UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL

JANILDE DE MELO NASCIMENTO

SÃO LUÍS – MA
2024

JANILDE DE MELO NASCIMENTO

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.
Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo
Coorientadora: Valéria Cristina Soares Pinheiro

SÃO LUÍS – MA
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Melo Nascimento, Janilde.
ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS DIPTERA: PSYCHODIDAE EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL / Janilde Melo Nascimento. - 2024.
83 f.

Coorientador(a) 1: Valéria Cristina Soares Pinheiro.
Orientador(a): José Manuel Macário Rebêlo.
Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Rede - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

1. Ecologia. 2. Phlebotominae. 3. Desmatamento. 4. Diversidade. 5. Distribuição Sazonal. I. Macário Rebêlo, José Manuel. II. Soares Pinheiro, Valéria Cristina. III.

JANILDE DE MELO NASCIMENTO

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.
Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo
Coorientadora: Valéria Cristina Soares Pinheiro

Aprovado em 12 de setembro de 2024

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE MANUEL MACARIO REBELO
Data: 20/11/2024 16:04:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo
Universidade Federal do Maranhão

Documento assinado digitalmente
gov.br HERMES RIBEIRO LUZ
Data: 20/11/2024 09:12:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Hermes Ribeiro Luz
Universidade Federal do Maranhão

Documento assinado digitalmente
gov.br SILVIO GOMES MONTEIRO
Data: 20/11/2024 00:52:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Silvio Gomes Monteiro
Universidade Federal do Maranhão

Documento assinado digitalmente
gov.br SOLRANNY CARLA CAVALCANTE COSTA E SILVA
Data: 20/11/2024 18:51:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Solranny Carla Cavalcante Costa e Silva
Universidade Estadual do Piauí

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA
Data: 19/11/2024 10:14:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Rosa Cristina Ribeiro da Silva
Universidade Estadual do Maranhão

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu, Janilde de Melo Nascimento, autorizo a publicação da versão final aprovada de minha Tese de Doutorado intitulada "**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL**" no Portal do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE (PPG-BIONORTE), bem como no repositório de Teses da CAPES ou junto à biblioteca da Instituição Certificadora.

São Luís/MA, 26 de Novembro de 2024

gov.br
Documento assinado digitalmente
JANILDE DE MELO NASCIMENTO
Data: 26/11/2024 16:20:40-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Janilde de Melo Nascimento

CPF: 993363.913-72
RG: 13986002000-0

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos que ajudaram em especial ao meu orientador: **José Manuel Macário Rebêlo**, sua ajuda foi condicional para a realização desse trabalho e também a minha própria pessoa, pela paciência, perseverança e fé por ainda acreditar que um dia melhor pode chegar.

AGRADECIMENTOS

Á Deus pelo Dom da vida e por me manter firme, diante das dificuldades.

Aos meus orientadores: José Manuel Macário Rebêlo e Valeria Cristina Soares Pinheiro, por concordarem com a minha orientação.

Á Universidade Estadual do Piauí, de São Raimundo Nonato, em nome do Magnifico reitor, Professor Doutor Evandro Alberto de Sousa, pela recepção e confiança nesta IES, local onde consegui realizar boa parte das minhas atividades do doutorado.

Á Universidade Estadual do Maranhão de Caxias, em nome do Professor Doutor Gonçalo Mendes da Conceição, pelo tempo que passei sendo bolsista do herbário, o qual me ajudou muito para conciliar o estudo no doutorado.

Aos meus pais (José Manuel do Nascimento e Maria de Fátima de Melo Nascimento), filho (Jadson Vinícius Nascimento Oliveira), irmã (Janete de Melo Nascimento) e irmão (Jailton de Melo Nascimento), por estarem sempre me dando força para continuar, mesmo nas horas difíceis, o apoio de vocês me fortalece para continuar os desafios da vida.

Ao doutor Jorge Luiz Pinto Moraes pelo apoio institucional da Secretaria de Estado da Saúde.

Às minhas amigas, Semilly, Antonia Suely, Rosa Cristina, Katiane e Aylane, pelo incentivo desde o início do doutorado.

Ao BIONORTE - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, por sempre cuidar e manter informados os seus discentes.

E a todos os amigos que ajudaram direta e indiretamente na realização deste trabalho.

“Quando olhar para trás lembre, que os erros te trouxeram até aqui...”
Próprio autor

NASCIMENTO, Janilde de Melo. **Estrutura da Comunidade de Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em áreas de degradação ambiental e transmissão de leishmanioses da Amazônia Oriental.** 2024. 83 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

RESUMO

Introdução/Justificativa. As leishmanioses são doenças endêmicas no Maranhão, onde são causadas por diferentes espécies de protozoários do gênero *Leishmania* (Kinetoplastida; Trypanosomatidae) transmitidas por várias espécies de flebotomíneos. Essas enfermidades apresentam altas prevalências na Amazônia Maranhense, incluindo áreas onde os vetores ainda não foram estudados. No território maranhense, a região da Amazônia, localiza-se na Mesorregião oeste do Maranhão, constituída por 35% da paisagem. Com área de transição entre as regiões amazônica (úmida) e nordeste (semi-árida), favorece grandes contrastes pluviométricos anuais. **Objetivos**. Neste estudo, analisou-se a composição, riqueza, abundância e frequência mensal e sazonal das espécies de flebotomíneos em áreas florestais com diferentes graus de degradação e assentamentos rurais com registros de casos de leishmanioses. **Metodologia**. Foram feitas capturas sistematizadas dos flebotomíneos nos municípios de Santa Luzia (área pouco degradada), Senador La Rocque (moderadamente degradada) e Governador Nunes Freire (muito degradada). Os flebotomíneos foram capturados em três noites consecutivas, uma vez por mês, durante 24 meses, com o uso de armadilhas luminosas tipo CDC, instaladas das 18 às 6 horas, em fragmentos florestais e nos abrigos de animais domésticos. **Resultados.** Foram registradas 35 espécies de flebotomíneos, distribuídas em 13 gêneros. O mais diversificado foi *Evandromyia* (10 espécies), seguido por *Psathyromyia* (5), *Pressatia* (3), *Psychodopygus* (3), *Brumptomyia* (2), *Lutzomyia* (2), *Micropygomyia* (2), *Nyssomyia* (2), *Pintomyia* (2), *Bichromomyia* (1), *Migonemyia* (1), *Sciopemyia* (1) e *Viannamyia* (1). As espécies mais abundantes foram *Ny. whitmani* (32,33%), *Ev. evandroi* (14,89%), *Lu. longipalpis* (12,45%), *Br. avellari* (6,73%), *Pi. damascenoi* (6,59%) e *Mg. migonei* (6,46%). A riqueza de espécie prevaleceu na área moderadamente degradada (22 espécies), do que na muito degradada (16) e completamente degradada (11). Em todas as áreas, a riqueza de espécies foi maior nos fragmentos florestais do que nos peridomicílios rurais, exceto naquela, cujo fragmento florestal estava muito degradado. A abundância de indivíduos foi maior em todos os peridomicílios. Os flebotomíneos ocorreram o ano todo, com picos de abundância na estação chuvosa e na transição com a estação seca, mas em meses diferentes, de acordo com as áreas. Houve inversão de dominância das espécies entre as estações; e correlação positiva com a precipitação pluviométrica em Governador Nunes Freire (rs = 0.8252; p = 0.0009) e Senador La Rocque (rs = 0,4308; p = 0,1620); e correlação negativa com a temperatura em Santa Luzia (rs = -0,7122; p = 0.0093). Os vetores *Bi. flaviscutellata, Ny. whitmani, Mg. migonei* e *Lu. longipalpis* comportaram-se como espécies constantes, justificando sua relevância na epidemiologia das leishmanioses. **Conclusão**. Os flebotomíneos ainda são representativos nos fragmentos florestais remanescentes degradados, mas a abundância aumenta nos assentamentos rurais adjacentes, sobretudo na estação chuvosa. Esses novos ambientes oferecem aos vetores oportunidades de abrigos e fontes de alimentos necessárias para a reprodução e proliferação. Em consequência, as leishmanioses mudam o seu perfil epidemiológico, incidindo nas populações humanas que residem nos assentamentos infestados. Os órgãos de vigilância devem atentar para essas informações, úteis na implantação de estratégias de controle vetorial das leishmanioses, observando os ambientes, meses e estações de maior abundância vetorial, nas áreas estudadas.

Palavras-chave: Ecologia; Phlebotominae; Desmatamento; Diversidade; Distribuição sazonal.

NASCIMENTO, Janilde de Melo. **Structure of the Community of Phlebotomine (Diptera: Psychodidae) in areas of environmental degradation and transmission of leishmaniasis of the Eastern Amazon.** 2024. 83 f. Thesis (Doctorate in Biodiversity and Biotechnology) – Federal University of Maranhão, São Luís, 2024.

ABSTRACT

Introduction/Justification. Leishmaniases are endemic diseases in Maranhão, where they are caused by different species of protozoa of the genus Leishmania (Kinetoplastida; Trypanosomatidae) transmitted by several species of sandflies. These diseases have high prevalence in the Maranhão Amazon, including areas where the vectors have not yet been studied. In Maranhão territory, the Amazon region is located in the western Mesoregion of Maranhão, comprising 35% of the landscape. With a transition area between the Amazon (humid) and northeast (semi-arid) regions, it favors large annual rainfall contrasts. **Objective.** In this study, the composition, richness, abundance and monthly and seasonal frequency of sandfly species were analyzed in forest areas with different degrees of degradation and rural settlements with records of leishmaniasis cases. **Methodology.** Systematized captures of sandflies were made in the municipalities of Santa Luzia (slightly degraded area), Senador La Rocque (moderately degraded) and Governador Nunes Freire (very degraded). The sandflies were captured on three consecutive nights, once a month, for 24 months, using CDC-type light traps, installed from 6 pm to 6 am, in forest fragments and in domestic animal shelters. **Results.** Were recorded 35 species of sandflies, distributed across 13 genera. The most diverse was Evandromyia (10 species), followed by *Psathyromyia* (5), *Pressatia* (3), *Psychodopygus* (3), *Brumptomyia* (2), *Lutzomyia* (2), *Micropygomyia* (2), *Nyssomyia* (2), *Pintomyia* (2), *Bichromomyia* (1), *Migonemyia* (1), *Sciopemyia* (1) and *Viannamyia* (1). The most abundant species were *Ny. whitmani* (32.33%), *Ev. evandroi* (14.89%), *Lu. longipalpis* (12.45%), *Br. avellari* (6.73%), *Pi. damascenoi* (6.59%) and *Mg. migonei* (6.46%). Species richness prevailed in the moderately degraded area (22 species), than in the very degraded (16) and completely degraded (11). In all areas, species richness was greater in forest fragments than in rural peridomestic areas, except in that area, whose forest fragment was very degraded. The abundance of individuals was greater in all peridomiciles. Sandflies occurred throughout the year, with peaks in abundance in the rainy season and in the transition to the dry season, but in different months, depending on the area. There was an inversion of species dominance between seasons; and positive correlation with rainfall in Governador Nunes Freire ($r_s = 0.8252$; $p = 0.0009$) and Senador La Rocque ($r_s = 0.4308$; $p = 0.1620$); and negative correlation with temperature in Santa Luzia ($r_s = -0.7122$; $p = 0.0093$). The vectors *Bi. flaviscutellata*, Ny. *whitmani, Mg. migonei and Lu. longipalpis* behaved as constant species, justifying their relevance in the epidemiology of leishmaniasis. **Conclusion.** Sand flies are still representative in the remaining degraded forest fragments, but their abundance increase in adjacent rural settlements, especially in the rainy season. These new environments offer vectors opportunities of shelters and food sources necessary for reproduction and proliferation. As a result, leishmaniasis changes its epidemiological profile, affecting human populations residing in infested settlements. Surveillance bodies must pay attention to this information, which is useful in implementing vector control strategies for leishmaniasis, observing the environments, months and seasons of greatest vector abundance in the areas studied.

Keywords: Ecology; Phlebotominae; Logging; Diversity; Seasonal distribution.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Figura 1. Flebotomíneos adultos masculino e feminino da espécie *Lutzomyia longipalpis*. Mostrando os últimos segmentos com a extremidade posterior.....17

Figura 2. Estágios imaturos de *Lutzomyia longipalpis* com as seguintes fases: (A) ovos, (B) larvas, (C) pupa.....18

Figura 3. Ciclo biológico das *Leishmania* sp. no vetor (flebotomíneo) e no reservatório (mamífero).....24

ARTIGO 1

Figura 1 – Mapa do estado do Maranhão mostrando a localização dos municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, na região amazônica coberta por floresta perenifólia densa (DESF). Com locais de instalação das armadilhas: fragmento florestal (quadrado); intradomicílio (triângulo); peridomicílio (círculo).....30

Figura 2 – Perfis de diversidade de Rényi em função da diversidade de espécies de flebotomíneos para os municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, estado do Maranhão, Brasil. Alfa (α) zero = log de riqueza, 1 = Índice de Shannon, 2 = Índice de Simpson.....35

Figura 3 - Escalonamento multidimensional não métrico para associação de flebotomíneos entre áreas com degradação moderada (Santa Luzia), muito degradada (Senador La Rocque) e completamente degradada (Governador Nunes Freire). Macho: Quadrado; Fêmea: Triângulo.....37

ARTIGO 2

Figura 1 - Mapa do Estado do Maranhão mostrando os municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, onde os flebotomíneos foram estudados.....50

Figura 2 – Escalonamento multidimensional não-métrico para associação de flebotomíneos entre as áreas e estações, de acordo com os índices de Bray Curtis (A) e Jaccard (B) nos municípios amazônicos estudados, no Estado do Maranhão, Brasil.....54

Figura 3 – Ranque de dominância das espécies de flebotomíneos nas estações chuvosa e seca em Senador La Rocque: (A e B), Santa Luzia (C e D) e Governador Nunes Freire (E e F), estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....56

Figura 4 – Distribuição mensal dos números de flebotomíneos capturados (A) e dos valores médios da temperatura e absolutos da precipitação pluviométrica (B) de maio/2012 a abril/2014 nos municípios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) e Governador Nunes Freire (GNF), estado do Maranhão, Brasil.....58

Figura 5 – (A-B) Distribuição mensal das principais espécies de flebotomíneos vetores, nos municípios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) e Governador Nunes Freire (GNF), estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....59

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Senador La Rocque, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.....33

Tabela 2: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Santa Luzia, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.....34

Tabela 3: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Governador Nunes Freire, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.....34

ARTIGO 2

Tabela 1. Números de flebotomíneos capturados nas estações chuvosa e seca, nos municípios da Amazônia Maranhense, Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DESF – Floresta Estacional Perenifólia Densa

CDC - Centers for Disease Control

GNF - Governador Nunes Freire (Município)

LC – Leishmaniose cutânea

LEV - Laboratório de Entomologia e Vetores

LM – Leishmaniose mucosa

LT - Leishmaniose tegumentar

LV - Leishmaniose visceral

NMDS - Escalonamento multidimensional não métrico

SLR - Senador La Rocque (Município)

STL - Santa Luzia (Município)

SISBIO - Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO 13

2. JUSTIFICATIVA 15

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16

3.1 Classificação e características gerais dos flebotomíneos 16

3.2 Ciclo de vida dos flebotomíneos 17

3.3 Riqueza e abundância de Flebotomíneos 19

3.4 Sazonalidade de Flebotomíneos 21

3. 5 Hábito/atividade nictemeral 21

3.6 Dispersão 22

3.7 Alimentação dos flebotomíneos 22

3.8 Hematofagia 23

3.9 Ciclo de vida das leishmanias 23

4. OBJETIVO 26

4.1 OBJETIVO GERAL 26

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26

CAPÍTULO 2

ARTIGO 1 27

CAPÍTULO 3

ARTIGO 2 45

5. DISCUSSÃO INTEGRADORA 68

6. CONCLUSÕES 70

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 72

ANEXOS 84

APRESENTAÇÃO

A presente tese intitulada ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E TRANSMISSÃO DE LEISHMANIOSES DA AMAZÔNIA ORIENTAL é apresentada em três capítulos: o primeiros inclui a introdução e a revisão bibliográfica; o segundo é constituído pelo Artigo 1 intitulado **"**Riqueza e abundância de flebotomíneos em assentamentos humanos e fragmentos florestais degradados na Amazônia Maranhense**"**, publicado na revista "Scientia Plena", A4 para a área de Biotecnologia e o terceiro compreende o Artigo 2 intitulado **"**Sazonalidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em áreas florestais degradadas na Amazônia Oriental**",** publicação na Revista Caderno Pedagógico, A2 para a área de Biotecnologia. Dessa forma, a apresentação dos artigos na presente tese, seguem as normas das revistas.

A tese foi elaborada de acordo com as diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede Bionorte (PPG-Bionorte).

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos constituem uma subfamília de dípteros da família dos psicodídeos amplamente distribuídos pelo mundo. Nas Américas eles se distribuem do extremo sul do Canadá até o norte da Argentina e Uruguai (YOUNG e DUNCAN, 1994; SALOMÓN *et al.*, 2011), mas ainda não são suficientemente conhecidos em vários países. Algumas espécies têm distribuição restrita, regional ou local, outras apresentam ampla distribuição continental, resultando em largas faixas de superposição.

Em todo mundo foram descritas 1.060 espécies de flebotomíneos, 32 delas são fósseis, no continente americano foram descritas 556 espécies distribuídas em 23 gêneros, sendo 17 fósseis. No Brasil, se conhece aproximadamente 262 espécies de flebotomíneos, distribuídas em todas as regiões geográficas (GALATI e RODRIGUES, 2023), mas com grande número, sobretudo, na bacia amazônica e no nordeste brasileiro. A fauna de flebotomíneos é razoavelmente conhecida em vários estados da federação, incluindo o Acre (TOJAL *et al.*, 2006; GODOY *et al.*, 2022), Amazonas (CABANILLAS e CASTELLÓN, 1999; FEITOSA e CASTELLÓN, 2006; SANTOS, 2019), Pará (REBÊLO e OLIVEIRA PEREIRA, 2001; PINTO *et al.*, 2023), Tocantins (ANDRADE FILHO *et al.*, 2001; SOARES, 2023), Rondônia (GIL *et al.*, 2003; RESADORE *et al.*, 2018; PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2022), Goiás, Distrito Federal (CARVALHO *et al.*, 1989; BASTOS, 2014; VEXENAT, 2016), Mato Grosso (AZEVEDO *et al.*, 2002, MISSAWA e MACIEL, 2007; THIES *et al.*, 2023), Mato Grosso do Sul (GALATI *et al.*, 2006; FERNANDES, 2021), Piauí (ANDRADE FILHO *et al.*, 2001; VASCONCELOS, 2022), Rio Grande do Norte (XIMENES *et al.*, 2000; Oliveira, 2021), Pernambuco (SILVA e VASCONCELOS, 2005; SILVA, 2017), Bahia (DIAS-LIMA *et al.*, 2003; COVA, 2020), Espírito Santo (FERREIRA *et al*., 2001; FARIAS, 2018), Minas Gerais (LEMOS e LIMA, 2005; DIAS *et al*., 2007; TONELLI, 2021), São Paulo (MAYO *et al.*, 1998; OKU, 2023), Rio de Janeiro (SOUZA *et al.*, 2002; SENNE, 2018) e Paraná (TEODORO *et al.*, 1991; CELLA *et al.*, 2011).

No estado do Maranhão foram feitos levantamentos entomológicos em todas as regiões geográficas do seu território. Em 1996, Rebêlo e colaboradores apresentaram uma lista preliminar com 40 das espécies conhecidas até aquele ano no Estado. Posteriormente, vários inquéritos entomológicos sistematizados foram levados a efeito em vários municípios (REBÊLO *et al.*, 1999a, 2000ab; ARAÚJO *et al.*, 2000; BARROS *et* al., 2000; CARVALHO *et al*., 2000; LEONARDO e REBÊLO, 2004; MARTIN *et al.*, 2004). Após esses estudos,

Rebêlo *et al.* (2010) publicaram nova lista, incluindo 91 espécies de flebotomíneos. E atualmente para o maranhão são registradas 97 espécies de flebotomíneos (RODRIGUES e GALATI, 2023).

Esses insetos são de grande importância para a biodiversidade e conservação pela riqueza de espécies e desenvolvimento da hematofagia, comportamento que coloca este grupo em contato direto com uma grande variedade de vertebrados silvestres. Nesse sentido, eles têm grande relevância como elo nos ciclos parasitários de protozoários do gênero *Leishmania* Ross, 1903, (Kinetoplastida, Tripanosomatidae) dentro dos ecossistemas naturais. Este último aspecto faz com que os flebotomíneos venham adquirir importância na saúde pública, pela possibilidade de transmitir às pessoas os agentes patogênicos causadores das leishmanioses.

As leishmanioses compreendem duas formas clínicas gerais: a leishmaniose tegumentar (LT) e a leishmaniose visceral (LV). Essas enfermidades se destacam entre as doenças infecciosas de maior incidência no mundo. É um grave problema mundial de saúde pública, ainda negligenciado pelos órgãos de saúde, indústria farmacêutica, centros de pesquisa. Quando acomete humanos, há impactos na morbidade, distúrbios psicológicos, sociais e econômicos (RODRIGUES, 2020).

Estima-se que a incidência da LT varia de 700.000 a 1,2 milhão de casos por ano, com ocorrência de casos em torno de 95 % nas Américas, bacia do Mediterrâneo, Oriente Médio e Ásia Central (MANN *et al.*, 2021). A doença ocorre em aproximadamente 88 países nas Américas, África, Índia, Ásia e Mediterrâneo, atingindo mais de 14 milhões de pessoas, com estimativa de que existam cerca de 350 milhões de indivíduos vivendo em área de risco (WHO, 2023). Nas Américas, entre 2001 e 2019, 18 países apresentaram notificações dessa doença, com uma média de 54.108 casos por ano e 1.028.054 casos de LC (lieshmaniose cutânea) e LM (leishmaniose mucocutânea) (OPAS, 2020). O Brasil em 2020 apareceu entre os países com maior número de casos notificados (16.432 casos) e com coeficiente de detecção de 7,8% por 100 mil habitantes (OPAS, 2022; BRASIL, 2022).

O Maranhão registrou em 2020, 17% dos casos de leishmaniose tegumentar no Brasil, sendo considerado um dos estados mais afetados pela doença. No ano de 2021 apresentou 997 casos, com maior frequência nos meses de outubro a março do ano subsequente. A frequência do número de casos geralmente ocorre no Estado no segundo semestre do ano, período onde o índice pluviométrico é muito baixo em todas as regiões facilitando a maior abundância e transmissibilidade do vetor em humanos. No ano de 2022 no estado do maranhão foi registrado 1.814 casos de leishmaniose tegumentar (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO MARANHÃO, 2022; DATASUS, 2024).

A LV apresenta incidência anual de 50 mil a 90 mil novos casos, é endêmica em cerca de 83 países ou territórios. Entretanto, no ano de 2018, mais de 95% dos casos novos ocorreram em apenas dez países: Brasil, China, Etiópia, Índia, Iraque, Quênia, Nepal, Somália, Sudão do Sul e Sudão (WHO, 2023). Nas Américas, continua sendo um desafio para os programas nacionais e regionais de vigilância e controle, dada sua elevada incidência e ampla distribuição geográfica. O Brasil contribui com 96% dos casos ocorridos nas Américas (OPAS, 2023). Entre os anos de 2007 e 2017, a taxa de incidência variou de 1,7 a 2,0 casos por 100 mil habitantes, e a letalidade passou de 5,9% para 8,8%. Os maiores percentuais de letalidade corresponderam aos anos de 2015 e 2016 (9,0%). Em 2022 o maranhão apresentou 299 casos notificados de leishmaniose visceral (DATASUS, 2024).

Ambas as formas gerais das leishmanioses vêm mudando o seu perfil de ocorrência devido ao progressivo processo de degradação das florestas naturais pelas atividades humanas. Esse processo tem facilitado a peridomiciliação dos flebotomíneos, propiciando a transmissão da LV e LT em área urbana (DIAS *et al.,* 2003; VALDERRAMA *et al.,* 2011; RAMOS *et al.,* 2014; VILELA *et al.,* 2011; VIEIRA *et al.,* 2015; SALES *et al.,* 2015; GUIMARÃES-SILVA *et al*., 2017; FONTELES *et al*., 2018; PEREIRA-FILHO *et al.,* 2018). Este cenário demonstra a necessidade de uma demanda crescente por novas estratégias de controle dos vetores, redução de casos e prevenção das leishmanioses.

2. JUSTIFICATIVA

A Amazônia Maranhense, no que diz respeito a diversidade de flebotomíneos e ocorrência de casos de leishmaniose, representa uma importante região. Na década de setenta foi notificado o primeiro surto de leishmaniose tegumentar (SILVA *et al.,* 1979), mas a diversidade de flebotomíneos vetores só foi conhecida na década de noventa. No início das notificações dos primeiros casos, o perfil epidemiológico da doença era relacionado com as áreas florestais.

As notificações levadas a efeito na década de oitenta (SILVA *et al*., 1981), noventa (COSTA *et al.,* 1998) e virada do Milênio (MARTINS *et al.,* 2004) foram acompanhadas do crescimento de casos notificados nos povoados rurais e diminuição nos ambientes florestais, que sofreram significante redução ao longo do tempo (REBÊLO *et al*., 2019). Esse resultado dava pistas da mudança de comportamento no perfil epidemiológico.

Esse fenômeno está relacionado com a ocorrência dos flebotomíneos nos quintais das casas rurais e periurbanas. Na Amazônia Maranhense, cerca de dois terços das espécies de

flebotomíneos registradas são encontradas nos ambientes peridomiciliares (REBÊLO *et al.*, 2019). Este é um aspecto importante que nos levou a realizar este estudo, com o propósito de verificar a diversidade dos flebotomíneos nas áreas florestais que ainda remanescem nos municípios amazônicos e verificar a composição das espécies que frequentam os ambientes rurais dessa região. O intuito é saber se está havendo seleção de espécies com capacidade de frequentar os peridomicilios, em detrimento das florestas degradadas adjacentes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificação e características gerais dos flebotomíneos

Os flebotomíneos pertencem à classe Insecta, filo Arthropoda, ordem Diptera, subordem Nematocera e família Psychodidae. São organismos de pequeno porte que variam de 1,5 a 3 mm. Apresentam olhos grandes, são recobertos de cerdas de cor palha e castanho-claro, facilmente reconhecidos pelas características do pouso, cujas asas permanecem entreabertas e ligeiramente levantadas, em vez de se cruzarem sobre o dorso. Inclui espécies hematófagas e com grande interesse médico por serem vetores das leishmanioses (LAINSON, 2010; YOUNG e DUNCAN, 1994). São insetos conhecidos popularmente como: mosquito palha, tatuquiras, birigui, entre outros, que podem ser encontrados invadindo abrigos de animais domésticos (currais, chiqueiros, galinheiros) e nos domicílios, abrigando-se em locais escuros, fendas de paredes etc. (TOLEZANO *et al.*, 2001; COSTA e SOUZA, 2018).

Os machos se distinguem das fêmeas por possuírem uma terminália formada por três pares de apêndices, enquanto a fêmea apresenta o abdome curvo e abaulado. A figura 1 mostra as características completas de flebotomíneos adultos masculino e feminino da espécie *Lutzomyia longipalpis* (Lutz e Neiva, 1912), com os detalhes dos últimos segmentos do abdômen com as genitálias masculinas e femininas.

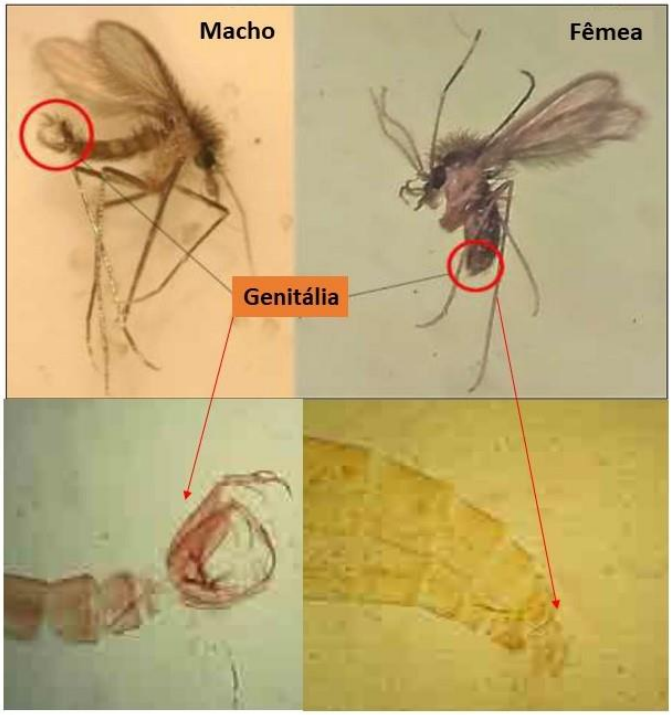


Figura 1. Flebotomíneos adultos masculino e feminino da espécie *Lutzomyia longipalpis*. A esquerda flebotomíneo macho mostrando os segmentos com a extremidade desenvolvida e em formato de garra no último segmento abdominal e a direita fêmea com últimos segmentos conferindo um aspecto arredondado. Fonte: SILVA, 2021.

3.2. Ciclo de vida dos flebotomíneos

O ciclo biológico dos flebotomíneos é holometábolo, compreendendo as seguintes fases evolutivas: ovo, quatro estádios de larva, pupa e adultos (macho e fêmea) (Figura 2). Os ovos são pequenos, medindo de 300 a 500 micrometros de comprimento por 70 a 150 micrometros de largura e possuem forma ovoide ou elipsóide. Cada fêmea adulta é capaz de realizar uma postura de dois a 80 ovos, com média de 28 ovos por fêmea, e normalmente, sua eclosão ocorre de 5 a 17 dias após a postura, em condições ambientais favoráveis (FORATTINI, 1973; KILLICK-KENDRICK *et al.*, 1977; FERRO *et al.*, 1998; MORALES *et al.*, 2005; DIAS *et al.*, 2011). Mas alguns podem ter um período de incubação estendido de 30 dias ou mais, especialmente se expostos a condições desfavoráveis (LAWYER, 2017).

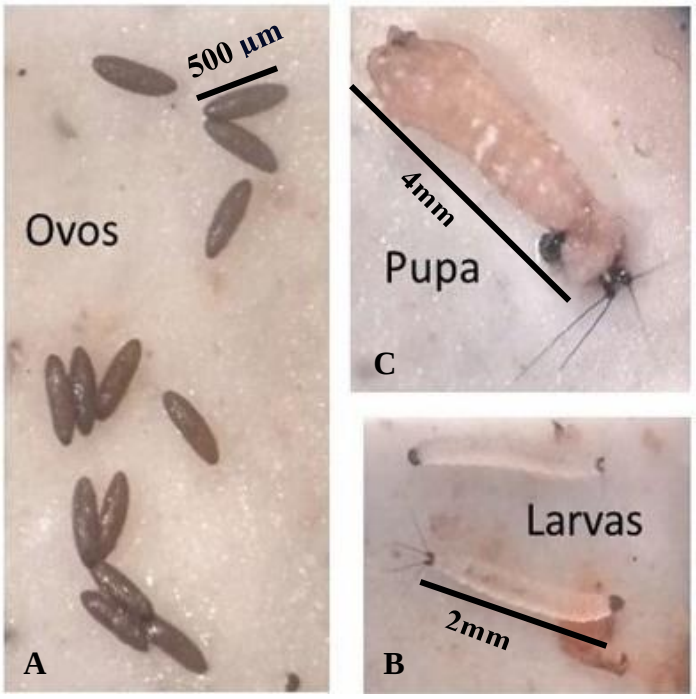


Figura 2. Estágios imaturos de *Lutzomyia longipalpis* com as seguintes fases: (A) ovos, (B) larvas, (C) pupa. Fonte: SILVA, 2021.

As larvas de maneira geral, possuem 4 estádios (L1, L2, L3 e L4, que são as fases de crescimento) e variam de <1 a < 4 mm, durante esse desenvolvimento, apresentam cor clara. São terrestres e, por essa razão, os criadouros naturais são difíceis de serem encontrados (SHERLOCK, 2003; GAMA, 2020). As larvas alimentam-se de matéria orgânica depositada no solo. O corpo é dividido em cabeça, três seguimentos torácicos e nove segmentos abdominais, que no decorrer do desenvolvimento aumentam seu tamanho. Elas podem ser encontradas no solo, em tocas de animais, em folhas mortas e em outros microhabitats úmidos (BRAZIL e BRAZIL, 2003). Ainda, caso a situação climática seja desfavorável ao seu desenvolvimento, as larvas têm a capacidade de entrar em diapausa, o que faz com que quando o clima se torne favorável, o desenvolvimento larvário progrida (TESH, 1988). Antes de as larvas se transformarem em pupas, cerca de um ou dois dias, as larvas de 4º instar deixam de se alimentar e procuram algum suporte sólido que serve de substrato para a fixação da pupa. Esta permanece ligada a um substrato, podendo ser uma folha morta, pedra ou outro objeto (YOUNG e DUNCAN, 1994).

A pupa tem 3-4 mm de comprimento, possui tonalidade branco-amarelada, é dividida em cefalotórax e abdômen, fica aderida a um substrato endurecido até o momento da eclosão, que dependendo da espécie esse estágio pode durar até uma média de 15 dias (FERRO *et al*., 1998), quando sua coloração assume um tom mais escuro (BRAZIL e BRAZIL, 2003). A fase de repouso dura de sete a 12 dias e os machos, habitualmente, emergem antes das fêmeas (YOUNG e DUNCAN, 1994).

Fêmeas e machos necessitam de carboidratos como fonte de energia para exercerem suas atividades de voo, acasalamento, postura e garantirem sua sobrevivência. Eles se alimentam de derivados de açúcares de origem vegetal, retirando-os do néctar de flores e frutos, seivas de plantas e secreções de afídeos (BRAZIL e BRAZIL, 2003; SCHLEIN e WARBURG, 1986). Os flebotomíneos possuem dimorfismo sexual evidente, como o tamanho da probóscide, que geralmente é maior na fêmea e adaptada para picar e sugar. Os últimos segmentos abdominais no macho constituem-se de apêndices bem desenvolvidos e com genitália externa, enquanto na fêmea são mais discretos e com formato arredondado e genitália interiorizada (Figura 1). Também apresentam diferenças no comportamento alimentar, pois a hematofagia restringe-se às fêmeas, necessária para a produção e maturação de seus ovos (WARBURG e FAIMAN, 2011). Todavia, machos foram observados se alimentando de sangue em condições laboratoriais, mas sem exibir comportamento picador-pungitivo (TESH, 1988).

As fêmeas de flebotomíneos praticam a hematofagia em diversos grupos de animais silvestres, tais como: mamíferos, anfíbios e répteis. Porém, com a degradação do ambiente silvestre, animais domésticos como galinha, porco, cão e o cavalo podem também ser fonte alimentar para os flebotomíneos (FALQUETO *et al*., 1986; FALQUETO *et al.*, 1987; YOSHIDA *et al*., 1988). A alimentação ocorre principalmente durante o período crepuscular em que um grande número de insetos se agrega perto dos hospedeiros (QUINNELL e DYE, 1994). Apesar do repasto sanguíneo ser realizado somente pelas fêmeas, os machos também são atraídos para os hospedeiros onde demarcam território individual e esperam pelas fêmeas para o acasalamento (JARVIS e RUTLEDGE, 1992). Essa atração aos vertebrados ocorre em resposta a sinais químicos emitidos pelos hospedeiros, como o CO_2 ou outros cairomônios (NIGAM e WARD, 1991; OSHAGHI *et al*., 1994; PINTO *et al*., 2001).

3.3 Riqueza e abundância de Flebotomíneos

No Maranhão os flebotomíneos são comuns onde as leishmanioses são endêmicas (REBÊLO *et al*., 2010). Os estudos iniciais mostraram que muitas espécies são encontradas em ambientes florestais preservados, mas a diversidade diminui nas florestas primárias alteradas e nas matas secundárias. Devido à invasão das florestas pelo conjunto das atividades humanas, os habitats naturais dos flebotomíneos vêm sendo alterados e reduzidos, fazendo com que muitas espécies se adaptem às áreas antropizadas, rurais e periurbanas (REBÊLO *et al*., 2019). De fato, muitas espécies vêm invadindo o ambiente antrópico e se adaptando ao peridomicílio, onde se associam com os animais domésticos, com possibilidade de adentrar no domicílio e

sugar o sangue humano (DIAS *et al*., 2003, OLIVEIRA-PEREIRA *et al*., 2006; FONTELES *et al*., 2009). Nesses ambientes tem-se encontrado fêmeas de flebotomíneos infectadas com espécies de *Leishmania* (GUIMARÃES *et al.*, 2017; PEREIRA FILHO *et al*., 2018; FONTELES *et al*., 2018). Em função desse processo, os seres humanos e os seus animais domésticos são utilizados pelos flebotomíneos como hospedeiros para a obtenção de sangue (GOMES e GALATI, 1989; GUIMARÃES E SILVA *et al.*, 2017). As leishmanioses podem ser transmitidas tanto no ambiente silvestre como nos aglomerados rurais e periurbanos, de modo que qualquer pessoa pode contrair a infecção na sua própria habitação ou em sua cercania (MARTINS *et al*., 2004).

Até agora foram encontradas cerca de 97 espécies de flebotomíneos distribuídas no território maranhense (RODRIGUES e GALATI, 2023). No Brasil existe aproximadamente 17 espécies que transmitem o agente causador da leishmaniose tegumentar, já para a leishmaniose visceral tem 3 espécies: *Lutzomyia cruzi* (Mangabeira, 1938), *Lutzomyia evans* (Nunez-Tovar, 1924) e *Lu. Longipalpis*, que é a espécie que ocorre no maranhão. A diversidade é complexa, com muitas espécies distribuindo-se nos diversos ecossistemas florestais amazônicos, matas de cocais, restinga e matas estacionais semideciduais (SILVA, 2021).

As alterações ambientais devem afetar a redistribuição da fauna de flebotomíneos local a ponto de muitas espécies desaparecerem das florestas degradadas e ressurgirem em infestações dos peridomicílios rurais e periurbanos, onde espécies de leishmanias infectam diferentes espécies de flebotomíneos (FONTELES *et al.*, 2018, GUIMARÃES-SILVA *et al.*, 2017; PEREIRA FILHO *et al.*, 2018). Nesses novos ambientes os animais domésticos tornam-se abundantes nos peridomicílios, contribuem para a aproximação de vetores às habitações humanas, funcionam como fonte alimentar sanguínea e produzem acúmulo de matéria orgânica, que serve como criadouros para as fases de desenvolvimentos dos flebotomíneos (VALDERRAMA *et al.*, 2011, RAMOS *et al.*, 2014). Nesses locais antropogênicos onde os flebotomíneos se estabelecem, a infecção por *Leishmania* ocorre e as leishmanioses se perpetuam.

Com o avanço do desmatamento da cobertura vegetal original no territótio maranhense, a fauna de flebotomíneos vem sofrendo mudanças na composição e ranque de dominância das espécies em função das mudanças ambientais impostas aos ecossistemas naturais dessa região (REBÊLO *et al.*, 2019).

Habitat florestal é uma característica essencial para o desenvolvimento de flebotomíneos, no entanto, tem espécies que vivem em áreas impactadas e até mesmo em ambientes urbanos, ainda assim as leishmanioses estariam se expandindo além do seu ecótopo

natural por conta dos distúrbios ambientais, de diferentes causas, o que ocasiona uma maior exposição do homem aos insetos vetores. Além disso, as mudanças comportamentais de alguns vetores da leishmaniose, tem sido atribuído às variações climáticas globais e modificações ambientais (GOMES e GALATI, 1977; SHAW, 2008).

3.4 Sazonalidade de Flebotomíneos

Estudos sobre a dinâmica sazonal dos flebotomíneos no território brasileiro, tem enfocado a importância da precipitação pluviométrica e da variação da temperatura na frequência das espécies ao longo dos anos. Conhecer as flutuações das populações desses insetos, permite que se evite frequentar os seus habitats, principalmente durante os períodos do ano em que estão mais abundantes e em atividade vetorial, possibilitando assim o controle da transmissão para o homem (LAINSON e SHAW, 1987; REBÊLO *et al*., 2024).

Assim, estudos da frequência mensal e sazonal de insetos vetores é muito importante para a compreensão da interação entre as espécies e seu habitat, assim como da dinâmica de transmissão das doenças metaxênicas, visando à adoção de medidas de vigilância e controle vetorial em determinada área (REBÊLO *et al*., 2024).

Na Amazônia maranhense, os estudos preliminares de REBÊLO *et al.* (2001a), levados a efeito no município de Buriticupu, demonstraram que as espécies podem ser encontradas durante o ano inteiro. A depender da área e da espécie, o pico de abundância pode ocorrer na estação chuvosa ou na estação seca. As espécies vetores de leishmaniose normalmente são abundantes e ocorrem em praticamente todos os meses do ano.

3. 5 Hábito/atividade nictemeral

Poucas são as informações relacionadas às variações das atividades dos flebotomíneos na região amazônica. Esses insetos exibem atividade crepuscular ou noturna, sendo encontrados com frequência em ecótopos naturais e costumam abrigarem-se em troncos de árvores, tocas de animais, folhas caídas no solo, arbustos, frestas em rochas e em cavernas (GALATI *et al.*, 2006). Também são encontrados nos abrigos de animais domésticos e no interior das habitações humanas (TOLEZANO *et al.*, 2001). Permanecem em seus nichos de repouso durante a maior parte do dia (BRAZIL e BRAZIL, 2003). A atividade noturna está relacionada ao fato desses insetos, que são muito pequenos, aproveitarem as temperaturas mais baixas do período noturno para suas atividades, ficando protegidos da dessecação (GIBSON e TORR, 1999).

3.6 Dispersão

A capacidade de dispersão dos flebotomíneos é pouco conhecida. Há muito tempo discute-se a capacidade de voo das espécies e não é incomum encontrar na literatura que eles voam em torno de 200 m por noite (FORATTINI, 1973). Tanto é que estudos em área de floresta tropical do Panamá revelaram que a dispersão limitava-se a 200 metros ou menos (CHANIOTIS *et al.*, 1974). Contudo, em outro estudo, ALEXANDER e YOUNG (1992), com seu método de captura, marcação com talco fluorescente, soltura e recaptura em uma área de cafezal, em foco de leishmaniose, verificaram que esses insetos vão além de 200 metros.

Em um experimento realizado com soltura de *Lu. longipalpis*, em uma área peridomiciliar, foi possível recuperar insetos a uma distância próxima de 500 metros, no entanto os números podem variar com valores médios máximos de 320 metros em 24 horas (BRAZIL e BRAZIL, 2003).

Os flebotomíneos possuem movimentos silenciosos, propiciando uma aproximação de seus hospedeiros sem serem notados, garantindo sucesso na hematofagia e manutenção do ciclo de transmissão das *Leishmania* (KILLICK-KENDRICK, 1990). Isso se deve, possivelmente, ao fato de serem insetos que apresentam pouca tendência em se afastar de seus abrigos e possuírem voo em saltos (CASANOVA *et al.*, 2005; GALVIS-OVALLOS *et al.*, 2018).

3.7 Alimentação dos flebotomíneos

Os flebotomíneos adultos, machos e fêmeas, necessitam realizar ingestão de carboidratos, que fornecem a energia necessária à sobrevivência e às atividades de deslocamento, acasalamento e postura. Essas substâncias incluem melesitose e frutomaltose, sacarose, glucose e frutose e são provenientes de sucos vegetais, néctar de flores, frutos e soluções açucaradas (SMITH *et al.*, 1940, 1941; PESSOA e BARRETO, 1948; DEANE e DEANE, 1955; SHERLOCK e SHERLOCK, 1961, 1972; ALEXANDER e USMA, 1994; CAVALCANTE *et al.*, 2006). Quando os flebotomíneos ingerem os açúcares, estes são estocados no divertículo, onde são levados ao trato digestório e então absorvidos (BRAZIL e BRAZIL, 2003).

Estudos indicam que alimentação pobre em carboidratos para flebotomíneos pode ser fator para curta expectativa de vida, isto foi evidenciado para a espécie *Phlebotomus*

papatasi (Scopoli, 1786), que é o flebotomíneo transmissor de *Leishmania major*, agente etiológico da leishmaniose cutânea no Velho Mundo (SCHLEIN e JACOBSON, 1999).

A ingestão de açúcares é, portanto, essencial para as necessidades energéticas dos flebotomíneos, e a *Leishmania* que eles hospedam em seu trato digestivo também é dependente dessa alimentação, da qual faz uso para se multiplicar e sobreviver (JACOBSON *et al.,* 2001).

Com base em observações de laboratório inferiu-se que certas espécies de flebotomíneos são atraídas especificamente por algumas espécies vegetais, em particular como fontes de carboidratos, e que dão preferência a aquelas cujos galhos estão impregnados com as secreções açúcaradas dos afídeos (SCHLEIN e WARBURG, 1986; KILLICK-KENDRICK, 1987; SCHLEIN e JACOBSON, 1999; CAMERON *et al.,* 1995 a,b).

3.8 Hematofagia

A hematofagia é o hábito que alguns animais têm de se alimentar de sangue. Diferentemente dos machos, as fêmeas de flebotomíneos necessitam se alimentar de sangue para a maturação dos ovários. A alimentação desses vetores pode revelar as espécies de vertebrados que são fontes alimentares (DIAS *et al.,* 2003; NERY *et al.,* 2004).

Na hematofagia, as fêmeas de flebotomíneos inoculam saliva durante a picada, esse processo é necessário pois a saliva tem propriedade anticoagulante, vasodilatadora e desagregadora de plaquetas, além de anestésica. Inicialmente dilaceram a pele e os capilares sanguíneos, formando um coágulo subcutâneo, onde a fêmea é capaz de sugá-lo. Para a fêmea esse processo leva cerca de um a cinco minutos para atingir o repasto sanguíneo completo. As fêmeas iniciam sua alimentação sanguínea entre 24 e 48 horas após a sua emergência da pupa, e como possuem peças bucais relativamente curtas, acabam realizando um procedimento diferenciado de outros insetos para conseguir alimentar-se (BRAZIL e BRAZIL, 2003). O sangue ingerido pela fêmea, sofre digestão em cerca de 24 a 48 horas, período que os ovários amadurecem, e há uma relação direta com a quantidade de sangue ingerido e a quantidade de ovos produzidos (MONTEIRO, 2012).

3.9 Ciclo de vida das leishmanias

Os protozoários apresentam duas formas morfológicas principais, a amastigota e a promastigota e, completa o seu ciclo biológico em dois hospedeiros. A forma amastigota do parasito ocorre no hospedeiro vertebrado, e a forma promastigota ocorre no hospedeiro

invertebrado, que serve como vetor (FREITAS, 2010). A forma promastigota apresenta os seguintes estágios: procíclica, nectomana, haptomona, paramastigota e metacíclica (infectante para o hospedeiro vertebrado) figura 3, essas formas foram descritas por (LAWYER *et al.*, 1990).

Os ciclos de transmissão das leihmanioses são semelhantes, no entanto, variam de acordo com a região geográfica, envolvendo uma diversidade de espécies de parasitos, vetores, reservatórios e hospedeiros. A leishmaniose é transmissível pela picada dos flebotomíneos fêmeas, infectadas por protozoários. Os vertebrados (mamíferos) são reservatórios naturais dos protozoários. A forma infectiva, a promastigota (forma alongada, delgada, com um flagelo livre), é encontrada no inseto. O flagelo é encurtado quando penetra na pele do mamífero, tornando-se uma amastigota que se prolifera nas células fagocíticas, principalmente em locais fixos no tecido, invadindo as células reticuloendoteliais. Essas amastigotas são, então, ingeridas durante o repasto dos flebotomíneos, renovando o ciclo (FREITAS, 2010).

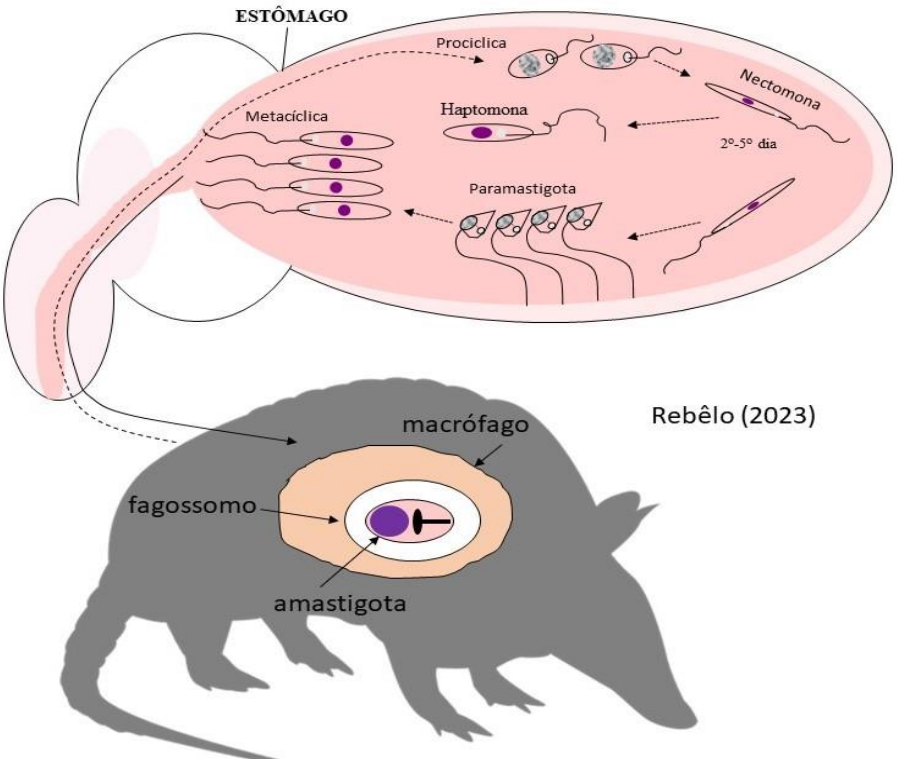


Figura 3. Ciclo biológico das *Leishmania* sp. no vetor (flebotomíneo) e no reservatório (mamífero).

A reprodução assexuada ocorre no estágio promastigota e amastigota e, conforme as células se rompem, tecidos específicos são destruídos (p. ex., tecidos cutâneos, órgãos viscerais

como fígado e baço). O estágio amastigota é diagnóstico da leishmaniose, como também é o estágio infectante para o mosquito-palha. Neste, as formas amastigotas ingeridas se transformam em promastigotas, que se multiplicam por fissão binária no intestino médio do mosquito. Após o desenvolvimento, as formas deste estágio migram para a probóscide do flebotomíneo, de onde novas infecções humanas e de animais domésticos ou de animais que servem como reservatórios, podem ser produzidas durante a alimentação da fêmea. Os ciclos de vida dos organismos de *Leishmania* são semelhantes nas leishmanioses cutânea, mucocutânea que são leishmanioses tegumentares e visceral, exceto que as células reticuloendoteliais infectadas são encontradas distribuídas no corpo do hospedeiro na leishmaniose visceral (MURRAY, 2014).

4. OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a interferência da degradação ambiental da cobertura vegetal, na abundância, riqueza e ocorrência mensal e sazonal dos flebotomíneos nos municípios de Santa Luzia, Senador La Rocque e Governador Nunes Freire, Amazônia Maranhense, no período de maio de 2012 a abril de 2014.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i) Conhecer a composição, riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos;
ii) Observar se há diferença na composição, riqueza e abundância das espécies entre as áreas com diferentes graus de degradação ambiental;
iii) Verificar se há diferença na composição, riqueza e abundância das espécies entre os ambientes silvestres e antropogênicos (intra e peridomiciliar);
iv) Analisar a distribuição mensal e sazonal das espécies de flebotomíneos e sua relação com fatores abióticos (precipitação pluviométrica e temperatura).

CAPÍTULO 2

(Manuscrito publicado na revista SCIENTIA PLENA (Qualis A4))

RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE FLEBOTOMÍNEOS EM ASSENTAMENTOS HUMANOS E FRAGMENTOS FLORESTAIS DEGRADADOS NA AMAZÔNIA MARANHENSE

J. de M. Nascimento[1], J. L. P. Moraes[1,2], M. C. A. Bandeira[2,3*], J. W. de J. Azevedo[1], J. M. M. Rebelo[1,2,3]

[1]*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão, 66075-110, São Luís, Brasil*

[2]*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil*

[3]*Laboratório de Entomologia de Vetores, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses 1966, Campus do Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil*

The present study analyzes the variation in the richness and abundance of sandflies in rural settlements, with different degrees of forest degradation, in the Amazon of the State of Maranhão. The sandflies were captured in the municipalities of Santa Luzia (moderately degraded area), Senador La Rocque (very degraded) and Governador Nunes Freire (completely degraded), during three consecutive nights, once a month, from May/2012 to April/2014. Overall, 6,810 specimens of 35 species of sandflies, distributed in 13 genera, were captured. The most diverse was *Evandromyia* (10 species), followed by *Psathyromyia* (5), *Pressatia* (3), and *Psychodopygus* (3). The most abundant species were *Nyssomyia whitmani* (32.33%), *Evandromyia evandroi* (14.89%), *Lutzomyia longipalpis* (12.45%), *Brumptomyia avellari* (6,73%), *Pintomyia damascenoi* (6,59%), and *Migonemyia migonei* (6,46%). In all areas, species richness was greater in forest fragments than in rural peridomiciles, except in that one, whose forest fragment was very degraded. The abundance of individuals was greater in all peridomiciles. The increasing degradation of natural vegetation cover has been reducing forests and the richness of sand fly species. However, the remaining fragments of secondary forests still maintain a considerable number of species, which to a greater or lesser extent frequent adjacent rural settlements. These new environments offer sandflies opportunities (shelters and food sources) necessary for reproduction and proliferation. As a consequence, leishmaniasis begins to change its epidemiological profile, affecting susceptible human populations.
Key-words: insect vectors, biodiversity, deforestation.

O presente estudo analisa a variação na riqueza e abundância de flebotomíneos em assentamentos rurais, com diferentes graus de degradação florestal, na Amazônia do Estado do Maranhão. Os flebotomíneos foram capturados nos municípios de Santa Luzia (área moderadamente degradada), Senador La Rocque (muito degradada) e Governador Nunes Freire (completamente degradada), durante três noites consecutivas, uma vez por mês, de maio/2012 a abril/2014. No computo geral, foram capturados 6.810 espécimes de 35 espécies de flebotomíneos, distribuídas em 13 gêneros. O mais diversificado foi *Evandromyia* (10 espécies), seguido por *Psathyromyia* (5), *Pressatia* (3) e *Psychodopygus* (3). As espécies mais abundantes foram *Nyssomyia whitmani* (32,33%), *Evandromyia evandroi* (14,89%), *Lutzomyia longipalpis* (12,45%), *Brumptomyia avellari* (6,73%), *Pintomyia damascenoi* (6,59%) e *Migonemyia migonei* (6,46%). Em todas as áreas a riqueza de espécies foi maior nos fragmentos florestais do que nos peridomicílios rurais, exceto naquela, cujo fragmento florestal estava muito degradado. A abundância de indivíduos foi maior em todos os peridomicílios. A degradação crescente da cobertura vegetal natural vem reduzindo as florestas e a riqueza de espécies de flebotomíneos. Entretanto, os fragmentos de florestas secundárias remanescentes ainda mantêm um número considerável de espécies, as quais frequentam em maior ou menor grau os assentamentos rurais adjacentes. Esses novos ambientes oferecem aos flebotomíneos oportunidades (abrigos e fontes de alimento) necessárias para a reprodução e proliferação. Como consequência, as leishmanioses passam a mudar o seu perfil epidemiológico, incidindo nas populações humanas suscetíveis.
Palavras-chave: insetos vetores, biodiversidade, desmatamento.

1. INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos constituem uma subfamília de dípteros psicodídeos distribuídos principalmente em regiões tropicais quentes e úmidas, mas são encontrados em todas as regiões zoogeográficas do planeta e em todas as regiões geográficas do território brasileiro [1]. Esses insetos encontram-se bem distribuídos no estado do Maranhão, sendo encontrados nos diversos municípios onde as leishmanioses são endêmicas. A diversidade é complexa, com muitas espécies distribuindo-se nos diversos ecossistemas florestais amazônicos, matas de cocais, restinga, matas estacionais semideciduais e cerrados. Até agora foram encontradas mais de 90 espécies de flebotomíneos distribuídas no território maranhense e muitas delas transmitem leishmaniose tegumentar, mas somente *Lutzomyia longipalpis* (Lutz e Neiva, 1912) transmite a leishmaniose visceral [2].

Até algum tempo atrás acreditava-se que a diversidade de flebotomíneos no território maranhense era maior nas áreas florestais propriamente amazônicas [3]. Estudos recentes demonstram que a fauna de flebotomíneos também é diversificada nas áreas florestais mais abertas que se misturam com os cerrados e cocais de clima semi-úmidos [4, 5]. O território do Maranhão se caracteriza por uma diversidade de paisagens compostas dos três biomas Cerrado (64% do Estado), Amazônia (35%) e Caatinga (1%). A grande extensão territorial do Maranhão e sua localização geográfica como área de transição entre as regiões amazônica (úmida) e nordeste (semi-árida) favorece grandes contrastes pluviométricos anuais [30, 31].

Com o avanço do desmatamento da cobertura vegetal original no território maranhense, a fauna de flebotomíneos vem sofrendo mudanças na composição e ranque de dominância das espécies. Muitas espécies desaparecem das florestas degradadas e ressurgem em infestações dos peridomicílios rurais e periurbanos, onde as leishmanias parasitas infectam diferentes espécies de flebotomíneos [6, 8]. Nos peridomicílios os animais domésticos tornam-se abundantes e contribuem para a aproximação de vetores às habitações humanas. Dessa forma, funcionam como fonte alimentar sanguínea e produzem criadouros pelo acúmulo de matéria orgânica [9, 10]. Nesses locais antropogênicos onde os flebotomíneos se estabelecem, a infecção por leishmanias ocorre e as leishmanioses se perpetuam.

Na década de 90 e na virada do milênio, Rebêlo et al. [3, 11], realizaram inquéritos entomológicos no município de Buriticupu, na região amazônica oriental e verificaram que ao longo do tempo de implantação dos assentamentos humanos, com os diferentes graus de degradação da cobertura vegetal, a fauna de flebotomíneos modificava sua composição e ranque de dominância. Estudos concomitantes demonstraram que o perfil epidemiológico das

leishmanioses também mudou ao longo do tempo, e a transmissão deixou de ser essencialmente florestal, passando a ser peridoméstica rural e periurbana [12, 14].

No presente estudo foi realizado um levantamento entomológico em três municípios da Amazônia maranhense, com histórico de transmissão de leishmaniose, incluindo assentamentos com diferentes épocas de implantação e áreas florestais com diferentes graus de degradação da cobertura vegetal. O objetivo foi verificar se existe variação na composição, riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos entre os diferentes ambientes florestais e assentamentos humanos. Essas informações podem ser úteis para verificar se as alterações ambientais podem funcionar como indicadores de mudança na estrutura das comunidades de flebotomíneos e se estes são indicadores de diversidade nessas áreas de transmissão de leishmaniose tegumentar.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

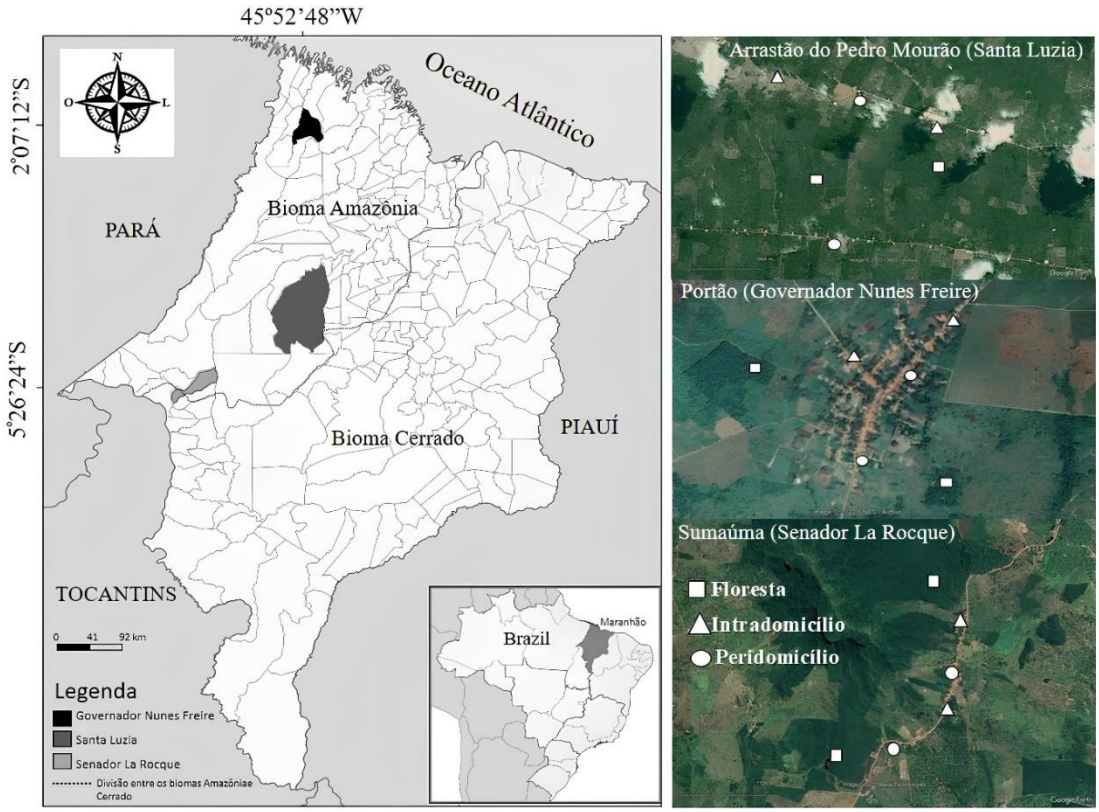
Os municípios amazônicos selecionados (Figura 1) foram: Senador La Rocque (5º26'24" S; 47º17'24" W), Santa Luzia (03º57'48" S; 45º39'30" W) e Governador Nunes Freire (2º07'12" 45º52'48" W). Em cada município foi selecionado um povoado rural com notificação de casos de leishmaniose e um fragmento de floresta estacional perenifólia densa. De acordo com o município esse fragmento florestal encontrava-se com diferentes graus de degradação, demonstrado, pela perda das árvores e exposição do solo. Assim foram classificados como moderadamente degradado, muito degradado ou completamente degradado.

O município de Senador La Rocque compreende uma área de 1.236,6 km², com altitude média de 180 metros acima do nível do mar. A população oscila em torno de 18 mil habitantes e densidade demográfica de 14,55 hab/km². A área de estudo foi o povoado Sumaúma (5º25'13" S; 47º14'53" W) e o fragmento florestal selecionado próximo à aldeia estava muito degradado devido ao uso pela comunidade local. O clima é tropical com temperatura média anual de 29°C, com mínima de 22°C e máxima de 38°C, com picos de 40°C nos dias mais quentes. A precipitação total é de 1.506,2 mm em média. A estação chuvosa vai de dezembro a maio, e a estação seca de junho a novembro [33].

O município de Santa Luzia possui área de 6.133.424 km², sendo o décimo quarto maior município do Estado do Maranhão com 75.043 habitantes, sendo 25.862 urbanos e 43.530 rurais. A altitude média é de 60 metros acima do nível do mar. O local de estudo foi o povoado

Arrastão do Pedro Mourão (4º40’00” S; 46º07’33” W) e o fragmento florestal selecionado próximo à aldeia encontrava-se moderadamente degradado devido ao uso pela comunidade local. A variação térmica durante o ano oscila entre 21,6°C e 32,2°C. A precipitação total é de 1.617 mm em média. O período chuvoso vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 225 mm, e o período seco corresponde aos meses de junho a novembro, com médias de 59,25 mm. Os cursos d'água da região fazem parte da bacia hidrográfica do Pindaré [33].

Figura 1. Mapa do estado do Maranhão mostrando a localização dos municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, na região amazônica coberta por floresta perenifólia densa (DESF). Locais de instalação das armadilhas: fragmento florestal (quadrado); intradomicílio (triângulo); peridomicílio (círculo).



O município de Governador Nunes Freire, possui uma área de 1.037 km², uma população de aproximadamente 25.402 habitantes e uma densidade demográfica de 24,49 hab/km². A sede administrativa do município fica ao nível do mar. A área de estudo propriamente dita foi o povoado Portão (1º54'45” S; 45º49'28” W) e o fragmento florestal selecionado encontrava-se completamente degradado devido ao uso pela comunidade local. A variação térmica durante o ano oscila entre 22°C e 31,2°C. A precipitação média anual é de

2.104 mm. O período chuvoso varia de janeiro a julho, com média mensal de 263,95 mm; a estação seca varia de agosto a dezembro, com precipitação média de 56,8 mm. Os cursos d'água fazem parte da bacia hidrográfica secundária de rios convergentes do litoral ocidental [33].

2.2 Procedimentos em campo e laboratório

Os flebotomíneos foram coletados com armadilhas luminosas CDC (Centers for Disease Control) tipo HP [32], instaladas a uma altura média de 1,5 m, das 18 às 6 horas. As coletas ocorreram em três noites consecutivas, uma vez por mês, durante o período de maio de 2012 a abril de 2014. Para efeito de comparação, em cada município foram instaladas seis armadilhas, sendo duas nos intradomicílios, duas nos peridomicílios e duas nos fragmentos florestais. O esforço de captura em cada área foi de 6 armadilhas x 12 horas x 3 dias x 24 meses = 5.184 horas. As armadilhas foram penduradas nos ramos das árvores (florestas), nas salas (intradomicílios) e nos abrigos de animais domésticos (peridomicílios).

Os espécimes capturados foram transportados para o Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão, onde foram triados, etiquetados por localidade, número da armadilha e data de coleta, e posteriormente foram identificados de acordo com as chaves taxonômicas específicas [1, 15]. Uma parte dos espécimes foi armazenada em álcool 70%, em microtubos plásticos de 1,5mL e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV). Outra parte foi empregada em estudos moleculares de DNA Barcoding e DNA de *Leishmania*.

O grupo de estudo possui a licença para coleta de material zoológico, emitida pelo Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO) sob o processo Nº 76036-1.

2.3 Análise estatística

A riqueza de espécies de flebotomíneos foi considerada como o número de espécies observadas nas áreas de estudo. A abundância relativa refere-se ao números percentuais de cada espécies referentes à amostra total de cada área. Para comparar as medidas de diversidade das áreas e ambientes, foi utilizado o perfil de diversidade da série Rényi, considerando o número de espécies em cada amostra ($\alpha = 0$), o valor de diversidade pelo índice de Shannon ($\alpha = 1$) e índice de Simpson ($\alpha = 2$).

A técnica de agrupamento (análise de cluster) foi utilizada para verificar a semelhança na composição da fauna de flebotomíneos entre os ambientes. A técnica de ordenação, Modelo

de Escala Multidimensional Não Métrica (NMDS), foi usada para comparar a abundância de flebotomíneos por sexo e espécie entre as áreas e ambientes. Tanto a técnica de agrupamento quanto a ordenação foram desenvolvidas com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis e com os dados transformados em Log (X+1), segundo Clarke [16]. A significância dos grupos formados a partir do NMDS foi testada por meio da análise de similaridade bifatorial (ANOSIM two way) baseada no coeficiente de Bray Curtis. Posteriormente, foi aplicado o teste de Análise Percentual de Similaridade (SIMPER) com o objetivo de identificar quais espécies contribuíram para a formação dos grupos [17]. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico PAST versão 4.03, com nível de significância de 5% [18].

3. RESULTADOS

3.1 Riqueza e abundância

No total, foram encontradas 35 espécies de flebotomíneos, distribuídas em 13 gêneros. Os gêneros mais diversificados foram: *Evandromyia* Mangabeira, 1941 (10 espécies), seguido por *Psathyromyia* Barretto, 1962 (5), *Pressatia* Mangabeira, 1942 (3), *Psychodopygus* Mangabeira, 1941 (3), *Brumptomyia* França & Parrot, 1921 (2), *Lutzomyia* França, 1924 (2), *Micropygomyia* Barretto, 1962 (2), *Nyssomyia* Barretto, 1962 (2), *Pintomyia* Costa Lima, 1932 (2), *Bichromomyia* Galati, 2003 (1), *Migonemyia* Galati, 2003 (1), *Sciopemyia* Barretto, 1962 (1) e *Viannamyia* Mangabeira, 1941 (1). No entanto, o gênero mais abundante foi *Nyssomyia* que contribuiu com 35,6% (2.374 espécimes) da amostra total, seguido por *Evandromyia* (18,07%: 1.203 espécimes), *Lutzomyia* (12,76%: 850 espécimes) e *Brumptomyia* (7,02%: 468 espécimes). Cada um dos outros gêneros contribuiram com menos de 7% da amostra total. A riqueza de espécies foi maior no município de Santa Luzia (22), seguido por Senador La Rocque (16) e Governador Nunes Freire (11), conforme tabelas 1 a 3.

As espécies mais abundantes foram *Nyssomyia whitmani (*Antunes & Coutinho, 1939), com (32,33%), *Evandromyia evandroi* (Costa Lima & Antunes, 1936), com (14,89%), *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), com (12,45%), *Brumptomyia avellari* (Costa Lima, 1932), com (6,73%), *Pintomyia damascenoi* (Mangabeira, 1941), com (6,59%) e *Migonemyia migonei* (França, 1920), com (6,46%).

Ao todo, foram coletados 6.664 espécimes de flebotomíneos. A abundância foi maior no município de Senador La Rocque (48,5%), seguido por Santa Luzia (27,9%) e Governador Nunes Freire (23,6%). O ranque de abundância mudou de acordo com as áreas estudadas

(Tabela 1-3). No município de Senador La Rocque o domínio era *Ny. whitmani* (49%), *Lu. longipalpis* (25%) e *Br. avellari* (11,9%) (Tabela 1).

Tabela 1: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Senador La Rocque, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.

Ambientes	Intradomicílio			Peridomicílio			Floresta			Total	
Espécie/sexo	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	N	%
Ny. whitmani	35	59	94	532	360	892	320	284	604	1590	49.0
Lu. longipalpis	39	27	66	443	264	707	26	9	35	808	25.0
Br. avellari	2	2	4	114	60	174	86	119	205	383	11.9
Ev. carmelinoi	2	2	4	7	1	8	87	47	134	146	4.5
Ev. evandroi		6	6	40	47	87	4	15	19	112	3.5
Ps. Dreisbachi	3	3	6	5	3	8	31	41	72	86	2.7
Bi. flaviscutellata					1	1	17	15	32	33	1.0
Ps. hermanlenti				2		2	16	7	23	25	0.8
Ny. antunesi	1	3	4		6	6				10	0.3
Mi. trinidadensis				1	2	3		5	5	8	0.2
Ev. termitophila					7	7				7	0.2
Ev. lenti				4		4	2		2	6	0.2
Ev. saulensis								6	6	6	0.2
Ps. shannoni		1	1		1	1		3	3	5	0.2
Sc. sordellii		2	2		3	3				5	0.2
Lu. gomezi					2	2				2	0.1
Números de indivíduos	82	105	187	1148	757	1905	589	551	1140	3232	100.0
Números percentuais	45.8	54.2	5.8	63.4	36.6	58.9	55.2	44.8	35.3	100.0	
Números de espécies	6	9	9	9	13	15	9	11	12	16	

No município de Santa Luzia, *Ny. whitmani* (28%) continuou a dominar, mas a segunda e terceira posições mudaram, sendo ocupadas por *Pi. damascenoi* (24,1%) e *Mg. migonei* (22,1%) (Tabela 2). Em Governador Nunes Freire a classificação mudou novamente e *Ev. evandroi* (57,3%) tornou-se a espécie dominante, seguida por *Bi. flaviscutellata* (14,4%) e *Ny. antunesi* (10,3%) (Tabela 3).

Tabela 2: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Santa Luzia, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.

Ambientes	Intradomicílio			Peridomicílio			Floresta			Total	
Espécie/Sexo	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	N	%
Ny. Whitmani	48	37	85	112	86	198	131	106	237	520	28.0
Pi. damascenoi	32	23	55	224	76	300	59	35	94	449	24.1
Mg. migonei	29	20	49	175	117	292	54	16	70	411	22.1
Pr. Choti	2	3	5	24	23	47	28	23	51	103	5.5
Ps. arthuri							35	44	79	79	4.2
Pr. trispinosa	4	2	6	17	14	31	14	5	19	56	3.0
Pr. Triachanta	2	4	6	16	9	25	13	5	18	49	2.6
Mi. longipennis					11	11	10	20	30	41	2.2
Lu. longipalpis	5	1	6	25	9	34				40	2.2
Br. avellari	4	1	5	5	5	10	21	2	23	38	2.0
Pi. serrana							8	8	16	16	0.9
Vi. furcata					8	8	3	4	7	15	0.8
Br. brumpti							10		10	10	0.5
Ev. saulensis							5	5	10	10	0.5
Pa. scaffi							6	1	7	7	0.4
Ev. sallesi							2	3	5	5	0.3
Pa. dendrophyla								3	3	3	0.2
Ev. monstruosa								2	2	2	0.1
Ev. corumbaensis							2		2	2	0.1
Ev. teratodes					2	2				2	0.1
Ev. evandroi				1		1				1	0.1
Pa. Shannoni								1	1	1	0.1
Números de indivíduos	126	91	217	599	360	959	401	283	684	1860	100.0
Números percentuais	58.1	41.9	11.7	62.5	37.5	51.6	58.6	41.3	36.8	100.0	
Números de espécies	8	8	8	9	11	12	16	16	19	22	

Tabela 3: Número de exemplares de flebotomíneos capturados no município de Governador Nunes Freire, no período de maio/2012 a abril/2014. N = Números absolutos; % = Números percentuais; Σ = Soma.

Ambientes	Intradomicílio			Peridomicílio			Floresta			Total	
Espécie/sexo	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	N	%
Ev. evandroi	42	44	86	423	246	669	63	83	146	901	57.3
Bi. flaviscutellata	-	-	-	18	21	39	84	104	188	227	14.4
Ny. antunesi	4	3	7	29	29	58	55	42	97	162	10.3
Ny. whitmani	3	1	4	52	29	81	3	4	7	92	5.9
Ps. Complexa	-	-	-		1	1	20	18	38	39	2.5
Br. avellari				29	8	37	-	-	-	37	2.4
Mi. trinidadensis	2	-	2	14	11	25	3	4	7	34	2.2
Ps. davisi				5	4	9	15	11	26	35	2.2
Mi. migonei	-	-	-	13	16	29	-	-	-	29	1.8
Ps. hermanlenti	-	-	-	9	4	13	-	-	-	13	0.8
Ev. walkeri				-	-	-	3	-	3	3	0.2
Números de indivíduos	51	48	99	592	369	961	246	266	512	1572	100.0
Números percentuais	51.5	48.5	6.3	61.6	38.4	61.1	48	52	32.6	100	
Números de espécies	4	3	4	9	10	10	8	7	8	11	

3.2 Índices de diversidade e similaridade entre as áreas

A diversidade foi maior no município de Santa Luzia, segundo os índices de Shannon (1,988) e Simpson (0,8067), e não houve diferença significativa na diversidade entre Senador La Rocque (Si = 0,6773; Sh = 1,48) e Governador Nunes Freire (Si = 0,6341; Sh = 1,47), conforme mostrado na Figura 2a. Em Senador La Rocque não houve diferença nos índices de diversidade entre floresta (Si = 0,6667; Sh = 1,504), intradomicílio (Si = 0,6192; Sh = 1,257) e peridomicílio (Si = 0,6325; Sh = 1,223) (Figura 2b). No município de Santa Luzia a diversidade foi maior na floresta (Si = 0,8259; Sh = 2,171) do que no peridomicílio (Si = 0,7611; Sh = 1,682) e intradomicílio (Si = 0,728; Sh = 1,522) (Figura 2c). Em Governador Nunes Freire, a diversidade foi muito baixa no intradomicílio (Si = 0,2383; Sh = 0,5181) e maior nos demais ambientes, mas não houve diferença estatística entre o peridomicílio (Si = 0,4996; Sh = 1,195) e a floresta (Si = 0,7395; Sh = 1,533) (Figura 2d).

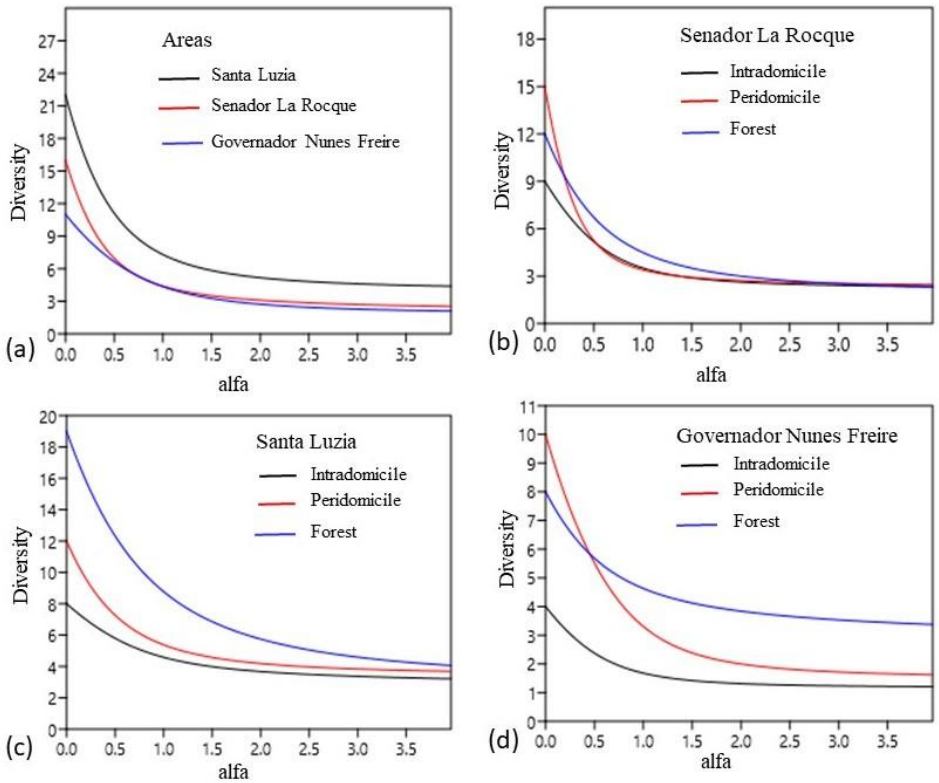


Figura 2. Perfis de diversidade de Rényi em função da diversidade de espécies de flebotomíneos para os municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, estado do Maranhão, Brasil. Alfa (α) zero = log de riqueza, 1 = Índice de Shannon, 2 = Índice de Simpson.

3.3 Associação com ambientes

Nos municípios de Senador La Rocque e Governador Nunes Freire, onde a vegetação estava muito degradada e completamente degradada, respectivamente, a riqueza de espécies foi maior no ambiente peridomiciliar. Ao contrário de Santa Luzia, onde a riqueza de espécies prevaleceu na área florestal, por estar moderadamente degradada. A abundância, porém, foi maior no peridomicílio dos três municípios (Tabelas 1-3).

No município de Senador La Rocque foram encontradas 15 espécies no peridomicílio, contra 12 na floresta e 9 no intradomicílio (Tabela 1). A abundância também foi maior no peridomicílio (58,9%) do que na floresta (35,3%) e no intradomicílio (5,8%). Sete espécies ocorreram em todos os ambientes estudados. Duas só foram encontradas no peridomicílio; duas ocorreram apenas no intra e peridomicílio; quatro na floresta e peridomicílio; e um na floresta. No geral, os machos predominaram sobre as fêmeas no peridomicílio (machos: 63,4%; fêmeas: 36,6%) e na floresta (machos: 55,2%; fêmeas: 44,8%); já no intradomicílio, as fêmeas (54,2%) prevaleceram sobre os machos (45,8%).

Em Santa Luzia, a riqueza de espécies prevaleceu na floresta (19), quando comparada com o peridomicílio (12) e o intradomicílio (8); a abundância, porém, foi maior no peridomicílio (51,6%) em relação à floresta (36,8%) e intradomicílio (11,7%) (Tabela 2). Dez espécies ocorreram apenas na floresta; sete em todos os ambientes; duas no peridomicílio; duas na floresta e peridomicílio; e uma em ambientes antrópicos (intra e peridomicílio). No geral, os machos predominaram sobre as fêmeas no intradomicílio (machos: 58,1%; fêmeas: 41,9%), peridomicílios (machos: 62,5%; fêmeas: 37,5%) e na floresta (machos: 58,6%; fêmeas: 41,3%).

No município de Governador Nunes Freire, a riqueza de espécies prevaleceu no peridomicílio (10 espécies), que foi frequentado por todas as espécies presentes na floresta (8), exceto *Ev. walkeri* (Tabela 3). Quatro espécies entraram no domicílio, principalmente *Ev. evandroi*. A abundância também foi maior no peridomicílio (61,1%) do que na floresta (32,6%) e intradomicílio (6,3%). Três espécies foram encontradas apenas no peridomicílio; quatro espécies ocorreram em todos os ambientes. As demais ocorreram na floresta e peridomicílio. No geral, os machos predominaram sobre as fêmeas no intradomicílio (machos: 51,5%; fêmeas: 48,5%) e peridomicílios (machos: 61,6%; fêmeas: 38,4%); enquanto nas florestas a prevalência foi das fêmeas (52%) sobre os machos (48%).

Quanto à similaridade entre as áreas, verificou-se pelo índice de Bray-Curtis, que foi maior entre Senador La Rocque e Santa Luzia (s = 0,23802) do que com Governador Nunes Freire e Senador La Rocque (s = 0,126978) e Santa Luzia e Governador Nunes Freire (s = 0,092657). Em todos os municípios, a semelhança da fauna de flebotomíneos foi maior entre a

floresta e o peridomicílio do que entre esses ambientes e o intradomicílio. Foi assim Senador La Rocque (peridomicílio x floresta: s = 0,56289; floresta x intradomicílio: s = 0,226074 e peridomicílio x intradomicílio: s = 0,178776), Santa Luzia (peridomicílio x floresta: s = 0,576993; intradomicílio x floresta: s = 0,484501; peridomicílio x intradomicílio: s = 0,372532); e Governador Nunes Freire (peridomicílio x floresta: s = 0,362525; intradomicílio x floresta: s = 0,338462; peridomicílio x intradomicílio: s = 0,188392).

A análise NMDS mostrou que não houve diferença na abundância de flebotomíneos entre os sexos, mas a diferença na ordem de abundância das espécies entre as áreas foi estatisticamente significativa (Rfator sexo = 0,25, p = 0,916; RFactor Nível de degradação = 0,458; p = 0,0047), conforme mostra a figura 3. Entre Santa Luzia (área moderadamente degradada) e Senador La Rocque (área muito degradada), as espécies que mais contriburam foram *Pa. dreisbachi* (14,3), seguido por *Pr. trispinosa* (9,33), *Pr. triachanta* (8,17) e *Lu. longipalpis* (7,2).

Entre a área moderadamente degradada e completamente degradada (Governador Nunes Freire), as espécies que mais contribuíram para a diferença foi o *Pr. choti* (17,2), seguido pelo *Pr. trispinosa* (9,33), *Pr. triachanta* (8,17), *Lu. longipalpis* (7,2), *Ps. davisi* (7,2) e *Bi. flaviscutellata* (7,2). Contudo, as diferenças entre áreas muito degradadas e completamente degradadas foram influenciadas principalmente por *Lu. longipalpis* (135), *Ev. carmelinoi* (24,3), *Pa. dreisbachi* (14,3), *Bi. flaviscutellata* (7,2) e *Ps. davisi* (7,2).

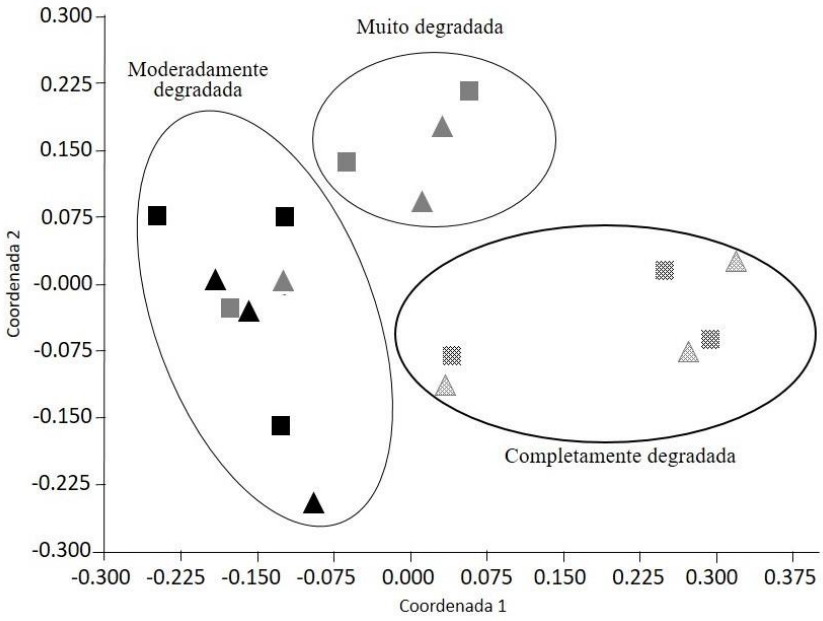


Figura 3. Escalonamento multidimensional não métrico para associação de flebotomíneos entre áreas com degradação moderada (Santa Luzia), muito degradada (Senador La Rocque) e completamente degradada (Governador Nunes Freire). Macho: Quadrado; Fêmea: Triângulo.

4. DISCUSSÃO

Estudos realizados no estado do Maranhão demonstraram que áreas florestais primárias alteradas [3, 5, 19, 20] e até mesmo matas secundárias em meio metropolitano [21], contribuem imensamente para a maior diversidade local dos flebotomíneos. Nesses ambientes normalmente ocorrem um grande número de espécies com diferentes graus de abundância. O presente estudo corrobora essa afirmativa, visto que a riqueza de flebotomíneos nas áreas florestais foi maior do que nas áreas antropogênicas (intradomicílio e peridomicílio). Da mesma forma, a riqueza foi maior nos fragmentos florestais mais conservados do que nos mais degradados. A maior riqueza de espécies nas áreas florestais locais sugere que nesses ambientes ainda existem ecótopos apropriados para os flebotomíneos estabelecerem seus criadouros e abrigos. Esse resultado reforça a hipótese de que ainda deve ter fonte de alimento para machos e fêmeas, suficiente para manter as populações das diferentes espécies que colonizam essas áreas com diferentes graus de degradação.

Os principais fatores de pressão sobre as espécies continentais estão relacionados com as consequências das atividades agrícolas, seja pela fragmentação e diminuição da qualidade do habitat em áreas onde a atividade está consolidada, seja pelo processo contínuo de perda de habitat onde a atividade está em expansão. A redução dos habitats florestais naturais pelo desmatamento restringe os ecótopos dos vertebrados, principalmente os de grande porte [22]. Nessa perspectiva, Rebêlo et al. (2019) [3] especularam que se o tamanho das populações desses vertebrados diminuir e alguns vierem a desaparecer, qualquer que seja a alternativa, os flebotomíneos serão afetados. Afinal, eles são hematófagos e esses vertebrados constituem sua fonte de alimento sanguíneo.

O desmatamento e a degradação da cobertura do solo devem ser analisados também na perspectiva do impacto que podem causar no ranque de abundância dos flebotomíneos. Espécies abundantes em florestas conservadas podem se tornar raras em florestas alteradas e vice-versa [3]. A redução de habitats pode estimular a migração gradual de vetores para assentamentos humanos próximos, devido ao desmatamento e aos incêndios. As oportunidades geradas neste novo ambiente antrópogênico (disponibilidade de abrigo e alimento nos quintais e até mesmo dentro das casas), permitem aos flebotomíneos alcançar grande desenvolvimento, como demonstrado nestes estudos [23, 25].

As espécies de flebotomíneos originalmente florestais mantêm contato com os peridomicílios, pela proximidade entre esses ambientes silvestres e antropogênicos (nas zonas rurais e periurbanas). No presente estudo, muitas espécies encontradas nas áreas florestais

ocorreram nos ambientes antropogênicos. Essa proporção aumenta quanto mais degradada for a área [3]. Tanto que em Senador La Rocque e Governador Nunes Freire, onde as áreas florestais estavam mais degradadas, a riqueza de flebotomíneos aumentou nos peridomicílios e intradomicílios, ao contrário de Santa Luzia, onde a riqueza foi comparativamente maior na área florestal.

Apesar da grande riqueza de espécies de flebotomíneos nos peridomicílios e até mesmo dentro das casas (intardomicílio), nem todos os táxons encontram-se adaptados a esses novos ambientes. Essa afirmativa baseia-se no fato de ao longo dos anos ter-se percebido que várias espécies ocorrem em baixa densidade, conforme constatado nos municípios estudados. No entanto, aquelas espécies cujos machos e fêmeas frequentam abundantemente os peridomicílios podem derivar de populações autóctones, ou seja, que reproduzem e proliferam no próprio peridomicílio. Nesse caso, a predominância de fêmeas pode favorecer a transmissão do agente etiológico das leishmanioses que venham a ser introduzidos por animais sinantrópicos, como roedores [26].

As outras espécies que contribuíram com pouquíssimos indivíduos, às vezes de apenas um dos sexos, considera-se como visitantes ocasionais do ambiente antropogênico. A questão é que a proximidade dos povoados às áreas florestais e o elevado grau de degradação destas, contribuem para esse contato do vetor silvestre com o ambiente peridoméstico, com possibilidade de adentrar nas habitações humanas.

A maior abundância de flebotomíneos nos peridomicílios sugere que nesses ambientes há maior concentração de hospedeiros para os flebotomíneos realizarem o repasto sanguíneo do que nos fragmentos florestais. Os animais domésticos presentes em abundância passam a constituir as principais fontes de sangue para as fêmeas de flebotomíneos que necessitam reproduzir. Já os respectivos abrigos desses animais podem constituir os ecótopos apropriados para abrigar tanto as fêmeas como os machos, visto que estes também foram encontrados em abundância. Os abrigos de animais podem ainda constituir os locais para formação de agregados de machos em busca de fêmeas para a cópula.

No presente estudo foi encontrado grande quantidade de espécimes de *Lu. longipalpis Ev. evandroi, Ny. whitmani* e *Bi. flaviscutellata* frequentando os peridomicílios. As três primeiras espécies costumam ser oportunistas nesses ambientes, sendo atraídas, principalmente, por galinhas, porcos, cães e equinos, utilizados como hospedeiros para o repasto sanguíneo [6, 24, 25].

A atração dessas espécies por animais domésticos, aumenta o risco de infecção para os moradores dessas áreas com infestação de flebotomíneos [27, 28]. Esses vetores já foram

encontrados contaminados com fragmentos de DNA de patógenos causadores de leishmanioses em sucessivos estudos por métodos moleculares. *Lu. longipalpis,* o vetor da *L. (L.) infantum* causadora da leishmaniose visceral é permissivo para *L. (Viannia) braziliensis, L. (V.) shawi, L. (L.) amazonensis, L. (V.) lainsoni* e *L. (L.) mexicana,* causadoras da leishmaniose tegumentar; enquanto *Ny. whitmani* vetor da *L. (V.) braziliensis* é permissivo para *L. (L.) infantum* [7, 8].

Mesmo sendo mais rara nos peridomicílios, *Bi. flaviscutellata* o vetor da *L. (L.) amazonensis* [29] foi encontrado com vestígios de DNA de *Leishmania* [7]. Se isso não bastasse, outras espécies de flebotomíneos encontradas no presente estudo e que não são consideradas vetores competentes de leishmanias, também foram encontradas com fragmentos de DNA desses parasitas. Foi o caso de *Ev. lenti* (portando *L. (L.) infantum*); *Ev. evandroi* (*L. (V.) lainsoni*), *Sc. sordellii* (*L. (L.) infantum*) [6, 8]; *Ev. termitophila* (*L. (L.) infantum* e *L. (V.) guyanensis*), *Mi. trinidadensis* (*L. (L.) infantum/ L. (V.) braziliensis*). É possível que algumas espécies não funcionem como vetores, apenas sejam contaminadas a partir dos mesmos hospedeiros utilizados pelos vetores competentes.

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que houve variação na composição, riqueza e abundância de espécies de flebotomíneos entre os diferentes ambientes florestais e assentamentos humanos. A riqueza de espécies foi maior em áreas cuja floresta estava moderadamente degradada quando comparada a ambientes muito e completamente degradados. Porém, quanto mais degradado estava o fragmento florestal, a abundância aumentava nos peridomicílios. A abundância foi maior nos peridomicílios devido à presença de animais domésticos e seus abrigos. As atividades que provocam o desmatamento modificam a cobertura vegetal e, consequentemente, afetam a estrutura das comunidades de flebotomíneos nos ambientes silvestres. A redução das florestas devido ao avanço da agricultura e pecuária vem provocando diminuição dos componentes da comunidade de flebotomíneos em ambientes naturais; enquanto o estabelecimento de assentamentos rurais próximos a áreas florestais degradadas vem permitindo a adaptação de espécies de flebotomíneos a esses novos ambientes antropizados. Como consequência, a leishmaniose afeta populações humanas e animais domésticos. Assim, os flebotomíneos podem funcionar como indicadores de diversidade e mudanças ambientais na área de transmissão da leishmaniose tegumentar.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) através da concessão de auxílio Processo CBIOMA 02704/17 e Processo 406608/2021-0, respectivemente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Galati EAB. Morfologia e taxonomia: classificaçao de phlebotominae. In: Rangel EF, Lainson R, organizadores. Flebotomíneos do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2003. p. 23-52.

2. Rebêlo JMM, Rocha RV, Moraes JLP, Silva CRM, Leonardo FS, Alves GA. The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. Rev Bras Ent. 2010;54(3):494-500. doi: 10.1590/S0085-56262010000300022

3. Rebêlo JMM, Moraes JLP, Cruz GBV, Andrade-Silva J, Bandeira MCA, Pereira YNO, et al. Influence of deforestation on the community structure of sand flies (Diptera: Psychodidae) in eastern Amazonia. J Med Ent. 2019;56(4):1004-12. doi: 10.1093/jme/tjz014

4. Moraes JLP, Santana HTM, Bandeira MCA, Rebêlo JMM. Effects of forest degradation on the sand fly communities of northeast Brazil. J Vec Ecol. 2020;45(1):89-99. doi: 10.1111/jvec.12376

5. Campos AM, Matavelli R, Santos CLC, Moraes LS, Rebêlo JMM. Ecology of phlebotomines (Diptera: Psychodidae) in a transitional area between the Amazon and the Cerrado in the state of Maranhão, Brazil. J Med Ent. 2013;50(1):52-8. doi: 10.1603/ME12074

6. Fonteles RS, Pereira Filho AA, Moraes JLP, Pereira SRF, Rodrigues BL, Rebêlo JMM. Detection of *Leishmania* DNA and blood meal identification in sand flies (Diptera: Psychodidae) from Lençois Maranhenses National Park region, Brazil. J Med Ent. 2018 55(2):445-51. doi: 10.1093/jme/tjx230

7. Guimaraes-e-Silva AS, Silva SO, Ribeiro da Silva RC, Pinheiro VCS, Rebêlo JMM, Melo MN. *Leishmania* infection and blood food sources of phlebotomines in an area of Brazil endemic for visceral and tegumentary leishmaniasis. PLoS One. 2017;12(8):e0179052. doi: 10.1371/journal.pone.0179052

8. Pereira-Filho AA, Fonteles RS, Bandeira MCA, Moraes JLP, Rebêlo JMM, Melo MN. Molecular identification of *Leishmania* spp. in sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. J Med Ent. 2018;55(4):989-94. doi: 10.1093/jme/tjy014

9. Ramos WR, Medeiros JF, Julião GR, Ríos-Velásquez CM, Marialva EF, Desmouliére SJM. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversity in an Amazonian rural settlement, Brazil. Acta Trop. 2014;139:44-52. doi: 10.1016/j.actatropica.2014.06.017

10. Valderrama A, Tavares MG, Andrade Filho JD. Anthropogenic influence on the distribution, abundance and diversity of sandfly species (Diptera: Phlebotominae: Psychodidae), vectors of cutaneous leishmaniasis in Panama. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2011;106(8):1024-31. doi: 10.1590/s0074-02762011000800021

11. Rebêlo JMM, Oliveira ST, Silva FS. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu, Amazônia maranhense. I - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização recente. Rev Soc Bras Med Trop 2000;33(1):11-9. doi: 10.1590/S0037-86822000000100002

12. Silva AR, Martins G, Melo JEM, Araújo P, Mendes MG. Surto epidêmico de Leishmaniose Tegumentar americana ocorrido na colonização agrícola de Buriticupu (Estado do Maranhão), Brasil. Rev Inst Med Trop. 1979;21(1):1-62.

13. Martins LM, Rebêlo JMM, Santos MCFV, Costa JML, Silva AR, Ferreira LA. Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. Cad Saúde Púb. 2004 20(3):735-43. doi: 10.1590/S0102-311X2004000300010

14. Oliveira-Pereira YN, Rebêlo JMM, Moraes JLP, Pereira SRF. Diagnóstico molecular da taxa de infecção natural de flebotomíneos (Psychodidae, *Lutzomyia*) por *Leishmania* sp na Amazônia maranhense. Rev Soc Bras Med Trop. 2006;39(6):540-3. doi: 10.1590/S0037-86822006000600005

15. Young DG, Ducan MA. Guide to the identifications and geographic distribuition of *Lutzomyia* sand flies in México, the Wes Indices, Central and South America (Diptera: Psychodidade). Memoirs of the American Entomological Institute. n°. 54. Gainesville (US): Associated Publishers; 1994.

16. Clarke KR. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Austl J Ecol. 1993;18(1):117-43. doi: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x

17. Clarke KR, Warwick RM. Similarity-based testing for community pattern: The 2-way layout with no replication. Mar Biol. 1994;118(1):167-76. doi: 10.1007/BF00699231

18. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaent Elect. 2003;4(1):9-18.

19. Azevedo PCB, Lopes GN, Fonteles RS, Vasconcelos GC, Moraes JLP, Rebêlo JMM. The effect of fragmentation on phlebotomine communities (Diptera: Psychodidae) in areas of ombrophilous forest in São Luís, state of Maranhão, Brazil. Neotrop Entomol. 2011;40(2):271-7. doi: 10.1590/S1519-566X2011000200018

20. Moraes JLP, Santos CLC, Bastos VJC, Nascimento Pereira AC, Moraes LS, Moraes JRL, et al. Vertical stratification of sand flies (Diptera: Psychodidae) in riparian forests between the Amazon and northeast Brazil. J Vec Ecol. 2015;40(1):205-7. doi: 10.1111/jvec.12155

21. Marinho RM, Fonteles RS, Vasconcelos GC, Azevedo PCB, Moraes JLP, Rebelo JMM. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em reservas florestais da área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. Rev Bras Entomol. 2008;52(1):112-16. doi: 10.1590/S0085-56262008000100019

22. Cardillo M, Mace GM, Jones KE, Bielby J, Bininda-Emonds ORP, Sechrest W, et al. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. Science. 2005;309(5738):1239-41. doi: 10.1126/science.1116030

23. Dias FOP, Lorosa ES, Rebêlo JMM. Fonte alimentar sangüínea e a peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Psychodidae, Phlebotominae). Cad Saúde Púb. 2003;19(5):1373-80. doi: 10.1590/S0102-311X2003000500015

24. Oliveira-Pereira YN, Moraes JLP, Lorosa ES, Rebêlo JMM. Preferência alimentar sanguínea de flebotomíneos da Amazônia do Maranhão, Brasil. Cad Saúde Púb. 2008;24(9):2183-6. doi: 10.1590/S0102-311X2008000900024

25. Fonteles RS, Vasconcelos GC, Azevêdo PCB, Lopes GN, Moraes JLP, Lorosa ES, et al. Preferência alimentar sanguínea de *Lutzomyia whitmani* (Diptera, Psychodidae) em área de transmissão de leishmaniose cutânea americana, no Estado do Maranhão, Brasil. Rev Soc Bras Med Trop. 2009;42(6):647-50. doi: 10.1590/S0037-86822009000600007

26. Caldart ET, Freire RL, Ferreira FP, Ruffolo BB, Sbeghen MR, Mareze M, et al. *Leishmania* in synanthropic rodents (*Rattus rattus*): new evidence for the urbanization of *Leishmania* (*Leishmania*) *amazonensis*. Rev Bras Par Vet. 2017;26(1):17-27. doi: 10.1590/S1984-29612017001

27. Cunha S, Freire M, Eulalio C, Cristovão J, Netto E, Johnson WD, et al. Visceral leishmaniasis in a new ecological niche near a major metropolitan area of Brazil. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1995;89(2):155-8. doi: 10.1016/0035-9203(95)90474-3

28.Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar. 2. ed. Brasília (DF): Editora do Ministério da Saúde; 2017.

29. Lainson R, Shaw JJ. Leishmaniasis in Brazil: I. Observations on enzootic rodent leishmaniasis ─ incrimination of *Lutzomyia flaviscutellata* (Mangabeira) as the vector in the lower Amazonian basin. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1968;62(3):385-95. doi: 10.1016/0035-9203(68)90090-4.

30. Sarney R, et al. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no estado do Maranhão. (Decreto nº 27.317, de 14 de abril de 2011). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2011.

31. Carvalho AEFB, Almeida Júnior JP, Lima V. Apa da Baixada Maranhense: uma análise da dinâmica espaço-temporal da paisagem e potenciais impactos na biodiversidade. In: Branco JO, Cionek VM. Conservação da biodiversidade na região Tocantina do Maranhão. Itajaí, Univali, 2023.

32. PUGEDO H. et al. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 38, p. 70-22, 2005.

33. IMESC. Instituto Maranhense de estudos Socioeconômicos e Caratográficos. Acesso em 03/02/204. Disponível em: https://imesc.ma.gov.br/portal/Post/noticias/81

CAPÍTULO 3

(Manuscrito publicado na revista CADERNO PEDAGÓGIO (A2))

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO–Studies Publicações Ltda. ISSN:1983-0882

Sazonalidade de Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em áreas florestais degradadas na Amazônia Oriental

Seasonality of Flebotomines (Diptera, Psychodidae) in degraded forest areas in the Eastern Amazon

Estacionalidad de Flebotominos (Diptera, Psychodidae) en áreas bosques degradadas de la Amazonía Oriental

DOI:10.54033/cadpedv21n7-013
Originals received: 05/31/2024
Acceptance for publication: 06/21/2024

Janilde de Melo Nascimento
Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (REDE BIONORTE)
Instituição de formação: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Universidade Federal do Maranhão. São Luís, Maranhão.
Endereço: São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil
E-mail: jad-nasci@hotmail.com

Jorge Luiz Pinto Moraes
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (REDE BIONORTE)
Instituição de formação: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, São Luís, MA.
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: moraes2entomologia@yahoo.com.br

Maria da Conceição Abreu Bandeira
Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Biologia Parasitária do Instituto Oswaldo Cruz.
Instituição de formação: Laboratório de Entomologia e Vetores – Departamento de Biologia (UFMA), São Luís, MA.
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: mariza_bandeira@hotmail.com

Valéria Cristina Soares Pinheiro
Doutora em Ciências Biológicas (Entomologia)

Instituição de formação: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). E docente da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Programa de Pós-Gradução em Biodiversidade, Ambiente e Saúde - PPGBAS
Endereço: Caxias, Maranhão, Brasil
E-mail: vc_pinheiro@hotmail.com

José Manuel Macário Rebêlo
Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia)
Instituição de formação: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Maranhão.
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: jose.macario@ufma.br

RESUMO

Introdução: Os flebotomíneos constituem um grupo muito diversificado de dípteros nos trópicos americanos, tendo a reputação de ocorrer durante todo o ano, no entanto, não se conhece muito bem se sofrem flutuações sazonais no número de espécies e na abundância das suas populações. **Objetivo:** verificar se a riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos variam sazonalmente, de acordo com a variação da temperatura e da precipitação pluviométrica em municípios da Amazônia maranhense. **Métodos:** O estudo foi realizado durante dois anos (maio/2012 e abril/2014) em fragmentos florestais e nos ambientes intradomiciliares e peridomiciliares rurais dos municípios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) e Governador Nunes Freire (GNF), Estado do Maranhão. **Resultados:** Os flebotomíneos ocorreram o ano todo, com picos de abundância na estação chuvosa e na transição com a estação seca, mas em meses diferentes, de acordo com as áreas. Houve inversão de dominância das espécies entre as estações; correlação positiva com a precipitação pluviométrica em GNF (rs = 0, 8252; p = 0, 0009) e SLR (rs = 0,4308; p = 0,1620); e correlação negativa com a temperatura em STL (rs = -0,7122; p = 0, 0093). Os vetores *Bichromomyia flaviscutellata, Nyssomyia whitmani, Migonemyia migonei* e *Lutzomyia longipalpis* comportaram-se como espécies constantes, justificando sua relevância na epidemiologia das leishmanioses. **Conclusão**: Os flebotomíneos sofrem variações mensais e sazonais, sendo a riqueza e abundância favorecidas durante a estação chuvosa, período mais sugestivo para a implementação de estratégias de controle vetorial das leishmanioses, por representar maior risco para transmissão de casos dessas enfermidades.

Palavras-chave: Variação estacional. Vetor biológico. Amazonia Brasileira. Conservação.

ABSTRACT

Introduction: Sandflies constitute a very diverse group of dipterans in the American tropics, having a reputation for occurring throughout the year, however, it is not well known whether they experience seasonal fluctuations in the number of species and

the abundance of their populations. **Objective:** to verify whether the richness and abundance of sand fly species vary seasonally, according to the variation in temperature and rainfall in municipalities in the Maranhão Amazon. **Methods:** The study was carried out for two years (May/2012 and April/2014) in forest fragments and in rural intra-household and per-household environments in the municipalities of Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) and Governador Nunes Freire (GNF), State of Maranhão. **Results:** Sandflies occurred throughout the year, with peaks of abundance in the rainy season and in the transition to the dry season, but in different months, according to the areas. There was an inversion of species dominance between seasons; and positive correlation with rainfall in GNF (rs = 0.8252; p = 0.0009) and SLR (rs = 0.4308; p = 0.1620); and negative correlation with temperature in STL (rs = -0.7122; p = 0.0093). The vectors *Bichromomyia flaviscutellata, Nyssomyia whitmani, Migonemyia migonei* e *Lutzomyia longipalpis* behaved as constant species, justifying their relevance in the epidemiology of leishmaniasis. **Conclusion:** Sandflies undergo monthly and seasonal variations, with richness and abundance being favored during the rainy season, the most suggestive period for the implementation of vector control strategies for leishmaniasis, as it represents a greater risk for the transmission of cases of these diseases.
Keywords: Seasonal variation. Biological vector. Brazilian Amazon. Conservation.

RESUMEN

Introducción*: Los flebotomos constituyen un grupo muy diverso de dípteros en el trópico americano, teniendo fama de aparecer durante todo el año, sin embargo, no se sabe bien si experimentan fluctuaciones estacionales en el número de especies y la abundancia de sus poblaciones.****Objetivo:*** *verificar si la riqueza y abundancia de especies de flebótomos varían estacionalmente, de acuerdo con la variación de temperatura y precipitaciones en municipios de la Amazonía de Maranhão.* ***Métodos:*** *El estudio se realizó durante dos años (mayo/2012 y abril/2014) en fragmentos de bosque y en ambientes rurales intrafamiliares y por hogar en los municipios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) y Gobernador Nunes Freire (GNF), Estado de Maranhão.* ***Resultados*****:** Los flebotomos se presentaron durante todo el año, con picos de abundancia en la época de lluvias y en la transición a la seca, pero en diferentes meses, según las zonas. Hubo una inversión de dominancia de especies entre estaciones; y correlación positiva con la precipitación en GNF (rs = 0,8252; p = 0,0009) y SLR (rs = 0,4308; p = 0,1620); y correlación negativa con la temperatura en STL (rs = -0,7122; p = 0,0093). Los vectores *Bichromomyia flaviscutellata, Nyssomyia whitmani, Migonemyia migonei* e *Lutzomyia longipalpis* se comportaron como especies constantes, justificando su relevancia en la epidemiología de la leishmaniasis. **Conclusión:** Los flebótomos sufren variaciones mensuales y estacionales, favoreciéndose la riqueza y abundancia durante la temporada de lluvias, período más sugerente para la implementación de estrategias de control vectorial de la leishmaniasis, ya que representa un mayor riesgo para la transmisión de casos de estas enfermedades.

Palabras clave: Variación estacional. Vector biológico. Amazonía de Brasil. Conservación.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da frequência mensal e sazonal de insetos vetores é muito importante para a compreensão da interação entre as espécies e seu habitat, assim como da dinâmica de transmissão das doenças metaxênicas, visando à adoção de medidas de vigilância e controle vetorial em determinada área.

Os flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) são reconhecidos insetos vetores de leishmanioses, um grupo de doenças de grande interesse na saúde pública e animal (WHO, 2022). Ambos, vetores e doenças, são muito incidentes no Maranhão e em especial na região amazônica do Estado (Rebêlo *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2004).

Estudos de distribuição espaço-temporal ainda são incipientes na Amazônia Maranhense, estando restritos à região de Buriticupu, que vem sofrendo com o processo progressivo de degradação ambiental (Rebêlo *et al.*, 2019). Esses estudos têm enfocado a importância da precipitação pluviométrica e da variação da temperatura na frequência das espécies de flebotomíneos ao longo dos anos. Na maioria das vezes, os flebotomíneos predominam na estação chuvosa, como ocorre em muitas áreas tropicais do território brasileiro (Barata *et al.*, 2004; Missawa; Dias, 2007; Oliveira *et al.*, 2008).

Apesar desse suposto padrão de ocorrência, há estudos que demonstram declínio de populações na estação chuvosa e predominância na estação seca (Rebêlo *et al.*, 2001; Martin; Rebêlo, 2006). Além disso, existem ainda estudos onde não foi possível observar correlação entre variáveis climáticas e a densidade de flebotomíneos (Dias *et al.*, 2007).

Estudos sobre a interação de fatores climáticos e a estrutura de comunidades de flebotomíneos realizados nas áreas florestais semiúmidas maranhenses mostraram a maior abundância no período chuvoso numa área (Rebêlo *et al.,* 1999) e na estação seca em outra (Silva *et al.*, 2015).

Qualquer que seja as características climáticas de uma área, a sua variação afeta os componentes da cadeia de transmissão das leishmanioses, podendo romper o equilíbrio nas interações entre o patógeno, vetor e o reservatório (Medlock; Leach, 2015; Leal Filho *et al.*, 2018). Como uma das consequências, pode ocorrer alteração na distribuição espacial e temporal dessas doenças (Rangel *et al.*, 2011). Considerando que os flebotomíneos são insetos pequenos e delicados, fatores ambientais meteorológicos, como a temperatura e a umidade relativa do ar, podem influenciar na sua reprodução, duração do ciclo vital e na taxa de sobrevivência

(Negev *et al.,* 2015). Nas áreas tropicais, as chuvas causam efeitos indiretos na sazonalidade dos flebotomíneos, ao modificar as condições dos criadouros das larvas e pupas que se desenvolvem no solo, e até mesmo, os abrigos expostos dos adultos (Rutledge; Ellenwood, 1975). Em consequência, os fatores ambientais meteorológicos acabam interferindo nos ciclos parasitários (Kahime *et al.,* 2014), ao afetar as taxas de infecção dos flebotomíneos por *Leishmania* (Tiwary *et al.*, 2013).

A avaliação da sazonalidade, portanto, é fundamental para compreender o processo epidemiológico das leishmanioses e nortear as atividades de controle vetorial em áreas de transmissão dessas doenças (Pérez-Flórez *et al.*, 2016). Conhecer a distribuição sazonal dos flebotomíneos é de fundamental importância para a implementação de programas efetivos de controle vetorial (Saraiva *et al.*, 2006).

Diante do exposto, avalia-se neste estudo, a influência das estações chuvosa e seca na composição, riqueza, abundância e ranque de dominância das espécies de flebotomíneos, em especial as reconhecidas como vetores de parasitas causadores de leishmanioses.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em três municípios da Amazônia Maranhense: Senador La Rocque-SLR (5º26’24”S e 47º17’24”W), Santa Luzia-STL (03º57'48"S e 45º39'30"W) e Governador Nunes Freire-GNF (2º07’12”S e 45º52’48”W), conforme figura 1.

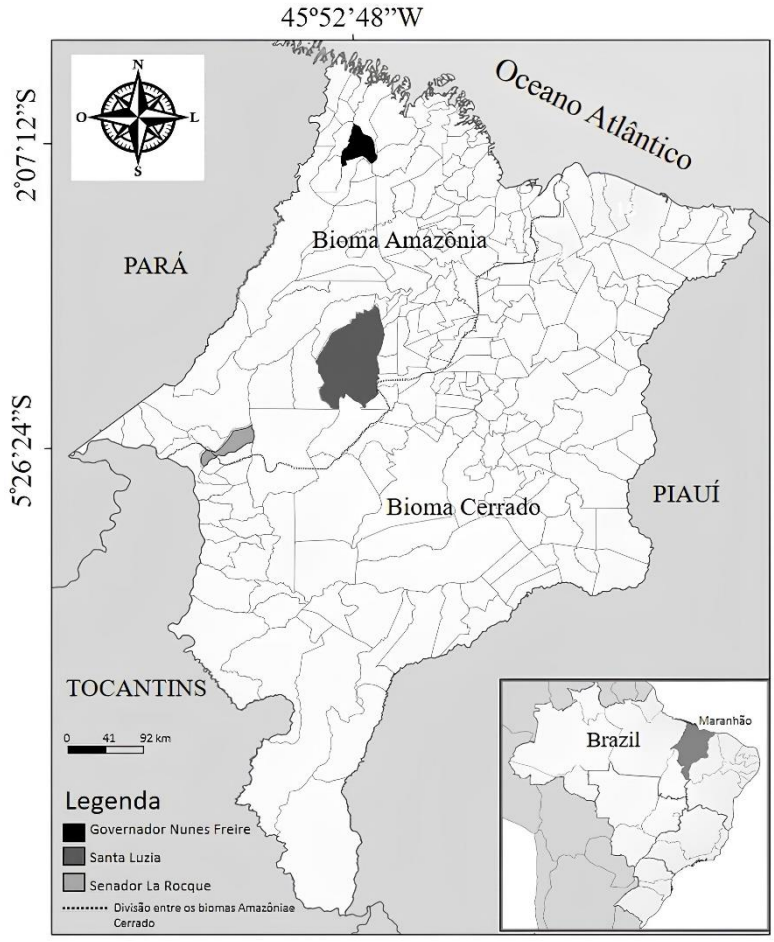
SLR compreende uma área de 1.236,6 km², altitude de 180 metros a.n.m. (sede), população de 18 mil habitantes e densidade demográfica de 14,55 hab/km². O clima é tropical com temperatura média anual de 29°C com mínima de 22°C e máxima de 38°C. A precipitação pluviométrica é de 1.506,2 mm, em média. A estação chuvosa varia de dezembro a maio, e a seca, de junho a novembro. A vegetação primária é a floresta ombrófila e o cerrado (IMESC, 2008).

STL possui uma área de 6.133,4 km², altitude de 60 metros a.n.m. (sede), população de 75.043 habitantes. O clima é tropical com temperatura variando de 21,6°C e 32,2°C. A precipitação pluviométrica é de 1.617 mm, em média. A estação chuvosa varia de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 225 mm. A

vegetação é composta pela Floresta Ombrófila Densa com encraves da Floresta Estacional decidual (IMESC, 2008).

GNF compreende uma área de 1.037 km², população de aproximadamente 23.130 habitantes e uma densidade demográfica de 22,5 habitantes/km². A sede administrativa do município encontra-se ao nível do mar (IBGE, 2023). O clima é tropical com temperatura oscilando entre 22°C e 31,2°C. A precipitação pluviométrica é de 2.104 mm, em média. A estação chuvosa varia de janeiro a julho, e a seca varia de agosto a dezembro. A vegetação é composta pela Floresta Ombrófila Densa (IMESC, 2008).

Figura 1. Mapa do Estado do Maranhão mostrando os municípios de Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, onde os flebotomíneos foram estudados.



Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 PROCEDIMENTOS EM CAMPO E LABORATÓRIO

As coletas foram realizadas utilizando armadilhas luminosas CDC tipo HP (Pugedo *et al.*, 2005), instaladas a uma altura média de 1,5 m, com funcionamento

das 18 às 6 horas. Os flebotomíneos foram capturados em três noites consecutivas, uma vez por mês, durante o período de maio de 2012 a abril de 2014. Em cada município foram instaladas seis armadilhas, sendo duas nos intradomicílios, duas nos peridomicílios e duas nos fragmentos florestais, para efeito de comparação. O esforço de captura em cada área foi de 6 armadilhas x 12 horas x 3 dias x 24 meses = 5.184 horas. Nas florestas as armadilhas foram penduradas nos ramos das árvores, nos intradomicílios foram instaladas nas salas e no peridomicílio nos abrigos de animais domésticos.

Os espécimes capturados foram transportados a seco para o Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão, onde foram triados, etiquetados por localidade, número da armadilha e data de coleta, e posteriormente foram identificados de acordo com a chave proposta por (Young; Duncan, 1994; Galati, 2003). Todos os espécimes foram armazenados em freezer a -20ºC, em microtubos plásticos de 1,5mL e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV).

O grupo de estudo possui a Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico, emitida pelo Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO) sob o processo Nº 11965-2.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A riqueza de espécies consistiu na contagem do número de espécies observadas. Para avaliar a abundância relativa (%) das espécies por estações e seus limites de confiança foi utilizado o índice de (Kato *et al.*, 1952). As espécies foram consideradas dominantes em cada estação quando seu limite de confiança inferior foi maior que o limite superior para espécies ausentes. O índice de similaridade de Bray Curtis foi calculado para avaliar a relação na composição e abundância das espécies entre as estações (seca e chuvosa). A técnica de ordenação, Modelo de Escalonamento Multidimensional não Métrico (NMDS) foi utilizada para efetuar a comparação da abundância dos flebotomíneos por estações e espécies entre as áreas. Essa análise foi desenvolvida com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis e Jaccard, com os dados transformados em Log (X+1), conforme (Clarke, 1993). A significância dos grupos formados a partir do NMDS foi testada por meio da análise de similaridade bifatorial (ANOSIM two way) baseada no coeficiente de Bray Curtis. Posteriormente, foi aplicado o teste Similarity Percentage Analysis (SIMPER) para

identificar quais espécies contribuíram para a formação dos grupos (Clark; Warwick, 1994). Todas as análises estatísticas, exceto o índice de Kato, foram realizadas no software estatístico PAST. As frequências mensais dos flebotomíneos e sua relação com as medidas meteorológicas foram analisadas pela Correlação de Spearman, com nível de significância p<0,05 no software Bioestat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007). Uma vez que foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para as variáveis pluviosidade, temperatura e flebotomíneos e indicou que não seguem distribuição normal (p<0,01). Analisamos o Índice de Constância de (Silveira-Neto *et al.,* 1976) e classificamos as espécies como constante (presentes em mais de 50% das coletas), acessórias (entre 25% a 50% das coletas) e acidentais (menos de 25% das coletas).

3 RESULTADOS

3.1 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA SAZONAL DAS ESPÉCIES

No total foram estudadas 35 espécies distribuídas nos municípios amazônicos de SLR (16), STL (22) e GNF (11). Essas espécies distribuíram-se na estação seca e chuvosa (Tabela 1).

No município de SLR foram encontradas 16 espécies, das quais 14 ocorreram em ambas estações; enquanto *Ev. lenti* foi encontrada apenas na estação chuvosa e *Lu. gomezi* na seca. Das espécies encontradas no município de STL, 15 ocorreram em ambas as estações; outras quatro apenas na estação chuvosa; enquanto três estavam presentes apenas na estação seca. No município de GNF todas as espécies ocorreram em ambas as estações.

A análise do NMDS (Figura 2) mostrou pelos índices de Bray Curtis (A) e Jaccard (B) a composição e abundância das espécies, e que as comunidades de flebotomíneos das três áreas são separáveis, mas a dissimilaridade é maior entre a comunidade de GNF e dos outros dois municípios. Quanto às variações estacionais, a dissimilaridade foi significativa entre as estações chuvosa e seca apenas de STL pelo índice de Jaccard que leva em consideração apenas a composição das espécies.

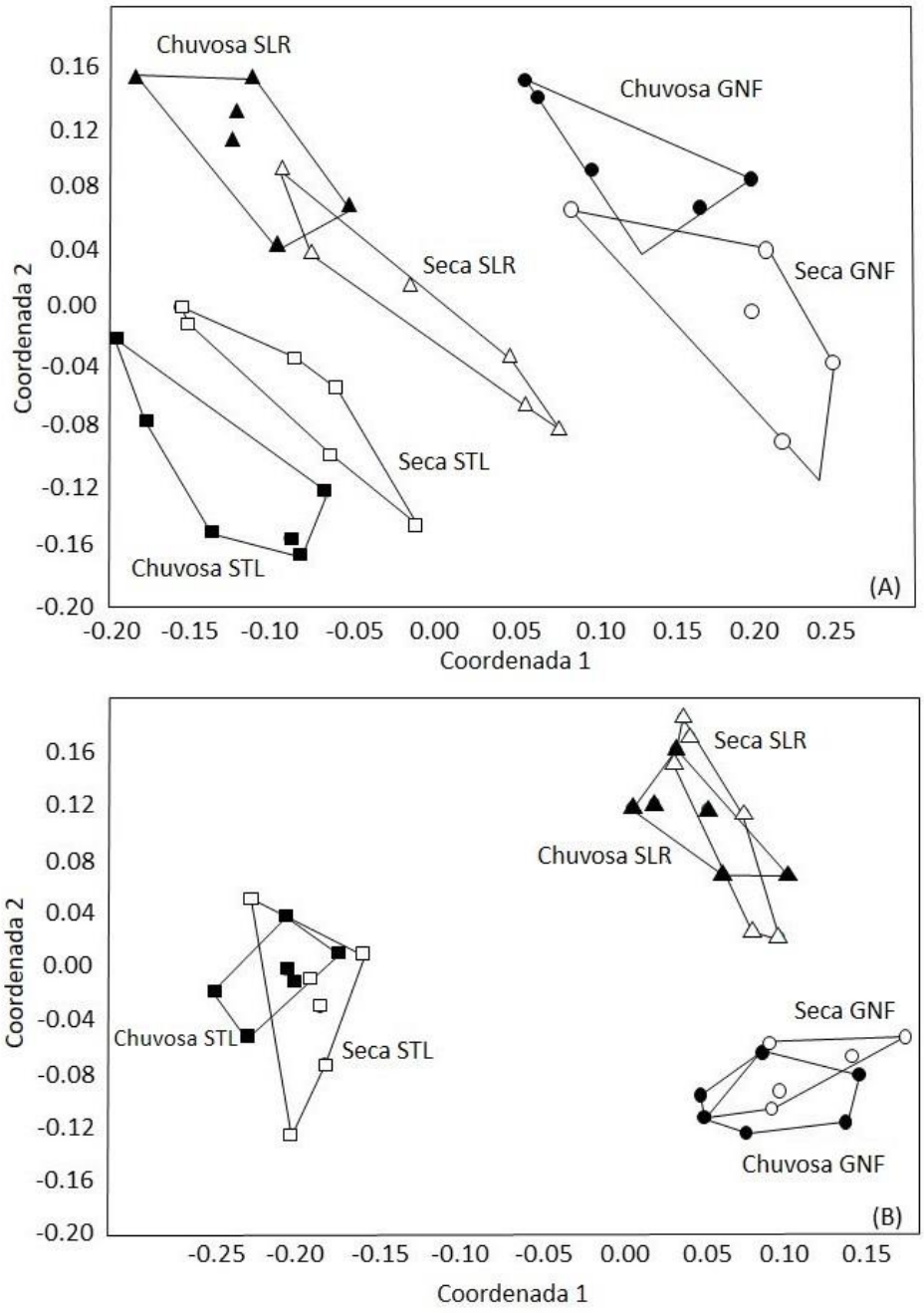
As comunidades de flebotomíneos das três áreas também se separam, mas a dissimilaridade é maior entre a comunidade de Santa Luzia, que nos outros dois municípios, o que pode está relacionada com caracterização das áreas dos municípios estudados que são classificadas em moderadamente degradada, muito degradada e completamente degradada (Figura 2B) e não são separáveis entre as estações.

Tabela 1. Números de flebotomíneos capturados nas estações chuvosa e seca, nos municípios da Amazônia Maranhense, Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.

	Senador La Rocque			Santa Luzia			Governador Nunes Freire		
Espécie / Estações	Chuvosa	Seca	Total	Chuvosa	Seca	Total	Chuvosa	Seca	Total
Bi. Flaviscutellata	30	3	33				197	30	227
Br. avellari	362	21	383	23	15	38	26	11	37
Br. brumpti				8	2	10			
Ev. Carmelinoi	81	60	141						
Ev. corumbaensis					2	2			
Ev. evandroi	72	40	112		1	1	772	129	901
Ev. Lenti	6		6						
Ev. Monstruosa				2		2			
Ev. sallesi				5		5			
Ev. saulensis	3	3	6	6	4	10			
Ev. teratodes					2	2			
Ev. Termitophila	3	4	7						
Ev. Walkeri							2	1	3
Lu. Gomezi		2	2						
Lu. longipalpis	640	168	808	11	29	40			
Mg. migonei				351	60	411	27	2	29
Mi. longipennis				28	13	41			
Mi. Trinidadensis	1	7	8				23	11	34
Ny. Antunesi	4	6	10				108	54	162
Ny. Whitmani	1292	298	1590	174	346	520	70	22	92
Pa. Hermanlenti	24	1	25				9	4	13
Pa. dendrophyla				3		3			
Pa. Dreisbachi	51	35	86						
Pa. scaffi				5	2	7			
Pa. shannoni	2	3	5	1		1			
Pi. damascenoi				250	199	449			
Pi. serrana				8	8	16			
Pr. Choti				73	30	103			
Pr. Triachanta				34	15	49			
Pr. trispinosa				46	10	56			
Ps. arthuri				69	10	79			
Ps. Complexus							31	8	39
Ps. Davisi							23	12	35
Sc. Sordelli	1	4	5						
Vi. furcata				6	9	15			
Números de indivíduos	2572	655	3227	1103	757	1860	1288	284	1572
Números percentuais	79,7	20,3	100	59,3	40,7	100	81,9	18,1	100
Números de espécies	15	15	16	22	15	22	11	11	11

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 2. Escalonamento multidimensional não-métrico para associação de flebotomíneos entre as áreas e estações, de acordo com os índices de Bray Curtis (A) e Jaccard (B) nos municípios amazônicos estudados, no Estado do Maranhão, Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores

Em SLR, a proporção de indivíduos na estação chuvosa foi de 79,7 contra 20,3% na seca. Essa diferença foi estatisticamente significativa (χ^2= 625,439; p < 0.0001). Pela análise de Simper, os táxons que mais interferiram para esses resultados foram *Ny. whitmani* (49,5%), *Lu. longipalpis* (18,2%), *Br. avellari* (12,4%) e

Ev. carmelinoi (4,8%). Houve predomínio das espécies constantes (6 espécies) sobre as acessórias (5 espécies) e acidentais (5).

No município de GNF a estação chuvosa contribuiu com 81,9% dos flebotomíneos capturados contra 18,1% na seca. Essa diferença foi estatisticamente significativa ((χ^2= 357,024; p < 0.0001). De acordo com análise de Simper, o táxon que mais contribuiu para esse resultado foi *Ev. evandroi* (49,4%), seguido por *Bi. flaviscutellata* (23,7%), *Ny. antunesi* (7,6%) e *Ny. whitmani* (4,5%). Nesta área houve predomínio das espécies constantes (6 espécies) sobre as acessórias (4) e acidental (1).

No município de STL a estação chuvosa contribuiu com 59,3% contra 40,7% na seca; logo, houve diferenças estatísticas na abundância de flebotomíneos coletados em ambas as estações ((χ^2= 32,463; p < 0.0001). Pela análise de Simper, os táxons que mais interferiram para esses resultados foram *Mg. migonei* (27,6%), *Pi. damascenoi* (23,1%) e *Ny. whitmani* (22,4%). Neste município as espécies acidentais (9 espécies) predominaram sobre as constantes (8) e acessórias (5).

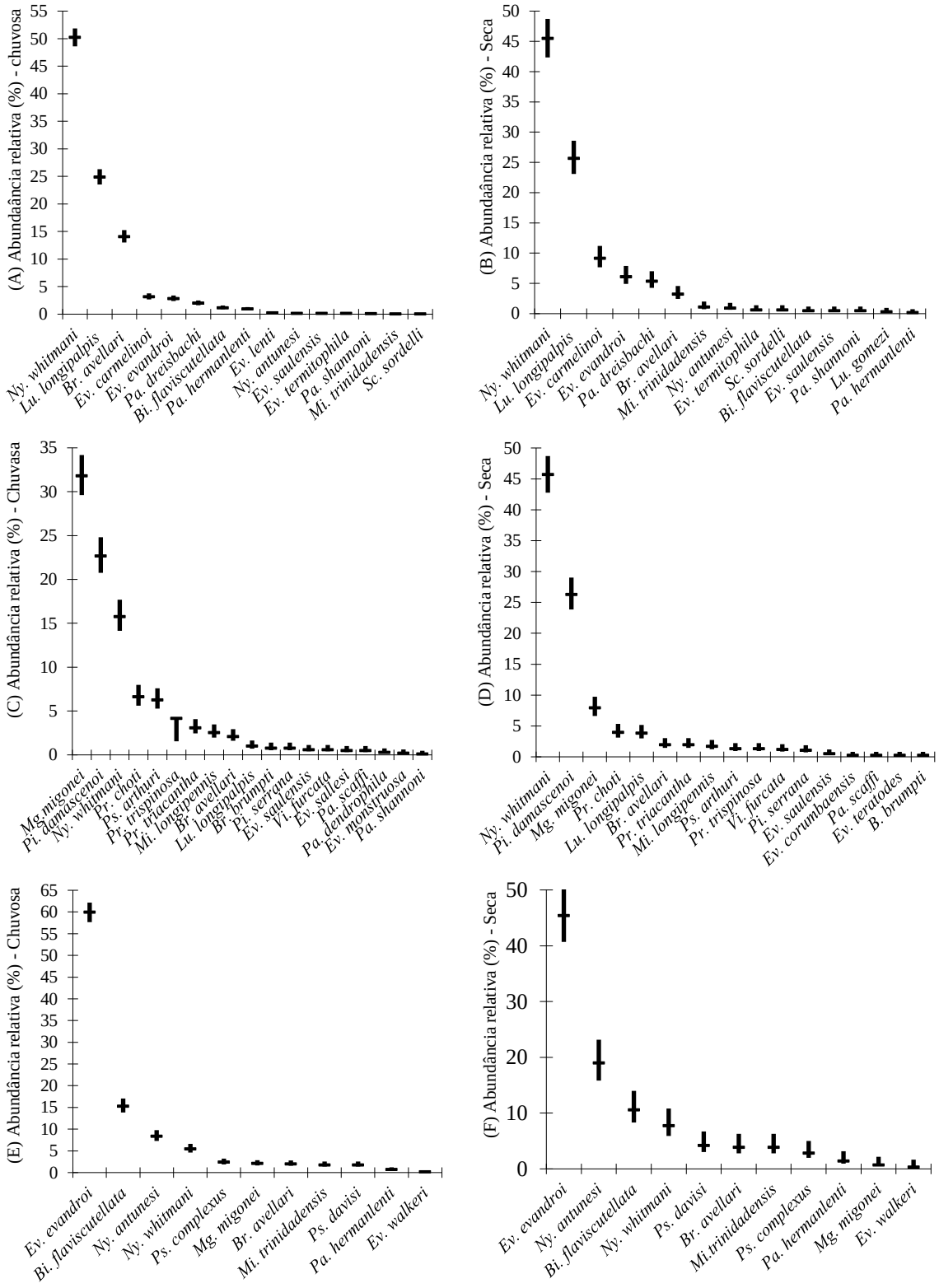
3.2 RANQUE DE DOMINÂNCIA ENTRE AS ESTAÇÕES

Na Figura 3 estão detalhados os ranques de dominância das espécies em cada área e estação. Em SLR, houve persistência no ranque de dominância dos dois primeiros postos em ambas as estações, mas a partir do terceiro posto houve mudança na ordem de abundância (Figura 3A e 3B). Em STL as quatro primeiras espécies mais abundantes foram as mesmas em ambas as estações do ano (Figura 3C e 3D).

No entanto, houve inversão no ranque do primeiro e terceiro posto entre as estações. Em GNF, as quatro espécies mais abundantes foram as mesmas, mas *Ev. evandroi* destacou-se como a espécie mais abundante em ambas as estações, sendo seguida de longe por outras espécies e houve inversão na ordem de abundância do segundo e terceiro posto (Figura 3E e 3F).

Figura 3. Ranque de dominância das espécies de flebotomíneos nas estações chuvosa e seca em Senador La Rocque: (A e B), Santa Luzia (C e D) e Governador Nunes Freire (E e F), estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.

.



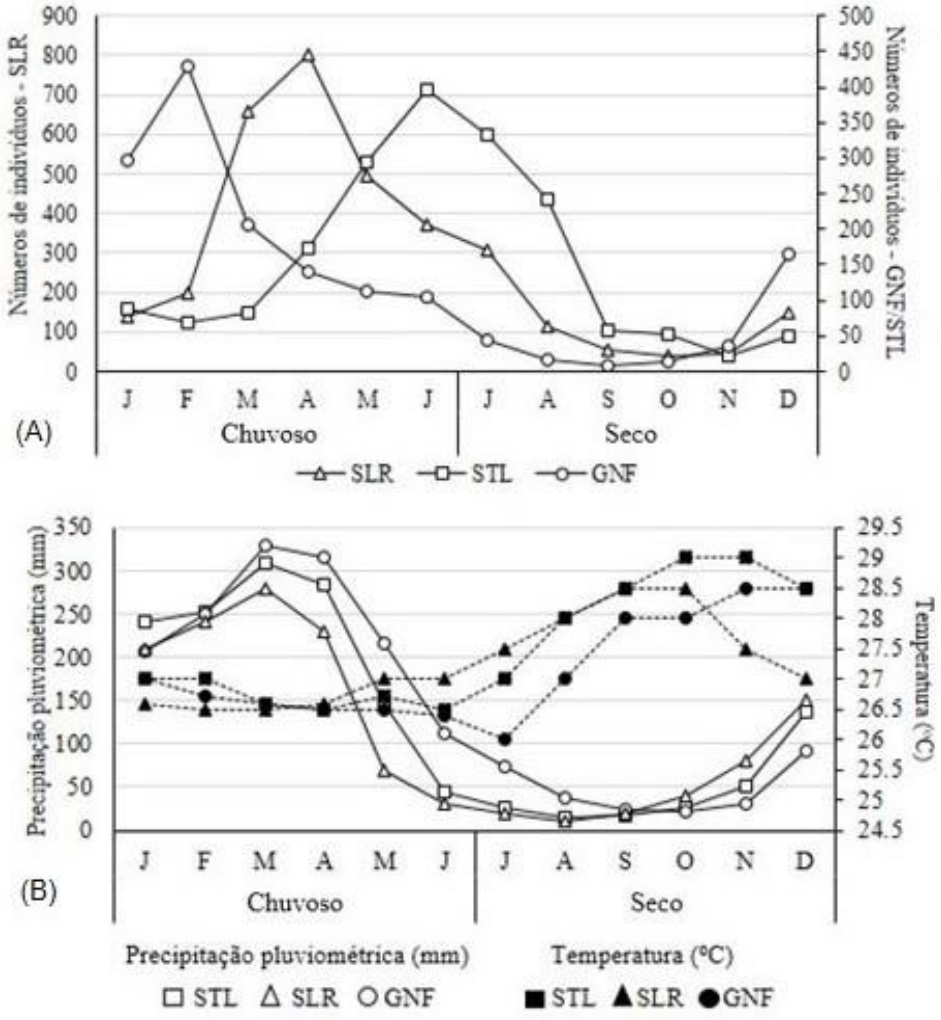
Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 FREQUÊNCIA MENSAL DOS FLEBOTOMÍNEOS

Os flebotomíneos foram encontrados o ano inteiro, mas a abundância variou de acordo com os meses e estações (Figura 4A e 4B). No município de SLR a curva do fluxo de indivíduos em alguns meses se assemelhou um pouco, mas não houve correlação significativa com a precipitação pluviométrica (rs = 0,4308; p = 0,1620), quando se considera o ano inteiro, sendo negativa com a variação da temperatura (rs = -0,7089; p = 0,0098). No município de GNF, o fluxo de indivíduos foi mais intenso no mês de janeiro e declinou nos meses seguintes, com um ligeiro aumento no mês de junho para declinar novamente até o mês de novembro, voltando a aumentar em dezembro. Essa distribuição mensal na atividade dos flebotomíneos correlacionou com a variação mensal da precipitação pluviométrica (rs = 0,8252; p = 0,0009) mas não com a temperatura (rs = -0,4813; p = 0,1131). No município de STL a frequência de flebotomíneos foi maior no final da estação chuvosa (maio-junho) e início da estação seca (julho-agosto), diminuindo sensivelmente nos outros meses. Por isso não houve correlação positiva entre a frequência mensal de flebotomíneos e precipitação pluviométrica (rs = -0,0560; p = 0,8627), no entanto houve correlação significativa com a temperatura sendo uma correlação negativa e alta (rs = -0,7122; p = 0,0093).

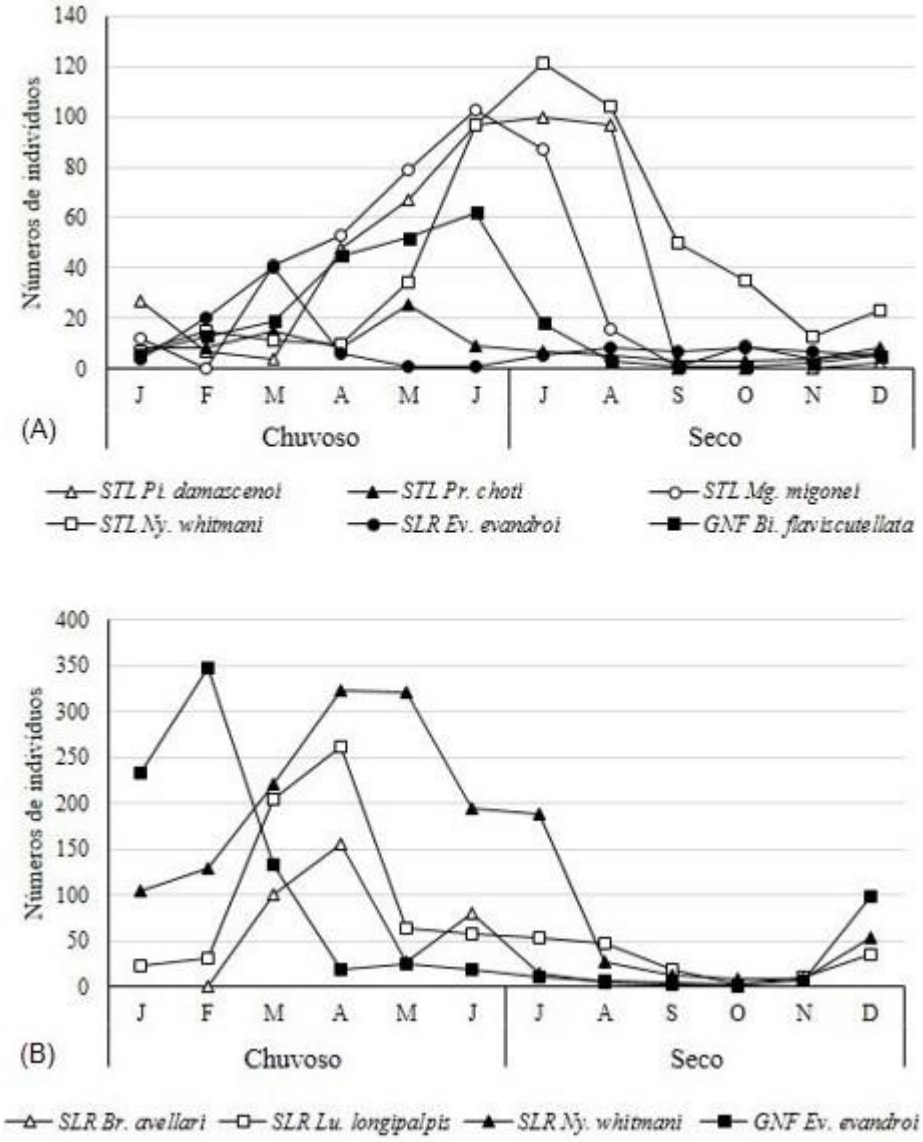
As espécies de flebotomíneos mais abundantes e importantes do ponto de vista vetorial na transmissão das leishmanioses apresentaram pico de abundância nos meses da estação chuvosa e transição com a estação seca (Figura 5A e 5B). *Ny. whitmani*, por exemplo, apresentou pico de junho a agosto em STL (Figura 5A) e abril e maio em SLR (Figura 5B). *Bi. flaviscutellata* e *Mg. migonei* apresentaram o pico em junho em GNF e STL, respectivamente (Figura 5A). Essas espécies são vetores de patógenos de leishmaniose cutânea. Já *Lu. longipalpis*, o vetor de *L. (L.) infantum* causador do calazar apresentou o pico em abril, em SLR (Figura 5B).

Figura 4. Distribuição mensal dos números de flebotomíneos capturados (A) e dos valores médios da temperatura e absolutos da precipitação pluviométrica (B) de maio/2012 a abril/2014 nos municípios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) e Governador Nunes Freire (GNF), estado do Maranhão, Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 5. (A-B) Distribuição mensal das principais espécies de flebotomíneos vetores, nos municípios de Senador La Rocque (SLR), Santa Luzia (STL) e Governador Nunes Freire (GNF), estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.



Fonte: Elaborado pelos autores

4 DISCUSSÃO

As variações que podem ser observadas na riqueza das espécies e na abundância de suas populações, nas diferentes épocas do ano, é de grande importância ecológica e epidemiológica. Na Amazônia Maranhense um grande número de espécies de flebotomíneos ocorre ao longo do ano, cruzando as duas estações (chuvosa e seca), mas algumas espécies são encontradas restritas a

determinada estação. Este padrão ocorre por que as espécies acessórias e acidentais se alternam, ocorrendo ao lado das constantes, nas mesmas áreas. Com raras exceções, as espécies constantes geralmente são as mais abundantes e teoricamente as mais importantes do ponto de vista da saúde pública, pelo papel na transmissão das leishmanioses.

Observou-se que neste estudo a ocorrência das espécies o ano inteiro é favorecida pela temperatura que é alta em todos os meses, com pequena variação entre as estações (amplitude de três graus). Portanto, não há uma mudança estacional rigorosa na abundância, devido à variação na temperatura, como ocorre nas áreas subtropicais brasileiras ou em áreas temperadas. Nos subtrópicos a abundância dos flebotomíneos e os valores da temperatura caem sensivelmente no inverno (junho, julho e agosto), a estação mais fria e seca (Nunes *et al.,* 2008; Massafera *et al.*, 2005). Pode ser que nesse período os adultos se extingam ou permaneçam em seus abrigos, enquanto os imaturos sobreviventes, supostamente, entram em diapausa. Em regiões de clima mais frios, a distribuição estacional é regida, principalmente, pela temperatura e, os picos observados nas curvas anuais refletem, provavelmente, a ocorrência de novas gerações (Forattini, 1973).

Nas áreas tropicais equatoriais do presente estudo, a amplitude térmica é pequena, de mais ou menos três graus. Ao contrário da temperatura, a precipitação pluviométrica varia sensivelmente, com altos índices de janeiro a junho, declinado de julho a dezembro, determinando um período mais úmido e outro mais seco. Embora populações de flebotomíneos tenham ocorrido o ano inteiro, a abundância de indivíduos foi maior na estação chuvosa. Mas o pico de abundância variou dentro dessa estação, de acordo com as áreas. Por exemplo, em GNF e SLR, a abundância dos flebotomíneos atingiu o pico no início da estação chuvosa, enquanto em STL o pico de abundância mudou para o final da estação chuvosa e início da seca. Embora não exista um padrão sazonal fixo, os flebotomíneos geralmente são mais abundantes na estação chuvosa, pelo menos em áreas amazônicas de terra firme, como sucede no vizinho estado do Pará (Chagas *et al.*, 2016). Eventualmente, há exceção a esse padrão, pois na própria região amazônica do Maranhão foram registrados picos de abundância na estação seca num estudo realizado no município de Buriticupu (Rebêlo *et al.*, 2001), embora tal ocorrência tenha sido associada com queimada intencional dirigida para o plantio nas áreas de entorno do fragmento florestal estudado.

As chuvas são importantes para a ocorrência de flebotomíneos por que contribuem para aumentar a umidade do solo e do ar, favorecendo o desenvolvimento de criadouros e o fluxo de adultos, respectivamente. Também estimulam o aumento da produtividade primária das florestas. Esse é um aspecto importante, por que contribui para aumentar a disponibilidade de recursos para os animais vertebrados, potenciais fontes para o repasto sanguíneo dos flebotomíneos. A reprodução dos mamíferos, por exemplo, está relacionada aos ciclos anuais de chuva (Heideman; Bronson, 1990), quando há maior disponibilidade de alimento (Julien-Laferriere; Atramentowicz, 1990). Esse é um fator especialmente relevante, porque os flebotomíneos são hematófagos, as fêmeas necessitam dos mamíferos para o repasto sanguíneo e dar prosseguimento ao ciclo gonotrófico (Forattini, 1973). Apenas as fêmeas praticam a hematofagia e o fazem em um amplo leque de hospedeiros (Young; Duncan, 1994). Portanto, a estação chuvosa apresenta condições satisfatórias para a ocorrência de flebotomíneos por apresentar maior teor de umidade e temperaturas mais amenas; quando comparado com a estação seca, cujas temperaturas são mais elevadas, à medida que a umidade declina.

Apesar dos aspectos positivos da estação chuvosa, em alguns momentos durante esse período, as coletas de flebotomíneos podem ser prejudicadas. Isso acontece nos dias inteiramente chuvosos, ou quando as chuvas são torrenciais. As precipitações pluviométricas alteram a composição dos criadouros para os imaturos, expostos às intempéries (Rutledge; Ellenwood, 1975), por exemplo, inundações temporárias ou encharcamento do solo; e desestabiliza os abrigos dos adultos. Esses aspectos podem contribuir para o baixo sucesso de capturas de flebotomíneos, como deve ter acontecido em Governador Nunes Freire, quando se observou baixa frequência de indivíduos nos meses mais chuvosos (março-maio). Assim, nos dias coincidentes com fortes chuvas ou que antecederam episódios de chuvas persistente, o baixo rendimento de capturas pode nos dar uma falsa impressão de que os insetos reduziram o tamanho de sua população ou simplesmente desapareceram por uma resposta ao ciclo sazonal, o que não é verdade. Pois na estação chuvosa, nas noites de céu aberto, sem chuva, as capturas geralmente são muito bem-sucedidas.

Quanto à estação seca, é preciso entender que embora seja, teoricamente, mais desfavorável, o fluxo de várias espécies continua, porém, em baixa frequência, mas às vezes pode ser alta (Rebêlo *et al.*, 2001). A temperatura ainda que satisfatória, eleva-se um pouco mais e a secura da terra pode ser um fator limitante. Na Amazônia

a estação seca está cada vez mais longa e as grandes secas cada vez mais comuns. Os eventos extremos de seca estão estritamente relacionados à eventos climáticos de grande escala, tais como o El Niño, o aquecimento anormal da superfície do Atlântico Norte ou ainda por ambos, conforme mencionado por vários autores (Borma *et al.*, 2013; Marengo *et al.*, 2008). Adicionalmente, esses eventos podem agravar a condição da tão degradada vegetação natural da Amazônia pelo desmatamento, queimada, extração de madeira, agropecuária, podendo trazer sérias consequências para a população regional, como a perda da biodiversidade, alterações nas dinâmicas das chuvas, do balanço de carbono, bem como dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta (Artaxo *et al.*, 2014).

O desmatamento é um aspecto importante que impacta a estação seca e o regime de chuvas (Lawrence; Vandecar, 2015). No final da estação seca, as plantas em áreas mais sazonais da Amazônia devem depender da água retida no solo para continuar a transpirar e liberar umidade na atmosfera. Se as árvores estiverem intactas, elas mantêm a umidade sob o dossel florestal. No entanto, na Amazônia Maranhense, a extração de madeira, a construção de estradas, o desmatamento e os incêndios para fins agropecuários, desestruturaram as florestas, propiciando a redução da umidade na estação seca, pois a retirada do dossel faz com que a umidade escape mais facilmente e a floresta se torna mais seca. Talvez essa seja a explicação para a reduzida frequência de flebotomíneos nesta estação nas áreas estudadas, pois a cobertura vegetal (florestal) encontra-se bastante degradada (Rebêlo *et al.*, 2019).

O entendimento do modo como as espécies se distribuem ao longo do ano, sobretudo, as transmissoras de patógenos, como *Bi. flaviscutellata, Ny. whitmani, Mg. migonei* e *Lu. longipalpis,* principais representantes vetores de LT e LV, tem grande relevância na epidemiologia das leishmanioses. Neste estudo, estas espécies estiveram presentes praticamente o ano todo, mas os picos de abundância ocorreram todos na estação chuvosa, corroborando os estudos realizados nas áreas florestais do vizinho estado do Pará (Chagas *et al.*, 2016). Porém, essas espécies continuam ativas na estação seca e o ranque de dominância delas muda entre as estações. Por exemplo, *Mg. migonei* em Santa Luzia, dominou na estação chuvosa e caiu para o terceiro posto no ranque de abundância, na estação seca, cujo domínio passou a ser de *Ny. whitmani*, enquanto *Pi. damascenoi* ocupou o segundo posto em ambas as estações, mostrando-se bem adaptada aos ambientes e clima. Em Senador La Rocque, *Ny. whitmani* e *Lu. longipalpis* foram dominantes nas duas estações,

enquanto as demais espécies alternaram-se no ranque de abundância através das estações. Em Governador Nunes Freire, *Ev. evandroi* dominou em ambas estações, com o segundo posto ocupado por *Bi. flaviscutellata* na estação chuvosa e por *Ny. antunesi* na estação seca.

Essa é uma informação importante a respeito da composição, riqueza e abundância de flebotomíneos sob contexto sazonal. Mas há necessidade de se fazer estudos a longo prazo, para entender se existe ou não um padrão definido de ocorrência das espécies.

5 CONCLUSÃO

Considerando que este estudo transcorreu durante apenas dois anos, não é suficiente para se estabelecer um padrão de ocorrência mensal e sazonal das espécies. Por isso, recomenda-se que os fenômenos periódicos dos flebotomíneos e suas relações com as condições do ambiente sejam motivos de estudos sistematizados e de longa duração, sobretudo, em áreas de transmissão de leishmanioses. Assim, poderemos dispor de dados mais consistentes para tomada de decisão.

Ainda assim, o presente estudo mostrou que os flebotomíneos sofrem variações mensais e sazonais, sendo a riqueza e abundância favorecidas durante os meses da estação chuvosa. As principais espécies transmissoras de leishmanioses prevaleceram nesta estação. Nesse sentido, o período chuvoso é o mais sugestivo para a implementação de estratégias de controle vetorial das leishmanioses, por representar maior risco para transmissão de casos dessas enfermidades.

Em termos práticos, para orientação de controle vetorial, recomenda-se aos municípios estudados, o manejo contínuo dos quintais das casas e de abrigos de animais, sobretudo, no período chuvoso, no sentido de desestabilizar as populações de flebotomíneos que por ventura estejam procriando e se desenvolvendo nesses ambientes. Para as áreas florestais recomenda-se apenas o monitoramento e educação ambiental, no sentido de informar as pessoas sobre o comportamento da abundância sazonal dos flebotomíneos e prevenir desmatamentos e outras alterações desses importantes habitats.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através da concessão dos auxílios Processo CBIOMA 02704/17 e Processo Universal 406608/2021-0.

REFERÊNCIAS

ARTAXO P. et al. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta amazônica. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 41-46, 2014.

AYRES M. et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 364p., 2007.

BARATA R. A. et al. Phlebotomines sand flies in Porteirinha, an endemic area of American visceral leishmaniasis in the State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 481-487, 2004.

BORMA L.S, NOBRE C.A, CARDOSO M.F. Response of the Amazon Tropical Forests to Deforestation, Climate, and Extremes, and the Occurrence of Drought and Fire. In: PIELKE, R.A. (Ed.). **Climate Vulnerability:** Understanding and Addressing Threats to Essential Resources. Academic Press: Cambridge, p. 153-163, 2013.

CHAGAS A.P. et al. Aspectos ecológicos da fauna de flebotomíneos em focos de leishmaniose na Amazônia Oriental, Estado do Pará, Brasil, **Rev Pan-Amaz Saude**, 7 núm esp. p. 123-132, 2016.

CLARK K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, p. 117–143, 1993.

DIAS E.S. et al. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de um foco de leishmaniose tegumentar no Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 40, n. 1, p. 49-52, 2007.

FORATTINI O.P. **Entomologia Médica**. São Paulo: editora Blucher. Editora da Universidade de São Paulo, p. 658, 1973.

GALATI E.A.B. **Morfologia e taxonomia: classificação de Phlebotominae**. *In:* Rangel, E.F. & Lainson, R. (Orgs.). Flebotomíneos do Brasil. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 23-51, 2003.

HEIDEMAN P.D, BRONSON F.H. Photoperiod, melatonin secretion, and sexual maturation in a tropical rodent. ***Biology of Reproduction,*** v. 43, n. 5, p.745-50, 1990.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socieconômicos e Cartográficos. RESULTADOS DO PIB DO MARANHÃO. 2008. Disponível em: https://imesc.ma.gov.br/portal/Post/noticias/81. Acesso em: 11 de jul de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma. Acessado em: 03 de maio de 2024.

JULIEN-LAFERRIERE D, ATRAMENTOWICZ M. Feeding and Reproduction of Three Didelphid Marsupials in Two Neotropical Forests (French Guiana). **Biotropica**, v. 22, n. 4, p. 404-415, 1990.

KATO M. et al. Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. **Science Reports Tohoku University**, IV (Biology), 19, p. 291-301, 1952.

LAWRENCE D, VANDECAR K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. Nature Climate Change, v. 5, p. 27-36, 2015.

LEAL FILHO W. et al. Climate change and health: An analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 177: 589-596, 2018.

MARENGO J.A. et al. **The drought of Amazonia in 2005**. Journal of Climate, v. 21, p. 495-516, 2008.

MARTIN AM, et al. Dinâmica espaço-temporal de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município de Santa Quitéria, área de cerrado do Estado do Maranhão, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, 96, p. 283-288, 2006.

MARTIN A.M.C.B, **REBÊLO** J.M.M. Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. **Cadernos de Saúde Pública**, 20, p. 735-743, 2004.

MASSAFERA R. et al. Fauna de flebotomíneos do município de Bandeirantes, no Estado do Paraná. **Revista de Saúde Pública**, 39, p. 571-577, 2005.

MEDLOCK J.M, LEACH S.A. Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. **The Lancet Infectious Diseases**, 15, p. 721-730, 2015.

MISSAWA N.A, DIAS E.S. Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in the municipality of Várzea Grande: an area of transmission of visceral leishmaniasis in the state of Mato Grosso, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 102, p. 913–918, 2007.

NEGEV M. et al. Impacts of climate change on vector borne diseases in the Mediterranean Basin—implications for preparedness and adaptation policy. **International journal of environmental research and public health**, v.12, n. 6, p. 6745-6770, 2015.

NUNES V.L.B. et al. Estudo de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área urbana do município de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 52, p. 446-451, 2008.

OLIVEIRA A.G. et al. Seasonal variation of *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in endemic area of visceral leishmaniasis, Campo Grande, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Tropica**, v.105, n.1, p. 55-61, 2008.

PÉREZ-FLÓREZ M. Spatial modeling of cutaneous leishmaniasis in the Andean region of Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 111: 433-442, 2016.

PUGEDO H. et al. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 38, p. 70-22, 2005.

RANGEL E.F. Environmental changes and the impact on the leishmaniases transmission. In: **XXVII Annual Meeting of the Brazilian Society of Protozoology**; Foz do Iguaçu (PR), Brasil, p. 13-4, 2011.

REBÊLO J.M.M. et al. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 15: 623-630, 1999.

REBÊLO J.M.M. et al. Sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Amazônia of Maranhão. V. Seasonal occurrence in ancient colonization area and endemic for cutaneous leishmaniasis. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 107-115, 2001.

REBÊLO J.M.M. et al**.** Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Eastern Amazonia. **Journal of Medical Entomolog**y, v. 20, n. 20, p. 1–9, 2019.

REBÊLO J.M.M. et al. Flebotomínae (Diptera: Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu. Amazonia Maranhense I – Riqueza e abundância relative das espécies em área de colonização recente. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 33, p. 11-19, 2000.

RUTLEDGE L.C, ELLENWOOD D. Production of phlebotomine sandflies on the open forest floor in Panama: the species complement. **Environmental Entomology**, 4, p. 71-77, 1975.

SARAIVA E.M. et al. The FMLvaccine (Leishmune) against canine visceral leishmaniasis: A transmission blocking vaccine. **Vaccine**, v.24, n.13, p. 2423-2431, 2006.

SILVA L.B. et al. Flebotomíneos (DIPTERA, PSYCHODIDAE) em focos urbanos de leishmaniose visceral no Estado do Maranhão, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 44, n. 2, p. 181-193, 2015.

SILVEIRA NETO S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura, p. 419, 1976.

TIWARY P. et al. Seasonal variation in the prevalence of sand flies infected with Leishmania donovani. **PloS one**, v. 8, n. 4, e61370, 2013.

WHO - World Health Organization. Leishmaniasis. 2022. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/leishmaniasis#tab=tab_1. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

YOUNG D.G, DUNCAN M.A**. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae).** Memoirs of the American Entomological Institute, v. 54, p. 881, 1994.

5. DISCUSSÃO INTEGRADORA

Os resultados encontrados enfatizam a importância de conhecer a comunidade de flebotomíneos que são organismos vetores para as leishmanioses visceral e tegumentar. Dentro dessa abordagem conhecer as espécies ocorrentes no período de maio/2012 a abril/2014, nos municípios amazônicos: Senador La Rocque, Santa Luzia e Governador Nunes Freire, e suas dinâmicas de flutuações com base na sazonalidade, precipitação pluviométrica e temperatura, é de extrema importância no sentido de gerenciar estratégias de controle das leishmanioses, proporcionando as populações desses municípios, conhecimentos que podem sensibilizar quanto as formas de manejo e controle dos ambientes onde esses vetores são encontrados.

Os tipos de ambientes estudados nesses municípios foram: intradomicílio, peridomicílio e floresta. A riqueza de espécies foi alta nos fragmentos florestais mais conservados, diminuindo nos mais degradados. A abundância foi maior nos peridomicílios dos assentamentos próximos pela disponibilidade de animais domésticos e seus abrigos. A estação chuvosa favoreceu a riqueza e abundância das comunidades de flebotomíneos, oferecendo maior umidade e temperaturas mais amenas nesse período, bem como mais oportunidades de abrigos e fontes de alimentos necessárias para a reprodução e proliferação. Essas informações sobre o tipo de ambiente que os flebotomíneos podem ser encontrados são importantes para que as pessoas se preocupem em manter os cuidados necessários para prevenção contra os agentes causadores das leishmanioses que esses insetos transmitem.

Neste estudo, as espécies: *Bi. flaviscutellata*, *Ny. whitmani*, *Mg. migonei e Lu. longipalpis*, consideradas como principais vetores de LT e LV, estiveram presentes praticamente o ano todo, mas os picos de abundância ocorreram todos na estação chuvosa, corroborando com os estudos realizado nas áreas florestais do estado do Pará (CHAGAS *et al.*, 2016). Entender como essas espécies se distribuem ao longo do ano tem grande relevância na epidemiologia das leishmanioses.

As alterações da cobertura vegetal original relacionadas ao processo de urbanização e o crescente emprego das técnicas de monocultura têm favorecido os flebotomíneos na transmissão das leishmanioses (DIAS *et al.*, 2007). Essas atividades além de reduzirem os habitats naturais dos vetores, promovendo a aproximação deles aos ambientes antropogênicos, aumentando o contato homem-vetor (COSTA, 2005; LEONARDO e REBÊLO, 2004).

Estudos na Amazônia maranhense vem mostrando o grande número de flebotomíneos vetores de leishmaniose tegumentar e visceral encontrados em ambientes peridomiciliar quando comparado com ambientes silvestres, refletindo o processo de mudanças ambientais, onde as

espécies estão se deslocando de ambientes primitivos para áreas domiciliares (REBÊLO *et al.*, 2000).

Estudos recentes mostram que no Maranhão, espécies de leishmânias parasitas e causadores de leishmaniose que antes eram encontradas nas florestas, agora infectam flebotomíneos, animais vertebrados e as pessoas nas áreas antropogências, inclusive em cidades de médio porte (GUIMARÃES e SILVA, 2016). Diante disso, é preciso criar mecanismos de forma a sensibilizar as pessoas sobre os cuidados com esses vetores (SILVA, 2021; CRUZ, 2019).

Considerações finais. Esse estudo como parte das pesquisas que vêm sendo realizadas pela equipe, contribui imensamente ao produzir conhecimentos novos sobre as espécies vetores das leishmanioses e os ambientes onde elas ocorrem na Amazônia maranhense, dando a conhecer a composição das espécies, sua riqueza e abundância, e variação mensal e sazonal, permitindo realizar ações de controle do vetor em épocas de grande incidência, diminuindo assim o risco de transmissão da doença, garantindo a melhoria da qualidade de vida da população.

6. CONCLUSÕES

Capítulo 2

A riqueza de espécies foi elevada, considerando os três municípios juntos, tendo sido encontradas 35 espécies distribuídas em 13 gêneros.

O gênero mais diversificado foi *Evandromyia* (10 espécies), seguido por *Psathyromyia* (5), *Pressatia* (3), *Psychodopygus* (3), *Brumptomyia* (2), *Lutzomyia* (2), *Micropygomyia* (2), *Nyssomyia* (2), *Pintomyia* (2), *Bichromomyia* (1), *Migonemyia* (1), *Sciopemyia* (1) e *Viannamyia* (1).

As espécies mais abundantes foram *Nyssomyia whitmani* (32,33%), *Evandromyia evandroi* (14,89%), *Lutzomyia longipalpis* (12,45%), *Brumptomyia avellari* (6,73%), *Pintomyia damascenoi* (6,59%) e *Migonemyia migonei* (6,46%).

Em todas as áreas a riqueza de espécies foi maior nos fragmentos florestais do que nos peridomicílios rurais, exceto naquela cujo fragmento florestal estava muito degradado.

A abundância de indivíduos foi maior em todos os peridomicílios. O processo de degradação crescente da cobertura vegetal natural vem reduzindo as florestas e a riqueza de espécies de flebotomíneos. Entretanto, os fragmentos de florestas secundárias remanescentes ainda mantêm um número considerável de espécies, as quais frequentam em maior ou menor grau os assentamentos rurais adjacentes.

Esses novos ambientes oferecem aos flebotomíneos oportunidades (abrigos e fontes de alimento) necessárias para a reprodução e proliferação. Como consequência, as leishmanioses passam a mudar o seu perfil epidemiológico, incidindo nas populações humanas suscetíveis.

Capítulo 3

Os flebotomíneos ocorreram o ano todo, com picos de abundância na estação chuvosa e na transição com a estação seca, mas em meses diferentes, de acordo com as áreas.

Houve inversão de dominância das espécies entre as estações.

Detectou-se correlação positiva na distribuição dos flebotomíneos com a precipitação pluviométrica em GNF e correlação negativa com a temperatura em STL.

A dissimilaridade foi significativa entre as estações chuvosa e seca apenas de Santa Luzia. Pelo índice de Jaccard, que leva em consideração apenas a composição das espécies, as comunidades de flebotomíneos das três áreas também se separam, mas a dissimilaridade é maior

entre a comunidade de Santa Luzia e as dos outros dois municípios, e não são separáveis entre as estações.

No município de Senador La Rocque foram encontradas 16 espécies, 15 na estação chuvosa e 15 na estação seca.

No município de Santa Luzia oito espécies foram consideradas constantes, as demais comportaram-se com espécies acessórias (5) e acidentais (9).

No município de Governador Nunes Freire seis espécies foram consideradas constantes, as demais foram consideradas acessórias (4) e acidentais (1).

No município de Senador La Rocque seis espécies foram consideradas constantes, as demais doram consideradas acessórias (5) e acidentais (5).

Os vetores *Bichromomyia flaviscutellata, Nyssomyia whitmani, Migonemyia migonei* e *Lutzomyia longipalpis* comportaram-se como espécies constantes, justificando sua relevância na epidemiologia das leishmanioses.

Esse estudo fornece informações que podem auxiliar na melhoria de metodologias de controle vetorial das leihsmanioses, que podem ser implementadas nos meses de maior abundância desses vetores nas áreas estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, B.; USMA, M. C. Potential source of sugar for the phlebotomine sandfly *Lutzomyia youngi* (Diptera: Psychodidae) in a Colombian coffee plantation. **Annals of Trop Med and Parasitology**, 88: 543-549. 1994.

ALEXANDER, J. B.; YOUNG, D.G. Dispersal of Phebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Colombian focus of *Leishmania (Viannia) braziliensis*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 397-403, 1992.

ANDRADE FILHO, J. D.; SILVA, A. C. L.; FALCÃO, A. L. Phlebotomine Sand Flies in the State of Piauí, Brazil (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n.8, p.1085-1087. 2001.

ANDRADE FILHO, J. D.; VALENTE, M. B.; ANDRADE, W. A.; BRAZIL, R. P.; FALCÃO, A. L. Flebotomíneos do Estado de Tocantins, Brasil (Diptera: Psychodidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n.4. 2001.

ARAÚJO, J. A. C.; REBÊLO, J. M. M.; CARVALHO, M. L.; BARROS, V. L. L. Composição dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município da Raposa – MA, Brasil. Área endêmica de Leishmanioses. **Entomología y Vectores**, 7(1): 33 – 47. 2000.

AZEVEDO, A.C.R.; SOUZA, N.A.; MENESES, C.R.V.; COSTA, W.A.; COSTA, S.M.; LIMA, J.B.; RANGEL, E.F. Ecology of Sand Flies (Diptera: Psychodidae: *Phlebotominae*) in the North of the State of Mato Grosso, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,** 97: 459-464. 2002.

BARROS, V. L.; REBÊLO, J. M. M. & SILVA, F. S. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de capoeira do município do Paço do Lumiar, Estado do Maranhão, Brasil. Área endêmica de leishmanioses. **Cadernos de Saúde Pública 16**(1): 265-270. 2000.

BASTOS, T. S. A**. Espécies de Flebotomíneos e Ecoepidemiologia na Cidade de Goiás-Go, Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 67f. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde.** Guia de Vigilância em Saúde [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. – 5. ed. rev. e atual. – Brasília : Ministério da Saúde, 2022.

BRAZIL, P.P.; BRAZIL, B. G. Biologia de flebotomíneos neotropicais. In.: Rangel, E. F.; Lainson, R. (Eds), **Flebotomíneos do Brasil**. Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 257-274. 2003.

CABANILLAS, M. R. S.; CASTELLÓN, E.G. Distribution of sandflies (Diptera: Psychodidae) on Tree-trunks in a Non-flooded area of the Ducke Forest Reserve, Manaus, AM, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 94(3): 289-296, 1999.

CAMERON, M. M.; MILLIGAN, P. J. M.; Lianos-cuentas, A.; Davies, C.R. Na association between phlebotomine sandflies and aphids in the Peruvian Andes. **Medical and Veterinary Entomology**, v.9, p. 127-132, 1995a.

CAMERON, M. M.; PESSOA, F. A. C.; VASCONCELOS, A. W.; Ward, R, D. Sugar meal sources for the phlebotomine sandfly Lutzomyia longipalpis in Ceará State, Brasil. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 9, p. 127-132, 1995b.

CARVALHO, M. E. S. D.; LUSTOSA, E. S.; NAVES, H. A. M. Contribuição ao conhecimento do estado de Goiás e distrito federal II – 1986-1987. **Revista de Patologia Tropical**, v.18, n. 1; 1989.

CARVALHO, M. L.; REBÊLO, J. M. M.; ARAÚJO, J. C.; BARROS, V. L. L. Aspectos ecológicos dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município de São José de Ribamar, MA, Brasil. Área endêmica de leishmanioses. **Entomologia y Vectores 7**: 1932. 2000.

CASANOVA, C.; COSTA, A. I. P.; NATAL D. Dispersal pattern of the sand fly *Lutzomyia neivai* (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis endemic rural area in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 100: p. 719-724. 2005.

CAVALCANTE, R. R.; PEREIRA, M. H.; FREITAS, J. M.; GONTIJO, N. F. Ingestion of saliva during carbohydrate feeding by *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.101, p. 85-87, 2006.

CHANIOTIS, B. N.; CORREA, M. A.; TESH, R. B.; JOHNSON, K. M. Horizontal and vertical movements of phlebotomine sandflies in a Panamanian rain forest. **Journal of medical entomology**, *11*(3), p. 369-375. 1974.

CELLA, W.; MELO, S. C. C, S.; LEGRIFFON, C. M. O.; FREITAS, J. S.; KUHL, J. B.; TEODORO, U.; ROSSI, R. M. Flebotomíneos de localidades rurais no noroeste do Estado do Paraná, Brasil. **Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Brasil**. 2011. https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/4613/9411

COSTA, J.M.L.; BALBY, I.T.A.; ROCHA, E.J.S.; SILVA, A.R.; REBÊLO, J.M.M.; FERREIRA, L.A. *et al.* Estudo camparativo da Leishmaniose Tegumentar Americana em crianças e adolescentes procedentes das áreas end~emicas de Buriticupu (maranhão) e Corte de Pedra (Bahia), Brasil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop** 31: p. 88-279. 1998.

COSTA, W. A.; SOUZA, N. A. Sand Flies: Medical Importance. In.:In: Rangel, E., Shaw, J. (eds) Brazilian Sand Flies. **Springer,** Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_2.

COVA, B. O. **Fauna Flebotomínica da Bahia: Infeccção natural em área endêmica de Leishmaniose Tegumentar.** Dissertação do programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, 2020.

COSTA, J. M. L. Epidemiologia das Leishmanioses no Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 75, n.1, p.3-17, 2005.

CRUZ, Gustavo Barbosa Vieira. **A influência de impactos ambientais e do clima na ecologia de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) na Amazônia maranhense**. Tese de doutorado apresentada ao curso de doutorado do Programa de Pós graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2019.

CHAGAS A.P. et al. Aspectos ecológicos da fauna de flebotomíneos em focos de leishmaniose na Amazônia Oriental, Estado do Pará, Brasil, **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, 7 núm esp. p. 123-132, 2016.

DATASUS. **MINISTÉRIO DA SAÚDE.** Acesso em: 30/07/24. Disponível em https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/. 2024.

DEANE, L. M.; DEANE, M. P.; ALENCAR, J. E. Observações sobre o combate ao *Phlebotomus longipalpis* pela desinsetização domiciliária, em focos endêmicos de calazar no Ceará. **Rev Bras Malar Doen Trop**, 7: 131-141. 1955.

DIAS, E. S.; FRANÇA-SILVA, J. C.; SILVA, J. C.; MONTEIRO, E. M.; PAULA, K. M.; GONÇALVES, C. M.; BARATA, R. A. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de um foco de leishmaniose tegumentar no Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** 40(1):49-52, 2007.

DIAS, E.S.; REGINA-SILVA, S.; FRANÇA-SILVA, J.C.; PAZ, G.F.; MICHALSKY, E.M.; ARAÚJO, S.C.; VALADÃO, J.L.; LARA-SILVA, F.O.; DE OLIVEIRA, F.S.; PACHECO, R.S & FORTES-DIAS, C.L. Eco-epidemiology of visceral leishmaniasis in the urban área of Paracatu, sate of Minas Gerais, Brasil. **Veterinary parasitology**, 176, p.101-111. 2011.

DIAS, F. D. O. P.; LOROSA, E. S.; REBÊLO, J. M. M. Fonte alimentar sanguínea e a peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Psychodidae, Phlebotominae). **Cadernos de Saúde Pública** 19: 1373-1380. 2003.

DIAS-LIMA, A. G.; GUEDES, M. L. S.; SHERLOCK, I. A. Horizontal stratification of the sand fly fauna (Diptera: Psychodidae) in a transitional vegetation between Caatinga and Tropical rain forest, state of Bahia, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 98: 733-737, 2003.

FALQUETO, A.; COURA, J. R.; BARROS, G. C.; GRIMALDI FILHO, G.; SESSA, P. A.; CARIAS, V. R. D.; JESUS, A. C.; ALENCAR, J. T. A. 1986. Participação do cão no ciclo de transmissão da leishmaniose tegumentar no Município de Viana, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 81:155-163. 1986.

FALQUETO, A.; VAREJÃO, J. B. M.; SESSA, P. A. Cutaneous leishmaniasis in a horse (Eqqus caballus) from endemic area in the state of Espírito Santo, Brazil. **Mem. Inst Oswaldo Cruz**., 82: 443. 1987.

FARIA, H. G. **Conhecimentos sobre a fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae), vetores de leishmaniose tegumentar americana, na localidade de Serrinha da Torre, município de Iúna, estado do Espírito Santo, Brasil.** Monografia (Especialização) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em entomologia Médica, 56f. 2018.

FEITOSA, M. A. C.; CASTELLÓN, E. G. Fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em fragmentos de floresta ao redor de conjuntos habitacionais na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. I. Estratificação Vertica. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 4, p. 539 – 548. 2006.

FERREIRA, A. L.; SESSA, P. A.; VAREJÃO, J. B. M.; FALQUETO, A. Distribution of Sand flies (Dipetera: Psychodidae) at different altitudes in an endemic region of American Cutaneous Leishmaniasis in the State of Espírito Santo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 8, p.1061 – 1067, nov. 2001.

FERRO, C.; CARDENAS, E.; CORREDOR, D.; MORELES, A.; MUNSTERMANN, L. E. Life cycle and fecundity analysis of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae). **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 93 (2): 195-199; 1998.

FERNANDES, W. S. **Distribuição espaço-temporal de flebotomíneos e da leishmaniose visceral em área de transmissão intensa, Campo Grande, MS, Brasil**. Tese do Programa de Pós-graduação em doenças infecciosas e parasitárias, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 141f. 2021.

FONTELES, R. S.; A. A. PEREIRA FILHO, J. L. P.; MORAES, S. R. F.; PEREIRA, B. L.; RODRIGUES, AND J. M. M. REBÊLO. Detection of *Leishmania* DNA and Blood Meal Identification in Sand Flies (Diptera: Psychodidae) From Lençois Maranhenses National Park Region, Brazil. **Journal of medical entomology** 55: p. 445-451, 2018.

FONTELES, R.S.; VASCONCELOS, G. C.; AZEVÊDO, P. C. B.; LOPES, G. N.; MORAES, J. L. P.; LOROSA, E. S, et al. Preferência alimentar sanguínea de *Lutzomyia whitmani* (Diptera, Psychodidae) em área de transmissão de leishmaniose cutânea americana, no Estado do Maranhão, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n.6. p. 647-50. 2009.

FORATTINI, O.P. *Entomologia Médica.* São Paulo: editora Blucher. Editora da Universidade de São Paulo, p. 658. 1973.

FREITAS, V. C. **O processo de interação de *Leishmania (Leishmania) chagasi* com *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* e a importância do lipofosfoglicano (LPG).** Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou. Área de concentração: Doenças Infecciosas e Parasitárias, p. 210. 2010.

GALATI, E. A. B.; NUNES, V. L. B.; BOGGIANI, P. C.; DORVAL, M. E. C.; CRISTALDO, G.; HILDA C ROCHA, H. C.; OSHIRO, E. T. DAMASCENO-JÚNIOR, G. A. Phlebotomines (Diptera: Psychodidae) in forested areas of theSerra da Bodoquena, state of Mato Grosso do Sul, Brazil**. Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 101, n. 2, p. 175-193, 2006.

GALATI, E. A. B.; RODRIGUES, B. L. A review of historical Phlebotominae taxonomy (Diptera: Psychodidae). **Neotropical Entomology**, p. 1-21.2023.

GAMA, M.V.F. **Ciclo de desenvolvimento do flebotomíneo *Lutzomyia longipalpis*.** *Disponível em: https://educare.fiocruz.br/resource/show?id=6wvYesS6#:~:text=Os%20ovos%20de%20flebotom%C3%ADneos%20s%C3%A3o,4%20mm%2C%20durante%20o%20desenvolvimento*. *Acesso em: 04/08/2024.*

GALVIS-OVALLOS, F.; CASANOVA, C.; BERGAMSCHI, D. P. et al. A field study of the survival and dispersal pattern of *Lutzomyia longipalpis* in an endemic area of visceral leishmaniasis in Brazil. **PLOS Neglected Tropical Disease**. 12: e0006333. 2018.

GIBSON, G.; TORR, S. J. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. **Med. Vet. Entomol**, v. 13, p. 2-23, 1999.

GIL, L. H. S.; BASANO, S. A.; SOUZA, A. A.; SILVA, M. G. S.; BARATA, I.; ISHIKAWA, E. A.; et al. Recent Observations on the sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna of the State of Rondônia, Western Amazônia, Brazil: the importance of Psychdopygus davisi as a vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, (98):751–5. 2003.

GOMES, A. C.; GALATI, E. A. B. Aspectos ecológicos da leishmaniose tegumentar americanas. Observação sobre capacidade vetorial flebotominea em ambiente florestal primário

do Sistema da Serra do Ma. Região do Vale do Ribeira. Estado de São Paulo. Brasil. **Rev. Saúde publ.** São Paulo, 23: 136-142. 1989.

GOMES, A. C.; GALATI, E. A. B. flebotomíneos de Londrina, Paraná (Brasil) e observações ecológicas sobre algumas espécies. Ver. **Saúde Pública**, v.11, p. 284-287, 1977.

GODOY, R. E.; ANDRADE, A. J.; SHIMABUKURO, P. H. F.; BRILHANTE, A. F. Sand fly (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) records in Acre, Brazil: a dataset. **Vectors of human disease**, p. 1-7. 2022. (https://doi.org/10. 46471/GIGABYTE_SERIES_0002).

GUIMARÃES-E-SILVA, Antonia Suely. **Ecologia de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) e sua interação com *Leishmania* (Kinetoplastida Tripanosomatidae) e hospedeiros vertebrados em áreas de transmissão de Leishmanioses.** Tese de doutorado apresentada ao curso de doutorado do Programa de Pós graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2016.

GUIMARÃES-E-SILVA, A.S.; SILVA, S.O.; RIBEIRO-DA-SILVA, R. C.; PINHEIRO, V. C. S.; REBÊLO, J.M.N.; MELO, N, M. *Leishmania* infection and blood food sources of phlebotomines in an area of Brazil endemic for visceral and tegumentary leishmaniasis. **PLoS ONE**, v. 12, n. 8, p. 1-19. 2017.

JACOBSON, R. L.; SCHLEIN, Y.; EISENBERGER, C. L. The biology function of sand fly and Leishmania glycosidases. **Med Microbiol Immunol**. 190: p. 51-55, 2001.

JARVIS, E. K.; RUTLEDGE, L. C. Laboratory observations on mating and leklike aggregations in *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). **Journal of medical entomology**, v. 29, p. 171-177, 1992.

KILLICK-KENDRICK, R. *Methods for the study of phlebotomine sand flies*, in The leishmaniases, Peters W, Killick-Kendrick R, Editors. London: Academic Press, v. I. p. 473-497. 1987.

KILLICK-KENDRICK, R. Phlebotomine vectors of leishmaniasis: a review. **Med. Vet. Entomol.** 4: p. 1-24. 1990.

KILLICK-KENDRICK, R.; LEANY, A. J.; READY, P. D. the establishment, maintenance and productivity of a laboratory colony of *Lutzomyia longiplapis* (Diptera: Psychodidae). **J. Med. Entomol**, 13: p. 429-440. 1977.

LAINSON, R. The Neotropical Leishmania species: a brief historical review of their discovery, ecology and taxonomy. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 1, n. 2, p. 13-32, 2010.

LAINSON, R.; SHAW, J. J. Evolution, classification and geographical distribution. *In:* PETERS, W.; KILLICKKENDRICK, R. (eds). **The Leishmaniasis in Biology and Medicine**. London: Academic Press Inc, p.1-120, 1987.

LAWYER, P.; KILLICK-KENDRICK, M.; ROWLANDD, T.; ROWTON, E.; VOLF, P. Laboratory colonization and mass rearing of phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae). **Parasite.** 24: p. 42. 2017.

LAWYER, P. G.; NGUMBI, P. M.; ANJILI, C.O.; ODONGO, S. O.; MEBRAHTU, Y. B.; GITHURE, J. I.; KOECH, D. K.; ROBERTS, C. R. Development of Leishmania major in

Phlebotomus duboscqi and *Sergentomyia schwetzi* (Diptera: Psychodidae). **Am J Trop Med Hyg**, 43(1): 31-43. 1990.

LEMOS, J. C.; LIMA, S. C. Leishmaniose tegumentar americana: flebotomíneos em área de transmissão no Município de Uberlândia, MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 38(1):22-26. 2005.

LEONARDO, F. S.; REBÊLO, J. M. M. A periurbanização de *Lutzomyia whitmani* em área de foco de leishmaniose cutânea, no Estado do Maranhão, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 3, p. 282-284, 2004.

MANN, S.; FRASCA, K.; SCHERRER, S.; HENAO-MARTINEZ, A. F.; NEWMAN, S.; RAMANAN, P.; SUAREZ, J. A. A Review of Leishmaniasis: Current Knowledge and Future Directions. **Current Tropical Medicine Reports**, v. 8, n. 2, p. 1–12, 17 mar. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s40475-021-00232-7

MARTINS, L. M.; REBÊLO, J. M. M.; SANTOS, M. C. F. V. D.; COSTA, J. M. L.; SILVA, A. R. D.; FERREIRA, L. A.. Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. **Cadernos de Saúde Pública** 20: p. 735-743. 2004.

MAYO, R. C.; CASANOVA, C.; MASCARINI, L. M.; PIGNATTI, M. G.; RANGEL, O.; GALATI, E. A. B.; WANDERLEY, D. M. V.; CORRÊA, F. M. A. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área de transmissão de leishmaniose tegumentar americana, no município de Itupeva, região sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 31(4):339-345, jul-ago, 1998.

MISSAWA, N. A.; MACIEL, G. B. M. L. List of species in the genus *Lutzomyia*, França, 1924 (Psychodidae, Phlebotominae) from the State of Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 40(1):11-14, 2007.

MONTEIRO, C. C. **O papel da microbiota intestinal na competência vetorial do *Lutzomyia longipalpis* para a *Leishmania* (*Leishmania*) *infantum chagasi* e a transmissão do parasito ao vertebrado pela picada**. Dissertação (Mestrado em Ciências da saúde) – Programa de Pós-Graduação em Ciencias da Saúde, Centro de Pesquisa René Rachou, Belo Horizonte. 71.f., 2012.

MORALES, A.; BELLO, F.; cardenas, E. Estabelecimiento, mantenimiento y productividad de una colônia de laboratório de lutzomyia spinicrassa Morales, Osorno-Mesa, Osorno y Hoyos, 1969 (Diptera: Psychodidae) em Colombia. Revista Ciencias de La Salud, Bogotá, 3 (2): p. 129-135. 2005.

MURRAY, PATRICK R. **Microbiologia médica**/Patrick R. Murray, Ken S. Rosenthal, Michael A. Pfaller; [tradução Andreza Martins]. -7. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

NERY, L. C. R.; LOROSA, E. S.; FRANCO, A. M. R. Feeding preference of the sand flies *Lutzomyia umbratilis* and *L. spathotrichia* (Diptera: Psychodidae. Phlebotominae) in an urban forest patch in the city of Manaus, Amazonas, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**; 99: p. 571-4. 2004.

NIGAM, Y.; WARD, R. D. The effects of male sandfly pheromone and host factors as attractants for female Lutzomyia longipalpis. **Physiological Entomology**, 16, p. 305- 312. 1991.

OLIVEIRA-PEREIRA, Y. N.; REBÊLO, J. M. M.; MORAES, J. L. P.; PEREIRA, S. R. F. Diagnóstico molecular da taxa de infecção natural de flebotomíneos (Psychodidae, *Lutzomyia*) por *Leishmania* sp na Amazônia maranhense. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 39(6), 540–543. 2006. https://doi.org/10.1590/S0037-86822006000600000.

OLIVEIRA, S. P. **Manejo ambiental para o controle vetorial da leishmaniose visceral em áreas endêmicas do município de Mossoró Rio Grande do Norte**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em ambiente, tecnologia e sociedade da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, 51f. 2021.

OKU, V. J. A. **Análise da distribuição dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) no Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 117 f. 2023.

OPAS - **Organização Pan- Americana da Saúde. Leishmanioses**. Informe Epidemiológico

das Américas, dezembro 2020. Disponível em: https://www.paho.org/pt/documentos/leishmanioses-informe-epidemiologico-das-americas-dezembro-2020-0.

OPAS - **Organização Pan- Americana da Saúde. Leishmanioses**. Informe Epidemiológico das Américas. 2022 Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56832/OPASCDEVT220021_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05/05/2023.

OSHAGHI, M. A.; MCCALL, P. J.; WARD, R. D. Response of adult sandflies, Lutzomyia longipalpis (Diptera: Psychodidae), to sticky traps baited with host odour and tested in the laboratory. **Ann Trop Med Parasitol**, 88(4):439-444. 1994.

PEREIRA-FILHO, A. A.; FONTELES, R. S.; BANDEIRA, M. D. C. A.; MORAES, J. L. P.; REBÊLO, J. M. M.; MELO, M. N. Molecular Identification of *Leishmania* spp. in Sand Flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Journal of medical entomology** 55: p. 989-994. 2018.

PEREIRA JÚNIOR, A. M.; RODRIGUES, M. M. S.; MEDEIROS, J. F. Updating the knowledge of sand flies (Diptera, Psychodidae) in Rondônia State, Brazil. **Biodiversity Data Journal.** 2022. 10: e90015. https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e90015

PESSOA, S. B.; BARRETO, M. P. *Leishmaniose Tegumentar Americana.* Rio de Janeiro: Imprensa Nacional/São Paulo: Serviço de Parasitologia, Departamento de Medicina, Faculdade de São Paulo 1948.

PINTO, M. C.; CAMPBELL-LENDRUM, D. H.; LOZOVEI, A. L.; TEODORO, U.; DAVIES, C. R. Phlebotomine sandfly responses to carbon dioxide and human odour in the field. **Med Vet Entomo**l, 15(2):132-139. 2001.

PINTO, C. S.; ALVES, V. R.; SANTOS, W. S.; GARCEZ, L. M. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) do nordeste do Pará, Brasil, com expansão da distribuição conhecida de *Evandromyia andersoni*. **Rev Pan-Amaz Saude** [online], v.14. p. 1-5. 2023.

QUINNELL, R. J.; DYE, C. Correlates of the peridomestic abundance *of Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Amazonian Brazil. **Med. Vet. Entomol**. 8: 219–224. 1994.

RAMOS, W. R.; MEDEIROS, J. F.; JULIÃO, G. R.; RÍOS-VELÁSQUEZ, C. M.; MARIALVA, E. F.; DESMOULIÉRE, S. J. M. 2014. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversity in an Amazonian rural settlement, Brazil**. Acta. Trop**. 139: p. 44–52. 2014.

REBÊLO, J. M. M.; MENDES, W. A.; COSTA, J. M. L.; CAVALEIRO, N. Lista preliminar das espécies do gênero Lutzomyia Franá, 1924 (Phlebotominae, Psychodidae) do Estado do Maranhão-Brasil. **Caderno Saúde Pública,** 12, p. 37-45. 1996. https://doi.org/10.1590/S0102311X1996000400014

REBÊLO, J. M. M.; LEONARDO, F. S.; COSTA, J. M. L.; PEREIRA, Y. N. O.; SILVA, F. S. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** 15: p. 623-630. 1999a.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S. T.; SILVA, F. S.; BARROS, V. L. L.; COSTA, J. M. L. Sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Amazônia of Maranhão. V. Seasonal occurrence in ancient colonization area and endemic for cutaneous leishmaniasis. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 107-115, 2001a.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA-PEREIRA, Y. N. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de matas de terra firme e de várzea, do município de Paragominas, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica,** v.31, n. 1, p. 145-154. 2001.

REBÊLO, J. M. M.; ROCHA, R. V.; MORAES, J. L. P.; SILVA, C. R. M.; LEONARDO, F. S.; ALVES, G. A. The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 3, p. 494-500, 2010.

REBÊLO, J. M. M.; ROCHA, R. V.; MORAES, J.L.P.; SILVA, C. R. M.; LEONARDO, F. S.; ALVES, G. A. Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Eastern Amazonia. **Journal of Medical Entomology**. v. XX, n. XX, p. 1–9. 2019.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S. T.; BARROS, V. L. L.; SILVA, F. S. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu, Amazônia maranhense. I - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização recente**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 33: 1119. 2000a.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S.T.; BARROS, V. L. L.; SILVA, F. S. Flebotomíneos da Amazônia maranhense. IV - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização antiga. **Entomologia y Vectores**, 7: 6172. 2000b.

REBÊLO, J. M. M.; BANDEIRA, M. C. A.; MORAES, J. L. P.; BOAS, I. V.; FONTELES, R. S.; CRUZ, L. D.; RODRIGUES, B. L. Seasonal dynamics of sand flies in Lençóis Maranhenses National Park: a tourist destination and endemic area for leishmaniasis. **Journal of Medical Entomology,** v. 61, Issue 4, 2024.

RESADORE, F. et al. Estratificação vertical da fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e detecção molecular de Leishmania (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) em áreas de florestas

nos municípios de Porto Velho e Itapuã d'Oeste, Rondônia, Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 54., 2018, Olinda, Pernambuco ...Olinda, Pernambuco: **Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2018. 1 p. pôster.

RODRIGUES, B. C. **Estudo de coorte retrospectivo comparativo sobre o uso da N-metilglucamina intralesional e sistêmica no tratamento da forma cutânea da leishmaniose tegumentar americana com predominância *de L. (V.) braziliensis***. 2020. 80 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas)—Universidade de Brasília, Brasília. 2020.

RODRIGUES, B. L.; GALATI, E. A. B. New sand fly (Diptera, Psychodidae) records and COI DNA barcodes in the state of Maranhão, Eastern Amazon, Brazil. **Acta Tropica**, v. 250, p. 107095, 2024. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.107095

SALES, N. M. C.; JUNIOR, A. S. S.; MACHADO, T. O. Antropização x Circulação Enzoótica de *Leishmania* spp. em duas Áreas de uma Capital Brasileira Planejada: Palmas. In.: VI Jornada de Iniciação Científica e Extensão. Instituto Federal de Tocantins. 2015. Tocantins. **Artigo publicado em anais**. p. 1-7, 2015.

SALOMÓN, O. D.; BASMAJDIAN, Y.; FERNÁNDEZ, M. S.; SANTINI, M. S. *Lutzomyia longipalpis* in Uruguay: the first report and the potential of visceral leishmaniasis transmission. Mem. **Inst. Oswaldo Cruz**, v.106, n. 3, p 381-382. 2011.

SANTOS, E. F. M. **BIONOMIA DE *Migonemyia migonei* (DIPTERA, PSYCHODIDAE, PHLEBOTOMINAE) EM CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.** Dissertação (Mestrado em Biologia da Interação Patógeno- Hospedeiro) – Instituto Leônidas e Maria Deane, 73f. 2019.

SENNE, N. A. **Ecologia e epidemiologia de flebotomíneos circulantes em áreas endêmicas no município de Seropédica, Rio de Janeiro**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Seropédica, Rio de Janeiro, 66f. 2018.

SECETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO MARANHÃO. **ALERTA/PROGRAMA DE VIGILÂNCIA E CONTROLE DAS LEISHMANIOSES.** Disponível em: https://www.saude.ma.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/ALERTA-LEISHMANIOSE.pdf

SCHLEIN, Y.; JACOBSON, R. Sugar meals and longevity of the sandfly Phlebotomus papatasi in na arid focus of Leishmania major in the Jordan Valley. **Med Vet Entomol**, v. 13, p. 65-71, 1999.

SCHLEIN, Y.; WARBURG, A. Phytophagy and the feeding cycle of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae) under experimental conditions. **Journal of Medical Entomology,** v. 23, p. 11-15. 1986.

SHAW, J. J. How climatic and enviromental variations affect the ecoepidemiology of the leishmaniase and their control. In: III Workshop de genética e biologia molecular de insetos vetores de doenças tropicais **– Entomol.** 3. Pernambuco, Brasil: 2008. p. 13-17.

SHERLOCK, I. A. A importância dos flebotomíneos. In: Flebotomíneos do Brasil. **Fiocruz,** Rio de Janeiro, p. 15-21. 2003.

SHERLOCK, I. A.; SHERLOCK, V. A. Métodos práticos para criação de flebotomíneos em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, 32: 209–217. 1972.

SHERLOCK, I. A.; SHERLOCK, V. A. Sobre a infecção experimental do Phlebotomus longipalpis pela Leishmania donovani. **Revista Brasileira de Biologia**, 21: 409- 418. 1961.

SILVA, A. R.; MARTINS, G.; MELO, J.E.M.; ARAÚJO, P.; MENDES, M.G. Surto epidêmico de Leishmaniose Tegumentar Americana ocorido na colinização agrícola de Burticupu (estado do Maranhão), Brasil. **Rev. Inst. Med. Trop.** 21: p. 1-62. 1979.

SILVA, A. R.; MENDES, J.R.; RODRIGUES, M. L. M.; RODRIGUES, Z.S.; CARVALHO, F. M. P.; MELO, et al. 1981. Leishmaniose cutânea difusa (LCD): registro de um caso em Buriticupu, Estado do Maranhão, **Brasil. Rev. Inst. Med. Trop** 23: p. 5-31. 1981.

SILVA, D. F.; VASCONCELOS, S. D. Flebotomíneo em fragmentos de Mata Atlântica na Região Metropolitana do Recife, PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.** 38, n. 3, p. 264-266. 2005.

SILVA, R. C. R. **Estudo da capacidade e competência de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) como vetor de *Leishmania (Leishmania) amazonensis.*** Programa de pós graduação em ciências da saúde. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

SILVA, A. P. O. **Levantamento da fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em área endêmica para leishmaniose tegumentar americana na região metropolitana de Recife, Pernambuco.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Recife, BR-PE, 55f. 2017.

SMITH, R. O. A.; HALDER, K. C.; AHMED, I. Further investigations on the transmission of kalaazar. Part HI: The transmission of kala-azar by the bite of the sandfty P. argentipes. **Indian Journal of Medical Research**, 28: 585-591. 1940.

SMITH, R. O. A.; HALDER, K. C.; AHMED, I. Further investigations on the transmission of kalaazar. Part VI: A second series of transmissions of L. donovani by P. argentipes. **Indian Journal of Medical Research**, 29: 799-802. 1941.

SOUZA, N. A.; ANDRADE-COELHO, C.A.; VILELA, M. L., PEIXOTO, A. A.; RANGEL, E. F. Seasonality of Lutzomyia intermedia and Lutzomyia whitmani (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), ocurring sympatrically in Area of Cutaneous Leishmaniasis in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** 97(6): 759-765, 2002.

SOARES, O. S. R. **Uso de Código de Barras de DNA para estudo da Fauna de Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) no estado de Tocantins, Brasil.** Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Tocantins, Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, 50f. 2023.

TEODORO, U.; FILHO, V. LA S.; LIMA, E. M.; MISUTA, N. M.; VERGINASSI, T. G.; FERREIRA, M. E. M. C. Leishmaniose tegumentar americana: flebotomíneos de área de transmissão no Norte do Paraná, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, 25 (2), p. 129-33. 1991.

TESH, R. B. *The genus Phlebovirus and its vectors*. Annual Review of Entomology, Palo Alto, 33, p. 169-181. 1988.

THIES, S. F.; MENEGATTI, J. A.; MORAES, S. C.; MIRIAN FRANCISCA MARTINS, M. F. Lista das espécies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e distribuição espacial das

principais espécies vetoras de leishmanioses no estado de Mato Grosso, Brasil**. Rev Pan Amaz Saúde**, p. 1-14. 2023.

TOJAL DA SILVA, A. C.; CUPOLILLO, E.; VOLPINI, A. C.; ALMEIDA, R.; ROMERO, G. A. Species diversity causing human cutaneous leishmaniasis in Rio Branco, state of Acre, Brazil. **Trop Med Int Health**, 11: 1388-98. 2006.

TONELLI, G. B. **Estudo de flebotomíneos em Lassance, Minas Gerais, Brasil: visão epidemiológica, ecológica e perspectivas para o complexo *Lutzomyia longipalpis*.** 2021. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde - Área de concentração: Transmissores de Patógenos)- Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Belo Horizonte, 108 f. 2021.

TOLEZANO, J. E.; TANIGUCHI ELIAS, C. R.; Lorosa, R. Epidemiologia da leishmaniose tegumentar americana (LTA) no estado de São Paulo. III. Influência da ação antrópica na sucessão vetorial da LTA. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 66: p. 709-717. 2001.

VALDERRAMA, A.; TAVARES, M. G.; ANDRADE FILHO, J. D. Anthropogenic influence on the distribution, abundance and diversity of sandfly species (Diptera: Phlebotominae: Psychodidae), vectors of cutaneous leishmaniasis in Panama. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 8, p. 1024–1031, 2011.

VASCONCELOS, S. A. **Leishmanioses no município de Altos, Piauí: Epidemiologia, distribuição espacial dos casos e estudo da fauna flebotomínea.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical, Instituto Oswaldo Cruz, 230f. 2022.

VEXENAT, J. A.; MIRANDA, A. C.; UNRUH, R. S.; TAVARES, C. T. Fauna flebotomínica do Distrito Federal, região Centro-Oeste. **Multitemas,** (6). 2016. https://doi.org/10.20435/multi.v0i6.1292

VIEIRA, V. R.; AZEVEDO, A. C.; ALVES, J. R.; GUIMARÃES, A. E.; AGUIAR, G. M. Ecological Aspects of Phlebotomine Sand Flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Areas of American Cutaneous Leishmaniasis, in the Municipality of Paraty, Rio de Janeiro, Brazil. I-Index of Abundance by Location and Type of Capture. **Journal of Medical Entomology**, v. 52, n. 5, p. 886-95, 2015.

VILELA, M. L.; AZEVEDO, C. G.; CARVALHO, B. M.; RANGEL, E. F. Phlebotomine Fauna (Diptera: Psychodidae) and Putative Vectors of Leishmaniases in Impacted Area by Hydroelectric Plant, State of Tocantins, Brazil. **PLoS ONE**. v. 6, p. 1-7, 2011.

WARBURG, A.; FAIMAN, R. Research priorities for the control of phlebotomine sand flies. **Journal of Vector Ecology,** 36: p. 10–16. 2011.

WHO - **World Health Organization. Leishmaniasis**. 2023. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/leishmaniasis#tab=tab_1. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

XIMENES, M.F.F.M.; CASTELLÓN, E.G.; SOUZA, M. F.; FREITAS, R.A.; PEARSON, R.D.; WILSON, M.E.; JERÔNIMO, S. M. B. Distribution of phlebotomine sand fl ies (Diptera:Psychodidae) in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. J**. Med. Entomol**. 37: 162-169. 2000.

YOSHIDA, E. L. A.; MARQUES, S. A.; STOLF, H. O.; BARSOTTI, L. A.; BUENO, M. M. F.; SOGAYAR, R. Infecção natural de Equus caballus por Leishmania sp-São Paulo, Brasil (Breve comunicação científica). **Rev Inst Med Trop São Paulo**, v. 30, n. 2, p. 79-80, 1988.

YOUNG, D. G.; DUCAN, M. A. Guide to the identifications and geographic distribuition of *Lutzomyia* sand flies in México, the Wes Indices, Central and South America (Diptera: Psychodidade). **Memoirs of the American Entomological Institute,** n. 54, p. 1-881, 1994.

ANEXOS

ARTIGO SUBMETIDO A REVISTA SCIENTIA PLENA

SCIENTIA PLENA
www.scientiaplena.org.br
VOL. 20, NUM. 05 2024
doi: 10.14808/sci.plena.2024.058001

Richness and abundance of sand fly species in human settlements and degraded forest fragments in Maranhense Amazon

Riqueza e abundância de espécies de flebotomíneos em assentamentos humanos e fragmentos florestais degradados na Amazônia Maranhense

J. de M. Nascimento[1], J. L. P. Moraes[1,2], M. C. A. Bandeira[2,3*], J. W. de J. Azevedo[1], J. M. M. Rebelo[1,2,3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão, 66075-110, São Luis, Brasil
[2]Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil
[3]Laboratório de Entomologia de Vetores, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses 1966, Campus do Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil

**mariza_bandeira@hotmail.com*
(Recebido em 28 de agosto de 2023; aceito em 06 de maio de 2024)

ARTIGO SUBMETIDO A REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Sazonalidade de flebotomíneos (*Diptera, Psychodidae*) em áreas florestais degradadas na Amazônia oriental

Seasonality of flebotomines (*Diptera, Psychodidae*) in degraded forest areas in the eastern Amazon

Estacionalidad de flebotominos (*Diptera, Psychodidae*) en áreas bosques degradadas de la Amazonía oriental

DOI: 10.54033/cadpedv21n7-013

Originals received: 05/31/2024
Acceptance for publication: 06/21/2024

Janilde de Melo Nascimento
Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Maranhão
Endereço: São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil
E-mail: jad-nasci@hotmail.com

Jorge Luiz Pinto Moraes
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Maranhão
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: moraes2entomologia@yahoo.com.br

Maria da Conceição Abreu Bandeira
Doutoranda em Biologia Parasitária
Instituição: Instituto Oswaldo Cruz, Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: marizabandeira@hotmail.com

Valéria Cristina Soares Pinheiro
Doutora em Ciências Biológicas (Entomologia)
Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Endereço: Caxias, Maranhão, Brasil
E-mail: vc_pinheiro@hotmail.com

José Manuel Macário Rebêlo
Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia)
Instituição: Universidade Federal do Maranhão
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: jose.macario@ufma.br