



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



CAMPUS CAXIAS

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA – CBIO
LABORATÓRIO DE ESTUDOS DE LEPIDOPTERA – LEL

Manoel Vycor Rocha da Silva

**CRONOBIOLOGIA DE SATURNIIDAE E SPHINGIDAE (LEPIDOPTERA) EM ÁREA
DE CERRADO DO MÉDIO MEARIM, ESTADO DO MARANHÃO**

Caxias - MA

2023

MANOEL VYCTOR ROCHA DA SILVA

**CRONOBIOLOGIA DE SATURNIIDAE E SPHINGIDAE (LEPIDOPTERA) EM
ÁREA DE CERRADO DO MÉDIO MEARIM, ESTADO DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, do Centro de Estudos Superiores de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão (*campus* Caxias), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Joseleide Teixeira Câmara

Coorientador: Prof. Dr. Fabiano Stefanello

Caxias - MA

2023

S586c Silva, Manoel Vycor Rocha da

Cronobiologia de Saturniidae e Sphingidae (Lepidoptera) em área de Cerrado do Médio Mearim, Estado do Maranhão / Manoel Vycor Rocha da Silva. __Caxias: Campus Caxias, 2023.

45f.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^ª. Dra. Joseleide Teixeira Câmara.

Coorientador: Prof. Dr. Fabiano Stefanello.

1. Levantamento faunístico. 2. Fatores abióticos. 3. Voo – Atividade - Padrões. I. Título.


CDU 595.78

CRONOBIOLOGIA DE SATURNIIDAE E SPHINGIDAE (LEPIDOPTERA) EM ÁREA DE CERRADO DO MÉDIO MEARIM, ESTADO DO MARANHÃO

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, do Centro de Estudos Superiores de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão (*campus* Caxias), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em:19/07/2023.

Profa. Dra. Joseleide Teixeira Câmara – Orientadora
Doutora em Anatomia de Animais Silvestres e Domésticos
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 SURAMA PEREIRA
Data: 10/07/2023 12:54:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. M. Sc. Surama Pereira - Membro
Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia
Universidade Estadual do Maranhão

Profa. M. Sc. Juliana Raquel Bomfim da Rocha - Membro
Mestre em Ciências Ambientais
Secretaria Municipal de Educação, Ciências e Tecnologias de Caxias

Aos meus Avós, minha Mãe Jardiane, Meu Pai José Gutemberg, Tios, Irmãos, Primos e Afilhada, por serem meu porto seguro e sustentáculo e por iluminarem minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca me deixar sucumbir e me amparar nos momentos de fragilidades e a Ele entrego este trabalho, a minha Mãe Nossa Senhora, pelo amor e cuidado que nunca me faltaram e a Ela consagro meu trabalho.

A Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* Caxias, pela formação oportunizada.

Ao Curso de Ciências Biológicas, pela efetiva contribuição no aprimoramento da minha formação com bolsas de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pelos financiamentos de bolsas.

A minha orientadora, Profa. Dra. Joseleide Teixeira Câmara, pela orientação, pela amizade e pela paciência, pelos conselhos, e acima de tudo, por me ensinar sobre a vida, e ser um exemplo e referência de pessoa e profissional. E por me receber, como orientando, em um momento crucial, me proporcionando uma vida acadêmica com muito aprendizado.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Fabiano Stefanello, pela paciência em ensinar, pela motivação, pelos incentivos e pela amizade.

A minha família, por sempre serem meus maiores incentivadores. Meus avós Domingas e Manoel, por serem a luz da minha vida e meu maior exemplo de amor e carinho, a minha Mãe Jardiane Rocha por ser minha inspiração de superação, amor e cuidado. Ao meu Pai José Gutemberg, pelo apoio e incentivo. Aos meus irmãos João, meu melhor amigo, Emyle e Letycia e José, por nunca terem soltado a minha mão e sempre caminharem comigo, aos meus tios, Jorge Juciana, Erivelton Luzia, Joary, Jadilson Jacilândia, e meu amigo Rodrigo pela ternura de cada ação de motivação e apoio. Aos meus primos, Antônio Alex e Pedro Lucas e minha afilhada Luiza Gabryelle, por me fazerem acreditar no futuro.

Aos meus amigos e irmãos de vida, que sempre estiveram comigo, me entendendo, apoiando, acreditando e apostando em mim. Nilminha, Emyle Vitória (Seven), Maria Clara, Verônica, João Marcos, Gabriela Cynkler, Larissa Nascimento, Gabriela Saraiva, Karisson, Maria Eduarda, Matheus, Mirian, Cleisla Emanuely, Wesley Caldas, Andressa Ramos, aos amigos do GD, em especial, nosso maior exemplo de força, Marcos Augusto.

Aos primos, ligados pelo laço do “Cativar”, Andressa Queiroz, Krisna, Ana Ceci, Lucas Alves, Marcus Rafael e Lenoilson, pelas orações e incentivo, e por serem presentes de Fé e em tão pouco de amizade, serem verdadeiros amigos.

“Foi o tempo que dedicaste a tua Rosa que a fez tão importante”.

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

Atualmente, é perceptível declínios na Biodiversidade, fauna e flora vem sendo a todo momento diminuída devido aos altos índices de atropização e levantamentos de Lepidoptera são importantes para que haja uma conservação dos ambientes, tendo em vista que eles podem ser usados como bioindicadores, tais levantamentos ainda são uma lacuna a ser preenchida no Estado do Maranhão. Os estudos da Cronobiologia de Saturniidae e Sphingidae em área de Cerrado fornece informações importantes e inéditas sobre a dinâmica das comunidades destas famílias. Dessa forma, este estudo objetivou contribuir com o conhecimento da cronobiologia de Saturniidae e Sphingidae em área de Cerrado, no estado do Maranhão. Foram realizadas coletas bimestrais, em dois dias consecutivos, na zona rural do município de Pedreiras-MA, localizado na mesorregião Centro Maranhense e integra a microrregião do Médio Mearim, em ambiente de Cerrado. As coletas foram realizadas no período de dezembro de 2022 a junho de 2023, com utilização de uma armadilha do tipo luminosa. Foram coletados dados de temperatura e umidade através de um Termo higrômetro Digital. Foi elaborado a lista de espécies e o cálculo dos seguintes índices faunísticos: frequência absoluta e relativa, abundância, constância e dominância. Também serão calculadas a diversidade e estimativa de riqueza de espécies com auxílio do programa R de acesso livre. Os resultados alcançados, mostram padrões de atividade das duas famílias, onde Saturniidae obteve maior abundância na primeira parte da noite, enquanto Sphingidae se mostra mais abundante na segunda parte da noite. Tanto Saturniidae quanto Sphingidae tendem a preferir temperaturas entre 22°C e 26°C. A Cronobiologia auxilia a compreensão dos padrões de atividades entre espécies similares, que desempenhas suas funções biológicas em um mesmo espaço temporal.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento Faunístico. Fatores Abióticos. Padrões de Atividade de Voo.

ABSTRACT

Everyday it is noticeable declines in biodiversity, the fauna and flora are being diminished all the time and Lepidoptera surveys are important for the conservation of environments, considering that they can be used as bioindicators, such surveys are still a gap to be filled in the State of Maranhão. Studies on chronobiology of Saturniidae and Sphingidae in the Cerrado area provide important and unprecedented information on the dynamics of these families' communities. Thus, this study aimed to contribute to the knowledge of the chronobiology of Saturniidae and Sphingidae in the Cerrado area, in the state of Maranhão. Bimonthly collections were carried out on two consecutive days, in the rural area of the municipality of Pedreiras-MA, located in the Centro Maranhense mesoregion and part of the Médio Mearim microregion, in a Cerrado environment. The collections were carried out from December 2022 to June 2023, using a light-type trap. Temperature and humidity data were collected using a Digital Thermo-Hygrometer. A list of species and the calculation of the following faunistic indices were prepared: relative frequency, abundance, constancy and dominance. Diversity and species richness estimation will also be calculated in open access R program. The results achieved show activity patterns of the two families, where Saturniidae was more abundant in the first part of the night, while Sphingidae is more abundant in the second part of the night. Both Saturniidae and Sphingidae tend to prefer temperatures between 22°C and 26°C. Chronobiology helps to understand the patterns of activity between similar species that perform their biological functions in the same temporal space.

KEYWORDS: Faunistic Survey. Abiotic Factors. Flight Activity Patterns.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Mapa do Brasil e do Maranhão com destaque para o Município de Pedreiras, onde foram realizadas as coletas	20
Figura 2: Armadilha do tipo luminosa usada para atrair os espécimes.	21
Figura 3. Curva de acúmulo de espécies obtida coletas em Pedreiras – MA. A: Saturniidae; B: Sphingidae	29
Figura 4. Dados da flutuação de voo de Saturniidae por intervalo de hora. A. Riqueza; B. Abundância.....	30
Figura 5. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Arsenurinae. A: <i>Dysdaemonia bóreas</i> ; B: <i>Paredemonia nyctaris</i>	30
Figura 6. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Ceratocampinae. A. <i>Adelowalkeria flavosignata</i> , B. <i>Psilopygida walkeri</i> C. <i>Sysphinx molina</i>	31
Figura 7. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Ceratocampinae. A. <i>Automerina</i> sp, B. <i>Automeris amoena</i> , C. <i>Hylesia ebalus</i> , D. <i>Hylesia oratex</i> E. <i>Hylesia</i> sp., F. <i>Hyperchiria orodina</i> , G. <i>Periga</i> sp1, H. <i>Periga</i> sp2.	32
Figura 8. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Oxyteninae, com a espécie <i>Oxytenis</i> sp.....	33
Figura 9. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Saturniinae com a espécie <i>Rothschilda aurota</i>	33
Figura 10. Dados de temperatura (°C) de Saturniidae, coletados em área de Cerrado, estado do Maranhão.....	34
Figura 11. Dados da flutuação de voo de Sphingidae por intervalo de hora. A. Riqueza; B. Abundância.....	35
Figura 12. Dados horário das espécies registradas para a subfamília Macroglossinae. A. <i>Callionina guiarte</i> , B. <i>Enyo ocypete</i> , C. <i>Eumorpha fasciatus</i> D. <i>Pachylioides resumens</i> E. <i>Perigonia pallida</i> F. <i>Xylophanes tersa</i> G. <i>Xylophanes</i> sp.....	36
Figura 13. Dados horário da espécie <i>Protambuliz strigili</i> , registradas para a subfamília Smerinthinae.....	37
Figura 14 Dados horário das espécies registradas para a subfamília Sphinginae. A. <i>Cocytius duponcheu</i> , B. <i>Manduca sexta paphus</i>	37
Figura 15. Dados de temperatura (°C) de Sphingidae, coletados em área de Cerrado, estado do Maranhão.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de Família, Subfamília e Espécies de Saturniidae e Sphingidae coletadas em Pedreiras-MA, entre dezembro de 2022 e junho de 2023, com dados de espécimes coletados durante quatro campanhas de coletas, de Frequências Absoluta e Relativa, Constância (AC – Espécies Acessórias, C – Espécies Constantes), Dominância (ND – Não Dominante, D – Dominante) e Abundância (DI – Dispersa, C – CO -Comum, MA – Muito abundante)	26
Tabela 2. Valores dos índices de diversidade Shanon (H') e Simpson (D') e o estimador de diversidade “Jackknife 1” com o desvio padrão da comunidade de Saturniidae de Pedreiras-MA.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3. METODOLOGIA.....	20
3.1. Caracterização da Área de Estudo	20
3.2. Coleta do Material Biológico	21
3.3. Coleta de dados por intervalo de horários	22
3.4. Análise de Dados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Cronobiologia de Saturniidae	29
4.2. Cronobiologia de Sphingidae	34
4.3. Padrões de atividade de voo entre Saturniidae e Sphingidae	39
5. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade passou por inúmeras eras evolutivas, desaparecimento e surgimento de espécies de forma natural. Nenhum processo evolutivo se compara ao atual processo de transformação que a biodiversidade vem sofrendo, resultante da interferência humana, com a extração e a contaminação dos recursos naturais. O resultado demonstra impactos diretos na qualidade do ar, solo e água (KUMARA; PALLEGEDARA, 2020).

Declínios na biodiversidade, apontam uma diminuição da fauna e flora das florestas, devido uma antropização exagerada. A redução de animais e vegetais nos ecossistemas são afetados pela grande degradação dos nichos em que esses seres vivos fazem parte, afetando diretamente a sua sobrevivência. Um fator ecológico essencial para a proteção da diversidade biológica é a contingência de coexistência de espécies ecologicamente similares numa mesma localidade (CHESSON, 2000).

Saturniidae e Sphingidae desempenham funções essenciais nos ecossistemas florestais. Atuam, por exemplo, como desfolhadores na fase larval (lagarta), além disso Sphingidae são importantes polinizadores da fase adulta (OLIVEIRA *et al.* 2014), e, e devidos esses fatos são insetos úteis como bioindicadores da qualidade ambiental (SANTOS *et al.* 2016). A maioria das espécies possui hábito noturno, e quando expostas à luz, apresentam estímulos e são expressivamente bem representadas nas capturas que utilizam armadilhas luminosas (DUARTE *et al.* 2012; RABL *et al.* 2020; BREHM *et al.* 2019).

Dessa forma, há uma competição por recursos entre essas duas famílias, como por exemplo, a busca de um espaço adequado para que haja copulação e assim reprodução. Entre as mariposas Sphingidae há uma competição interespecífica por busca de recursos alimentares, por estes motivos o particionamento de atividade entre as espécies pode reduzir a competição.

Aditivo a essa questão de alimentação, mais precisamente para a Sphingidae, é que a intensidade da atividade de voo pode ser dada também, pela disponibilidade de recurso alimentares que há em determinado ambiente, como esfingídeos se alimentam de néctar eles dependem fortemente da vegetação, e muitos se alimentam de plantas específicas, entretanto, a perda da flora está cada vez mais influenciando a atividade dessas mariposas nos ecossistemas.

Um outro fator que se pode explicar a preferência por horário de voo, é a fuga de predadores, há uma probabilidade de que o aumento da atividade de voo em certas horas da noite dessas mariposas seja mais atenuado após as 00h, pelo fato de que morcegos, principais

predadores das mariposas, possuem uma atividade mais intensa nas primeiras horas da noite (FULLARD, 1987). Princípios abióticos também podem influenciar na segregação do fluxo desses insetos durante a noite.

Para isso, ferramentas surgem como meio de entender a atividade de voo desses insetos, composição, abundância e riqueza, tudo isso condicionado a variáveis abióticas, tais como, temperatura, umidade e velocidade do vento (CAMARGO *et al.*, 2016). A cronobiologia surge como um método científico para averiguar as relações dos fatores abióticos com a preferência de horário de atividade de voo desses insetos.

Para Saturniidae há apenas um estudo que registrou 32 espécies para a região Leste maranhense (CÂMARA *et al.*, 2011). Já para as mariposas esfingídeas são conhecidos apenas dois estudos para o estado do Maranhão, ambos são levantamentos para o Cerrado que registraram 62 espécies (HAXAIRE; MIELKE; 2013; CÂMARA; ROCHA; PEREIRA, 2018). Diante das grandes dimensões territoriais do Maranhão estes dados certamente estão subestimados para retratar a riqueza dos grupos.

Este trabalho se destaca por ser pioneiro para o Município de Pedreiras – MA. Ademais, o desenvolvimento desta pesquisa se evidencia pela necessidade de preencher hiatos sendo que este estudo dará ênfase à fauna de mariposas Saturniidae e Sphingidae.

Conhecimento sobre Lepidoptera para o Estado do Maranhão ainda possui várias lacunas a serem preenchidas. Para entender a composição, a riqueza e a distribuição das espécies, é necessária a realização de levantamentos, essa prática é considerada base para os estudos conservacionistas. Segundo Piovesan (2014) sem seu devido conhecimento, decisões erradas podem ser tomadas quanto à conservação de ambientes.

O território do município de Pedreiras, no Estado do Maranhão, constitui uma grande lacuna quando o foco é levantamento da diversidade biológica em todos os âmbitos. Seja por falta de investimentos ou uma política educacional e ambiental mais incisiva.

Uma das famílias estudadas neste trabalho, Sphingidae, se mostra como potenciais indicadores biológicos do estado de saúde de comunidades vegetais naturais (MOTTA, 1993). Já Saturniidae é um táxon de grande diversidade e pouco estudado para o território maranhense.

Estudos da Cronobiologia dessas famílias pode nos ajudar a compreender como elas se comportam durante o seu tempo de voo e se isso influencia na competição e busca por alimentos, além de que, nos ajuda a entender se a preferência por horário de voo pode ser uma questão evolutiva, afim de fugir de predadores, haja vista, que mariposas, em suma, são predadas por morcegos, que possui atividade intensa nas primeiras horas da noite.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo contribuir com o conhecimento da cronobiologia de Saturniidae e Sphingidae em área de Cerrado do Médio Mearim, no estado do Maranhão, bem como conhecer a composição e a riqueza, obter índices faunísticos das comunidades, no município de Pedreiras-MA, além de, relacionar o horário de voo das espécies com temperatura do ambiente da área de estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cronobiologia diz respeito à um estudo pautado em características temporais dos seres vivos, incluindo o estudo dos ritmos biológicos como, por exemplo, oscilações recorrentes de variáveis biológicas. Segundo Araújo e Marques (2002), a cronobiologia é uma ferramenta científica que se caracteriza como um ramo da ciência que estuda a organização temporal dos seres vivos.

Para De Camargo *et al.*, (2016), a paridade de áreas pode propiciar percepções sobre como os fatores abióticos define a distribuição temporal e espacial das espécies no bioma. Fatores como temperatura, umidade, altitude e velocidade do vento podem afetar a composição. A atividade de voo em uma equivalência diária surge como um meio para reduzir a competição por interferência (CAROTHERS; JAKSIC, 1984), onde espécies ecologicamente similares podem diminuir a competição por recursos espaciais ou alimentares segregando o horário de forrageamento (SCHOENER, 1974; KRONFELD-SCHOR; DAYAN, 1999).

Um fator ecológico essencial para a proteção da diversidade biológica é a contingência de coexistência de espécies ecologicamente similares numa mesma localidade (CHESSON, 2000). Estudos ecológicos sobre a estrutura dos grupos semelhantes devem levar em consideração a observação de três principais eixos de nicho que podem facilitar a coexistência entre as espécies que são: espacial, trófico e temporal (SCHOENER, 1974), desses, o tempo de atividade é considerado uma importante dimensão de nicho (MACARTHUR; LEVINS, 1967).

Em ecologia, para entender como espécies semelhantes desempenham funções no ambiente é o chamado “*trade-offs*”, considerando essa ideia, o conceito de “*trade-offs*” é que os organismos não podem, simultaneamente, serem extremamente eficientes na realização de todas as suas atividades em mesmo espaço temporal. A importância do conceito de “*trade-offs*” se remete ao fato de que são interpretados como reflexo das diferenças de nicho entre as espécies e utilizados para explicar mecanismos de coexistência de espécies (KNEITEL; CHASE, 2004; WRIGTH, 2002).

Para Kneitel e Chase (2004), os principais exemplos em que os mecanismos de coexistência de espécie que se baseiam na definição de “*trade-offs*”, estão relacionados a maneira como as espécies se comportam em relação ao uso de recursos, tais como: à vulnerabilidade à predação, ao uso dos fatores abiótico e às respostas antrópicas.

Entre os insetos, as mariposas podem ser bons modelos para melhorar o entendimento dos padrões de segregação de nicho ecológico, uma vez que as assembleias

podem ser compostas por várias espécies funcionalmente diversas (CAMARGO *et al.*, 2015). Saturniidae e Sphingidae são mariposas que apresentam características comportamentais, ecológicas e morfológicas que se diferem, os saturnídeos, por exemplo, pela ausência de probóscide, não se alimentam (BARTHOLOMEW; CASEY 1978), enquanto mariposas esfingídeas, por possuir probóscide longa, são capazes de se alimentar. Além disso há outras diferenças que podem ser evidenciadas e que ajudam na compreensão da atividade temporal desses bichos.

Lepidoptera é um dos clados de insetos mais difundidos e diversos em termos de número de espécies e biomassa, (QUAH *et al.*, 2015; SZABÓ *et al.*, 2020). Entre os insetos os lepidópteros configuram a terceira maior ordem com cerca 157 mil espécies registradas, ficando atrás apenas de Coleoptera e Diptera (ZHANG, 2011).

Os lepidópteros são representados pelas borboletas e mariposas que são insetos holometábolos, portanto, possuem desenvolvimento completo a iniciar pelo ovo, passando pela larva, depois pupa e por fim adulto. Entre esses, as mariposas são os que possuem hábito de voo noturno. Entre as mariposas há duas famílias que possuem grande destaque quanto à realização de estudos faunísticos, que são Saturniidae e Sphingidae (CORRÊA, 2017).

Para o Brasil, estão registradas cerca 13.100 espécies de lepidópteros (CARNEIRO, 2022). A distribuição desses insetos ocorre em vários tipos de vegetações, topografia, clima, entre outras características, que lhes dão condições favoráveis para a sua manutenção de vida e uma fauna de lepidópteros diversificada (DUARTE *et al.*, 2012).

As mariposas geralmente têm atividade noturna e fototropismo positivo, qualidades que possibilitam serem fortemente atraídas em determinadas faixas de comprimentos de ondas emitidas por fontes luminosas específicas (BREHM *et al.*, 2021; NIERMANN; BREHM, 2022).

Sphingidae e Saturniidae pertencem à Bombycoidea e se destacam por possuírem características morfológicas, comportamentais e ecológicas bastante distintas e contrastantes (BROWN; FREITAS, 1999; BONEBRAKE *et al.*, 2010). Sphingidae é subdividida em quatro subfamílias: Smerinthinae, Sphinginae, Macroglossinae e Langiinae, sendo esta última a única sem registro para o Brasil (KITCHING, 2022); enquanto Saturniidae está subdividida em nove subfamílias, destas, cinco ocorrem no Brasil, sendo elas: Arsenurinae, Ceratocampinae, Hemileucinae, Oxyteninae e Saturniinae (CAMARGO, 2005; CAMARGO *et al.*, 2008, CAMARGO; MIELKE; CASAGRANDE, 2011; DUARTE *et al.*, 2012).

Dentre os Bombycoidea, Saturniidae é a que apresenta maior diversidade, com 3.454 espécies, de 180 gêneros distribuídos pelo mundo (KITCHING *et al.*, 2018).

Discrimina distribuição em todos os continentes, sendo que aproximadamente 966 espécies ocorrem na região Neotropical (CAMARGO, 2008). A região Neotropical aponta para a maior riqueza de Saturniidae (LEMAIRE, 1988).

Em terras brasileiras, várias áreas ainda necessitam de levantamentos mais primorosos e, frequentemente, novas espécies são descritas. Em contrapartida, levantamentos de literatura, coletas sistemáticas realizadas por diferentes cientistas, e também com base em consultas às principais coleções, é detectável a ocorrência de aproximadamente 466 espécies de Saturniidae para o Brasil (CAMARGO *et al.*, 2022). A família Saturniidae que também são conhecidas como, mariposas reais e/ou bicho-da-seda gigante, englobam muitas das mariposas mais notáveis do mundo.

As asas dos insetos que pertencem esta família, exibem variação em que as anteriores são largamente triangulares, muitas vezes com ápice falciforme, de forma especial nos machos de alguns gêneros, ou mais arredondados; as asas posteriores arredondadas, e em alguns, como por exemplo os bicho que pertencem a subfamília Arsenurinae, com um prolongamento na asa posterior (HEPPNER, 2008). Os saturnídeos diferenciam-se, pela antena do adulto que possui forma de cone sensorial e pelo dimorfismo sexual da perna anterior: as fêmeas dessa família têm um par de estruturas dentiformes (DUARTE *et al.*, 2012).

As mariposas Saturniidae exibem diferentes estratégias para se protegerem de predadores, como, manchas ocelares nas asas, que mimetizam os olhos dos predadores (STEVENS, 2007), e prolongamentos das asas posteriores, que atuam como desviadores anti-sonares contra a eco localização por morcegos (BARBER *et al.*, 2015).

Saturnídeos possuem aparelhos bucais reduzidos ou não possuem, dessa forma não se alimentam na fase adulta, concentrando sua alimentação apenas enquanto larva, por estes fatores, faz com que a expectativa de vida dos machos, após a cópula, seja de curta duração em relação as das fêmeas que são mais longevas por se deslocarem menos que os machos e acumularem mais energia, energia essa provinda dos recursos alimentares obtidos enquanto estão na fase larval (JANZEN, 1984).

Para o mundo, Sphingidae, soma cerca de 1700 espécies, sendo mais abundante nos trópicos (KITCHING, 2022). Para a região Neotropical, são estimadas cerca de 400 espécies (BONATTO, 2022; KITCHING *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2012.). Para o Brasil, estão registradas 196 espécies (HEXAIRE; MIELKE, 2019). A Região Nordeste do Brasil possui registro de 89 espécies, destas 62 espécies são registradas para o estado do Maranhão (DUARTE-JR *et al.*, 2001; DAURRAULT; SCHLINDWEIN, 2002; GUSMÃO *et al.*, 2003;

LOPES *et al.*, 2006; PRIMO *et al.*, 2013; HAXAIRE; MIELKE, 2013; CÂMARA; ROCHA; PEREIRA, 2018).

Como já mencionado, Sphingidae está subdivida em quatro subfamílias, Smerinthinae, Sphinginae e Macroglossinae e Langiinae, sendo dessas Langiinae a mais recente e a única que não possui registros no Brasil. Com o avanço de pesquisas, principalmente em aspectos moleculares, viu-se que o gênero *Langia* havia aspectos que o diferenciava da subfamília que fazia parte, Smerinthinae, passando assim para um clado irmão de Smerinthinae e Sphinginae, dessa forma, a posição do gênero *Langia* como grupo-irmão de Smerinthinae e Sphinginae significa que não pode ser incluído em nenhum dos dois sendo, portanto, colocado em sua própria subfamília, Langiinae (KITCHING, 2022).

Sphingidae possui robustez corporal e músculos densos que lhes conferem a capacidade de voo estável e vigoroso. Por esta característica, são conhecidos por migrar longas distâncias, apresentam probóscides bem desenvolvidas que são utilizadas para beber água e absorver néctar de diversas flores (SCHREIBER, 1978; KITCHING; CADIOU, 2000). Os animais da família dos esfingídeos em sua maioria, são noturnos, podendo ainda ser crepusculares e diurnos. Podem se alimentar de vasta diversidade de famílias botânicas, incluindo espécies cultivadas, portanto sugere-se sua importância na polinização de culturas de interesse econômico (ÁVILA-JR *et al.*, 2012).

Esta família de mariposas se evidencia como um bioindicador da qualidade ambiental útil, fato este que se dar devido à sua taxonomia, de forma relativa, bem conhecida, resposta ágil às modificações do meio e métodos de amostragem fáceis (HILTY; MERENLENDER, 2000). São importantes polinizadores e algumas populações ou comunidades de plantas, as chamadas plantas esfingófilas (DUARTE-JR *et al.*, 2001; MIELKE; HAXAIRE, 2013; CÂMARA, ROCHA, PEREIRA, 2018).

Os vegetais polinizados por esfingídeos podem ser de diversos grupos taxonômicos e formas, como arbustos, árvores e trepadeiras, tendo alta flexibilidade quanto aos hábitos e tipos florais das plantas visitadas. Estudos apontam que algumas dessas espécies estão adaptadas para receberem visitas deste grupo de insetos (DARRAUT; SCHLIDWEIN, 2002; KITCHIN; CADIOU, 2000). Por exemplo, no Cerrado brasileiro, o pequi (*Caryocar brasiliensis*) é polinizado por 24 diferentes espécies de esfingídeos (CORRÊA *et al.*, 2009).

Por dependerem das plantas como fonte de recursos alimentares para as larvas (herbívoras), e os adultos (nectarívoros), a ocorrência e abundância dos esfingídeos também são influenciadas pela variação sazonal da disponibilidade de recursos alimentares ocorrentes no ambiente (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2002).

Desde muito tempo meios naturais dos biomas do Brasil, estão sob uma acentuada fragmentação. Isso torna uma causa evidenciada de ameaça à conservação da fauna de Lepidoptera no país, tonando cada vez mais hostil o meio ambiente (FREITAS; MARINI-FILHO, 2011).

Estudos que tratam dos efeitos da fragmentação das florestas indicam seus efeitos deletérios para o processo de “defaunação” do nosso planeta. O termo “defaunação,” é usado para salientar a perda de espécies e populações faunísticas, bem como, apontar diminuição na abundância de indivíduos (DIRZO *et al.*, 2001). As consequências desse efeito de defaunação são imensas prejudicando o bem estar ambiental e das comunidades ali presente.

Os insetos, especialmente os Lepidoptera, têm sucumbido, diminuindo em abundância e riqueza. Segundo Dirzo *et al.*, (2014), a perda das florestas influencia no decréscimo da fauna, e por sua vez, a perda da fauna também influencia de forma negativa a flora. Se tratando de Sphingidae esta relação é ainda mais séria, pois no Neotrópico, algumas plantas são polinizadas quase que exclusivamente por este grupo de insetos (HEBER; FRANKIE, 1989; DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2002).

O modelo de desenvolvimento, estabelecido pela sociedade, não considera o equilíbrio do meio ambiente como uma questão importante a ser pensada, sobretudo, em primeiro lugar. A conservação e preservação do ambiente, a princípio, é a minimização de grandes desastres e se torna necessário para o bem-estar, a saúde e a redução das mazelas de uma sociedade que vive em um país mega diverso, sobretudo em aspectos naturais. Este cenário só mudará quando houver a instauração de uma educação baseada em conhecimentos científicos com princípios anti-negacionistas.

Dessa maneira, Saturniidae e Sphingidae, mostra-se como importantes e indicados para o monitoramento da qualidade ambiental, devido sua taxonomia ser bem definida e por responderem de forma ágil às mudanças causados no meio (HILTY; MERENLENDER, 2000).

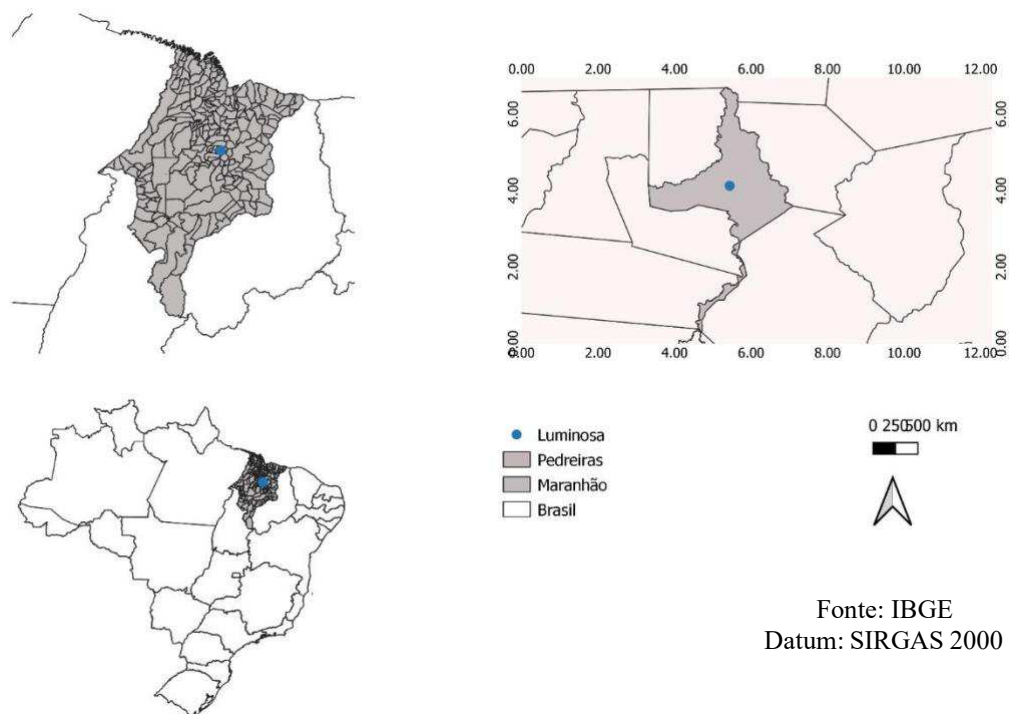
3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Área de Estudo

O município de Pedreiras – MA, pertence a região Centro Maranhense e integra a microrregião do Médio Mearim. O município faz parte da Bacia Hidrográfica do Mearim, um Bacia genuinamente maranhense, sendo, portanto, banhada pelo Rio Mearim. O bioma predominante é o Cerrado, tendo em suma, cobertura vegetal de estrato rasteiro gramíneo e arbóreo-arbustivo, possuindo ramificações irregulares e folhas enrijecidas (MARANHÃO, 2002).

Possui temperatura média anual entre 26°C e 27°C, podendo variar de acordo com os meses do ano, entre setembro e novembro a temperatura se eleva, entre dezembro e março as temperaturas baixam, devido a incidência das chuvas, nos outros meses do ano a temperatura é amena. O município conta a variação pluviométrica anual entre 1200mm a 1600mm. O clima é sub-úmido seco sendo classificado com clima C1, que se caracteriza pelo fato de a temperatura anual estar sempre superior a 18°C (MARANHÃO, 2002)

Figura 1: Mapa do Brasil e do Maranhão com destaque para o Município de Pedreiras, onde foram realizadas as coletas.



Fonte: Autor (2023).

3.2. Coleta do Material Biológico

As coletas ocorreram bimestralmente, em dois dias consecutivos entre o período de dezembro de 2022 a junho de 2023. A autorização de coletas foi emitida pelo SISBIO, com número 86467. Para atrair os espécimes foram utilizada uma armadilha do tipo Lençol iluminado, que é constituída de um lençol branco (300 X 200cm) e uma lâmpada mista de mercúrio de 400 Watts, exposto verticalmente, montados a cerca de 50 cm do solo (Figura 2).

Os espécimes, atraídos pela luz, foram coligidos manualmente ao pousarem no lençol ou próximo a ele e, ocasionalmente, com auxílio de rede entomológica. O sacrifício dos espécimes foi realizado com a aplicação de 1 ml de solução de amônia na região ventral, entre o tórax e o abdome.

As coletas ocorreram entre 18:00h e 06:00h, em noites de lua minguantes e/ou nova, para que a luminosidade natural não interferisse na eficiência da armadilha. Os espécimes foram separados por intervalos de uma hora, para que pudesse relacionar com os dados abióticos que foram coletados com o mesmo intervalo.

Em seguida, os espécimes foram acondicionados em envelopes entomológicos. O material biológico foi encaminhado para o Laboratório de Estudos de Lepidoptera (LEL), do Centro de Estudos Superiores de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão (CESC/UEMA), para montagem, etiquetagem e identificação, os espécimes serão indentificados utilizando a bibliografia especializada, Kinthing e Cadiou, 2000, Kinthing 2022 e a base de dados Bold Systems. O material testemunho do projeto foi incorporado à Coleção Zoológica do Maranhão (CZMA).

Figura 2: Armadilha do tipo luminosa usada para atrair os espécimes.



Foto: Câmara, J. T. (2022)

4.3. Coleta de dados por intervalo de horários

Para as análises cronobiológicas foram consideradas 12 unidades de tempo, ou seja, considerando o intervalo de uma hora. Cada espécime foi rotulado com seu respectivo intervalo horário que foi coletado. Adicionalmente, foram coletados dados de temperatura com auxílio de um termômetro digital e foram consideradas as médias de temperaturas dos intervalos horários. Os dados foram analisados através de planilha e gráficos produzidos no programa EXCEL.

4.4. Análise de Dados

Para analisar os dados, inicialmente foi feito um banco de dados em planilha eletrônica, relacionando as informações de identificação e dados das etiquetas dos espécimes. A partir desse instrumento foi elaborado a lista de espécies e o cálculo dos seguintes índices faunísticos: frequência relativa, abundância, constância e dominância, (SILVEIRA-NETO; NAKANO; BARBIN, 1976). Também foram calculadas a diversidade e estimativa de riqueza de espécies.

Frequência (Pi): É a porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos obtidos na amostra.

Obtido através da fórmula:

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Onde: *ni*: número de indivíduos da espécie *i*

N: Total de indivíduos da amostra

Abundância (A): Refere-se ao número de indivíduos por unidade de superfície ou volume e varia no espaço e no tempo. Será estabelecida pela soma total dos indivíduos de cada espécie, empregando-se uma medida de dispersão, através do cálculo de desvio padrão e intervalo de confiança (IC) da média aritmética, utilizando-se o teste “t” a 5% e 1% de probabilidade, calculadas pelo ANAFAU. Foram estabelecidas as seguintes classes de abundância:

Rara (R) = número de indivíduos menor que o limite inferior (LI) do IC da média a 1%;

Dispersa (Di) = número de indivíduos situados entre os limites inferiores do IC da média a 5% e 1%;

Comum (C) = número de indivíduos situados entre do IC da média a 5%;

Abundante (A) = número de indivíduos situados entre os limites superiores (LS) do IC da média a 5% e 1%;

Muito abundante (MA) = número de indivíduos maior que o limite superior do IC média a 1%.

Constância (C): Obtém-se através da porcentagem de ocorrência das espécies presentes no levantamento, calculada pela fórmula:

$$C = p * 100/N$$

Onde: p = número de coletas ocorrendo à espécie;

N = número total de coletas efetuadas.

Em cada resultado, tem-se então, as seguintes categorias:

- a) Espécies constantes (C) = presentes em mais de 50% das coletas;
- b) Espécies acessórias (Ac) = presentes em 25 – 50% as coletas;
- c) Espécies acidentais (A) = presentes em menos de 25% das coletas.

Dominância (D): Refere-se à biomassa ou número de indivíduos que a espécie representa na amostra. Foi determinada a partir do índice de dominância, através da fórmula:

$$ID = 1/Sx100$$

Onde: S = número total de espécies da comunidade.

A partir do valor obtido, essa equação será comparada com o valor da frequência relativa para cada espécie, determinando espécie dominante (D), quando estiver uma frequência maior que o índice de dominância, não dominante (ND), quando a frequência é menor que o índice de dominância.

Diversidade

Índice de Simpson (D'): Este índice fornece a ideia da probabilidade de se coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade ou amostra, e obrigatoriamente pertencerem a espécies diferentes (GORENSTEIN, 2002). É obtido pela fórmula:

$$S' = \sum_{i=1}^s \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Onde: n_i – número de indivíduos amostrados para a i -ésima espécie;

N – número total de indivíduos amostrados.

O valor calculado de S' ocorre na escala de 0 a 1, sendo que os valores próximos de um indicam menor diversidade. No entanto, para apresentação de dados nesse estudo será feito a seguinte equação: $1-S'$. Portanto os resultados numericamente maiores refletem maior diversidade.

Índice de Shannon-Wiener (H'): Shannon-Wiener é o índice de diversidade mais amplamente empregado, além de ser apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou subcomunidade de interesse (LUDWIG; JAMES, 1988). Fornece a ideia de grau de incerteza em prever, qual seria a espécie pertencente a um indivíduo da população se retirado aleatoriamente (LAMPRECHT, 1990). Quanto maior o valor de H' , maior a diversidade da área de estudo. É obtido pela fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{N}{n_i}$$

Onde: \ln – logaritmo neperiano;

n_i e N – definidos anteriormente.

As estimativas de riqueza de espécies foram realizadas com auxílio do programa R de acesso livre, empregando os procedimentos, `Jackknife1` utilizando os pacotes `BiodiversityR` e `vegan` (R CORE TEAM, 2014). Foi produzida também a curva de acúmulo do número de espécies, com o programa `Past`.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos, nas coletas realizadas, 66 espécimes de 25 espécies, 21 gêneros, pertencentes à oito subfamílias divididas em duas famílias, Saturniidae e Sphingidae (Tabela 1). Saturniidae foi mais representativas, com 15 espécies que pertencem à 12 gêneros e Sphingidae com 10 espécies pertencentes à nove gêneros.

Para Saturniidae a subfamília mais rica foi Hemileucine, com sete espécies. Destas, *Hyperchiria orodina* (Schaus, 1900), configurou dentre as demais espécies com maior abundância com 13 espécies, com frequência 28,26%, considerada constante e dominante.

Os resultados alcançados neste trabalho corroboram com Camargo *et al.*, (2008), quando se refere a Hemileucine a subfamília mais rica e abundante para o Cerrado, bioma, pelo qual, o Município de Pedreiras se insere. Neste mesmo estudo, Camargo *et al.*, (2008) refere-se a Ceratocampinae com a segunda mais rica e abundante e os mesmos padrões de representatividade da fauna de saturnídeos são apresentadas neste trabalho.

Dentre os esfingídeos, Macroglossinae se destacou como a mais rica e abundante dentre as subfamílias de Sphingidae, com sete espécies de seis gêneros. Estudos realizados em vários biomas brasileiros apontam Macroglossinae como subfamília mais abundante e rica nas comunidades de Sphingidae (GUSMÃO; CREÃO-DUARTE 2004; RAFAEL *et al.*, 2018; VERDE; PALUCH, 2019). Sendo *Callionina guarte* (Debauche, 1934), *Perigonia pallida* (Rothschild & Jordan, 1903) as mais abundantes neste estudo.

Para o Leste do Maranhão, em ambiente de Cerrado muito parecido fitofisionomicamente com o local onde foi realizado este estudo, Câmara *et al.*, (2018) obtiveram Macroglossinae com sendo a subfamília com maior riqueza e abundância. Geralmente, os inventários no Neotrópico trazem Macroglossinae como nesta condição (CARCASSON; HEPPNER, 1996).

Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771) foi o único representante de Smerintihinae sendo amostrado em todas as coletas realizadas, foi a espécie mais abundante dentre as registradas no presente estudo, vale destacar que resultados semelhantes foram alcançados em outras pesquisas como para o Cerrado (ÁVILA JÚNIOR, 2003) e Mata Atlântica (JÚNIOR; SCHLINDWEIN 2005).

Tabela 1. Lista de Saturniidae e Sphingidae coletadas em Pedreiras-MA, entre dezembro de 2022 e junho de 2023, com frequências absoluta (Freq Ab) e Relativa (Freq Rel), Constância (AC – Espécies Acessórias, C – Espécies Constantes), Dominância (ND – Não Dominante, D – Dominante) e Abundância (DI – Dispersa, C – CO -Comum, MA – Muito abundante).

Família/ Subfamília/ Espécie	Data						Freq Ab	Freq Rel%	Cons.	Dom.*	Abu.
	Dez./2022	Fev./2023	Abr./2023	Jun./2023							
SATURNIIDAE											
Arsenurinae											
<i>Paradaemonia nycteris</i> (Jordan, 1922)			1				1	2,17	AC	ND	DI
<i>Dysdaemonia boreas</i> (Cramer, 1775)				1			1	2,17	AC	ND	DI
Ceratocampinae											
<i>Adelowalkeria flavosignata</i> (Walker, 1865)	1						1	2,17	AC	ND	DI
<i>Psilopygida walkeri</i> (Grote, 1867)	1	3					4	8,70	AC	D	CO
<i>Sysspphinx molina</i> (Cramer, 1781)		3					3	6,52	AC	ND	CO
Hemileucinae											
<i>Automerina</i> sp.					6		7	15,22	AC	D	MA
<i>Automeris amoena</i> (Boisduval, 1875)		3					3	6,52	AC	ND	CO
<i>Hyperchiria orodina</i> (Schaus, 1900)	5	5		3			13	28,26	C	D	MA
<i>Hylesia ebalus</i> (Cramer, 1775)					1		1	2,17	AC	ND	DI
<i>Hylesia oratex</i> (Dyar, 1913)	1						1	2,17	AC	ND	DI
<i>Hylesia</i> sp.					1		1	2,17	AC	ND	DI
<i>Periga</i> sp1						1	1	2,17	AC	ND	DI
<i>Periga</i> sp2						1	1	2,17	AC	ND	DI
Oxyteninae											
<i>Oxytenis</i> sp.		2		2			7	15,22	C	D	MA
Saturniinae											
<i>Rothschildia aurota</i> (Cramer, 1775) 13			1				1	2,17	AC	ND	DI

Tabela 1. Continuação.

Família/ Subfamília/ Espécie	Data					Freq Ab	Freq Rel%	Cons.	Dom.*	Abu.
	Dez./2022	Fev./2023	Abr./2023	Jun./2023	Jun./2023					
SPHINGIDAE										
Macroglossinae										
<i>Callionima guarti</i> (Debauche, 1934)	2				2	10	AC	D		CO
<i>Enyo ocypte</i> (Linnaeus, 1758)			1		1	5	AC	ND		CO
<i>Eumorpha fasciatus</i> (Sulzer, 1776)		1			1	5	AC	ND		CO
<i>Pachylioides resumens</i> (Walker, 1856)			1		1	5	AC	ND		CO
<i>Perigonia pallida</i> (Rothschild & Jordan, 1903)	2				2	10	AC	D		CO
<i>Xylophanes tersa</i> (Linnaeus, 1771)			1		1	5	AC	ND		CO
<i>Xylophanes sp.</i>			1		1	5	AC	ND		CO
Smerinthinae										
<i>Protambulyx strigilis</i> (Linnaeus, 1771)	2	3	1	1	7	35	C	D		MA
Sphinginae										
<i>Cocytius duponchel</i> (Poey, 1832)	2	1			3	15	AC	D		CO
<i>Manduca sexta paphus</i> (Cramer, 1779)	1				1	5	AC	ND		CO
TOTAIS	17	21	12	16	66					

*Índice de dominância: Saturniidae = 6,66 - Sphingidae = 10;

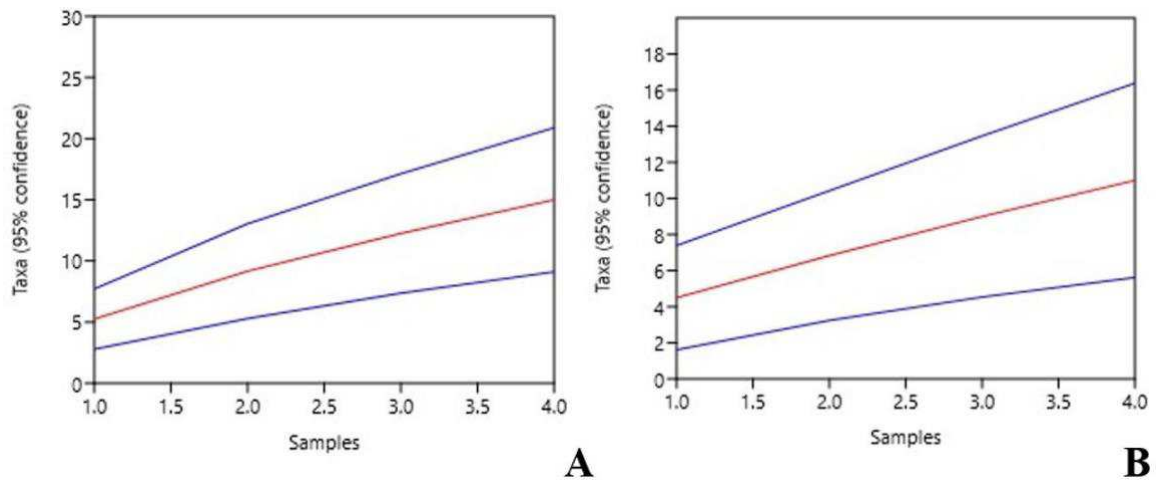
As estimativas de riqueza (Jackknife1) para Saturniidae e Sphingidae são, respectivamente, 23 e 16, indicando que a amostra obtida, para ambas as famílias, não reflete a real riqueza dos táxons para a área de estudo (Tabela 2). Tais estimativas são corroboradas pelas curvas de acúmulo de espécies para as famílias, que não apresentam tendência assintota (Figuras 3, A e B), indicando que coleta adicionais incrementarão o número de espécies para área de estudo.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Simpson (D') encontrados para a Saturniidae 2,22 e 0,85, respectivamente; para Sphingidae $H'= 2,01$ e $D'= 0,82$. Ou seja, os índices são muito similares para ambas as famílias (Tabela 2). Se comparados com os dados de diversidade encontrados por Câmara; Rocha; Pereira (2018), para Sphingidae do Leste do Maranhão ($H'= 2,54$ e $SD= 0,89$), a diversidade encontrada neste estudo não é considerada discrepante. Se consideramos ainda que, com o aumento de coletas, a riqueza de espécies tende a ser incrementada, a diversidade de Saturniidae e Sphingidae para área de estudos tem potencial para alcançar e, até ultrapassar, aquela obtida no estudo realizado no Leste maranhense.

Tabela 2. Valores dos índices de diversidade Shannon (H') e Simpson (D') e o estimador de riqueza "Jackknife 1" com o desvio padrão da comunidade de Saturniidae de Pedreiras-MA.

Índices de diversidade e média de estimador de riqueza	Saturniidae		Sphingidae	
	Valores	Desvio Padrão	Valores	Desvio Padrão
"Jackknife 1"	23	4,6	16	3,3
H'	2,22	-	2,01	
D'	0,85	-	0,82	

Figura 3. Curva de acúmulo de espécies obtida durante as coletas em Pedreiras – MA. **A:** Saturniidae; **B:** Sphingidae.



4.1. Cronobiologia de Saturniidae

Saturniidae de Pedreiras-MA voaram durante todos os intervalos de horas entre as 18:00h e 06:00h, com exceção do intervalo de hora de 03:00-04:00h. O horário de maior riqueza foi entre 23:00h e 00:00h, com sete espécies registradas. Os intervalos horários de maior abundância, foram entre 23:00h – 00:00h e entre 02:00h – 03:00h, com nove espécimes registrados em ambos os intervalos (Figura 4).

Para uma análise mais detalhada são considerados grupos menores, portanto, subfamílias. Para a subfamília Arsenurinae, com duas espécies registradas neste estudo, dois horários foram registrados das 19:00h–20:00h e 04:00h–05:00h (Figura 5). Cada horário registrou uma espécie, sendo um espécime de cada espécie. A baixa abundância de Arsenurinae pode estar relacionada ao grande tamanho dos espécimes do grupo, que necessitam de recursos ambientais razoáveis para sustentar populações conspícuas. Sendo que a área de coleta se encontra com acentuado grau de antropização, pode ser que este seja o fator limitante para menor representatividade desta subfamília na amostra obtida.

Figura 4. Dados da flutuação de voo de Saturniidae por intervalo de hora. **A.** Riqueza; **B.** Abundância.

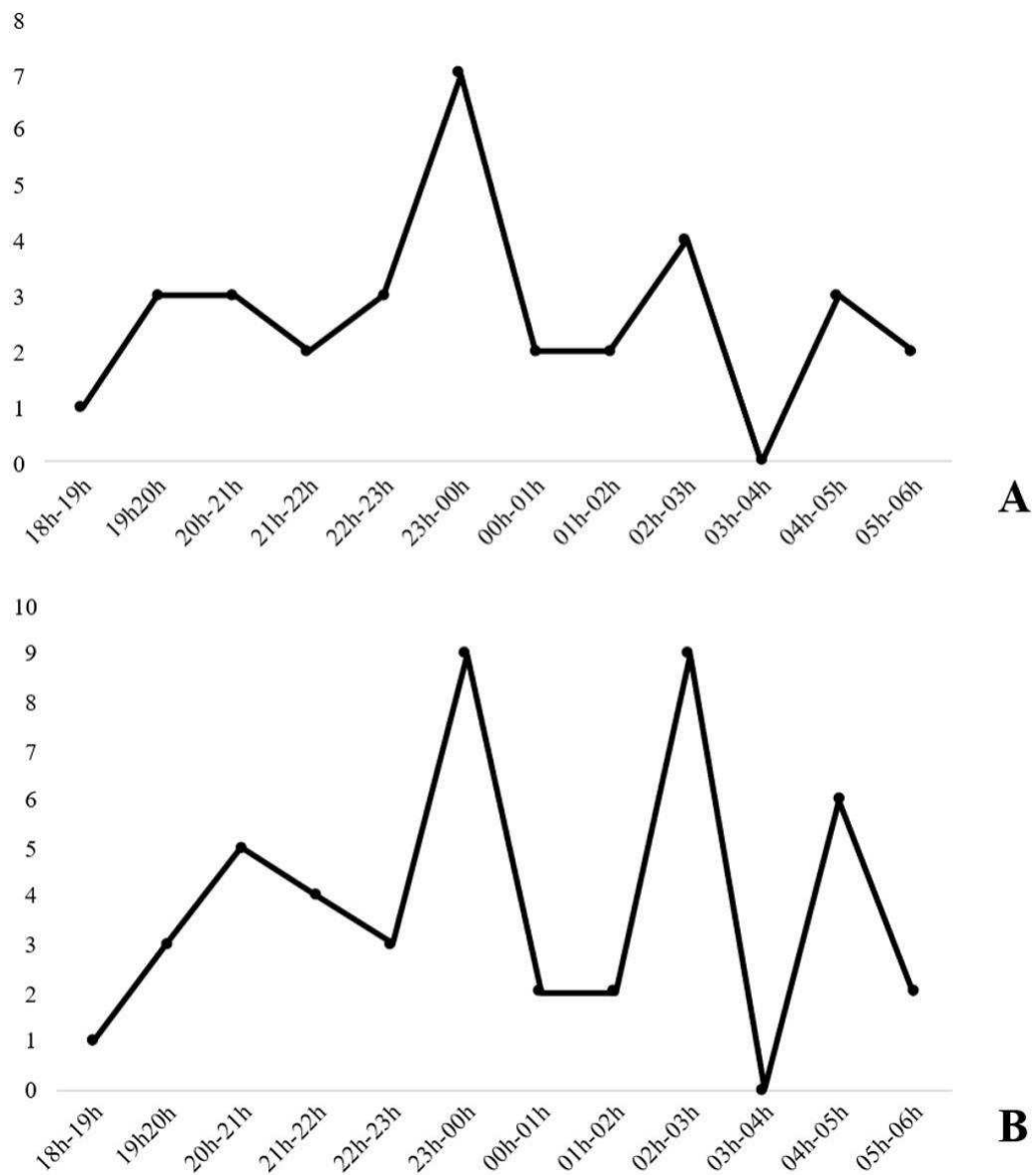
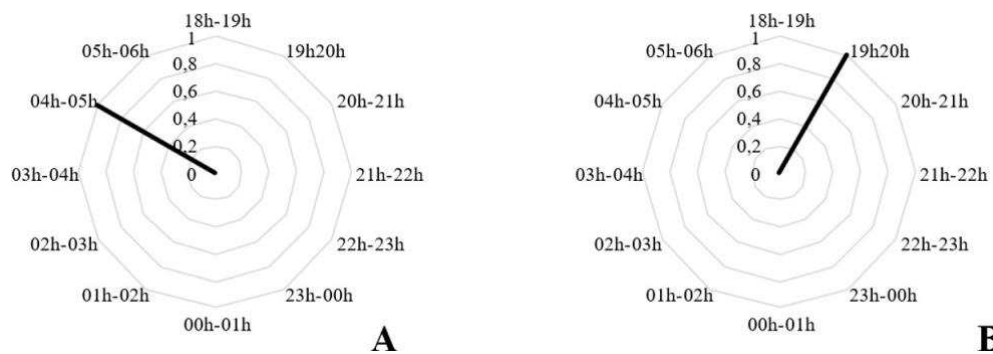


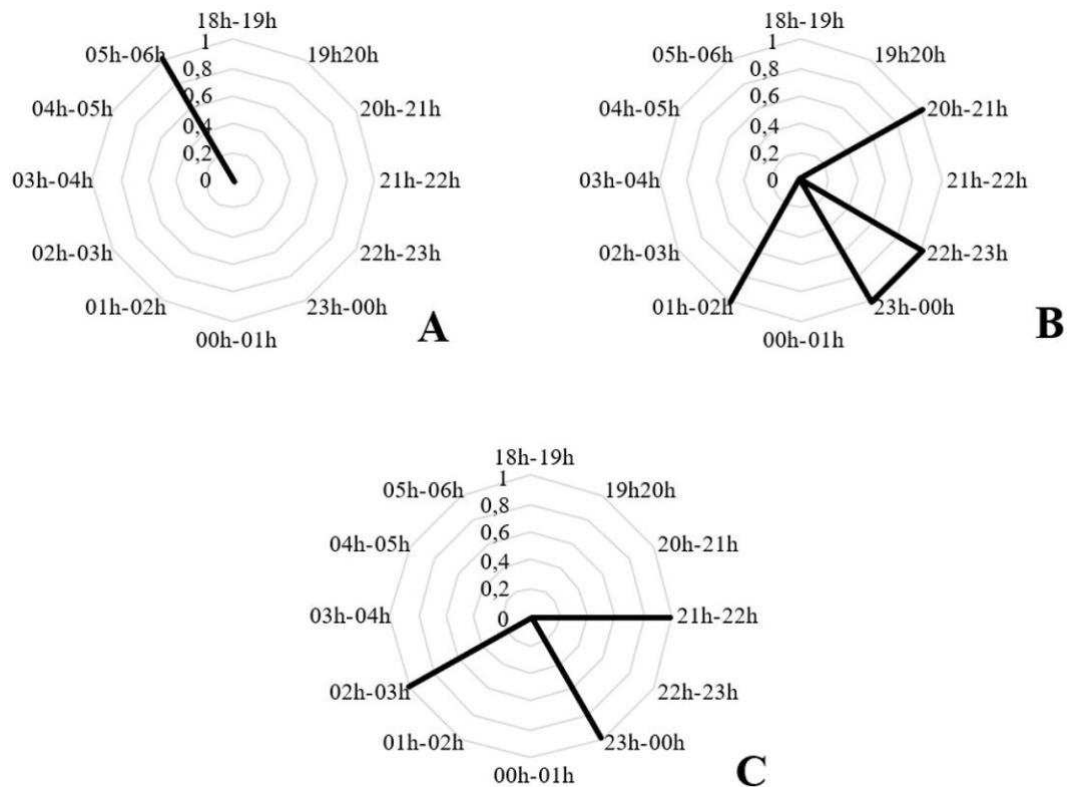
Figura 5. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Arsenurinae. **A:** *Dysdaemonia boreas*; **B:** *Paredemonia nyctaris*.



Para Ceratocampinae registrou três espécies, com ocorrência distribuída das 20:00h às 06:00h. Para todos os horários foram registrados apenas um espécime, não sendo possível determinar preferência por horário, no entanto, a espécie que se destacou em abundância foi *Psilopygida walkeri*, com quatro espécimes, com ocorrência nos intervalos horários: 20:00 – 21:00h, 22:00-23:00h, 23:00-00:00 e 01:00h-02:00h (Figura 6).

Figura 6. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Ceratocampinae. **A.**

Adelowalkeria flavosignata, **B.** *Psilopygida walkeri* **C.** *Syssphinx molina*.



Hemileucinae está representada por sete espécies com ocorrência nos mais variados horários da noite. No entanto, cinco espécies foram registradas por exemplares únicos, destacando-se *Automerina* sp, *Automeris amoena* e *Hyperchiria orodina*, com sete, três e 13 espécimes, respectivamente. *Hyperchiria orodina* ocorreu em cinco intervalo de horários (18:00h-05:00h), sendo que no intervalo de 02:00h–03:00h concentrou maior abundância para a espécie (Figura 7).

Oxyteninae está representada por sete espécimes de apenas uma espécie, com ocorrência em cinco intervalos de horário distribuídos das 19:00h-06:00. *Oxytenis* sp., ocorreu em entre 19:00h – 20:00h, 20:00h – 21:00h, 22:00h – 23:00h, 02:00h – 03:00h e 05:00h – 06:00h (Figura 8).

Para Saturniinae está representada por exemplar único, portanto, registrada em apenas um horário, no final da segunda metade da noite, das 04:00h–05:00h (Figura 9).

Figura 7. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Hemileucinae. **A.** *Automerina* sp, **B.** *Automeris amoena*, **C.** *Hylesia ebalus*, **D.** *Hylesia oratex* **E.** *Hylesia* sp., **F.** *Hyperchiria orodina*, **G.** *Periga* sp1, **H.** *Periga* sp2.

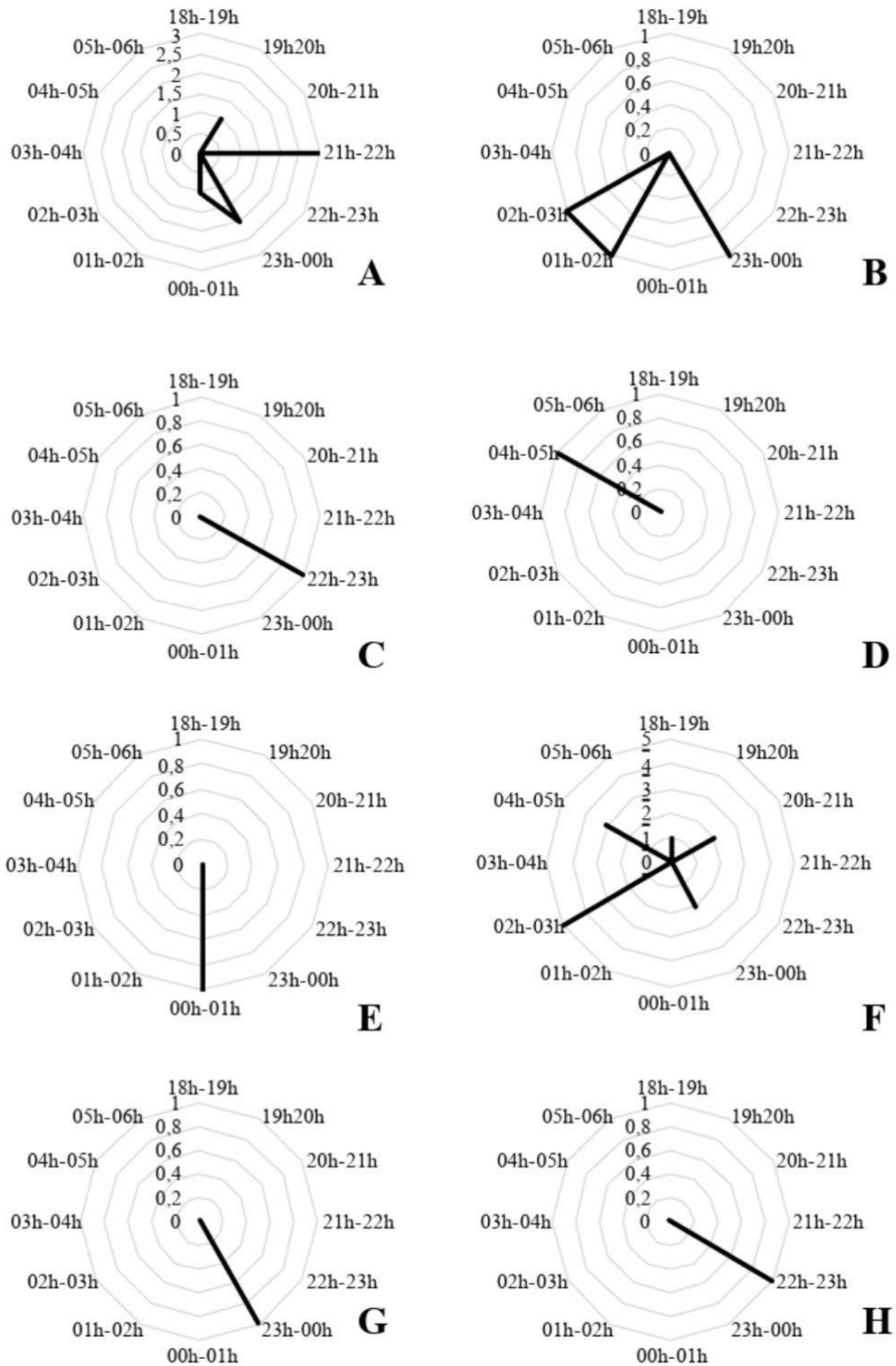


Figura 8. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Oxyteninae, com a espécie *Oxytenis* sp.

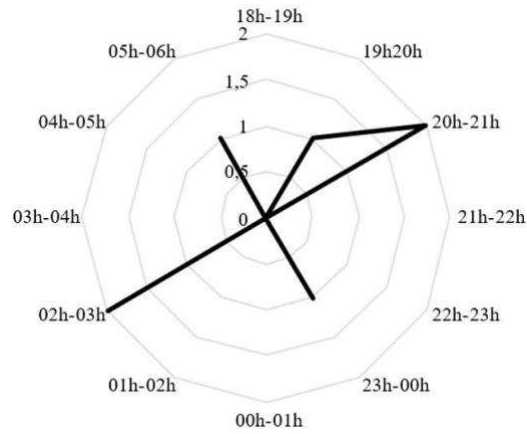
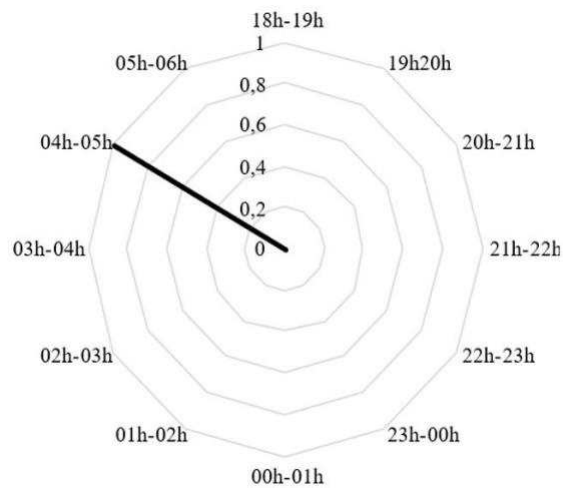
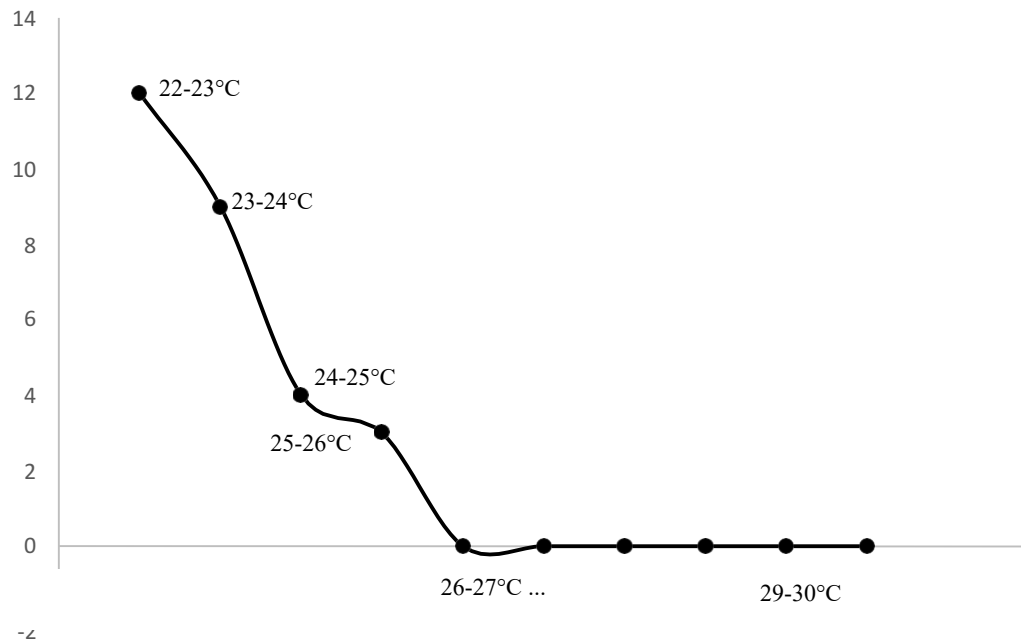


Figura 9. Dados horários das espécies registradas para a subfamília Saturniinae com a espécie *Rothschildia aurota*.



Os dados de temperatura obtidos apontam que os Saturniidae preferem temperaturas entre 22°C e 26°C, sendo o intervalo de 22°C–23°C é a temperatura de preferencia de maior número de espécies (Figura 10).

Figura 10. Relação entre a riqueza de Saturniidae e intervalo de temperatura (°C), obtidos em área de Cerrado, no Médio Mearim, estado do Maranhão.

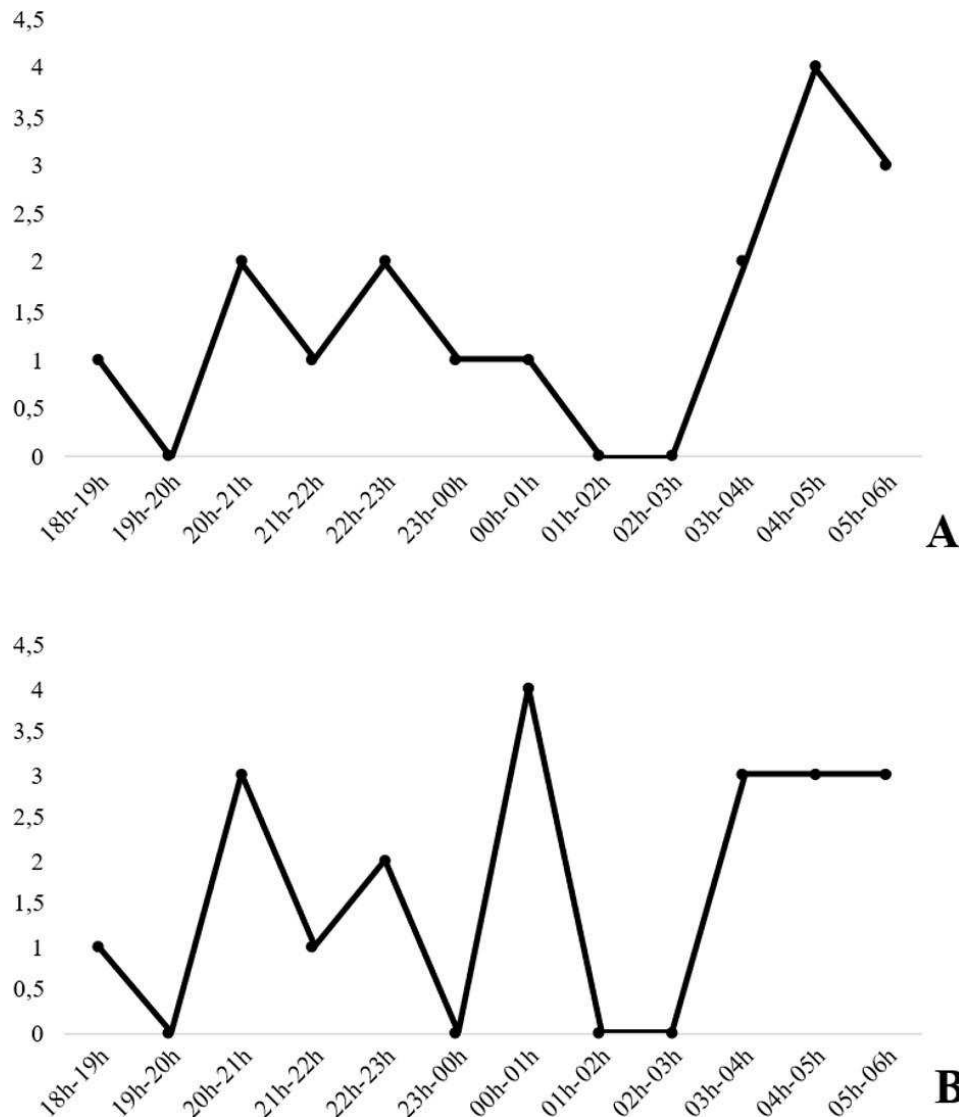


4.2. Cronobiologia de Sphingidae

A esfingíofauna de Pedreiras-MA, voou durante todo o período noturno, com exceção dos intervalos, 19:00h–20:00h, 01:00h–02h00h, 02:00h–03:00h. O intervalo horário de maior riqueza foi o de 03:00h–04:00h, com quatro espécies registradas. O intervalo horário, pelo qual, foi obtida a maior abundância de espécimes foi o de 00:00h–01:00h, com quatro espécimes registrados (Figura 11).

Estudos semelhantes de avaliação da atividade temporal de Sphingidae já foram realizados em outras áreas. Camargo *et al.* (2016), em estudo realizado na Floresta Amazônica e de Corrêa (2017) para o Cerrado mostraram padrões de atividade da fauna de esfingídeos com resultados semelhantes a que foram encontrados neste trabalho.

Figura 11. Dados da flutuação de voo de Sphingidae por intervalo de hora. **A.** Riqueza; **B.** Abundância.



Em relação à abundância por horários da família, Camargo *et al.* (2016) e Corrêa (2017) mostra que os picos da maior quantidade de espécimes registrados foram nos horários de 21:00h, 01:00h e 05:00h. Tais resultados corroboram com os resultados alcançados durante esta pesquisa, onde os três picos de horários com maior abundância foi entre os intervalos horários 20:00h – 21:00h, 00:00h – 01:00h e 03:00h – 06:00h. Entretanto, os autores supracitados mostram uma ascendência nas últimas horas da noite, mostrando uma disparidade com este trabalho, que mostra um pico de abundância entre 00:00h e 01:00h.

Analisando as subfamílias separadamente, temos: Macroglosinae, a mais abundante neste estudo, atingiu uma distribuição na maioria dos horários da segunda metade da noite, com três espécies registradas no intervalo entre 04:00h–05:00h. Cinco espécies

foram registradas por exemplares únicos e, *Callionina guiarti* e *Perigonia pallida*, foram registradas em dois intervalos, portanto, obtendo dois espécimes de cada, sendo a primeira entre 04:00h – 05:00h e 05:00h – 06:00h e a segunda entre 20:00h – 21:00h e 05:00h – 06:00h (Figura 12).

Para Smerinthinae, apenas uma espécie foi registrada, *Protambulix strigilis*, a maior abundância de espécimes da espécie ocorreu entre o intervalo de 00:00h – 01:00h, sendo responsável também por configurar a maior abundância de Sphingidae por intervalo de horário. (Figura 13).

Sphinginae registrou duas espécies, que voaram em quatro intervalos. A espécie que registrou maior abundância foi *Cocytius duponchel* com dois espécimes no intervalo horário entre 03:00h–04:00h (Figura 14).

Figura 13. Dados horário da espécie *Protambulix strigilis*, registradas para a subfamília Smerinthinae.

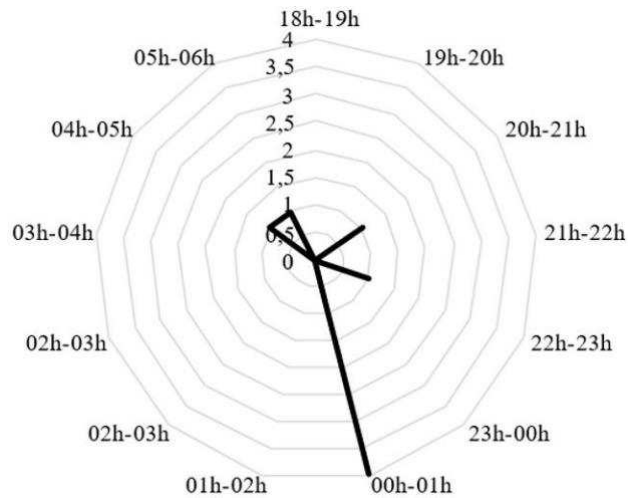
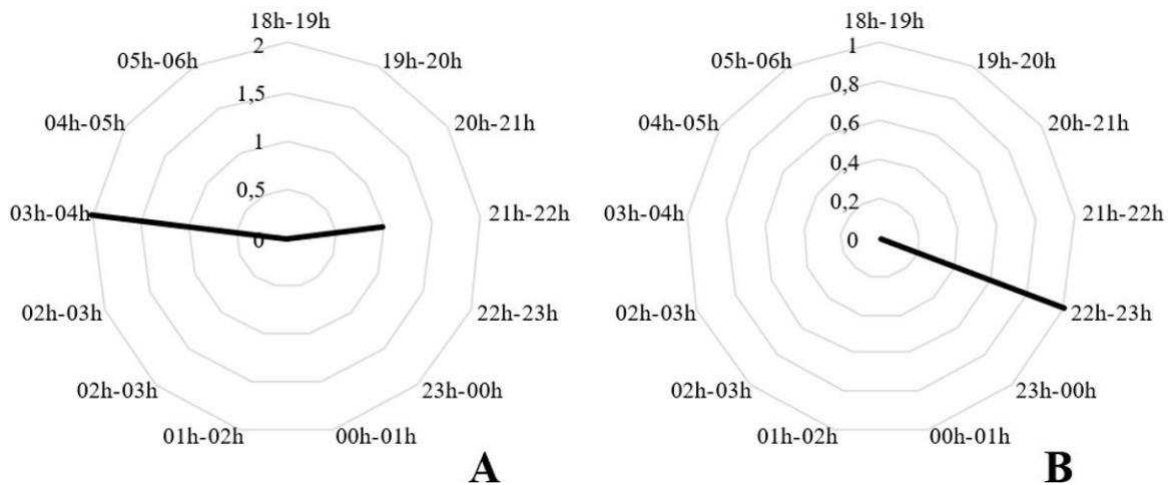
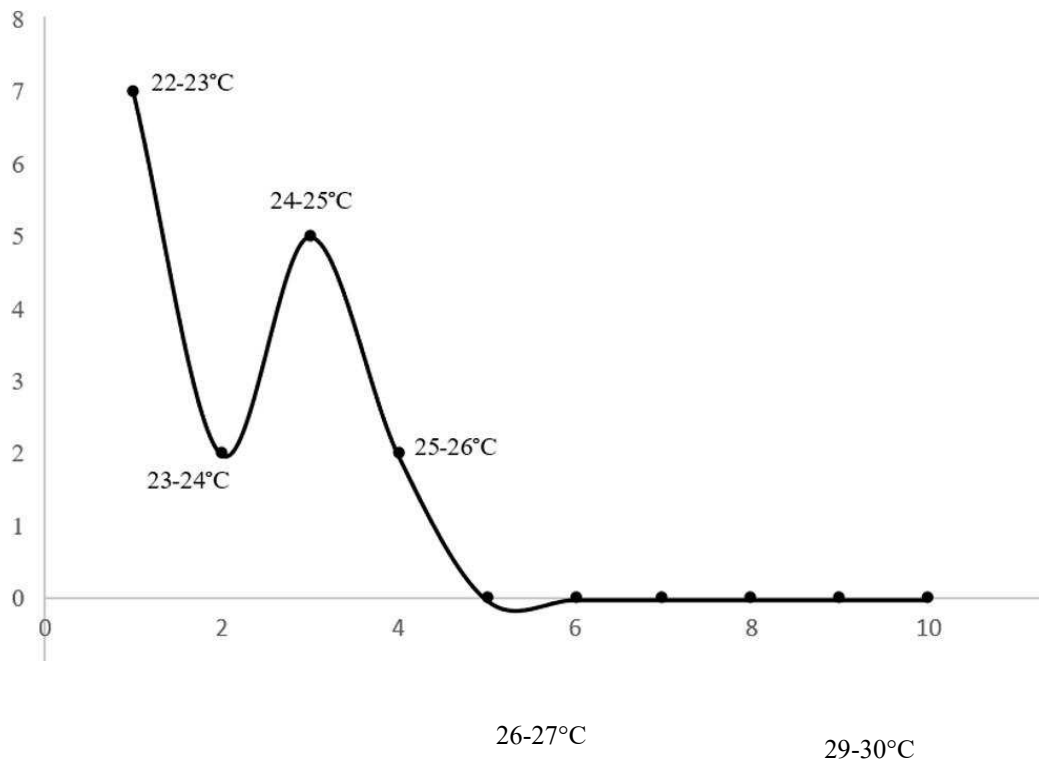


Figura 14. Dados horário das espécies registradas para a subfamília Sphinginae. **A.** *Cocytius duponchel*, **B.** *Manduca sexta paphus*.



Os dados de temperatura de Sphingidae obtidos (Figura 15) apontam que a maioria das espécies da fauna de esfingídeos da área, preferem temperaturas entre 22°C e 26°C, sendo o intervalo de 22°C – 23°C o que obteve maior número de espécies, ou seja, com sete espécies.

Figura 15. Relação entre a riqueza de Sphingidae e intervalo de temperatura (°C), obtidos em área de Cerrado, no Médio Mearim, estado do Maranhão.



4.3. Padrões de atividade de voo entre Saturniidae e Sphingidae

Em decorrência da carência de dados, refletido tanto pelo baixo “n” de espécimes obtidos neste estudo, quanto pela pouca quantidade de estudos cronobiológicos para os grupos alvos, não é possível estabelecer preferência de horário de voo para Saturniidae e Sphingidae com muita precisão. No entanto, vale mencionar que o intervalo 03:00h – 04:00h, não houve uma sobreposição dos grupos, neste intervalo não houve registros de nenhum saturnídeo, em contrapartida, foi o intervalo de maior riqueza e o segundo com maior abundância para a fauna de esfingídeos.

Padrões como este, mostram a ausência de particionamento encontrada em comunidades de Saturniidae e Sphingidae das Amazônia (CAMARGO *et al.* 2016) e do Cerrado (CORRÊA, 2017). Dessa forma, Camargo *et al.* (2015), explica que esta ausência de uma organização temporal, a nível de família, já é esperada para saturnídeos, devido à falta de alimentação, tendo em vista a ausência ou redução de aparelho bucal destas mariposas. Em contrapartida, um particionamento é esperado para Sphingidae, devido à sua atividade de forrageamento durante a noite que possibilita competição de recursos entre as espécies.

Tais questões supracitadas sugerem que os padrões de atividades não se limitam apenas a fatores alimentares. Entretanto, pode ser um fator que limite a incidência de animais dessas famílias, haja vista, a alta antropização da área de coleta. Saturniidae, quando larva, se alimenta de vegetais disponíveis no ambiente. Já Sphingidae, além da fase larval, se alimentam quando adultas, e certas plantas dependem desses insetos para serem cultivadas e algumas plantas (esfingófilas) são alimentos preferenciais para os esfingídeos, apesar de se alimentarem de outras plantas também, e, como já mencionado a perda das florestas influencia no decréscimo da fauna (DIRZO *et al.* 2014).

Quando observa-se os dados gerais, em relação aos horários de voo, se percebe uma tendência para Saturniidae ter maior abundância na primeira metade da noite (até 00:00h) e Sphingidae, preferência pela segunda metade da noite. Possivelmente esta tendência seja justificada pelo fato de se observar durante as noites de coletas acentuada quantidade de morcegos no entorno da armadilha luminosa. Os principais predadores de mariposas são morcegos e concentram picos de atividades temporal nas primeiras horas da noite (ERKERT, 2000).

Algumas subfamílias de saturniídeos possuem especialidades que afastam predadores. Hemileucinae, por exemplo, neste estudo deteve a maior abundância na primeira metade da noite. Espécies de Hemileucinae são menos preferidas, devido ao fato de possuírem odor forte e mal gosto, tornando-os impalatáveis afastando predadores (CAMARGO, 1997). E além disso insetos de Hemileucinae possuem manchas ocelares nas asas para mimetizar olhos de predadores (STEVENS, 2005; LAMPE, 2010).

Diferentemente de Saturniidae, Sphingidae configurou uma maior abundância após as 00:00h. Dessa forma, para a fuga de predadores, pela necessidade de diferentes atividades metabólicas de forrageamento, por diminuir os riscos de predação e para reduzir a competição por espaço para que haja a realização de outras funções biológicas da família. Pode-se sugerir que os esfingídeos tendem a preferir estes horários, a segunda parte da noite, como apontado por Corrêa (2017).

A vista disso, a atividade temporal pode ser influenciada por diversos fatores, que podem inferir em relação a sobreposição dos padrões das famílias de Saturniidae e Sphingidae, sendo eles, fatores abióticos, riscos de predação e a falta de recursos alimentares, Saturniidae, quando larva e para Sphingidae, quando larva e adultos (SANTOS, PRESLEY, 2010; CAMARGO *et al.* 2015; CAMARGO *et al.* 2016).

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, este trabalho contribuiu de forma significativa para o conhecimento da composição e da riqueza de mariposas para o município de Pedreiras – MA e do Médio Mearim, tornando este estudo pioneiro para a região, obtendo 25 novos registros para as localidades, sendo 15 registros de espécies de Saturniidae e 10 para Sphingidae. Além disso, ampliou os pontos amostrais do estado do Maranhão.

Hyperchirua orodina e *Oxytenis* sp. foram as mais abundantes entre todas obtidas e com amplitude tanto no intervalo horário (distribuição por 11 horas) quanto no intervalo de temperatura. Dessa forma, é possível entender que estas espécies são bem adaptadas a, portanto, tenham mais sucesso na exploração dos recursos naturais da área de coleta.

Tanto Saturniidae quanto Sphingidae tendem a preferir temperaturas entre 22°C e 26°C, os dados mostram que nenhuma das famílias obtiveram registros de voo com temperaturas acima de 26°C, contudo, temperatura abaixo de 22°C não foi registrada durante a realização deste estudo, não sendo possível afirmar se os grupos possuem preferência por voar em temperaturas abaixo de 22°C.

Além disso, o levantamento das famílias estudadas aqui pode prestar subsídios para trabalhos futuros, para inferir a qualidade ambiental da área, tendo em vista a acelerada antropização da área de coleta. Como se sabe, a perda da vegetação influencia no decréscimo da fauna e a diminuição da fauna leva a perda das florestas.

Por conseguinte, há ainda necessidade de mais coletas para que com dados robustos, seja possível inferir com maior propriedade, sobre as atividades de voo dos grupos alvos deste estudo, entendendo melhor quais fatores influenciam estas atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J. F.; MARQUES, N. Cronobiologia: uma multidisciplinaridade necessária. **Margem, São Paulo**, v. 15, p. 95–112, 2002.
- ÁVILA JUNIOR, R. S. de *et al.* **Esfingofilia em plantas do cerrado**. 2003.
- ÁVILA-JR, R. S. *et al.* Relações entre Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) e Flores no Brasil – Panorama e Perspectivas de Uso de Polinizadores, 143-152. In: Imperatriz-Fonseca, VL, DAL CANHOS, DA ALVES & AM SARAIVA (Orgs.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo, EDUSP, p.488, 2012
- BARTOLOMEW, G. A.; CASEY, T. M. Consumo de oxigênio das mariposas durante o repouso, aquecimento antes do voo e voo em relação ao tamanho do corpo e morfologia da asa. **Journal of Experimental Biology**, v. 76, n. 1, pág. 11-25, 1978.
- BONATTO, L. D. **Propriedades físicas de sedas de lepidópteros neotropicais**. 2022.
- BONEBRAKE, T. C. *et al.* – More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. – **Biological Conservation**, 1831-1841. 2010.
- BREHM, G.; *et al.* Moths are strongly attracted to ultraviolet and blue radiation. **Insect Conservation and Diversity**, v. 14, n. 2, p. 188–198, 2021.
- BREHM, G.; ZEUSS, D.; COLWELL, R. K. Moth body size increases with elevation along a complete tropical elevational gradient for two hyperdiverse clades. **Ecography**, v. 42, n. 4, p. 632–642, 2019.
- BROWN JR., K.S.; FREITAS, A.V.L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E. M. (Eds.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados terrestres**. São Paulo, FADESP. p. 227–243, 1999.
- CÂMARA, J. T.; SOUZA, J. S.; SILVA, J. C.; LIMEIRA-DE-OLIVEIRA, F. **Taxocenose De Saturniidae (Insecta, Lepidoptera) Da Reserva Ecológica Do Inhamum, Município De Caxias**. In: CHAGAS, F. C. A. S.; ALVES, M.A ALVES; OLIVEIRA, S. L. C. (Org.). **CIÊNCIA & SABERES - SÉRIE CIENTÍFICA - SOCIEDADE, SAÚDE E CONHECIMENTO**. 1ed.CAXIAS - MARANHÃO: FACEMA, 2011, v. 1, p. 67–74
- CÂMARA, J.T.; ROCHA, J.R.B.; PEREIRA, S. Sphingidae (Lepidoptera) ocorrentes no Leste do Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, 11 (3): 209–215. 2018
- CAMARGO A. J. A., DUARTE M, MIELKE C.G.C., SANTOS FL 2022. Saturniidae in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2727>>. Acesso em: 12 Dez. 2022
- CAMARGO A. J. A., MIELKE O. H. H., CASAGRANDE, M. M.; Phylogenetic analysis of *Arsenura Ducan* (Lepidoptera, Saturniidae, Arsenurinae) based on adult morphology. **Zootaxa** 3116:1–32. 2011.
- CAMARGO A.J.A., SOARES R.S., TOREZANI K.R.S.; **Saturniidae (Lepidoptera) do Cerrado: biodiversidade e aspectos biogeográficos**. IX Simpósio Nacional Cerrado, II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, DF. 2008.
- CAMARGO A.J.A.; **Análise cladística da subfamília Arsenurinae Jorda, 1922 (Saturniidae, Lepidoptera) e morfologia de *Almeidaia aidae* Mielke & Casagrande, 1981 (Almeidaiaini)**. Tese, Universidade do Paraná. 2005.

- CAMARGO, A. J. A *et al.* Diversity patterns and chronobiology of hawkmoths (Lepidoptera, Sphingidae) in the Brazilian Amazon rainforest. **Journal of Insect Conservation**, v. 20, n. 4, p. 629–641, 2016.
- CAMARGO, A. J. A. **Relações biogeográficas e influência da estação seca na distribuição de mariposas da família Saturniidae (Lepidoptera) da região dos cerrados.** 1997.
- CAMARGO, A.J. A., CAMARGO, W. R. F., CORREA, D. C. V. **Saturniidae (Lepidoptera): panorama geral sobre o esforço amostral, biodiversidade e compartilhamento de espécies entre os biomas brasileiros.** In: IV Encuentro de Lepidoptera Neotropicales, 2012, Montevideo. RESÚMENES IV Encuentro de Lepidoptera Neotropic. 2012.
- CAMARGO, N. F. *et al.* As mariposas alimentares adultas (Sphingidae) diferem das não adultas (Saturniidae) na sobreposição de tempo de atividade e na largura do nicho temporal. **Oecologia** , v. 180, p. 313-324, 2015.
- CARNEIRO, E. Lepidoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2022. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/84>>. Acesso em: 12 Dez. 2022
- CAROTHERS, J.H., JAKSIĆ, F.M. Time as a niche difference: the role of interference competition. **Oikos** 42, p. 403–406. 1984.
- CORRÊA, D. C.V. **Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros, padrões de atividade temporal diária e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado.** 2017.
- DAURRAULT, R; O., SCHLINDWEIN, C. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2: 429-443. 2002
- DIRZO, R. *et al.* Defaunação no Antropoceno. **Ciência**, v. 345, n. 6195, pág. 401-406, 2014.
- DIRZO, R. Global Biodiversity in a Changing Environment: **Scenarios for the 21st Century**, F. S. Chapin, O. E. Sala, E. Huber-Sannwald, Ed. (Springer, New York, 2001),
- DUARTE M; MARCONATO G; SPECHT A; CASAGRANDE M.M. Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Rafael JÁ, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari AS, Constantino R (eds) **Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia.** Holos Editora, Ribeirão Preto, pp 625–682. 2012.
- DUARTE-Jr. J. A.; MOTTA, C. S.; VARELA-FREIRE, A. A. Sphingidae (Lepidoptera) da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil. **Entomologia y Vectores** 8 (3): 341–347. 2001.
- ERKERT, H. G. Morcegos – mamíferos noturnos voadores. In: **Padrões de atividade em pequenos mamíferos: uma abordagem ecológica.** Berlim, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000. p. 253-272.
- FULLARD J. H. **Ecologia sensorial e neuroetologia de mariposas e morcegos: interações em uma perspectiva global.** In: Fenton MB, Racey P, Rayner JMV (eds) **Avanços recentes no estudo dos morcegos.** Cambridge University Press, Cambridge, pp 244–272. 1987
- HAXAIRE, J. & C.G.A. MILKE. Hawk Moths fauna of southern Maranhão state, Brazil, with description of a new species of *Orecta* Rothschild & Jordan, 1903 and the female of *Nyceryx mielkei* Haxaire, 2009 (Lepidoptera: Sphingidae). **Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo**, v. 34, p. 109–116. 2013

- HEPPNER, J. B. Moths (Lepidoptera: Heterocera). In: CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**. Gainesville, University of Florida, p. 2491-2494. 2008.
- HILTY, J; MERENLENDER, A. Seleção de táxons indicadores de fauna para monitorar a saúde do ecossistema. **Biol Conserv** v. 92, p.185–197. 2000.
- JACKSON, D.A. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. **Ecology**, vol. 74, p. 2204–2214, 1993.
- JANZEN, D. H.; WATERMAN, P. G. A seasonal census of phenolics, fiber and alkaloids in foliage of forest trees in Costa Rica: some factors influencing their distribution and relation to host selection by Sphingidae and Saturniidae. **Biological Journal of the Linnean Society**, 21(4), 439-454. 1984
- JÚNIOR, J. A. D.; SCHLINDWEIN, Clemens. Riqueza, abundância sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. 2005
- KITCHING, I. J, CADIOU, JM. **Hawkmoths of the World: um anotado e Lista de Verificação Revisonária Ilustrada (Lepidoptera: Sphingidae)**. Cornell University Press, Ítaca. 2000.
- KITCHING, I. J. *et al.* A global checklist of the Bombycoidea (Insecta: Lepidoptera). **Biodiversity Data Journal**, n. 6, 2018.
- KITCHING, I. J. **Sphingidae taxonomic inventory**. Retrieved May 12, 2022.
- KNEITEL, J. M.; CHASE, Jonathan M. Trade-offs em ecologia de comunidade: ligando escalas espaciais e coexistência de espécies. **Cartas de ecologia** , v. 7, n. 1, pág. 69-80, 2004.
- KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T. The dietary basis for temporal partitioning: food habits of coexisting *Acomys* species. **Oecologia** v. 121, p. 123–128. 1999
- KUMARA, A. S.; PALLEGEDARA, A. Mecanismos de eliminação de resíduos domésticos no Sri Lanka: evidências de pesquisa em todo o país para suas tendências e determinantes. **Gerenciamento de Resíduos**, v. 114, p. 62-71, 2020
- LAMPE, R.E.J. Saturniidae of the World - Pfaensspinner der Welt / Their Life Stages from the Eggs to the Adults. Verlag Dr. **Friedrich Pfeil**. p. 6. 2010.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas**. Eschborn: **GTZ**, 1990.
- LUDWIG, J. A; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer in methods and computing**. John Wiley; Sons, 1988.
- MACARTHUR, R.; LEVINS, R. A similaridade, convergência e divergência limitantes de espécies coexistentes. **O naturalista americano**, v. 101, n. 921, pág. 377-385, 1967.
- MARANHÃO. Atlas do Maranhão/ Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento – UEMA, São Luís, **GEOPLAN**. 2022
- MARTIN, A.; SOARES, A.; BIZARRO, J. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos. **REGUA Publications**, Rio de Janeiro - RJ. 2011
- MOTTA, C.S. **Mariposas esfingídeas (Lepidoptera, Sphingidae) da Amazônia Brasileira e o Meio Ambiente**. In FERREIRA, E.J.G., SANTOS, G.M., LEÃO, E.L.M.; OLIVEIRA. L.A. (Eds.). Bases Científica para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia – Fatos e Perspectivas. Vol.2. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus. p. 141–146 1993.
- NIERMANN, J.; BREHM, G. The number of moths caught by light traps is affected more by microhabitat than the type of UV lamp used in a grassland habitat. **European Journal of Entomology**, v. 119, n. 1, p. 36–42, 2022.

- OLIVEIRA, M.A.; GOMES, C.F.F.; PIRES, E.M.; MARINHO, C.G.S.; DELLA LUCIA, T.M.C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, n. 7, p. 800–807, 2014.
- PIOVESAN, M.; ORLANDIN, E; FAVRETTO, M. A.; SANTOS, E. B. Contribuição para o conhecimento da lepidopterofauna de Santa Catarina, Brasil. **Scientia plena**, Santa catarina. vol. 10, n. 09. p. 1-2, agosto, 2014.
- PITTAWAY, A.R., 1993. **The hawkmoths of the Western Palaearctic**. Harley Books in association with the Natural History Museum, London, 1993.
- QUAH, S. H, J.H.; HOLLAND, P.W. **A Burst of miRNA Innovation in the Early Evolution of Butterflies and Moths**. *Mol. Biol. Evol.*, 32, 1161–1174, 2015
- RABL, D.; GOTTSBERGER, B.; BREHM, G.; HOFHANSL, F.; FIEDLER, K. Moth assemblages in Costa Rica rain forest mirror small-scale topographic heterogeneity. **Biotropica**, v. 52, n. 2, p. 288–301, 2020.
- SANTOS, G. M. M. *et al.* Sobreposição de nicho e padrões de atividade temporal de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em um cajueiro brasileiro. **Sociobiologia** v. 56, n. 1, pág. 121-131, 2010.
- SANTOS, P.J.; MARINI - FILHO, J.O.; FREITAS, A.V.L.; UEHARA-PRADO. Monitoramento de borboletas: o papel de um indicador biológico na gestão de unidades de conservação. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 87–99, 2016.
- SCHOENER, T.W. Research partitioning in ecological communities. **Science** (80). 185, 27–39. 1974.
- SCHREIBER, H. Centros de Dispersão de Sphingidae (Lepidoptera) no Região Neotropical. *Biogeográfica*, vol. 10. W. **Junk, The Hauge**. 1978.
- STEVENS, M. O papel dos ocelos como mecanismos anti-predadores, demonstrado principalmente nos lepidópteros. **Biological Reviews**, v. 80, n. 4, pág. 573-588, 2005.
- SZABÓ, A.K. *et al.* **Local Aphid Species Infestation on Invasive Weeds Affects Virus Infection of Nearest Crops Under Different Management Systems-A Preliminary Study**. *Front. Plant Sci.* 11, 684. 2020.
- WRIGHT, J. S. Diversidade de plantas em florestas tropicais: uma revisão dos mecanismos de coexistência de espécies. **Oecologia**, v. 130, p. 1-14, 2002.
- ZHANG, Z.. Phylum Arthropoda von Siebold, 1848 In: Zhang, Z.-Q (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. **Zootaxa**, v. 3148, n. 1, p. 99–103-99–103, 2011.