina DR, Dias FMS, Leite LR, Casagrande MM, Mielke OH (2014) Borboletas da Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, Paraná, Brasil (Lepidoptera: Hesperioidea & Papilioidea). SHILAP Revista de lepidopterología, 42(166), 265-280.

Graciotim C, Moraes ABB (2016) Borboletas frugívoras em Florestas de Mata Atlântica do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil (Lepidoptera: Nymphalidae). SHILAP Rev Lepid 44(173): 115-128

Gullan PJ, Cranston PS, McInnes KH, Hoenen SMM (2007) Os insetos: um resumo de entomologia, Editora Roca: São Paulo.

Hartley SE, Jones TH (2004) Insect herbivores, nutrient cycling and plant productivity, p. 27-52. In: Insects and Ecosystem Function. Weisser WW & Sieman E (eds.). Vol 173, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Springer, 415p. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74004-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74004-9_2)

Hassler ML (2005) A importância das Unidades de Conservação no Brasil. Soc Nat 17(33):18. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74004-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74004-9_2)

Infusino M, Scalercio S (2018) The importance of beech forests as reservoirs of moth diversity in Mediterranean Basin (Lepidoptera). Fragm Entomol 50(2): 161-170. <https://doi.org/10.13133/2284-4880/294>

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO DO SUL - IMASUL (2008) *Plano de manejo do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema*. Campo Grande - MS. Publishing Governo do estado do Mato Grosso do Sul/Serviços: <http://www.servicos.ms.gov.br/imasul/downloads/PlanosdeManejo/planomanejopevri.pdf>. Accessed: 24 Jan 2021.

Julião GR, Fernandes GW, Negreiros D, Bedê L, Araújo RC (2005) Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. Rev Bras Entomol 49(1):97-106. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000100010>

Leite LAR, Freitas AVL, Barbosa EP, Casagrande MM, Mielke OH (2014) Immature stages of nine species of genus *Dynamine* Hübner, [1819]: morphology and natural history (Lepidoptera: Nymphalidae, Biblidinae). SHILAP Rev Lepid 42(165):27-55.

Lilleengen P (2016) Assemblage structure of fruit feeding nymphalids (Lepidoptera, Nymphalidae) in floodplain and upland forest at Cocha Cashu, Peru. Norwegian University of Life Sciences. 40 p. <https://doi.org/11250/2398134>

Neves DA Paluch M (2016) Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras na Mata Atlântica do litoral sul da Bahia (Brasil)(Lepidoptera: Nymphalidae). SHILAP Revista de lepidopterologia, 44(176), 593-606.

Lucena VP, Silva MH, De Aquino JD, Sousa MC, Da Silva, WJ, Silva FB, De Moraes CR (2018) Levantamento de espécies de borboletas frugívoras em áreas de cerrado

e mata ciliar, pertencentes ao distrito de Monte Carmelo, MG, Brasil. Rev GeTeC, 7(18):26-42.

Marini-Filho OJ, & Martins RP (2010) Nymphalid butterfly dispersal among forest fragments at Serra da Canastra National Park, Brazil. J Insect Conserv 14(4):401-411. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9271-9>

Martins LP, Junior A, da Costa, ELIAS, Martins, ARP, Duarte M, Azevedo GG (2017) Species diversity and community structure of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in an eastern Amazonian Forest. Pap Avulsos Zool 57(38):481-489. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.38>

McCune B, Grace JB (2002). Analysis of ecological communities. Gleneden Beach: MJM Software Design.

Miranda-Oliveira A, Oliveira AG, & Simone Pavanelli C (2018) Expanding the geographical distribution of *Astyanax biotae* Castro & Vari, 2004 (Characiformes, Characidae), with comments on its conservation status. CheckList 14(2):387-392. DOI: [10.15560/14.2.387](https://doi.org/10.15560/14.2.387)

Novotný V, Basset Y (2000) Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. Oikos 89(3):564-572. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890316.x>

Oliveira MAD, Gomes CFF, Pires EM, Marinho CGS, Della-Lucia TMC (2014) Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. Rev Ceres 61:800-807.

Pereira ZV, Kinoshita LS (2013) Rubiaceae Juss. do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, MS, Brasil. Hoehnea 40(2):205-251. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000200002>

Pinheiro CEG, Ortiz JVC (1992) Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. J Biogeogr 19:505-511. <https://doi.org/10.2307/2845769>

Pinheiro JCA, Moura Pádua LE, Portela GLF, Branco RTPC, Reis AS, Silva PRR (2008) Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) visando ao seu zoneamento ecológico no estado do Piauí. Rev Caatinga 21(2): 197-203.

Price PW, Denno RF, Eubanks MD, Finke DL, Kaplan I (2011) Insect ecology: behavior, populations and communities. Cambridge.

Ribeiro AS, Toledo JFFD, Ramalho MAP (2009) Selection strategies of segregant soybean populations for resistance to Asian rust. Pesqui Agropecu Bras 44(11):1452-1459. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100012>

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. *Biodivers Bras* – *BioBrasil* (1):87-99. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.569>

Schenini PC, do Nascimento DT (2002) Gestão pública sustentável. *Rev Ciênc Admin* 4(8):1-18.

Shmida AVI, Wilson MV (1985) Biological determinants of species diversity. *J Biogeogr* 12:1-20. <https://doi.org/10.2307/2845026>

Silva AR, Landa GG, Vitalino RF (2007) Borboletas (Lepidoptera) de um fragmento de mata urbano em Minas Gerais, Brasil. *Lundiana: Int J Biodivers* 8(2):137-142. <https://doi.org/10.35699/2675-5327.2007.23195>

Silva ARM, Castro COD, Mafia PO, Mendonça MOC, Alves TCC, Beirão, MDV (2012) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotrop* 12(3):292-297. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000300028>

Silva JM, da Cunha SK, Ely EJ, Garcia FRM (2013) Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* 26(1):87-95. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p87>

SOS MATA ATLÂNTICA (2019) Atlas da Mata Atlântica. Publishing in: (<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/http://>). Accessed 02 oct 2019.

Souza FL, Prado C, Sugai JL, Ferreira VL, Aoki C, Landgref-Filho P, Strüssmann C, Ávila RW, Rodrigues DJ, Albuquerque NR, Terra J, Uetanabaro M, Béda AF, Piatti L, Kawashita-Ribeiro RA, Delatorre M, Faggioni GP, Demczuk SDB, Duleba, S. (2017). Diversidade de anfíbios do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Ser Zool* 107. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017152>

Souza PRB, Guillermo-Ferreira R (2015) Butterflies of the Bodoquena Plateau in Brazil (Lepidoptera, Papilionoidea). *ZooKeys* 546:105-124 <https://doi.org/10.3897/zookeys.546.6138>

Strahler AH & Strahler AN (2005) Physical Geography: Science and systems of the Human Environment. Wiley, New York

Spaniol RL, Morais ABB (2015) Borboletas frugívoras em área de transição ecológica do sul do Brasil (Lepidoptera: Nymphalidae). *SHILAP Rev Lepid* 43(169):27-40

Stylian M, Penz CM, DeVries P (2020). Large hind wings enhance gliding performance in ground effect in a Neotropical butterfly (Lepidoptera: Nymphalidae). Ann Entomol Soc Am 113(1):15-22. <https://doi.org/10.1093/aesa/saz042>

Teston, JA, Corseuil E (2008). Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande Do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae. Biociências 16(1).

Uehara-Prado M (1997) Diversidade e composição de borboletas frugívoras em Cerradão e plantio de eucalipto em Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. *J Linn Soc* 62: 343-364.

Uehara-Prado M, Freitas AVL, Francini RB, Brown Jr KS (2004) Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do morro grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). Biota Neotrop 4(1):1-25. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000100007>

Uehara-Prado M, Brown Jr KS, Freitas AVL (2005) Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. *J Lepid Soc* 59(2): 96-106.

Wahlberg N, Leneveu J, Kodandaramaiah U, Peña C, Nylin S, Freitas AV, Brower, AV (2009) Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary Proc R Soc Lond B Biol Sci 276(1677):4295-4302 <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1303>

## **Manuscrito 2**

### **Distribuição de borboletas frugívoras em fragmentos de mata de várzea é influenciada pela presença de árvores frutificando e florindo**

Lucas Martins Ortega<sup>1</sup>, Josué Raizer<sup>1</sup>, Márlon Paluch<sup>2</sup>, Viviana de Oliveira Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil, CEP: 79.804-970.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, Brasil.

OBS: O manuscrito está formatado nas normas da Revista Neotropical Entomology. As instruções para os autores pode ser encontrada no link:  
<https://www.springer.com/journal/13744/submit/guidelines?IFA>

**Resumo:** As comunidades e populações se agrupam e respondem às diferentes pressões ambientais. E para invertebrados herbívoros, em especial insetos, a presença de árvores no ambiente é de grande influência na sua distribuição. Apesar de haver estudos com comunidade de ninfálideos, que abordam suas dinâmicas nos biomas brasileiros, nenhum antes procurou uma correlação entre a presença das espécies de ninfálideos e as espécies de árvores frutificando ou florindo. Portanto, nosso objetivo foi avaliar se a comunidade de ninfálideos em fragmentos de mata em várzeas é influenciada pela disponibilidade de árvores frutificando ou frutificando. Para isso, realizamos coletas passivas de borboletas frugívoras utilizando armadilhas do tipo Van Someren-Rydon e coletas ativas através de redes entomológicas de janeiro a fevereiro de 2020 em 4 fragmentos de mata no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. Além disso, contabilizamos e identificamos as árvores que estavam frutificando ou florindo nos dias de coleta. Coletamos 579 borboletas frugívoras, que representaram 25 espécies diferentes e identificamos 182 árvores frutificando ou florindo, as quais representaram nove espécies. As análises de Escalonamento Multidimensional não Métrico mostraram que dentre as seis trilhas percorridas nos fragmentos houve a separação em dois grupos quando compararmos a comunidade de borboletas frugívoras com as espécies de árvores frutificando ou florindo,

exceto uma trilha que não apresentou correlação. Estes dois grupos separam os fragmentos de matas pela localização em relação ao rio Ivinhema à leste ou à oeste.

**Palavras-chave:** *Fountainea*, Insetos herbívoros, Lepidoptera, Nymphalinae.

**Abstract:** Communities and populations group together and respond to different environmental pressures. Among herbivorous invertebrates, especially insects, the presence of trees in the environment has a great influence on their distribution. Although there are studies with the nymphalid community that address their dynamics in biomes, none of them has sought a correlation between the presence of nymphalid species and the species of trees bearing fruit or flowering before. Therefore, our objective was to analyze whether the nymphalid community in fragments of the Várzea Forest in the Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema is influenced by the presence of fruiting or flowering trees. For this, we carried out passive collections using Van Someren-Rydon traps and active collections through entomological nets from January to February 2020 in 4 fragments of the Várzea Forest. In addition, the trees that were fruiting or flowering on the days of collection were counted and identified. We collected 579 frugivorous butterflies, which represented 25 different species, and identified 182 fruiting or flowering trees, which represented nine species. Non-Metric Multidimensional Scaling analyzes showed that among the six trails covered in the fragments, there was a separation into two groups when we compared the frugivorous butterfly community with the fruiting or flowering tree species, except for trail 6, which did not show any correlation. These two groups separate the forest fragments by location in relation to the Ivinhema River, with trails 3 and 4 to the east and the others to the west.

**Keywords:** *Fountainea*, Herbivorous insects Lepidoptera, Nymphalinae.

## 1. Introdução

Uma comunidade animal é formada por todos os organismos que vivem numa área em um determinado período de tempo (Odun et al. 2006), logo a soma das populações viventes de uma região representa uma parcela viva de um ecossistema. Analisar as características de uma comunidade nos permite compreender as populações que a compõe,

assim como conhecer os processos ecológicos existentes inerentes aos organismos, além de entender como as espécies agrupam-se e o efeito que elas exercem sobre o meio e como elas respondem às pressões ambientais (Townsen et al. 2009). As comunidades de animais são arranjadas e se movimentam pelo ambiente de acordo com a disponibilidade dos recursos, e esta dinâmica pode explicar tais arranjos e movimentos pela observação dos recursos mais escassos necessários àquelas populações (Odun et al. 2006; Goodale et al. 2010).

A presença de árvores no ambiente influencia a distribuição dos animais herbívoros, uma vez que constituem sua principal fonte de alimento (Risch et al. 2015). Para vertebrados herbívoros geralmente a dieta alimentar combina várias plantas e de diferentes espécies, e a preferência por alguma planta em particular varia conforme a oferta, o período e a localidade (Crawley 2019). Em contrapartida, para invertebrados herbívoros as plantas no ambiente são de fundamental importância, uma vez que as plantas que atuam como fonte de alimento são muito maiores do que os herbívoros, cria-se uma relação associativa mais íntima (Gripenberg et al. 2010).

Dentre os invertebrados destacamos os insetos holometábolos que muitas vezes formam íntimas relações de associação com as plantas durante o estágio larval, que possui baixa mobilidade e, dessa forma, foram criadas estratégias de oviposição em árvores específicas (Aoyama, and Labinas 2012; Rolff et al. 2019; Truman 2019); Para esses insetos as plantas tornam-se seus hospedeiros, um dos componentes mais importantes do ambiente a ser considerado na sua história de vida, seja por efeitos diretos ou indiretos (Agrawal and Hambäck 2006; Lewinsohn, et al. 2012). E até para insetos adultos polífagos a maioria das espécies (mesmo em generalistas) apresentam preferências por certas plantas em uma determinada hierarquia (Hill and Mullen 2019; Oliveira et al. 2020).

Insetos como as borboletas da família Nymphalidae apresentam uma correlação mais íntima por conta de ambas suas formas, larval e adulta, serem herbívoras (Bianchi and Moreira 2005). Para elas o principal recurso muitas vezes pode ser as árvores hospedeiras essenciais para seu ciclo reprodutivo, como também a disponibilidade de espaço nas mesmas, sua quantidade no ambiente e a qualidade de seus recursos (Ruszczyk and Nascimento 1999; Goodale et al. 2010).

Em ambientes tropicais e neotropicais é notável que a força de interações entre insetos filófagos e plantas tem laços mais intrínsecos (Pennings and Silliman 2005), uma vez que esses insetos normalmente desenvolvem estratégias mais especializadas devido a heterogeneidade de características que compõe o mosaico estrutural das matas tropicais (Agrawal et al. 2006). Essa complexidade estrutural é um dos principais fatores que agem

sobre a distribuição espacial de insetos fitófagos (Brown and Gifford 2002), tanto no tocante ao ambiente mais heterogêneo que proporciona maiores nichos estruturais e ecológicos, quanto na questão de um ambiente que permita maiores quantidades de esconderijos e abrigos (Uehara-Prado et al. 2007; Ribeiro and Freitas 2012).

Nos últimos anos, alguns estudos analisam a estrutura de comunidade de borboletas frugívoras e a dinâmica desses organismos em alguns biomas brasileiros (Harvey et al. 2011), avaliando a influência da fragmentação do ambiente na estrutura da comunidade de borboletas frugívoras no domínio da Mata Atlântica e influência de fatores ambientais e climatológicos na estrutura da comunidade de borboletas (Brown and Freitas 2000; Uehara-Prado et al. 2004). Em termos mais práticos, sabemos que a composição e dinâmica da comunidade de insetos que interage com uma planta são influenciadas por características da planta (Bukovinszky et al. 2008; Ekholm et al. 2019).

As borboletas frugívoras têm notável potencial como indicadores biológicos, em função da sensibilidade às mudanças ambientais, por possuírem ciclo de vida curto, mesmo que mais longevas em relação as nectarívoras, por terem uma alimentação específica e de fácil amostragem com armadilhas atrativas, podendo ser coletadas de modo sistematizado sem interferência da habilidade do coleitor (Brown and Freitas 2000; Uehara-Prado et al. 2004) Quando um habitat antes contínuo é reduzido, tanto em tamanho quanto em diversidade de micro habitats, para animais pequenos como borboletas ninfalídeos, esse efeito é massificado (Diekötter et al. 2007), justamente pela associação intrínseca destas com árvores específicas no ambiente, e esse é um dos principais fatores que garante em alguns grupos de ninfalídeos a classificação de “indicador ecológico, que ocorre mais em função da planta hospedeira utilizada pelas larvas do que pela planta ocasionalmente utilizada pelo adulto como fonte de alimentação. Em geral, tanto borboletas ditas frugívoras como nectarívoras são bastante generalistas (Tuner 1996; Whitham et al. 2006; Rossetti et al. 2017).

A distribuição e comportamento de ninfalídeos são bem estudadas no hemisfério norte, tanto pelo seu comportamento e mobilidade nas florestas, quanto pelos ciclos de migração (Saul-Gershenson et al. 2020; James and Kappen 2021). Todavia no hemisfério Sul a biologia e estrutura da maioria das populações de borboletas estão longe de serem compreendidos, principalmente pelo tamanho das comunidades e pela diversidade (Bonebrake et al. 2010; Pedrotti et al. 2019). Sabendo das relações íntimas que os ninfalídeos tem com as plantas que compõe o mosaico florestal, desde plantas para alimentação até para oviposição (Kunte 2000; Molleman et al. 2020), nosso objetivo foi avaliar se a presença de árvores frutificando ou florindo nos fragmentos de mata estaria

correlacionado com as espécies de borboletas frugívoras. Portanto, nossa hipótese prediz que haverá diferença na comunidade de borboletas frugívoras de acordo com as espécies de árvores frutificando ou florindo.

## **2. Material e métodos**

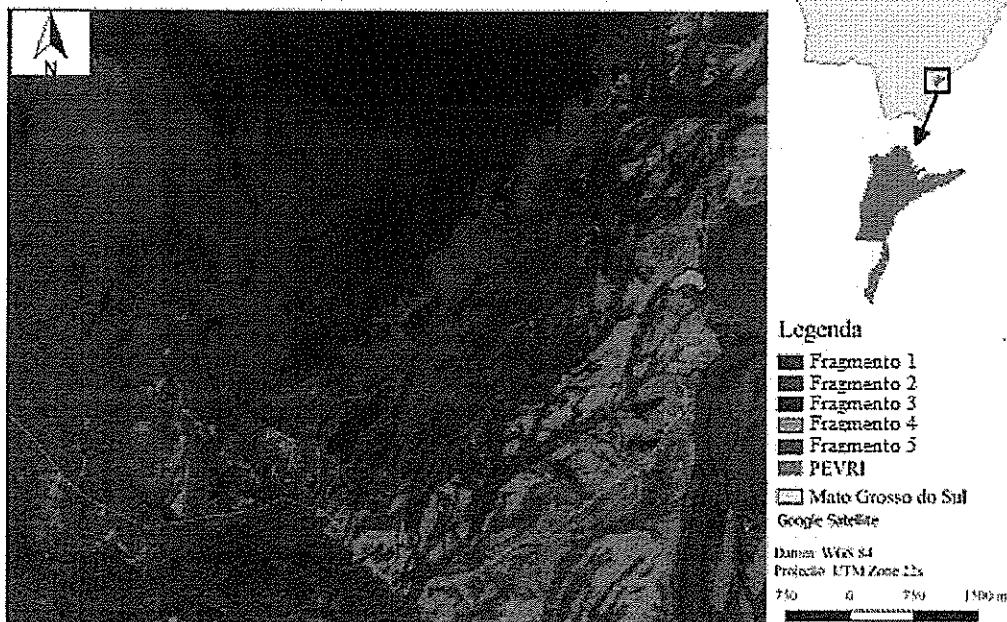
### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema (PEVRI), situado na bacia do Paraná, no Estado do Mato Grosso do Sul (municípios de Jateí, Naviraí e Taquarussu). O PEVRI apresenta área de 73.315,15 ha, e sua sede está localizada nas coordenadas 22° 57' 33.2" S 53° 40' 06.5" W, altitude de 300 m, como demonstra a Figura 1 (Mato Grosso do Sul 2008).

O clima da região é considerado de transição entre o tropical e o subtropical, classificado como do tipo Aw (clima tropical com estação seca de Inverno), segundo a classificação de Köppen (1948). Clima úmido com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média anual variando entre 20 a 22 °C e a precipitação média anual varia de 1.400 a 1.700 mm, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses mais chuvosos (Oliveira et. al., 2000).

As formações florestais do Parque fazem parte dos domínios da Floresta Atlântica sendo possível verificar também a ocorrência de áreas de tensão ecológica caracterizadas pela transição e o contato da Floresta Estacional Semidecidual com o Cerrado (Pereira and Kinoshita 2013; SOS Mata-Atlantica 2018).

## PARQUE ESTADUAL DAS VÁRZEAS DO RIO IVINHEMA



**Figura 1.** Localização geográfica do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema (PEVRI), com destaque para os fragmentos amostrados.

### 2.2 Amostragem de borboletas frugívoras no PEVRI

As coletas de borboletas frugívoras no parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema foram realizadas de 23 de janeiro a 14 de fevereiro de 2020, com a autorização SISBIO nº 72636 de 2020. Para a caracterização da comunidade de borboletas frugívoras foram realizadas coletas passivas e ativas.

Para as coletas ativas foram realizadas coletas em 6 trilhas sendo duas no fragmento de mata 1, duas no fragmento 2, um no fragmento 3 e uma no fragmento 4 (Fig 1). Durante o percurso da trilha foi utilizado uma rede entomológica para coletar os ninfalídeos encontrados e os espécimes foram atribuídos sempre ao ponto mais próximo. Os indivíduos foram coletados todos dias, das 5:45 hs (junto ao nascer do sol) às 11:00 hs, e em seguida sacrificados com compressão torácica e armazenados em envelopes entomológicos.

Para identificação das espécies de borboletas coletadas utilizamos o “Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras” da Mata Atlântica Sul e Cerrado (Ministério do Meio Ambiente, 2016), e contamos com a parceria do Prof. Dr. Marlon Paluch, professor da Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), especialista em taxonomia de lepidópteros. Os espécimes foram montados e armazenados em caixas entomológicas e uma parcela delas será depositada no museu da biodiversidade da UFGD e vouchers no museu de entomologia da UFRB.

### **2.3 Amostragem das espécies de árvores frutificando e florindo**

Durante as coletas de ninfalídeos, ao longo das trilhas, também foi averiguada a presença de árvores frutificando ou florindo. Lateralmente as trilhas percorremos até 20m para cada lado procurando nas árvores e arbustos por florações e frutificações. As espécies encontradas foram fotografadas para posterior identificação e confirmação, mas não foram coletadas ou retiradas da mata. As árvores frutificando ou florindo durante as coletas ativas foram registradas as fotos das principais regiões de interesse para identificação foram identificadas utilizando o herbário online do site Flora Do Brasil 2020, e posteriormente revisadas pela Profa, Dra. Shaline Sefara Lopes Fernandes Grupo de Estudos em Recursos Vegetais (GERV).

### **2.4 Análises estatísticas**

Os dados coletados foram tabelados de acordo com a data de coleta, trilha amostrada e fragmento de mata. Foi realizada uma ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para avaliar como a composição de espécies de árvores frutificando ou florindo em cada trilha se ordenava no espaço multidimensional. Na análise utilizou-se a distância de Bray-Curtis baseada na abundância relativa das espécies, uma vez que este melhor recupera os intervalos de distância. Para verificar a consistência do NMDS, calculou-se uma medida de stress, que indica a proporção da variância das disparidades não explicadas pelo modelo NMDS (McCune and Grace, 2002). Para a composição de espécies de borboletas frugívoras um NMDS foi realizado no capítulo 1.

Em seguida realizamos outro NMDS utilizando as informações sobre as espécies de árvores e também as espécies de ninfalídeos de acordo com a trilha amostrada. A partir da ordenação dos eixos do NMDS pudemos avaliar se as árvores que estavam frutificando ou florindo na trilha no momento das coletas estavam relacionadas com as espécies de borboletas frugívoras coletadas. Todas as análises foram realizadas no Programa R (R Core Team 2021).

## **3. Resultados**

### **3.1 Dados gerais**

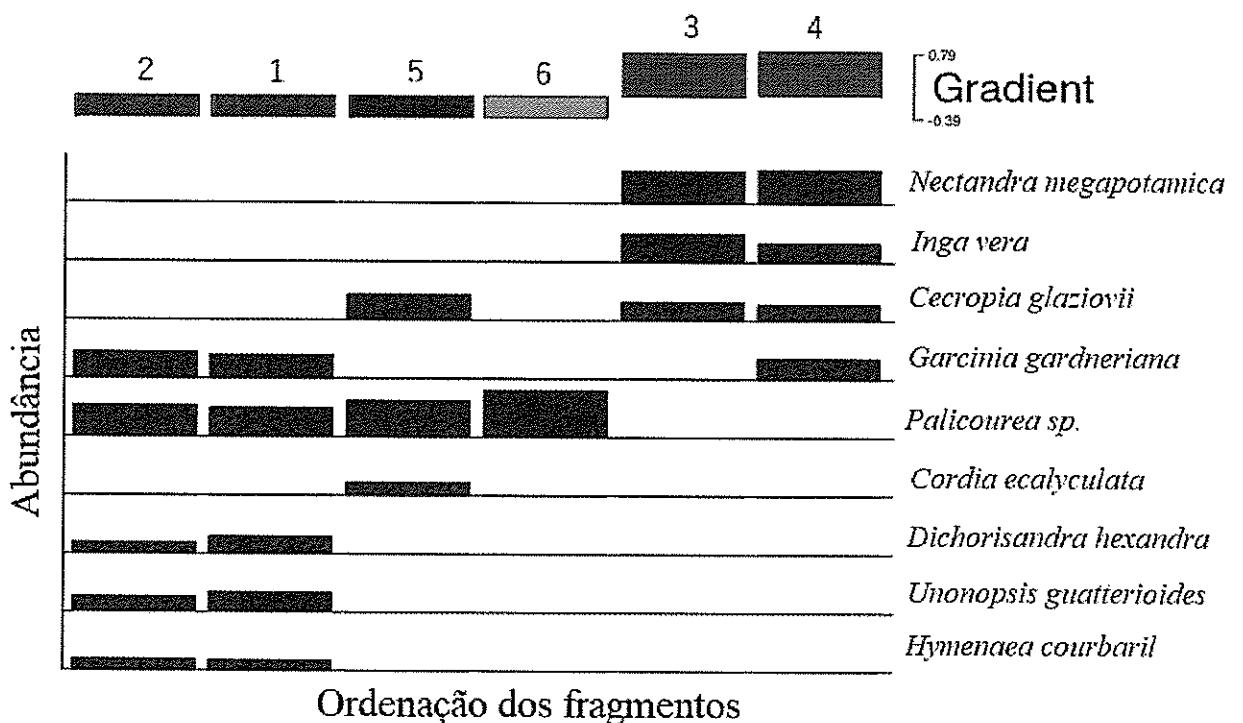
Coletamos 579 indivíduos de ninfalídeos, os quais correspondem a 25 espécies, agrupadas em 20 gêneros e 4 subfamílias: Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae e Satyrinae. Do total de borboletas 254 foram coletadas no fragmento 1, 198 no fragmento 2, 72 no fragmento 3, 55 no fragmento 4 e 334 no fragmento 5. As espécies mais abundantes

foram *Hamadryas februa* (Linnaeus, 1767) com 30,17%, *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775) representando 26,72% dos espécimes coletados, e *Yphthimoides* sp. com 10,17%.

Arvores	Frag 1		Frag 2		Frag 3	Frag 4	Total
	Trilha 1	Trilha 2	Trilha 3	Trilha 4	Trilha 5	Trilha 6	
(Annonaceae) <i>Unonopsis guatterioides</i>	11	4	0	0	0	0	0
(Clusiaceae) <i>Garcinia gardneriana</i>	15	11	8	0	0	0	34
(Rubiaceae) <i>Palicourea</i> sp.	23	16	0	0	8	13	60
(Commelinaceae) <i>Dichorisandra hexandra</i>	8	2	0	0	0	0	10
(Fabaceae) <i>Hymenaea courbaril</i>	3	2	0	0	0	0	5
Inga vera	0	0	7	7	0	0	14
(Urticaceae) <i>Cecropia glaziovii</i>	0	0	5	3	4	0	12
(lauraceae) <i>Nectandra megapotamica</i>	0	22	9	0	0	0	31
(Boraginaceae) <i>Cordia ecalyculata</i>	0	0	0	1	0	0	1
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>167</b>

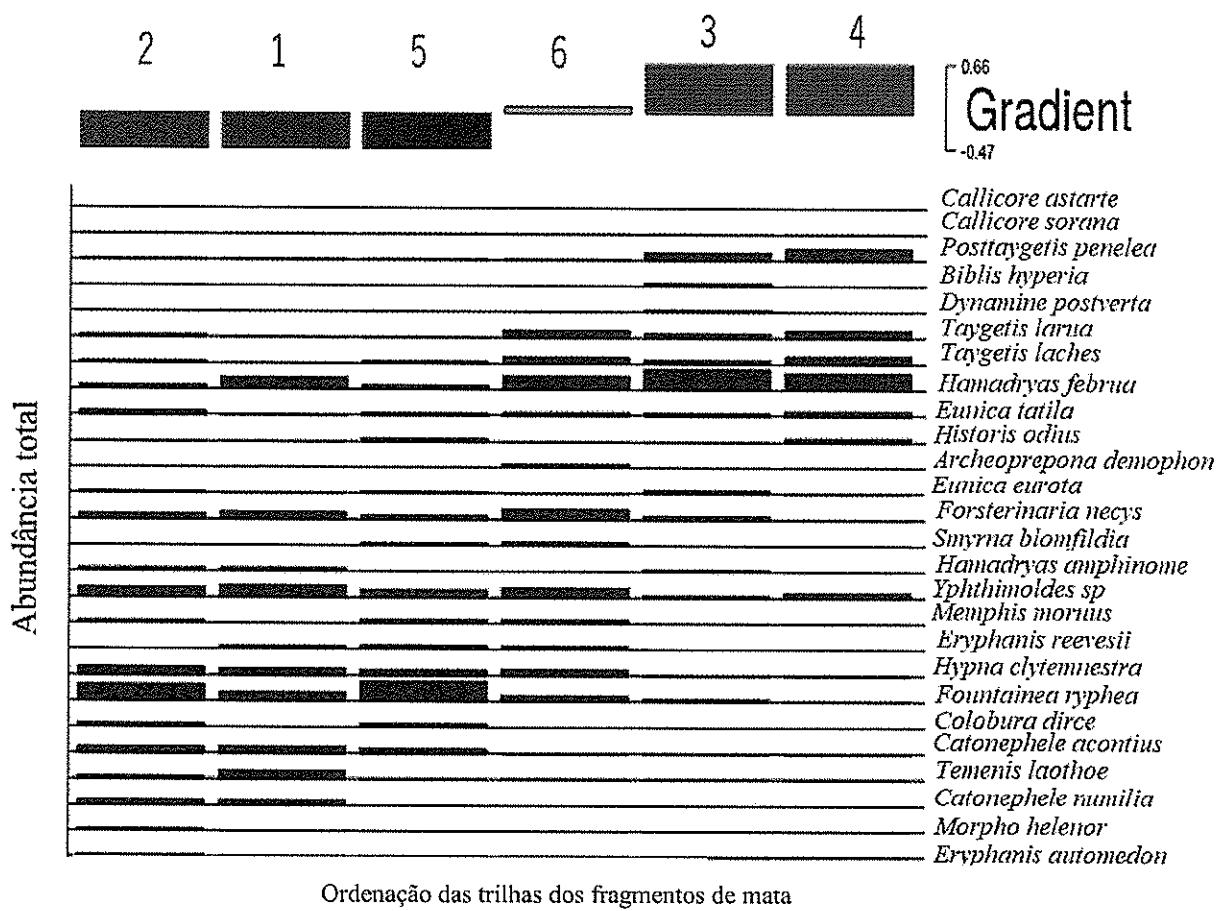
### 3.2 Análises por Escalonamento Multidimensional não Métrico - NMDS

A ordenação NMDS para as espécies de árvores demonstrou um claro agrupamento entre as trilhas 3 e 4 com maiores similaridade. Nestas duas trilhas havia a presença de *N. megapotamica* e *I. vera* que apesar de ocorrerem em todo o parque, apenas nas trilhas 3 e 4 encontramos árvores produzindo frutos ou flores durante as coletas. Estas trilhas diferiram apenas em relação à presença de *G. gardneriana* que ocorreu apenas na trilha 4. As demais trilhas (1, 2, 5 e 6) foram agrupadas em outro conjunto pela presença de *Palicourea* sp em todas elas, como demonstra a figura 2. A trilha 5 fica associada ao grupo principalmente pela quantidade de *Palicourea* sp uma vez que as outras espécies de árvores desta trilha *C. glaziovii* e *C. ecalyculata* não ocorrem nas trilhas 1, 2 e 6.



**Figura 2.** Ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) das plantas frutificando ou florindo nos fragmentos de mata do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema durante as coletas de borboletas frugívoras. OBS: As cores acima representam os quatro fragmentos amostrados.

Ao sobrepor as Ordenações NMDS de árvores frutificando ou florindo com a presença das espécies de borboletas frugívoras do PEVRI encontramos o padrão observado na figura 3. Com os eixos de espécies seguindo os agrupamentos de árvores nas trilhas 3 e 4, sendo sobrepujadas principalmente pela comunidade de borboletas formadas pelas espécies *H. februa*, *Posttaygetis panelea* (Cramer, 1777), *Taygetis laches* (Fabricius, 1793) e *Taygetis larua* (Felder and Felder, 1867). No eixo 1, 2 e 5 as borboletas também seguiram os padrões de agrupamento, formando com esses as comunidades de borboletas com as espécies *Catonephele accontius* (Linnaeus, 1771), *F. ryphea* e *Hypna clytemnestra* (Cramer, 1777).

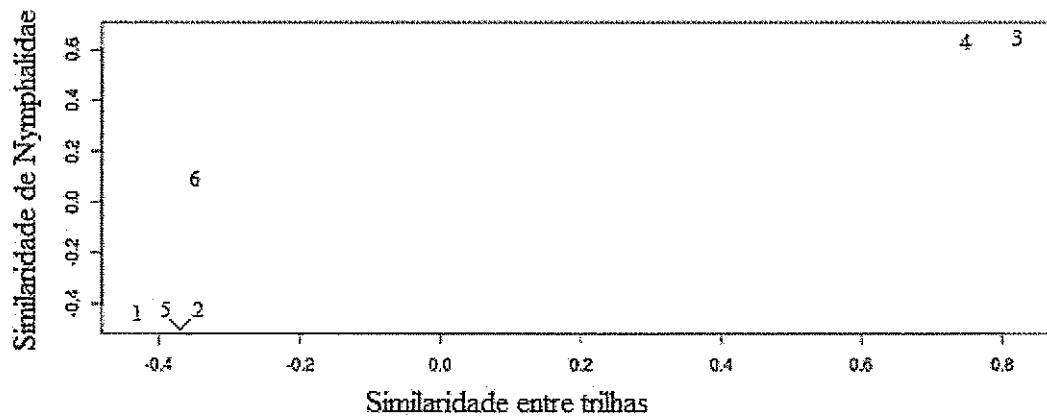


**Figura 3.** Ordenamento por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) de árvores frutificando ou florindo e das espécies de borboletas frugívoras no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema. OBS: As cores representam os quatro fragmentos amostrados

No gráfico da figura 4 utilizamos uma função para visualizar os diagramas com as sobreposições de acordo com os valores do NMDS, a qual demonstra as comparações dos resultados totais das análises para as similaridades dos pontos amostrais de borboletas Nymphalidae e a presença de árvores. Com esse gráfico da figura 4 podemos perceber que em questões de similaridades entre as espécies vegetais temos um eixo bem definido, com as trilhas 4 e 3 com valores próximos ao +0.8, enquanto no outro extremo as trilhas 2, 5 e 6 exatamente sobrepostas, e as trilhas 1 e 6 também próximas ao -0.4. Enquanto que na similaridade de valores para as espécies de Nymphalidae ainda temos os dois extremos que seguem as conformações anteriores, formados pelas trilhas 3 e 4 com valores de +0.6 e trilhas 1, 2 e 5 com valor próximo a -0.4. Todavia a trilha 6 apresenta estar separada das demais, próximo ao 0.0 o que reitera os valores do gráfico da figura 3.

O eixo jitter demonstra claramente que as similaridades de árvores nas trilhas 1, 2 e 5, e nas trilhas 3 e 4 é acompanhada pela similaridade das comunidades de borboletas

frugívoras de suas trilhas (Fig. 4). Portanto, a trilha 6 é a única que não demonstra nenhum grau de associação, uma vez que as árvores presentes na trilha 6 são similares as plantas das trilhas 1,2 e 5 porém as espécies de ninfalídeos não.



**Figura 4.** Ordenação das trilhas (NMDS) pelas espécies de árvores no eixo X e ordenação das trilhas (outro NMDS) pelas espécies de borboletas demonstrando posições de cada trilha em relação à similaridade de espécies de borboletas frugívoras e árvores frutificando e florindo no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema.

#### 4. Discussão

Com os resultados dos escalonamentos podemos diferenciar dois tipos de perfis em relação as árvores que estavam frutificando ou florindo em cada trilha. O primeiro formado pelas trilhas 1, 2, 5 e 6 e o segundo pelas trilhas 3 e 4. E ao observar as similaridades entre as comunidades de ninfalídeos das mesmas trilhas temos três conjuntos proeminentes, o primeiro formado pelas trilhas 1, 2 e 5; o segundo pelas trilhas 3 e 4; enquanto a trilha 6 forma o último conjunto separadamente. Ademais a análise de eixo jitter demonstra que há correspondência entre os agrupamentos de árvores 1, 2 e 5 em relação à comunidade de ninfalídeos coletados nas trilhas, assim como também há correlação entre as árvores do conjunto 3 e 4 com as espécies de borboletas.

Apesar das borboletas frugívoras sul-americanas não terem padrões de migrações tão intensos quanto no hemisfério norte, sabemos que são capazes de migrar de pequenos fragmentos próximos, ainda mais se a matriz facilitar tais deslocamentos, como uma mata, ou um rio (Marini-Filho and Martins 2010; Chowdhury et al. 2021). Quando analisamos as espécies de borboletas frugívoras isoladamente, as mais abundantes que impactam na

caracterização de cada fragmento ocorrem na maioria dos fragmentos e trilhas, por exemplo *H. februa* e *Yphthimoides* sp. que ocorreram em todas as trilhas, e *F. ryphea* que só não ocorreu na trilha 4, logo como ocorrem ao longo do parque podem ser populações isoladas da mesma espécie ou então as três espécies não têm seus limites de mobilidade relacionadas aos fragmentos.

O rio poderia apresentar uma barreira ao deslocamento dessas espécies, o que explicaria duas comunidades diferentes em cada lado do rio Ivinhema, porém, como já destacado por Carnaval and Moritz (2008) essa não pode ser a única explicação, uma vez que a trilha 6 formou um conjunto diferente das trilhas 1, 2 e 5 que estão localizados do mesmo lado do rio, ou seja, à oeste. E a soma desses fatores poderia explicar diferentes comunidades em ambientes diferentes mesmo quando próximas geograficamente (Sobral-Souza and Lima-Ribeiro 2017).

A espécie *H. februa* é intimamente relacionada ao local de sua captura, com alta territorialidade, conforme demonstrado por estudos de marcação e recaptura (Marini-Filho and Benson, 2010). E alguns trabalhos tem demonstrado a territorialidade nessa espécie, relacionada ao acasalamento, local para oviposição e alimentação (Monge-Nájera et al. 1998; Yack et al. 2000). Sabemos que *F. ryphea* apresenta grande taxa de recaptura local, mas também pode apresentar alta taxa de deslocamento. O gênero *Fountainea* já é considerado um gênero com alta capacidade de dispersão, e a espécie *F. ryphea* apresenta 9% de dispersão média maior, com registros de indivíduos dispersando até 870 m (Marini-Filho and Martins 2010). Portanto, sugerimos que ambas as espécies podem ter deslocamento livre pelo parque, com frequência de ocorrência maior em alguns fragmentos.

A fauna de lepidópteros é influenciada principalmente por condições da heterogeneidade ambiental, sendo as diferenças entre os fragmentos um dos principais fatores responsáveis pela variedade de condições apropriadas para as diferentes comunidades de ninfalídeos (Dessuy and Moraes 2007; Hoehne et al. 2017). Uma vez que as borboletas das trilhas 1, 2 e 5 estão correlacionadas com as árvores presentes nas respectivas trilhas, assim como as espécies de borboletas das trilhas 3 e 4, acreditamos que a presença de determinados conjuntos de árvores frutificando ou florindo no ambiente é um fator chave na constituição das comunidades de borboletas frugívoras, mas também pode ser um proxy para a diversidade geral da área, e não que essa diversidade necessariamente explique a composição das comunidades.

Os estudos com diversidade de borboletas frugívoras encontram dificuldades para entender a relação entre o fragmento e a perda da diversidade, seja em termos de mudança da própria diversidade entre fragmentos, quanto em relação às distâncias, deslocamentos

(Silva et al. 2018) e ações antrópicas (Santos et al. 2020). Outro grande problema é a lacuna de conhecimento em regiões dentro de um mesmo ambiente, principalmente sobre esforços de trabalhos em regiões de microclimas, que excedem ao padrão do bioma como um todo (Sobral-Souza et al. 2021).

A guilda de borboletas frugívoras responde particularmente bem aos efeitos de fragmentação, porém dentre os efeitos imediatos da fragmentação, quando um habitat antes contínuo é reduzido, essas mudanças podem gerar uma diferença drástica nas comunidades de borboletas frugívoras (Tuner 1996; Dickötter et al. 2007). Trabalhos que analisaram ambientes já fragmentados demonstram alta diversidade beta, e o principal ponto de relação é que: em ambientes fragmentados temos grandes espaços abertos que compõem a matriz junto as manchas de florestas, e nesses espaços abertos plantas pioneiras como gramíneas, ervas e arbustos fazem um lastro de conectividade entre as matizes, enquanto servem de plantas hospedeiras para espécies de borboletas mais generalistas (Poelman et al. 2008; Paz et al. 2013; Marín et al. 2015). Acreditamos que esse seja um dos fatores predominando na falta de correlação entre as borboletas frugívoras e árvores frutificando ou florindo na trilha 6, por conta de ser o fragmento mais afastado com menor captura e diversidade assim como não demonstrar resposta a flora presente.

Por fim, corroboramos nossa hipótese, uma vez que encontramos correlação entre as comunidades de borboletas frugívoras e as espécies de árvores frutificando ou florindo nos fragmentos.

### Referências Bibliográficas

Agrawal AA, Lau JA, Hambäck PA (2006). Community heterogeneity and the evolution of interactions between plants and insect herbivores. *The Q Rev Biol* 81(4): 349-376. <https://doi.org/10.1086/511529>

Aoyama E, Labinas A (2012) Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. *Enciclopédia Biosfera* 8(15): 365.

Bianchi V, Moreira GR (2005) Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). *Rev Bras Zool* 22: 43-50.

Bonebrake TC, Ponisio LC, Boggs CL, Ehrlich PR (2010) More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biol Conserv* 143(8):1831-1841. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.044>

Brown Jr KS, Freitas AVL (2000) Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation 1. *Biotropic* 32(4b):934-956. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00631.x>

Brown KS, Gifford DR (2002) Lepidoptera in the Cerrado Landscape and the Conservation of Vegetation, Soil, and Topographical Mosaics. In *The Cerrados of Brazil* (pp. 201-222). Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-010>

Bukovinszky T, Van Veen, FF, Jongema Y, Dicke M (2008) Direct and indirect effects of resource quality on food web structure. *Science* 319(5864):804-807. <https://doi.org/10.1126/science.1148310>

Carnaval AC, Moritz C (2008) Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *J Biogeogr* 35(7):1187-1201. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01870.x>

C Crawley MJ (2019) The relative importance of vertebrate and invertebrate herbivores in plant population dynamics. In *Insect-plant interactions* (pp. 45-71). CRC press. DOI: [10.1201/9780429290916-2](https://doi.org/10.1201/9780429290916-2)

Chowdhury S, Fuller RA, Dingle H, Chapman JW, Zalucki MP (2021) Migration in butterflies: a global overview. *Biol Rev (Camb)* 96(4):1462-1483. <https://doi.org/10.1111/brv.12714>

Dessuy MB, Morais AB (2007) Diversidade de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 24(1): 108-120.

Diekötter T, Haynes KJ, Mazeffa D, Crist TO (2007) Direct and indirect effects of habitat area and matrix composition on species interactions among flower-visiting insects. *Oikos* 116(9):1588-1598. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15963.x>

Ekhholm A, Tack AJ, Bolmgren K, Roslin T (2019) The forgotten season: the impact of autumn phenology on a specialist insect herbivore community on oak. *Ecol Entomol* 44(3):425-435. <https://doi.org/10.1111/een.12719>

Goodale E, Beauchamp G, Magrath RD, Nieh JC, Ruxton GD (2010) Interspecific information transfer influences animal community structure. *Trends Ecol Evol* 25(6):354-361. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.002>

Kunte K. (2000) India, a lifescape: butterflies of peninsular India. Universities Press.

Gripenberg S, Mayhew P J, Parnell M, Roslin T (2010) A meta-analysis of preference–performance relationships in phytophagous insects. *Ecol Lett* 13(3):383-393. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01433.x>

Harvey JA, Van Dam NM, Raaijmakers CE, Bullock JM, Gols R (2011) Tri-trophic effects of inter-and intra-population variation in defence chemistry of wild cabbage (*Brassica oleracea*). *Oecologia* 166(2):421-431. <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1861-4>

Hill RI, Mullen SP (2019) Adult Feeding as a Potential Mechanism for Unprofitability in Neotropical Adelpha (Limenitidini, Limenitidinae, Nymphalidae). *J Lepid Soc* 73(1): 66-69. <https://doi.org/10.18473/lepi.73i1.a11>

Hoehne L, Lorini LM, Ribeiro CDS (2017) Avaliação da diversidade de borboletas frugívoras em duas áreas de um fragmento florestal no município de Soledade/RS. *Revista Caderno Pedagógico* 14(1). <http://dx.doi.org/10.22410>

James DG, Kappen L (2021) Further insights on the migration biology of monarch butterflies, *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) from the Pacific Northwest. *Insects* 12(2):161. <https://doi.org/10.3390/insects12020161>

Lewinsohn TM, Jorge LR, Prado PI (2012) Biodiversidade e interações entre insetos herbívoros e plantas. In: Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro, 275-289.

Marini-Filho OJ, Benson WW (2010) Use of sound and aerial chases in sexual recognition in Neotropical *Hamadryas butterflies* (Nymphalidae). *J Res Lep* 42:5-12.

Marini-Filho OJ, Martins RP (2010) Nymphalid butterfly dispersal among forest fragments at Serra da Canastra National Park, Brazil. *J Insect Conserv* 14(4):401-411. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9271-9>

Marín MA, Giraldo CE, Marín AL, Álvarez CF, Pyrcz, TW (2015) Differences in butterfly (Nymphalidae) diversity between hillsides and hilltop forest patches in the northern Andes. *Stud Neotrop Fauna Environ* 50(3):194-203. <https://doi.org/10.1080/01650521.2015.1099379>

Melo DHA, Filgueiras BKC, Iserhard CA, Iannuzzi L, Freitas AVL, Leal, IR (2019) Effect of habitat loss and fragmentation on fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest. *Can.J Zool* 97(7):588-596. <https://doi.org/10.1139/cjz-2018-0202>

Molleman F, Halali S, Kodandaramaiah U (2020) Oviposition preference maximizes larval survival in the grass-feeding butterfly *Melanitis leda* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Eur J Entomol* 117:1-17. doi: 10.14411/eje.2020.001

Monge-Nájera J, Hernández F, González MI, Soley J, Araya J, Zolla S (1998) Spatial distribution, territoriality and sound production by tropical cryptic butterflies (*Hamadryas*, Lepidoptera: Nymphalidae): implications for the "industrial melanism" debate. *Revi Biol Trop* 46(2):297-330.

Odum EP, Ortega A, Teresatr M (2006) Fundamentos de Ecologia. Guanabara. Rio de Janeiro.

Oliveira, JBBS, Faria, ML, Borges MA, Fagundes M, Araújo WS (2020) Comparing the plant–herbivore network topology of different insect guilds in Neotropical savannas. *Ecol Entomol* 45(3): 406-415. <https://doi.org/10.1111/een.12808>

Paz, ALG, Romanowski HP, Morais ABB (2013) Distribution of Satyrini (Lepidoptera, Nymphalidae) in Rio Grande do Sul State, southern Brazil. *Ecol Res* 28(3):417-426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.01.010>

Pedrotti VS, Mega NO Romanowski HP (2019) Population structure and natural history of the South American fruit-feeding butterfly *Taygetis ypthima* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Austral Entomol* 58(4):753-761. <https://doi.org/10.1111/aen.12389>

Pennings SC, Silliman BR (2005) Linking biogeography and community ecology: latitudinal variation in plant–herbivore interaction strength. *Ecology* 86(9):2310-2319. <https://doi.org/10.1890/04-1022>

Poelman EH, Broekgaarden C, Van Loon, JJ, Dicke M (2008) Early season herbivore differentially affects plant defence responses to subsequently colonizing herbivores and their abundance in the field. *Mol Ecol* 17(14):3352-3365. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03838.x>

Ribeiro DB, Freitas AV (2012) The effect of reduced-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. *J Insect Conserv* 16(5):733-744. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9458-3>

Risch AC, Schütz M, Vandegehuchte ML, Putten WH, Duyts H, Raschein U, Zimmermann S (2015) Aboveground vertebrate and invertebrate herbivore impact on net N mineralization in subalpine grasslands. *Ecology* 96(12):3312-3322. <https://doi.org/10.1890/15-0300.1>

Rolff J, Johnston PR, Reynolds S (2019) Complete metamorphosis of insects. *Trans R Soc Lond B Biol Sci* 374(1783):20190063. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0063>

Rossetti MR, Tscharntke T, Aguilar R, Batáry P (2017) Responses of insect herbivores and herbivory to habitat fragmentation: a hierarchical meta-analysis. *Ecol Lett* 20(2): 264-272. <https://doi.org/10.1111/ele.12723>

Ruszczyk A, Nascimento ES (1999) Biologia dos adultos de *Methona themisto* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Nymphalidae, Ithomiinae) em praças públicas de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Rev Bras Biol* 59(4):577-583. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400007>

Santos LLSA, Alvarenga JGG, Borges EF, Silva L, Campos NC, Costa RVDM, Velho NMRDC (2020) Presença de metais pesados em asas de *Hamadryas februa* Hübner, 1823 (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae). Rev Univap 26(52):16-25. <http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v26i52.2506>

Saul-Gershenson L, Grodsky SM, Hernandez RR (2020) Ecology of the western queen butterfly *Danaus gilippus thersippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Mojave and Sonoran Deserts. Insects 11(5):315. <https://doi.org/10.3390/insects11050315>

Silva TP, Pias WF, Giovenardi R (2018) Borboletas frugívoras de fragmentos de Mata Atlântica no noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Nymphalidae). EntomoBrasilis 11(2):95-102. <https://doi.org/10.12741/ebrasiliis.v11i2.773>

Sobral-Souza, T & Lima-Ribeiro, MS (2017) De volta ao passado: revisitando a história biogeográfica das florestas neotropicais úmidas. Oecologia Australis 21(2). <https://doi.org/10.4257/oeco.2017.2102.01>

Sobral-Souza T, Stropp J, Santos JP, Prasnewski VM, Szwewski N., Vilela B., Hortal J (2021) Knowledge gaps hamper understanding the relationship between fragmentation and biodiversity loss: the case of Atlantic Forest fruit-feeding butterflies. PeerJ 9:e11673. <https://doi.org/10.7717/peerj.11673>

Townsend, C R, Begon, M, & Harper, J L (2009) Fundamentos em Ecologia. Artmed Editora.

Truman JW (2019) The evolution of insect metamorphosis. Curr Biol 29(23):R1252-R1268. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.10.009>

Uehara-Prado M, Brown Jr KS, 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(1):43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00267.x>

Uehara-Prado M, Freitas AVL, Francini RB, Brown Jr KS (2004) Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do morro grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). Biota Neotrop 4(1):1-25.

Yack JE, Otero LD, Dawson JW, Surlykke AM, Fullard, JH (2000) Sound production and hearing in the blue cracker butterfly *Hamadryas feronia* (Lepidoptera, Nymphalidae) from Venezuela. J Exp Biol 203(24):3689-3702. <https://doi.org/10.1242/jeb.203.24.3689>

Whitham TG, Bailey JK, Schweitzer JA, Shuster SM, Bangert RK, LeRoy CJ, Eric VL, Gery JA, Stephen P, DiFazio BMPD, Fischer G, Catherine A, Gehring RL, Lindroth JC, Marks SC, Hart GMW, Wooley SC (2006) A framework for community and ecosystem

genetics: from genes to ecosystems. *Nat Rev Genet* 7(7):510-523.  
<https://doi.org/10.1038/nrg1877>



## **Considerações finais**

Nossos resultados demonstraram que os fragmentos de mata de várzea do PEVRI apresentam diferenças na composição de espécies, havendo ainda dominância de espécies nos fragmentos, distribuição esta que poderia ser explicada pelo gradiente longitudinal devido à zona de transição entre Mata Atlântica e Cerrado encontrado no parque.

Nossos resultados destacam-se porque poucos estudos foram realizados na região Centro-Oeste do Brasil, inclusive em regiões de zona de transição, sendo resultados importantes para a caracterização das comunidades e que podem servir de subsídio para estudos futuros de manejo e preservação.

Por fim observamos que existe correlação entre as espécies de borboletas frugívoras e as espécies de árvores frutificando ou florindo nos fragmentos, distribuição que provavelmente está relacionada à localização em relação ao rio ou variações de acordo com áreas alagáveis ou não.