



**COMUNIDADES DE BORBOLETAS
FRUGÍVORAS NA CAATINGA EM AMBIENTES
COM E SEM POLUENTES GASOSOS**

GUSTAVO DOS SANTOS SILVA

2018

GUSTAVO DOS SANTOS SILVA

**COMUNIDADES DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NA CAATINGA
EM AMBIENTES COM E SEM POLUENTES GASOSOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Prof.^a. Dr.^a Maria Aparecida Castellani

Coorientadora:

Dr.^a Laura Braga de Oliveira

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

BAHIA - BRASIL

2018

S581c

Silva, Gustavo dos Santos.

Comunidades de borboletas frugívoras na
caatinga em ambientes com e sem poluentes gasosos. /
Gustavo dos Santos Silva, 2018.

123f. : il.

Orientador (a): Dra. Maria Aparecida Castellani.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, área de concentração em Fitotecnia. Vitória da
Conquista, 2018.

Inclui referência F. 98 - 115.

1. Borboletas frugívoras. 2. Bioindicadores ambientais -
Insetos. 3. Análise faunística. 4. Nymphalidae. I. Castellani, Maria
Aparecida. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T. III.

CDD 595.78

Catálogo na fonte: **Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

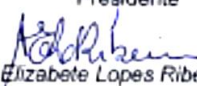
DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "COMUNIDADES DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NA CAATINGA EM AMBIENTES COM E SEM POLUENTES GASOSOS"

Autor: Gustavo dos Santos Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:


Prof. Maria Aparecida Castellani
Presidente


Prof. Ana Elizabete Lopes Ribeiro, D.Sc., UFOB


Prof. Aidenise Alves Moreira, D.Sc., UESB

Data de realização: 25 de abril de 2018.

*“Borboleta parece flor
Que o vento tirou pra dançar
Flor parece a gente
Pois somos semente do que ainda virá
[...]
Sonho parece verdade
Quando a gente esquece de acordar
E o dia parece metade
Quando a gente acorda
E esquece de levantar
E o mundo é perfeito”.*

Sonho de uma flauta
O Teatro Mágico

Aos investidores da minha formação,
Sou grato e oferto,

Em especial, aos meus pais Jota e Mírian,
Letícia (irmã), Daiane (namorada) e Prof^a.
Cida Castellani (orientadora), pelo apoio
incondicional em todos os momentos,
principalmente naqueles de incerteza,
muito comuns para quem trilha novos
horizontes.

Sem vocês nenhuma conquista valeria a
caminhada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos à **DEUS**, autor soberano de todo o universo, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar;

À minha família: meu pai Jolival Vieira da Silva (Jota), minha mãe Valmira dos Santos Silva (Mírian) e minha irmã Letícia Santos Silva, pelo amor, orações, apoio, confiança e motivação incondicional, que sempre me impulsionaram em direção às vitórias dos meus desafios;

À minha namorada, amiga e companheira, Daiane Batista Dias, que sempre esteve ao meu lado nessa trajetória, durante todos os momentos, com amor, carinho e paciência nos períodos de tensão e também de ausência;

Aos demais familiares, avós, tios e primos, pela constante admiração, orações e carinhos, em especial ao meu primo André Moreira da Silva (*in memoriam*) por nossa parceria e mútua afeição desde a infância, que guardarei eternamente, mesmo que ausente;

À Professora Dr.^a Maria Aparecida Castellani, orientadora desde a Graduação na Iniciação Científica, expresse a mais profunda gratidão por seus inúmeros ensinamentos, conselhos, críticas, compreensões, incentivos, reflexões e maestria na orientação que foram primordiais tanto para minha formação profissional quanto para meu crescimento pessoal. Tenho sincera admiração pela edificante postura profissional, caracterizada continuamente pela competência, paixão no que faz e ética;

À equipe de Biomonitoramento da Entomofauna, Daniela Ribeiro da Costa, Eloito Caires de Mates, Gilson de Jesus Mascarenhas, Maicon dos Santos da Silva e Wesley Gil Oliveira Silva, agradeço o esforço constante na execução do trabalho do início ao fim, tornando-o possível;

À Pesquisadora Dr.^a Laura Braga de Oliveira, que além de coorientadora, foi responsável pelos dois treinamentos em Lepidoptera e pela identificação e confirmação dos táxons das borboletas frugívoras da presente pesquisa;

À Selma Alves Amorim Rocha (Técnica de Laboratório), ou carinhosamente Selminha, agora aposentada dos seus serviços, porém durante o exercício do ofício não mediu esforço para colaborar incondicionalmente com o setor de Entomologia da UESB, sempre com fascínio, profissionalismo e ética. E que destaco ainda, sua imensa admiração por lepidópteros, sobretudo, as borboletas;

À Professora Dr.^a Aldenise Alves Moreira e toda equipe do Laboratório de Entomologia da UESB (Entomolab), que além da ajuda constante na execução do trabalho, proporcionaram bons ensinamentos, debates e reflexões, sobretudo risadas, em particular Edenilson Batista Ribeiro (Dena) e Welliny Soares Rocha Dias;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Professores e Corpo Técnico, por proporcionar-me mais que a busca do conhecimento técnico e científico, mas aprendizado para a vida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento desta e demais pesquisas, oportunizadas pela Fundação, fundamentais na expansão do conhecimento e consolidação da Ciência;

À Magnesita Refratários S.A e Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda, pelo estágio, oportunidade, fornecimento de material e garantias das condições para o desenvolvimento das atividades do presente estudo;

Aos Professores Doutores do Departamento de Ciências Naturais da UESB, Avaldo de Oliveira Soares Filho, pelo auxílio na identificação dos espécimes botânicos e Raymundo José de Sá Neto, pela colaboração nas análises estatísticas da pesquisa;

Ao Professor Dr. Alessandro de Paula do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) e ao Laboratório de Ecologia e Proteção Florestal da UESB, pelo empréstimo dos equipamentos para coleta dos espécimes botânicos do estudo;

Aos colegas de turma do PPGAgro e demais companheiros, pelo carinho e momentos compartilhados;

À cada discente da disciplina de Entomologia Geral, turmas 2017.1 de ambos os cursos de Graduação, Engenharia Agrônômica e Engenharia Florestal, que durante o estágio docente, me oportunizaram a experiência da nobre arte de ensinar e uma pequena cooperação na formação profissional de vocês;

Aos demais amigos e pessoas que, de alguma forma, colaboraram durante o curso de Pós-Graduação e no desenvolvimento geral da pesquisa;

Porque ninguém alcança vitórias sozinho... Obrigado a todos!

RESUMO

SILVA, G. S. **Comunidades de borboletas frugívoras na Caatinga em ambientes com e sem poluentes gasosos**. Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), 2018. 123 f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Fitotecnia)*.

O objetivo do presente trabalho foi comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras na Caatinga, em ambientes com e sem a presença de poluentes gasosos, visando gerar conhecimento para o desenvolvimento de estratégias de preservação da Caatinga e potenciais áreas agrícolas da região Sudoeste da Bahia. Os estudos foram realizados no período de março/2016 a janeiro/2018, em intervalos mensais, nas adjacências da Magnesita Refratários S. A., Brumado, BA. Foram definidos dois transectos de 850 m, sendo uma área com presença da pluma de poluentes gasosos (transecto I) e outra sem a presença de pluma de poluentes (transecto II), englobando áreas de fragmentação florestal e pastagem. Em cada transecto foram instaladas 16 armadilhas tipo Van Someren-Rydon, oito em cada área, iscadas com banana, açúcar mascavo e água. Os espécimes coletados foram depositados em envelopes e encaminhados ao Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, BA, para triagem, montagem e identificação em espécie e subespécie. A estrutura das comunidades das borboletas foi avaliada por meio dos medidores faunísticos: abundância, frequência relativa, constância, dominância, riqueza e, índices de diversidade (Shannon-Wiener) e similaridade (*Jaccard* e *Morisita*). Foram construídas curvas de acumulação de espécies e de rarefação e realizada uma descrição da variação temporal da abundância geral das borboletas e das espécies predominantes. Os efeitos dos fatores meteorológicos na abundância das borboletas foram estimados pela correlação de Pearson. Os aspectos fitossociológicos dos fragmentos florestais foram estimados pela abertura do dossel, nas estações seca (setembro/2017) e úmida (dezembro/2017), e circunferência altura do peito (CAP). A composição florística foi avaliada por meio da coleta e identificação de espécimes botânicos, utilizando o método por pontos quadrantes. Ademais foram realizadas análises de variância e análise de redundância (RDA), utilizando o Programa R. Considerando-se os dois transectos e tipos vegetacionais estudados, foram coletados 8.481 indivíduos de 19 espécies/subespécies e 12 gêneros de borboletas frugívoras, distribuídas entre quatro subfamílias (Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae e Satyrinae) e dez tribos (Ageroniini, Anaeini, Biblidini, Brassolini, Callicorini, Coeini, Ephiphilini

* Orientadora: Maria Aparecida Castellani, D.Sc., UESB e Coorientadora: Laura Braga de Oliveira, D.Sc., UFOP.

Epicaliini, Eurytelini e Satyrini). Existem variações na estrutura das comunidades das borboletas frugívoras quanto à abundância, riqueza e diversidade, sendo superiores no transecto I (com a pluma de poluentes) e fragmentos florestais em relação às pastagens. As comunidades de borboletas frugívoras dos dois transectos (com e sem pluma de poluentes gasosos) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) apresentam alta similaridade entre si. As espécies *Eunica tatila bellaria* e *Hamadryas februa februa* são mais frequentes, constantes e dominantes nos dois transectos e tipos vegetacionais estudados. As variações na estrutura das comunidades são resultantes de fatores relacionados ao dossel e composição arbórea dos fragmentos florestais associados aos efeitos dos poluentes gasosos.

Palavras-chave: análise faunística, biomonitoramento, Nymphalidae, poluição do ar, semiárido.

ABSTRACT

SILVA, G. S. **Fruit-feeding butterflies communities in Caatinga areas with and without gaseous pollutants**. Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), 2018. 123 p. (Dissertation – Master in Agronomy/ Phytotechny)*.

The objective of present work was to compare structure communities of fruit-feeding butterflies in Caatinga, areas with and without presence gaseous pollutants, aiming to generate knowledge for development strategies for preservation of Caatinga and potential agricultural areas of southwest region of Bahia. The studies were carried out March/2016 to January/2018, monthly intervals, adjacent Magnesita Refratários S. A., at municipality of Brumado, BA. Two transects 850 m were defined, one area with presence gaseous pollutants plume (Transect I) and other without presence pollutants plume (Transect II), encompassing forest fragmentation and pasture areas. In each transect were installed 16 traps Van Someren-Rydon type, eight in each area, with banana, brown sugar and water. The specimens collected were deposited in envelopes and sent to Entomology Laboratory of the University State of Southwest Bahia, Vitória da Conquista, BA, for sorting and identification species and subspecies. The structure of fruit-feeding butterflies was evaluated fauna meters: abundance, relative frequency, constancy, dominance, richness and diversity indices (Shannon-Wiener) and similarity (Jaccard and Morisita). Accumulation species curves and rarefaction were built. Description of temporal variation general abundance of fruit-feeding butterflies and predominant species was carried out. The effects of climatic factors on abundance of butterflies were estimated by Pearson's correlation. The aspects of phytosociology forest fragments were estimated for opening canopy, dry seasons (September/2017) and wet seasons (December/2017), and chest height circumference (CAP). The floristic composition was evaluated collection and identification of botanical specimens, using quadrant spots method. The analysis of variance and Redundancy Analysis (RDA) was carried out using the R program. Considering two transects and studied areas, 8,481 individuals, 19 species/subspecies and 12 genera of fruit-feeding butterflies were collected, distributed among 4 subfamilies (Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae and Satyrinae) and 10 tribes (Ageroniini, Anaeini, Biblidini, Brassolini, Callicorini, Coeini, Ephiphilini, Epicaliini, Eurytelini and Satyrini). There are variations in structure fruit-feeding butterflies communities as to abundance, richness and diversity, sending higher Transect I (with feather of pollutants) and forest fragments in relation pastures. Fruit-feeding butterflies

* Adviser: Maria Aparecida Castellani, D.Sc., UESB and Coadvises: Laura Braga de Oliveira, D.Sc., UNB/UFOP.

communities of two transects (with and without plume of gaseous pollutants) and environments (pasture and forest fragment) have high similarity to each other. *Eunica tatila bellaria* and *Hamadryas februa februa* are more frequent, constant and dominant in two transects and environments studied. Changes in the structure of communities are due to factors related to the canopy and tree composition of forest fragments associated with the effects of gaseous pollutants.

Key words: fauna analysis, biomonitoring, Nymphalidae, air pollution, semi-arid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 24 L) das áreas de biomonitoramento de borboletas frugívoras em função do transecto de coleta, Brumado, BA, 2016.....	37
Tabela 2. Coordenadas geográficas (UTM, Fuso 24 L) das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional de coleta (fragmento florestal e pastagem) e transectos (I – com pluma de poluentes e II – sem pluma de poluentes). Brumado, BA, 2016.....	41
Tabela 3. Abundância e frequência relativa das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) capturadas na área industrial da Magnesita Refratários S.A, em função das subfamílias e tribos. Brumado, BA, 2018.....	54
Tabela 4. Espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) capturadas em função dos transectos (I - com a pluma de poluentes e II – sem a pluma de poluentes) e tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem), Brumado, BA, 2018.....	60
Tabela 5. Comparação da composição percentual da fauna de borboletas frugívoras do presente estudo com outros levantamentos em diferentes domínios fitogeográficos da região Nordeste e regiões semiáridas do Brasil, 2018.....	66
Tabela 6. Medidores e índices faunísticos das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função dos tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem) do transecto I (com presença da pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.....	73
Tabela 7. Medidores e índices faunísticos das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função dos tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem) do transecto II (sem presença da pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.....	74
Tabela 8. Teste <i>t</i> (Student) para comparação da significância do índice de diversidade (Shannon-Wiener) em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....	75
Tabela 9. Índices de similaridade (<i>Jaccard</i> e <i>Morisita</i>) dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....	76
Tabela 10. Coeficiente de correlação de Pearson entre a abundância de borboletas frugívoras (Nymphalidae) e os dados meteorológicos (precipitação, umidade relativa do ar, temperatura e vento). Brumado, BA, 2018.....	82
Tabela 11. Coeficiente de correlação de Pearson entre as espécies de borboletas frugívoras e temperatura mínima. Brumado, BA, 2018.....	83

Tabela 12. Estimativa percentual da abertura do dossel das estações seca (setembro/2017) e úmida (dezembro/2017) dos fragmentos florestais (transectos I e II). Brumado, BA, 2018.....	86
Tabela 13. Teste <i>t</i> (Student) para comparação da significância percentual média da abertura do dossel das estações seca (setembro/2017) e úmida (dezembro/2017) dos fragmentos florestais (transectos I e II). Brumado, BA, 2018.....	87
Tabela 14. Teste <i>t</i> (Student) para comparação da significância do percentual médio da circunferência altura do peito (CAP) dos espécimes botânicos dos fragmentos florestais, em função dos transectos (I e II). Brumado, BA, 2018.....	88
Tabela 15. Índices de diversidade e riqueza das morfoespécies e espécies botânicas dos fragmentos florestais dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.....	90

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da Bahia e localização do município de Brumado, BA.....36
- Figura 2.** Localização dos transectos para coleta de borboletas frugívoras (Nymphalidae) na área industrial da Magnesita Refratários S.A., Brumado, BA, 2016.....38
- Figura 3.** Armadilha Van Someren-Rydon (A), tripés de madeira de 1,80 m, fixados com estacas de madeira e arame (B), instalação da armadilha no fragmento florestal e pastagem (C, D). Brumado, BA, 2016.....42
- Figura 4.** Modelo ilustrativo da armadilha de captura de borboletas frugívoras do tipo Van Someren-Rydon (A) e esquema de captura das borboletas frugívoras (B).....42
- Figura 5.** Instalação da armadilha sobre o tripé (A), isca transportada em balde plástico de 4,0 L (B), inserção da isca ao recipiente de 0,25 L (C, D), introdução do recipiente contendo a isca na armadilha instalada (E, F), aspecto geral do recipiente e isca na armadilha (G, H). Brumado, BA, 2017.....43
- Figura 6.** Coleta das borboletas capturadas (A), detalhe da forma de captura das borboletas (B), matança com leve pressão no tórax da borboleta (C, D), inserção da borboleta em envelope entomológico identificado (E, F), envelopes acondicionados em embalagens plásticas (G) e transportados em caixa de poliestireno expandido de 13,5 L (H). Brumado, BA, 2017.....44
- Figura 7.** Coleção de referência contendo Espécies e Subespécies registradas (A) e gaveteiro entomológico contendo as Espécies e Subespécies de borboletas coletadas (B). Vitória da Conquista, BA, 2017.....44
- Figura 8.** Densímetro florestal (A e B) e esquema da superfície de leitura do equipamento com os quatro pontos imaginários por quadro (C).....49
- Figura 9.** Esquema geral dos pontos quadrantes, distribuídos entre as armadilhas de captura de borboletas (A), detalhe dos pontos quadrantes em forma de “T” (B), vegetação próxima aos pontos quadrante (C) e simulações dos espécimes vegetais mais próximos do eixo central de um ponto quadrante (D).....51
- Figura 10.** Ponto quadrante e georreferenciamento (A e B), mensuração da distância do espécime mais próximo do eixo central do ponto (C), mensuração da CAP (D), georreferenciamento do espécime (E e F), coleta do espécime com podão (G e H). Brumado, BA, 2017.....52
- Figura 11.** Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das subfamílias de

Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II). Brumado, BA, 2018.....55

Figura 12. Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das tribos de Nymphalidae amostradas na Caatinga. Brumado, BA, 2018.....57

Figura 13. Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das tribos de Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II). Brumado, BA, 2018.....57

Figura 14. Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das espécies e subespécies de Nymphalidae amostradas na Caatinga. Brumado, BA, 2018.....58

Figura 15. Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das espécies e subespécies de Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II), Brumado, BA, 2018.....61

Figura 16. Abundância de borboletas frugívoras em função dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) amostrados. Brumado, BA, 2018.....64

Figura 17. Curva de acumulação e riqueza de espécies/subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais: Fragmento Florestal I (A), Fragmento Florestal II (B), Pastagem I (C) e Pastagem II (D). Brumado, BA, 2018.....68

Figura 18. Curva de rarefação das espécies/subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função da abundância obtida nos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....70

Figura 19. Análise de variância da riqueza das espécies/subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....70

Figura 20. Índice de diversidade (Shannon-Wiener) das borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....75

- Figura 21.** Dendrogramas de similaridade dos índices de *Jaccard* (A) e *Morisita* (B) dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) dos transectos (I e II). Brumado, BA, 2018.....77
- Figura 22.** Diagrama de Venn das espécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) exclusivas e compartilhadas nos transectos I e II (A) e tipos vegetacionais: fragmento florestal I e pastagem I (B); fragmento florestal II e pastagem II (C); fragmento florestal I e fragmento florestal II (D) e pastagem I e pastagem II (E). Brumado, BA, 2018.....78
- Figura 23.** Abundância geral de borboletas frugívoras (Nymphalidae) coletadas na Caatinga e precipitação pluviométrica mensal. Brumado, BA, 2018.....80
- Figura 24.** Flutuação populacional de *Eunica t. bellaria* em fragmentos florestais I e II (A), pastagem I e II (B) e *Hamadryas f. februa* em fragmentos florestais I e II (C), pastagem I e II (D) e precipitação mensal, na Caatinga. Brumado, BA, 2018.....84
- Figura 25.** Análise de redundância (RDA) entre a distribuição da abundância de borboletas frugívoras coletadas nas armadilhas (A), nos transectos (T1 e T2) do fragmento florestal (F) e as variáveis arbóreas: riqueza, abertura do dossel (estação seca) e diferenças das aberturas dos dosséis (estações seca e úmida). Brumado, BA, 2018.....94
- Figura 26.** Análise de redundância (RDA) entre a distribuição das espécies de borboletas frugívoras (1 – *biblis hyperia*, 2 – *Callicore s. sorana*, 3 – *Eunica macris*, 4 – *Eunica t. bellaria*, 5 – *Fountainea g. cratais*, 6 – *Fountainea h. moretta*, 7 – *Hamadryas a. amphinome*, 8 – *Hamadryas arete*, 9 – *Hamadryas f. februa*, 10 – *Historis acheronta*, 11 – *Historis o. odius*, 12 – *Hypna c. forbesi*, 13 – *Mestra hersilia*, 14 – *Opsiphanes invirae*, 15 – *Pharneuptychia pharnabazos*, 16 – *Pharneuptychia phares* e 17 – *Siderone galanthis*) e variáveis arbóreas: riqueza, abertura do dossel (estação seca) e diferenças dos dosséis (estações seca e úmida). Brumado, BA, 2018.....95

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Certificado de Autorização para o Manejo de Fauna expedido pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (Inema). Brumado, BA, 2016.....	115
Apêndice B. Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – sob influência da pluma e II – sem influência da pluma), armadilha e coletas (C1 a C8). Brumado, BA, 2016.....	117
Apêndice C. Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – sob influência da pluma e II – sem influência da pluma), armadilha e coletas (C9 a C16). Brumado, BA, 2017.....	118
Apêndice D. Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – sob influência da pluma e II – sem influência da pluma), armadilha e coletas (C17 a C23). Brumado, BA, 2018.....	119
Apêndice E. Dados mensais de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento da Estação Meteorológica Automática. Brumado, BA, 2018.....	120
Apêndice F. Abertura do dossel da estação seca dos fragmentos florestais (transectos I e II), com densiômetro florestal, setembro de 2017. Brumado, BA, 2017.....	121
Apêndice G. Abertura do dossel da estação úmida dos fragmentos florestais (transectos I e II), com densiômetro florestal, dezembro de 2017. Brumado, BA, 2017.....	122
Apêndice H. Análises de variância da abundância, riqueza, rarefação e índice de diversidade de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	–	Porcentagem.
Alt	–	Altitude.
CAP	–	Circunferência Altura do Peito.
cf	–	Confirmar espécie.
DAP	–	Diâmetro Altura do Peito.
Fr	–	Frequência relativa.
h	–	Hora.
H'	–	Índice de diversidade (Shannon-Wiener).
Inema	–	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia.
Kg	–	Quilograma.
L	–	Leste.
L	–	Litro.
Lat	–	Latitude.
Long	–	Longitude.
m	–	Metro.
min	–	Minutos.
mm	–	Milímetro.
N	–	Norte.
Nº	–	Abundância.
ns	–	Não-significativo.
O	–	Oeste.
°C	–	Graus Celsius.
p	–	Significância.
r	–	Coefficiente de correlação.
S	–	Riqueza de espécie.
S	–	Sul.
Sj	–	Índice de similaridade (<i>Jaccard</i>).
Sm	–	Índice de similaridade (<i>Morisita</i>).
U.R	–	Umidade relativa do ar.
UEFS	–	Universidade Estadual de Feira de Santana.
UESB	–	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
UFOP	–	Universidade Federal de Ouro Preto.
UTM	–	Universal Transverse Mercator (inglês).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1. Impactos da antropização e biomonitoramento.....	24
2.2. Os insetos como potenciais bioindicadores ambientais.....	26
2.3. Os principais bioindicadores da Ordem Lepidoptera.....	27
2.4. Metodologias para monitoramento da guilda de borboletas frugívoras.....	29
2.5. Comunidades de borboletas frugívoras.....	30
2.6. Efeitos da poluição do ar sobre a fauna e flora.....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1. Período e local de amostragem.....	36
3.2. Amostragem e identificação das borboletas frugívoras.....	37
3.3. Estrutura das comunidades das borboletas frugívoras.....	45
3.4. Distribuição temporal das borboletas frugívoras e flutuação populacional das espécies predominates.....	48
3.5. Efeitos dos fatores climáticos na abundância das borboletas frugívoras.....	48
3.6. Aspectos fitossociológicos e composição florística dos fragmentos florestais.....	49
3.6.1. Abertura do dossel.....	49
3.6.2. Comunidades botânicas dos fragmentos florestais circunferência altura do peito (CAP).....	50
3.6.3. Procedimentos estatísticos.....	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1. Comunidades das borboletas frugívoras.....	53
4.1.1. Abundância e frequência relativa.....	53

4.1.2. Riqueza de espécies e suficiência amostral.....	64
4.1.3. Constância, Dominância, Diversidade e Similaridade das comunidades de borboletas frugívoras.....	71
4.2. Variação temporal da abundância das borboletas frugívoras e flutuação populacional das espécies predominantes.....	79
4.3. Aspectos fitossociológicos e composição florística dos fragmentos florestais.....	85
4.3.1. Abertura do dossel e circunferência da altura do peito (CAP).....	85
4.3.2. Comunidades botânicas dos fragmentos florestais.....	88
4.3.3. Variáveis vegetais na distribuição da abundância de espécies de borboletas frugívoras.....	93
5. CONCLUSÕES.....	97
6. REFERÊNCIAS.....	98
7. APÊNDICES.....	115

1. INTRODUÇÃO

A variedade de substâncias químicas tóxicas provenientes das atividades antrópicas como resíduos industriais, urbanos e agrícolas, que podem provocar danos ambientais, é muito ampla (DRUMM e outros, 2014).

Uma das formas para obter informações sobre a qualidade ambiental é o biomonitoramento, a partir do estudo de organismos vivos, para avaliações das mudanças no ambiente (KLUMPP, 2001; FREITAS e outros, 2006).

Em geral, a alteração na abundância, diversidade e composição do grupo de bioindicadores mede a perturbação ambiental (BROWN JR, 1997). Assim, organismos bioindicadores devem ser bastante sensíveis a um ou mais fatores de perturbação e alteração na estrutura dos ecossistemas (ALLABY, 1992; BÜCHS, 2003; MALUCHE e outros, 2003), ter taxonomia e biologia bem conhecidas, com ocorrências em diferentes condições ambientais ou serem restritos (THOMAZINI e THOMAZINI, 2000).

Considerando que a maior biodiversidade mundial é composta por insetos (THOMAS, 2005), esses se destacam na bioindicação, reagindo rápido às alterações ambientais e com ampla distribuição geográfica (BADJI e outros, 2004). Dentre os insetos bioindicadores, os mais estudados são as borboletas. Elas dividem-se em duas guildas, de acordo com o hábito de alimentação dos adultos: nectarívoras e frugívoras (MARINI-FILHO e MARTINS, 2010; SILVA e outros, 2012).

As correlações entre distúrbios nos ecossistemas e as borboletas são bastante estudadas em Florestas Tropicais (BOUYER e outros, 2007). No entanto, pouco se conhece sobre a relação entre os poluentes e a suscetibilidade das espécies em responder a essa exposição e, menos ainda, sobre a comunidade de borboletas frugívoras presentes próximas a uma unidade de mineração inserida na Caatinga.

A mineração com frequência tem provocado a poluição do ar com particulados suspensos ou por gases emitidos da operação (MECHI e SANCHES, 2010). Esses rejeitos podem acumular-se no solo alterando a qualidade, fertilidade (SILVA, 2012) e, inclusive, causarem efeitos fitotóxicos às plantas (HAAN, 1981), podendo prejudicar as produções agrícolas circunvizinhas.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a estrutura das comunidades de borboletas frugívoras, em ambientes com presença e ausência de poluentes gasosos oriundos de uma mineradora, visando gerar conhecimentos para o desenvolvimento de estratégias de manejo, preservação e restauração da Caatinga e potenciais áreas agrícolas da região Sudoeste da Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Impactos da antropização e o biomonitoramento

A perda de habitat e a redução de áreas naturais causadas pelas atividades antrópicas são as principais ameaças para a biodiversidade e a conservação das espécies (SAWCHIK e outros, 2005).

A fragmentação florestal afeta de diferentes maneiras diversos grupos de organismos, alterando a riqueza, a abundância e a composição de espécies, a dinâmica florestal, a estrutura trófica da comunidade e uma variedade de processos ecológicos (LAURANCE e outros, 2001; FAHRIG, 2003; LAURANCE e USECHE, 2009). A estrutura e a dinâmica de um fragmento florestal variam em função de uma série de fatores, principalmente o histórico de perturbação, áreas circunvizinhas e o grau de isolamento.

No que se refere aos fatores químicos, o meio ambiente e os organismos estão expostos a inúmeros agentes potencialmente tóxicos, por meio do ar, água e alimento, representando as principais fontes de exposição aos seres vivos (VIEIRA e outros, 2014). A avaliação da exposição aos agentes poluentes constitui uma importante ferramenta de análise, tendo em vista a possibilidade de se prevenir ou minimizar impactos ambientais, decorrentes da interação das substâncias químicas com os seres vivos (GRANDJEAN, 1995).

A variedade de substâncias químicas tóxicas oriundas de diferentes atividades humanas, tais como resíduos industriais, urbanos e agrícolas, que podem provocar danos ambientais, é muito grande (DRUMM e outros, 2014). Na indústria mineradora não é diferente, com frequência, ela provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento, transporte e queima de combustível, ou por gases emitidos da operação (MECHI e SANCHES, 2010).

A Magnesita Refratários S.A. situada no município de Brumado, BA, Brasil, é a maior produtora *in natura* do minério magnesita do País, com aproximadamente 80% da produção nacional. A magnesita é uma matéria-prima nobre, largamente e comumente utilizada na obtenção de magnésio metálico e de alguns compostos de magnésio empregados nas indústrias farmacêutica, química e de refratários, tendo na indústria de refratário a sua principal área de atuação (LOBATO, 2009).

Todas as operações de mineração da Magnesita Refratários S.A. são superficiais, com jazidas caracterizadas por minas de operação a céu aberto. E por se tratar de um material que não necessita do emprego de produtos tóxicos nem de técnicas especiais para sua extração, o grau de poluição fica praticamente restrito aos gases e poeiras provenientes do transporte do material e da utilização dos fornos (LOBATO, 2009).

O dióxido de enxofre (SO₂), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os particulados sólidos estão inclusos entre os principais poluentes atmosféricos (PIRES, 2002) e podem ser transportados até cerca de mil quilômetros do local de emissão (MUDD e KOZLOWSKI, 1975). Eles se constituem entre os principais poluentes emitidos pela Magnesita Refratários S.A. abordados pelo Plano de Biomonitoramento (SILVA e outros, 2010; VINHAS, 2014) protocolados pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (Inema). Na citada mineradora, existe um monitoramento de emissões gasosas e dos particulados sólidos, mas não há nenhum tipo de controle no que diz respeito à redução de emissão (LOBATO, 2009) ou relação aos seus efeitos sobre a biodiversidade no seu entorno.

Todos esses elementos atuam direta ou indiretamente, sobre os diferentes níveis estruturais das plantas e animais. Isso pode alterar a competição natural entre as espécies, dando espaço às espécies oportunistas, que descaracterizam a vegetação original (MURRAY, 1981; KOZLOWSKI e PALLARDY, 1997), sendo que algumas espécies de plantas são recursos específicos para a fauna.

Uma das formas para se obter informações de cunho biológico sobre a qualidade do ar é por meio do biomonitoramento e/ou bioindicação, que consistem no uso de organismos vivos para verificar e avaliar os efeitos das alterações na composição química, seja do ar, da água ou do solo, tendo como uma das grandes vantagens a detecção de estresse crônico por níveis baixos de poluição, agindo por longo tempo (KLUMPP, 2001).

2.2. Os insetos como potenciais bioindicadores ambientais

O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos, tais como: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e, conseqüentemente, degradação dos solos e ecossistemas (McGEOCH, 1998).

O estudo de organismos tem sido uma das técnicas mais importantes para se avaliar mudanças nos habitat (SILVEIRA NETO e outros, 1995; FREITAS e outros, 2006), destacando-se o Filo Arthropoda, com cerca de 82% das espécies descritas de todo o Reino Animal (HICKMAN JR e outros, 2011). Os artrópodes são considerados bons bioindicadores ambientais, visto que respondem rapidamente às mudanças ocorridas no ambiente, apresentam ampla distribuição geográfica e são capazes de apontar eficiente gradiente de resposta em função do grau da perturbação (BADJI e outros, 2004).

Dentre os artrópodes, os insetos são apontados como os mais importantes organismos bioindicadores dos ecossistemas (BROWN JR, 1997). Eles constituem o grupo de maior diversidade com cerca de 60% de todas as espécies conhecidas do planeta (PEDIGO e RICE, 2009; CARVALHO, 2012) e estimativas de mais de 1.000.000 de espécies conhecidas (GALLO e outros, 2002; RAFAEL e outros, 2012), assim, segundo alguns autores, o número total de insetos pode ser superior a 30 milhões (RAFAEL et al, 2012).

Os insetos são facilmente amostrados, com destaque para as Ordens Coleoptera (besouros), Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas), principalmente as formigas (WINK e outros, 2005; CREPALDI e outros, 2014; ROCHA e outros, 2015), Isoptera (cupins) (MELO e SILVA, 2008; PERES FILHO e outros, 2012), Orthoptera (gafanhotos) (BROWN JR, 1997) e Lepidoptera (borboletas e mariposas) (FREITAS e outros, 2006; WINK e outros, 2005; WILCKEN, 2011), essa última considerada Ordem chave na bioindicação, por apresentar representantes que atuam em diversos ecossistemas (OLIVEIRA e outros, 2014), sobretudo, as borboletas (RAIMUNDO e outros, 2003; ARAÚJO e LIMA, 2009; FURLANETTI, 2010; RITTER e outros, 2011; WILCKEN, 2011; SANTOS, 2012; HOEHNE e outros, 2017).

2.3. Os principais bioindicadores da Ordem Lepidoptera

Englobam os insetos popularmente conhecidos como mariposas, borboletas e lagartas (fase larval), com aproximadamente 170.000 espécies catalogadas (RAFAEL e outros, 2012). Estimativas sobre a diversidade dos lepidópteros, em geral, expressam números muito aquém da realidade (DUARTE e outros, 2012), acredita-se que, possam existir 500.000 espécies, com a intensificação de inventários faunísticos e a revisão taxonômica de famílias pouco estudadas (GASTON, 1991). No Brasil, já foram registradas cerca de 26.000 espécies de Lepidoptera, o que representa 15% da biodiversidade mundial desta Ordem, com perspectiva de atingir 80.000 espécies no País (DUARTE e outros, 2012). Das 124 Famílias reconhecidas por Heppner (1998), 71 delas ocorrem no Brasil (DUARTE e outros, 2012).

Além da grande diversidade, que coloca a Ordem Lepidoptera como a segunda maior em número de espécies, essa destaca-se, também, por sua importância econômica devido à muitas espécies compreenderem pragas-chave de inúmeras plantas cultivadas (WILCKEN, 2011), além de desempenharem o papel ecológico como polinizadoras generalistas

(LOMOV e outros, 2006; WILCKEN, 2011), servirem de fonte de alimento para outros animais e atuarem como bioindicadoras da qualidade ambiental, principalmente espécies de borboletas (RAIMUNDO e outros, 2003; ARAÚJO e LIMA, 2009; FURLANETTI, 2010; RITTER e outros, 2011; WILCKEN, 2011; SANTOS, 2012; HOEHNE e outros, 2017).

No mundo, são conhecidas cerca de 20.000 espécies de borboletas (BONEBRAKE e outros, 2010). A região Neotropical é uma das mais ricas do globo (DeVRIES e outros, 1997) com 7.784 espécies de borboletas catalogadas (LAMAS, 2004). Com isso, Bonebrake e outros (2010) sugerem que nas Américas aproximadamente 90% das comunidades de borboletas apresentam altos índices de diversidade e distribuição tropical.

No Brasil, país tipicamente de clima tropical, estão catalogadas em torno de 3.280 espécies de borboletas (DUARTE e outros, 2012). Essas compreendem sete famílias dentro da Ordem Lepidoptera: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Hesperidae, Riodinidae e Hedylidae (HEIKKILA e outros, 2012). A maior parte das borboletas é estritamente diurna, mas algumas espécies são crepusculares, voando nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde (BROWN JR, 1992; UEHARA-PRADO e outros, 2006). Elas podem ser divididas basicamente em duas guildas, de acordo com o hábito de alimentação dos adultos: borboletas nectarívoras, aquelas que se alimentam do néctar das flores, e borboletas frugívoras que, apesar dessa denominação, consomem não apenas os líquidos de frutas fermentadas, mas também de excrementos de animais, exsudatos de plantas ou mesmo animais em decomposição (MARINI-FILHO e MARTINS, 2010; SANTOS, 2012; SILVA e outros, 2012). Essa guilda inclui as borboletas de um grupo não-monofilético (WAHLBERG e outros, 2009) e compõe entre 40 – 55% do total de espécies da Família Nymphalidae em ambientes tropicais (DeVRIES e WALLA, 2001).

A Família Nymphalidae apresenta aproximadamente 6.000 espécies de borboletas catalogadas no mundo (WAHLBERG e outros, 2009). Somente na região Neotropical, há em torno de 2.430 espécies, distribuídas

em 11 subfamílias, sendo considerada a maior família de borboletas desta região (LAMAS, 2004).

Todas as espécies de borboletas frugívoras pertencem à Família Nymphalidae e estão distribuídas em apenas quatro Subfamílias: Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae (Tribo Coeini) e Satyrinae (WAHLBERG e outros, 2009), representando, aproximadamente, 20% da fauna de borboletas da região Neotropical (LAMAS, 2004). Essas subfamílias são ricas em espécies (WAHLBERG e outros, 2009) e, provavelmente, são as mais conhecidas taxonômica e ecologicamente (THOMAS, 2005).

2.4. Metodologias para monitoramento da guilda de borboletas frugívoras

As borboletas frugívoras podem ser facilmente amostradas por meio da utilização de armadilhas do tipo Van Someren-Rydon (PEDROTTI e outros, 2011; SILVA e outros, 2015), instaladas entre 1,0 a 4,0 m de altura, ou de acordo com a altura do dossel, dispostas linearmente e espaçadas 30 a 50 m entre si (KINOUCI, 2014). Elas são iscadas com atrativo alimentar fermentado, que reduz a captura ao acaso (DeVRIES e WALLA, 2001; UEHARA-PRADO e outros, 2004; FREITAS e outros, 2006) e são expostas em campo por pelo menos sete dias, com seis revisões, ou seja, com manutenção e substituição da isca a cada 24 horas ou três revisões a cada 48 horas (KINOUCI, 2014). Na literatura, há descrições do emprego de iscas compostas por laranja, maçã e banana fermentada (QUADROS e outros, 2004), peixe em decomposição (MIELKE e outros, 2010), frutos nativos como o butiá (Sul do Brasil) e até fezes humanas (QUADROS e outros, 2004; FUCILINI, 2014), nas armadilhas para captura de borboletas frugívoras.

Porém, as iscas mais comumente empregadas no monitoramento de borboletas frugívoras têm como base a banana madura (preferencialmente nanica, d'água ou caturra) (NOBRE e outros, 2014), misturada com caldo-

de-cana na proporção 3:1 (UEHARA-PRADO e outros, 2004; UEHARA-PRADO e outros, 2005; UEHARA-PRADO e RIBEIRO, 2012) ou açúcar mascavo e água morna (ZACCA e BRAVO, 2012). Essas são, também, as composições das iscas das metodologias que orientam e padronizam as técnicas de capturas de borboletas frugívoras com protocolos específicos (KINOUCI, 2014; NOBRE e outros, 2014), com padronização das técnicas e simultaneidade do esforço em diferentes áreas e épocas de amostragem (DeVRIES e WALLA, 2001; UEHARA-PRADO, 2003).

2.5. Comunidades de borboletas frugívoras

As regiões das florestas tropicais do território brasileiro destacam-se por abrigarem grande diversidade e inúmeros grupos de organismos que podem ser usados como indicadores de muitos atributos e parâmetros para conservação (BROWN JR, 1997). Apoiados em uma vasta revisão bibliográfica, Bouyer e outros (2007), relataram que os inúmeros inventários e levantamentos sobre as relações entre distúrbios dos ecossistemas e os insetos têm sido bastante estudadas em florestas tropicais.

Na região Neotropical, as borboletas têm sido modelos para estudos de similaridade entre ambientes e de flutuação temporal de populações e diversidade em florestas tropicais (DeVRIES e outros, 1997; DeVRIES e outros, 1999; DeVRIES e WALLA, 2001, UEHARA-PRADO e outros, 2005, BARLOW e outros, 2007, RIBEIRO e outros, 2010, GRØTAN e outros, 2012). Cerca de dois terços das espécies de borboletas brasileiras estão representados pelas espécies levantadas na Floresta Atlântica (BROWN JR, 1996). Lewinsohn e Prado (2002) e Lewinsohn, Freitas e Prado (2005) afirmaram que os domínios fitogeográficos Floresta Atlântica, Amazônia e Cerrado são melhores estudados, enquanto que os menos conhecidos são Caatinga e Pantanal.

De acordo com Santos, Mielke e Casagrande (2008), existem extensas lacunas no conhecimento da biodiversidade a respeito da fauna de

Lepidoptera sob a abrangência da Caatinga, para compreensão dos fatores que determinam os padrões de distribuição das espécies de borboletas nesse domínio fitogeográfico. Segundo esses autores, as carências de estudos, ainda existentes, são reflexos dos baixos números de especialistas atuando nessa região. Apesar dos maiores levantamentos de espécies de borboletas no Brasil focalizarem as regiões Sudeste e Sul, em áreas predominantemente de Floresta Atlântica, nos últimos anos, tem surgido um número crescente de publicações e levantamentos da lepidopterofauna em outras regiões brasileiras, em áreas semiáridas, sob o domínio Caatinga.

A Caatinga, notadamente, é uma savana estépica brasileira que abrange a maior parte da Região Nordeste do Brasil e a porção norte do Estado de Minas Gerais, com 735.000 km² (PRADO, 2003), representando 22% da floresta tropical seca das Américas (PORTILLO-QUINTERO e SÁNCHEZ-AZOFEIFA, 2010). A precipitação média varia entre 240 mm a 1.500 mm e concentrada entre 50% a 70% em apenas três meses consecutivos, caracterizada por um acentuado clima sazonal (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003). As formações vegetacionais da Caatinga são caracterizadas por plantas caducifólias espinhosas e não espinhosas, brejos de altitude, corpos d'água perenes e sazonais (PRADO, 2003; ARAÚJO e outros, 2010), com alto grau de endemismos, inclusive de insetos (LEAL e outros, 2003).

Dentre os estudos com borboletas nas regiões semiáridas do Brasil que se têm conhecimento destacam-se aqueles realizados nos Estados do Ceará, municípios que compõem o Parque Nacional de Ubajara (KERPEL e outros, 2014); Pernambuco, cidade de Caruaru, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (PALUCH e outros, 2011) e Buíque, Tupanatinga e Ibimirim, no Parque Nacional do Catimbau (NOBRE e outros, 2008; NOBRE e SCHLINDWEIN, 2011; NOBRE e SCHLINDWEIN, 2012; NOBRE e outros, 2012); Piauí, municípios que integram o Parque Nacional Serra das Confusões (KERPEL e outros, 2014); Rio Grande do Norte, município de Serra Negra do Norte, na Estação Ecológica do Seridó

(SANTOS, 2015); Bahia, nesse Estado, os levantamentos das comunidades de borboletas abrangeram várias fitofisionomias e cultivos como no Extremo Sul em plantações de eucalipto (VASCONCELOS, 2008); no Sul em seringueiras, em Ituberá e Igrapiúna (BARBOSA, 2009a); no Parque Estadual de Pituagú, em Salvador (VASCONCELOS e outros, 2009); na Estação Ecológica Estadual Wenceslau Guimarães, em Wenceslau Guimarães, região Baixo Sul (NEVES e PALUCH, 2016), todos sob o domínio da Floresta Atlântica baiana.

Alguns poucos estudos realizados na Bahia tiveram foco em áreas da região Semiárida do Estado. Dentre esses estudos destacam-se o Parque Nacional Chapada Diamantina, nas cidades de Ibicoara e Lençóis (CARDOSO, 2005); Coleção Entomológica do Museu de Zoologia da Universidade de Estadual de Feira de Santana, (UEFS), com o acervo de borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) que inclui diversos espécimes encontradas na Bahia, além de outras localidades do Brasil e outros países (ZACCA, 2009); na Serra da Jiboia, entre seis municípios baianos de Castro Alves, Elísio Medrado, Laje, Santa Terezinha, São Miguel das Matas e Varzedo (ZACCA e outros, 2011); em localidades da porção norte do Parque Nacional Chapada Diamantina (ZACCA e BRAVO, 2012); em diversos municípios baianos como: Morro do Chapéu (Chapada Diamantina), Pindobaçu, Senhor do Bonfim, Coribe (Oeste baiano), Maracás e Milagres em estudos do Programa de Pesquisas em Biodiversidade do Semiárido (PPBio Semiárido) (KERPEL e outros, 2014) e na Serra de Jacobina, em Senhor do Bonfim (LIMA e ZACCA, 2014). No entanto, a maioria limitou-se a inventariar ou apenas descrever as espécies ocorrentes na Caatinga, com poucos detalhes dos padrões de distribuição e dos fatores bióticos e abióticos que determinam a distribuição das espécies de borboletas nesse domínio fitogeográfico. Salvo poucos trabalhos, como Zacca e Bravo (2012), na Bahia, que listaram duas subespécies de borboletas frugívoras: *Fountainea halice moretta* (H. Druce, 1877) e *Hypna clymnestra forbesi* Goldman & Salvin, [1884] como endêmicas da Caatinga, considerando-as bioindicadoras

para esse domínio fitogeográfico. Por outro lado, Santos (2015), no Rio Grande do Norte, aprofundou seus estudos, caracterizando a guilda de borboletas frugívoras no semiárido, compreendendo a sazonalidade (variáveis climáticas e vegetacionais), padrões de composição e diversidade desse grupo de insetos na Caatinga.

Os grupos de borboletas frugívoras parecem ter respostas distintas à variação ambiental, podendo ter dinâmica mais associada à mudança climática, como as subfamílias Biblidinae e Charaxinae, ou refletir variações na vegetação como espécies das subfamílias Satyrinae e Nymphalinae (RIBEIRO e outros, 2010; GRØTAN e outros, 2012; CHECA e outros, 2014). Além disso, estudos no semiárido neotropical ratificam a presença de endemismo e dominância de espécies adaptadas a ambientes perturbados (POZO e outros, 2008; NOBRE e outros, 2012; ZACCA e BRAVO, 2012).

Segundo Santos (2015), as borboletas da Caatinga oferecem oportunidades únicas para entendimento da dinâmica de comunidades em ambientes semiáridos, as quais ajudarão a elucidar o papel da sazonalidade na estruturação dessas comunidades. Até então, sabe-se que a estrutura das comunidades de borboletas pode variar entre áreas amostradas (FURLANETTI, 2010) e domínios fitogeográficos. Ademais há algumas espécies de plantas que são recursos alimentares específicos para fases juvenis das borboletas que podem determinar sua distribuição e abundância (SAWCHIK e outros, 2002; SAWCHIK e outros, 2005).

Estudos realizados por Nobre, Iannuzzi e Schlindwein (2012), em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, na Caatinga, encontraram correlação positiva entre abundância e riqueza de borboletas e a precipitação, com picos na estação chuvosa e redução no período seco nas amostragens. Vários fatores bióticos e abióticos além da precipitação, podem afetar a abundância, composição e distribuição das comunidades de borboletas, as variações climáticas, microclimáticas e estruturais, fatores como temperatura, topografia, altitude, velocidade do vento, quantidade e qualidade de recursos alimentares, dentre outros (BROWN JR e FREITAS,

2000; ISERHARD, 2003; FREITAS, 2006; RIBEIRO e outros, 2010; CHECA e outros, 2014).

2.6. Efeitos da poluição do ar sobre a fauna e flora

A poluição do ar tem sido associada a efeitos diretos e indiretos nas populações de insetos, geralmente com o declínio do seu número, sobretudo, segundo grande parte da literatura, descrevendo efeitos sobre as abelhas. Nesses insetos, diversos autores têm evidenciado redução na capacidade de forrageamento, voo e alimentação larval, bem como o aumento do tempo de desenvolvimento, dentre outros efeitos (GINEVAN e outros, 1980).

Em ampla revisão sobre os efeitos da poluição do ar nas populações de insetos, Alstad, Edmunds e Weinstein (1982) relataram que emissões de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e ácido sulfúrico reduziram a produção de frutas na Polônia, em pomares próximos as áreas industriais, em consequência da redução da eficiência de polinizadores. Já em afídios esses efeitos mostraram um padrão reverso, aumentando a densidade com o aumento da exposição, provavelmente uma consequência indireta pela redução da população de inimigos naturais. Situação semelhante foi detectada entre populações de besouros de solo com ácido sulfúrico.

Holopainen e outros (1991) verificaram que a aplicação de fluoreto, compostos nitrogenados e dióxido de enxofre, isoladamente ou em mistura, em mudas de *Piceae abies* Karst aumentaram as populações de pulgão *Cinara pilicornis* Hartig, provavelmente por distúrbios no metabolismo de nitrogênio das plantas. Ainda com relação aos afídeos, diversos estudos indicam que um aumento nos níveis dos poluentes, incluindo precipitação ácida, pode estar relacionado com ataques de insetos em florestas. Muitas observações em campo, conduzidas ao longo dos gradientes de poluição, têm encontrado uma tendência geral para aumentar as densidades de insetos fitófagos, particularmente os sugadores de seiva, embora as respostas sejam variáveis em função das espécies. Essas variações têm sido atribuídas às

mudanças nos valores nutricionais e níveis de metabólitos secundários das plantas ou então pelo aumento da palatabilidade das plantas aos insetos e redução no parasitismo e predação (HJII e outros, 1995).

Segundo Hoffman, Lowe e Griffiths (2002), trabalhos conduzidos na Austrália indicaram que grilos são sensíveis às emissões de dióxido de enxofre, com reduções de suas populações, porém o impacto foi relativamente localizado, em especial nas áreas com altos teores de enxofre, próximas às fontes de emissão. Segundo os autores, o mecanismo exato pelo qual as populações de grilo têm sido reduzidas não está bem claro, mas levantam a hipótese de que seja um efeito indireto, devido às mudanças na estrutura do habitat, incluindo redução na cobertura vegetal no fornecimento de alimentos.

Arce (2015), estudando o efeito de poluentes particulados em parques urbanos do município de Osasco, SP, demonstrou que borboletas, independentemente da guilda a que pertencem, podem ser indicadores biológicos de poluição do ar. No entanto, pouco se conhece sobre a relação entre os poluentes e a suscetibilidade dos organismos, em responder a essa exposição (KOEMAN e outros, 1993), sobretudo na comunidade de borboletas frugívoras presentes, próximas a uma unidade de extração de minério inserida na Caatinga, de forma a detectar ou prevenir os efeitos adversos nesse domínio fitogeográfico e em áreas circunvizinhas com potenciais agrícolas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Período e local de amostragem

O estudo foi realizado no período de março de 2016 a janeiro de 2018, nas adjacências da unidade industrial Catiboaba da Magnesita Refratários S.A, localizada no município de Brumado, BA (Latitude: 14° 12' Sul, Longitude: 41° 39' Oeste, Altitude: 422 m) (SEI, 2018), Sudoeste do Estado (Figura 1).

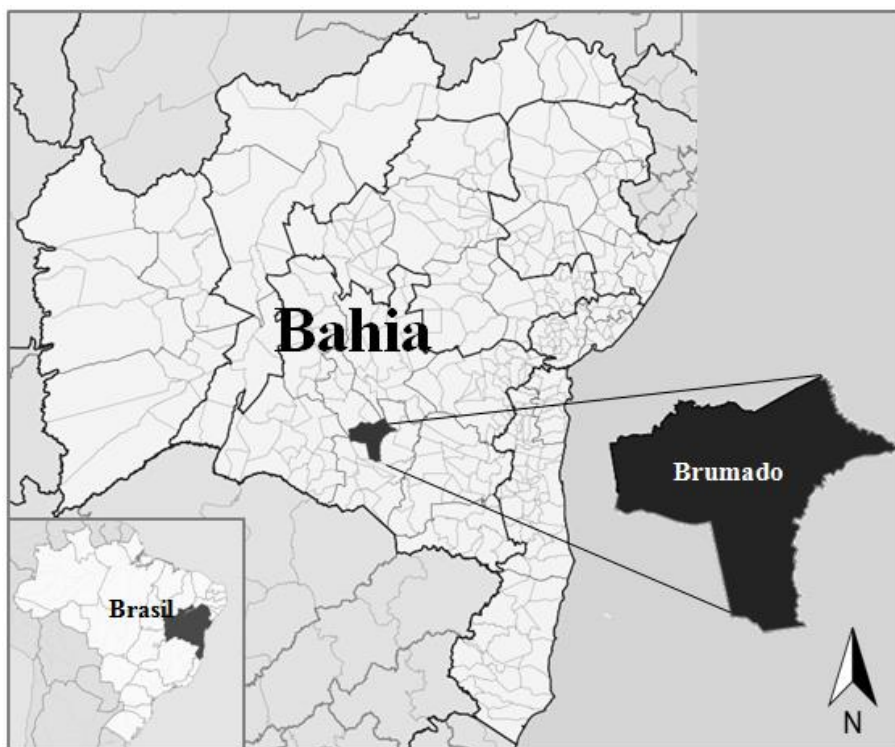


Figura 1 - Mapa da Bahia e localização do município de Brumado, BA.

Fonte: adaptado de Abreu (2006).

O município de Brumado está inserido no domínio fitogeográfico Caatinga (IBGE, 2010), em uma região de clima semiárido (quente e seco), tipificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen e Geiger (KÖPPEN, 1918). O período chuvoso estende-se nos meses de outubro a

março, com precipitações pluviométricas anuais variando de 229 a 1.118 mm, no resto do ano, as chuvas são escassas, com médias de 640 mm. A temperatura média do município é 23,8°C (IBGE, 2010). A vegetação predominante é Caatinga, um ambiente especialmente caracterizado pelo clima semiárido que, aliado ao solo, tem utilização regular para lavouras e restrito para silvicultura e pastagem, sendo a atividade industrial e de mineração a principal fonte de renda do município (MESSIAS, 2010).

3.2. Amostragem e identificação das borboletas frugívoras

As coletas das borboletas frugívoras foram autorizadas pelo Órgão Ambiental Estadual (Inema) que concedeu licença e expediu em 19 de fevereiro de 2016 o Certificado de Autorização para o Manejo de Fauna, nº PT – 0006/2016-0051 (Apêndice A).

Foram utilizadas armadilhas do tipo Van Someren-Rydon (PEDROTTI e outros, 2011; SILVA e outros, 2015), instaladas em dois transectos de 850 m de comprimento por 5 m de largura, em duas áreas, com as seguintes características: transecto I – área reconhecidamente susceptível aos efeitos dos agentes poluentes oriundos da atividade industrial, situada cerca de 2 km da extração e beneficiamento de minérios; e transecto II – área comprovadamente livre da presença dos agentes poluentes, situada a cerca de 4 km das atividades industriais (Tabela 1, Figura 2).

Tabela 1 - Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 24 L) das áreas de biomonitoramento de borboletas frugívoras em função do transecto de coleta, Brumado, BA, 2016.

Área	Leste (E)	Norte (N)
Transecto I – Com pluma de poluentes	203787	8423531
Transecto II – Sem pluma de poluentes	206589	8425443

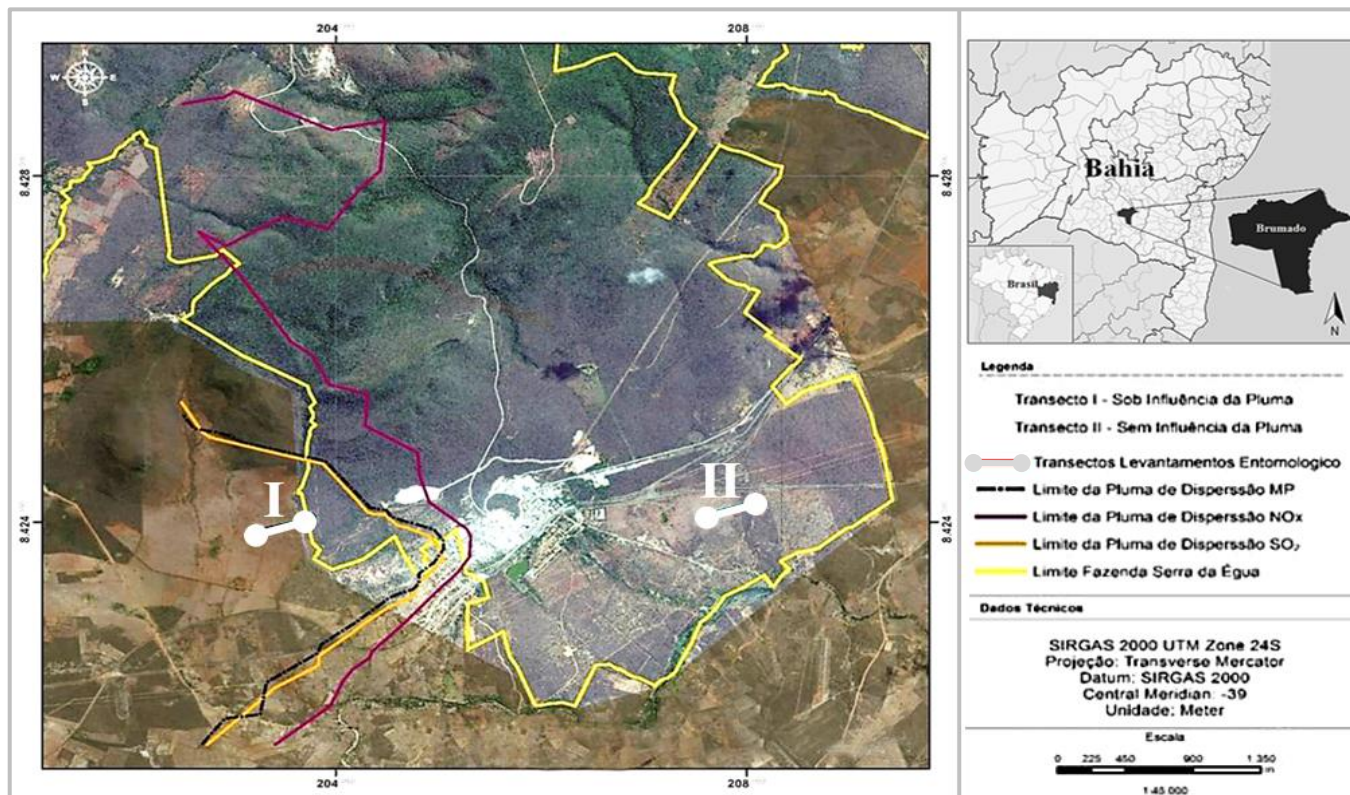


Figura 2 - Localização dos transectos para coleta de borboletas frugívoras (Nymphalidae) na área industrial da Magnesita Refratários S.A., Brumado, BA, 2016.

Fonte: adaptado de Abreu (2006) e Câmara (2017).

As escolhas das áreas e a disposição das armadilhas em transectos foram baseadas no Relatório do Estudo de Dispersão da Pluma de Poluentes, realizado por empresa contratada pela Magnesita Refratários S.A (SILVA e outros, 2010). Com base nesse estudo e do sentido da dispersão dos poluentes emitidos pela unidade de mineração, foram definidas as áreas e os arranjos das armadilhas em transectos como os mais adequados para as amostragens.

No referido relatório, as concentrações dos poluentes dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio foram monitoradas. A concentração diária máxima de SO₂ foi de 6,9 µm⁻³, a aproximadamente 1.500 m a oeste-sudoeste (O-SO) da mineradora e máxima para o ano de 2009, de 1,38 µm⁻³ a aproximadamente 3.900 m na mesma direção. Para o NO_x, a concentração diária máxima foi de 4.353,9 µm⁻³ a aproximadamente 7.400 m a sul-sudoeste (S-SO), sendo a máxima para o ano de 2009 de 89,14 µm⁻³ a aproximadamente 3.900 m a oeste-sudoeste (O-SO) da mineradora. Os resultados indicaram uma distribuição ao longo das grades dos sensores, estando de acordo com os padrões estabelecidos, exceto para o padrão primário de NO_x (concentração média de 01h) (SILVA e outros, 2010).

Ambos os transectos abrangeram áreas de fragmentação florestal caracterizadas por árvores de médio e pequeno porte, arbustos xerófilos próprios da Caatinga (MESSIAS, 2010) e pastagem, onde foram georreferenciados em coordenadas UTM (vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro: SIRGAS 2000, Fuso 24 L), com aparelho GPS (Garmin, modelo Etrex Vista® H), 16 pontos de coleta equidistantes, 50 m em cada tipo vegetacional (oito pontos de coleta na fragmentação florestal e oito pontos na pastagem), distantes 125 m entre si, totalizando 32 pontos de coleta (Tabela 2), com frequência mensal de amostragem.

Em cada ponto de coleta foi instalada uma armadilha sobre tripés de madeira de 1,80 m de altura, fixados ao solo de forma permanente com estacas de madeira de 0,5 m e arame galvanizado de três milímetros. As armadilhas foram instaladas a 1,0 m de altura em relação ao solo

(BARBOSA, 2009b; FURLANETTI, 2010; PEDROTTI e outros, 2011; AMARAL, 2012; ZACCA; BRAVO, 2012; SANTOS, 2015) (Figura 3). Estas foram identificadas quanto aos transectos, tipos vegetacionais e armadilhas, com registros em planilhas de campo das datas e horários de instalação das armadilhas e de coleta das borboletas (Apêndices B, C e D).

As armadilhas consistiram de um cilindro de tecido *voil* branco, com 1,10 m de altura e 0,35 m de diâmetro, fechado na extremidade superior. No interior, apresentava um funil constituído do mesmo tecido do cilindro com abertura de 0,22 m, para evitar possíveis fugas das borboletas capturadas, através do movimento ascendente, ficando presas no cilindro. O cilindro é fixado a uma plataforma de madeira de seis milímetros de espessura e dimensões de 0,40 m x 0,40 m, com abertura de captura de 0,05 m. A plataforma apresenta uma abertura circular ao centro de 0,09 m, sobre a qual é colocado o recipiente plástico de 0,25 L para inserção da isca atrativa (UEHARA- PRADO e outros, 2006; UEHARA-PRADO e RIBEIRO, 2012) (Figura 4).

As armadilhas foram iscadas com 0,25 L de uma mistura concentrada, elaborada na proporção de 2 kg de banana d'água no estágio sete de maturação (caracterizada pela coloração da casca em amarelo com manchas marrons e pelo completo amadurecimento dos frutos) (CARVALHO e outros, 2011), 0,25 kg de açúcar mascavo e 0,5 L de água a 65 °C. O preparo da isca foi realizado cerca de 30 h antes do início da amostragem em campo para a fermentação da mistura (UEHARA-PRADO e outros, 2004; SANTOS, 2012), e armazenada em caixa contentora plástica de 30,0 L com tampa.

As armadilhas iscadas (Figura 5) ficaram expostas, ou seja, ativas no campo, por um período que compreendeu em média, de 24 h e 29 min, com máxima exposição de 29 h e 45 min, na coleta C4, armadilha T₁FA₈ (Apêndice B) e mínima de 22 h e 51 min, na coleta C9, armadilhas T₁FA₁ e T₁FA₂ (Apêndice C).

Tabela 2 - Coordenadas geográficas (UTM, Fuso 24 L) das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional de coleta (fragmento florestal e pastagem) e transectos (I – com pluma de poluentes e II – sem pluma de poluentes). Brumado, BA, 2016.

	Tipo Vegetacional	Armadilha	Coordenadas		
			Longitude	Latitude	Altitude
Transecto I	Fragmento Florestal	T ₁ FA ₁	203750.669500	8424033.07332	534
		T ₁ FA ₂	203790.136508	8423993.55475	536
		T ₁ FA ₃	203840.985518	8424006.45716	537
		T ₁ FA ₄	203891.762053	8424025.50999	539
		T ₁ FA ₅	203933.757182	8424026.00504	538
		T ₁ FA ₆	203975.643566	8424035.72581	534
		T ₁ FA ₇	204029.456103	8424051.73842	529
		T ₁ FA ₈	204077.305612	8424064.60496	527
	Pastagem	T ₁ PA ₁	203589.558980	8423957.35575	532
		T ₁ PA ₂	203589.631567	8423951.20520	532
		T ₁ PA ₃	203490.715686	8423943.88622	531
		T ₁ PA ₄	203445.793520	8423937.20444	531
		T ₁ PA ₅	203391.872423	8423930.41629	530
		T ₁ PA ₆	203403.943665	8423924.40744	530
		T ₁ PA ₇	203296.101504	8423910.83083	528
		T ₁ PA ₈	203251.215727	8423901.07340	527
Transecto II	Fragmento Florestal	T ₂ FA ₁	208056.397390	8424231.11722	458
		T ₂ FA ₂	208113.389519	8424231.77952	466
		T ₂ FA ₃	208161.239967	8424244.63785	467
		T ₂ FA ₄	208209.090446	8424257.49607	472
		T ₂ FA ₅	208250.906071	8424273.35970	473
		T ₂ FA ₆	208301.756209	8424286.25257	479
		T ₂ FA ₇	208349.571090	8424302.18567	489
		T ₂ FA ₈	208394.422123	8424315.00868	493
	Pastagem	T ₂ PA ₁	207931.094075	8424171.22431	459
		T ₂ PA ₂	207880.101176	8424170.63134	459
		T ₂ PA ₃	207835.429343	8424142.43140	463
		T ₂ PA ₄	207784.579568	8424129.53749	467
		T ₂ PA ₅	207736.765187	8424113.60310	469
		T ₂ PA ₆	207691.950430	8424097.70369	470
		T ₂ PA ₇	207644.100345	8424084.84437	472
		T ₂ PA ₈	207596.286092	8424068.90977	470

T1 = transecto I; T2 = transecto II; F = fragmento florestal; P = pastagem; A = armadilha; altitude (m).

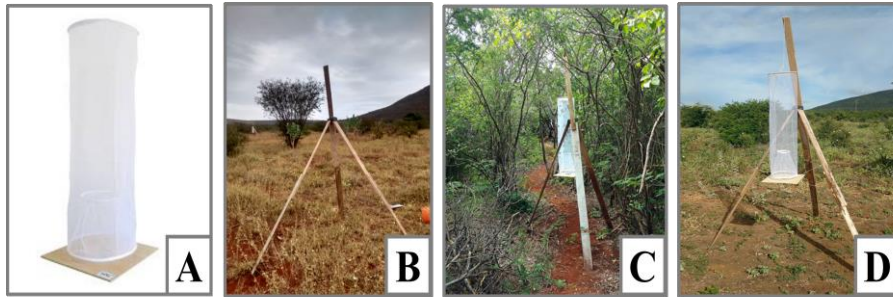


Figura 3 - Armadilha Van Someren-Rydon (A), tripés de madeira de 1,80 m, fixados com estacas de madeira e arame (B), instalação da armadilha no fragmento florestal e pastagem (C, D). Brumado, BA, 2016.

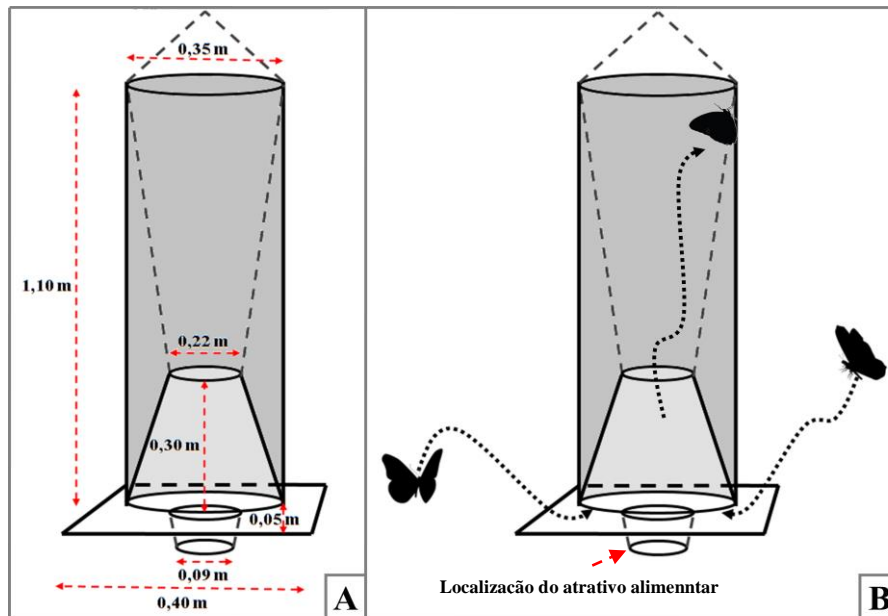


Figura 4 - Modelo ilustrativo da armadilha de captura de borboletas frugívoras do tipo Van Someren-Rydon (A) e esquema de captura das borboletas frugívoras (B).



Figura 5 - Instalação da armadilha sobre o tripé (A), isca transportada em balde plástico de 4,0 L (B), inserção da isca ao recipiente de 0,25 L (C, D), introdução do recipiente contendo a isca na armadilha instalada (E, F), aspecto geral do recipiente e isca na armadilha (G, H). Brumado, BA, 2017.

Decorridas aproximadamente 24 h de exposição das armadilhas em campo, as borboletas capturadas foram retiradas manualmente e mortas com uma leve pressão no tórax. Em seguida foram depositadas em envelopes entomológicos (identificados quanto ao transecto, tipo vegetacional e armadilha). Os envelopes foram acondicionados em embalagens plásticas transparentes (0,35 m x 0,25 m) com identificação do transecto, tipo vegetacional e armadilha, as quais foram armazenadas em caixa de poliestireno expandido de 13,5 L para o transporte (Figura 6), ao Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* Vitória da Conquista, BA, para posterior triagem, montagem e identificação dos espécimes coletados.

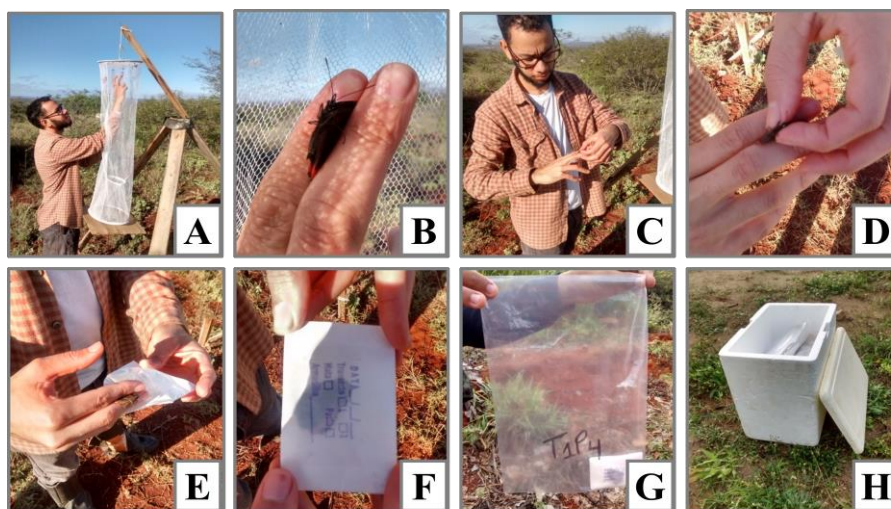


Figura 6 - Coleta das borboletas capturadas (A), detalhe da forma de captura das borboletas (B), matança com leve pressão no tórax da borboleta (C, D), inserção da borboleta em envelope entomológico identificado (E, F), envelopes acondicionados em embalagens plásticas (G) e transportados em caixa de poliestireno expandido de 13,5 L (H). Brumado, BA, 2017.

O material foi depositado no Laboratório de Entomologia da UESB, *Campus* Vitória da Conquista, BA, para confecção da coleção de referência das borboletas frugívoras da região em estudo (Figura 7).



Figura 7. Coleção de referência contendo Espécies e Subespécies registradas (A) e gaveteiro entomológico contendo as Espécies e Subespécies de borboletas coletadas (B). Vitória da Conquista, BA, 2017.

Os espécimes capturados foram identificados em espécie e subespécie, quando possível. As identificações das borboletas foram

realizadas utilizando-se os guias de Uehara-Prado e outros (2004), Santos e outros (2014 a, b, c), além das bases de dados sobre a ordem Lepidoptera: Savelle (2014) – (FUNET Lepidoptera), Warren e outros (2016) – (Butterflies of America), Pickering (2016) – (Discover Life) e Hoskins (2012) – (Learn About Butterflies), seguindo a nomenclatura taxonômica de Lamas (2004), com o auxílio e confirmação dos táxons pela Pesquisadora Dr.^a Laura Braga de Oliveira (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP).

3.3. Estrutura das Comunidades das Borboletas frugívoras

Cada uma das áreas com vegetação distinta (fragmentos florestais e pastagem) de cada transecto amostrado foi considerada uma comunidade diferente com características próprias, sendo assim possível caracterizar e delimitar essas comunidades por meio dos medidores faunísticos proposto por Silveira Neto e outros (1976) e Krebs (1985).

Foram utilizados os medidores faunísticos de frequência relativa, constância, dominância, riqueza e, índices de diversidade e similaridade, calculados para cada espécie/subespécie e para os dois tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) dos dois transectos (I e II).

Frequência relativa: representa a participação percentual do número de indivíduos da espécie em relação ao total de indivíduos coletados, utilizando-se a fórmula: $f = n/N \times 100$, na qual f = frequência, n = número de indivíduos de cada espécie, N = número total de indivíduos em cada coleta.

Riqueza: a riqueza (S) foi obtida a partir do número total de espécies observadas na comunidade. Foi observada a suficiência amostral do estudo com a elaboração da curva do coletor, construída a partir da utilização da riqueza acumulada de espécies, durante o período de coleta e, também, utilizados os estimadores de riqueza Jackknife 1 e Bootstrap, pelo software EstimateS®, versão 9.1.0 (2016) (COLWELL e outros, 2012). No entanto, considerando que o uso da curva do coletor para indicar a suficiência

amostral apresenta-se controversa, foram construídas curvas de rarefação da riqueza de espécies, utilizando o Programa R versão 3.4.4 (2018).

Constância: obtida por meio da porcentagem de ocorrência das espécies no levantamento pela fórmula $C = p/N \times 100$, onde C = constância, p = número de coletas contendo a espécie e N = número total de coletas. De acordo com os resultados, as espécies foram enquadradas em três categorias, segundo Bodenheimer (1955), citado por Silveira Neto e outros (1976):

Espécies constantes:	W	presentes em mais de 50% das coletas;
Espécies acessórias:	Y	presentes entre 25 a 50% das coletas;
Espécies acidentais:	Z	presentes em menos de 25% das coletas.

Dominância: uma espécie é dominante quando apresenta frequência relativa superior a $1/S \times 100$, em que S é o número de espécies na comunidade.

Índice de Diversidade: foi estimado pelo índice de Shannon-Wiener (H'), proposto por Krebs (1985), calculado em função do número de espécies e proporção de indivíduos pertencentes àquela espécie em uma comunidade. Tal índice permite a comparação entre comunidades, pois uma pode ser mais rica em espécies do que a outra, mas não necessariamente em indivíduos por unidade de área, obtida pela equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Na qual S é o número de espécies, p_i é a proporção da espécie i , estimada como n_i/N , em que n_i é medida de importância da espécie i (número de indivíduos, biomassa), e N é o número total de indivíduos. Na prática o valor máximo de H' é $\ln S$, e o mínimo é $\ln [N/(N - S)]$. Os valores obtidos pelo cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener dos tipos vegetacionais e transectos foram comparados quanto à significância pelo Teste t (Student) para comparar os índices de diversidade a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), que atesta a diferença entre o índice de diversidade para duas amostras. Assim, foram feitas comparações entre os transectos e

tipos vegetacionais, totalizando cinco combinações, no software Paleontological statistics (Past®) versão 3.17 (2017) (HAMMER e outros, 2001).

Índice de Similaridade: a semelhança entre os transectos (I e II) e os tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem), em termos de composição de espécies de borboletas, foi estimada pelo índice de similaridade *Morisita* (quantitativo) e *Jaccard* (quantitativo e qualitativo).

O índice de similaridade de *Morisita* é fundamentado na abundância de espécies nas amostras, que varia de 0 (ausência de similaridade) a 1 (total similaridade) (WOLDA, 1981), expresso pela seguinte fórmula:

$$S_{MQ} = \frac{2\sum (an_i b n_i)}{(da + db)Na.Nb}$$

A qual:

S_{MQ} = índice de similaridade de Morisita

an_i = nº total de indivíduos da i-ésima espécie na amostra “a”

$b n_i$ = nº total de indivíduos da i-ésima espécie na amostra “b”

Na = nº total de indivíduos na amostra “a”

Nb = nº total de indivíduos na amostra “b”

O índice de similaridade de *Jaccard* é baseado unicamente na relação presença-ausência das espécies nas amostras comparadas qualitativamente à semelhança existente entre comunidades (ZANZINI, 2005). Quantitativamente, o índice varia entre 0 (totalmente diferentes) e 1 (totalmente semelhantes), expresso pela fórmula:

$$S_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Em que:

S_J = índice de similaridade de Jaccard

a = nº total de espécies presentes na amostra “a”

$b = \text{n}^\circ$ total de espécies presentes na amostra “b”

$c = \text{n}^\circ$ total de espécies comuns às amostras “a” e “b”

Ambos os índices foram elaborados com auxílio do software Past® versão 3.17 (2017) (HAMMER e outros, 2001).

Para verificar o efeito dos transectos (I e II) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) na abundância das borboletas, foram realizadas análises de variância em esquema fatorial 2 (transectos) x 2 (ambientes), utilizando-se os dados de abundância, riqueza (estes foram transformados em Log Neperiano), rarefação e diversidade de Shannon-Wiener, a 5% de significância, utilizando o Programa R versão 3.4.4 (2018).

3.4. Distribuição temporal das borboletas frugívoras e flutuação populacional das espécies predominantes

Analisou-se a distribuição temporal das borboletas frugívoras utilizando-se o total de espécimes coletados em cada época amostral (meses), áreas de cada transecto e tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem). Avaliou-se, também, a flutuação populacional das espécies predominantes, ou seja, daquelas frequentes, constantes e dominantes, em ambos os transectos (I e II), com os dados da abundância média em cada período de amostragem.

3.5. Efeitos dos fatores climáticos na abundância das borboletas frugívoras

Durante o período amostral, foram tomados os dados mensais de precipitação (mm), umidade relativa do ar máxima, média e mínima (%), temperaturas máxima, média e mínima (°C) e velocidade do vento (m/s^{-1}), da Estação Meteorológica Automática de Brumado, BA (Apêndice E).

Os efeitos dos fatores meteorológicos sobre a abundância das borboletas foram estimados por meio da correlação de Pearson, quando os

dados se mostraram nas condições de normalidade, com auxílio do programa AgroEstat, versão 1.0 (BARBOSA; MALDONADO JR, 2015). Além disso, foram realizadas correlações de Pearson entre os fatores meteorológicos e a abundância total e de cada espécie de borboleta frugívora coletada.

3.6. Aspectos fitossociológicos e composição florística dos fragmentos florestais

3.6.1. Abertura do dossel

O padrão de luminosidade dentro dos fragmentos florestais de ambos os transectos (I e II) foi estimado com um densiômetro florestal. O equipamento consiste em uma peça de metal espelhada convexa quadriculada, composta por 24 quadros e 96 pontos imaginários de leitura, de modo a refletir a luz incidente em um ângulo de 180° (Figura 8), utilizado para mensurar a porcentagem de abertura do dossel em ambientes florestais. Foi utilizado o índice de 1,04 para correção da porcentagem (LEMMON, 1957 citado por FREITAS e outros, 2017). As leituras foram tomadas no ponto de localização das oito armadilhas de captura de borboletas frugívoras dos fragmentos florestais de ambos os transectos (I e II), em dois períodos, na estação seca (setembro/2017) (Apêndice F) e úmida (dezembro/2017) (Apêndice G) da região em estudo.



Figura 8 - Densiômetro florestal (A e B) e esquema da superfície de leitura do equipamento com os quatro pontos imaginários por quadro (C).

Fonte: Freitas e outros (2017).

3.6.2. Comunidades botânicas dos fragmentos florestais e circunferência altura do peito (CAP)

A coleta dos espécimes botânicos dos fragmentos florestais foi realizada utilizando a amostragem por pontos quadrantes (MORO; MARTINS, 2011). Foram levantados 32 pontos de amostragem em cada um dos tipos vegetacionais de fragmentação florestal de ambos os transectos (I e II). Os pontos quadrantes foram georreferenciados em coordenadas UTM (SIRGAS 2000), com aparelho GPS (Garmin, modelo Etrex Vista® H) e distribuídos sistematicamente em forma de “T” (Figura 9), entre as áreas de abrangências das oito armadilhas de captura das borboletas frugívoras que distavam 50 m entre si ao longo do transecto, perfazendo quatro pontos por armadilha. Cada ponto consistiu na divisão de quatro quadrantes que englobou a amostragem de quatro indivíduos botânicos, também georreferenciados. Dessa forma, nos quatro pontos quadrantes das armadilhas foram amostrados 16 indivíduos, totalizando 128 exemplares vegetais em cada transecto de estudo.

Cada ponto quadrante foi mensurado com auxílio de uma trena de 100 m e coletado um espécime vegetal (arbóreo e/ou arbustivo) vivo de cada eixo mais próximo ao ponto central (Figura 10), que apresentou circunferência altura do peito (CAP: $H = 1,30 \text{ m do solo} \geq 10 \text{ cm}$).

O material botânico coletado foi armazenado em saco de papel Kraft identificado por transecto, armadilha, ponto quadrante e eixo ao qual pertenceu. Posteriormente, estes foram encaminhados para identificação taxonômica, por comparação com exsiccatas do Herbário da UESB, *Campus Vitória da Conquista*, BA, com auxílio do taxonomista Professor Dr. Avaldo de Oliveira Soares Filho, do Departamento de Ciências Naturais da UESB. Os espécimes foram identificados em morfoespécies e espécies, quando possíveis.

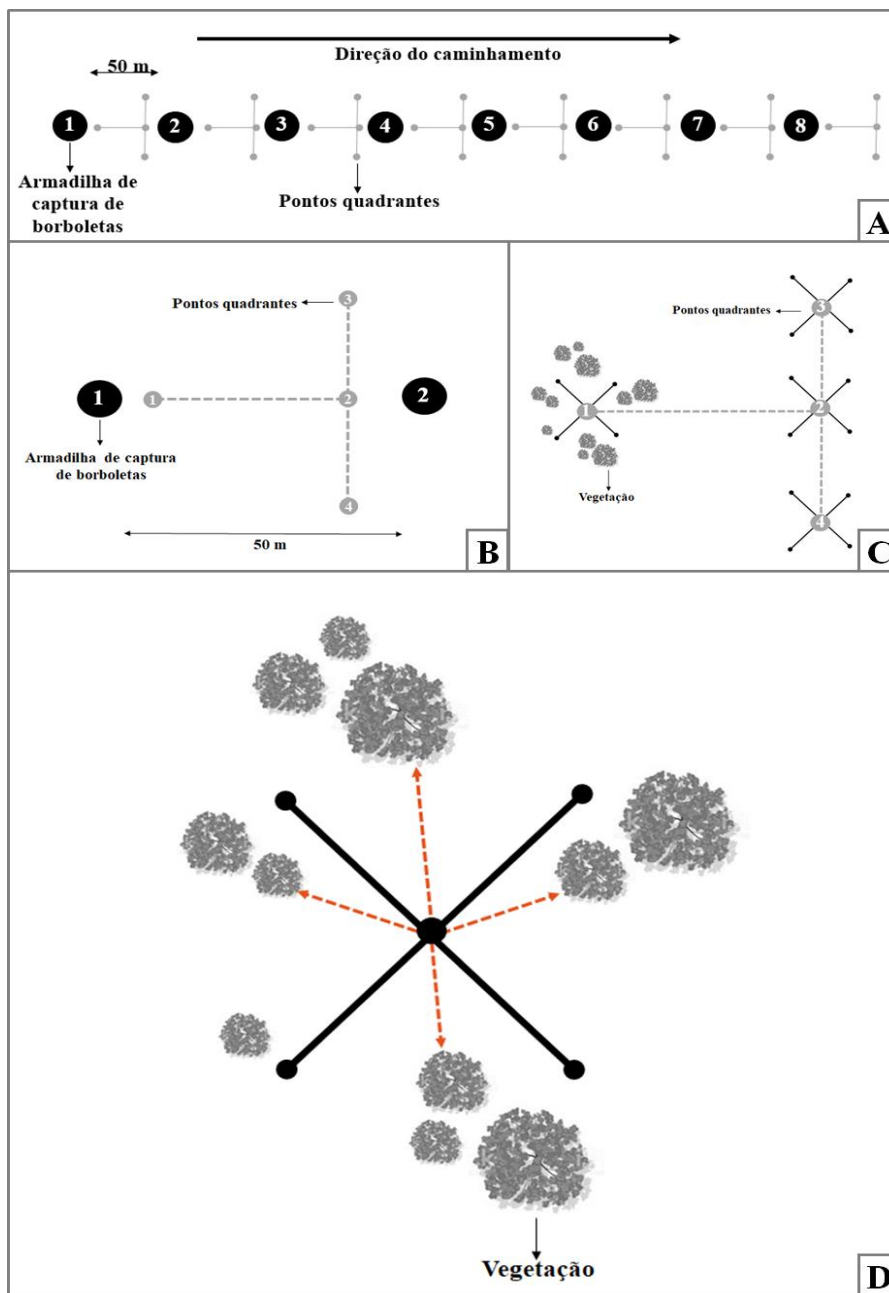


Figura 9 - Esquema geral dos pontos quadrantes distribuídos entre as armadilhas de captura de borboletas (A), detalhe dos pontos quadrantes em forma de "T" (B), vegetação próxima aos pontos quadrante (C) e simulações dos espécimes vegetais mais próximos do eixo central de um ponto quadrante (D).

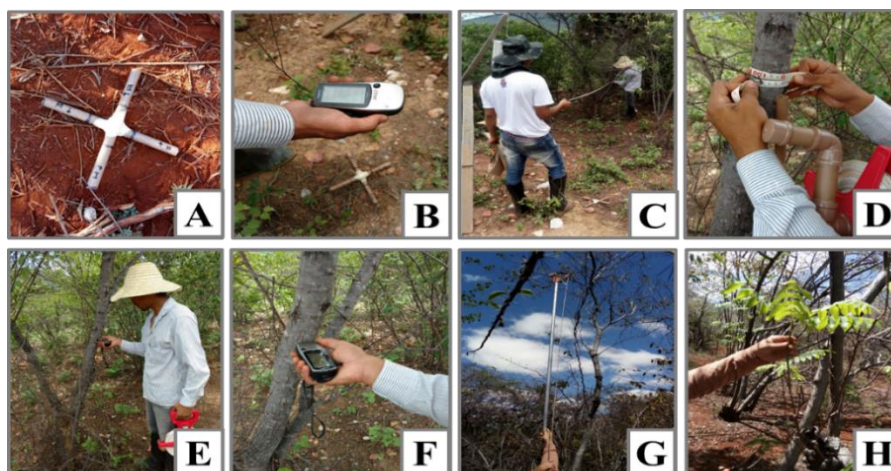


Figura 10 - Ponto quadrante e georreferenciamento (A e B), mensuração da distância do espécime mais próximo do eixo central do ponto (C), mensuração da CAP (D), georreferenciamento do espécime (E e F), coleta do espécime com podão (G e H). Brumado, BA, 2017.

3.6.3. Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos da abertura do dossel foram submetidos ao Teste t (Student) para comparação da porcentagem média da abertura do dossel entre os fragmentos florestais dos transectos (I e II) e períodos (estações seca e úmida), a 5% de significância, com o software Past® versão 3.17 (2017).

Foram calculados os medidores faunísticos, frequência relativa, riqueza, abundância, diversidade (Shannon-Wiener) e similaridade, conforme descrições apresentadas no item 3.3 do presente trabalho.

Para as análises da influência da abertura do dossel e da composição florística dos fragmentos florestais, sobre a comunidade de borboletas em ambos os transectos, foram realizadas análises multivariadas de redundância (RDA). Os dados para RDA da relação matriz de abundância de espécies passaram por transformação de Hellinger, com o intuito de reduzir a influência das espécies muito comuns para as variáveis abertura do dossel (estação seca), diferença da abertura do dossel (estações úmida e seca) e riqueza de espécies arbóreas, com probabilidade obtida por permutação com 999 simulações, com auxílio do Programa R versão 3.4.4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comunidades das borboletas frugívoras

4.1.1. Abundância e frequência relativa

Considerando-se os dois transectos e tipos vegetacionais estudados, foram coletados 8.481 indivíduos de 19 espécies/subespécies e 12 gêneros de borboletas frugívoras, distribuídas entre quatro subfamílias (Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae e Satyrinae) e dez tribos (Ageroniini, Anaeini, Biblidini, Brassolini, Callicorini, Coeini, Ephiphilini, Epicaliini, Eurytelini e Satyrini) (Tabela 3).

A subfamília Biblidinae apresentou maior número de espécies (10), representando 52,63%, e maior abundância (7.470 indivíduos), com 88,08% dos espécimes coletados, destacando-se os gêneros *Eunica* e *Hamadryas*. A subfamília Charaxinae foi a segunda mais abundante em termos de espécimes coletados com 636 indivíduos (7,50%), representadas por quatro espécies correspondentes a 21,05% da comunidade. Em seguida, a subfamília Satyrinae foi representada por 366 (4,32%) espécimes distribuídas em três espécies, perfazendo 15,79% da comunidade. Por fim, a subfamília Nymphalinae fecha o estudo com nove (0,10%) espécimes representados por duas espécies, compondo 10,53% da comunidade (Tabela 3). Segundo Furlanetti (2010), espécies das subfamílias Satyrinae, Charaxinae e Biblidinae atuam como indicadores de habitats intermediários, como áreas em restauração. Todas as subfamílias amostradas foram registradas em outros estudos desenvolvidos no semiárido brasileiro (PALUCH e outros, 2011; ZACCA e outros, 2011; NOBRE e outros, 2012; ZACCA e BRAVO, 2012; LIMA e ZACCA, 2014; SANTOS, 2015).

A maior representatividade de Biblidinae, observada nos dois transectos e tipos vegetacionais estudados (Figura 11), concorda em parte

Tabela 3 - Abundância e frequência relativa das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) capturadas na área industrial da Magnesita Refratários S.A, em função das subfamílias e tribos. Brumado, BA, 2018.

Subfamílias	Tribo	Espécies/Subespécies	Nº	Fr%
Biblidinae	Biblidini	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, [1779])	62	0,73
	Callicorini	<i>Callicore sorana sorana</i> (Godart, [1824])	129	1,52
	Epicaliini	<i>Eunica macris</i> (Godart, [1824])	51	0,60
		<i>Eunica</i> sp1.	1	0,01
		<i>Eunica tatila bellaria</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	4.108	48,44
		<i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	7	0,08
	Ageroniini	<i>Hamadryas arete</i> (E. Doubleday, 1847)	1	0,01
		<i>Hamadryas februa februa</i> (Hübner, [1823])	3.098	36,53
	Eurytelini	<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)	12	0,14
	Epiphilini	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	1	0,01
Total	6	10	7.470	88,08
Charaxinae	Anaeini	<i>Fountainea glycerium cratais</i> (Hewitson, 1874)	492	5,80
		<i>Fountainea halice moretta</i> (H. Druce, 1877)	105	1,24
		<i>Hypna clytemnestra forbesi</i> Godman & Salvin, [1884]	38	0,45
		<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	1	0,01
Total	1	4	636	7,50
Nymphalinae	Coeini	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	8	0,09
		<i>Historis odius odius</i> (Fabricius, 1775)	1	0,01
Total	1	2	9	0,10
Satyrinae	Brassolini	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808)	4	0,05
	Satyrini	<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	65	0,77
		<i>Pharneuptychia phares</i> (Godart, [1824])	297	3,50
Total	2	3	366	3,32
Total Geral	10	19	8.481	100,00

Nº = abundância; Fr % = Frequência relativa.

com os resultados obtidos por Ribeiro e Freitas (2012), na Floresta Amazônica, cujos autores observaram maiores abundâncias das subfamílias Charaxinae e Biblidinae. Furlanetti (2010), em levantamento na Floresta Estacional Semidecidual, áreas de restauração e pastagens no Estado de São Paulo e, Martins e outros (2017), em estudos na Floresta Amazônica do Maranhão, também constataram Biblidinae como mais abundante.

A maior abundância de Biblidinae nesse estudo já foi observada nas regiões semiáridas do Brasil na Caatinga e, frequentemente, essa subfamília tem evidenciado maiores riqueza e abundância (NOBRE e outros, 2012; ZACCA e BRAVO, 2012; LIMA e ZACCA, 2014; BEIRÃO e outros, 2017). De acordo com Uehara-Prado e outros (2009), as espécies de Biblidinae são favorecidas pela fragmentação vegetal. Áreas em estágios iniciais de regeneração possuem um grande número de plantas hospedeiras que são utilizados pelos Biblidíneos, principalmente do gênero *Hamadryas* (RIBEIRO e outros 2008).

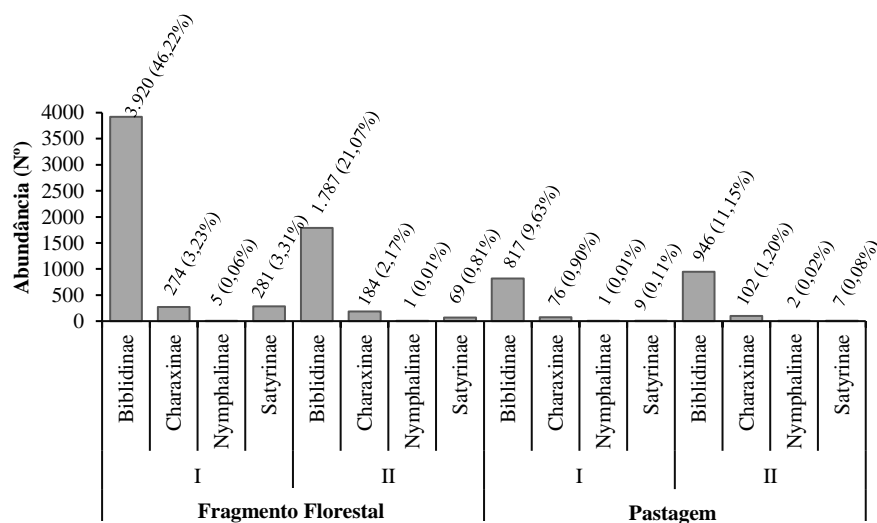


Figura 11 - Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das subfamílias de Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II). Brumado, BA, 2018.

Por outro lado, os dados da presente pesquisa divergem de outros levantamentos já realizados no Brasil, nos quais a subfamília Satyrinae é constatada em maior abundância. A exemplo de Silva e outros (2013), em estudos no Rio Grande do Sul, encontraram 97,35% das borboletas frugívoras, pertencentes à subfamília Satyrinae, e Biblidinae abrangeu apenas 0,22% dos espécimes coletados. Segundo Lamas (2004), a subfamília Satyrinae apresenta a maior riqueza de espécies de borboletas frugívoras da Região Neotropical, sendo esse fato confirmado em levantamentos de borboletas frugívoras em diferentes domínios fitogeográficos do Brasil. Foram constatados percentuais elevados dessa subfamília nos levantamentos na Floresta Atlântica (VASCONCELOS e outros, 2009; PALUCH e outros, 2011; PEDROTTI e outros, 2011; NEVES, 2015; SILVA e outros, 2015; NEVES e PALUCH, 2016), Cerrado (SILVA e outros, 2012; DORVAL e outros, 2013), Floresta Amazônica (BARLOW e outros, 2007; GRAÇA e outros, 2015) e Pampa (SACKIS e MORAIS, 2008; SILVA e outros, 2013).

De um modo geral, as tribos mais representativas foram Epicaliini (49,05%) e Ageroniini (36,62%), representando 85,67% das borboletas coletadas, seguidas por Anaeini (7,50%) e Satyrini (4,27%) (Figura 12). A alta representatividade de Epicaliini e Ageroniini pode ser observada nos dois transectos e tipos vegetacionais estudados (Figura 13). No fragmento florestal do transecto I, Ageroniini e Epicaliini apresentaram abundâncias similares, correspondendo a 1.914 (22,57%) e 1.912 (22,54%) espécimes, respectivamente, enquanto que na pastagem do transecto I, fragmento florestal e pastagem do transecto II, a tribo Epicaliini se destacou como mais abundante (Figura 13).

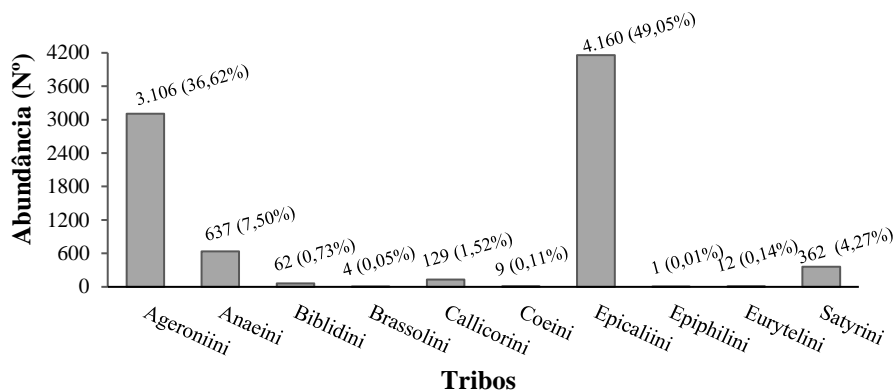


Figura 12 - Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das tribos de Nymphalidae amostradas na Caatinga, Brumado, BA, 2018.

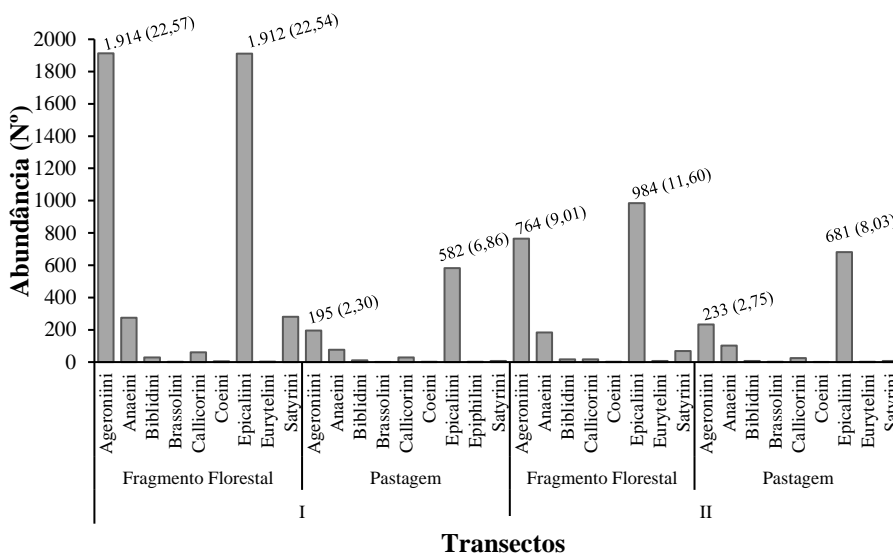


Figura 13 - Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das tribos de Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II). Brumado, BA, 2018.

De um modo geral, a abundância total das borboletas, ao longo do período de estudo, está associada às maiores abundâncias dos gêneros *Eunica* (Biblidinae, Epicaliini) e *Hamadryas* (Biblidinae, Ageroniini), principalmente das espécies *Eunica t. bellaria*, com 4.108 indivíduos (48,44%) e *Hamadryas f. februa*, 3.098 indivíduos (36,53%),

respectivamente, que juntas representaram 7.206 espécimes e 84,97% da comunidade amostrada (Figura 14). Tal qual os estudos de Beirão e outros (2017), que encontraram resultados semelhantes em relação a *Eunica tatila* (51,0%) e *Hamadryas februa* (33,0%) em área de transição entre Cerrado e Caatinga, no norte de Minas Gerais, com alta representatividade dentro da comunidade de borboletas frugívoras. A maior abundância dessas duas espécies na Caatinga, possivelmente, relaciona-se à disponibilidade de plantas hospedeiras para as lagartas (BEIRÃO e outros, 2017) e à ocorrência dessas espécies em habitats abertos e florestas semidecíduas (JENKINS, 1990; SHAHABUDDIN e outros, 2000). Ainda que haja pouca informação sobre a biologia de *Eunica tatila*, sabe-se que essas são bem distribuídas e encontradas em florestas semidecíduas (JENKINS, 1990).

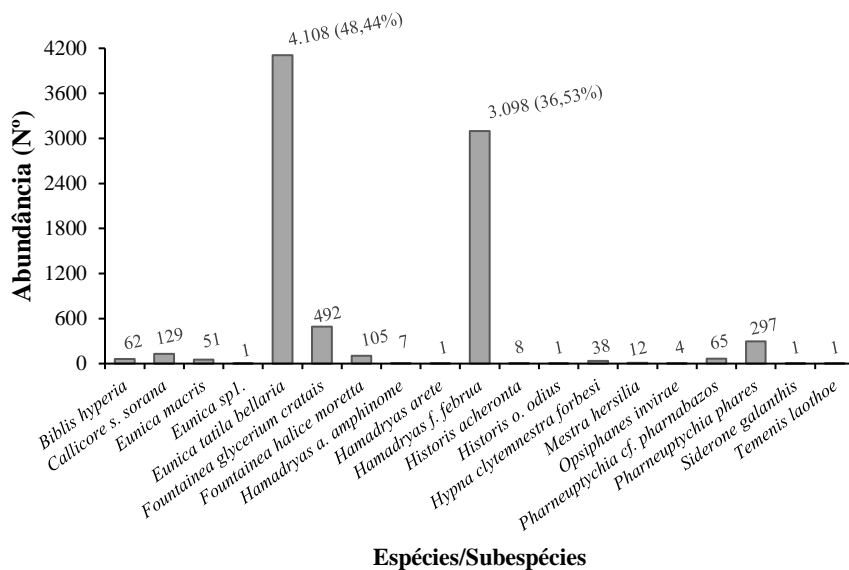


Figura 14 - Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das espécies e subespécies de Nymphalidae amostradas na Caatinga. Brumado, BA, 2018.

Outras espécies também se destacaram por apresentar frequência relativa acima de 1,00%. Neste cenário, encontram-se *Fountainea g. cratais* (5,80%), *Pharneuptychia phares* (3,50%), *Callicore s. sorana* (1,52%) e *Fountainea h. moretta* (1,24%). Enquanto outras espécies apresentaram

frequências abaixo de 1,00%, tais como *Pharneuptychia pharnabazos* (0,77%), *Biblis hyperia* (0,73%), *Eunica macris* (0,60%), *Hypna c. forbesi* (0,45%), *Mestra hersilia* (0,14%), *Historis acheronta* (0,09%), *Hamadryas a. amphinome* (0,08%) e *Opsiphanes invirae* (0,05%).

Foram observadas, ainda, cinco espécies com apenas um exemplar (*singletons*) que corresponderam cada uma a 0,01% da amostragem: *Eunica* sp1., *Hamadryas arete*, *Temenis laothoe*, *Historis o. odius* e *Siderone galanthis* (Figura 14). Essa última é rara em levantamentos de borboletas na região Nordeste e no Estado da Bahia, compreendendo *singletons* na comunidade, ou não excedendo dez espécimes (VASCONCELOS, 2008; BARBOSA, 2009a; LIMA e ZACCA, 2014; MELO, 2014; FILGUEIRAS, 2015; VILLAR, 2015; BRITO, 2017; OLIVEIRA, 2017) ou foi ausente nos estudos (NOBRE e outros, 2008; BARBOSA, 2009b; VASCONCELOS e outros, 2009; ZACCA, 2009; PALUCH e outros, 2011; ZACCA e outros, 2011; AMARAL, 2012; NOBRE e outros, 2012; ZACCA e BRAVO, 2012; COSTA e outros, 2013; NEVES, 2015; SANTOS, 2015; NEVES e PALUCH, 2016; MARTINS e outros, 2017).

As espécies e subespécies *Biblis hyperia*, *Callicore s. sorana*, *Eunica macris*, *Eunica t. bellaria*, *Fountainea g. cratais*, *Fountainea h. moretta*, *Hamadryas f. februa*, *Historis acheronta*, *Pharneuptychia pharnabazos* e *Pharneuptychia phares* foram coletadas em todos os tipos vegetacionais estudados (fragmento florestal e pastagem) de ambos os transectos (I e II). Algumas espécies só ocorreram nos fragmentos florestais, tais como *Hamadryas arete*, *Historis o. odius*, *Hypna c. forbesi* e *Siderone galanthis*. Enquanto outras espécies como *Temenis laothoe* e *Eunica* sp1. foram exclusivas da pastagem, sendo que essas foram coletadas nos transectos I e II, respectivamente (Tabela 4).

Quando observadas as áreas de estudo separadamente, as espécies *Eunica t. bellaria* e *Hamadryas f. februa* foram mais abundantes, em ambos os transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem), mas especialmente nos fragmentos florestais (transectos I e II) (Figura 15).

Contudo, nem sempre as espécies mais abundantes são as mais importantes na estrutura de uma comunidade (LANA, 2003).

Tabela 4 - Espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) capturadas em função dos transectos (I - com a pluma de poluentes e II - sem a pluma de poluentes) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.

Subfamília	Espécies/Subespécies	TI		TII	
		Tipos Vegetacionais			
		FF	P	FF	P
Biblidinae	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, [1779])	X	X	X	X
	<i>Callicore s. sorana</i> (Godart, [1824])	X	X	X	X
	<i>Eunica macris</i> (Godart, [1824])	X	X	X	X
	<i>Eunica</i> spl.				X
	<i>Eunica t. bellaria</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	X	X	X	X
	<i>Hamadryas a. amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	X	X		
	<i>Hamadryas arete</i> (E. Doubleday, 1847)	X			
	<i>Hamadryas f. februa</i> (Hübner, [1823])	X	X	X	X
	<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)	X		X	X
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)		X			
Charaxinae	<i>Fountainea g. cratais</i> (Hewitson, 1874)	X	X	X	X
	<i>Fountainea h. moretta</i> (H. Druce, 1877)	X	X	X	X
	<i>Hypna c. forbesi</i> Godman & Salvin, [1884]	X		X	
	<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	X			
Nymphalinae	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X
	<i>Historis o. odius</i> (Fabricius, 1775)	X			
Satyrinae	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808)	X	X		X
	<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	X	X	X	X
	<i>Pharneuptychia phares</i> (Godart, [1824])	X	X	X	X
Total	19	17	13	12	13

TI = transecto I; TII = transecto II; FF = fragmento florestal; P = pastagem.

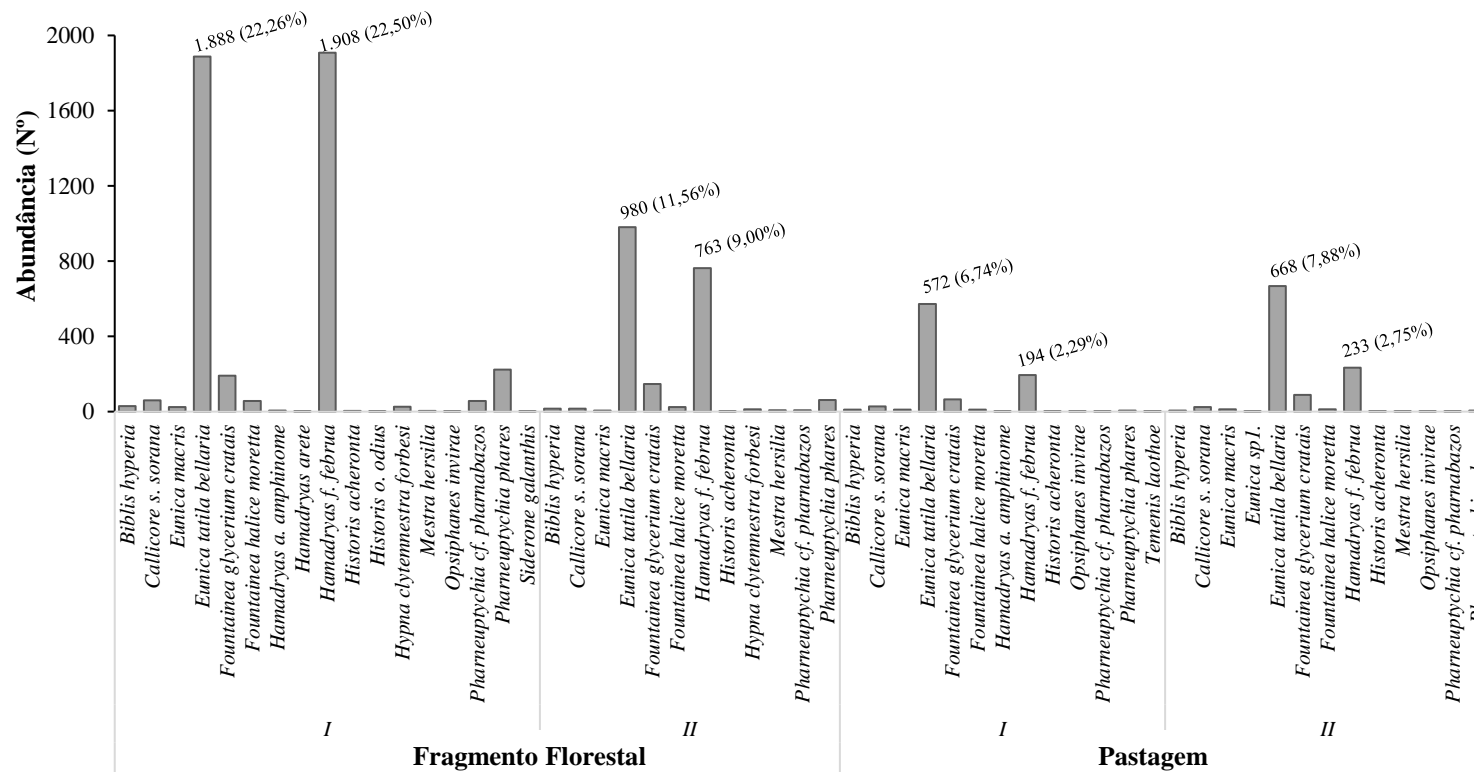


Figura 15 - Abundância (Nº) e frequência relativa (%) das espécies e subespécies de Nymphalidae amostradas na Caatinga, em função do tipo vegetal (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I e II). Brumado, BA, 2018.

Diversos autores listaram algumas espécies de borboletas frugívoras comuns em ambientes antropizados ou secundários, dentre elas *Biblis hyperia nectanabis* que está associada a habitats de clareiras, bordas de mata e ambientes perturbados (RAIMUNDO e outros, 2003; MORAIS e outros, 2007; SACKIS e MORAIS, 2008), além de apresentar hábito generalista em relação à dieta das lagartas (BROWN, 1992), as espécies e subespécies *Historis acheronta* (RAIMUNDO e outros, 2003; BARBOSA, 2009b), *Hamadryas f. februa*, *Temenis laothoe meridionalis*, *Opsiphanes invirae* (RAIMUNDO e outros, 2003; SILVA e outros, 2012), *Hamadryas amphinome* e *Hamadryas februa* (BROWN, 1992; UEHARA-PRADO, 2003) ocorrem preferencialmente em áreas abertas (SHAHABUDDIN e outros, 2000). Porém, para Barbosa (2009b), a mera presença de *Hamadryas februa* em levantamentos não revela ou indica perturbação ambiental, pois podem estar associadas às florestas mais abertas e semidecíduas (SHAHABUDDIN e outros, 2000).

As espécies *Historis acheronta*, detectadas nos fragmentos florestais e pastagens (transectos I e II) e, *Historis o. odius*, encontrada apenas no fragmento florestal (transecto I) foram apontadas por Barbosa (2009b) como potencialmente indicadoras de ambientes abertos e/ou impactados, ou que apresentam proximidades a esses locais.

Enquanto que *Fountainea h. moretta* e *Hypna c. forbesi* foram sugeridas por Zacca e Bravo (2012), como endêmicas da Caatinga, sendo consideradas bioindicadoras para esse domínio fitogeográfico.

De modo geral, as borboletas frugívoras foram mais abundantes nos fragmentos florestais, em relação às pastagens para ambos os transectos (I e II) com 52,83% do total de borboletas coletadas no fragmento florestal do transecto I e 24,06% no fragmento florestal do transecto II. Os tipos vegetacionais de pastagem apresentaram uma participação similar no total de borboletas frugívoras capturadas com 10,65% e 12,46%, nos transectos I e II, respectivamente.

Segundo Poole (1974), citado por Schwartz e Di Mare (2001), a abundância não é necessariamente um bom indicador da importância das espécies na comunidade, uma vez que há espécies generalistas que ocorrem em muitas localidades e em altas densidades, permitindo distribuição ampla (BROWN, 1984, citado por SCHWARTZ e Di MARE, 2001). No entanto, estudos demonstram que a abundância e riqueza de determinadas espécies podem ser maiores em ambientes com maior perturbação em relação aos mais conservados (UEHARA-PRADO e outros, 2009) e que essas observações podem estar ligadas a fatores específicos de cada ambiente (DeVRIES e outros, 1997).

Por fim, a análise de variância indicou efeitos significativos dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem), bem como da interação desses fatores na abundância das borboletas frugívoras ($p < 0,001$) (Apêndice H). Assim, a abundância total foi significativamente maior no transecto I e nos fragmentos florestais em relação ao transecto II e pastagens. Nos estudos de Furlanetti (2010), menor abundância de borboletas frugívoras também foi observada em pastagem em relação a um fragmento florestal e área de restauração. A menor abundância de borboletas frugívoras nas pastagens, em relação ao fragmento florestal, pode estar associada às diferenças nas características microclimáticas, heterogeneidade dos habitats e diversidade de recursos alimentares entre esses dois tipos vegetacionais.

Já para o tipo vegetacional fragmento florestal, a abundância foi maior no transecto I (sob presença da pluma de poluentes), enquanto que para a pastagem a abundância foi superior no transecto II (sem presença da pluma de poluentes) (Figura 16).

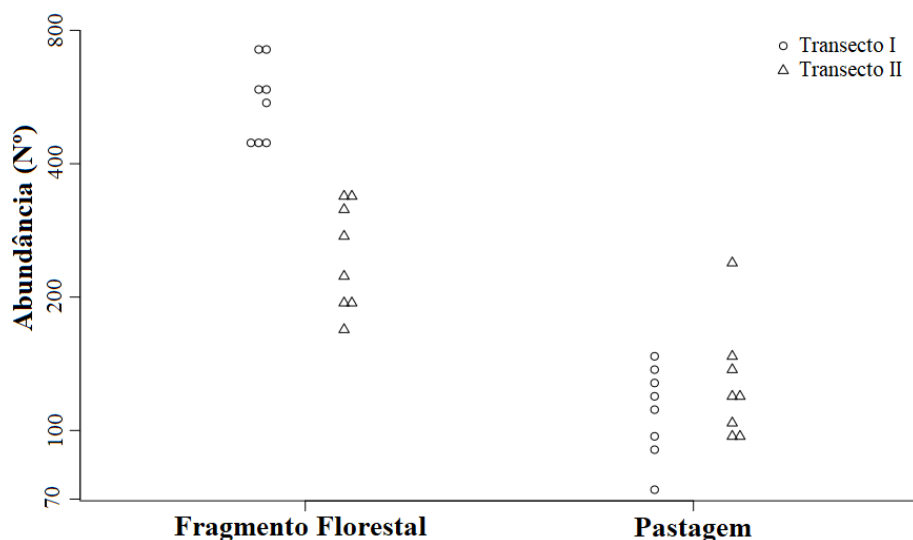


Figura 16 - Abundância de borboletas frugívoras em função dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) amostrados. Brumado, BA, 2018.

A maior abundância de borboletas no transecto I poderia ser explicada pela presença da pluma de poluentes, cujos compostos gasosos principais são o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio. Para várias espécies de insetos fitófagos o efeito desses poluentes tem sido no sentido de aumentar a abundância. Muitas observações em campo, têm evidenciado uma tendência geral de aumento das densidades de insetos fitófagos, fato que tem sido atribuído às mudanças nos valores nutricionais e níveis de metabólitos secundários das plantas, ou pelo aumento da palatabilidade das plantas aos insetos e redução no parasitismo e predação, provocadas pelos poluentes (HJII e outros, 1995).

4.1.2. Riqueza de espécies e suficiência amostral

A riqueza de espécies/subespécies de borboletas frugívoras do presente estudo, considerando os dois transectos e tipos vegetacionais, foi 19, igualando-se aos resultados obtidos na Caatinga nos estudos de Nobre e

outros (2008) e Caatinga/Cerrado no levantamento de Gozzi e outros (2012), nos quais 47,40% e 52,63% das espécies de borboletas, respectivamente, foram comuns ao presente trabalho (Tabela 5). A riqueza obtida na presente pesquisa foi maior que aquelas registradas nos trabalhos de Nobre e outros (2012) e Santos (2015) na Caatinga. Esses autores observaram 15 e 16 espécies de borboletas frugívoras, das quais 60,00% e 62,50%, respectivamente, foram comuns às espécies da presente pesquisa (Tabela 5).

Outras pesquisas também realizadas na Caatinga revelam percentuais variados de espécies que foram comuns com o presente estudo, com 14,30% (PALUCH e outros, 2011), 28,30% (ZACCA e BRAVO, 2012) e 46,40% (LIMA e ZACCA, 2014) (Tabela 5).

Todas as espécies do presente estudo já foram registradas para a região nordestina, não compreendendo nenhum registro novo e correspondeu a 24,0% das espécies inventariadas por Kerpel e outros (2014). Esse levantamento foi o de maior abrangência no Nordeste brasileiro em regiões semiáridas que integrou o Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido (PPBio Semiárido) e foram registradas 139 espécies de Nymphalidae, 79 delas frugívoras (Tabela 5).

A riqueza do fragmento florestal do transecto I (com pluma de poluentes) variou de três (abril e novembro/2017) a 12 (maio/2016) espécies, enquanto que no fragmento florestal do transecto II (sem pluma de poluente) variou de duas (abril, junho, julho e novembro/2017) a nove (agosto/2017) espécies (Figuras 17 A e B). Para as pastagens, a riqueza variou de uma (agosto/2016) a oito (maio/2016) espécies no transecto I, e também de uma (novembro/2016, janeiro, julho e outubro/2017) a oito espécies (maio/2017) no transecto II (Figuras 17 C e D). Esses resultados assemelham-se aos observados por Furlanetti (2010), que também constatou maiores riquezas de borboletas nos fragmentos florestais e área restauração, ao passo que nas áreas de pastagem a riqueza foi menor.

Tabela 5 - Comparação da composição percentual da fauna de borboletas frugívoras do presente estudo com outros levantamentos na Caatinga e transição com outros domínios fitogeográficos da região Nordeste e regiões semiáridas do Brasil.

Local/Estado	Domínios Fitogeográficos	Total de espécies	Espécies em comum		Referência
			N	%	
Brumado, BA	Caatinga	19	-	-	Presente estudo
Parque Nacional do Catimbau, PE	Caatinga	19	9	47,4	Nobre e outros (2008)
Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, PE	Caatinga	49	7	14,3	Paluch e outros (2011)
Serra da Jiboia, BA	Floresta Atlântica /Caatinga	27	3	11,1	Zacca e outros (2011)
Refúgio da Vida Silvestre Rio Pandeiros, MG	Caatinga/Cerrado	19	10	52,6	Gozzi e outros (2012)
Parque Nacional do Catimbau, PE	Caatinga	15	9	60,0	Nobre e outros (2012)
Parque Nacional da Chapada Diamantina, BA	Caatinga	46	13	28,3	Zacca e Bravo (2012)
Parque Ecológico Riacho do Meio, CE	Caatinga/Cerrado	5	1	20,0	Costa e outros (2013)
Várias localidades*	Várias	79	19	24,0	Kerpel e outros (2014)
Serra da Fumaça, BA	Caatinga	28	13	46,4	Lima e Zacca (2014)
Estação Ecológica do Seridó, RN	Caatinga	16	10	62,5	Santos (2015)
Várias localidades**	Caatinga/Cerrado	48	***	-	Beirão e outros (2017)

N = Abundância; % = Porcentagem; *Cachoeira da Fumaça, Maracás, Milagres, Morro do Chapéu, Senhor do Bonfim, Serra da Jiboia e Serra do Ramalho (BA), Parque Nacional da Serra das Confusões (PI), Parque Nacional do Catimbau (PE), Reserva Ecológica da Mata do Pau Ferro (PB), Parque Nacional de Ubajara (CE); **Parque Estadual Lagoa do Cajueiro, Reserva Biológica Jafba, Reserva Biológica Serra Azul e Serra do Cipó (MG).; ***A informação não pode ser levantada por ausência da lista de espécies do estudo, para comparação quantitativa e percentual entre os trabalhos.

A riqueza acumulada de espécies do fragmento florestal (transecto I) foi de 17 e da pastagem foi de 13 espécies. No entanto, de acordo com as curvas de acumulação de espécies desse transecto (com pluma de poluentes) e para esse mesmo tipo vegetacional (Figura 17A) e pastagem (Figura 17C), constata-se que elas não atingiram a assíntota, apresentando-se ascendentes, indicando que incrementos do esforço amostral poderiam resultar em aumento da riqueza de espécies. Informação igualmente confirmada pelas estimativas do número de espécies de borboletas obtidas por meio dos estimadores de riqueza Jackknife 1 e Bootstrap, com valores de 20,83 e 18,65, respectivamente, para fragmento florestal e 17,78 e 14,92 para pastagem, valores maiores em relação àqueles da riqueza acumulada. Do mesmo modo, Lima e Zacca (2014) também observaram riqueza acumulada de espécie menor que os mesmos estimadores, em estudos no semiárido nordestino.

Para o transecto II (sem pluma de poluentes) as riquezas acumuladas para fragmento florestal e pastagem foram de 12 e 13 espécies, respectivamente. Considerando as curvas de acumulação de riqueza do fragmento florestal (Figura 17B) e pastagem (Figura 17D), observa-se que a estabilização acontece apenas para o fragmento florestal (Figura 17B) e se aproxima da estabilização para a pastagem (Figura 17D), indicando que o esforço amostral teria sido suficiente para estimar a riqueza dos dois tipos vegetacionais. Essa afirmação encontra respaldo nos valores dos estimadores de riqueza Jackknife 1 e Bootstrap, de 12,95 e 12,53, respectivamente, para fragmento florestal e 14,86 e 13,25, respectivamente, para pastagem. Esses dados são muito próximos aos valores das riquezas observados nos tipos vegetacionais de fragmento florestal e pastagem (12 e 13 espécies), nessa ordem.

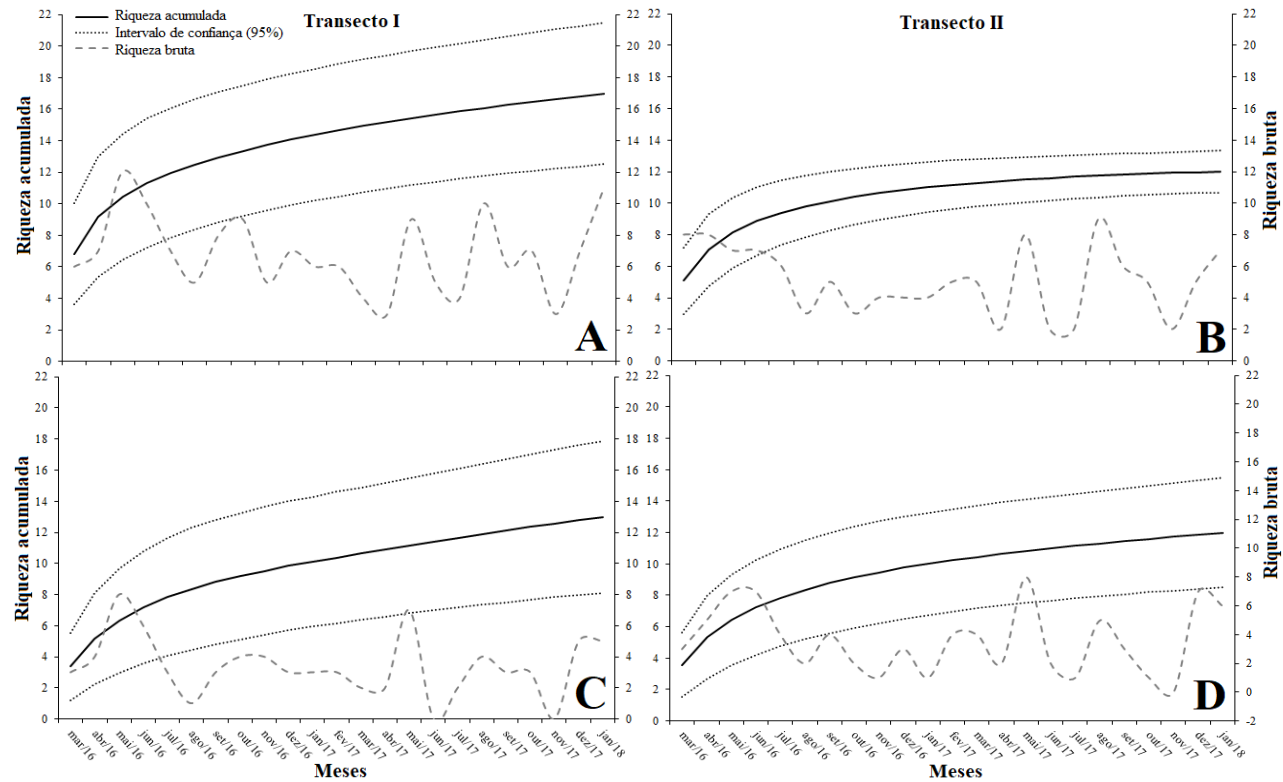


Figura 17 - Curva de acumulação e riqueza de espécies/subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais: fragmento florestal I (A), fragmento florestal II (B), pastagem I (C) e pastagem II (D). Brumado, BA, 2018.

A riqueza de espécies depende do esforço amostral, uma vez que o número de espécies aumenta com o número de indivíduos amostrados. Na verdade, a curva de acumulação de espécies (curva do coletor) para indicar suficiência amostral em estudos de ecologia tem sido considerada, de certa forma, inadequada devido a uma série de limitações, conforme análises feitas por Schilling e Batista (2008), a partir de revisão de literatura sobre o tema. Desse modo, tem se utilizado o método de rarefação de espécies, que consiste em amostrar aleatoriamente indivíduos a partir de amostras coletadas para simular uma amostra de abundância equivalente à da amostra de menor abundância e, assim, poder comparar a riqueza de espécies das diferentes amostras. (SILVA e outros, 2014).

Considerando a curva de rarefação de espécies, que estimou a riqueza para uma abundância menor, ao ponto mínimo de 76 indivíduos (Figura 18), verifica-se que a riqueza de espécies entre tipos vegetacionais e transectos é similar quando se considera o mesmo esforço amostral (número de indivíduos). Porém, a maior variabilidade na riqueza de espécies de borboleta pode ser explicada por alterações na abundância (LEIDNER e outros, 2010), ou seja, a maior abundância refletirá em maior riqueza de espécies nas comunidades. A análise de variâncias não indicou diferenças significativas entre as curvas de rarefação de espécies, entre os transectos e tipos vegetacionais ($p > 0,01$).

Por outro lado, a análise de variância indicou que os tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) afetam significativamente a riqueza de espécies ($p < 0,001$) e existe interação entre as variáveis transectos x ambientes ($p = 0,023$), porém os transectos, por si só, não afetam significativamente a riqueza de espécies (Figura 19, Apêndice H).

4.1.3. Constância, Dominância, Diversidade e Similaridade das comunidades de borboletas frugívoras

Considerando os medidores faunísticos, observa-se que as espécies constantes (W) representaram 94,0% (7.972) das borboletas frugívoras coletadas. Para o fragmento florestal do transecto I, das 17 espécies observadas, sete (41,18%) foram constantes (W) e constituíram 51,33% (4.353) do total de indivíduos capturados. Já para o fragmento florestal do transecto II, das 12 espécies capturadas, quatro (33,33%) foram constantes (W) e compuseram 23,02% (1.952) do total de espécimes capturados. Nos tipos vegetacionais de pastagens, das 13 espécies levantadas, apenas duas (15,38%) foram constantes (W) em ambos os transectos (I e II). Na pastagem do transecto I, representaram 9,03% (766 indivíduos) e na pastagem do transecto II, foram 10,62% (901) dos totais de indivíduos amostrados no estudo. As espécies acessórias (Y) englobaram 4,22% (358) e as acidentais (Z) 1,78% (151) do total de borboletas coletadas (Tabelas 6 e 7). Nos estudos de Silva e outros (2015) realizados em áreas de transição entre Cerrado e Floresta Atlântica, no Estado de Minas Gerais, 31,75% das espécies foram constantes e 12,70% acessórias.

Apenas as subespécies *Eunica t. bellaria* e *Hamadryas f. februa* foram frequentes, constantes e dominantes em ambos os transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem), sendo consideradas predominantes (Tabelas 6 e 7). Além disso, *Fountainea g. cratais* foi acessória e dominante na pastagem do transecto II. Considerando apenas as borboletas frugívoras potencialmente bioindicadoras de ambientes abertos, impactados ou próximos a eles, conforme indica Barbosa (2009b). As espécies *Historis acheronta* e *Historis o. odius* apresentaram-se, no presente estudo, como acidentais e não dominantes, tanto no transecto I (com pluma de poluentes), quanto no transecto II (sem a pluma de poluentes).

No presente trabalho, *Fountainea h. moretta* foi constante e não dominante no fragmento florestal do transecto I e acessória e não dominante

no mesmo tipo vegetacional do transecto II. Já em pastagem, essa espécie foi acessória e não dominante nos dois transectos. Enquanto, *Hypna c. forbesi* só ocorreu em fragmento florestal, apresentando-se constante e não dominante no fragmento florestal no transecto I e acessória e não dominante no fragmento florestal no transecto II. Essas duas subespécies apontadas como bioindicadoras da Caatinga, por serem endêmicas desse domínio fitogeográfico (ZACCA e BRAVO, 2012), ocorreram nos dois transectos, embora com classificações diferentes quanto à constância, o que poderia indicar ausência de efeitos negativos significativos da pluma de poluentes gasosos liberados pela mineradora, uma vez, que no transecto I (com pluma de poluentes), as duas espécies foram constantes.

Considerando os dois transectos, o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') apresentou variação entre 1,118 (pastagem – transecto II) a 1,299 (fragmento florestal – transecto I) (Tabelas 6 e 7). A diversidade (H'), em termos absolutos, foi maior e similar nos fragmentos florestais, com valores de 1,299 (transecto I – com pluma de poluentes) e 1,233 (transecto II – sem pluma de poluentes), enquanto que as pastagens apresentaram 1,151 (transecto I) e 1,118 (transecto II) (Tabelas 6 e 7).

A comparação dos supracitados índices de diversidades pelo Teste t (Student) a 5% e 1% de probabilidade, confrontando-se transectos e tipos vegetacionais, indicou diferenças significativas para a maioria das combinações, exceto para as pastagens nos dois transectos ($p = 0,524$), cuja diversidade não apresentou diferenças significativas (Tabela 8). Assim, a diversidade foi significativamente maior no transecto I (com pluma de poluentes), no fragmento florestal I em relação ao mesmo tipo vegetacional do transecto II e nos fragmentos florestais dos dois transectos em relação às pastagens. No entanto, a análise de variância que considerou o conjunto dos dados indicou significância ($p = 0,004$) apenas dos tipos vegetacionais na diversidade de espécies (Figura 20, Apêndice H), ou seja, as diferenças ocorrem apenas entre fragmentos florestais e pastagens, mas não entre transectos ($p = 0,338$).

Tabela 6 – Medidores e índices faunísticos das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem) do transecto I (com pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.

Espécies/subespécies	Transecto I								
	Fragmento Florestal				Pastagem				Total
	N	%	C	D	N	%	C	D	
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, [1779])	29	0,65	Y	nd	11	1,22	Y	nd	40
<i>Callicore s. sorana</i> (Godart, [1824])	60	1,34	W	nd	28	3,10	Y	nd	88
<i>Eunica macris</i> (Godart, [1824])	24	0,54	Y	nd	10	1,11	Y	nd	34
<i>Eunica t. bellaria</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	1.888	42,14	W	d	572	63,34	W	d	2.460
<i>Fountainea g. cratais</i> (Hewitson, 1874)	191	4,26	W	nd	65	7,20	Y	nd	256
<i>Fountainea h. moretta</i> (H. Druce, 1877)	56	1,25	W	nd	11	1,22	Y	nd	67
<i>Hamadryas a.amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	6	0,13	Z	nd	1	0,11	Z	nd	7
<i>Hamadryas arete</i> (E. Doubleday, 1847)	1	0,02	Z	nd	0	0,00	--	--	1
<i>Hamadryas f. februa</i> (Hübner, [1823])	1.908	42,59	W	d	194	21,48	W	d	2.102
<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	4	0,09	Z	nd	1	0,11	Z	nd	5
<i>Historis o. odius</i> (Fabricius, 1775)	1	0,02	Z	nd	0	0,00	--	--	1
<i>Hypna c. forbesi</i> Godman & Salvin, [1884]	26	0,58	W	nd	0	0,00	--	--	26
<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)	4	0,09	Z	nd	0	0,00	--	--	4
<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808)	1	0,02	Z	nd	2	0,22	Z	nd	3
<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	56	1,25	Z	nd	1	0,11	Z	nd	57
<i>Pharneuptychia phares</i> (Godart, [1824])	224	5,00	W	nd	6	0,66	Z	nd	230
<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	1	0,02	Z	nd	0	0,00	--	--	1
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	0	0,00	--	--	1	0,11	Z	nd	1
Total (18)	4.480	100,00	--	--	903	100,00	--	--	5.383
S	17	--	--	--	13	--	--	--	18
H'	1,299	--	--	--	1,151	--	--	--	1,300

Abundância (N), Frequência relativa (%), Constância (C): espécies constantes (W), acessórias (Y) e acidentais (Z), Dominância (D): espécie dominante (d) e não-dominante (nd), Riqueza (S) e Diversidade de Shannon-Wiener (H').

Tabela 7 - Medidores e índices faunísticos das espécies e subespécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos tipos vegetacionais de amostragem (fragmento florestal e pastagem) do transecto II (sem presença da pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.

Espécies/subespécies	Transecto II								Total
	Fragmento Florestal				Pastagem				
	N	%	C	D	N	%	C	D	
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, [1779])	16	0,78	Z	nd	6	0,57	Z	nd	22
<i>Callicore s. sorana</i> (Godart, [1824])	16	0,78	Y	nd	25	2,37	Y	nd	41
<i>Eunica macris</i> (Godart, [1824])	5	0,24	Z	nd	12	1,14	Z	nd	17
<i>Eunica</i> sp1.	0	--	--	--	1	0,09	Z	nd	1
<i>Eunica t. bellaria</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	980	48,02	W	d	668	63,20	W	d	1.648
<i>Fountainea g. cratais</i> (Hewitson, 1874)	147	7,20	W	nd	89	8,42	Y	d	236
<i>Fountainea h. moretta</i> (H. Druce, 1877)	25	1,22	Y	nd	13	1,23	Y	nd	38
<i>Hamadryas f. februa</i> (Hübner, [1823])	763	37,38	W	d	233	22,04	W	d	996
<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	1	0,05	Z	nd	2	0,19	Z	nd	3
<i>Hypna c. forbesi</i> Godman & Salvin, [1884]	12	0,59	Y	nd	0	--	--	--	12
<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)	7	0,34	Z	nd	1	0,09	Z	nd	8
<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808)	0	--	--	--	1	0,09	Z	nd	1
<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	7	0,34	Z	nd	1	0,09	Z	nd	8
<i>Pharneuptychia phares</i> (Godart, [1824])	62	3,04	W	nd	5	0,47	Z	nd	67
Total (14)	2.041	100,00	--	--	1.057	100,00	--	--	3.098
S	12	--	--	--	13	--	--	--	14
H'	1,233	--	--	--	1,118	--	--	--	1,219

Abundância (N), Frequência relativa (%), Constância (C): espécies constantes (W), acessórias (Y) e acidentais (Z), Dominância (D): espécie dominante (d) e não-dominante (nd), Riqueza (S) e Diversidade de Shannon-Wiener (H').

Tabela 8 - Teste *t* (Student) para comparação da significância do índice de diversidade (Shannon-Wiener), em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.

Áreas confrontadas	(H')	p
Transecto I x Transecto II	(1,300) x (1,219)	0,001**
Fragmento Florestal (T-I) x Pastagem (T-I)	(1,299) x (1,151)	<0,001**
Fragmento Florestal (T-II) x Pastagem (T-II)	(1,233) x (1,118)	0,005**
Fragmento Florestal (T-I) x Fragmento Florestal (T-II)	(1,299) x (1,233)	0,020*
Pastagem (T-I) x Pastagem (T-II)	(1,151) x (1,118)	0,524 ^{ns}

(H') índices de diversidade (Shannon-Wiener); (p) significância; (**) significativo à 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*) significativo à 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) e (ns) não significativo ($p \geq 0,05$); transecto I (T-I) e transecto II (T-II).

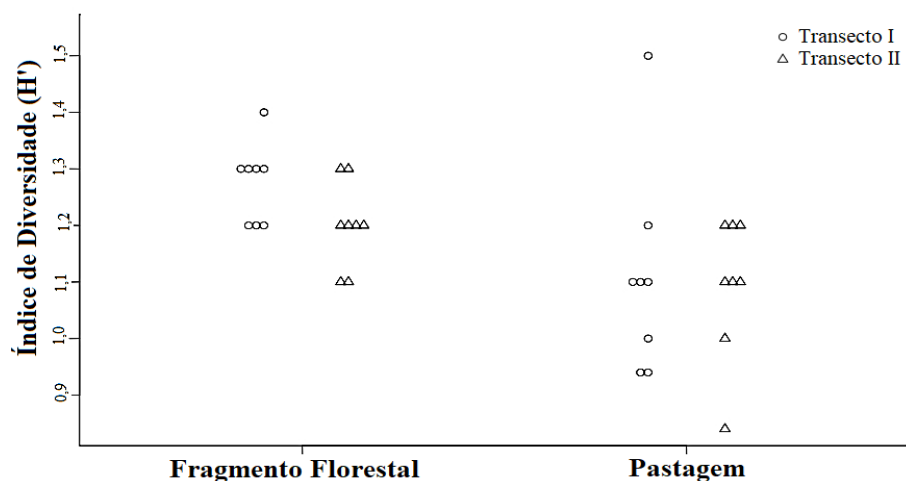


Figura 20 - Índice de diversidade (Shannon-Wiener) das borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) e dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.

No geral, os índices de diversidade encontrados no presente estudo foram inferiores àqueles obtidos em estudos com borboletas frugívoras que utilizaram metodologias semelhantes de coletas (FURLANETTI, 2010; ROMAN e outros, 2010; DORVAL e outros, 2013; SILVA e outros, 2013).

Os índices de similaridades de *Jaccard* referentes às comunidades de borboletas frugívoras nos transectos e tipos vegetacionais confrontados foram altos e próximos entre si, variando de 0,66 a 0,78, o mesmo ocorrendo com os índices de similaridades de *Morisita*, demonstrando que as

comunidades são altamente similares entre si, com variação entre 0,88 a 0,99 (Tabela 9).

Tabela 9 - Índices de similaridade (*Jaccard* e *Morisita*) dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.

Áreas Confrontadas			<i>Sj</i>	<i>Sm</i>
Transecto I	X	Transecto II	0,68	0,98
Fragmento Florestal (T-I)	X	Pastagem (T-I)	0,66	0,88
Fragmento Florestal (T-II)	X	Pastagem (T-II)	0,78	0,94
Fragmento Florestal (T-I)	X	Fragmento Florestal (T-II)	0,70	0,98
Pastagem (T-I)	X	Pastagem (T-II)	0,73	0,99

Índices de similaridade: (*Sj*) *Jaccard* e (*Sm*) *Morisita*; transecto I (T-I) e transecto II (T-II).

Considerando a análise de similaridade qualitativa, a partir do índice de *Jaccard* (*Sj*) esboçado no dendrograma (Figura 21A), identificou-se que os tipos vegetacionais, fragmento florestal e pastagem do transecto II (sem pluma de poluentes), apresentaram maior similaridade de espécies entre si, ou seja, uma maior coexistência de espécies de borboletas frugívoras, entre os tipos vegetacionais analisados. Observou-se, também, que as espécies de borboletas frugívoras deste agrupamento se revelaram mais similares àquelas da pastagem do transecto I. Assim como as espécies do fragmento florestal do transecto I apresentaram maiores similaridades com o conjunto das espécies do fragmento florestal e pastagem do transecto II e pastagem do transecto I. A similaridade encontrada por Furlanetti (2010), entre áreas de pastagens e fragmentos florestais e restauração, foi cerca de 32,0%, considerada muito baixa pelos autores.

Com relação à similaridade na análise quantitativa, com o índice de *Morisita* (*Sm*), constatou-se dois blocos principais (Figura 21B), nos quais o agrupamento entre os tipos vegetacionais de fragmento florestal dos transectos (I e II), apresentaram maiores similitudes de espécies entre si, igualmente observado no agrupamento dos tipos vegetacionais de pastagem dos transectos (I e II). Segundo Zanzini (2005), as estimativas da similaridade de espécies entre ambientes apresentam potencial de aplicação

prática em estudos de impacto ambiental nas fases que envolvem a análise, o monitoramento e o manejo ambiental. Suas interpretações são frequentemente consideradas como indicadoras da qualidade ambiental de sistemas ecológicos.

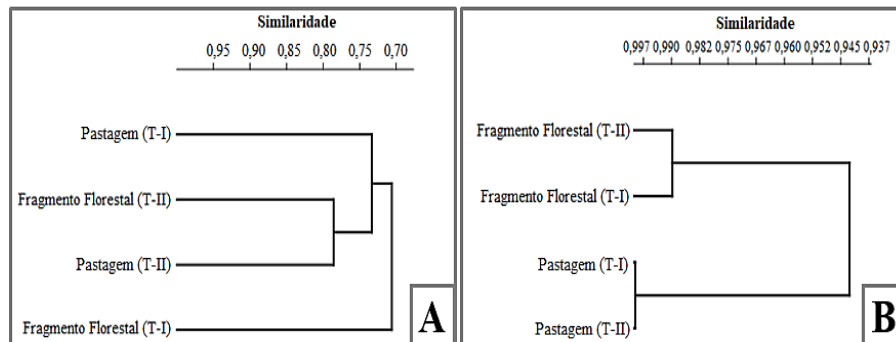


Figura 21 - Dendrogramas de similaridade dos índices de *Jaccard* (A) e *Morisita* (B) dos tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) dos transectos (I e II). Brumado, BA, 2018.

A quantidade de espécies de borboletas frugívoras compartilhadas entre os transectos (I e II) e os tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) foi ilustrada no diagrama de Venn (Figura 22).

Das 18 espécies levantadas no Transecto I e das 14 no transecto II, 13 espécies foram comuns, evidenciando um elevado grau de similaridade (*Jaccard* = 0,68; *Morisita* = 0,98) (Tabela 9) entre os transectos. Cinco espécies (*Hamadryas a. amphinome*, *Hamadryas arete*, *Historis o. odius*, *Siderone galanthis* e *Temenis laothoe*) foram amostradas apenas no transecto I e apenas uma (*Eunica sp.1*) no transecto II. Das 17 espécies de borboletas no fragmento florestal e 13 da pastagem do transecto I, 12 foram comuns entre os tipos vegetacionais, cinco (*Hamadryas arete*, *Historis o. odius*, *Hypna c. forbesi*, *Mestra hersilia* e *Siderone galanthis*) somente no fragmento florestal e uma (*Temenis laothoe*) na pastagem. No transecto II, das 12 espécies do fragmento florestal e 13 na pastagem, 11 foram compartilhadas, onde uma (*Hypna c. forbesi*) somente no fragmento florestal e duas (*Eunica sp.1* e *Opsiphanes invirae*) na pastagem.

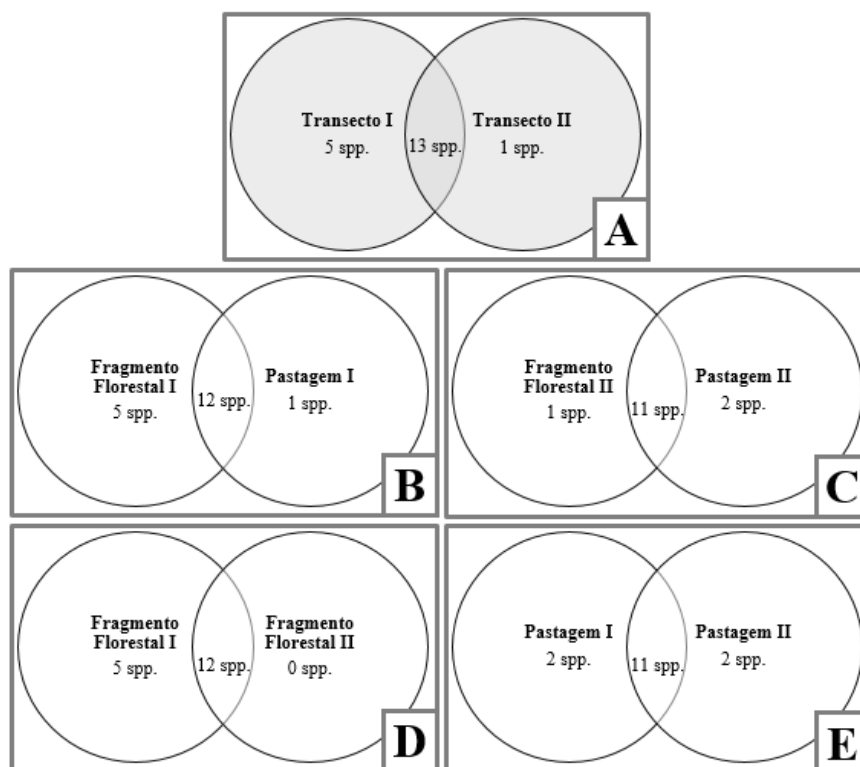


Figura 22 - Diagrama de Venn das espécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) exclusivas e compartilhadas nos transectos I e II (A) e tipos vegetacionais: fragmento florestal I e pastagem I (B); fragmento florestal II e pastagem II (C); fragmento florestal I e fragmento florestal II (D) e pastagem I e pastagem II (E). Brumado, BA, 2018.

Quando observadas as 17 espécies do fragmento florestal do transecto I e 12 do fragmento florestal do transecto II, 12 espécies foram comuns entre eles, cinco delas (*Hamadryas a. amphinome*, *Hamadryas arete*, *Historis o. odius*, *Opsiphanes invirae* e *Siderone galanthis*) foram coletadas apenas no fragmento florestal (transecto I), e nenhuma espécie do fragmento florestal (transecto II) foi encontrada apenas nesse tipo vegetacional, sendo todas as 12 espécies desse, amostradas no fragmento florestal (transecto I). Já as 13 espécies de borboletas capturadas nas pastagens dos transectos I e II compartilharam 11 espécies entre si, com duas (*Hamadryas a. amphinome* e *Temenis laothoe*) apenas na pastagem do

transectos I e duas (*Eunica* sp.1 e *Mestra hersilia*) somente na pastagem do transecto II.

De modo geral, constata-se escassez de trabalhos com análise de comunidades de borboletas frugívoras, utilizando-se os medidores e índices faunísticos em ambientes de Caatinga, dificultando as comparações e aprofundamento das discussões quanto a esse domínio fitogeográfico.

4.2. Variação temporal da abundância das borboletas frugívoras e flutuação populacional das espécies predominantes

No geral, a abundância das borboletas foi crescente da primeira (março/2016) à quarta coleta (junho/2016), quando atingiu o pico com 1.554 indivíduos, representando 18,32% do total de borboletas amostradas no estudo. Nos meses seguintes, o número de borboletas variou abruptamente, atingindo 852 indivíduos (setembro/2016) e apenas 13 espécimes (abril/2017) (Figura 23). O declínio na abundância em abril de 2017 provavelmente foi em função da utilização de verniz impermeabilizante nas bases de madeira das armadilhas para fins de conservação, mas que podem ter mantido odor suficiente para repelir as borboletas ou mesmo mascarar a atratividade da isca.

Foi observada acentuada elevação na abundância dos espécimes capturados durante as estações mais secas, nos dois anos de estudo (2016 e 2017). (Figura 23). Ocorreram picos de captura em junho, setembro e dezembro de 2016, e em maio, agosto e dezembro de 2017. No entanto, não foram encontradas correlações significativas entre precipitação e abundância de borboletas (Tabela 10).

De modo geral, a maior abundância de borboletas frugívoras em períodos secos do ano concorda com dados apresentados por Furlanetti (2010), em estudos em áreas de fragmentação florestal, pastagem e restauração da Floresta Tropical Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo. O autor também coletou maior número de indivíduos durante os

meses com menores precipitações pluviométricas. Assim como Grøtan e outros (2012) encontraram maiores riqueza e abundância de borboletas frugívoras na estação seca do ano em florestas equatoriais do Equador, em amostragens realizadas ao longo de um período de 10 anos, tal qual Costa e outros (2013), em estudos com borboletas na Chapada do Araripe, região do Cariri, CE.

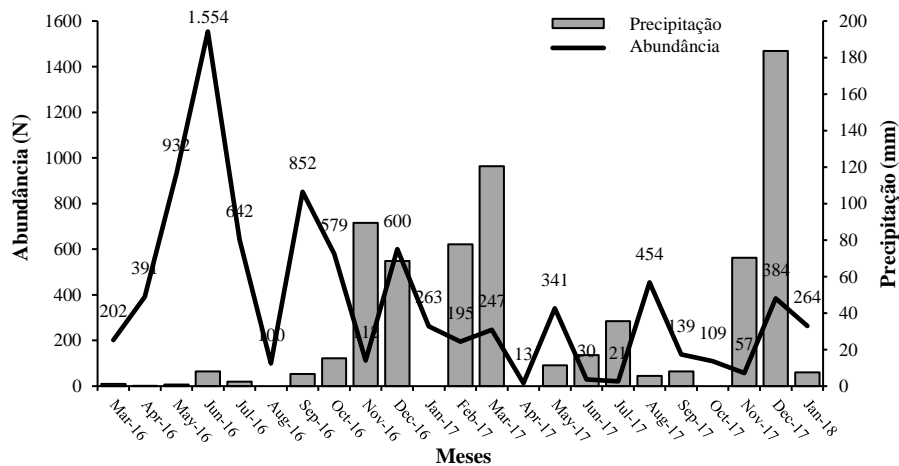


Figura 23 - Abundância geral de borboletas frugívoras (Nymphalidae) coletadas na Caatinga e precipitação pluviométrica mensal. Brumado, BA, 2018.

Por outro lado, em outras regiões semiáridas do Brasil, Nobre e outros (2012), na Caatinga, encontraram correlação positiva entre abundância e riqueza de borboletas e precipitação pluviométrica, apresentando picos de coleta na estação chuvosa e redução substancial na estação seca em coletas de um ano de amostragens. Assim como Beirão e outros (2017), em região semiárida do norte do Estado de Minas Gerais, em áreas de transição entre Cerrado e Caatinga, levantaram maiores abundância e riqueza na estação úmida e Santos (2015) detectou abundância de borboletas frugívoras nove vezes maior na estação chuvosa em relação à estação seca. Em estudos desenvolvidos na Floresta Atlântica, Brown Jr e Freitas (2000) e Barbosa (2009b) verificaram maiores distribuições de

espécies de borboletas frugívoras nos períodos mais chuvosos do ano, observando aumento da riqueza e abundância com a elevação mensal dos índices pluviométricos.

No corrente estudo, foi observado o aumento da abundância após o período chuvoso apenas nos meses de dezembro/2016 e agosto/2017. Essa observação também foi constatada por DeVries e Wallas (2001) e Barlow e outros (2007) em estudos realizados na Floresta Amazônica. Os autores observaram aumento da abundância de borboletas frugívoras logo após os períodos chuvosos, representando um efeito positivo, porém retardado à precipitação pluviométrica.

No Brasil, poucos estudos com borboletas frugívoras focalizaram os padrões sazonais de distribuição (FUCILINI, 2014). Diante de muitas distinções na distribuição das espécies de borboletas ao longo dos anos, recomenda-se que as amostragens sejam realizadas ao menos por dois anos ou mais, para confirmar as variações entre as estações (úmida e seca), e verificar se tais padrões se mantêm ao longo dos anos.

No presente trabalho não foram verificadas correlações significativas entre a abundância das borboletas e demais fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e vento) (Tabela 10). Isso indica que outros fatores atuaram mais efetivamente na distribuição e abundância das borboletas frugívoras. Iserhard (2003), citando inúmeros autores, menciona que diversos fatores bióticos e abióticos podem afetar a abundância e a composição das comunidades de borboletas. Segundo Maciel e outros (2015), nos períodos mais secos, os recursos vegetais estão mais escassos e as iscas atrativas podem tornar-se uma importante fonte de alimento para borboletas frugívoras e, dessa forma, justificar a maior riqueza e abundância durante as coletas deste período. A partir disso, o que se constata é que as comunidades de borboletas frugívoras são muito variáveis entre locais e entre anos, e são bastante afetadas a curto-prazo pelas diferenças nas condições ambientais e temporais (BONEBRAKE e outros, 2010).

Tabela 10 - Coeficiente de correlação de Pearson entre a abundância de borboletas frugívoras (Nymphalidae) e os dados meteorológicos (precipitação, umidade relativa do ar, temperatura e vento). Brumado, BA, 2018.

Correlação			r	p
Precipitação	X	Abundância	-0,2256	0,306 ^{ns}
U.R máxima	X	Abundância	0,0856	0,697 ^{ns}
U.R média	X	Abundância	-0,1196	0,586 ^{ns}
U.R mínima	X	Abundância	-0,2536	0,242 ^{ns}
Temperatura máxima	X	Abundância	-0,1827	0,403 ^{ns}
Temperatura média	X	Abundância	-0,0948	0,667 ^{ns}
Temperatura mínima	X	Abundância	-0,3821	0,072 ^{ns}
Vento	X	Abundância	-0,0621	0,778 ^{ns}

(U.R) Umidade Relativa do ar, (r) Coeficiente de correlação, (p) significância e (ns) não significativo ($p \geq 0,05$).

Os resultados da tabela acima indicam que as variações na abundância geral das borboletas frugívoras do presente trabalho não podem ser explicadas apenas pelas variáveis meteorológicas, e que outros fatores podem estar atuando de forma mais efetiva. Contudo, os dados na literatura são controversos quanto aos efeitos dos fatores abióticos na abundância das borboletas frugívoras, com comprovações de efeitos da variação da precipitação anual (NOBRE e outros, 2012; SANTOS, 2015, BEIRÃO e outros, 2017), ou influência desse fator na riqueza e abundância de borboletas frugívoras (BRITO, 2017) em fragmentos florestais do litoral potiguar, RN. Fato igualmente constatado por Barlow e outros (2007), na Floresta Amazônica, nos Estados do Pará e Amapá, em que nenhuma das variáveis ambientais medidas pelos autores tiveram forte efeito sobre a abundância dos ninfalídeos registrados.

As correlações efetuadas entre a abundância de cada espécie de borboleta e os fatores meteorológicos precipitação, temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar (média, máxima e mínima) e vento, indicaram fracas correlações negativas apenas entre a temperatura mínima e as espécies *Fountainea g. cratais*, *Fountainea h. moretta* e *Historis acheronta* (Tabela 11). Dessa forma, para essas espécies, quanto menor a temperatura mínima maior a abundância.

Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as espécies de borboletas frugívoras e temperatura mínima. Brumado, BA, 2018.

		Correlação	r	p
Temperatura mínima	X	<i>Fountainea g. cratais</i>	-0,4489	0,0317*
Temperatura mínima	X	<i>Fountainea h. moretta</i>	- 0,4732	0,0226*
Temperatura mínima	X	<i>Historis acheronta</i>	- 0,4624	0,0263*

(U.R) Umidade Relativa do ar, (r) Coeficiente de correlação, (p) significância e (*) significativo à 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$).

As espécies *Eunica t. bellaria* e *Hamadryas f. februa* foram as mais frequentes, constantes e dominantes nos dois transetos e tipos vegetacionais estudados, sendo consideradas predominantes. Como a abundância geral é reflexo basicamente dessas duas subespécies (88,04%), dessa forma, as variações numéricas na abundância geral seguem os padrões que ocorreram nessas espécies, evidenciando, assim, os picos descritos anteriormente (Figuras 24). Nota-se que no ano de 2017, as coletas de *Hamadryas f. februa* tiveram acréscimos nos fragmentos florestais em relação a 2016. Os resultados indicaram que os fatores meteorológicos registrados não exerceram efeitos significativos sobre tais espécies, o que resultou em ausência de efeitos desses fatores na abundância total das borboletas.

Checa e outros (2014) optaram por analisar as relações entre o desvio padrão dos valores máximo e mínimo da temperatura e da umidade relativa com a abundância de borboletas frugívoras em floresta seca do Equador, justificando que o desvio padrão reflete melhor o grau de variabilidade desses fatores. Quando os autores utilizaram a média desses fatores, o microclima não se mostrou significativo na abundância das borboletas. No entanto, ao utilizarem o desvio padrão, o modelo de regressão linear demonstrou que o desvio padrão da umidade relativa foi negativamente correlacionado com a variação na abundância das borboletas. Por outro lado, o desvio padrão da temperatura foi positivamente correlacionado com a riqueza e abundância das borboletas.

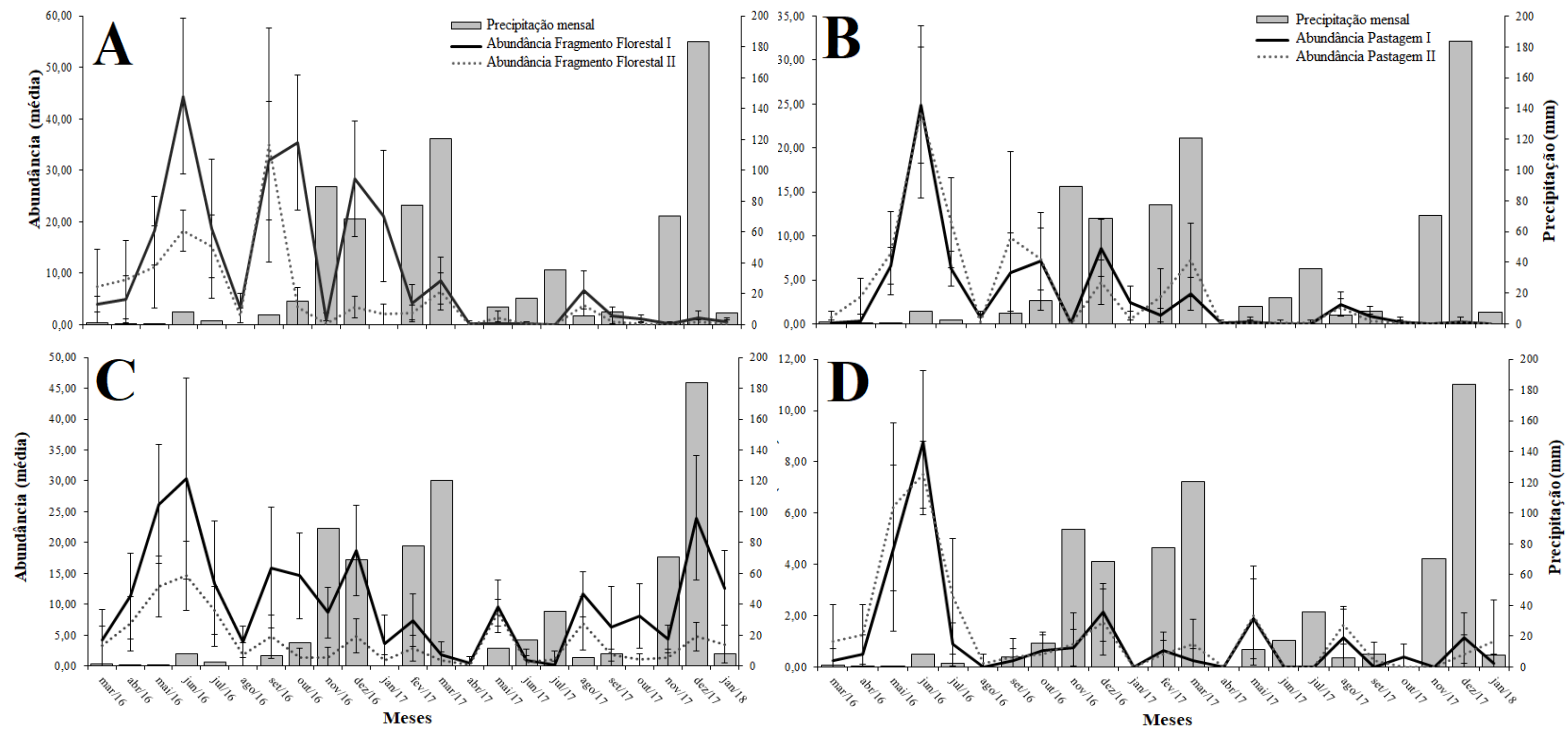


Figura 24 - Flutuação populacional de *Eunica t. bellaria* em Fragmentos Florestais I e II (A), Pastagem I e II (B) e *Hamadryas f. februa* em Fragmentos Florestais I e II (C), Pastagem I e II (D) e precipitação mensal, na Caatinga. Brumado, BA, 2018.

Considerando as observações feitas por Checa e outros (2014), pode-se inferir que o mais adequado para ampliar os conhecimentos sobre os efeitos dos fatores físicos do tempo seja a obtenção de dados microclimáticos, tomados nos pontos de amostragem, e que as análises sejam realizadas com as variações em torno das médias. Além disso, pode-se levantar a hipótese de que o ideal seria utilizar dados tomados 15 ou 30 dias anteriores aos dias das coletas das borboletas, pois os efeitos dos fatores são geralmente retardados em relação às populações das borboletas, conforme observado para pluviosidade, por DeVries e Wallas (2001) e Barlow e outros (2007).

4.3. Aspectos fitossociológicos e composição florística dos fragmentos florestais

4.3.1. Abertura do dossel e circunferência altura do peito (CAP)

Na análise da estimativa da abertura do dossel (%) dos fragmentos florestais dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes) constatou-se que a abertura foi maior no transecto II, atingindo média de 76,08% (estação seca) e 55,70% (estação úmida), enquanto que no transecto I, a abertura média foi de 49,56% (estação seca) e 25,71% (estação úmida) (Tabela 12). Com base no Teste *t* (Student), a diferença observada no padrão de luminosidade foi significativa, tanto na estação seca, quanto na úmida, exceto entre estações do fragmento do transecto II (Tabela 13).

Essa variação na abertura percentual do dossel detectada entre os tipos vegetacionais florestais em estudo implicou em diferenças na entrada de luz nas unidades amostrais, contribuindo para a variação da abundância de borboletas entre os transectos e tipos vegetacionais estudados. Ressalta-se que o fragmento florestal do transecto I (com a presença da pluma de poluentes) apresentou a menor incidência de luz, foi também aquele que exibiu a maior abundância de borboletas frugívoras em relação ao fragmento

florestal do transecto II (sem presença da pluma de poluentes), com maior luminosidade e menor abundância de borboletas frugívoras.

Os dados da presente pesquisa concordam com aqueles obtidos por Furlanetti (2010) e Graciotim (2014) em Floresta Estacional Semidecidual, quando os autores também observaram correlação negativa das espécies de borboletas frugívoras em relação a luminosidade. Pereira (2016) verificou que a riqueza e abundância das borboletas frugívoras foram maiores em ambientes com menor abertura do dossel, na estação seca, e menor cobertura de sub-bosque, na estação chuvosa.

Por outro lado, Barlow e outros (2007), na Floresta Amazônica, encontraram relação na influência da cobertura do dossel com a estrutura das comunidades de borboletas estudadas.

Tabela 12 - Estimativa percentual da abertura do dossel das estações seca (setembro/2017) e úmida (dezembro/2017) dos fragmentos florestais (transectos I e II). Brumado, BA, 2018.

Estação Seca			
Fragmento Florestal (T-I)		Fragmento Florestal (T-II)	
Armadilha	Abertura do dossel (%)	Armadilha	Abertura do dossel (%)
T ₁ FA ₁	25,22	T ₂ FA ₁	55,90
T ₁ FA ₂	49,40	T ₂ FA ₂	89,96
T ₁ FA ₃	62,92	T ₂ FA ₃	25,22
T ₁ FA ₄	57,20	T ₂ FA ₄	83,98
T ₁ FA ₅	57,98	T ₂ FA ₅	56,16
T ₁ FA ₆	75,92	T ₂ FA ₆	98,28
T ₁ FA ₇	8,32	T ₂ FA ₇	99,32
T ₁ FA ₈	59,54	T ₂ FA ₈	99,84
Média	49,56	Média	76,08
Estação Úmida			
T ₁ FA ₁	20,54	T ₂ FA ₁	9,88
T ₁ FA ₂	15,86	T ₂ FA ₂	69,42
T ₁ FA ₃	21,58	T ₂ FA ₃	4,16
T ₁ FA ₄	24,44	T ₂ FA ₄	41,86
T ₁ FA ₅	37,44	T ₂ FA ₅	35,62
T ₁ FA ₆	50,44	T ₂ FA ₆	93,34
T ₁ FA ₇	7,02	T ₂ FA ₇	91,52
T ₁ FA ₈	28,34	T ₂ FA ₈	99,84
Média	25,71	Média	55,70

Transecto I (T1); transecto II (T2); Fragmento Florestal (F); Armadilha (A).

Tabela 13 - Teste *t* (Student) para comparação da significância percentual média da abertura do dossel das estações seca (setembro/2017) e úmida (dezembro/2017) dos fragmentos florestais (transectos I e II). Brumado, BA, 2018.

Áreas confrontadas	(Média %)	p
Frag. Florestal I (Est. seca) x Frag. Florestal I (Est. úmida)	(49,56) x (25,71)	0,020*
Frag. Florestal II (Est. seca) x Frag. Florestal II (Est. úmida)	(76,08) x (55,70)	0,239 ^{ns}
Frag. Florestal I (Est. seca) x Frag. Florestal II (Est. seca)	(49,56) x (76,08)	0,050*
Frag. Florestal I (Est. úmida) x Frag. Florestal II (Est. úmida)	(25,71) x (55,70)	0,054*

(Est) Estação; (p) significância; (*) significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) e (ns) não significativo ($p \geq 0,05$).

De acordo com Hill e outros (2001), ambientes com maior incidência de luz, provenientes das diferenças das aberturas dos dosséis, tais como clareiras naturais, podem interferir diretamente na distribuição de algumas espécies de borboletas. Segundo Santos e outros (2017), em estudo na Floresta Atlântica do Estado de São Paulo, uma das possíveis justificativas para essa ocorrência seria que algumas borboletas frugívoras evitam a exposição à alta incidência de luminosidade e mantêm-se em áreas mais sombreadas, em contrapartida, outras voam mais em áreas abertas e expostas ao sol.

De modo geral, essa diferença na abertura do dossel dos fragmentos florestais dos transecto I e II não era esperada, uma vez que, considerando hipótese inicial do estudo, as áreas deveriam ser similares do ponto de vista da estrutura da vegetação, apresentando como única variável a pluma de poluentes gasosos.

Com relação à circunferência altura do peito (CAP) das espécies arbóreas dos fragmentos florestas dos dois transectos, as diferenças não foram significativas (Tabela 14), indicando homogeneidade nessa característica entre os tipos vegetacionais.

Tabela 14 - Teste *t* (Student) para comparação da significância do percentual médio da circunferência altura do peito (CAP) dos espécimes botânicos dos fragmentos florestais, em função dos transectos (I e II). Brumado, BA, 2018.

Transecto I		Transecto II		
Fragmento Florestal		Fragmento Florestal		
Armadilha	Média (CAP)	Armadilha	Média (CAP)	p
T ₁ FA ₁	17,81	T ₂ FA ₁	25,81	
T ₁ FA ₂	18,00	T ₂ FA ₂	18,57	
T ₁ FA ₃	14,50	T ₂ FA ₃	23,07	
T ₁ FA ₄	16,72	T ₂ FA ₄	19,05	
T ₁ FA ₅	13,75	T ₂ FA ₅	14,03	
T ₁ FA ₆	14,84	T ₂ FA ₆	13,47	
T ₁ FA ₇	16,27	T ₂ FA ₇	12,13	
T ₁ FA ₈	13,45	T ₂ FA ₈	15,07	
Média	15,67	Média	17,65	0,298^{ns}

(CAP) circunferência altura do peito (cm); (p) significância; (ns) não significativo ($p \geq 0,05$); transecto I (T-I) e transecto II (T-II).

4.3.2. Comunidades botânicas dos fragmentos florestais

Foram coletados 256 espécimes vegetais, distribuídos em 39 morfoespécies/espécies e 13 famílias botânicas, sendo uma indeterminada. As famílias mais abundantes e ricas foram Fabaceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae e Anacardiaceae, nessa ordem (Tabela 15), representando 79,30% do total de espécimes coletados. A família Fabaceae é geralmente considerada uma das mais representativas em ambientes da Caatinga, padrão observado no presente trabalho e em outros desenvolvidos no Rio Grande do Norte (SOUZA e MEDEIROS, 2013), Pernambuco (SILVA e outros, 2012), Paraíba (PEREIRA JR e outros, 2013; SABINO e outros, 2016) e Piauí (ROCHA e outros, 2017). Por outro lado, em estudo desenvolvido na Bahia, especificamente em área da Caatinga da Chapada Diamantina, os destaques foram para Euphorbiaceae, Mimosaceae e Bignoniaceae (LIMA e LIMA, 1998). Boa parte dos gêneros e espécies botânicos encontrados já foram relatados em trabalhos sobre caracterização florística e/ou fitossociológica da Caatinga (LIMA e LIMA, 1998; SOUZA e MEDEIROS, 2013; SILVA e outros, 2012; SABINO e outros, 2016; ROCHA e outros, 2017).

No que se refere a composição botânica dos tipos vegetacionais em estudo, o fragmento florestal do transecto I apresentou maior abundância com 143 indivíduos, enquanto que no fragmento florestal do transecto II 113 indivíduos foram amostrados. Apesar de menor abundância nesse tipo vegetacional, a riqueza do fragmento florestal do transecto II foi maior, com 29 morfoespécies/espécies botânicas, em relação ao fragmento florestal do transecto I, com 25 morfoespécies/espécies. A riqueza total obtida (39) pode ser considerada similar ou superior àquelas também encontradas em Caatinga nos trabalhos de Sabino e outros (2013) e, Souza e Medeiros (2013) – 17 espécies; Pereira Jr e outros (2012) – 37 espécies; Silva e outros (2012) e Rocha e outros (2017) – 31 espécies. É importante considerar que a riqueza não está completamente determinada no presente trabalho, pois parte do material botânico foi identificado apenas em morfoespécie.

Em relação ao índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), ocorreu de forma semelhante à riqueza de espécies, ou seja, foi maior no fragmento florestal do transecto II ($H' = 2,993$) (Tabela 15) e atestado que a diversidade foi significativamente distinta da encontrada no transecto I ($p = 0,048$). Os valores dos índices de diversidades encontrados em ambas as áreas de fragmentação florestal foram superiores aos obtidos por Pereira Jr e outros (2012), que encontraram índice de 2,29 em fragmento florestal de Caatinga para o município de Monteiro, Paraíba. A representatividade das espécies botânicas variou entre os transectos, com maior representatividade de *Mimosoideae* sp1 e *Mimosoideae* sp2. (13,29%), *Mimosoideae* sp8. (10,49%), *Cnidocolus bahianus* (9,79%), Indeterminada 1 (8,39%) e *Tabebuia* sp1. (6,99%) no fragmento florestal do transecto I, enquanto que no transecto II destacaram-se *Jatropha* sp1. (14,16%), *Cordia* sp1. (9,73%), *Mimosa verrucosa* (7,96%), *Croton* sp1. (7,08%), *Mimosoideae* sp6. (6,19%) e *Cnidocolus bahianus* (5,31%).

Tabela 15 - Índices de diversidade e riqueza das morfoespécies e espécies botânicas dos fragmentos florestais dos transectos I (com pluma de poluentes) e II (sem pluma de poluentes). Brumado, BA, 2018.

Famílias	Morfoespécies/Espécies	Transecto I		Transecto II		Total
		Frag. Florestal		Frag. Florestal		
		N	%	N	%	
Anacardiaceae	Anacardiaceae sp1.	3	2,10	2	1,77	5
	<i>Cyrtocarpa caatingae</i> Mitch. & Daly.	0	0,00	4	3,54	4
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	0	0,00	2	1,77	2
Annonaceae	<i>Annona vepretorium</i> Mart.	0	0,00	1	0,88	1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	1	0,70	0	0,00	1
Bignoniaceae	Bignoniaceae sp1.	1	0,70	1	0,88	2
	Bignoniaceae sp2.	2	1,40	0	0,00	2
	<i>Tabebuia</i> sp1.	10	6,99	1	0,88	11
	<i>Tabebuia</i> sp2.	0	0,00	2	1,77	2
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp1.	0	0,00	11	9,73	11
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet	6	4,20	2	1,77	8
Cactaceae	<i>Pereskia bahiensis</i> Gürke	4	2,80	4	3,54	8
Capparaceae	<i>Capparis jacobinae</i> Moric. Eichler	1	0,70	0	0,00	1
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	2	1,40	1	0,88	3
	<i>Terminalia eichleriana</i> Alwan & Stace	0	0,00	1	0,88	1
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus bahianus</i> Pax. & Hoffm.	14	9,79	6	5,31	20
	<i>Cnidocolus ulei</i> (Pax)	0	0,00	2	1,77	2
	<i>Croton</i> sp1.	1	0,70	8	7,08	9
	<i>Croton</i> sp2.	0	0,00	1	0,88	1
	<i>Jatropha</i> sp1.	9	6,29	16	14,16	25
	<i>Jatropha</i> sp2.	0	0,00	8	7,08	8
	<i>Manihot</i> sp1.	0	0,00	6	5,31	6
	<i>Manihot</i> sp2.	0	0,00	1	0,88	1
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp1.	1	0,70	0	0,00	1
	<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	0	0,00	9	7,96	9
	Mimosoideae sp1.	19	13,29	6	5,31	25
	Mimosoideae sp2.	19	13,29	4	3,54	23
	Mimosoideae sp3.	0	0,00	1	0,88	1
	Mimosoideae sp4.	2	1,40	0	0,00	2
	Mimosoideae sp5.	4	2,80	2	1,77	6
	Mimosoideae sp6.	7	4,90	7	6,19	14
	Mimosoideae sp7.	3	2,10	0	0,00	3
	Mimosoideae sp8.	15	10,49	0	0,00	15
	<i>Sena</i> sp1.	0	0,00	1	0,88	1
<i>Senegalia bahiensis</i> (Benth.)	3	2,10	0	0,00	3	
Indeterminada	Indeterminada 1	12	8,39	0	0,00	12
	Indeterminada 2	1	0,70	2	1,77	3
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp1.	2	1,40	1	0,88	3
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i> sp.	1	0,70	0	0,00	1
Total	39	143	100,0	113	100,0	256
	S	25	--	29	--	39
	H'	2,774	--	2,993	--	3,192

Abundância (N), frequência relativa (%), riqueza (S) e diversidade de Shannon-Wiener (H').

A similaridade entre os tipos vegetacionais foi baixa para os dois índices utilizados ($Jaccard = 0,39$ e $Morisita = 0,46$), esse fato pode ter contribuído para as diferenças obtidas entre as comunidades de borboletas frugívoras de forma mais efetiva do que os fatores abióticos e a presença da pluma de poluentes.

As borboletas são muito específicas quanto aos vegetais utilizados como recursos alimentares em sua fase larval, o que os tornam requisitos

indispensáveis para a determinação da distribuição dessas no habitat local (MUNGUIRA e outros, 2009). Contudo, pouco se sabe sobre a especificidade de dieta de algumas espécies de borboletas frugívoras, salvo poucos levantamentos que indicam ou relacionam essa informação e poderiam elucidar com melhor clareza a distribuição das borboletas frugívoras nos tipos vegetacionais amostrados.

Para o gênero *Eunica*, já foram relatadas larvas se alimentando de Euphorbiaceae, incluindo os gêneros *Sebastiana*, *Gymnanthes* e *Mabea* (JENKINS, 1990). Esses gêneros apresentam registros de ocorrências na Caatinga, na Bahia, além de outros Estados e domínios fitogeográficos do Brasil (REFLORA BRASIL, 2017). Foram relatadas ainda, a ocorrência em Rutaceae e Burseraceae (gêneros *Protium* e *Bursera*) (JENKINS, 1990), porém *Bursera* não há registro na região Nordeste do País (REFLORA BRASIL, 2017). Em relação a algumas espécies do gênero *Eunica*, são informadas as plantas hospedeiras *Gymnanthes marginata* (*Gymnanthes lucida* Sw.) (Euphorbiaceae), *Sebastiana klotzschiana* (Müll. Arg.) (Euphorbiaceae), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burseraceae) e *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae), para as espécies *E. margarita*, *E. monima*, *E. bechina*, respectivamente (JENKINS, 1990; SILVA, 2011; SHIELS e outros, 2017). Ainda que essas espécies vegetais não tenham sido encontradas no presente estudo, outras morfoespécies/espécies da família Euphorbiaceae foram registradas e poderiam ser utilizadas como recursos alimentares para as espécies de *Eunica t. bellaria*, *Eunica macris* e *Eunica* sp., coletadas no trabalho. Há escassez de informações sobre a biologia e ecologia de *Eunica tatila*, bem como as plantas hospedeiras utilizadas como recurso alimentar das larvas. Sabe-se que essa espécie realiza migrações em massa em alguns locais como na Guatemala, México (DeVRIES, 1987), Argentina e Uruguai (JENKINS, 1990).

As espécies *Hamadryas februa* e *Mestra* spp. utilizam o gênero *Dalechampia* (Euphorbiaceae), trepadeiras herbáceas, para oviposição e alimentação dos imaturos (YOUNG, 1974; SHAHABUDDIN e outros,

2000; BECCALONI e outros, 2008). No entanto, nenhuma espécie hospedeira de *Dalechampia* foi registrada na presente pesquisa. O gênero *Dalechampia* apresenta ampla distribuição geográfica nas cinco regiões do Brasil e com ocorrências confirmadas em todos os Estados do País e nos domínios fitogeográficos Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal e inclusive na Caatinga (REFLORA BRASIL, 2017). Segundo Shahabuddin e Pontes (2005), *Hamadryas februa* acompanha de perto a distribuição das espécies de plantas hospedeiras e raramente ocorre onde não há o recurso alimentar. Beirão e outros (2017) sugerem ainda que a abundância de *Hamadryas f. februa* e o sucesso ecológico dessa espécie, estão relacionados à alta densidade de plantas hospedeiras, impulsionando o crescimento populacional da subespécie localmente.

No levantamento botânico da presente pesquisa foram identificadas duas morfoespécies do gênero *Croton*, em ambos os transectos, porém com maiores frequências observadas no transecto II (sem pluma de poluentes). A presença da planta hospedeira pode indicar que as espécies de *Fountainea* e *Hypna c. forbesi*, fazem uso desse recurso alimentar na região de estudo. Ainda que algumas espécies da subfamília Charaxinae sejam relacionadas a vários recursos vegetais (ACKERY, 1988; DeVRIES, 1987), elas são frequentemente associadas com espécies de *Croton* spp. (Euphorbiaceae) como planta hospedeira, tal como as espécies do gênero *Fountainea* (BROWN JR, 1992; ACKERY, 1988; SALAZAR e CONSTANTINO, 2001; QUEIROS, 2002; BECCALONI, 2008) e *Hypna c. forbesi* (CALDAS, 1991; SALAZAR e CONSTANTINO, 2001).

Para o gênero *Siderone*, há relatos de *Siderone marthesia* Cramer [1777] alimentando-se de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae) (SALAZAR e CONSTANTINO, 2001), a qual apresenta ampla distribuição por todo Brasil e domínios fitogeográficos (REFLORA BRASIL, 2017), porém não foi encontrada no presente trabalho.

Os adultos de *Historis o. odius* são atraídos por frutos caídos de *Cordia obliqua* Willd. (Boraginaceae) (FERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ,

2007) e utilizam plantas do gênero *Cecropia* (Urticaceae) como recurso alimentar (SHAHABUDDIN e PONTES, 2005). No presente levantamento botânico foi observado uma morfoespécie (*Cordia* sp1.), no transecto II (sem pluma de poluentes). Porém, o único exemplar de *Historis o. odius* foi registrado no transecto I (com pluma de poluentes). Além disso, foi coletada a espécie *Historis acheronta* em todos os transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem), que poderia compartilhar da alimentação dos mesmos recursos alimentares utilizados por *Historis o. odius*.

A maioria das larvas de Satyrinae alimenta-se de gramíneas da família Poaceae (DeVRIES, 1987; BECCALONI, 2008). Em razão da metodologia dos pontos quadrantes utilizada para o levantamento florístico abranger apenas espécies arbóreas dos fragmentos florestais, as espécies herbáceas não integraram as amostragens. Desse modo, dificilmente será possível associar as espécies *Pharneuptychia pharnabazos* e *Pharneuptychia phares*, com as morfoespécies/espécies botânicas amostradas.

Foram encontradas dificuldades para uma melhor compreensão das relações entre as espécies de borboletas frugívoras e as plantas encontradas no presente trabalho que pudessem explicar as diferenças nas comunidades de borboletas observadas nos fragmentos florestais de ambos os transectos. No entanto, cabe ressaltar que a metodologia dos pontos quadrantes se adequa melhor para caracterização das áreas estudadas.

4.3.3. Variáveis vegetais na distribuição da abundância de espécies de borboletas frugívoras

Os resultados indicaram que a distribuição da abundância das borboletas não é ao acaso, mas sim, fruto de diferenças na estrutura dos fragmentos florestais ($p = 0,048$). As variáveis riquezas de espécies arbóreas e dossel na estação seca explicou parte da variabilidade na abundância das borboletas do transecto II (T2), evidenciada pelas correlações positiva da

abundância com a riqueza arbórea e negativa da abundância com a abertura do dossel na estação seca. Assim, no transecto sem a pluma de poluentes, a abundância cresce com o aumento da riqueza vegetal arbórea e decresce com o aumento da abertura do dossel, ou seja, com o aumento da luminosidade. No transecto I (T1) esses efeitos não ficaram evidenciados (Figura 25).

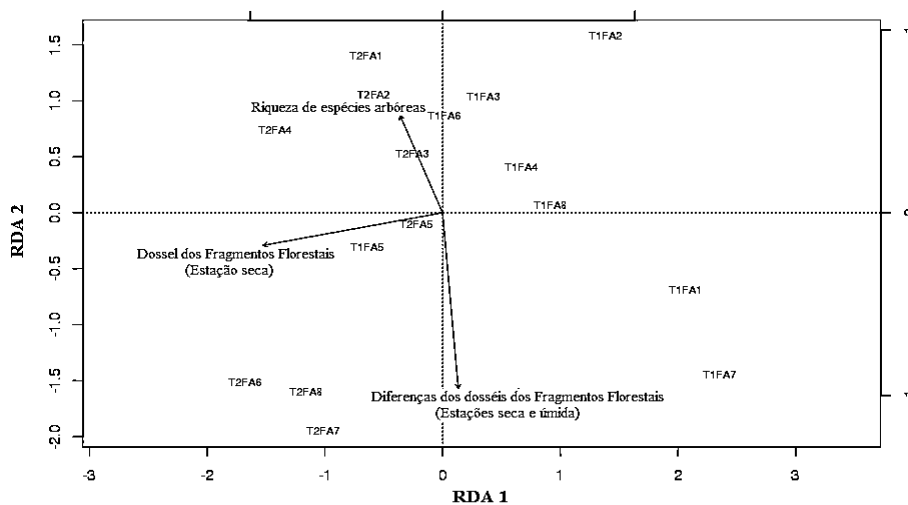


Figura 25 - Análise de redundância (RDA) entre a distribuição da abundância de borboletas frugívoras coletadas nas armadilhas (A), nos transectos (T1 e T2) do fragmento florestal (F) e as variáveis arbóreas: riqueza, abertura do dossel (estação seca) e diferenças das aberturas dos dosséis (estações seca e úmida). Brumado, BA, 2018.

Com relação à distribuição das espécies, constata-se que não há uma concentração dessas associadas a um dado vetor. Assim, as variáveis arbóreas não parecem determinar uma maior riqueza de borboletas (Figura 26). Contudo, analisando pontualmente a configuração de algumas espécies, é possível em parte, correlacionar positivamente a distribuição da espécie quatro (*Eunica t. bellaria*) com a riqueza arbórea. Isso indica, que a riqueza vegetal é a variável que mais se associa à distribuição dessa espécie, ainda que não tenha sido possível relacionar com as espécies botânicas dos fragmentos florestais em estudo. Além disso, *Eunica t. bellaria* também correlacionou-se negativamente com a abertura do dossel dos fragmentos

florestais na estação seca, apontando para o decréscimo da abundância da espécie em locais com maiores luminosidades.

Por outro lado, as espécies um (*Biblis hyperia*), cinco (*Fountainea g. cratais*), 10 (*Historis acheronta*) e 13 (*Mestra hersilia*) respondem negativamente à abertura do dossel na estação seca e às diferenças na abertura do dossel nas estações seca e úmida (Figura 26).

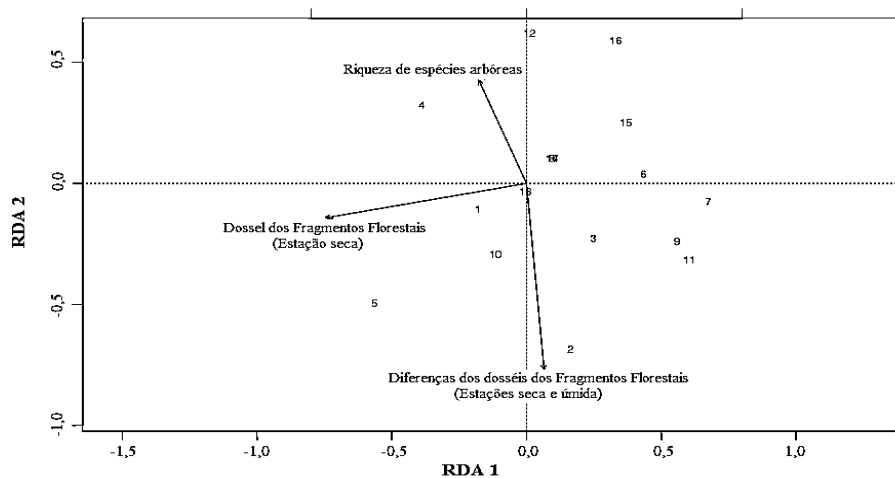


Figura 26 - Análise de redundância (RDA) entre a distribuição das espécies de borboletas frugívoras (1 – *biblis hyperia*, 2 – *Callicore s. sorana*, 3 – *Eunica macris*, 4 – *Eunica t. bellaria*, 5 – *Fountainea g. cratais*, 6 – *Fountainea h. moretta*, 7 – *Hamadryas a. amphinome*, 8 – *Hamadryas arete*, 9 – *Hamadryas f. februa*, 10 – *Historis acheronta*, 11 – *Historis o. odius*, 12 – *Hypna c. forbesi*, 13 – *Mestra hersilia*, 14 – *Opsiphanes invirae*, 15 – *Pharneuptychia pharnabazos*, 16 – *Pharneuptychia phares* e 17 – *Siderone galanthis*) e variáveis arbóreas: riqueza, abertura do dossel (estação seca) e diferenças dos dosséis (estações seca e úmida). Brumado, BA, 2018.

As variações constatadas nos aspectos fitossociológicos dos fragmentos florestais e nas comunidades florísticas dos transectos, e seus efeitos parciais verificados sobre a abundância e distribuição das borboletas permitem inferir que apenas a presença ou ausência dos poluentes gasosos não explicam as variações nas comunidades de borboletas observadas. Um conjunto de fatores relacionados à estrutura e composição arbórea, ou seja, aspectos quali-quantitativos dos recursos alimentares e de abrigo das borboletas frugívoras, associados aos efeitos dos poluentes, estão

determinando as variações nas comunidades de borboletas. Os efeitos dos poluentes sobre os insetos podem ser indiretos, provocados por mudanças nas plantas hospedeiras, provavelmente por distúrbios no metabolismo de nitrogênio e valores nutricionais (HOLOPAINEN e outros, 1991), bem como nos níveis de metabólitos secundários das plantas ou, então, pelo aumento da palatabilidade das plantas aos insetos e redução no parasitismo e predação (HIJII e outros, 1995).

Diversos são os efeitos diretos e indiretos dos poluentes sobre os insetos (ALSTAD e outros, 1982). No entanto, não foram encontrados subsídios na literatura para inferir sobre as concentrações de poluentes registradas nas adjacências da Magnesita e seus prováveis efeitos sobre as borboletas frugívoras.

Estudos do efeito de poluentes gasosos sobre plantas indicadoras e de interesse agrícola estão sendo concluídos na mesma área experimental do presente trabalho e os resultados certamente poderão elucidar algumas dessas questões levantadas.

5. CONCLUSÕES

Existem variações na estrutura das comunidades de borboletas frugívoras quanto à abundância, riqueza e diversidade, sendo superiores no transecto com a pluma de poluentes e nos fragmentos florestais em relação às pastagens.

Além disso, as variações na estrutura das comunidades de borboletas são resultantes de fatores relacionados ao dossel e composição arbórea dos fragmentos florestais associados aos efeitos dos poluentes gasosos.

As comunidades de borboletas frugívoras dos dois transectos (com e sem pluma de poluentes gasosos) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem) apresentam alta similaridade entre si.

As espécies *Eunica t. bellaria* e *Hamadryas f. februa* são mais frequentes, constantes e dominantes nos dois transectos e tipos vegetacionais estudados.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, R. L. **Map of Bahia State**. 2006. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Bahia_MesoMicroMunicip.svg> Acesso em: 14 jan. 2018.
- ACKERY, P. R. Hostplants and classification: a review of nymphalid butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 33, p. 95-203, 1988.
- ALLABY, M. **The concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford: Oxford University Press. 512 p., 1992.
- ALSTAD, D. N.; EDMUNDS JÚNIOR, G. F. Effect of air pollutants on insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 27, p. 369-384, 1982.
- AMARAL, P. L. P. F. **Movimento de borboletas frugívoras e conectividade funcional em uma paisagem de Mata Atlântica**. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Natal, RN, 2012.
- ARAÚJO, P. F.; LIMA, S. F. **Borboletas como bioindicadoras do estado de conservação de uma área de reserva legal, Patrocínio, MG**. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil. São Lourenço, MG, p.1-3, 2009.
- ARAÚJO, V. F. P. et al. Abundance and stratification of soil macroarthropods in a Caatinga Forest in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, p. 737-746, 2010.
- ARCE, P. A. **Borboletas como bioindicadores biológicos de qualidade do ar: um estudo nos parques urbanos da cidade de Osasco, SP**. 2015. 115f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade), Universidade Nove de Julho (UNINOVE), Programa de Pós-Graduação em Administração, São Paulo, Sp, 2015.
- BADJI, C. A. et al. Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 3, p. 1031-1039, 2004.
- BARBOSA, E. C. C. **Organização das comunidades de borboletas frugívoras em uma paisagem dominada por plantações de seringueiras (Euphorbiaceae: *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**. 2009a. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Salvador, BA, 2009a.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **Experimentação agrônômica e AgroEstat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Editora FUNEP: Jaboticabal, 396 p., 2015.

- BARBOSA, J. E. D. **Dinâmica espaço-temporal em uma guilda de borboletas frugívoras no limite norte da Floresta Atlântica nordestina.** 2009b. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Natal, RN, 2009b.
- BARLOW, J. et al. A. Diversity and composition of fruit-feeding butterflies in tropical *Eucalyptus* plantations. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v.17, p. 1089-1104, 2008.
- BARLOW, J. et al. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 44, n. 5, p. 1001-1012, 2007.
- BECCALONI, G. W. et al. **Catalogue of the hostplants of the Neotropical butterflies.** Tercer Milenio, v. 8, 536 p., 2008.
- BEIRÃO, M. V. et al. High butterfly beta diversity between Brazilian cerrado and Cerrado–Caatinga transition zones. **Journal of Insect Conservation**, Bruxelas, v. 21, n. 5-6, p. 849-860, 2017.
- BONEBRAKE, T. C. et al. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, Oxford, v. 143, p. 1831-1841, 2010.
- BOUYER, J. et al. Identification of ecological indicators for monitoring ecosystem health in the trans-boundary W Regional park: a pilot study. **Biological Conservation**, Oxford, v. 138, p. 73-88, 2007.
- BRITO, M. R. M. **Efeitos da fragmentação de hábitat sobre borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) em remanescentes de Mata Atlântica no Rio Grande do Norte.** 2017. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Biociências, Natal, RN, 2017.
- BROWN JR, K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, Capítulo 8, p. 142-187, 1992. *In*: MORELLATO, L. P. C. (Org). **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Editora UNICAMP, Campinas, 321 p., 1992.
- BROWN JR, K. S. Conservation of threatened species of Brazilian butterflies. p. 45-62, 1996. *In*: AE, S. A. (org). **Decline and conservation of butterflies in Japan Yadoriga (special issue).** Osaka, Lepidopterist Society of Japan, 1996.
- BROWN JR, K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical Forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, Bruxelas, v. 1, p. 25-42, 1997.

- BROWN JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 934-956, 2000.
- BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 98, p. 35-78, 2003.
- CALDAS, A. A population of *Anaea ryphea* (Nymphalidae) and its larval foodplant at Campinas, Brazil. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Los Angeles v. 45, n. 68, 1991.
- CÂMARA, E. M. C. **Plano de biomonitoramento: Avaliação de emissões atmosféricas área de influência da unidade industrial de Catiboaba Magnesita Mineração S.A.** Relatório parcial de atividades, período janeiro de 2016 a agosto de 2017. Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda, Belo Horizonte, MG, 2017.
- CARDOSO, M. Z. New localities for *Heliconius besckei* Ménétriés and *Heliconius sara* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 1007-1008, 2005.
- CARVALHO, A. V. et al. Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo ‘maçã’, na região de Belém – PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1095-1102, 2011.
- CARVALHO, C. J. B. Biodiversidade e conservação. Capítulo 6, p. 134-138, 2012. *In*: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto. Holos Editora, 810 p., 2012.
- CHECA, M. F. et al. Microclimate variability significantly affects the composition, abundance and phenology of butterfly communities in a highly threatened Neotropical Dry Forest. **Florida Entomologist Society**, Lutz, v. 97, p. 1-13, 2014.
- COLWELL, R. K. et al. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. **Journal of Plant Ecology**, Oxford, v. 5, n. 1, p. 3–21, 2012.
- COSTA, T. R. A. A. et al. Butterflies of cariri: Papilionoidea and Hesperioidea in the slopes of the Chapada do Araripe in Ceará, Brazil. **Caderno de Cultura e Ciência**, Crato, v. 12, n. 1, p. 16-23, 2013.
- CREPALDI, R. A. et al. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 781-787, 2014.
- DeVRIES, P. J. **The butterflies of Costa Rica and their natural history**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 327 p., 1987.

DeVRIES, P. J. et al. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biological Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 62, p. 343-364, 1997.

DeVRIES, P. J. et al. Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian Rainforests. **Biological Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 68, n. 3, p. 333-353, 1999.

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

DORVAL, A. et al. Distribuição vertical de ninfalídeos na Estação Ecológica de Iquê, Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 9, n. 16, p. 788-801, 2013.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

DUARTE, M. et al. Lepidoptera, Capítulo 37, p. 625-682, 2012. *In*: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto. Holos Editora, 810 p., 2012.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.

FERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, D. M. Butterflies of the agricultural experiment station of tropical roots and tubers, and Santa Ana, Camagüey, Cuba: an annotated list. **Acta Zoológica Mexicana**, Veracruz, v. 23, n. 2, p. 43-75, 2007.

FILGUEIRAS, B. K. C. **Resposta dos besouros escarabeíneos (Scarabaeidae) e borboletas frugívoras (Nymphalidae) à modificação de habitat na Floresta Atlântica Nordestina**. 2015. 156 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Recife, PE, 2015.

FRANÇA, B. R. A. **Reservas *ad hoc* e comunidade de borboletas frugívoras em remanescentes florestais na área de Pipa, RN**. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Natal, RN, 2006.

FREITAS, A. V. L. et al. Insetos como indicadores ambientais. Capítulo 5, p. 125-151, 2006. *In*: CULLEN JR., L.; VALLADARES-PÁDUA, C.; RUDRAN, R. (orgs.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora da UFPR, 2 Ed., 652 p., 2006.

- FREITAS, M. A. et al. Protocolo para uso do densiômetro florestal. PPBio, 2017. Disponível em:
 <https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Protocolo%20de%20uso%20de%20densi%C3%B4metro%20florestal_0.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- FUCILINI, L. L. **Borboletas frugívoras do Parque Estadual de Itapuã: padrões de diversidade e avaliação do efeito de diferentes iscas, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Porto Alegre, RS, 2014.
- FURLANETTI, P. R. R. **A comunidade de borboletas frugívoras de áreas em processo de restauração, fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e pastagens.** 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 2010.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 920 p., 2002.
- GASTON, K. The magnitude of global insect species richness. **Conservation Biology**, Washington, v. 5, p. 283-296, 1991.
- GINEVAN, M. E. et al. Ambient air concentration of sulfur dioxide affects flight activity in bees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 77, n. 10, p. 5631-5633, 1980.
- GOZZI, M. R. et al. Borboletas frugívoras em uma região de transição entre Cerrado *sensu stricto* e Caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil. **MG Biota**, Belo Horizonte, v. 4, n. 5, p. 25-37, 2012.
- GRAÇA, M. B. et al. Combining taxonomic and functional approaches to unravel the spatial distribution of an Amazonian butterfly community. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 0, n. 0, p. 1-9, 2015.
- GRANDJEAN, P. Biomarkers in Epidemiology. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 12, p. 1800-1803, 1995.
- GRØTAN, V. et al. Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. **Journal of Animal Ecology**, Londres, v. 81, p. 714-723, 2012.
- HAAN, S. Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for soil fertility at Hare/Groningen, the Netherlands. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 29, p. 49-61, 1981.
- HAMMER, Ø. et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Bloomington, v. 4, n. 1, 9 p., 2001.

- HEIKKILA, M. et al. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v. 279, p. 1093-1099, 2012.
- HEPPNER, J. B. **Classification of Lepidoptera: Part I. Introduction**. Tropical Lepidoptera 5 (suppl. 1), p. 1-148, 1998.
- HICKMAN JR, C. P. et al. **Integrated Principles of Zoology**. 11. ed., New York: McGraw-Hill Companies, 299 p., 2011.
- HIJII, N. et al. Effects of air pollution on population dynamics of phytophagous insects. **Japanese Journal of Ecology**, Kyoto, v. 45, p. 19-31, 1995.
- HILL, J. K. et al. Ecology of tropical butterflies in rainforest gaps. **Oecologia**, Buenos Aires, v. 128, p. 294-302, 2001.
- HOEHNE, L. et al. Avaliação da diversidade de borboletas frugívoras em duas áreas de um fragmento florestal no município de Soledade/RS. **Revista Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 203-216, 2017.
- HOFFMANN, B. D. et al. Reduction in cricket (Orthoptera: Ensifera) population along a gradient of sulphur dioxide from mining emissions in northern Australia. **Australia Journal of Entomology**, Canberra, v. 41, p. 182-186, 2002.
- HOLOPAINEN, J. K. et al. Effect of exposure to fluoride, nitrogen compounds and SO₂ on the number of spruce shoot aphids on Norway spruce seedlings. **Oecologia**, Buenos Aires, v. 86, p. 51-56, 1991.
- HOSKINS, A. **Learn About Butterflies: The most complete and authoritative guide to butterflies and moths**. United Kingdom, 2012. Disponível em: <<http://www.learnaboutbutterflies.com>> Acesso em: 10 nov. 2017.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2010.
- ISERHARD, C. A. **Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidoptera: Rhopalocera) e sua variação ao longo de um gradiente altitudinal em uma região de Mata Atlântica, município de Maquiné, RS**. 2003. 168 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, RS, 2003.
- JENKINS, D. W. Neotropical Nymphalidae. VIII – Revision of *Eunica*. **Bulletin of the Allyn Museum**, Gainesville, n.131, 175p., 1990.
- KERPEL, S. M. et al. Borboletas do Semiárido: conhecimento atual e contribuição do PPBio. Capítulo 19, p. 245-272, 2014. In: BRAVO, F. & CALOR, A (Orgs). **Artrópodes do Semiárido: biodiversidade e conservação**. Feira de Santana: Printmídia, 298 p., 2014.

KINOUCHI, M. R. **Ciclo de Capacitação em Monitoramento da Biodiversidade. Introdução ao Programa de Monitoramento *in situ* da Biodiversidade.** Brasília: MMA, ICMBio, BMU. 85 p., 2014.

KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. Capítulo, p. 77-90, 2001. *In*: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Orgs.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações.** São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.

KOEMAN, J. H. et al. Applications and objectives of biomarker research. Chapter 1, p. 1-13, 1993. *In*: PEAKALL, D. B.; SHUGART, L. R. (Orgs.). **Biomarkers: research and application in the assessment of environmental health.** Berlin: Springer-Verlag, p. 1-13, 1993.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimatenach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen, Gotha**, v. 64, p. 193-203, 1918.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. (Orgs.). **Growth control in woody plants.** London: Academic Press, 641 p., 1997.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.** Harper and Row: Publishers, 800 p., 1985.

LAMAS, G. **Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: part 4A, Hesperioidea - Papilionoidea.** Scientific Publishers, Gainesville, Florida, 2004.

LANA, P. C. O Valor da biodiversidade e o impasse taxonômico: diversidade marinha como estudo de caso. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 8, p. 97-104, 2003.

LAURANCE, W. F. et al. Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon? **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 28, p. 305-311, 2001.

LAURANCE, W. F.; USECHE, D. C. Environmental synergisms and extinctions of tropical species. **Conservation Biology**, Washington, v. 23, p. 1427-1437, 2009.

LEAL, I. R. et al. (Orgs.). **Ecologia e conservação da Caatinga.** Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 807 p., 2003.

LEIDNER, A. K. et al. Does Tropical Forest Fragmentation Increase Long-Term Variability of Butterfly Communities? **Plos One**, San Francisco, v. 5, n. 3, p. 1-8, 2010.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 55, p. 667-669, 1957.

- LEWINSOHN, T. M. et al. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Revista Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2005.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Editora Contexto, São Paulo, 2002.
- LIMA, J. N. R.; ZACCA, T. Lista de espécies (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de uma área de Semiárido na Região Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 7, n. 1, p. 33-40, 2014.
- LIMA, P. C. F.; LIMA, J. L. S. Composição florística e fitossociologia de uma área de Caatinga em Contendas do Sincorá, Bahia, microrregião homogênea da Chapada Diamantina. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 441-450, 1998.
- LIMA-VERDE, E. P. A.; HERNÁNDEZ, M. I. M. **Sucessão Ecológica em áreas reflorestadas de Restingas: respostas da comunidade de borboletas Nymphalidae**. 2007. Disponível em: <<http://www2.assis.unesp.br/ffrei/Artigos/Sucess%C3%A3o%20Ecol%C3%B3gica%20em%20%C3%A1reas%20reflorestadas%20de%20Restingas.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- LOBATO, E. Perfil da Magnesita. Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e transformação mineral. **Relatório Técnico 40**, J. Mendo Consultoria, 19 p., 2009. *In*: Ministério de Minas e Energia – MME, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, Esplanada dos Ministérios, Brasília/DF, 2009.
- LOMOV, B. et al. Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland Plain Woodland. **Ecological Management & Restoration**, Woodburn, v. 7, n. 3, p. 204-210, 2006.
- MACIEL, T. T. et al. Mariposas frugívoras capturadas por armadilhas atrativas em fragmento urbano. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 8, n. 2, p. 91-95, 2015.
- MALUCHE, C. R. D. et al. **Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional**. Congresso Brasileiro de Agroecologia, Porto Alegre, v. 1, 2003.
- MARINI-FILHO, O. J.; MARTINS, R. P. Nymphalid butterfly dispersal among forest fragments at Serra da Canastra National Park, Brazil. **Journal Insect Conservation**, Amsterdã, v. 14, p. 401-411, 2010.
- MARTINS, L. P. et al. Species diversity and community structure of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in an eastern Amazonian

- Forest. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 57, n. 38, p. 481-489, 2017.
- McGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biology Review**, Walnut, v. 73, p. 181-201, 1998.
- MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.
- MELO, D. H. A. Efeito da fragmentação de habitats sobre borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) na Floresta Atlântica nordestina. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Centro de Ciências Biológicas, Recife, PE, 2014.
- MELO, L. A. S.; SILVA, J. R. Método de isca para avaliação populacional de cupins subterrâneos como indicadores de impactos ambientais. **Comunicado Técnico**, 48, Embrapa: Jaguariúna, 3 p., 2008.
- MESSIAS, C. G. **Análise da degradação ambiental da micro-bacia do Rio do Antônio em Brumado-BA: Contribuições para o desenvolvimento de programas de Educação Ambiental**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de Brasília (UnB), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Brasília, DF, 2010.
- MIELKE, O. H. H. et al. Lepidopterofauna (Papilionoidea e Hesperioidea) of the Parque Estadual do Chandless and surroundings, Acre, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 285-300, 2010.
- MORAIS, A. B. B. et al. Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 29-46, 2007.
- MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. Capítulo 6, p. 174-212, 2011. *In*: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia do Brasil: métodos e estudo de casos**. Editora UFV, v. 1, 558 p., 2011.
- MUDD, J. B.; KOZLOWSKI, T. T. (orgs.). **Responses of plants to air pollution**. New York: Academic Press, 383 p., 1975.
- MUNGUIRA, M. L. et al. Butterfly herbivory and larval ecology. *In*: SETTELE, J. et al. (Eds.). **Ecology of butterflies in Europe**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 43-54, 2009.
- MURRAY, F. Effects of fluorides on plant communities around an aluminium smelter. **Environmental Pollution**, Nova York, v. 24, n. 1, p. 45-56, 1981.

- NEVES, D. A. **Borboletas frugívoras na Mata Atlântica do litoral sul da Bahia: estrutura de comunidade e biologia de *Opsiphanes quiteria meridionalis* Staudinger (Nymphalidae: Brassolini)**. 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Cruz das Almas, BA, 2015.
- NEVES, D. A.; PALUCH, M. Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras na Mata Atlântica do Litoral Sul da Bahia (Brasil) (Lepidoptera: Nymphalidae). **SHILAP Revista de Lepidopterología**, Madrid, v. 44, n. 176, p. 593-606, 2016.
- NOBRE, C. E. B. et al. Seasonality of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid area. **ISRN Zoology**, Londre, v. 2012, 8 p., 2012.
- NOBRE, C. E. B.; SCHLINDWEIN, C. New record of *Heraclides a. astyalus* (Godart) (Lepidoptera: Papilioninae: Papilionini) on the northern São Francisco river, Brazil. **Checklist**, v. 8, p. 927-928, 2012.
- NOBRE, C. E. B.; SCHLINDWEIN, C. New records for species of *Theope* (Lepidoptera: Riodinidae) for the State of Pernambuco and Northeastern Brazil, with notes on their natural history. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, p. 275-278, 2011.
- NOBRE, C. E. et al. The butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 1751, p. 35- 45, 2008.
- NOBRE, R. A. et al. **Monitoramento da biodiversidade: roteiro metodológico de aplicação**. Brasília: ICMBio, 40 p., 2014.
- OLIVEIRA, I. F. **Vivendo na cidade: borboletas frugívoras em uma paisagem urbana**. 2017. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Natal, RN, 2017.
- OLIVEIRA, M. A. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 800-807, 2014.
- PALUCH, M. et al. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, p. 229-238, 2011.
- PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 6. ed., Long Grove: Waveland Press, 784 p., 2009.
- PEDROTTI, V. S. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 385-390, 2011.

- PEREIRA JÚNIOR, L. R. et al. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, Natal, v. 6, p. 73-87, 2012.
- PERES FILHO, O. et al. Diversidade de cupins em áreas de Savana, submetidas a diferentes regimes de fogo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 1, p. 91-100, 2012.
- PICKERING, J. **Discover Life**. 2016. Disponível em: <<http://www.discoverlife.org/>> Acesso em: 8 mar. 2018.
- PIRES, M. Emissões oriundas da combustão do carvão. Meio ambiente e carvão. Fundação Estadual de proteção ambiental (FEPAM). **Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental**, Porto Alegre, n. 2, p. 253-274, 2002.
- PORTILLO-QUINTERO, C. A.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. **Biological Conservation**, Oxford, v. 143, p. 144-155, 2010.
- POZO C. et al. Seasonality and phenology of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and hesperioidea) of Mexico's Calakmul Region. **Florida Entomologist Society**, Lutz, v. 91, p. 407-422, 2008.
- PRADO, D. As caatingas da América do Sul. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 807 p., 2003.
- QUADROS, F. C. et al. Ninfalídeos (Lepidoptera) ocorrentes no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 147-167, 2004.
- QUEIROZ, J. M. Host plant use among closely related *Anaea* butterfly species (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 4A, p. 657-663, 2002.
- RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto. Holos Editora, 810 p., 2012.
- RAIMUNDO, R. L. G. et al. Manual de monitoramento ambiental usando borboletas e libélulas Reserva Extrativista do Alto Juruá Marechal Thaumaturgo, Acre. **Série Pesquisa e Monitoramento Participativo em Áreas de Conservação Gerenciada por Populações Tradicionais**. Campinas, v. 1, 36 p., 2003.
- REFLORA BRASIL. **Flora do Brasil 2020 – algas, fungos e plantas**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>>. Acesso em: 07 abr. 2018

- RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. The effect of reduced-impact logging on fruitfeeding butterflies in Central Amazon, Brazil. **Journal of Insect Conservation**. Bruxelas, v. 16, p. 733-744, 2012.
- RIBEIRO, D. B. et al. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. **Diversity and Distributions**, Riverside, v. 14, p. 961-968, 2008.
- RIBEIRO, D. B. et al. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica**, Gainesville, v. 42, p. 710-716, 2010.
- RITTER, C. D. et al. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2011.
- ROCHA, A. M. et al. Composição e similaridade florística de espécies arbóreas em uma área de Caatinga, Picos, Piauí. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 70, p. 175-185, 2017.
- ROCHA, W. O. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 88-98, 2015.
- ROMAN, M. et al. Levantamento populacional e comportamento de voo de borboletas (Lepidoptera) em um remanescente florestal em São Sepé, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 283-294, 2010.
- SABINO, F. G. S. et al. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de Caatinga antropizada na Paraíba. **Floresta e Meio Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 4, p. 487-497, 2016.
- SACKIS, G. D.; MORAIS, A. B. B. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do *campus* da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 151-158, 2008.
- SALAZAR, J. A.; CONSTANTINO, L. M. Synthesis of the colombian Charaxidae and description of new genera for South America: *Rydonia*, *Annagrapha*, *Pseudocharaxes*, *Muyshondtia*, *Zikania* (Lepidoptera, Nymphaloidea). **Annee**, Bruxelas, v. 101, n. 2, p. 344-369, 2001.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga, p. 35-58, 1995. *In*: BULLOCK, S. H. et al. (Orgs). **Seasonally dry forests**. Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge, 875 p., 1995.
- SANTOS, E. C. et al. Inventários de borboletas no Brasil: Estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Revista Brasileira Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 178-200, 2008.

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

SANTOS, J. P. et al. Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras. Amazônia. *In*: PEREIRA, A. B.; CONSTANTINO, P. A. L. (Orgs.). **Monitoramento de biodiversidade**. MMA/ICMBio/GIZ. Brasília. Brasil, 12 p., 2014a.

SANTOS, J. P. et al. Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras. Cerrado. *In*: PEREIRA, A. B.; CONSTANTINO, P. A. L. (Orgs.). **Monitoramento de biodiversidade**. MMA/ICMBio/GIZ. Brasília. Brasil, 12 p., 2014b.

SANTOS, J. P. et al. Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras. Mata Atlântica-Norte. *In*: PEREIRA, A. B.; CONSTANTINO, P. A. L. (Orgs.). **Monitoramento de biodiversidade**. MMA/ICMBio/GIZ. Brasília. Brasil, 12 p., 2014c.

SANTOS, L. N. **Borboletas no semiárido: sazonalidade e padrões de diversidade de borboletas frugívoras em um ambiente extremo**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Natal, RN, 2015.

SANTOS, S. R. **Proposta de protocolo de monitoramento utilizando borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) como indicadores de impacto ambiental na Reserva Biológica União, RJ**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Escola Politécnica e Escola de Química, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

SAVELA, M. **FUNET Lepidoptera: Butterflies and Moths**. 2014. Disponível em: <http://ftp.funet.fi/index/Tree_of_life/insecta/lepidoptera/> Acesso em: 8 mar. 2018.

SAWCHIK, J. et al. Distribution patterns and indicator species of butterfly assemblages of wet meadows in southern Belgium. **Belgian Journal of Zoology**, Bruxelas, v. 135, n. 1, p. 43-52, 2005.

SAWCHIK, J. et al. Metapopulation dynamics of the bog fritillary butterfly: modelling the effect of habitat fragmentation. **Acta Oecologica**, Esquel, p. 287-296, 2002.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008.

SCHWARTZ, G.; Di MARE, R. A. Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionidae) em sete comunidades de Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 49-55, 2001.

SEI, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Informações geográficas municipais – Brumado, BA. 2018. Disponível em: <http://sim.sei.ba.gov.br/side/frame_tabela.wsp?tmp.tabela=t106&tmp.origem=sidegeo>. Acesso em: 17 jan. 2018.

SHAHABUDDIN, G. et al. Persistence of a frugivorous butterfly species in Venezuelan forest fragments: the role of movements and habitat quality. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 9, p. 1623-1641, 2000.

SHAHABUDDIN, G.; PONTE, C. A. Frugivorous butterfly species in tropical forest fragments: correlates of vulnerability to extinction. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 14, p. 1137-1152, 2005.

SHIELS, A. B. et al. Sudden appearance and population outbreak of *Eunica monima* (Lepidoptera: Nymphalidae) on Desecheo Island, Puerto Rico. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 100, n. 1, p. 176-179, 2017.

SILVA, A. B. et al. M. Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tiguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Bioikos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 11-23, 2014.

SILVA, A. R. M. et al. Fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) of the Área de Proteção Especial Manancial Mutuca, Nova Lima and species list for the region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 15, n. 3, 2015.

SILVA, A. R. M. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 292-297, 2012.

SILVA, D. G. M. **Composição e sazonalidade de borboletas frugívoras do Cerrado, com ênfase na relação fenológica entre *Eunica bechina* (Nymphalidae: Biblidanae) e sua planta hospedeira *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae)**. 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2011.

SILVA, E. C. A. et al. Composição florística de um fragmento de Caatinga do município de Itapetim, Pernambuco. **Scientia Plena**, Aracajú, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

SILVA, J. M. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luís, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 87-95, 2013.

SILVA, L. S. A. et al. **Relatório técnico: estudo de dispersão de poluentes da Magnesita Refratários S.A.** Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente Ltda, n. 257, 31 p., 2010.

SILVA, M. L. **Fracionamento de Metais Traço (Cr, Cu, Ni e Zn) em Solos e Sedimentos do Município de Madre de Deus, Bahia**. 2012. 90 f.

- Dissertação (Mestrado em Geoquímica, Petróleo e Meio Ambiente), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Geociências, Salvador, BA, 2012.
- SILVEIRA NETO, S. et al. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 9, p. 9-15, 1995.
- SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 419 p., 1976.
- SOUZA, G. F.; MEDEIROS, J. F. Fitossociologia e florística em áreas de Caatinga na microbacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras, RN. **Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 3, n. 1, p. 161-176, 2013.
- THOMAS, J. A. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. **Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 360, p. 339–357, 2005.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Sudeste Acreano. Rio Branco: EMBRAPA Acre, **Circular Técnica**, n. 57, 21 p., 2000.
- UEHARA-PRADO, M. et al. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecology and Biogeography**, Tucson, v. 16, 2006.
- UEHARA-PRADO, M. **Efeito de fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista**. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2003.
- UEHARA-PRADO, M. et al. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-25, 2004.
- UEHARA-PRADO, M. et al. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. **Journal of the Lepidopterists Society**, San Francisco, v. 59, n. 2 p. 96-106, 2005.
- UEHARA-PRADO, M. et al. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A primary approach in Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Oxford, v. 142, n. 6, p. 1220-1228, 2009.
- UEHARA-PRADO, M.; RIBEIRO, D. B. Borboletas em Floresta Atlântica: métodos de amostragem e inventário de espécies na Serra do Itapeti. p. 167-186, 2012. *In*: MORINI, M. S. C. & V. F. O. MIRANDA (Orgs.). **Serra do**

Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos. Bauru, v. 1, 400 p, 2012.

VASCONCELOS, R. N. **Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras em fragmentos florestais de Mata Atlântica e em plantações de eucalipto no extremo Sul da Bahia.** 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento). Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Salvador, BA, 2008.

VASCONCELOS, R. N. et al. Borboletas do Parque Metropolitano de Pituacú, Salvador, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 9, n. 2/3, p. 158-164, 2009.

VIEIRA, M. S. G. et al. A utilização de bioindicadores como instrumento de perícia ambiental. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 5, n. 3, 2014.

VILLAR, V. **Diversidade ecológica e composição de borboletas frugívoras na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil.** 2015. 31 f. Monografia (Bacharel em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, 2015.

VINHAS, A. M. **Plano de biomonitoramento de emissões atmosféricas na área de influência da unidade industrial Catiboaba Magnesita Refratários S.A.** Cruzeiro do Sul Consultoria Agroambiental Ltda, Vitória da Conquista, BA, 36 p., 2014.

WAHLBERG, N. et al. Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. **Proceedings of the Royal Society B**, Londres, v. 276, p. 4295-4302, 2009.

WARREN, A. D. et al. **Illustrated Lists of American Butterflies**, 2016. Disponível em: <<http://www.butterfliesofamerica.com/>> Acesso em: 08 mar. 2018.

WILCKEN, C. F. Ordem Lepidoptera. In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L (Orgs). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de Famílias.** Botucatu: Editora FEPAF, 1 Ed., capítulo 10, p. 227-260, 2011.

WINK, C. et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.


WOLDA, H. Similarity indices, sample size and diversity. **Oecologia**, Bueno Aires, v. 50, n. 3, p. 296-302, 1981.

YOUNG, A. M. On the biology of *Hamadryas februa* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Guanacaste, Costa Rica. **Journal of Applied Entomology**, v. 36, p. 380-393, 1974.

- ZACCA, T. Espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Coleção Entomológica Prof. Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 9, n. 2/3, p. 165-173, 2009.
- ZACCA, T.; BRAVO, F. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da porção norte da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 12, n. 2, 2012.
- ZACCA, T. et al. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) from Serra da Jiboia, Bahia State, Brazil. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 4, p. 139-143, 2011.
- ZANZINI, A. C. S. Descritores quantitativos de riqueza e diversidade de espécies. **Universidade Federal de Lavras (UFLA)/FAEPE**. Lavras, 43 p., 2005.
- ZOGRAFOU, K. et al. On the surrogate value of red-listed butterflies for butterflies and grasshoppers: a case study in Grammos site of Natura 2000, Greece. **Journal of Insect Conservation**, Bruxelas, v. 13, p. 505-514, 2009.

7. APÊNDICES

Apêndice A - Certificado de Autorização para o Manejo de Fauna expedido pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (Inema). Brumado, BA, 2016.

		CERTIFICADO DE AUTORIZAÇÃO PARA MANEJO DE FAUNA		
Nº DO CERTIFICADO: Vinculado ao PT-0006/2016-0061				
1. DADOS DO REQUERENTE				
Nome ou Razão Social: Magnesita Refratários S.A.				
CNPJ ou CPF: 08.684.647/0020-28		RG ou Inscrição Estadual: CEAPD 72741		
Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF): 2881500				
Endereço: Via de Catibocaba S/N				
Município: Brumado		Estado: Bahia		CEP: 48.100-000
2. DADOS DO EMPREENDIMENTO				
Denominação: Magnesita Refratários S.A.		Tipologia: Mineração		
Endereço: Via de Catibocaba S/N				
Cidade: Brumado		CEP: 48.100-000		
Área Total (ha): 142 km²		Porte do Empreendimento: Grande Porte		
Processo de Regulação Ambiental ao qual a Autorização está vinculada: 2009-030917/TEC/RL0-0042				
3. DADOS DA EMPRESA DE CONSULTORIA				
Nome ou Razão Social: Bicho do Mato Meio Ambiente LTDA				
CNPJ ou CPF: 08.314.927/0001-00		RG ou Inscrição Estadual: x _ x _ x _		
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF): 3184241				
Endereço: Rua Paridônio Malheiros, Coração de Jesus, Nº 222				
Município: Belo Horizonte		Estado: Minas Gerais		CEP: 30.180-234
4. DADOS DOS PROFISSIONAIS QUE COMPORÃO A EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO				
Nome do Profissional	Formação	Função no Projeto	ART	CTF
Guilherme Hernano da S. Pinto e Campos Barbosa	Biólogo	Coordenador	201508277	3007288
Carlos Eduardo R. de Souza	Eng. Agrônomo	Supervisor	BA20150112756	3501604556
Maria Aparecida Castelani	Bióloga	Pesquisadora	Não se aplica	Não se aplica
Gustavo dos Santos Silva	Eng. Agrônomo	Pesquisador	Não se aplica	Não se aplica
Macon dos Santos Silva	Est. Eng. Florestal	Estagiário	Não se aplica	Não se aplica
Wesley Gil Oliveira Silva	Est. Eng. Florestal	Estagiário	Não se aplica	Não se aplica
Gilson de Jesus Mascarenhas	Técnico	Técnico de Campo	Não se aplica	Não se aplica
5. CONCESSÃO DO CERTIFICADO:				
<p>O Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos concede autorização à Empresa Magnesita Refratários S/A, acima identificada, para realização de Manejo de Fauna, conforme Plano de Monitoramento de Fauna contido no processo 2013-010953/DEJMPBA-0275.</p> <p>A captura, soltura, coleta e/ou transporte de animais deverá ser realizada pela equipe técnica elencada no Plano de Estudos de Fauna e identificada acima. Qualquer alteração na equipe deverá ser comunicada oficialmente a este órgão.</p> <p>Esta Autorização deve seguir as seguintes Condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O material biológico deverá ser encaminhado para o Laboratório de Entomologia da UESB, conforme carta de aceite apresentada; 2. Para a realização de intervenções em animais que, por ventura, venham sofrer alguma injúria advinda das atividades de execução do empreendimento, é necessário que os procedimentos sejam realizados por profissional habilitado; 3. A presente autorização refere-se exclusivamente ao manejo do grupo da fauna de Lepidópteros, não sendo permitido aos demais grupos, o seu manejo sem o prévio conhecimento e deliberação do órgão ambiental. 				

Esta **Autorização é válida por 17 (dezesete) meses**, contados da data de emissão deste documento.


Este Certificado **NÃO** autoriza:

- Acesso ao patrimônio genético, para o qual deve ser atendido o disposto na Medida Provisória nº 2.186-16/2001, que versa sobre o acesso ao patrimônio genético.
- Captura/coleta/transporte e soltura de fauna em áreas de domínio privado, sem consentimento expresso ou tácito do proprietário, nos termos do Art. 584, 585, 597 e 598 do Código Civil.
- Exportação, comercialização ou criação de animais vivos ou material zoológico.


Fundamento Legal: Constituição da República Federativa do Brasil

Lei 6.938 de 31/08/1981
Lei 9.605 de 12/02/1998
Lei 10.431 de 20/12/2005 alterada pela Lei 12.377 de 28/12/2011
Lei 12.212 de 04/05/2011.

Salvador, ____ de _____ de _____.



Ariane Lúcia Moreira de Oliveira
Coord. de Fisc. Prev. e Condições
Mat. 45327734-3
Ariane Lúcia Moreira de Oliveira
Coordenador - COFIS



Leonardo Carneiro Oliveira Cruz
Diretor de Regulação

NEMA - Avenida Luis Viana Filho, 6ª Avenida, nº 600 - CAB - CEP 41.746-900 (CAB - Salvador - Bahia - Brasil)
e-mail: gzend@nema.ba.gov.br sítio: www.nema.ba.gov.br

Apêndice B - Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – com pluma de poluentes e II – sem pluma de poluentes), armadilha e coletas (C1 a C8). Brumado, BA, 2016.

	Tipo Vegetacional	Armadilha	Tempo de exposição das armadilhas (h:min)							
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Transecto I	Fragmento Florestal	T ₁ FA ₁	24:51	25:06	26:56	27:50	24:56	23:50	24:28	23:51
		T ₁ FA ₂	24:37	25:10	27:06	28:07	25:04	23:56	24:36	24:02
		T ₁ FA ₃	24:33	25:16	27:14	28:20	25:11	24:03	24:45	24:10
		T ₁ FA ₄	24:31	25:18	27:25	28:41	25:20	24:06	24:54	24:21
		T ₁ FA ₅	24:29	25:24	27:37	28:56	25:28	24:10	25:00	24:30
		T ₁ FA ₆	24:26	25:25	27:46	29:09	25:35	24:15	25:07	24:36
		T ₁ FA ₇	24:23	25:34	28:04	29:23	25:39	24:17	25:01	24:50
		T ₁ FA ₈	24:21	25:41	28:16	29:45	25:41	24:19	25:13	25:06
	Pastagem	T ₁ PA ₁	24:52	24:58	26:03	26:43	24:45	24:18	24:14	23:23
		T ₁ PA ₂	24:47	24:57	26:18	26:09	24:40	24:20	24:09	23:23
		T ₁ PA ₃	24:43	24:57	26:13	26:38	24:36	24:21	24:06	23:21
		T ₁ PA ₄	24:46	24:59	26:17	26:49	24:33	24:24	24:04	23:44
		T ₁ PA ₅	24:46	25:00	26:20	26:58	24:31	24:26	24:00	23:47
		T ₁ PA ₆	24:44	25:00	26:23	27:21	24:29	24:28	24:00	23:46
		T ₁ PA ₇	24:35	25:01	26:30	27:27	24:28	24:26	24:03	23:52
		T ₁ PA ₈	24:30	25:04	26:36	27:35	24:27	24:27	24:02	23:53
Transecto II	Fragmento Florestal	T ₂ FA ₁	24:16	24:43	25:15	25:09	25:38	23:50	25:33	24:10
		T ₂ FA ₂	24:20	24:40	25:03	25:01	25:26	23:50	25:01	24:06
		T ₂ FA ₃	24:13	24:37	24:59	24:53	25:19	23:47	25:02	24:03
		T ₂ FA ₄	24:04	24:33	24:47	24:42	25:08	23:42	24:48	23:59
		T ₂ FA ₅	24:05	24:26	24:32	24:37	24:57	23:42	24:40	24:00
		T ₂ FA ₆	24:13	24:20	24:16	24:26	24:46	23:38	24:27	23:55
		T ₂ FA ₇	24:13	24:18	24:07	24:19	24:37	23:42	24:09	23:54
		T ₂ FA ₈	24:12	24:16	24:00	24:10	24:27	23:43	24:04	23:54
	Pastagem	T ₂ PA ₁	24:17	24:49	25:24	25:22	25:54	23:46	24:42	24:12
		T ₂ PA ₂	24:15	24:51	25:26	25:32	26:04	23:46	25:46	24:17
		T ₂ PA ₃	24:19	24:51	25:30	25:42	26:09	23:48	25:51	24:21
		T ₂ PA ₄	24:18	24:53	25:36	25:47	26:14	23:47	25:54	24:19
		T ₂ PA ₅	24:14	24:55	25:42	25:54	26:24	23:45	25:55	24:23
		T ₂ PA ₆	24:08	24:57	25:49	26:01	26:18	23:43	25:58	24:36
		T ₂ PA ₇	24:06	24:59	25:56	26:09	26:20	23:42	25:59	24:24
		T ₂ PA ₈	24:08	24:59	26:01	26:15	26:24	23:53	25:55	24:30

T1 = transecto I; T2 = transecto II; F = fragmento florestal; P = pastagem; A = armadilha; h = horas; min = minutos; C1 = coleta 1 (06/03/16); C2 = coleta 2 (03/04/16); C3 = coleta 3 (06/05/16); C4 = coleta 4 (05/06/16); C5 = coleta 5 (17/07/16); C6 = coleta 6 (07/08/16), C7 = coleta 7 (11/09/16) e C8 = coleta 8 (23/10/16).

Apêndice C - Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – com pluma de poluentes e II – sem pluma de poluentes), armadilha e coletas (C9 a C16). Brumado, BA, 2017.

	Tipo Vegetacional	Armadilha	Tempo de exposição das armadilhas (h:min)							
			C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Transecto I	Fragmento Florestal	T ₁ FA ₁	22:51	25:25	24:11	23:44	23:46	24:19	23:48	23:29
		T ₁ FA ₂	22:51	25:38	24:17	23:48	23:51	24:15	23:56	23:30
		T ₁ FA ₃	22:57	25:42	24:24	23:49	23:51	24:15	23:58	23:31
		T ₁ FA ₄	23:55	26:00	24:29	23:56	23:55	24:15	24:01	23:29
		T ₁ FA ₅	23:51	26:09	24:33	23:58	23:54	24:14	24:03	23:29
		T ₁ FA ₆	23:42	26:16	24:33	24:00	23:58	24:15	24:08	23:27
		T ₁ FA ₇	23:37	26:30	24:39	24:03	23:58	24:14	24:11	23:30
		T ₁ FA ₈	23:31	26:44	24:45	24:12	24:02	24:14	24:15	23:32
	Pastagem	T ₁ PA ₁	22:50	24:32	23:58	23:34	23:59	23:43	24:00	23:35
		T ₁ PA ₂	22:51	24:29	23:55	23:36	23:57	23:11	23:58	23:35
		T ₁ PA ₃	23:02	24:23	23:55	23:33	23:59	23:57	23:50	23:33
		T ₁ PA ₄	23:10	24:19	23:54	23:30	23:59	24:03	23:49	23:34
		T ₁ PA ₅	23:16	24:16	24:01	23:30	24:01	24:09	23:44	23:37
		T ₁ PA ₆	23:23	24:16	24:04	23:39	24:00	24:19	23:42	23:40
		T ₁ PA ₇	23:32	24:09	24:03	23:37	24:00	24:26	23:35	23:44
		T ₁ PA ₈	23:42	24:06	24:03	23:42	24:01	24:32	23:33	23:51
Transecto II	Fragmento Florestal	T ₂ FA ₁	23:48	24:30	24:22	24:05	23:58	24:15	24:42	23:57
		T ₂ FA ₂	23:50	24:24	24:18	24:02	24:00	24:16	24:37	23:55
		T ₂ FA ₃	23:50	24:20	24:16	24:00	24:06	24:19	24:33	23:55
		T ₂ FA ₄	23:46	24:16	24:11	23:57	24:10	24:16	24:26	23:53
		T ₂ FA ₅	23:46	24:14	24:10	23:56	24:10	24:19	24:22	23:52
		T ₂ FA ₆	23:44	24:12	24:08	23:51	24:14	24:18	24:16	23:53
		T ₂ FA ₇	23:42	24:10	24:07	23:53	24:17	24:19	24:11	23:52
		T ₂ FA ₈	23:40	24:12	24:07	23:54	24:20	24:20	24:09	23:57
	Pastagem	T ₂ PA ₁	24:49	24:33	24:24	24:10	24:26	24:16	24:44	23:55
		T ₂ PA ₂	24:51	24:37	24:25	24:10	24:26	24:15	24:49	23:48
		T ₂ PA ₃	24:51	24:42	24:24	24:12	24:25	24:14	24:49	23:45
		T ₂ PA ₄	24:53	24:47	24:24	24:12	24:35	24:12	24:45	23:41
		T ₂ PA ₅	24:55	24:48	24:26	24:14	24:36	24:10	24:47	23:37
		T ₂ PA ₆	24:57	24:50	24:24	24:15	24:42	24:07	24:50	23:37
		T ₂ PA ₇	24:59	24:54	24:24	24:16	24:41	24:05	24:38	23:32
		T ₂ PA ₈	24:59	24:58	24:24	24:17	24:45	24:04	24:39	23:28

T1 = transecto I; T2 = transecto II; F = fragmento florestal; P = pastagem; A = armadilha; h = horas; min = minutos; C9 = coleta 9 (20/11/16); C10 = coleta 10 (15/12/16); C11 = coleta 11 (25/01/17); C12 = coleta 12 (19/02/17); C13 = coleta 13 (26/03/17), C14 = coleta 14 (23/04/17), C15 = coleta 15 (31/05/17) e C16 = coleta 16 (29/06/17).

Apêndice D - Tempo de exposição em campo das armadilhas de captura de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em função do tipo vegetacional (fragmento florestal e pastagem) e transecto (I – com pluma de poluentes e II – sem pluma de poluentes), armadilha e coletas (C17 a C23). Brumado, BA, 2018.

	Tipo Vegetacional	Armadilha	Tempo de exposição das armadilhas (h:min)						
			C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23
Transecto I	Fragmento Florestal	T1FA1	24:08	23:31	24:34	24:13	24:07	24:27	24:02
		T1FA2	24:03	23:33	24:42	24:27	24:16	24:30	24:07
		T1FA3	24:00	23:38	24:45	24:32	24:18	24:43	24:06
		T1FA4	23:55	23:38	24:50	24:38	24:14	24:56	24:06
		T1FA5	23:54	23:50	24:52	24:44	24:18	25:05	24:04
		T1FA6	23:48	23:59	24:52	24:48	24:16	25:11	24:05
		T1FA7	23:43	24:08	24:55	24:55	24:18	25:24	24:04
		T1FA8	23:41	24:15	24:56	24:59	24:20	25:47	24:08
	Pastagem	T1PA1	24:07	23:27	24:28	24:08	24:11	24:08	23:51
		T1PA2	24:08	23:28	24:29	24:10	24:10	24:06	23:45
		T1PA3	24:08	23:30	24:28	24:08	24:13	24:02	23:47
		T1PA4	24:09	23:27	24:28	24:06	24:15	24:05	23:48
		T1PA5	24:03	23:36	24:26	24:07	24:15	24:05	23:48
		T1PA6	24:05	23:32	24:25	24:09	24:17	24:04	23:54
		T1PA7	24:06	23:28	24:25	24:09	24:18	24:01	23:59
		T1PA8	24:16	23:29	24:26	24:09	24:20	23:59	23:58
Transecto II	Fragmento Florestal	T2FA1	24:16	24:58	24:29	23:55	24:30	24:31	24:39
		T2FA2	24:18	24:44	24:20	23:56	24:23	24:27	24:32
		T2FA3	24:19	24:37	24:18	24:02	24:29	24:24	24:28
		T2FA4	24:22	24:30	24:17	24:04	24:31	24:21	24:21
		T2FA5	24:14	24:13	24:16	24:10	24:31	24:18	24:16
		T2FA6	24:24	24:05	24:17	24:11	24:33	24:15	24:07
		T2FA7	24:17	24:02	24:39	24:11	24:33	24:16	24:00
		T2FA8	24:15	23:57	24:20	24:14	24:30	24:14	23:58
	Pastagem	T2PA1	24:15	24:57	24:30	23:50	24:22	24:36	24:43
		T2PA2	24:16	24:54	24:31	23:45	24:21	24:34	24:42
		T2PA3	24:13	25:07	24:34	23:45	24:15	24:31	24:40
		T2PA4	24:13	25:09	24:33	23:41	24:17	24:33	24:41
		T2PA5	24:11	25:19	24:32	23:33	24:17	24:32	24:41
		T2PA6	24:04	25:20	24:31	23:22	24:17	24:29	24:44
		T2PA7	24:06	25:15	24:31	23:31	24:18	24:26	24:44
		T2PA8	24:07	25:18	24:31	23:29	24:17	24:28	24:47

T1 = transecto I; T2 = transecto II; F = fragmento florestal; P = pastagem; A = armadilha; h = horas; min = minutos; C17 = coleta 17 (30/07/17); C18 = coleta 18 (27/08/17); C19 = coleta 19 (24/09/17), C20 = coleta 20 (29/10/17), C21 = coleta 21 (26/11/17), C22 = coleta 22 (17/12/17) e C23 = coleta 23 (14/01/18).

Apêndice E - Dados mensais de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento da Estação Meteorológica Automática. Brumado, BA, 2018.

Mês/Ano	Precipitação (mm)	U.R. mín (%)	U.R. méd (%)	U.R. máx (%)	T. mín (°C)	T. méd (°C)	T. máx (°C)	Vento (m/s)
Mar/16	1,2	24,0	59,4	94,0	19,0	27,0	35,9	2,2
Abr/16	0,2	22,0	58,2	91,0	17,7	26,2	36,3	0,8
Mai/16	0,8	22,0	58,8	94,0	14,2	24,8	36,1	1,0
Jun/16	8,0	15,0	57,9	93,0	11,4	23,7	37,2	0,8
Jul/16	2,4	18,0	53,6	93,0	14,2	24,4	33,8	1,1
Ago/16	0,6	19,0	41,6	89,0	17,0	28,0	36,3	1,8
Set/16	6,6	14,0	53,6	93,0	14,9	25,5	36,5	2,3
Out/16	15,2	18,0	54,9	93,0	18,8	26,6	38,6	1,7
Nov/16	89,4	19,0	62,5	95,0	16,8	25,7	36,5	1,1
Dez/16	68,6	25,0	64,8	94,0	18,8	25,8	35,2	1,9
Jan/17	0,0	14,0	48,2	80,0	19,1	28,3	38,5	1,7
Fev/17	77,6	15,0	62,2	95,0	18,2	26,3	37,8	1,1
Mar/17	120,5	16,0	54,5	95,0	19,7	27,5	38,4	1,2
Abr/17	85,4	35,0	70,9	95,0	17,8	24,7	33,6	0,4
Mai/17	11,4	17,0	65,3	95,0	14,8	24,0	36,2	0,5
Jun/17	17,0	20,0	61,9	94,0	14,4	23,2	35,1	0,6
Jul/17	35,6	20,0	68,2	95,0	12,7	20,5	30,8	1,3
Ago/17	5,6	19,0	56,0	93,0	11,1	22,6	33,6	1,4
Set/17	8,0	22,0	53,5	93,0	13,2	23,3	34,9	2,2
Out/17	0,0	16,0	48,6	82,0	16,8	26,6	37,8	1,5
Nov/17	70,4	17,0	63,6	94,0	18,4	25,5	36,2	1,9
Dez/17	183,6	23,0	67,2	95,0	19,3	25,6	39,0	1,2
Jan/18	7,6	20,0	62,9	93,0	18,8	26,1	36,9	1,8

(U.R) umidade relativa do ar; (T) temperatura; (mín) mínima; (méd) média e (máx) máxima; (mm) milímetro; (%) porcentagem; (°C) grau Celsius; (m/s) metro/segundo.

Fonte: INMET (2018).

Apêndice F - Abertura do dossel da estação seca dos fragmentos florestais (transectos I e II), com densiômetro florestal, setembro de 2017. Brumado, BA, 2017.

Transecto I			Transecto II		
Armadilha	Direção	Abertura do dossel	Armadilha	Direção	Abertura do dossel
T ₁ FA ₁	N	17	T ₂ FA ₁	N	44
	S	30		S	67
	L	20		L	24
	O	30		O	80
T ₁ FA ₂	N	33	T ₂ FA ₂	N	79
	S	44		S	84
	L	53		L	89
	O	60		O	94
T ₁ FA ₃	N	63	T ₂ FA ₃	N	25
	S	58		S	22
	L	79		L	20
	O	42		O	30
T ₁ FA ₄	N	29	T ₂ FA ₄	N	86
	S	62		S	81
	L	48		L	77
	O	81		O	79
T ₁ FA ₅	N	53	T ₂ FA ₅	N	83
	S	33		S	45
	L	63		L	44
	O	74		O	44
T ₁ FA ₆	N	69	T ₂ FA ₆	N	94
	S	78		S	92
	L	65		L	96
	O	80		O	96
T ₁ FA ₇	N	04	T ₂ FA ₇	N	96
	S	08		S	96
	L	09		L	96
	O	11		O	94
T ₁ FA ₈	N	71	T ₂ FA ₈	N	96
	S	50		S	96
	L	63		L	96
	O	45		O	96

Transecto I (T1); transecto II (T2); fragmento florestal (F); pastagem (P); armadilha (A); norte (N); sul (S); leste (L); oeste (O).

Apêndice G - Abertura do dossel da estação úmida dos fragmentos florestais (transectos I e II), com densiômetro florestal, dezembro de 2017. Brumado, BA, 2017.

Transecto I			Transecto II		
Armadilha	Direção	Abertura do dossel	Armadilha	Direção	Abertura do dossel
T ₁ FA ₁	N	18	T ₂ FA ₁	N	04
	S	17		S	06
	L	02		L	02
	O	42		O	26
T ₁ FA ₂	N	04	T ₂ FA ₂	N	82
	S	16		S	50
	L	10		L	67
	O	31		O	68
T ₁ FA ₃	N	11	T ₂ FA ₃	N	02
	S	33		S	04
	L	36		L	08
	O	03		O	02
T ₁ FA ₄	N	50	T ₂ FA ₄	N	20
	S	08		S	36
	L	16		L	38
	O	20		O	67
T ₁ FA ₅	N	36	T ₂ FA ₅	N	58
	S	19		S	04
	L	23		L	08
	O	66		O	67
T ₁ FA ₆	N	40	T ₂ FA ₆	N	81
	S	36		S	92
	L	40		L	92
	O	78		O	94
T ₁ FA ₇	N	02	T ₂ FA ₇	N	69
	S	18		S	96
	L	07		L	96
	O	00		O	91
T ₁ FA ₈	N	18	T ₂ FA ₈	N	96
	S	17		S	96
	L	10		L	96
	O	64		O	96

Transecto I (T1); transecto II (T2); fragmento florestal (F); pastagem (P); armadilha (A); norte (N); sul (S); leste (L); oeste (O).

Apêndice H - Análises de variância da abundância, riqueza, rarefação e índice de diversidade de borboletas frugívoras (Nymphalidae), em função dos transectos (I e II) e tipos vegetacionais (fragmento florestal e pastagem). Brumado, BA, 2018.

Abundância					
F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p > F
Transecto (T)	1	0,898	0,898	13,410	0,001**
Ambiente (A)	1	10,309	10,309	153,850	< 0,001**
Transecto x Ambiente (T x A)	1	1,769	1,769	26,400	< 0,001**
Resíduo	28	1,876	0,067	-	-
Riqueza					
Transecto (T)	1	0,0963	0,0963	3,557	0,069 ^{ns}
Ambiente (A)	1	0,7283	0,7283	26,892	< 0,001**
Transecto x Ambiente (T x A)	1	0,1559	0,1559	5,756	0,023*
Resíduo	28	0,7583	0,0271	-	-
Rarefação					
Transecto (T)	1	1,466	1,466	2,115	0,157 ^{ns}
Ambiente (A)	1	0,647	0,647	0,934	0,342 ^{ns}
Transecto x Ambiente (T x A)	1	0,536	0,536	0,774	0,387 ^{ns}
Resíduo	28	19,412	0,693	-	-
Diversidade de Shannon-Wiener (H')					
Transecto (T)	1	0,0149	0,0149	0,947	0,338 ^{ns}
Ambiente (A)	1	0,1532	0,1532	9,756	0,004**
Transecto x Ambiente (T x A)	1	0,0040	0,0040	0,253	0,619 ^{ns}
Resíduo	28	0,4397	0,0157	-	-

(F.V) Fontes de Variação, (G.L) Graus de Liberdade, (S.Q) Soma dos Quadrados, (Q.M) Quadrado Médio, (F) valor de F, (p > F) significância, (**) significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), (*) significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) e (ns) não significativo ($p \geq 0,05$).