



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação

**INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO E DA SAZONALIDADE
NA ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE FLEBOTOMÍNEOS
EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO MISTA DE FLORESTA,
CERRADO E MATA DOS COCAIS**

THAMIRES COELHO DOS SANTOS

SÃO LUÍS/MA

2021

THAMIRES COELHO DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO E DA SAZONALIDADE
NA ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE FLEBOTOMÍNEOS
EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO MISTA DE FLORESTA,
CERRADO E MATA DOS COCAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo.

SÃO LUÍS/MA

2021

Thamires Coelho dos Santos

Influência do desmatamento e da sazonalidade na estrutura de comunidades de flebotomíneos em áreas de vegetação mista de floresta, cerrado e mata dos cocais. / Thamires Coelho dos Santos – São Luís: MA, 2021.

93 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, 2021.

THAMIRES COELHO DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO E DA SAZONALIDADE
NA ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE FLEBOTOMÍNEOS
EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO MISTA DE FLORESTA,
CERRADO E MATA DOS COCAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Adalberto Pereira Filho
Departamento de Parasitologia da UFMG.

Prof. Dr. Lívio Martins Costa Junior
Universidade Federal do Maranhão

“A inovação está ao seu redor. Você vê o que alguém já está fazendo, adapta isto ao seu local e eleva a novos níveis. Este processo nunca para.”

Jack Welch

Dedico esta conquista à minha mãe que é símbolo de força e luta, bem como aos que compartilham comigo esta realização.

AGRADECIMENTOS

Muito obrigada,

Primeiramente à Deus, a meus pais, em especial a minha mãe Telma Barros, pelo apoio e suporte afetivo para que eu pudesse concluir essa jornada.

À minha irmã Thaiane Coelho por acreditar nos meus sonhos, auxiliar no meu crescimento profissional, incentivar na minha formação em Design Gráfico, em especial no setor de ilustração científica. Grata por tornar realidade a startup Your Science Scientific Illustration, com dedicação e comprometimento com a popularização científica.

À minha madrinha Elisabeth Ribeiro por toda a ajuda que tem dado a mim e à minha família durante todos esses anos.

Minha expressa gratidão ao Prof. Dr. Macário Rebêlo por ter me acolhido no Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV), cedendo a estrutura para o meu aprendizado. Obrigada por dar espaço para que eu pudesse desenvolver minhas habilidades e pela orientação com excelência durante o tempo de execução desta pesquisa, sem dúvidas foi um grande marco na minha vida. Aos ensinamentos e os momentos que doou seu tempo e compartilhou conhecimentos para o meu crescimento profissional. Tenho grande admiração pelo pesquisador e profissional que és.

Ao Dr. Jorge Moraes por conceder os dados necessários para a realização desta dissertação. Agradeço pelos ensinamentos passados durante meu estágio na Secretaria de Estado da Saúde no Departamento das Leishmanioses, o qual considero o início da minha trajetória na ecologia de flebotomíneos. Grata pela ação dos técnicos entomologistas do Ministério da Saúde Francisco Santos Leonardo e Erlen Rejane Silva Costa, responsáveis pelas coletas nos municípios de estudo, e parabenização aos serviços prestados ao estado do Maranhão para a melhoria do sistema de saúde. Aos moradores dos povoados Bom Jesus e Santana IV, que concederam espaço em suas residências para as coletas de flebotomíneos.

À Mariza Bandeira que me acolheu e me mostrou os caminhos iniciais para a elaboração desta pesquisa, auxiliando principalmente emocionalmente nos momentos de dificuldades. Obrigada por esclarecer minhas dúvidas sempre que solicitada, e por todas as sugestões que me possibilitaram novas perspectivas na elaboração deste estudo.

Aos professores que contribuíram para a minha formação em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Maranhão.

A todos os meus colegas de turma, em especial Juliana Brito e Talita Freire, por transformarem esse difícil percurso em lembranças nostálgicas e por tornar os momentos especiais. Vocês são incríveis!

Aos amigos que o Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV) me deu, Aline Fernandes, Jesiel Pablo, Anna Vanniezy, João Coutinho e Rosa Christina que tornaram essa jornada leve, agradável e cheio de trocas científicas. Obrigada pelos conhecimentos compartilhados em laboratório e em campo. Parabênz em especial Aline Rios por sempre estar disposta a ajudar, apontando os caminhos desde o início até a conclusão desta dissertação.

À Universidade Federal do Maranhão, por meio do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação pela contribuição na formação de novos pesquisadores. Ao Prof. Dr. Bruno Barreto, que acompanhou a criação e desenvolvimento do I Simpósio de Biodiversidade e Conservação (ISHA), que considero o marco inicial na minha passagem dentro do programa para o surgimento de perspectivas no setor de inovação e tecnologia.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) por fornecer a bolsa de estudo, bem como pelo acompanhamento da startup Your Science Scientific Illustration sob incubação no Edital do Programa Centelha | MA, motivo de grande alegria e perspectivas de contribuição e visibilidade da produção científica no Estado.

Por fim, a todos que fazem parte da minha vida e aos que contribuíram para a realização desse sonho.

Gratidão é a palavra que mais expressa os meus sentimentos nessa fase de conclusão desta etapa.

Obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	11
1 APRESENTAÇÃO GERAL	17
2. INTRODUÇÃO	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 Classificação e distribuição.....	20
3.2 Morfologia.....	20
3.3 Ciclo biológico do vetor.....	21
3.4 Ecologia de flebotomíneos: habitat, dispersão e hábito alimentar.....	24
3.5 Espécies de flebotomíneos de interesse em saúde.....	24
3.6 Leishmanioses.....	25
3.7 Agentes etiológicos.....	27
3.8 Reservatórios.....	27
3.9 O cerrado e a degradação vegetal.....	28
3.10 As mudanças climáticas e a distribuição de flebotomíneos.....	29
4. OBJETIVOS	31
4.1 Geral.....	31
4.2 Específicos.....	31
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	32
CAPÍTULO II	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAIS E MÉTODOS	41
Área de estudo.....	41
Coleta de flebotomíneos e processo de identificação.....	43
Análise estatística.....	44
RESULTADOS	45
Riqueza e abundância das espécies.....	45
Espécies dominantes.....	45
Associação com ambientes.....	46
Índices de diversidade e similaridade entre as áreas.....	47
DISCUSSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

ANEXOS.....	56
CAPÍTULO III	62
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
Área de estudo.....	64
Coleta de flebotomíneos e processo de identificação.....	65
Análise estatística.....	66
RESULTADOS.....	66
Riqueza sazonal	66
Abundância sazonal.....	67
Similaridade entre as estações.....	69
Ranque de dominância sazonal dos flebotomíneos	69
Diversidade sazonal.....	69
Frequência mensal dos flebotomíneos.....	69
DISCUSSÃO.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CDC	Center on Disease Control
DCZ	Departamento de Controle de Zoonoses
DNA	Ácido desoxirribonucleico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
L.	Lutzomyia
LEV	Laboratório de Entomologia e Vetores
LTA	Leishmaniose Tegumentar Americana
LVA	Leishmaniose Visceral Americana
MA	Maranhão
NUGEO	Núcleo Geoambiental
SES	Secretaria de Estado de Saúde do Estado do Maranhão
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
WHO	World Health Organization
WWF	World Wildlife Fund

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1 – Municípios do Maranhão com maior área de desmatamento no bioma Cerrado, no período 2009-2010.....	29
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Números de espécimes de flebotomíneos capturados nos ambientes rurais e na mata, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão de maio/2012 a abril/2014....	56
--	----

Tabela 2 – Números de espécimes de flebotomíneos capturados nos ambientes silvestres (fragmentos florestais) e antropizados (intra e peridomicílios) dos municípios de Caxias e Codó, Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....	58
---	----

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Números de flebotomíneos capturados nos municípios de Caxias e Codó, nas estações chuvosa e seca, Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....	66
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 – <i>Lutzomyia longipalpis</i> . Fonte: Frank Collins, CDC, 2006.....	20
Figura 2 – Ciclo de vida de flebotomíneos (Adaptado de Valença, 2015).....	22
Figura 3 – Ilustração de dimorfismo sexual de flebotomíneos.	23
Figura 4 – Fotos de dimorfismo sexual de flebotomíneos.....	23

CAPÍTULO II

Figura 1 – Localização da área de estudo, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, e os pontos de coleta de flebotomíneos nos intradomicílios, peridomicílios e extradomicílios, de maio/2012 a abril/2014. MapBiomas: https://mapbiomas.org/ para as regiões de coleta.....	55
Figura 2 – Espécies dominantes de flebotomíneos capturados nos ambientes intra, peri e extradomiciliares (floresta), de maio/2012 a abril/2014, nos municípios de Caxias (acima) e Codó (abaixo), de acordo com o índice de Kato.....	57
Figura 3 – Perfil de diversidade de Renyi, mostrando os índices de Simpson e Shannon, para flebotomíneos capturados nos fragmentos florestais (M) e nos peridomicílios (P) e intradomicílios (I), no município de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.....	59
Figura 4 – Dendograma com base no índice de similaridade de Bray Curtis, mostrando as relações dos flebotomíneos entre os ambientes florestais (M) e nos peridomicílios (P) e intradomicílios (I), no município de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.....	60

CAPÍTULO III

Figura 1 – Localização da área de estudo, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, e os pontos de coleta de flebotomíneos nos intradomicílios, peridomicílios e extradomicílios, de maio/2012 a abril/2014. MapBiomas: https://mapbiomas.org/ para as regiões de coleta.....	74
Figura 2 – Números percentuais de flebotomíneos capturados nas estações chuvosa (barras escuras) e seca (barras claras) no município de Codó (a) e Caxias (b), Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....	75

- Figura 3** – Dendograma resultando da análise de similaridade de Bray Curtis, demonstrando a relação existente entre as áreas e respectivas estações seca e chuvosa para os municípios de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.....76
- Figura 4** – Ranque de dominância das espécies de flebotomíneos nas estações chuvosa e seca no município de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.....77
- Figura 5** – Perfil de diversidade apresentado pela série de Renyi, com base nos índices de Simpson e Shannon, demonstrando as áreas de estudo e estações, onde RainyCo e RainyCa equivale a chuvosa e DryCo e DryCa a seca, para os municípios de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.....78
- Figura 6** – Distribuição mensal dos números de flebotomíneos capturados e dos valores médios da temperatura e valores absolutos da precipitação pluviométricas de maio/2012 a abril/2014 nos municípios de Caxias e Codó, Maranhão, Brasil.....79

RESUMO

Introdução/Justificativa. Os flebotomíneos são insetos hematófagos de relevância médica e veterinária responsáveis pela transmissão das leishmanioses. O gênero *Lutzomyia* é o mais diversificado, abundante e de importância epidemiológica; suas espécies estão amplamente distribuídas nas Américas e em todo território brasileiro, apresentando grande desenvolvimento nos ecossistemas florestais. No Maranhão a cobertura vegetal original sofreu intensa degradação ao longo do tempo, resultando em fragmentos de florestas secundárias, entre extensas áreas destinadas à agropecuária e urbanização. Essas modificações vêm causando alterações na comunidade de flebotomíneos. **Objetivo.** O objetivo deste estudo foi verificar se a estrutura da comunidade de flebotomíneos muda de acordo com o tipo de ambiente e estações do ano. **Metodologia.** A área de estudo incluiu dois povoados rurais: Bom Jesus (município de Caxias), onde foram selecionados dois fragmentos florestais degradados, dois peridomicílios e dois intradomicílios; Santana IV (município de Codó), com dois fragmentos florestais mais conservados, dois peridomicílios e dois intradomicílios. Em cada ambiente foi instalada uma armadilha luminosa CDC, das 18 às 6 horas, uma vez por mês, no período de maio/2012 a abril/2014. O esforço de captura foi de 12 armadilhas x 12 horas x 24 meses = 3.456 horas. **Resultados.** Foram encontradas 36 espécies, sendo as mais abundantes *L. whitmani* (50,69%), *L. longipalpis* (22,33%), *L. evandroi* (5,45%) e *L. walkeri* (4,69%), *L. lenti* (3,38%) e *L. termitophila* (2,26%). As outras 30 espécies apresentaram baixa densidade, ou seja, menos de 2% cada uma. A riqueza de espécies foi maior na área mais conservada (30 espécies), sendo que a mata contribuiu com maior número de espécies (25), que também foi significativo no intradomicílio (19) peridomicílio (20). Na área menos conservada foram encontradas apenas 17 espécies, distribuídas no intradomicílio (16 espécies), peridomicílio (14) e na mata (13). No cômputo geral, os flebotomíneos prevaleceram na estação seca e nos peridomicílios, em ambas as áreas, em função da grande concentração de animais domésticos disponíveis nos quintais, os quais funcionam como importantes fontes de sangue para as fêmeas desses insetos vetores de leishmanioses. **Conclusão.** A maior conservação da vegetação no entorno do povoado de Codó, justifica a maior riqueza de espécies nessa área, quando comparado com o estado mais degradado da cobertura vegetal do povoado de Caxias. A redução das florestas pelo conjunto das atividades humanas, afeta a estrutura da comunidade flebotomíneos. O estabelecimento de assentamentos rurais nas vizinhanças de áreas florestais degradadas vem propiciando a adaptação de espécies de flebotomíneos nesses novos ambientes o que justifica a maior abundância de flebotomíneos na localidade de Caxias, com mais tempo de implantação.

Palavras-chave: *Lutzomyia*; vetor biológico; degradação ambiental; desmatamento; cobertura vegetal.

ABSTRACT

Introduction/Justification. Sandflies are hematophagous insects of the doctor and veterinarian responsible for the transmission of leishmaniasis. The *Lutzomyia* genus is the most diversified, abundant and of epidemiological importance; its species are distributed in the Americas and throughout Brazilian territory, great development in forest ecosystems. In Maranhão, the original vegetation cover suffered intense degradation over time, damaging fragments of secondary forests, between extensive areas destroyed by agriculture and urbanization. These changes cause changes in the sandfly community. **Objective.** The objective of the study was to verify if a structure of the sandfly community changes according to the type of environment and seasons. **Methodology.** A study area included two rural villages: Bom Jesus (municipality of Caxias), where two degraded forest fragments, two peridomiciliary houses and two intradomicile houses were selected; Santana IV (Codó municipality), with two more conserved forest fragments, two peridomiciliary houses and two intra-households. In each environment installed a CDC light trap, from 6 pm to 6 am, once a month, from May / 2012 to April / 2014. The capture effort was 12 traps x 12 hours x 24 months = 3,456 hours. **Results.** 36 species were found, the most abundant being *L. whitmani* (50.69%), *L. longipalpis* (22.33%), *L. evandroi* (5.45%) and *L. walkeri* (4.69%), *L. lenti* (3.38%) and *L. termitophila* (2.26%). The other 30 species showed low density, that is, less than 2% each. Species richness was greater in the most conserved area (30 species), and the forest contributed with a greater number of species (25), which was also significant in the home (19) peridomicile (20). In the less conserved area, only 17 species were found, distributed in the home (16 species), peridomicile (14) and in the forest (13). Overall, sandflies prevailed in the dry season and in peridomiciliary areas, in both areas, due to the large concentration of domestic animals available in backyards, which function as important blood sources for the females of these leishmaniasis vector insects. **Conclusion.** The greater conservation of vegetation around the village of Codó, justifies the greater richness of species in this area, when compared to the more degraded state of vegetation cover in the village of Caxias. The reduction of forests by human activities as a whole affects the structure of the sand fly community. The establishment of rural settlements in the vicinity of degraded forest areas has led to the adaptation of species of sandflies in these new environments, which justifies the greater abundance of sandflies in the city of Caxias, with more time of implantation.

Key-words: *Lutzomyia*; biological vector; Ambiental degradation; logging; vegetal cover.

1. APRESENTAÇÃO GERAL

A presente dissertação intitulada “Influência do desmatamento e da sazonalidade na estrutura de comunidades de flebotomíneos em áreas de vegetação mista de floresta, cerrado e mata dos cocais” é apresentada em três capítulos: o capítulo I contém uma revisão de literatura com 10 tópicos, sendo eles: Classificação e distribuição; Morfologia; Ciclo biológico do vetor; Ecologia de flebotomíneos: habitat, dispersão e hábito alimentar; Espécies de flebotomíneos de interesse em saúde; Leishmanioses; Agente etiológicos; Reservatórios; O cerrado e a degradação vegetacional; As mudanças climáticas e a distribuição de flebotomíneos. O capítulo II compreende o Artigo 1: A degradação das florestas e a domiciliação dos flebotomíneos em áreas de vegetação mista de floresta, cerrado e cocal; e o Capítulo III compreende o Artigo 2. Influência da sazonalidade na estrutura de comunidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em áreas florestais degradadas.

A dissertação foi elaborada de acordo com as diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC), pelas regras da ABNT. Para o capítulo correspondente ao artigo I, considerou-se as normas da revista *Journal of Medical Entomology* e para o artigo II adotou-se as normas do *Journal of Vector Ecology*.

2. INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) são insetos de grande relevância médica e veterinária. Em particular, são vetores de protozoários parasitas do gênero *Leishmania* (Trypanosomatidae), os agentes causadores das leishmanioses, um grupo de doenças que afetam milhares de pessoas em todo o mundo (WHO, 2010).

Nas Américas as leishmanioses são classificadas em duas formas principais: a leishmaniose visceral americana (LVA) e a leishmaniose tegumentar americana (LTA). A LVA é o tipo mais grave das leishmanioses que atinge as vísceras e pode levar a óbito o indivíduo, quando não se institui o tratamento adequado (BRASIL, 2014). A LTA afeta a pele e as mucosas e assume formas que podem determinar lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo (GONTIJO; CARVALHO, 2003).

O Brasil é responsável por 90% dos casos dessas enfermidades registrados na América Latina, sendo considerado o terceiro país com maior ocorrência no mundo (BERN; MAGUIRE; ALVAR, 2008). Portanto, as leishmanioses representam um grande problema de saúde pública e seu controle parece estar longe da realidade (BRASIL, 2014). Assim, o conhecimento sobre a fauna de flebotomíneos é fundamental para fornecer informações básicas para os formuladores de políticas de saúde pública para o desenvolvimento de programas de controle das leishmanioses.

Espécies de flebotomíneos têm a capacidade de se adaptar a diferentes habitats, tanto em ecossistemas florestais como em cerrado. Estes dípteros se distribuem naturalmente nos ecossistemas silvestres, mas a diversidade de espécies encontradas próximas de habitações humanas, com plasticidade frente às mudanças trazidas pelo homem, tem contribuído para a sua peridomiciliação e urbanização da leishmaniose (REBÊLO *et al.*, 2019).

O conhecimento da variação na estrutura da comunidade de flebotomíneos é importante devido ao impacto que causa na saúde humana. Uma maneira de entender a importância desses dípteros é através da descrição da variação em suas comunidades no espaço e no tempo. Nos ambientes naturais os flebotomíneos adultos ocorrem em diferentes habitats, onde interagem com os seus hospedeiros. A depender da espécie e das condições do habitat, podem ser encontrados no chão e no dossel das florestas, em ninhos e tocas de mamíferos, em ocos de troncos e debaixo de raízes das árvores, em fendas de rochas etc. (YOUNG; DUNCAN, 1994). Em geral, o período de atividade dos flebotomíneos varia do anoitecer ao amanhecer, com a busca de repouso e proteção durante a maior parte do dia.

As alterações trazidas pela fragmentação florestal podem afetar a quantidade de recursos disponíveis para os flebotomíneos adultos e / ou suas larvas (DE LUCA; VASCONSELOS; BARRETT, 2003), levando a mudanças nas suas comunidades. Esse processo pode favorecer a seleção de espécies capazes de colonizar o ambiente peridoméstico e áreas que foram modificadas, aproximando o vetor e a população humana (AZEVEDO *et al.*, 1990). Em consequência, pode afetar os ciclos parasitários e mudar o perfil epidemiológico das leishmanioses.

Existem poucos levantamentos da fauna de flebotomíneos em sistemas naturais. O planejamento e interpretação de pesquisas ecológicas em ambientes naturais são importantes práticas para o processo de conservação da biodiversidade (TUOMISTO; RUOKOLAINEN; YLI-HALLA, 2003), conhecimento das áreas onde esses insetos podem ser encontrados, no sentido de minimizar o contato com o homem.

A região de vegetação mista de floresta estacional semidecídua de cocal e Cerrado, característica do Nordeste do Maranhão, tem sido nos últimos anos alvo das atividades do Programa de Controle das Leishmanioses desenvolvido pela Secretaria de Estado da Saúde, em razão do caráter endêmico da LVA e LTA (SILVA *et al.*, 2012; DA SILVA *et al.*, 2015). Nos municípios de Caxias e Codó, compreendidos nessa região, os estudos diagnósticos e de controle vetorial das leishmanioses vêm sendo orientados para as áreas rurais e urbanas. Portanto, ainda há carência de estudos entomológicos nas áreas silvestres, onde a vegetação original residual persiste diante da devastação do avanço da agropecuária, agricultura de subsistência e urbanização.

Diante deste panorama, este estudo se propõe fazer um levantamento da fauna de flebotomíneos em fragmentos de florestas primárias alteradas de ambos municípios e comparar com a fauna de ambientes antropogênicos (intra e peridomicílios rurais). O intuito é verificar se há segregação na composição, riqueza e abundância das espécies em ambos os ambientes em função das mudanças progressivas, causadas pelo avanço das fronteiras agrícolas e da expansão dos assentamentos, e se a estrutura da comunidade de flebotomíneos muda sazonalmente nessas áreas com diferentes graus de conservação florestal.

3. REVISÃO BILIOGRÁFICA

3.1 Classificação e distribuição

A subfamília Phlebotominae, um grupo de dípteros cosmopolitas da família dos psicodídeos, subdivide-se em cinco gêneros, de acordo com a classificação de Lewis (1977): *Phlebotomus* Rondani & Berté, 1840 e *Sergentomyia* França & Parrot, 1920 presentes no Velho Mundo; *Brumptomyia* França & Parrot, 1921, *Warileya* Hertig, 1948 e *Lutzomyia* França, 1924 restritos ao Novo Mundo. Os gêneros *Phlebotomus* e *Lutzomyia* são de grande interesse para a saúde pública, pois reúnem várias espécies incriminadas como vetoras de protozoários do gênero *Leishmania* (MORAES, 2012).

São descritas mais de 900 espécies de flebotomíneos, com aproximadamente 500 espécies encontradas nas Américas (SHIMABUKURO; GALATI, 2011; ALVAR *et al.*, 2012). Na região Neotropical o Brasil apresenta a maior diversidade desses insetos, com mais de 270 espécies registradas (ANDRADE; SHIMABUKURO; GALATI, 2013) e distribuídas em todas as regiões geográficas, com destaque a bacia amazônica e à Região Nordeste (SHIMABUKURO; GALATI, 2011). Esse número corresponde a 47,7% das espécies neotropicais (AGUIAR; MEDEIROS, 2003). No estado do Maranhão, localizado no nordeste brasileiro, já foram descritas aproximadamente 100 espécies de flebotomíneos (REBÊLO *et al.*, 2010a).

3.2 Morfologia

O corpo e asas desses dípteros é piloso, cobertos por cerdas de coloração variada, com asas lanceoladas e nervuras paralelas, patas longas e delgadas. São pequenos, com as dimensões de aproximadamente 1,5 a 3,0 mm na fase adulta. Apresentam como característica, o voo saltitante e as asas em repouso ficam semieretas e entreabertas, ao contrário de outros dípteros (WILLIANS, 1993; ALEXANDER, 1999; GALATI, 2003) (Figura 1).



Figura 1. *Lutzomyia longipalpis*. Fonte: Frank Collins, CDC, 2006.

Nos países de idioma espanhol, são conhecidos como mosco blanco, papalomayo, titira, papolotilla, pringador, quemador etc. e, em inglês, são chamados de sandflies (MARCONDES, 2011). No Brasil os flebotomíneos são conhecidos por diversos nomes populares dependendo da região onde ocorrem, como mosquito palha, cangalha, cangalhinha, asa branca, asa dura, bererê e birigui, entre outros (FORATTINI, 1973; CAMARGO; BARCINSKI, 2003). No Maranhão são designados como arrupiado, furrupa, péla-égua, tatuquira e taturira (REBÊLO *et.al.*, 1999).

3.3 Ciclo biológico do vetor

São holometábolos, passando pelas fases de ovo, larva, com quatro estádios, pupa e adultos (GALATI, 2003). Considerando que as condições climáticas, alimentares e a espécie de flebotomíneo, a duração desse ciclo pode sofrer variações (BRAZIL; BRAZIL, 2003).

Os ovos possuem forma elipsóide ou ovóide (FORATTINI, 1973; DIAS *et al.* 2011) e medem cerca de 300 a 500 μm de comprimento e 70 a 150 μm de largura, as variações podem ocorrer dependendo da espécie. A postura se dá em superfície úmida, necessitando de cerca de 80% de umidade para o desenvolvimento, com faixa de temperatura entre 20 a 30 $^{\circ}\text{C}$ e baixa resistência a dessecação (AGUIAR *et.al.*, 2014). Após a postura apresentam cor esbranquiçada ou amarelada e depois de algumas horas tornam-se castanho escuro. Uma fêmea pode fazer em média uma postura com cerca de 40 ovos, variando de acordo com a espécie (RANGE; LAINSON, 2003).

As larvas apresentam forma vermiforme, são pequenas e brancas, com cabeça em forma capsular, peças bucais do tipo triturador e se alimentam ativamente logo após a eclosão da casca dos ovos e de matéria orgânica que estiver disponível, possuem longas cerdas caudais de coloração escura (MANN *et al.*, 2007; PESSOA *et al.*, 2001; PESSOA *et al.*, 2008), e passa por quatro estádios (YOUNG; DUNCAN, 1994; LEITE; WILLIAMS, 1997; RANGEL; LAINSON, 2003), onde se diferenciam pelo tamanho e presença de um par de filamentos caudais na primeira fase e dois pares nas demais fases (BARRETO, 1941). O desenvolvimento ocorre em solo úmido com pouca luminosidade, com fácil dessecação, principalmente pelos raios solares (FORATINNI, 1973). Os estádios larvares de flebotomíneos também diferem dos demais psicodídeos, pois ocorrem fora da água (BRAZIL; BRAZIL, 2003).

As pupas possuem tonalidade esbranquiçada ou amarelada que escurece conforme se aproxima a eclosão do estádio adulto. É composta por 13 segmentos que se divide em cefalotórax e abdômen. Nessa fase, são mais resistentes a umidade, porém a variação de

temperatura tem ação direta em seu desenvolvimento (BRAZIL; BRAZIL, 2003) (Figura 2).

Os adultos criados em laboratórios têm um tempo médio de vida de 30 a 40 dias, com duração do ciclo de vida variando de acordo com a espécie, as condições ambientais e alimentares (YOUNG; DUNCAN, 1994; BRAZIL; BRAZIL, 2003).

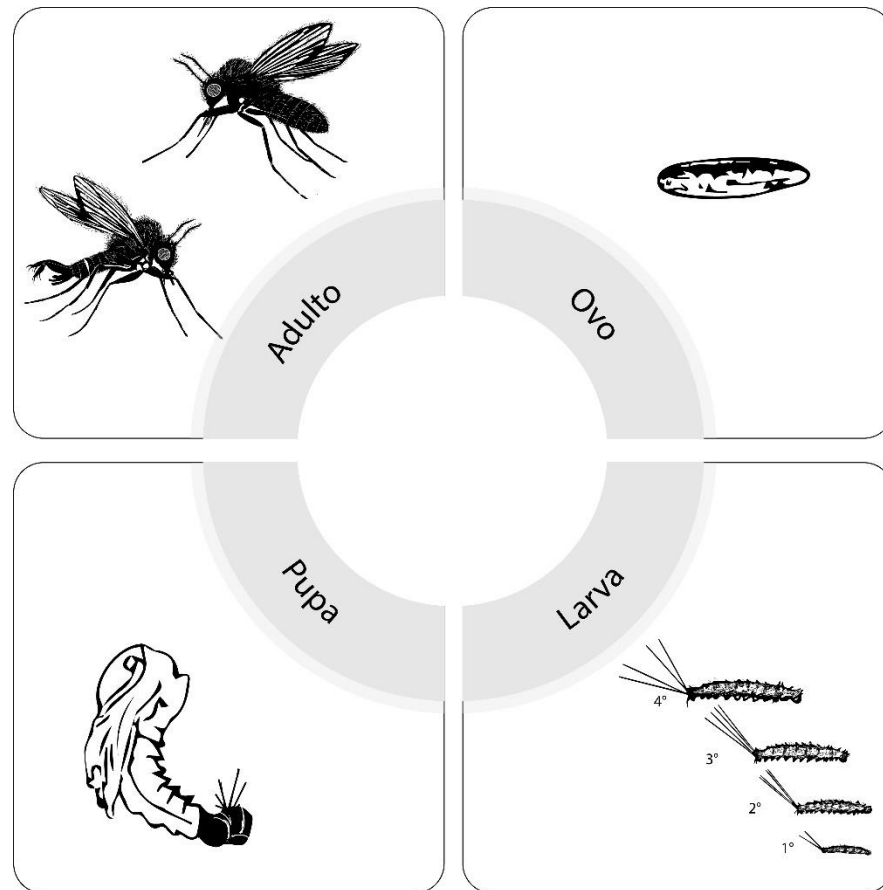


Figura 2. Ciclo de vida de flebotomíneos (Adaptado de Valença, 2015).

Na fase adulta, os flebotomíneos apresentam dimorfismo sexual, e apresentam características anatômicas individuais que facilitam o processo de identificação. Entre as principais divergências morfológicas estão os últimos segmentos abdominais que culminam na formação da genitália da fêmea e do macho; dentes do cibário nas fêmeas são desenvolvidos e adaptados para iniciar a digestão sanguínea de forma mecânica, bem como modificações na probóscide que permite a sucção do sangue do hospedeiro vertebrado (BRAZIL; BRAZIL, 2003) (Figura 3 e 4).

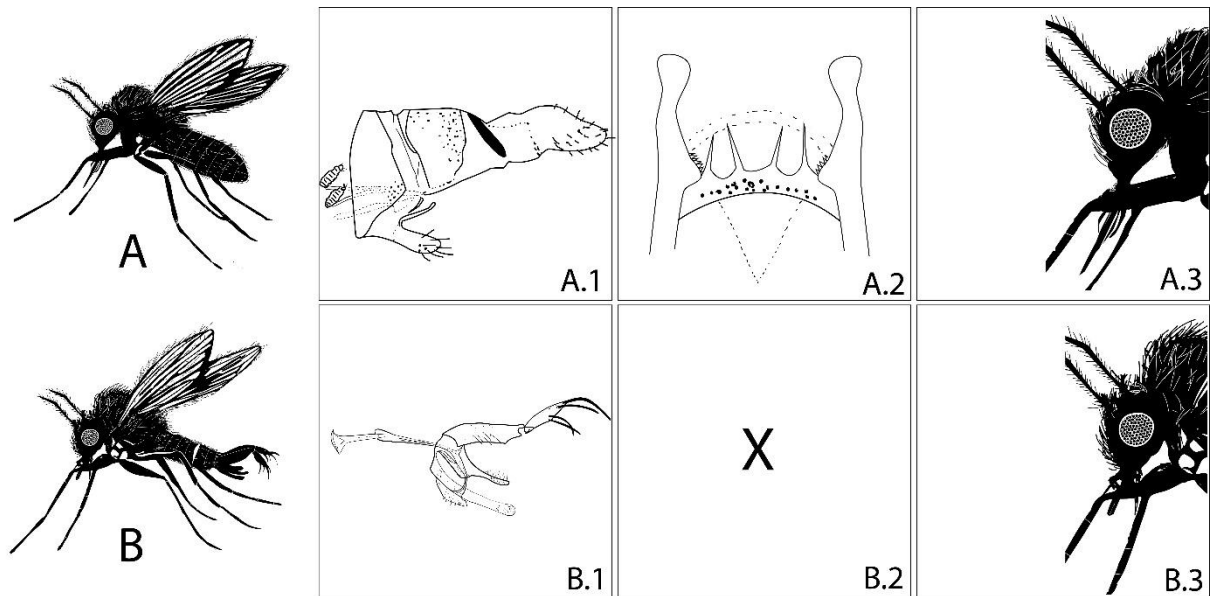


Figura 3. Ilustração de dimorfismo sexual de flebotomíneos. A: fêmea. A.1: terminália da fêmea. A.2: cibário. A.3: probóscide desenvolvida. B: macho. B.1: terminália do macho. B.3: probóscide pouco desenvolvida.



Figura 4. Fotos de dimorfismo sexual de flebotomíneos. A: fêmea. A.1: terminália da fêmea. A.2: cibário. A.3: probóscide B: macho. B.1: terminália do macho. B.3: probóscide pouco desenvolvida.

3.4 Ecologia de flebotomíneos: habitat, dispersão e hábito alimentar

Os flebotomíneos apresentam hábitos noturnos ou crepusculares, permanecendo a maior parte do dia em seus abrigos, ao nível do solo, próximos a vegetação em raízes e/ou troncos de árvores, ricos em matéria orgânica, em ambientes geralmente úmidos e protegidos da luz e vento, grutas, como tocas de animais, serapilheira, entre folhas caídas no solo, fendas de árvores e rochas, principalmente em áreas florestadas (CHANIOTIS *et al.*, 1971; RUTLEDGE; ELLENWOOD, 1975). Esses dípteros possuem baixa capacidade de voo e costumam dispersar pouco, em média, 250 metros (AGUIAR; MEDEIROS, 2003; BRASIL, 2006).

A fonte alimentar dos insetos adultos consiste em açúcares provenientes de seiva vegetal e secreções açucaradas de insetos, necessários para as atividades de voo, postura dos ovos, acasalamento e garantir a sobrevivência (SHERLOCK, 2003). No entanto, a hematofagia é um hábito exclusivo das fêmeas, que necessitam de sangue para a seu desenvolvimento ovariano (RANGEL; LAINSON, 2003), que é proveniente de uma variedade de vertebrados, incluindo animais silvestres e domésticos, que são considerados um fator de risco para existência de flebotomíneos em áreas residenciais. De modo geral, as espécies de flebotomíneos demonstram um amplo comportamento oportunista, no entanto, algumas têm preferência limitada de hospedeiros animais, essa atração é proveniente da liberação de CO₂ e outros caïromônios (DIAS-SVERSUTTI *et al.*, 2007; MISSAWA; LOROSA; DIAS, 2008).

Pesquisas desenvolvidas no Brasil com o flebótomo *Lutzomyia longipalpis*, principal vetor da leishmaniose visceral no país (LONGONI *et al.*, 2012), têm evidenciado preferência por sangue de aves, roedores, humanos, gambás, bois, cavalos e cães demonstrando o caráter generalista da espécie (DIAS; LOROSA; REBÊLO, 2003; VITA *et al.*, 2005; MIRÓ *et al.*, 2014). Esse comportamento favorece a transmissão zoonótica das leishmanioses (MISSAWA; LOROSA; DIAS, 2008), bem como de diferentes agentes patogênicos para os seres humanos e animais como protozoários tripanossomatídeos (*Herpetomonas*, *Blastocrithidia*, *Trypanosoma*, *Endotrypanum*), bactérias (*Bartonella*) e arbovírus (*Vesiculovirus*, *Phlebovirus* e *Orbivirus*) (SHAW; ROSA; SOUZA, 2004; MAROLI *et al.*, 2013).

3.5 Espécies de flebotomíneos de interesse em saúde

O gênero *Lutzomyia* é o que apresenta maior importância epidemiológica, sendo ele o mais diversificado, abundante e amplamente distribuído no continente americano. O país apresenta 20 espécies de flebotomíneos associadas à transmissão de protozoários parasitas do

gênero *Leishmania* no país (BRASIL, 2006; READY, 2013), as principais estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Principais espécies de flebotomíneos vetores de *Leishmania*, agentes etiológicos das leishmanioses no Brasil.

Tipo de leishmaniose	Flebotomíneos	Parasito
Leishmaniose Tegumentar	<i>L. whitmani</i> Antunes & Coutinho, 1939	<i>Le. (V). braziliensis</i> Vianna, 1911
		<i>Le. (V). guyanensis</i> Floch, 1954
		<i>Le. (V). shawi</i> Lainson, Braga & de Souza, 1989
	<i>L. intermedia</i> Lutz & Neiva, 1912	<i>Le. (V). braziliensis</i> Vianna, 1911
	<i>L. wellcomei</i> Fraiha, Shaw & Lainson, 1971	<i>Le. (V). braziliensis</i> Vianna, 1911
	<i>L. migonei</i> França, 1920	<i>Le. (V). braziliensis</i> Vianna, 1911
	<i>L. pessoai</i> Coutinho & Barretto, 1940	<i>Le. (V). braziliensis</i> Vianna, 1911
	<i>L. umbratilis</i> Ward & Fraiha, 1977	<i>Le. (V). guyanensis</i> Floch, 1954
	<i>L. flaviscutellata</i> Mangabeira, 1942	<i>Le. (L). amazonensis</i> Root, 1934
Leishmaniose Visceral	<i>L. longipalpis</i> Lutz & Neiva, 1912	<i>Le. (L). infantum chagasi</i> Nicole, 1908
	<i>L. cruzi</i> Mangabeira, 1938	<i>Le. (L). infantum chagasi</i> Nicole, 1908

Fonte: adaptado de Young & Duncan 1994, Galati, 2003, Peterson & Shaw 2003, BRASIL, 2014.

3.6 Leishmanioses

As leishmanioses são enfermidades infectoparasitárias de cadeia de transmissão complexa, envolvendo parasitas, reservatórios e vetores; são doenças negligenciadas e um alarmante problema de saúde pública com ocorrência em várias regiões do mundo (WHO, 2014).

A LVA é uma doença crônica grave, potencialmente fatal para o homem, cuja letalidade pode alcançar 10% quando não se institui o tratamento adequado (GONTIJO; CARVALHO, 2003; BRASIL, 2014). Apresenta distribuição mundial em 76 países, considerada endêmica em 12 dos 20 países das Américas, e cerca de 96% dos casos estão concentrados no Brasil, com distribuição em 21 das 27 unidades federativas (BRASIL, 2014) e destaque para as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste.

A LTA é umas afecções dermatológicas mais importantes devido à sua magnitude, pelo risco de ocorrência de deformidades e lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes e pelo envolvimento psicológico, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo, uma vez que, na maioria dos casos, pode ser considerada uma doença ocupacional (GONTIJO; CARVALHO, 2003; BASANO; CAMARGO, 2004). De acordo com a evolução clínica, a doença pode se apresentar de diferentes formas: leishmaniose cutânea (incluindo as formas localizada, disseminada e difusa), leishmaniose mucosa e a leishmaniose mucocutânea (FALQUETO; SESSA, 1996; (SILVEIRA; LAINSON; CORBETT, 2004). Em 2016, 17 países endêmicos reportaram 48.915 casos de leishmaniose cutânea e leishmaniose mucosa. Os maiores números de registros foram feitos pelo Brasil (12.690), Colômbia (10.966), Nicarágua (5.423) e Peru (7.271) que juntos representaram 74,3% do total de casos na região (OPAS/OMAS, 2018).

Considerando essas informações, observa-se que a ocorrência de leishmaniose prevalece em grande parte em países em desenvolvimento (COELHO, 2010) e áreas geográficas associadas com a pobreza (CHATZIS *et.al.*, 2014), onde o direcionamento de atividades de pesquisa e controle são deficitárias (COELHO, 2010).

De acordo com os dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), no período de 2007 a 2017 o Brasil notificou dos 235.489 casos de LTA, destes 72.615 são pertencentes ao Nordeste, com destaque para os estados do Pará (39.042), Bahia (34.895), Mato Grosso (28.633) e Maranhão (22.062), por outro lado foram registrados 41.204 casos de LVA, com 21.703 pertencentes ao Nordeste e com destaque para os estados do Ceará (5.711), Maranhão (4.887), Piauí (3.637) e Bahia (3.623).

O estado do Maranhão tem sido destaque no Brasil em razão do caráter endêmico da LVA e da LTA (REBÊLO *et al.*, 1999; SILVA *et al.*, 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2013; SILVA, 2016a). Por isso vem sendo alvo de ações do Programa de Controle de Leishmaniose desenvolvido pelo Departamento de Controle de Zoonoses da Secretaria de Estado de Saúde do Estado do Maranhão (DCZ/SES-MA). Tanto que no período compreendido de 2012 a 2014

foram confirmados 6.694 casos de LTA, inserindo o estado na quarta posição de casos confirmados da doença, com uma totalidade de 62 registros em Caxias e 64 em Codó. No mesmo período, a LVA atingiu 1.178 notificações, representando o segundo maior número de casos da doença do Brasil, totalizando 96 casos no município de Caxias e 17 em Codó (BRASIL, 2014; SINAN, 2019).

3.7 Agentes etiológicos

O gênero *Leishmania* Ross (1903) inclui os protozoários pertencentes a ordem Kinetoplastida e família Trypanosomatidae, parasito intracelular obrigatório das células do sistema fagocítico mononuclear (BRASIL, 2007). Atualmente são descritas 53 espécies de *Leishmania* sp., sendo 30 capazes de parasitar mamíferos e 20 são consideradas potencialmente prejudiciais à saúde humana (AKHOUNDI *et al.*, 2016).

De acordo com o tipo de desenvolvimento no trato digestivo dos flebotomíneos, as espécies de *Leishmania* que infectam o homem podem ser divididas em dois subgêneros: *Leishmania* e *Viannia*. O subgênero *Leishmania* ocorre tanto no Novo como no Velho Mundo, enquanto o subgênero *Viannia* é restrito a regiões Neotropicais. Eles incluem cerca de 30 espécies, incluindo 21 que são patogênicas para o homem (DESJEUX, 2004; READY, 2013, SILVA, 2016b).

No continente americano, exceto na América do Norte, a LTA é causada por 11 espécies de leishmânias: *Leishmania (Viannia) braziliensis*, *Le. (V.) peruviana*, *Le. (V.) guyanensis*, *Le. (V.) panamensis*, *Le. (V.) lainsoni*, *Le. (V.) naiffi*, *Le. (V.) shawi*, *Le. (Leishmania.) mexicana*, *Le. (L.) amazonensis*, *Le. (L.) venezuelensis* e *Le. (L.) pifanoi*. A LVA é causada pela *Le. (L.) chagasi* (LAINSON *et al.*, 1987; CAMARGO-NEVES *et al.*, 2001).

3.8 Reservatórios

Os reservatórios oferecem condições naturais, alojamento ou subsistência a um agente infeccioso (BRASIL, 2013). Para a leishmaniose os reservatórios são encontrados tanto no ambiente silvestre quanto no urbano. Animais silvestres como marsupiais (*Didelphis albiventris*) e a raposa (*Lycalopex vetulus* e *Cerdocyon thous*) são os animais mais comumente descritos na transmissão da doença (BRASIL, 2013) e no ambiente urbano o cão doméstico (*Canis familiaris*) é considerado o principal reservatório de *Le. infantum* (METZDORF *et al.*, 2017).

No Novo Mundo o ser humano é considerado um hospedeiro acidental da *Le. infantum*

chagasi, sendo o cão o responsável pelo perfil epidemiológico da doença (MARZOCHI; MARZOCHI; CARVALHO, 1994), uma vez que o parasitismo cutâneo é muito mais intenso no cão que do no homem (VERONESI, 1991), no entanto, é o único reservatório e fonte de infecção da *Leishmania donovani* transmitida pelo *Phlebotomus argentipes* no Velho Mundo (SWAMINATH, SHORT, ANDERSON, 2006).

3.9 O cerrado e a degradação vegetacional

O Cerrado brasileiro possui o status da mais diversa savana tropical do mundo, sustentado por uma enorme diversidade de habitats, determinando uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias (KLINK; MACHADO, 2005). No Maranhão compreende uma longa faixa que se estende da região nordeste ao sul do estado. Dentro do Bioma do Cerrado pode-se encontrar diferentes tipos de vegetação: floresta estacional perenifólia aberta, floresta estacional semidecídua, formação de vegetação de transição, matas de cocal, mata de galeria, cerrado, cerradão e manchas de caatinga (IBGE, 2012).

Esse bioma encontra-se ameaçado pela degradação ambiental que decorre da excessiva exploração agropecuária, resultando em excesso de desmatamento, fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas e possivelmente modificações climáticas regionais (KLINK; MACHADO, 2005; CUNHA, *et.al.*, 2008).

A ação antrópica tem sido fator determinante no processo de perda de biodiversidade ao promover a destruição de habitats naturais (QUEIROZ, 2009). Atividades como a pecuária e agricultura caracterizam-se, em grande parte, por ser uma atividade de baixa tecnologia e produtividade, demandando grandes extensões de terra (WWF, 1999; IBGE, 1998), sendo estes apontados como os principais responsáveis pelo aumento substancial das taxas de desmatamento, em especial do cerrado brasileiro (QUEIROZ, 2009).

A preocupação com o avanço do desmatamento permanece na porção norte do Bioma, onde remanescem os últimos e extensos fragmentos de vegetação natural. Os estados que mais contribuíram para o desmatamento no Cerrado em 2018 foram: Tocantins (1.533 km²), Maranhão (1.472 km²), Mato Grosso (1.001 km²) e Goiás (713 km²) (PPCDAm e PPCerrado, 2018). Incluindo os municípios de Caxias e Codó com maiores áreas de desmatamento neste Bioma no Estado do Maranhão, entre os anos de 2009-2010 (MARANHÃO, 2011) (Tabela 1).

Tabela 1. Municípios do Maranhão com maior área de desmatamento no bioma Cerrado, no período 2009-2010.

Município	Área do município (km ²)	Supressão no período 2009- 2010 (km ²)
Balsas	13144,33	85,24
Santa Quitéria do Maranhão	1918,14	73,88
Codó	4363,32	69,91
Grajaú	7551,93	68,80
Chapadinha	3249,58	58,35
Coroatá	2264,71	51,63
Caxias	5224,02	45,85

Fonte: Tabela adaptada de MARANHÃO, 2011; IBAMA/MMA, 2011.

As espécies de flebotomíneos tem sido encontrada cada vez mais próximas dos peridomicílios (RANGEL; LAINSON, 2009; REZENDE *et al.*, 2009). Estudos demonstram que os grandes projetos de desenvolvimento como hidrelétricas, agropecuária, aberturas de estradas, linhas de transmissão, expansão urbana e as diferentes ações antrópicas que resultam em desmatamento e degradação ambiental, favorecem a modificação dos habitats naturais de vetores, provocando uma redução de espaço ocupado por eles, tornando-os aptos a explorar novos ambientes (GOMES; GALATI, 1989, DE MARCO, 1997; BRASIL, 2006).

3.10 As mudanças climáticas e a distribuição de flebotomíneos

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) é evidente a ocorrência do aquecimento global, e conseqüentemente mudança na dinâmica de doenças transmitidas por vetores (CONFALONIERI *et al.*, 2007, FIELD *et.al.*, 2014). Essas mudanças climáticas alteram a densidade populacional, distribuição, sazonalidade, bem como a adaptação de novas espécies a diferentes ambientes e hospedeiros, afetando a dinâmica de transmissão dos parasitos e conseqüentemente maior probabilidade de contato humano (KOVATS *et al.*, 2001; BROOKS; HOBERG, 2007; MILLS; GAGE; KHAN, 2010).

A dinâmica de transmissão da leishmaniose é compreendida por meio de estudos sazonais, pois auxiliam na compreensão da biologia do vetor, uma vez que a temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar podem influenciar na disposição das populações de flebotomíneos (BARATA, 2004; MACEDO *et al.*, 2008; MICHALSKY *et al.*, 2009; DIAS *et.al.*, 2011).

As variáveis climáticas influenciam na estrutura das comunidades de flebotomíneos. Nas áreas tropicais equatoriais, mais quentes e úmidas, os flebotomíneos apresentam grande desenvolvimento (REBÊLO, *et al.*, 2010); havendo uma redução na diversidade nas áreas

subtropicais e temperadas, sobretudo, em função das variações climáticas que são mais rigorosas, com estações frias e secas. Mesmo das áreas tropicais, períodos muito quentes e secos pode afetar o metabolismo das espécies de flebotomíneos e diminuir a sua abundância, inclusive, o desenvolvimento do parasito nos vetores que diminui com altas temperaturas, pela sensibilidade destes às condições ambientais (SHARMA; SINGH, 2008). Por outro lado, as chuvas na maioria das vezes, propiciam maior umidade, disponibilidade de alimento, temperaturas mais amenas, mas às vezes, criam condições extremas, afetando negativamente esses fatores e exercem grande influência sobre a variação populacional dos insetos adultos nos diferentes habitats (CHANOTIS *et.al.*, 1971; RUTLEDGE; ELLENWOOD, 1975).

4. OBJETIVOS

Artigo 1: A degradação das florestas e a domiciliação dos flebotomíneos em áreas de vegetação mista de floresta, cerrado e mata dos cocais.

4.1 Geral

Caracterizar a estrutura da comunidade da fauna de flebotomíneos em fragmentos florestais alterados e ambientes antropogênicos, no período de 2012 a 2014.

4.2 Específicos

- Estudar a composição, riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos em fragmentos florestais e ambientes intra e peridomiciliares de povoados rurais;
- Avaliar a influência do grau de fragmentação florestal na peridomiciliação de flebotomíneos nos municípios estudados;
- Assinalar potenciais vetores de LTA e LVA em ambos os ambientes estudados.

Artigo 2. Influência da sazonalidade na estrutura de comunidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em áreas florestais degradadas.

4.3 Geral:

Verificar se a estrutura de comunidades flebotomíneas muda através das estações do ano em áreas com diferentes graus de conservação florestal.

4.4 Específicos:

- Avaliar a variação mensal e sazonal na abundância dos espécimes de flebotomíneos em áreas com diferentes graus de conservação;
- Analisar a variação mensal e sazonal na composição e riqueza das espécies de flebotomíneos em áreas com diferentes graus de conservação;
- Verificar se há correlação na variação mensal e sazonal dos flebotomíneos com a temperatura mínima, média e máxima e com a precipitação pluviométrica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUIAR, G. M. d.; AZEVEDO, A. C. R. d.; MEDEIROS, W. M. d.; ALVES, J. R. C. et al. Aspects of the ecology of phlebotomines (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in an area of cutaneous leishmaniasis occurrence, municipality of Angra dos Reis, coast of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 56, n. 2, p. 143-149, 2014.
- AGUIAR, G. M. d.; MEDEIROS, W. M. d. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil. In: **Flebotomíneos no Brasil**, 2003. p. 207-255.
- AKHOUNDI, M.; KUHL, K.; CANNET, A.; VOTÝPKA, J. et al. A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of Leishmania parasites and sandflies. **PLoS neglected tropical diseases**, 10, n. 3, 2016.
- ALEXANDER, B. **Tatuquiras of the Terra firme*: ecological and public health significance of the subgenus Lutzomyia (Psychodopygus) Mangabeira, 1941.** Contributions to the knowledge of Diptera: a collection of articles on Diptera commemorating the life and work of Graham B. Fairchild., p. 519-542, 1999.
- AZEVEDO, A. C.; RANGEL, E. F.; COSTA, E. M.; DAVID, J. et al. Natural infection of Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani (Antunes and Coutinho, 1939) by Leishmania of the braziliensis complex in Baturité, Ceará State, Northeast Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 85, n. 2, 1990.
- BARATA, R. A.; SILVA, J. C. F. d.; COSTA, R. T. d.; FORTES-DIAS, C. L. et al. Phlebotomine sand flies in Porteirinha, an area of American visceral leishmaniasis transmission in the State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 99, n. 5, p. 481-487, 2004.
- BARRETTO, M. P. Observações sobre a biologia do Phlebotomus whitmani Antunes e Coutinho, 1939 (Diptera, Psychodidae) em condições experimentais. **Pap. Avulsos de Zool.(São Paulo)**, 1, p. 87-100, 1941.
- BASANO, S. d. A.; CAMARGO, L. M. A. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 7, p. 328-337, 2004.
- BERN, C.; MAGUIRE, J. H.; ALVAR, J. Complexities of assessing the disease burden attributable to leishmaniasis. **PLoS neglected tropical diseases**, 2, n. 10, 2008.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana**. 2. ed. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 180 p. 2013.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral**. 1. ed., 5. reimpr. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 120. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar americana**. Brasília, Fundação Nacional de Saúde, MS, Série A. Normas e Manuais Técnicos. 182p. 2007.

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

BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. How will global climate change affect parasite–host assemblages? **Trends in parasitology**, 23, n. 12, p. 571-574, 2007.

CAMARGO, L. M. A.; BARCINSKI, M. A. Leishmanioses, feridas bravas e kalazar. **Ciência e Cultura**, 55, n. 1, p. 34-37, 2003.

CAMARGO-NEVES, V.; KATZ, G.; RODAS, L.; POLETO, D. et al. Use of spatial analysis tools in the epidemiological surveillance of American visceral leishmaniasis, Araçatuba, São Paulo, Brazil, 1998-1999. **Cadernos de saúde pública**, 17, n. 5, p. 1263-1267, 2001.

CHANIOTIS, B. N.; CORREA, M. A.; TESH, R. B.; JOHNSON, K. M. Daily and seasonal man-biting activity of phlebotomine sandflies in Panama. **Journal of Medical Entomology**, 8, n. 4, p. 415-420, 1971.

CHATZIS, M. K.; ANDREADOU, M.; LEONTIDES, L.; KASABALIS, D. et al. Cytological and molecular detection of *Leishmania infantum* in different tissues of clinically normal and sick cats. **Veterinary parasitology**, 202, n. 3-4, p. 217-225, 2014.

COELHO, L. I. d. A. R. **Caracterização de *Leishmania* spp em amostras isoladas de pacientes portadores de leishmaniose tegumentar americana em área endêmica da região Norte, Brasil**. 2010. -, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães.

CONFALONIERI, U.; MENNE, B.; AKHTAR, R.; EBI, K. et al. **Human health**. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

CUNHA, N. R. d. S.; LIMA, J. E. d.; GOMES, M. F. d. M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 46, n. 2, p. 291-323, 2008.

DA SILVA, L. B.; DE AQUINO, D. M. C.; LEONARDO, F. S.; GUIMARÃES, A. S. et al. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos urbanos de leishmaniose visceral no Estado do Maranhão, Brasil. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**, 44, n. 2, p. 181-194, 2015.

DE LUCA, A.; VASCONSELOS, H.; BARRETT, T. Distribution of sandflies (Diptera: Phlebotominae) in forest remnants and adjacent matrix habitats in Brazilian Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, 63, n. 3, p. 401-410, 2003.

DE MARCO, T. S. **Determinantes ecológicos da flutuação populacional de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em área do Parque Nacional do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil.** 1997. -, Universidade Federal de Viçosa.

DESJEUX, P. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. **Comparative immunology, microbiology and infectious diseases**, 27, n. 5, p. 305-318, 2004.

DIAS, E. S.; REGINA-SILVA, S.; FRANÇA-SILVA, J. C.; PAZ, G. F. et al. Eco-epidemiology of visceral leishmaniasis in the urban area of Paracatu, state of Minas Gerais, Brazil. **Veterinary parasitology**, 176, n. 2-3, p. 101-111, 2011.

DIAS, F. d. O. P.; LOROSA, E. S.; REBÊLO, J. M. M. Fonte alimentar sangüínea e a peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912)(Psychodidae, Phlebotominae). **Cadernos de Saúde Pública**, 19, n. 5, p. 1373-1380, 2003.

DIAS-SVERSUTTI, A. d. C.; SCODRO, R. B. d. L.; REINHOLD-CASTRO, K. R.; NEITZKE, H. C. et al. Estudo preliminar da preferência alimentar de *Nyssomyia neivai* (Pinto) e *Nyssomyia whitmani* (Antunes & Coutinho)(Diptera: Psychodidae) em área rural do Paraná. **Neotropical entomology**, 36, n. 6, p. 953-959, 2007.

FALQUETO, A. & SESSA, P. A. 1996. **Leishmaniose Tegumentar Americana.** In: VERONESI, R. & FOCACCIA, R. (eds.) **Tratado de Infectologia.** São Paulo: Editora Atheneu.

FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D.; MACH, K. et al. Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: **Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.** Cambridge: Cambridge University Press 2014.

FORATTINI, O. P. **Entomologia médica: 4º volume: psychodidae. phlebotominae. leishmanioses. bartonelose.** In: **Entomologia médica: 4º volume: psychodidae. phlebotominae. leishmanioses. bartonelose,** 1973. p. 658-658.

GALATI, E. A. B. Morfologia e taxonomia: classificação de Phlebotominae. **Flebotomíneos do Brasil,** 2003.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; CHAZDON, R.; EWERS, R. M. et al. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology letters**, 12, n. 6, p. 561-582, 2009.

GOMES, A. d. C.; GALATI, E. A. B. Aspectos ecológicos da leishmaniose tegumentar americana: 7-Capacidade vetorial flebotomínea em ambiente florestal primário do Sistema da Serra do Mar, região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, 23, p. 136-142, 1989.

GONTIJO, B.; CARVALHO, M. d. L. R. d. Leishmaniose tegumentar americana. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 36, n. 1, p. 71-80, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 1995-1996,** n.1: Brasil. Rio de Janeiro, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico: inventário das formações florestais e campestres: técnicas e manejo de coleções botânicas: procedimentos para mapeamentos. **Rio de Janeiro**, n. 1, 2012.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KOVATS, R.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; MCMICHEL, A.; WOODWARD, A. et al. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356, n. 1411, p. 1057-1068, 2001.

LAINSON, R.; SHAW, J. J.; SILVEIRA, F. T.; BRAGA, R. R. American visceral leishmaniasis: on the origin of *Leishmania (Leishmania) chagasi*. 1987.

LEITE, A. C. R.; WILLIAMS, P. The first instar larva of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Phlebotomidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 92, p. 197-203, 1997.

LEWIS, D.; YOUNG, D.; FAIRCHILD, G.; MINTER, D. Proposals for a stable classification of the phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). **Systematic Entomology**, 2, n. 4, p. 319-332, 1977.

LONGONI, S. S.; LÓPEZ-CEPEDES, A.; SÁNCHEZ-MORENO, M.; BOLIO-GONZALEZ, M. E. et al. **Detection of different *Leishmania* spp. and *Trypanosoma cruzi* antibodies in cats from the Yucatan Peninsula (Mexico) using an iron superoxide dismutase excreted as antigen. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 35, n. 5, p. 469-476, 2012.**

MACEDO, I. T. F.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, N.; SOUSA, L. et al. Sazonalidade de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral no município de Sobral, Ceará, Brasil. **Ciência Animal**, 18, n. 2, 2008.

MANN, R. S.; KAUFMAN, P. E.; BUTLER, J. F. A sand fly, *Lutzomyia shannoni* Dyar (Insecta: Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). **EDIS**, 2009, n. 2, 2009.

MARANHÃO, 2011. **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 Recursos Naturais. 2011.

MARCONDES, C.B. Flebotomíneos. In: C.B. Marcondes (eds) pp. 45-70. **Entomologia Médica e Veterinária**. São Paulo, Ed. Atheneu. 2011.

MAROLI, M.; FELICIANGLI, M.; BICHAUD, L.; CHARREL, R. et al. Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. **Medical and veterinary entomology**, 27, n. 2, p. 123-147, 2013.

MARZOCHI, M.; MARZOCHI, K.; CARVALHO, R. Visceral leishmaniasis in Rio de Janeiro. **Parasitology Today**, 10, n. 1, p. 37-40, 1994.

- METZDORF, I. P.; JUNIOR, M. S. d. C. L.; MATOS, M. d. F. C.; DE SOUZA FILHO, A. F. et al. Molecular characterization of *Leishmania infantum* in domestic cats in a region of Brazil endemic for human and canine visceral leishmaniasis. **Acta tropica**, 166, p. 121-125, 2017.
- MICHALSKY, É. M.; FRANÇA-SILVA, J. C.; BARATA, R. A.; LOUREIRO, A. M. F. et al. Phlebotominae distribution in Janaúba, an area of transmission for visceral leishmaniasis in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 104, n. 1, p. 56-61, 2009.
- MILLS, J. N.; GAGE, K. L.; KHAN, A. S. Potential influence of climate change on vector-borne and zoonotic diseases: a review and proposed research plan. **Environmental health perspectives**, 118, n. 11, p. 1507-1514, 2010.
- MIRÓ, G.; RUPÉREZ, C.; CHECA, R.; GÁLVEZ, R. et al. Current status of *L. infantum* infection in stray cats in the Madrid region (Spain): implications for the recent outbreak of human leishmaniasis? **Parasites & vectors**, 7, n. 1, p. 112, 2014.
- MISSAWA, N. A.; LOROSA, E. S.; DIAS, E. S. Preferência alimentar de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) em área de transmissão de leishmaniose visceral em Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 41, n. 4, p. 365-368, 2008.
- MORAES, J. L. P. **Distribuição espacial e estratificação vertical de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em matas ciliares no baixo curso do Rio Munim**. 2012.
- NASCIMENTO, M. d. D. S. B.; SILVA, M. H.; VIANA, G. M. d. C.; LEONARDO, F. S. et al. Spatial dynamics of urban populations of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Caxias, State of Maranhão, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 46, n. 5, p. 555-559, 2013.
- PESSOA, F. A. C.; FEITOSA, M. A. C.; CASTELLON-BERMUDEZ, E. G.; RIOS-VELASQUEZ, C. M. et al. Immature stages of two species of *Evandromyia* (Aldamyia) and the systematic importance of larval mouthparts within Psychodidae (Diptera, Phlebotominae, Psychodinae). **Zootaxa**, 1740, n. 1, p. 1-14, 2008.
- QUEIROZ, F. A. d. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do Cerrado. **Sociedade & Natureza**, 21, n. 2, p. 193-209, 2009.
- RANGEL, E. F.; LAINSON, R. Proven and putative vectors of American cutaneous leishmaniasis in Brazil: aspects of their biology and vectorial competence. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 104, n. 7, p. 937-954, 2009.
- RANGEL, E.; LAINSON, R. Ecologia das leishmanioses: transmissores de leishmaniose tegumentar americana. **Flebotomíneos do Brasil**, p. 291-309, 2003.
- READY, P. D. Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. **Annual review of entomology**, 58, 2013.
- REBÊLO, J. M. M.; LEONARDO, F. S.; COSTA, J. M. L.; PEREIRA, Y. N. O. et al. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 15, n. 3, p. 623-630, 1999.

- REBÊLO, J. M. M.; MORAES, J. L. P.; CRUZ, G. B. V.; ANDRADE-SILVA, J. et al. Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Eastern Amazonia. **Journal of medical entomology**, 56, n. 4, p. 1004-1012, 2019.
- REBÊLO, J. M. M.; ROCHA, R. V. d.; MORAES, J. L. P.; SILVA, C. R. M. d. et al. The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 54, n. 3, p. 494-500, 2010.
- REZENDE, H. R.; SESSA, P. A.; FERREIRA, A. L.; SANTOS, C. B. d. et al. Efeitos da implantação da Usina Hidrelétrica de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, sobre anofelinos, planorbídeos e flebotomíneos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 42, n. 2, p. 160-164, 2009
- RUTLEDGE, L. C.; ELLENWOOD, D. Production of phlebotomine sandflies on the open forest floor in Panama: the species complement. **Environmental Entomology**, 4, n. 1, p. 71-77, 1975.
- SHARMA, U.; SINGH, S. Insect vectors of Leishmania: distribution, physiology and their control. **J Vector Borne Dis**, 45, n. 4, p. 255-272, 2008.
- SHAW, J. J.; ROSA, A. T. d.; SOUZA, A. d. Transmissão de outros agentes: os aebotomíneos brasileiros como hospedeiros e vetores de determinadas espécies. **Flebotomíneos do Brasil**, 2004.
- SHERLOCK, Í. R. d. A. Importância médico-veterinária. **A importância dos flebotomíneos**. In: Editora Fiocruz, 2003.
- SHIMABUKURO, P. H. F.; GALATI, E. A. B. Lista de espécies de Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) do Estado de São Paulo, Brasil, com comentários sobre sua distribuição geográfica. **Biota Neotropica**, 11, p. 685-704, 2011.
- SILVA, A. S. G.; LEONARDO, F. S.; COSTA, E. R.; DE ALCÂNTARA, S. H. et al. The occurrence of Phlebotomines (Diptera psychodidae) in a Leshmaniasis endemic area. **Rev. para. med**, 2012.
- SILVA, A.S.G. **Ecologia de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) e sua interação com leishmania (Kinetoplastida, Trypanosomatidae) e hospedeiros vertebrados em áreas de transmissão de leishmanioses**. Tese (Doutorado em Biotecnologia da Amazônia Legal – Rede BIONORTE). Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 119f, 2016b.
- SILVA, C.R.S. **Ocorrência e infecção natural de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em áreas periurbanas endêmicas para leishmanioses no município de Caxias, Maranhão, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade, Ambiente e Saúde). Universidade Estadual do Maranhão,PPGBAS/CESC/UEMA. Maranhão, 94f, 2016a.
- SILVEIRA, F. T.; LAINSON, R.; CORBETT, C. E. Clinical and immunopathological spectrum of American cutaneous leishmaniasis with special reference to the disease in Amazonian Brazil: a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 99, n. 3, p. 239-251, 2004.

SWAMINATH, C.S.; SHORT, H.E.; ANDERSON, L.A. Transmission of Indian kala-azar to man by the bites of *Phlebotomus argentipes*, ann and brun. 1942. **Indian J Med Res**, 123, n.3, p. 473–7, 2006.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. **Science**, 299, n. 5604, p. 241-244, 2003.

VALENCA, L. A. F. **Avaliação ultramorfológica de formas imaturas e adultas de lutzomyia. Lonpipalpis lutz e neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae)**. Procedentes do campo e de colônias de laboratório. 2015. -, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VERONESI, R. Doenças infecciosas e parasitárias. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 33, n. 4, p. 286-286, 1991.

VITA, S.; SANTORI, D.; AGUZZI, I.; PETROTTA, E. et al. Feline leishmaniasis and ehrlichiosis: serological investigation in Abruzzo region. **Veterinary research communications**, 29, p. 319, 2005.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Leishmaniasis in the Americas for the General Public; 2014. Disponível em: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=29&Itemid=40754&lang=pt. Acesso em: 10/04/2019.

WILLIAMS, P. Relationships of phlebotomine sand flies (Diptera). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 88, n. 2, p. 177-183, 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Control of the leishmaniasis: report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis. Geneva; (WHO Technical Report Series, 949). 2010

WORLD WILDLIFE FUND – WWF. Repercussões Ambientais da Expansão da Soja no Cerrado e seus Vínculos com a Liberalização do Comércio e a Política Macroeconômica Brasileira. Brasília: WWF Brasil, 1999.

YOUNG, D. G.; DURAN, M. A. **Guide to the identification and geographic distribution of Lutzomyia sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae)**. WALTER REED ARMY INST OF RESEARCH WASHINGTON DC. 1994.

CAPÍTULO II

Artigo 1: A DEGRADAÇÃO DAS FLORESTAS E A DOMICILIAÇÃO DOS FLEBOTOMÍNEOS EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO MISTA DE FLORESTA, CERRADO E MATA DOS COCAIS

Thamires Coelho dos Santos¹, Jorge Luís Pinto Moraes², Maria da Conceição Abreu Bandeira³, Erlen Rejane Silva Costa⁴, Francisco Santos Leonardo⁴ & José Manuel Macário Rebelo^{1,2,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ²Programa de Pós-Graduação da Rede de Biodiversidade de Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ³Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ⁴Serviço de Vigilância em Saúde, Secretaria de Saúde do Estado do Maranhão.

RESUMO: Estudos relatam que mudanças na estrutura da cobertura vegetal afetam a distribuição de comunidades de flebotomíneos nos diferentes tipos de ambientes. Dessa forma, muitas espécies silvestres são encontradas em peridomicílios rurais e periurbanos. A variação na riqueza e abundância de flebotomíneos foi estudada em fragmentos florestais com diferentes graus de preservação e em assentamentos humanos adjacentes, no leste do Estado do Maranhão. Duas armadilhas luminosas CDC foram instaladas, das 18 às 6 horas, uma vez por mês, por três dias consecutivos, no período de maio/2012 a abril/2014, nos ambientes de intradomicílio, peridomicílio e mata. Foram capturados 14.303 espécimes de flebotomíneos, pertencentes a 36 espécies: 34 do gênero *Lutzomyia* e duas do gênero *Brumptomyia*. As espécies dominantes foram *L. whitmani* (50,69%), *L. longipalpis* (22,33%), *L. evandroi* (5,45%) e *L. walkeri* (4,69%), *L. lenti* (3,38%) e *L. termitophila* (2,26%). As outras 30 espécies apresentaram baixa densidade, com menos de 2% cada uma. Na área onde os fragmentos florestais eram mais conservados a riqueza de flebotomíneos foi maior (25 espécies) do que nos peridomicílios (20) e intradomicílios (19). O contrário foi observado na área cujos fragmentos eram mais degradados, havendo diminuição na riqueza na mata (13 espécies), acompanhada do aumento nos peridomicílios (14) e intradomicílios (16). A abundância foi maior nos peridomicílios de ambas as áreas, em função da grande concentração de animais domésticos disponíveis nos quintais, os quais funcionam como importantes fontes de sangue para as fêmeas desses insetos vetores de leishmanioses. Conclui-se que a redução das florestas pelo conjunto das atividades humanas, vem causando redução na riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos nos ambientes naturais; enquanto o estabelecimento de assentamentos rurais nas vizinhanças de áreas florestais degradadas vem propiciando a adaptação de espécies de flebotomíneos nesses novos ambientes antropizados. Como consequência, as leishmanioses passam a mudar o seu perfil epidemiológico, incidindo nas populações humanas e de animais domésticos suscetíveis, presentes na zona rural e periurbana.

KEYWORDS: Biodiversity, Conservation, Deforestation, Northeast, Sand flies

INTRODUÇÃO

O desmatamento em grande escala para a abertura de fronteiras agrícolas, provoca empobrecimento genético acentuado e abrupto, portanto, afeta negativamente a biodiversidade, por não considerar as ilhas de vegetação (tamanho e forma dos fragmentos) e os corredores de ligação (corredores ecológicos) (Castro, 2003). Além disso, a crescente ocupação para as áreas florestais resulta na modificação do ambiente natural de diversas comunidades animais.

Os flebotomíneos estão entre os componentes da biodiversidade que são afetados tanto pelo desmatamento como pela expansão das áreas rurais e urbanas. Esta afirmativa é confirmada pelos números crescentes de espécies destes dípteros presentes nos peridomicílios de assentamentos rurais antigos e recentes e, propriamente, nas periferias urbanas, acompanhados de notificações frequentes e persistentes de casos de leishmanioses transmitidos por vetores bem adaptados (Rebêlo et al. 2019).

O Maranhão é um dos estados do nordeste do Brasil onde os flebotomíneos são bem estudados, tanto do ponto de vista ecológico como epidemiológico. No território maranhense já foram encontradas mais de 90 espécies em diferentes ecossistemas e zonas fitogeográficas e muitas delas ocorrem no lado nordestino do Estado (Rebêlo et al. 2010). As principais espécies vetores de leishmânia existentes no território brasileiro ocorrem no estado do Maranhão (Guimarães-e-Silva et al. 2017; Pereira Filho et al. 2018; Fonteles et al. 2018), em áreas de ocorrência de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) e Leishmaniose Visceral Americana (LVA) (Rebêlo et al. 2010).

A maioria dos estudos realizados no território maranhense restringem-se às áreas antropogênicas, em virtude de serem norteados por surto de casos de leishmanioses. Por esse motivo, os inquéritos entomológicos são associados com áreas rurais e algumas vezes incluem ambientes de vegetação secundária próximos aos assentamentos humanos (Araújo et al. 2000;

Carvalho et al. 2000; Rebêlo et al. 1999, 2010b; Martins et al. 2004; Martin & Rebêlo, 2006; Silva et al. 2010).

Na região leste do estado do Maranhão, os flebotomíneos foram estudados, sobretudo, nos ambientes antropogênicos, ou seja, nos peridomicílios de povoados rurais onde a LVA e LTA são endêmicas (Rebêlo et al. 1999; Silva et al. 2015). Os estudos realizados nessa região notificaram pelo menos 49 espécies de flebotomíneos, sendo 19 exclusivas dessa região considerando o território maranhense (Rebêlo et al. 2010). As espécies vetores mais importantes incluem *Lutzomyia longipalpis*, *L. intermedia* e *L. whitmani*. Estas e outras espécies de flebotomíneos já foram encontradas infectadas por pelo menos sete espécies de leishmânias (Guimarães et al. 2017; Fonteles et al. 2018; Pereira et al. 2018).

A região de Codó e Caxias, no entanto, ainda carecem de estudos nas áreas silvestres, onde a vegetação original residual alterada persiste em pequenos fragmentos diante da devastação do avanço da agropecuária, agricultura de subsistência e urbanização. A cobertura vegetal primária é representada pelo contato do cerrado com a Floresta estacional semidecidual e mata dos cocais, característico de zona ecotonal. Diante deste panorama, este estudo propõe investigar a fauna de flebotomíneos e sua ecologia em áreas florestais e antropogênicas adjacentes, em ambos os municípios. O intuito é verificar se há segregação entre as espécies em ambos os ambientes em função das mudanças progressivas, causadas pelo avanço das fronteiras agrícolas e da urbanização.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Caxias situa-se a 04°51'32"S e 43°21'22"W, possui uma área de 5.150,667 km² e população estimada de 159.396 habitantes (IBGE, 2013). O município de Codó localiza-se a 4°27'18"S e 43°53'9"W, ocupa uma área de 4.361.318 km² e contém uma

população estimada de 118.038 habitantes (IBGE, 2013). As sedes municipais de ambos os municípios distam 101 km entre si (Figura 1).

O clima de ambos os municípios é o semi-úmido em transição com o semi-árido, com precipitação pluviométrica de 1.300 a 1.600 mm e temperatura média anual de 27,9°C (BRASIL, 2010; NUGEO, 2013). A temperatura média varia entre 26,1°C, no período chuvoso, a 35,6°C, no período seco. A média anual de umidade relativa do ar é de 70%, a máxima ocorre nos meses de março e abril, com valor de 83%, enquanto no período seco o valor pode chegar a 57%.

A vegetação dominante é o bioma Cerrado que atravessa transversalmente o estado do Maranhão de sul ao nordeste. Dentro desse bioma encontra-se várias formações vegetais, com vasta área de superposição, formando uma zona ecotonal, onde são encontrados o cocal (babaquais), diferentes fisionomias de cerrado, mata de galeria ou ciliares, mata seca chamada de "carrasco" e a floresta estacional semidecidual. Alguns fragmentos dessa última floresta ainda podem ser encontrados em propriedades rurais, de modo que a conservação dessa formação vegetal depende hoje, fundamentalmente, da conservação dos fragmentos dispersos pela área (Stranghetti et al. 2003). Esses poucos fragmentos vegetais são ainda ricos sobre o ponto de vista florístico, de modo que a destruição representa, inevitavelmente, perda de diversidade genética e biológica.

As áreas escolhidas no estudo foram Santana IV (4° 32'35''S e 43° 52'20''W), situada no município de Codó, e Bom Jesus (5° 14'21''S e 43° 17'02''W), situada no município de Caxias. Ambas as áreas sofrem pelo processo de expansão da agricultura e outras atividades humanas que culminam na fragmentação da paisagem (Figura 1), de modo que a nível local os fragmentos de mata se apresentam com diferentes graus de conservação. No povoado de Santana IV, predomina a floresta estacional semidecidual com cocal, bastante fragmentada e

alterada, porém com percentual de cobertura bem maior (60%) do que em Bom Jesus (30%), cuja vegetação apresentou-se mais desmatada deixando vasto campo aberto.

Coleta e flebotomíneos e processo de identificação

Os flebotomíneos foram capturados das 18:00h às 6:00h, três noites consecutivas, uma vez por mês, durante dois anos (maio/2012 a abril/2014) utilizando armadilha CDC tipo HP (Pugedo et al. 2005), instaladas a uma altura média de 1,5m do solo. O esforço de captura de cada armadilha foi 12 horas x 3 dias x 24 meses = 864 horas por ambiente. Considerando todas as armadilhas juntas, o esforço de captura foi de 6 armadilhas x 12 horas x 3 dias x 24 meses = 5.184 horas, em cada município.

Em cada área selecionou-se dois fragmentos florestais, dois peridomicílios e dois intradomicílios para efeito de comparação, totalizando seis armadilhas. Nos intradomicílios as armadilhas foram instaladas na sala das residências; nos peridomicílios em abrigos de animais domésticos (galinheiros) e nos fragmentos de floresta secundária foram dependuradas nos ramos das árvores cerca de 100 metros da borda.

Os espécimes capturados foram conduzidos para a Unidade Regional de Saúde de Caxias e Codó e a outra parte para o Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão para identificação segundo a chave de Young e Duncan (1994) e Galati (2003), onde foram triados de outros insetos, e posteriormente conservados por congelamento em freezer a -20°C em microtubos plásticos de 1,5mL e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV).

No processo de identificação das espécies os machos foram diafanizados utilizando hidróxido de potássio (KOH) a 10% por duas horas, em seguida lavados com solução de ácido acético a 10% por 20 minutos, três séries de água destilada por 15 minutos cada, fenol por 24 horas e montados inteiros entre lâmina e lamínula com fluído de Berlese.

As fêmeas foram dissecadas, a cabeça e os últimos segmentos abdominais foram clarificados com hidróxido de potássio (KOH) a 10% por duas horas, em seguida lavados com solução de ácido acético a 10% por 20 minutos, três séries de água destilada por 15 minutos cada, fenol por 24 horas e montados entre lâmina e lamínula com fluído de Berlese (Vilela et al. 2003).

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 N° 11965-2.

Análise estatística

A riqueza de espécies de flebotomíneos foi considerada como o número de espécies observadas nas áreas de estudo. As abundâncias das populações de flebotomíneos foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) comum fator, considerando o nível de significância $p = 0,05$. A abundância relativa das espécies e seus limites de confiança em cada área foi calculada pelo índice de Kato et al. (1952), sendo dominantes aquelas espécies cujo limite de confiança inferior foi maior que o limite superior para espécies ausentes. O perfil de diversidade de Renyi apresentou os valores dos índices de Shannon e Simpson para o mesmo conjunto de dados, a partir da variação de pesos relativos para a riqueza e equitabilidade, e por meio de gráfico mostrou os valores de diversidade para os diferentes ambientes (intra, peri e mata) das áreas em estudo. A distribuição das espécies de flebotomíneos no período de estudo foi calculada, por meio do índice de constância, fórmula: $C = P \times 100/N$, onde P = número de coletas com a espécie estudada e N = número total de coletas efetuadas. O índice de similaridade de Bray-Curtis foi utilizado para verificar a similaridade na composição da fauna de flebotomíneos entre os ambientes, conforme Clarke (1993). O software estatístico utilizado foi o Programa R.

RESULTADOS

Riqueza e abundância das espécies

O estudo resultou na captura de 14.303 flebotomíneos, pertencentes a 36 espécies, sendo 34 do gênero *Lutzomyia* França, 1924 e duas do gênero *Brumptomyia* França & Parrot, 1921 (Tabela 1). No computo geral, as espécies mais abundantes foram *L. whitmani* (50,7%), *L. longipalpis* (22,3%), *L. evandroi* (5,5%) e *L. walkeri* (4,7%), *L. lenti* (3,9%) e *L. termitophila* (2,26%). As outras 30 espécies apresentaram baixa densidade, ou seja, menos de 2% cada uma.

Na área mais conservada a riqueza foi de 30 espécies, 29 do gênero *Lutzomyia* e uma espécie do gênero *Brumptomyia* (Tabela 1). Abundância, no entanto, foi menor (5.405 espécimes). Os machos (57,4%; 3.102 indivíduos) predominaram sobre as fêmeas (42,6%; 2.303).

Na área mais desmatada foram encontradas apenas 17 espécies, sendo 16 do gênero *Lutzomyia* e uma do gênero *Brumptomyia*. A abundância, no entanto, foi maior (8.898 espécimes), desta vez com predomínio das fêmeas (73,0%; 6.499 indivíduos) sobre os machos (27,0%; 2.399).

Espécies dominantes

Na área mais desmatada, observa-se que as oito primeiras espécies abundantes foram consideradas dominantes (Figura 2), com proporções de abundâncias variando de 73,5% (*L. whitmani*) a 2,3% (*L. sordellii*). Essas oito espécies juntas representaram 96,5% da amostra total. As três espécies mais abundantes foram *L. whitmani*, *L. evandroi* e *L. lenti*.

Na mais conservada houve mudança na ordem de dominância. Desta vez, dentre as oito espécies dominantes, *L. longipalpis* ocupou o primeiro posto (52,9%) e *L. brumpti* o oitavo (2,0%). As espécies dominantes juntas representaram 94%, enquanto as demais espécies

apresentaram baixa densidade, menos de 1% cada uma. As três espécies mais abundantes foram *L. longipalpis*, *L. whitmani* e *L. walkeri*.

Associação com ambientes

Na área mais antropizada onde houve maior taxa de desmatamento e os fragmentos florestais são mais degradados observa-se uma distribuição mais uniforme na riqueza de espécies de flebotomíneos entre os ambientes (Tabela 2). No entanto, a riqueza foi maior no intradomicílio (16 espécies), seguida pelo peridomicílio (14) e a mata (13). Todas as espécies encontradas na mata ocorreram também no povoado, onde três foram encontradas com exclusividade. Considerando todas as espécies juntas, a abundância foi maior nos peridomicílios (52,42%) do que nos intradomicílios (17,36%) e nos fragmentos florestais (30,22%). Entretanto, 8 espécies predominaram nos peridomicílios, três predominaram o intra; duas em ambos ambientes antropogênicos; e quatro foram mais frequentes na mata.

Onde houve menor taxa de desmatamento, a riqueza de espécies foi maior nos fragmentos florestais (25 espécies), neste caso, bem mais conservados. No entanto, o número de espécie também foi significativo no povoado, onde foram encontradas 22 espécies (20 no peridomicílio e 19 no intradomicílio). Dezesete espécies foram comuns aos ambientes antrópicos e silvestres; oito só foram encontradas na floresta; e cinco no povoado. Considerando todas as espécies juntas, a abundância foi maior nos peridomicílios (54,81%) do que nos intradomicílios (23,49%) e floresta (22,27%).

Pelo teste da ANOVA com 1 fator, não houve diferença significativa na composição da fauna de flebotomíneos entre os ambientes dos dois municípios estudados ($F_{\text{value}} = 0,486$; $df = 5$; $p = 0,786$).

Índices de diversidade e similaridade entre as áreas

O perfil de diversidade de Renyi revelou de acordo com os índices de Shannon ($\alpha = 1$) e Simpson ($\alpha = 2$) que a diversidade foi maior no fragmento florestal da área conservada. Para os outros ambientes não houve diferença nesse índice (Figura 3).

O índice de similaridade de Bray Curtis demonstrou que a composição e abundância das espécies de flebotomíneos foram mais similares entre os ambientes dentro de cada área e essa similaridade foi maior em Caxias (área mais desmatada) (Figura 4).

DISCUSSÃO

Atividades que provocam desflorestamento atuam como modificadores da cobertura vegetal e, conseqüentemente, afeta a estrutura das comunidades de flebotomíneos silvestres (Rebêlo et al. 2019). Estudos realizados no estado do Maranhão demonstraram que áreas florestais naturais contribuem imensamente para a maior diversidade local desses insetos (Marinho et al. 2008, Azevedo et al. 2011, Campos et al. 2013). O presente estudo corrobora essa afirmativa, posto que a diversidade de flebotomíneos no fragmento de florestal estacional semidecidual com cocal do município de Codó, mais conservado, foi maior do que naquele mais degradado por atividades humanas no município de Caxias.

A redução dos habitats naturais (florestas) pelo desmatamento restringe os ecótopos para os vertebrados, principalmente, os de grande porte (Cardillo et al. 2005). Em consequência, o tamanho das populações desses vertebrados diminui e muitos podem desaparecer. Esse processo afeta diretamente as populações de insetos hematófagos como os flebotomíneos que também diminuem as suas populações e/ou estes migram para os povoados próximos onde alcançam grande desenvolvimento pelas oportunidades geradas nesse novo ambiente (disponibilidades de abrigos e alimento), conforme demonstrado por numerosos trabalhos (Dias et al. 2003, Oliveira-Pereira et al. 2008, Pereira-Filho et al. 2018).

As espécies originalmente florestais mantêm contato com os peridomicílios, pela proximidade entre esses ambientes. A infestação dos peridomicílios possibilita a introdução de agentes infecciosos (*Leishmania*) que antes eram silvestres e agora passam a vulnerar as populações humanas e de animais domésticos, sem resistências para estas cepas enzoóticas (Guimarães et al. 2017, Fonteles et al. 2018).

Neste estudo constatou-se que muitas espécies presentes nos fragmentos florestais foram encontradas nos ambientes antropogênicos. Sendo que essa proporção aumenta quanto mais degradada for a área (Rebêlo et al. 2019). Na área mais degradada, a riqueza prevaleceu nos peridomicílios e intradomicílios, ao contrário da área mais conservada, onde a riqueza foi maior nos fragmentos florestais. Apesar da grande riqueza de espécies de flebotomíneos nos peridomicílios e até mesmo dentro das casas, nem todas encontram-se adaptadas a esses novos ambientes, pois ao longo dos anos esses táxons ocorrem em baixa densidade, conforme constatado neste estudo. Pode-se dizer que oito espécies foram consideradas colonizadoras das áreas peridomiciliares, pela abundância de machos e fêmeas encontradas. Entre elas, *L. longipalpis* e *L. whitmani*, que vêm sendo encontradas em grande abundância nos ambientes rurais e periurbanos em diferentes áreas (Silva et al. 2010, 2019, Penha et al. 2013), onde são incriminadas como os principais vetores da leishmaniose visceral e da leishmaniose tegumentar, as quais foram notificadas nas áreas estudadas. No Maranhão, estas suposições vêm sendo confirmadas com os sucessivos estudos de infecção de flebotomíneos com leishmânias por métodos moleculares (Oliveira-Pereira et al. 2006; Fonteles et al. 2009; Guimarães-e-Silva et al. 2017). Estas duas espécies costumam ser oportunistas nesses ambientes, sendo atraídas, principalmente, por galinhas, porcos, cães e equinos, utilizados como hospedeiros para o repasto sanguíneo (Dias et al. 2003, Oliveira-Pereira et al. 2008, Fonteles et al. 2009, Guimarães-e-Silva et al. 2017).

Estudos recentes realizados na área urbana de Caxias confirmaram a infecção de *L. longipalpis* por *L. infantum chagasi* (Guimarães-e-Silva et al. 2017). Esses autores verificaram ainda que este vetor é permissivo para outros patógenos como *Le. braziliensis*, *Le. shawi*, *Le. amazonensis*, *Le. lainsoni* e, curiosamente, para *Le. mexicana*. Este último parasito foi originalmente descrito para a América Central e sul dos Estados Unidos. De acordo com Lainson (2010), registros de ocorrências desta espécie em países sul-americanos muito distantes geograficamente devem ser analisados com cautela. Quanto a *L. whitmani*, estudos realizados na zona rural do município de Caxias detectaram espécimes com infecção por *Le. braziliensis* e *Le. infantum chagasi*, além de infecção mista para esses dois parasitos (Guimarães-e-Silva et al., 2017). *L. lenti* foi encontrada com infecção por *Le. infantum* (0,6%) em Barreirinhas, no entorno dos Lençóis Maranhenses (Fonteles et al. 2018); enquanto *L. evandroi* se infecta com *Le. lainsoni* (3,4%); *Le. sordellii* por *Le. infantum* (4,3%); e *L. wellcomei* por *Le. infantum* (20%), também em Barreirinhas (Pereira-Filho et al. 2018)

Contudo, as outras espécies mesmo ocorrendo em baixa densidade são capazes de apresentar vestígios de DNA de *Leishmania* (Guimarães et al., 2017). Foi o caso de *L. termitophila* encontrada com DNA de *Le. i. chagasi* e *Le. guyanensis*; e *L. trinidadensis* que, curiosamente, foi surpreendida com infecção mista de *Le. infantum/Le. braziliensis*, ambos na zona rural de Caxias. As demais espécies, por terem sido encontradas em baixíssima densidade foram consideradas visitantes eventuais e fortuitas dos peridomicílios, o que inviabiliza a sua relevância como vetores. Mesmo assim, algumas dessas espécies são incriminadas como vetores comprovados de agentes etiológicos de LTA. São exemplos, *L. flaviscutellata* que transmite *Le. amazonensis* em várias áreas do Brasil (Lainson e Shaw, 1968) e *L. intermedia* que é suspeita de transmitir *Le. braziliensis* no Sudeste do Brasil (Silva e Gomes, 2001).

No presente estudo ficou destacada a grande quantidade de machos e fêmeas capturados. A princípio, esse resultado pode ser indicativo de emergência de ambos os sexos nas

proximidades dos locais de coleta, com um agravante, a predominância de fêmeas releva que a transmissão do agente etiológico das leishmanioses para animais e humanos pode ocorrer nesses locais.

A maior abundância de flebotomíneos nos peridomicílios sugere que nesses ambientes há maior concentração de hospedeiros do que os fragmentos florestais para os flebotomíneos realizarem o repasto sanguíneo. 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 tanto para as fêmeas como para 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 para a busca de fêmeas para a cópula. Esses resultados corroboram os estudos de Martin e Rêbello (2006) no Maranhão e Andrade et al. (2014) no Mato Grosso do Sul, que também encontraram grande quantidade de espécimes de *L. longipalpis* e *L. whitmani* frequentando os peridomicílios. Se isso for verdade, a atração por animais domésticos, aumenta o risco de infecção para os moradores dessas áreas com infestação de flebotomíneos (Cunha et al. 1995, BRASIL, 2017).

Estudos demonstram que a presença de animais domésticos pode servir não apenas como uma barreira atrativa, mas também protetora, dependendo da distância do animal doméstico para as residências (Barros et al. 2014), observaram que a presença de galinheiro próximo às residências aumenta a presença de flebotomíneos no intradomicílio, e com o distanciamento do referido abrigo das residências, a frequência desses insetos diminui drasticamente.

Conclui-se que a riqueza e abundância de espécies de flebotomíneos foram elevadas em ambos as áreas e ambientes estudados, mas a riqueza foi maior nos fragmentos florestais mais conservados do que nos outros ambientes. A redução das florestas pelo avanço da agricultura

vem causando diminuição nos componentes da comunidade de flebotomíneos nos ambientes naturais; enquanto o estabelecimento de assentamentos rurais nas vizinhanças de áreas florestais degradadas vem propiciando a adaptação de espécies de flebotomíneos nesses novos ambientes antropizados. Como consequência, as leishmanioses passam a incidir nas populações humanas e de animais domésticos suscetíveis, como vem ocorrendo em Caxias e Codó.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) através da concessão de auxílio (Processo CBIOMA 02704/17) e bolsa de estudo de Mestrado (BM-00567/20 - 34887/2020). A equipe da Unidade Regional de Saúde/Codó pela realização das coletas nos municípios de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, J.C., J. Rebêlo, M.L. Carvalho, and V.L.L. Barros. 2000.** Composição dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do Município da Raposa-MA, Brasil. Área endêmica de leishmanioses. *Entomologia y Vectores* 7: 33-47.
- Azevedo, P.C.B., Lopes, G.N., Fonteles, R.S., Vasconcelos, G.C., Moraes, J.L.P., Rebêlo, J.M.M. 2011.** The effect of fragmentation on phlebotomine communities (Diptera: Psychodidae) in areas of ombrophilous forest in São Luís, state of Maranhão, Brazil. *Neotrop. entomol.* 40: 271-277.
- Barros, VLL, Monteiro, PS, Lorosa, ES, Rebêlo, JMM. 2014.** A importância das galinhas (*Gallus gallus*) na distribuição de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae) no ambiente domiciliar, na localidade de Prequeira, município de São José de Ribamar-MA, Brasil. *Revista Humana* 1: 15-29.
- Brasil. 2017.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar. 2ª ed. Editora do Ministério da Saúde. Brasília. BR.
- Campos, A. M., Matavelli, R., Santos, C.L.C., Moraes, L.S., Rebêlo, J. M. M. 2013.** Ecology of Phlebotomines (Diptera: Psychodidae) in a Transitional Area Between the Amazon and the Cerrado in the State of Maranhão, Brazil. *Journal of Medical Entomology* 50: 52.

- Cardillo, M., Mace, G.M., Jones, K.E., Bielby, J., Bininda-Emonds, O.R.P., Sechrest, W., Orme, D.D.L. & Purvis, A. 2005.** Multiple Causes of High Extinction Risk in Large Mammal Species. *Science* 309:1239-1241.
- Carvalho, M., J. Rebêlo, J. Araújo, and V. Barros. 2000.** Aspectos ecológicos dos flebotomíneos (Díptera, Psychodidae) do Município de São José de Ribamar, MA, Brasil. Área endêmica de leishmanioses. *Entomologia y Vectores* 7: 19-32.
- Castro, A. A. J. F. 2003.** Biodiversidade e riscos antrópicos no nordeste do Brasil. *Territorium*: 45-60.
- Clarke, K., and M. Ainsworth. 1993.** A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 92: 205-205.
- Coimbra Filho. A.F.; Câmara, I.B de G.** Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil. São Paulo: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1996. 86p.
- Cunha, S., M. Freire, C. Eulalio, J. Cristovão, E. Netto, W. D. Johnson Jr, S. G. Reed, and R. Badaro. 1995.** Visceral leishmaniasis in a new ecological niche near a major metropolitan area of Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and hygiene* 89: 155-158.
- da Penha, T. A., A. C. G. dos Santos, J. M. M. Rebêlo, and J. L. P. Moraes. 2013.** Fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em área endêmica de leishmaniose visceral canina na região metropolitana de São Luís-MA, Brasil. *Biotemas* 26: 121-127.
- da Silva, L. B., D. M. C. de Aquino, F. S. Leonardo, A. S. Guimarães, M. N. Melo, J. M. M. Rebêlo, and V. C. S. Pinheiro. 2015.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos urbanos de leishmaniose visceral no Estado do Maranhão, Brasil. *Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology* 44: 181-194.
- de Andrade, A. R. O., B. A. K. da Silva, G. Cristaldo, S. M. O. de Andrade, A. C. Paranhos Filho, A. Ribeiro, M. F. da Cunha Santos, and R. Andreotti. 2014.** Spatial distribution and environmental factors associated to phlebotomine fauna in a border area of transmission of visceral leishmaniasis in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Parasites & vectors* 7: 260.
- Dias, F. d. O. P., E. S. Lorosa, and J. M. M. Rebêlo. 2003.** Fonte alimentar sangüínea e a peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Psychodidae, Phlebotominae). *Cadernos de Saúde Pública* 19: 1373-1380.
- Fonteles, R. S., A. A. Pereira Filho, J. L. P. Moraes, S. R. F. Pereira, B. L. Rodrigues, and J. M. M. Rebêlo. 2018.** Detection of *Leishmania* DNA and Blood Meal Identification in Sand Flies (Diptera: Psychodidae) From Lençóis Maranhenses National Park Region, Brazil. *Journal of medical entomology* 55: 445-451.
- Fonteles, R. S., G. C. Vasconcelos, P. C. B. Azevêdo, G. N. Lopes, J. L. P. Moraes, E. S. Lorosa, O. Kuppinger, and J. M. M. Rebêlo. 2009.** Preferência alimentar sangüínea

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* 42: 647-650.

Galati, E.A.B. 2003. Classificação de Phlebotominae. In: Rangel, E.F., Lainson, R. (Eds.), *Flebotomíneos do Brasil*. Fiocruz, Rio de Janeiro pp. 23–51.

Guimaraes-e-Silva, A. S., S. d. O. Silva, R. C. Ribeiro da Silva, V. C. S. Pinheiro, J. M. M. Rebêlo, and M. N. Melo. 2017. *Leishmania* infection and blood food sources of phlebotomines in an area of Brazil endemic for visceral and tegumentary leishmaniasis. *PLoS One* 12: e0179052.

Kato, M., T. Matsuda, and Z. Yamashita. 1952. Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. *Science Reports Tohoku University, IV (Biology)* 19: 291-301.

Lainson, R. 2010. Espécies neotropicais de *Leishmania*: uma breve revisão histórica sobre sua descoberta, ecologia e taxonomia. *Rev Pan-Amaz Saude* 1:13-32.

Lainson, R., and J. J. Shaw. 1968. Leishmaniasis in Brazil: I. Observations on enzootic rodent leishmaniasis—incrimination of *Lutzomyia flaviscutellata* (Mangabeira) as the vector in the lower Amazonian basin. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 62: 385-395.

Marinho RM, Fonteles RS, Vasconcelos GC, Azevedo PCB, Moraes JLP, Rebelo JMM. 2008. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em reservas florestais da área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. *Rev Bras Entomol.* 2008;52:112-6.

Martin, A. M., and J. M. M. Rebêlo. 2006. Dinâmica espaço-temporal de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município de Santa Quitéria, área de cerrado do Estado do Maranhão, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia* 96: 283-288.

Martins, L. M., J. M. M. Rebêlo, M. C. F. V. d. Santos, J. M. L. Costa, A. R. d. Silva, and L. A. Ferreira. 2004. Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. *Cadernos de Saúde Pública* 20: 735-743.

NUGEO. 2013. Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão. Maranhão, BR.

Oliveira-Pereira, Y. N., J. M. M. Rebêlo, J. L. P. Moraes, and S. R. F. Pereira. 2006. 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: 540-543.

Pereira-Filho, A. A., R. S. Fonteles, M. d. C. A. Bandeira, J. L. P. Moraes, J. M. M. Rebêlo, and M. N. Melo. 2018. Molecular Identification of *Leishmania* spp. in Sand Flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. *Journal of medical entomology* 55: 989-994.

- Pugedo, H., R. A. Barata, J. C. França-Silva, J. C. Silva, and E. S. Dias. 2005.** HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 38: 70-72.
- Rebêlo, J. M. M., F. S. Leonardo, J. M. L. Costa, Y. N. O. Pereira, and F. S. Silva. 1999.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 15: 623-630.
- Rebêlo, J. M. M., J. L. P. Moraes, G. B. V. Cruz, J. Andrade-Silva, M. D. C. A. Bandeira, Y. N. Oliveira Pereira, and C. L. C. D. Santos. 2019.** Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Eastern Amazonia. *Journal of medical entomology* 56: 1004-1012.
- Rebêlo, J. M. M., R. V. d. Rocha, J. L. P. Moraes, C. R. M. d. Silva, F. S. Leonardo, and G. A. Alves. 2010.** The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 494-500.
- Rebêlo, J., S. de Oliveira, F. Silva, V. Barros, and J. Costa. 2001.** Sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Amazônia of Maranhão. V. Seasonal occurrence in ancient colonization area and endemic for cutaneous leishmaniasis. *Revista Brasileira de Biologia* 61: 107-115.
- Rebêlo, JMM., Assunção Júnior, AN., SILVA, O. 2010a.** Ocorrência de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos de leishmanioses, em área de ecoturismo do entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro* 26: 195 – 198.
- Rebêlo, JMM., Rocha, RV., Moraes, JLP., Silva, CRM, Leonardo, FS., Alves, GA. 2010b.** The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 494-500.
- Silva, A. C. d., and A. d. C. Gomes. 2001.** Estudo da competência vetorial de *Lutzomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) para *Leishmania (Viannia) braziliensis*, Vianna, 1911. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 34: 187-191.
- Silva, F. S., L. P. de Carvalho, F. P. Cardozo, J. L. Moraes, and J. M. Rebêlo. 2010.** Sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Cerrado area of the Maranhão state, Brazil. *Neotropical Entomology* 39: 1032-1038.
- Silva, RCR, Guimarães e Silva, AS, Sousa, SSS, Bezerra, JMT, Rebêlo JMM, Pinheiro, VCS. 2019.** Occurrence of Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) in Urban Leishmaniasis Transmission Foci in North-Eastern Brazil. *Journal of Medical Entomology* , v. 56, p. 247-253, 2019.

Stranghetti, V., R. B. Ituralde, L. R. Gimenez, and D. Almella. 2003. Florística de um fragmento florestal do sítio São Pedro, município de Potirendaba, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 25: 167-172.

Vilela, M. L., Rangel, E. F., Lainson, R. 2003. Métodos de coleta e preservação de flebotomíneos. In: RANGEL, E.F.; LAINSON, R. (Ed.) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. cap. 8, p. 353-367.

ANEXOS

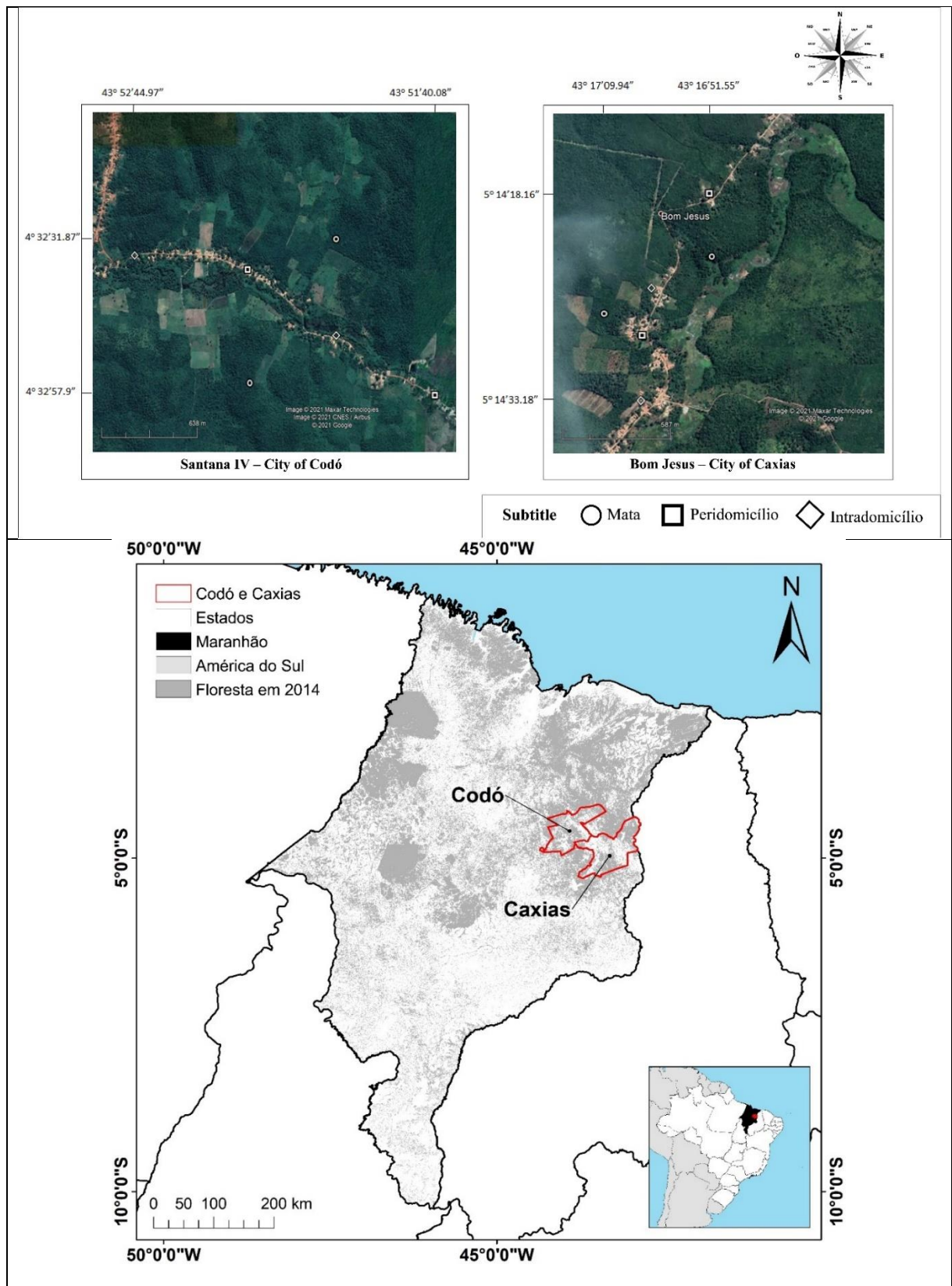


Figura 1. Localização da área de estudo, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, e os pontos de coleta de flebotômíneos nos intradomicílios, peridomicílios e extradomicílios, de maio/2012 a abril/2014. MapBiomias: <https://mapbiomas.org/> para as regiões de coleta.

Tabela 1. Números de espécimes de flebotomíneos capturados nos ambientes rurais e na mata, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão de maio/2012 a abril/2014.

Municípios	Caxias			Codó			Total	
	M	F	Total	M	F	Total	N	%
<i>B. avellari</i>	73	143	216	-	-	-	216	1.51
<i>B. brumpti</i>	-	-	-	75	35	110	110	0.77
<i>L. abunaensis</i>	-	-	-	2	-	2	2	0.01
<i>L. antunesi</i>	-	-	-	21	14	35	35	0.24
<i>L. bacula</i>	-	1	1	-	-	-	1	0.01
<i>L. brasiliensis</i>	-	-	-	2	-	2	2	0.01
<i>L. carmelinoi</i>	-	17	17	-	-	-	17	0.12
<i>L. cortallezii</i>	-	-	-	1	-	1	1	0.01
<i>L. dreisbachi</i>	-	-	-	-	1	1	1	0.01
<i>L. evandroi</i>	158	305	463	176	140	316	779	5.45
<i>L. fischeri</i>	-	-	-	2	-	2	2	0.01
<i>L. flaviscutellata</i>	11	22	33	54	37	91	124	0.87
<i>L. furcata</i>	-	-	-	-	3	3	3	0.02
<i>L. goiana</i>	-	1	1	-	-	-	1	0.01
<i>L. hermanlenti</i>	-	8	8	4	-	4	12	0.08
<i>L. intermédia</i>	-	-	-	19	2	21	21	0.15
<i>L. lenti</i>	136	224	360	94	29	123	483	3.38
<i>L. longipalpis</i>	169	168	337	1610	1247	2857	3194	22.33
<i>L. micropyga</i>	-	-	-	1	-	1	1	0.01
<i>L. micros</i>	-	-	-	2	3	5	5	0.03
<i>L. nevesi</i>	-	-	-	6	2	8	8	0.06
<i>L. oswaldoi</i>	3	1	4	-	-	-	4	0.03
<i>L. pacae</i>	-	-	-	1	-	1	1	0.01
<i>L. peresi</i>	-	-	-	-	1	1	1	0.01
<i>L. punctigeniculata</i>	-	-	-	1	-	1	1	0.01
<i>L. quinquefer</i>	134	82	216	-	-	-	216	1.51
<i>L. sallesi</i>	-	-	-	1	1	2	2	0.01
<i>L. saulensis</i>	-	-	-	17	107	124	124	0.87
<i>L. shannoni</i>	-	-	-	4	1	5	5	0.03
<i>L. sordellii</i>	53	147	200	9	13	22	222	1.55
<i>L. teratodes</i>	-	1	1	3	-	3	4	0.03
<i>L. termitophila</i>	36	122	158	46	119	165	323	2.26
<i>L. trinidadensis</i>	90	165	255	9	10	19	274	1.92
<i>L. walkeri</i>	-	-	-	399	272	671	671	4.69
<i>L. wellcomei</i>	91	-	91	36	60	96	187	1.31
<i>L. whitmani</i>	1445	5092	6537	507	206	713	7250	50.69
Indivíduos	2399	6499	8898	3102	2303	5405	14303	100.0
Percentuais	26,96	73,04	62,21	57,39	42,61	37,79	100	
Espécies	12	16	17	26	21	30	36	

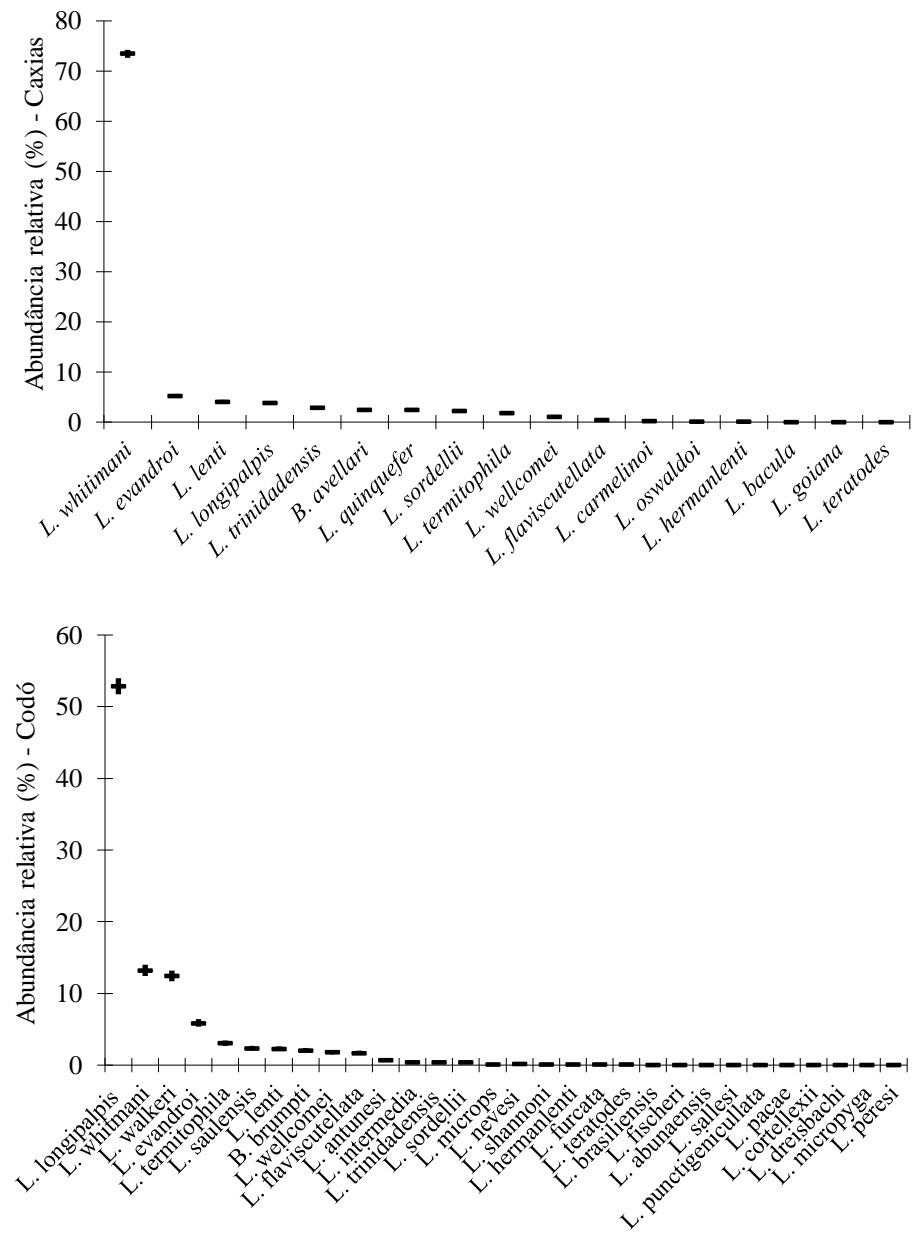


Figura 2. Espécies dominantes de flebotomíneos capturados nos ambientes intra, peri e extradomiciliares (floresta), de maio/2012 a abril/2014, nos municípios de Caxias (acima) e Codó (abaixo), de acordo com o índice de Kato.

Tabela 2. Números de espécimes de flebotomíneos capturados nos ambientes silvestres (fragmentos florestais) e antropizados (intra e peridomicílios) dos municípios de Caxias e Codó, Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.

Municípios Espécies/ambientes	Caxias				Codó			
	Intra	Peri	Mata	Total	Intra	Peri	Mata	Total
<i>B. avellari</i>	17	170	29	216	-	-	-	-
<i>B. brumpti</i>	-	-	-	-	2	35	73	110
<i>L. abunaensis</i>	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>L. antunesi</i>	-	-	-	-	4	15	16	35
<i>L. bacula</i>	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>L. brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>L. carmelinoi</i>	6	11	-	17	-	-	-	-
<i>L. cortellezii</i>	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>L. dreisbachi</i>	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>L. evandroi</i>	112	253	98	463	43	203	70	316
<i>L. fischeri</i>	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>L. flaviscutellata</i>	1	12	20	33	2	11	78	91
<i>L. furcata</i>	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>L. goiana</i>	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>L. hermanlenti</i>	2	5	1	8	1	3	-	4
<i>L. intermedia</i>	-	-	-	-	1	2	18	21
<i>L. lenti</i>	71	135	154	360	8	71	44	123
<i>L. longipalpis</i>	161	162	14	337	1097	1685	75	2857
<i>L. micropyga</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>L. microps</i>	-	-	-	-	-	-	5	5
<i>L. nevesi</i>	-	-	-	-	-	4	4	8
<i>L. oswaldoi</i>	1	1	2	4	-	-	-	-
<i>L. pacae</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>L. peresi</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>L. punctigeniculata</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>L. quinquefer</i>	64	98	54	216	-	-	-	-
<i>L. sallesi</i>	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>L. saulensis</i>	-	-	-	-	19	45	60	124
<i>L. shannoni</i>	-	-	-	-	1	2	2	5
<i>L. sordellii</i>	63	124	13	200	1	13	8	22
<i>L. teratodes</i>	1	-	-	1	1	1	1	3
<i>L. termitophila</i>	55	75	28	158	5	88	72	165
<i>L. trinidadensis</i>	116	122	17	255	3	8	8	19
<i>L. walkeri</i>	-	-	-	-	17	214	440	671
<i>L. wellcomei</i>	-	13	78	91	2	19	75	96
<i>L. whitmani</i>	873	3483	2181	6537	61	508	144	713
Números de espécimes	1545	4664	2689	8898	1270	2931	1204	5405
Números percentuais	17,36	52,42	30,22	62,21	23,50	54,23	22,27	37,79
Números de espécies	16	14	13	17	19	20	25	30

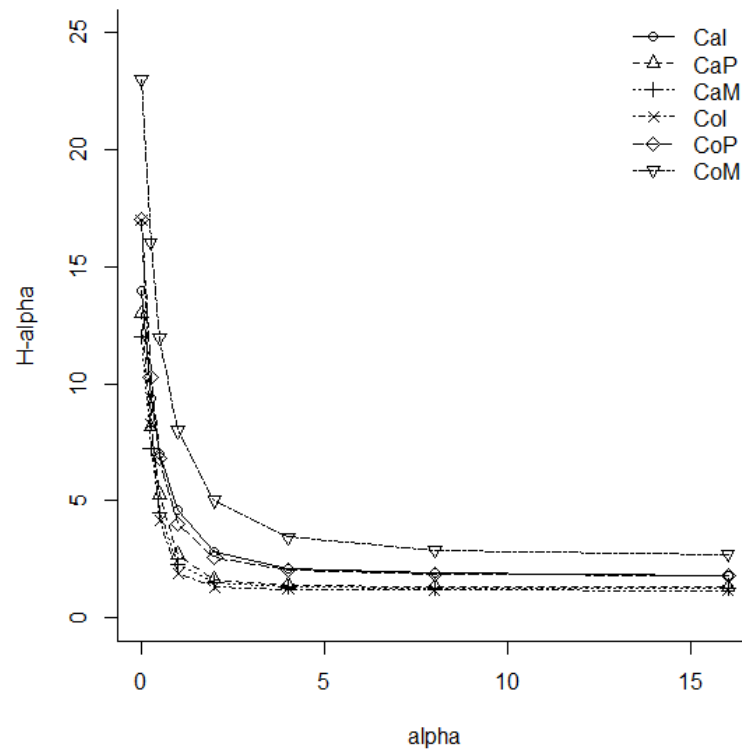


Figura 3. Perfil de diversidade de Renyi, mostrando os índices de Simpson e Shannon, para flebotomíneos capturados nos fragmentos florestais (M) e nos peridomicílios (P) e intradomicílios (I), no município de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.

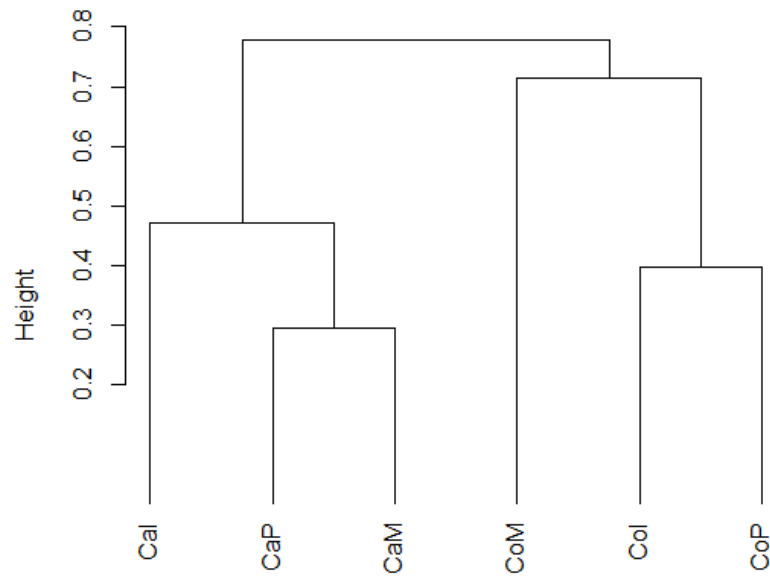


Figura 4. Dendrograma com base no índice de similaridade de Bray Curtis, mostrando as relações dos flebotomíneos entre os ambientes florestais (M) e nos peridomicílios (P) e intradomicílios (I), no município de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.

CAPÍTULO 3

Artigo 2. INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA, PSYCHODIDAE) EM ÁREAS FLORESTAIS DEGRADADAS

Thamires Coelho dos Santos¹, Jorge Luís Pinto Moraes², Maria da Conceição Abreu Bandeira³, Erlen Rejane Silva Costa⁴, Francisco Santos Leonardo⁴ & José Manuel Macário Rebelo^{1,2,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ²Programa de Pós-Graduação da Rede de Biodiversidade de Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ³Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. ⁴Serviço de Vigilância em Saúde, Secretaria de Saúde do Estado do Maranhão.

RESUMO. Os fatores ambientais e climáticos variam ao longo do ano e afetam a estrutura da comunidade de insetos vetores. O objetivo deste estudo foi verificar se a riqueza, abundância e frequência mensal e sazonal das espécies de flebotomíneos variam entre as estações seca e chuvosa. O estudo foi realizado de maio/2012 e abril/2014 em fragmentos florestais com diferentes graus de conservação e nos ambientes intradomiciliares e peridomiciliares rurais dos municípios de Caxias e Codó, no Estado do Maranhão. Foram capturados 14.303 espécimes de 36 espécies encontradas. Os flebotomíneos ocorreram o ano todo, com picos de abundância em junho de 2012 e julho de 2013 para o município de Caxias, e em agosto de 2012 e outubro de 2013, no município de Codó. A abundância foi maior na estação seca para ambos as áreas, com predominância das espécies *L. whitmani* e *L. longipalpis*. A distribuição anual das espécies vetoras como *L. flaviscutellata*, *L. intermedia*, *L. wellcomei*, *L. whitmani* e *L. longipalpis*, principais representantes transmissores da LTA e LVA, tem grande relevância na epidemiologia das leishmanioses e explica a ocorrência de casos o ano inteiro. A área mais conservada, na estação chuvosa, se apresentou com maior riqueza. A composição da fauna foi mais dissimilar entre os municípios e mais similares entre as estações de cada município. Em Caxias apesar de apresentar menor número de espécies se comparado a área conservada de Codó, as estações compartilharam o maior número de espécies entre si. Esse estudo fornece informações que podem auxiliar na melhoria de metodologias de controle vetorial das leishmanioses, que poderiam ser implementadas em qualquer estação, mas, sobretudo, nos meses de maior abundância, na transição entre as estações chuvosa e seca em Caxias, e entre agosto e outubro em Codó.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação; Flebotomíneos; Nordeste brasileiro; Variação estacional; Vetor biológico.

INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) constituem uma subfamília de insetos cosmopolitas responsáveis pela transmissão das leishmanioses (Young & Ducan, 1994, WHO, 2020). Estes insetos distribuem-se em todos os ecossistemas brasileiros (Aguiar e Medeiros, 2003), inclusive em florestas semidecíduas, cocal e cerrado, onde ainda não foi adequadamente estudado (Rebêlo et al. 2010).

O Cerrado, no entanto, está ameaçado pelas atividades de desmatamento oriundas da rápida expansão agrícola, pecuária e processo de urbanização desordenado (Gusmão et. al. 2012). As alterações ambientais desse ecossistema atuam sobre a estrutura de comunidades dos organismos gerando perda da biodiversidade e acabam afetando também a ecologia dos insetos vetores de doenças, como as leishmanioses (Castro et.al. 2016; Nazareth et al. 2016; Latrubesse et.al. 2017; Purse et al. 2017). Considerando que os vetores apresentam um nicho ecológico específico e sofrem a ação de fatores bióticos e abióticos, as populações podem ser afetadas em escala microgeográfica (Prudhomme et.al. 2015; Booth, 2018).

Variações ambientais e climáticas frequentemente causam modificações nos componentes da cadeia de transmissão das leishmanioses, desequilibrando as interações entre o parasito, vetor e o reservatório (Medlock & Leach, 2015; Leal Filho et al. 2018), alterando assim a distribuição espacial e temporal da doença (Shaw, 2008; Rangel et al. 2011). A temperatura e a umidade relativa interferem na duração do ciclo biológico, na taxa de sobrevivência e reprodução desses vetores (Negev et al. 2015) e no seu ciclo parasitário (Kahime et al. 2014; WHO, 2020); enquanto a precipitação pluviométrica causa efeito na sazonalidade dos flebotomíneos, modificando as condições dos criadouros dos imaturos no solo e dos abrigos dos adultos (Rutledge & Ellenwood, 1975). Os fatores ambientais e climáticos também afetam as taxas de infecção dos flebotomíneos por *Leishmania* (Anderson et al. 2011; 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 (Macedo et al. 2008; Michalsky et al. 2009; Semenza & Menne, 2009; Pérez-Flóres et.al. 2016).

No estado do Maranhão os estudos sobre sazonalidade têm demonstrados que os adultos de flebotomíneos podem ser encontrados o ano inteiro, mas a abundância varia de acordo com as estações do ano, geralmente, são maiores nas épocas chuvosas (Rebêlo, 2001; Silva et al.

2010), mas há casos de predomínio desses vetores na estação seca (Martin e Rebêlo, 2006). Estudos sobre a interação de fatores climáticos e a estrutura de comunidades de flebotômíneos foram realizados nos municípios de Codó na década de 90 e mostraram a maior abundância no período chuvoso nos ambientes antropogênicos – intra e peridomicílios (Rebêlo et al. 1999); enquanto em Caxias, na virada do milênio a abundância nesses mesmos ambientes foi maior na estação seca (Silva et al. 2015). No entanto, em ambas as áreas há necessidade de estudos no ambiente silvestre – a mata. Os municípios de Codó e Caxias, que estão estabelecidos sob domínio de mata mista, apresentam as maiores taxas de desmatamento (MARANHÃO, 2011) e de transmissão de casos para as leishmanioses (SINAN, 2019). Nos anos de 2012 a 2014 foram registrados uma totalidade de 62 registros em Caxias e 64 em Codó para a Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA). No mesmo período, a Leishmaniose Visceral Americana (LVA) atingiu 104 casos no município de Caxias e 91 em Codó (SINAN, 2019).

Diante do exposto, avalia-se neste estudo, a ação da sazonalidade sobre a composição, riqueza e abundância de flebotômíneos e seus efeitos para a saúde pública, em ambientes silvestres e antropogênicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Caxias (04°51'32"S e 43°21'22"W) e Codó (4° 27' 18"S; 43° 53' 9" W), ambos situados na região Leste do Estado do Maranhão (Figura 1), sob domínio do bioma Cerrado. Apresentam características climáticas semelhantes, onde o clima é caracterizado como semi-úmido em transição com o semi-árido, com precipitação pluviométrica de 1.300 a 1.600 mm, temperatura média anual de 27,9°C e média anual de umidade relativa do ar de 70% (NUGEO, 2013).

As áreas escolhidas no estudo, sofrem pelo processo de expansão da agricultura e outras atividades humanas que culminam na fragmentação da paisagem (Figura 1), de modo que a nível local os fragmentos de mata estacional semidecidual com coccal, característicos da região, se apresentam com diferentes graus de conservação. No povoado de Bom Jesus, no município de Caxias, a vegetação apresentou-se com mata mais aberta, sob pressão de atividades humanas, como desmatamento; e na localidade de Santana IV do município de Codó, observa-se maior integridade da vegetação local.

Coleta de flebotomíneos e processo de identificação

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 foi 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 para o laboratório da Unidade Regional de Saúde de Caxias e Codó e 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 e Ducan (1994) e Galati (2003). Todos os espécimes foram armazenados em freezer a -20°C , em microtubos plásticos de 1,5mL e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV).

Para a identificação os espécimes serão separados por sexo. Os machos foram diafanizados utilizando hidróxido de potássio (KOH) a 10% por duas horas, em seguida lavados com solução de ácido acético a 10% por 20 minutos, três séries de água destilada por 15 minutos cada, fenol por 24 horas e montados inteiros entre lâmina e lamínula com fluído de Berlese.

As fêmeas foram dissecadas, a cabeça e os últimos segmentos abdominais foram clarificados com hidróxido de potássio (KOH) a 10% por duas horas, em seguida lavados com solução de ácido acético a 10% por 20 minutos, três séries de água destilada por 15 minutos cada, fenol por 24 horas e montados entre lâmina e lamínula com fluído de Berlese (Vilela et al. 2003).

Os valores médios da temperatura e valores absolutos da precipitação pluviométrica referentes ao período de estudo foram obtidos da Estação Climatológica de Codó pelo Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental (NuGeo) da Universidade Estadual do Maranhão.

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 N° 11965-2.

Análise estatística

A riqueza numérica foi considerada pela contagem do número de espécies observadas nos municípios por estação (seca e chuvosa). Para avaliar a abundância relativa (%) das espécies e seus limites de confiança foi utilizado o índice de Kato et al (1943). As espécies serão consideradas dominantes quando seu limite de confiança inferior for maior que o limite superior para espécies ausentes. A diversidade dos ambientes em estudo foi calculada pelo índice de Shannon e Simpson, comparando a riqueza e equitabilidade das espécies por meio da série de Renyi, utilizando o software Past. O índice de similaridade de Bray Curtis foi calculado para avaliar diferença entre as estações (seca e chuvosa) na composição e abundância das espécies. Para verificar se houve diferença significativa na abundância de flebotomíneos entre as estações (seca e chuvosa) foi utilizado o Test T para amostras pareadas. O mesmo teste será aplicado para avaliar se as espécies de interesse em saúde variaram em função das estações. As análises foram realizadas no Software R! 3.2 (R Development Core Team 2016). O software estatístico utilizado foi o Programa R.

RESULTADOS

Riqueza sazonal

Nesse estudo analisa-se a distribuição sazonal de 14.303 espécimes de flebotomíneos, pertencentes a 36 espécies, sendo 34 do gênero *Lutzomyia* França, 1924 e duas do gênero *Brumptomyia* França & Parrot, 1921.

Na área mais antropizada 12 espécies ocorreram nas duas estações; quatro só foram encontradas na estação seca, apenas na estação chuvosa. Dessa forma, a maior riqueza de espécie ocorre na estação seca (Tabela 1). No ambiente mais conservado, 17 espécies distribuíram-se nas duas estações; enquanto 7 foram encontradas somente na chuvosa e 6 somente na seca (Tabela 1). Assim, observa-se que houve um equilíbrio na ocorrência das espécies entre as estações.

Abundância sazonal

No cômputo geral, a abundância foi maior na estação seca para ambas as áreas: Caxias (61,6%; 5.477) e em Codó (67,7%/3.659), conforme Tabela 1. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa entre as estações em Caxias ($t = 0.42368$, $df = 51.897$, $p\text{-value} = 0.6736$) e Codó ($t = 0.78708$, $df = 42.74$, $p\text{-value} = 0.4356$), devido à grande abundância de poucas espécies; enquanto a maioria foi representada por pouquíssimos indivíduos.

Na região mais desmatada a maioria das espécies (onze) contribuíram com maior número de indivíduos na estação seca; enquanto apenas seis apresentaram maior número de indivíduos na estação chuvosa (Figura 2). Os táxons que mais interferiram para esse resultado foram as duas espécies mais abundantes do estudo, *L. longipalpis* e *L. walkeri* que contribuíram com 52,9% e 12,4% da amostra total e 78,9% e 89% dos indivíduos respectivamente estavam presentes na estação seca (Tabela 1). Na localidade mais conservada, dezessete espécies contribuíram com maior número de indivíduos na estação seca; enquanto dez tiveram mais indivíduos na estação chuvosa (Figura 2). A espécie que mais contribuiu para este resultado foi *L. whitmani* que sozinha representou 73,5% da amostra total e 66,5% estavam presentes na estação seca (Tabela 1). Diferente de Caxias, onde 67,6% dos indivíduos foram capturados na estação chuvosa.

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

Municípios	Codó			Caxias		
	Chuvosa	Seca	Total	Chuvosa	Seca	Total
<i>B. avellari</i>				75	141	216
<i>B. brumpti</i>	18	92	110			
<i>L. abonnenci</i>	2		2			
<i>L. antunesi</i>	23	12	35			
<i>L. bacula</i>					1	1
<i>L. brasiliensis</i>	2		2			
<i>L. carmelinoi</i>					17	17
<i>L. cortellezii</i>	1		1			
<i>L. dreisbachi</i>	1		1			
<i>L. quinquefer</i>				138	78	216
<i>L. evandroi</i>	194	122	316	290	173	463
<i>L. fischeri</i>	2		2			
<i>L. flaviscutellata</i>	36	55	91	12	21	33
<i>L. furcata</i>	3		3			
<i>L. goiana</i>					1	1
<i>L. hermanlenti</i>		4	4	1	7	8
<i>L. intermedia</i>	5	16	21			
<i>L. lenti</i>	94	29	123	203	157	360
<i>L. longipalpis</i>	603	2254	2857	179	158	337
<i>L. micropyga</i>		1	1			
<i>L. microps</i>	5		5			
<i>L. nevesi</i>	2	6	8			
<i>L. oswaldoi</i>				3	1	4
<i>L. pacae</i>		1	1			
<i>L. peresi</i>		1	1			
<i>L. punctigeniculata</i>		1	1			
<i>L. sordellii</i>	8	14	22	72	128	200
<i>L. sallesi</i>		2	2			
<i>L. saulensis</i>	89	35	124			
<i>L. shannoni</i>	2	3	5			
<i>L. teratodes</i>	1	2	3		1	1
<i>L. termitophila</i>	40	125	165	55	103	158
<i>L. trinidadensis</i>	2	17	19	111	144	255
<i>L. walkeri</i>	74	597	671			
<i>L. wellcomei</i>	57	39	96	91		91
<i>L. whitmani</i>	482	231	713	2191	4346	6537
Total de indivíduos	1746	3659	5405	3421	5477	8898
Números percentuais	32,3	67,7	100	38,4	61,6	100
Total de espécies	24	23	30	13	16	18

Similaridade entre as estações

A análise de agrupamento demonstrou a formação de dois grupos a nível municipal com suas respectivas estações (seca e chuvosa), sendo essa similaridade maior dentro do município de Caxias (0.47) (Figura 3).

Ranque de dominância sazonal dos flebotomíneos

Na área desmatada, a espécie *L. whitmani* dominou nas duas estações, mas a partir da segunda espécies, houve alternância na ordem de dominância entre as duas estações (Figura 4). O mesmo comportamento foi observado na área conservada, sendo que *L. longipalpis* dominou nas duas estações, mas a partir da segunda espécies, também houve alternância na ordem de dominância entre as duas estações.

Diversidade sazonal

A série de Renyi indicou o perfil de diversidade de flebotomíneos entre as áreas e as estações. Observa-se que na estação chuvosa da área conservada, ocorreu a de maior diversidade; enquanto nas demais estações não houve diferenças no índice de diversidade entre elas (Figura 5).

Frequência mensal dos flebotomíneos

De um modo geral observou-se maior abundância dos flebotomíneos nos meses mais quentes, coincidindo com o período seco ou transição deste com o chuvoso, conforme observado nos dois anos em Caxias e no segundo ano em Codó (Figura 6). Nesse comportamento os flebotomíneos aumentam o fluxo de indivíduos adultos, após o final das chuvas, em junho na floresta e um mês depois no peridomicílio. Esse período coincide com a elevação da temperatura. Porém, quando esta atinge o pico máximo, há queda vertiginosa no fluxo de flebotomíneos que volta a aumentar novamente com o início do período chuvoso.

Comportamento diferente foi observado no primeiro ano da área conservada, quando houve uma maior abundância de flebotomíneos nos meses chuvosos, menos quentes, sobretudo, no intradomicílio e na mata, enquanto no peridomicílio, os flebotomíneos continuaram mais abundantes nos meses mais quentes da estação seca.

Verificou-se ainda que houve diferença nos picos de abundância dos flebotomíneos entre os ambientes de cada área estudada. Na área desmatada, no primeiro ano, o pico abundância

em cada ambiente (mata, peridomicílio e intradomicílio), ocorreu em meses diferentes, repetindo-se no ano seguinte, salvo entre mata e intradomicílio, que coincidiram em julho. De um modo geral na área desmatada o declínio na abundância das espécies começa em meados da estação seca e se arrasta ao longo da estação chuvosa, aumentando bruscamente no final desse período.

DISCUSSÃO

Neste estudo observou-se uma grande quantidade de espécies presentes nas estações seca e chuvosa de ambas as áreas, tendo pelo menos a ocorrência de dezesseis espécies em ambas as estações na área conservada; e doze na área desmatada. Enquanto umas espécies estavam presentes nas duas estações, outras se segregaram, estando presentes em apenas uma estação. Por isso, a riqueza é grande o ano todo. Esse número expressivo de espécies através do ano, difere das áreas subtropicais, onde a quantidade de espécies cai sensivelmente no período seco, a exemplo da temperatura que também cai drasticamente, como nos estados do Mato Grosso do Sul (Nunes et al. 2008) e Paraná (Massafera et al. 2005). Nas áreas tropicais como deste estudo a temperatura varia muito pouco entre as estações, permitindo que as espécies continuem em atividades em todos os meses.

Apesar dos flebotomíneos ocorrerem o ano todo, os picos de abundância variaram entre junho de 2012 e julho de 2013 para o município de Caxias, e agosto de 2012 e outubro de 2013, em Codó. Os picos em Caxias foram registrados no final da estação chuvosa e início da estação seca, como ocorre na Bahia (Sherlock, 1996) e para o município de Codó nos meses inclusos da estação seca, como já descrito no cerrado de Urbano Santos (Martin & Rebêlo, 2006).

A abundância foi maior na estação seca para ambas as áreas, talvez devido à maior estabilidade de fatores ambientais, enquanto na estação chuvosa, as precipitações pluviométricas copiosas alteram a composição dos criadouros para os imaturos, expostos às intempéries, por exemplo, encharcamento do solo e desestabiliza os abrigos dos adultos. No entanto, pesquisas demonstram que há uma tendência da abundância desses dípteros aumentar na estação chuvosa tanto no Cerrado do Maranhão (Rebêlo et al. 1999) como na Amazônia no Maranhão (Rebêlo, 2001), Amazônia Oriental no Pará (Chagas et al. 2016) e Caatinga no Ceará (Macedo et al. 2008).

As espécies *L. whitmani* e *L. longipalpis* consideradas mais abundantes neste estudo predominaram na estação seca, porém, um estudo anterior levado à efeito em área de Cerrado

(Rebêlo et. al. 1999) demonstrou maior abundância na estação chuvosa, bem como em área de Amazônia do Maranhão (Rebêlo, 2001) para o *L. whitmani*. Esses resultados demonstram que pode haver variação na ocorrência temporal das espécies na mesma área e entre áreas diferentes.

O entendimento do modo como as espécies se distribuem ao longo do ano, sobretudo, as vetoras, como *L. flaviscutellata*, *L. intermedia*, *L. wellcomei*, *L. whitmani* e *L. longipalpis*, principais representantes transmissores da LTA e LVA, tem grande relevância na epidemiologia das leishmanioses. Neste estudo percebe-se que estas espécies estão presentes o ano todo, apesar da abundância variar ao longo do ano.

A composição da fauna foi mais dissimilar entre os municípios e mais similares entre as estações de cada município. Variações nas condições ambientais alteram o microhabitat e microclima local e podem atuar diretamente sobre a diversidade das espécies. Na área mais modificada, apesar de apresentar menor número de espécies se comparado a área conservada, as estações compartilharam o maior número de espécies entre si.

O estudo fornece informações sobre a composição, riqueza e abundância de flebotomíneos sob contexto sazonal, este conhecimento auxilia na melhoria de metodologias de controle vetorial em áreas com diferentes graus de conservação, sendo considerado como ferramenta importante para a avaliação da distribuição sazonal das leishmanioses. Devido às variações temporais que as comunidades de flebotomíneos estão sujeitas nas mesmas áreas e em áreas diferentes, o ideal que estudo dessa natureza deva ser feito todos os anos para melhor embasar as estratégias de controle e monitoramento pelos órgãos de saúde ou mesmos os órgãos conservacionistas que operam nas áreas de matas. Em termos práticos, para orientação de controle, pelo padrão de abundância em relação a *L. flaviscutellata* não se percebeu diferença na abundância nem entre as estações nem entre as áreas, de modo que ação de controle poderia ser levada a efeito em qualquer época do ano. No entanto, para outras espécies como *L. longipalpis*, a ação seria preferencialmente na estação seca em Codó e em qualquer época em Caxias, enquanto, o contrário seria administrado para *L. whitmani*, sendo as ações administradas na estação chuvosa em Codó e na seca em Caxias. Diante dessa situação, há necessidade de se fazer estudos a longo prazo, para entender se existe ou não um padrão definido de ocorrência das espécies para o estabelecimento adequado das medidas de controle, de acordo com os ambientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) através da concessão de bolsa de estudo de Mestrado (BM-00567/20 - 34887/2020). A equipe do Ministério da Saúde pela realização das coletas realizadas nos municípios de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, G. M. d., and W. M. d. Medeiros. 2003. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil, pp. 207-255, *Flebotomíneos no Brasil*.
- Almeida, P. S. d., J. C. d. Nascimento, A. D. Ferreira, L. D. Minzão, F. Portes, A. M. d. Miranda, O. Faccenda, and J. D. Andrade Filho. 2010. Espécies de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) coletadas em ambiente urbano em municípios com transmissão de Leishmaniose Visceral do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 304-310.
- Anderson, J. M., S. Samake, G. Jaramillo-Gutierrez, I. Sissoko, C. A. Coulibaly, B. Traoré, C. Soucko, B. Guindo, D. Diarra, and M. P. Fay. 2011. Seasonality and prevalence of *Leishmania major* infection in *Phlebotomus duboscqi* Neveu-Lemaire from two neighboring villages in central Mali. *PLoS Negl Trop Dis* 5: e1139.
- Booth, M. 2018. Climate change and the neglected tropical diseases, pp. 39-126, *Advances in parasitology*, vol. 100. Elsevier.
- Castro, P., U. M. Azeiteiro, P. Bacelar-Nicolau, W. Leal Filho, and A. M. Azul. 2016. *Biodiversity and Education for Sustainable Development*, Springer.
- Chagas, A.P., D.C. Soares, G.C. R Sousa, R.B.Viana., J.M.M. Rebelo, L.M. Garcez. Aspectos ecológicos da fauna de flebotomíneos em focos de leishmaniose na Amazônia Oriental, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde* 7: 123-132.
- da Silva, L. B., D. M. C. de Aquino, F. S. Leonardo, A. S. Guimarães, M. N. Melo, J. M. M. Rebêlo, and V. C. S. Pinheiro. 2015. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos urbanos de leishmaniose visceral no Estado do Maranhão, Brasil. *Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology* 44: 181-194.
- Galati, E., A. B. 2003. Classificação de Phlebotominae. In: Rangel, E.F., Lainson, R. (Eds.), *Flebotomíneos do Brasil*. Fiocruz, Rio de Janeiro: 23–51.
- Gusmão, A. C., B. B. D. Silva, S. M. Montenegro, and J. D. Galvíncio. 2012. Determinação do saldo radiativo na Ilha do Bananal, TO, com imagens orbitais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16: 1107-1114.

- Kahime, K., S. Boussaa, L. Bounoua, O. Fouad, M. Messouli, and A. Boumezzough. 2014. Leishmaniasis in Morocco: diseases and vectors. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 4: S530-S534.
- Kato, M., T. Matsuda, and Z. Yamashita. 1952. Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. *Science Reports Tohoku University, IV (Biology)* 19: 291-301.
- Latrubesse, E. M., E. Y. Arima, T. Dunne, E. Park, V. R. Baker, F. M. d'Horta, C. Wight, F. Wittmann, J. Zuanon, and P. A. Baker. 2017. Damming the rivers of the Amazon basin. *Nature* 546: 363-369.
- Leal Filho, W., J. Bönecke, H. Spielmann, U. M. Azeiteiro, F. Alves, M. L. de Carvalho, and G. J. Nagy. 2018. 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.
- Macedo, I. T. F., C. M. L. Bevilaqua, N. Morais, L. Sousa, F. Linhares, and S. Amóra. 2008. Sazonalidade de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral no município de Sobral, Ceará, Brasil. *Ciência Animal* 18.
- MARANHÃO, 2011. 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 Recursos Naturais. 2011.
- Martin, A. M., and J. M. M. Rebêlo. 2006. Dinâmica espaço-temporal de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município de Santa Quitéria, área de cerrado do Estado do Maranhão, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia* 96: 283-288.
- Massafera, R., A. M. d. Silva, A. P. d. Carvalho, D. R. d. Santos, E. A. B. Galati, and U. Teodoro. 2005. Fauna de flebotomíneos do município de Bandeirantes, no Estado do Paraná. *Revista de Saúde Pública* 39: 571-577.
- Medlock, J. M., and S. A. Leach. 2015. Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *The Lancet Infectious Diseases* 15: 721-730.
- Michalsky, É. M., J. C. França-Silva, R. A. Barata, A. M. F. Loureiro, C. L. Fortes-Dias, and E. S. Dias. 2009. Phlebotominae distribution in Janaúba, an area of transmission for visceral leishmaniasis in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 104: 56-61.
- Nazareth, T., G. Seixas, and C. A. Sousa. 2016. Climate change and mosquito-borne diseases, pp. 187-199, *Climate Change and Health*. Springer.
- Negev, M., S. Paz, A. Clermont, N. G. Pri-Or, U. Shalom, T. Yeger, and M. S. Green. 2015. 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* 12: 6745-6770.

- NUGEO. 2013. Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão. Maranhão, BR.
- Nunes, V. L. B., E. A. B. Galati, C. Cardozo, M. E. G. Rocca, A. R. O. d. Andrade, M. F. d. C. Santos, R. B. Aquino, and D. d. Rosa. 2008. Estudo de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área urbana do município de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52: 446-451.
- Oliveira-Pereira, Y. N., J. L. P. Moraes, E. S. Lorosa, and J. M. M. Rebêlo. 2008. Preferência alimentar sanguínea de flebotomíneos da Amazônia do Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 24: 2183-2186.
- Pereira-Filho, A. A., R. S. Fonteles, M. d. C. A. Bandeira, J. L. P. Moraes, J. M. M. Rebêlo, and M. N. Melo. 2018. Molecular Identification of *Leishmania* spp. in Sand Flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. *Journal of medical entomology* 55: 989-994.
- Pérez-Flórez, M., C. B. Ocampo, C. Valderrama-Ardila, and N. Alexander. 2016. Spatial modeling of cutaneous leishmaniasis in the Andean region of Colombia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 111: 433-442.
- Prudhomme, J., N. Rahola, C. Toty, C. Cassan, D. Roiz, B. Vergnes, M. Thierry, J.-A. Rioux, B. Alten, and D. Sereno. 2015. Ecology and spatiotemporal dynamics of sandflies in the Mediterranean Languedoc region (Roquedur area, Gard, France). *Parasites & vectors* 8: 642.
- Pugedo, H., R. A. Barata, J. C. França-Silva, J. C. Silva, and E. S. Dias. 2005. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 38: 70-72.
- Purse, B. V., D. Masante, N. Golding, D. Pigott, J. C. Day, S. Ibañez-Bernal, M. Kolb, and L. Jones. 2017. How will climate change pathways and mitigation options alter incidence of vector-borne diseases? A framework for leishmaniasis in South and Meso-America. *PloS one* 12: e0183583.
- Rangel, E.F., da Costa S.M., Afonso, M.M.S. 2011. Environmental changes and the impact on the leishmaniasis transmission. In: XXVII Annual Meeting of the Brazilian Society of Protozoology; Foz do Iguaçu (PR), Brasil. p. 13-4.
- Rebêlo, J. M. M. 2001. Frequência horária e sazonalidade de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 17: 221-227.
- Rebêlo, J. M. M., F. S. Leonardo, J. M. L. Costa, Y. N. O. Pereira, and F. S. Silva. 1999. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 15: 623-630.
- Rebêlo, J. M. M., J. L. P. Moraes, G. B. V. Cruz, J. Andrade-Silva, M. D. C. A. Bandeira, Y. N. Oliveira Pereira, and C. L. C. D. Santos. 2019. Influence of Deforestation on the

Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in Eastern Amazonia. *Journal of medical entomology* 56: 1004-1012.

- Rebêlo, J. M. M., R. V. d. Rocha, J. L. P. Moraes, C. R. M. d. Silva, F. S. Leonardo, and G. A. Alves. 2010. The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 494-500.
- Resende, M. C. d., M. C. V. Camargo, J. R. M. Vieira, R. C. A. Nobi, M. N. Porto, C. D. L. Oliveira, J. E. Pessanha, M. d. C. M. Cunha, and S. T. Brandão. 2006. Seasonal variation of *Lutzomyia longipalpis* in Belo Horizonte, state of Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 39: 51-55.
- Rutledge, L. C., and D. Ellenwood. 1975. Production of phlebotomine sandflies on the open forest floor in Panama: the species complement. *Environmental Entomology* 4: 71-77.
- Semenza, J. C., and B. Menne. 2009. Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet infectious diseases* 9: 365-375.
- Shaw, J. Year. Published. How climatic and environmental variations affect the eco-epidemiology of the leishmaniasis and their control. In, III Workshop de Genética e Biologia Molecular de Insetos Vetores de Doenças Tropicais, 2008.
- Sherlock, I. A. 1996. Ecological interactions of visceral leishmaniasis in the state of Bahia, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 91: 671-683.
- Silva, F. S., L. P. de Carvalho, F. P. Cardozo, J. L. Moraes, and J. M. Rebêlo. 2010. Sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Cerrado area of the Maranhão state, Brazil. *Neotropical Entomology* 39: 1032-1038.
- Tiwary, P., D. Kumar, M. Mishra, R. P. Singh, M. Rai, and S. Sundar. 2013. Seasonal variation in the prevalence of sand flies infected with *Leishmania donovani*. *PloS one* 8: e61370.
- Vilela, M. L., Rangel, E. F., Lainson, R. Métodos de coleta e preservação de flebotomíneos. In: RANGEL, E.F.; LAINSON, R. (Ed.) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2003. cap. 8, p. 353-367.
- WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Leishmaniasis. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/campaigns/world-health-day/2020> Acesso em: 20/12/2020.
- Young, D. G., and M. A. Duran. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). WALTER REED ARMY INST OF RESEARCH WASHINGTON DC.

ANEXOS

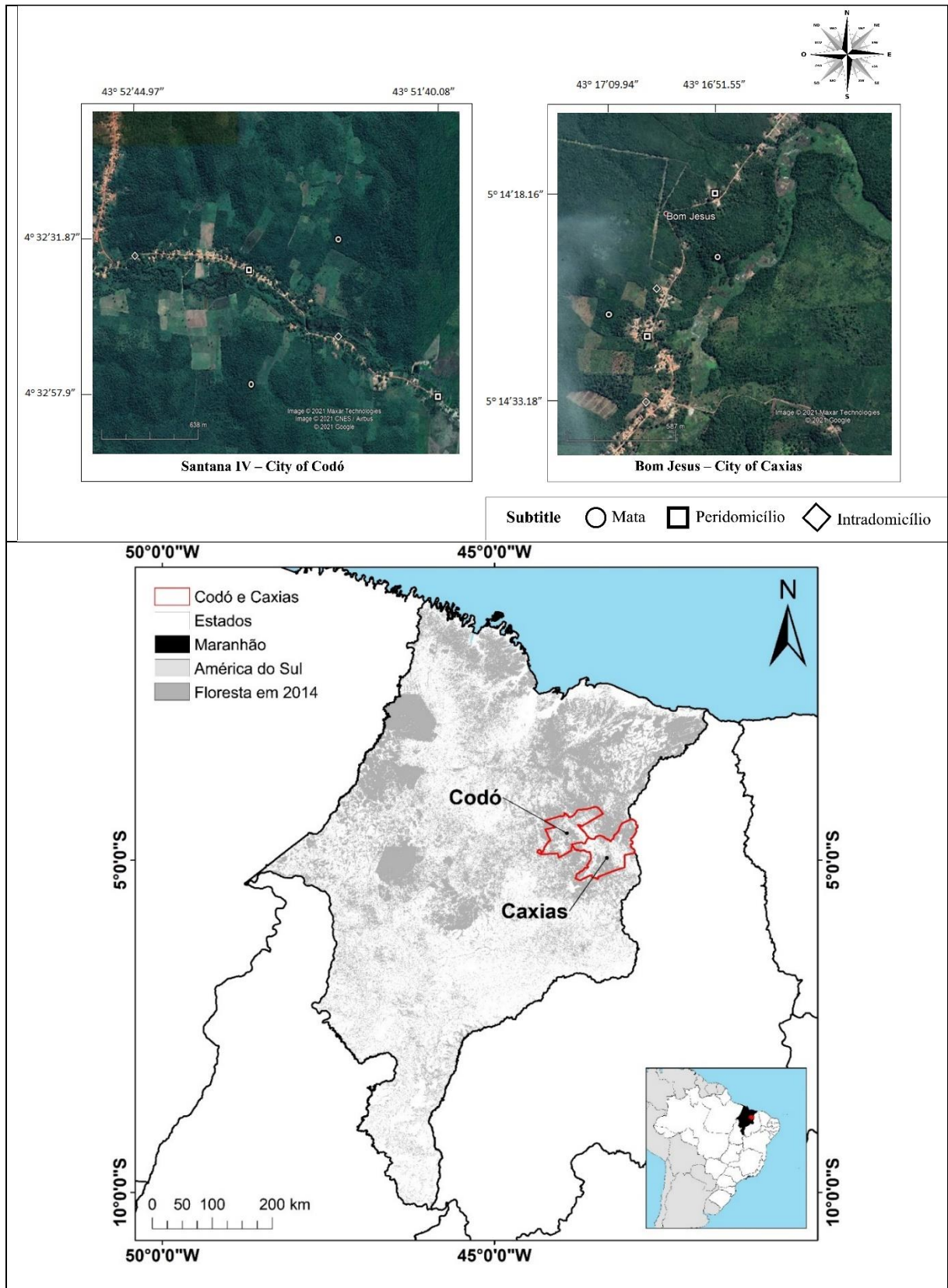


Figura 1. Localização da área de estudo, nos municípios de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, e os pontos de coleta de flebotômíneos nos intradomicílios, peridomicílios e extradomicílios, de maio/2012 a abril/2014. MapBiomas: <https://mapbiomas.org/> para as regiões de coleta.

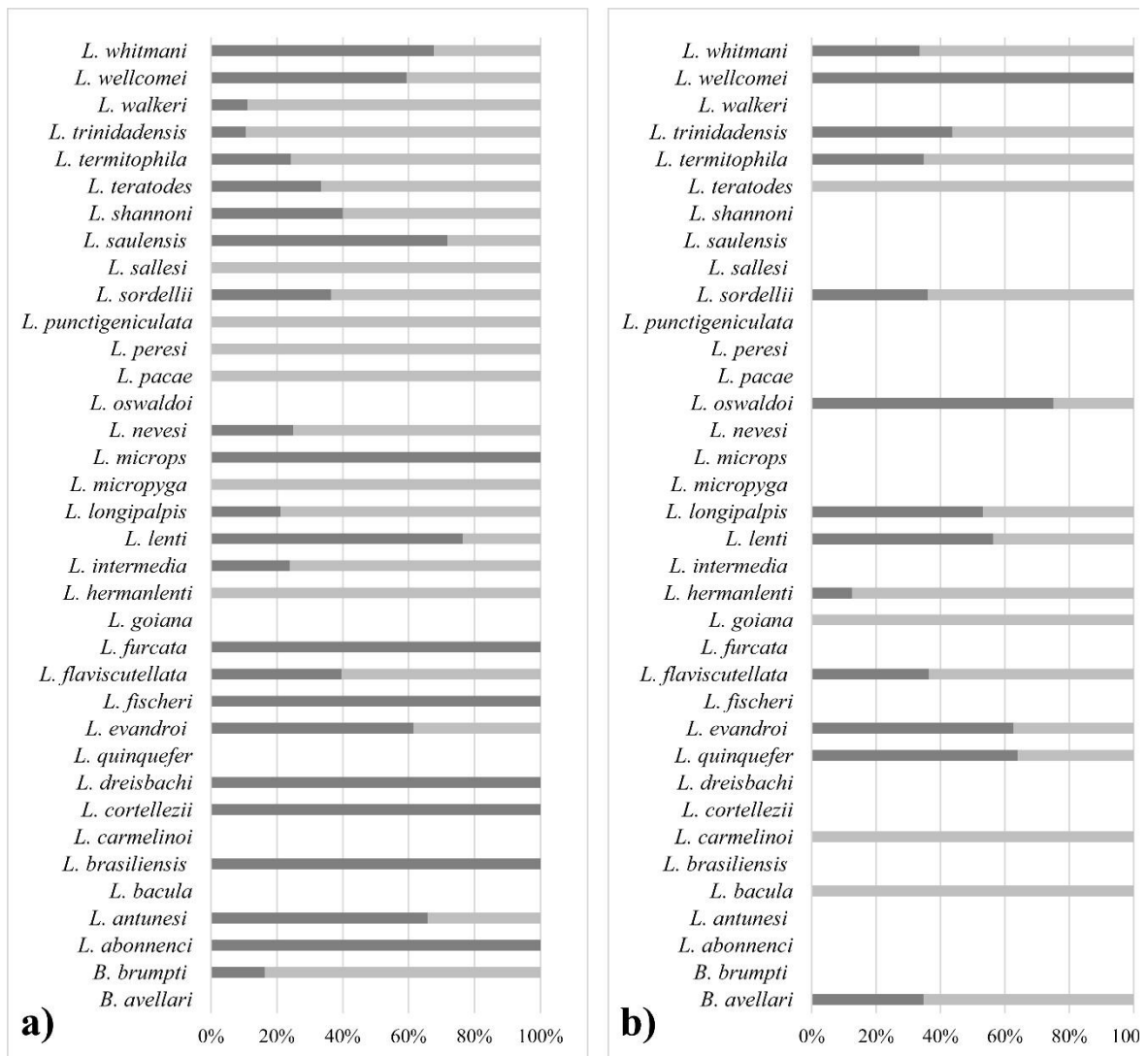


Figura 2. Números percentuais de flebotomíneos capturados nas estações chuvosa (barras escuras) e seca (barras claras) no município de Codó (a) e Caxias (b), Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.

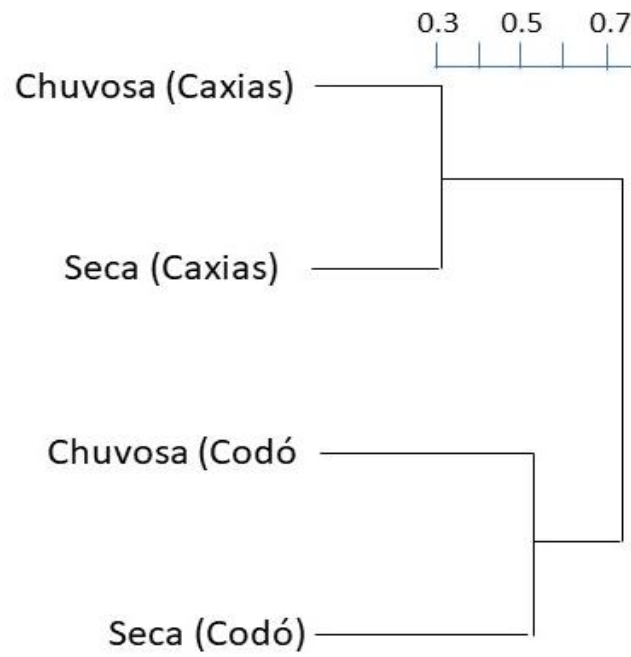


Figura 3. Dendograma resultando da análise de similaridade de Bray Curtis, demonstrando a relação existente entre as áreas e respectivas estações seca e chuvosa para os municípios de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.

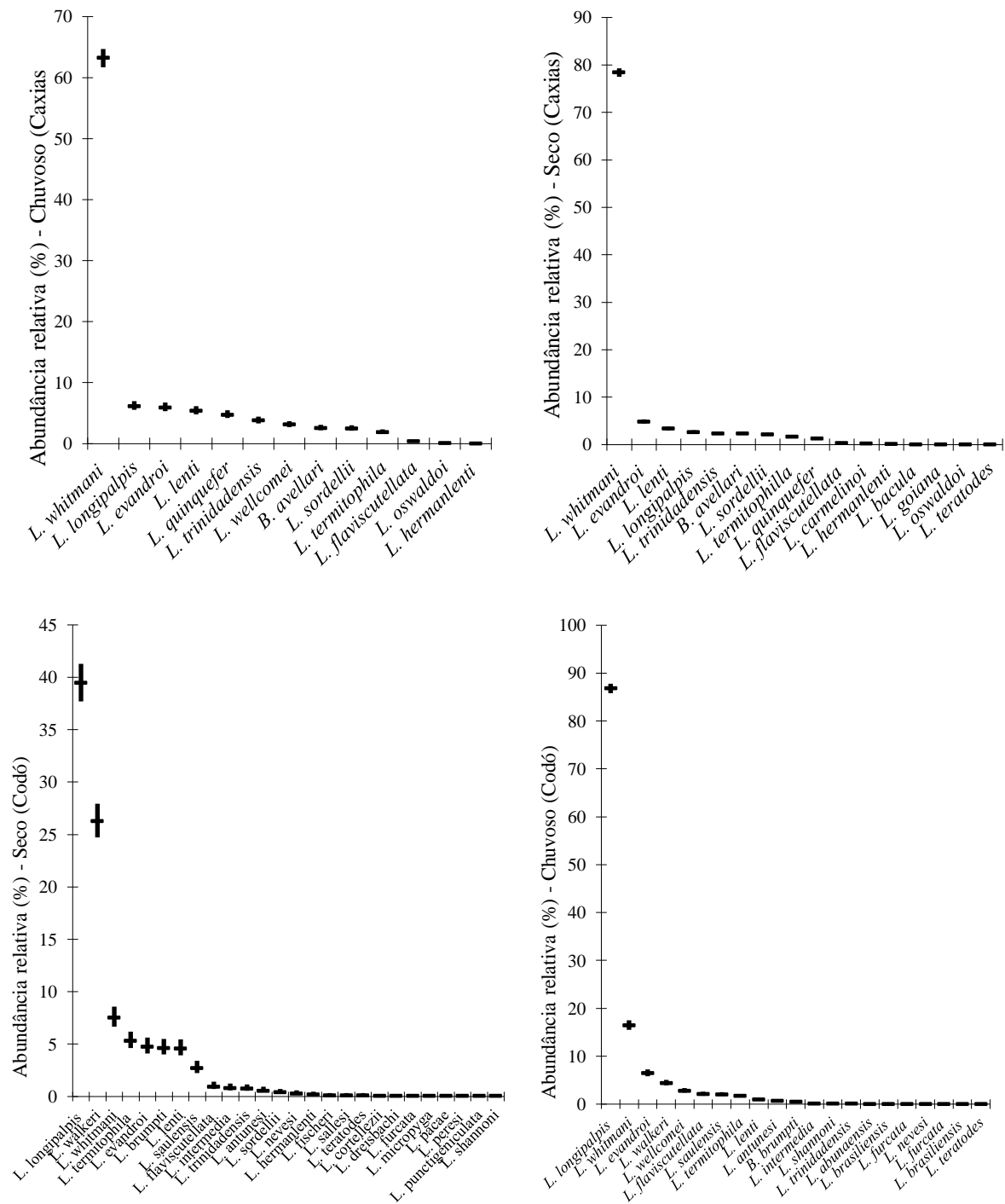


Figura 4. Ranque de dominância das espécies de flebotomíneos nas estações chuvosa e seca no município de Caxias e Codó, Estado do Maranhão, Brasil, de maio/2012 a abril/2014.

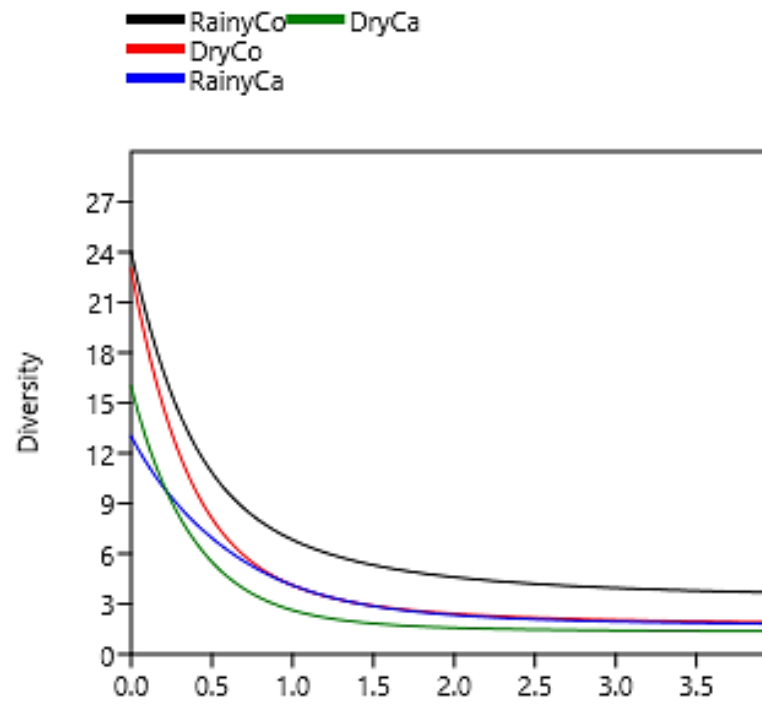


Figura 5. Perfil de diversidade apresentado pela série de Renyi, com base nos índices de Simpson e Shannon, demonstrando as áreas de estudo e estações, onde RainyCo e RainyCa equivale a chuvosa e DryCo e DryCa a seca, para os municípios de Caxias (Ca) e Codó (Co), Estado do Maranhão, Brasil de maio/2012 a abril/2014.

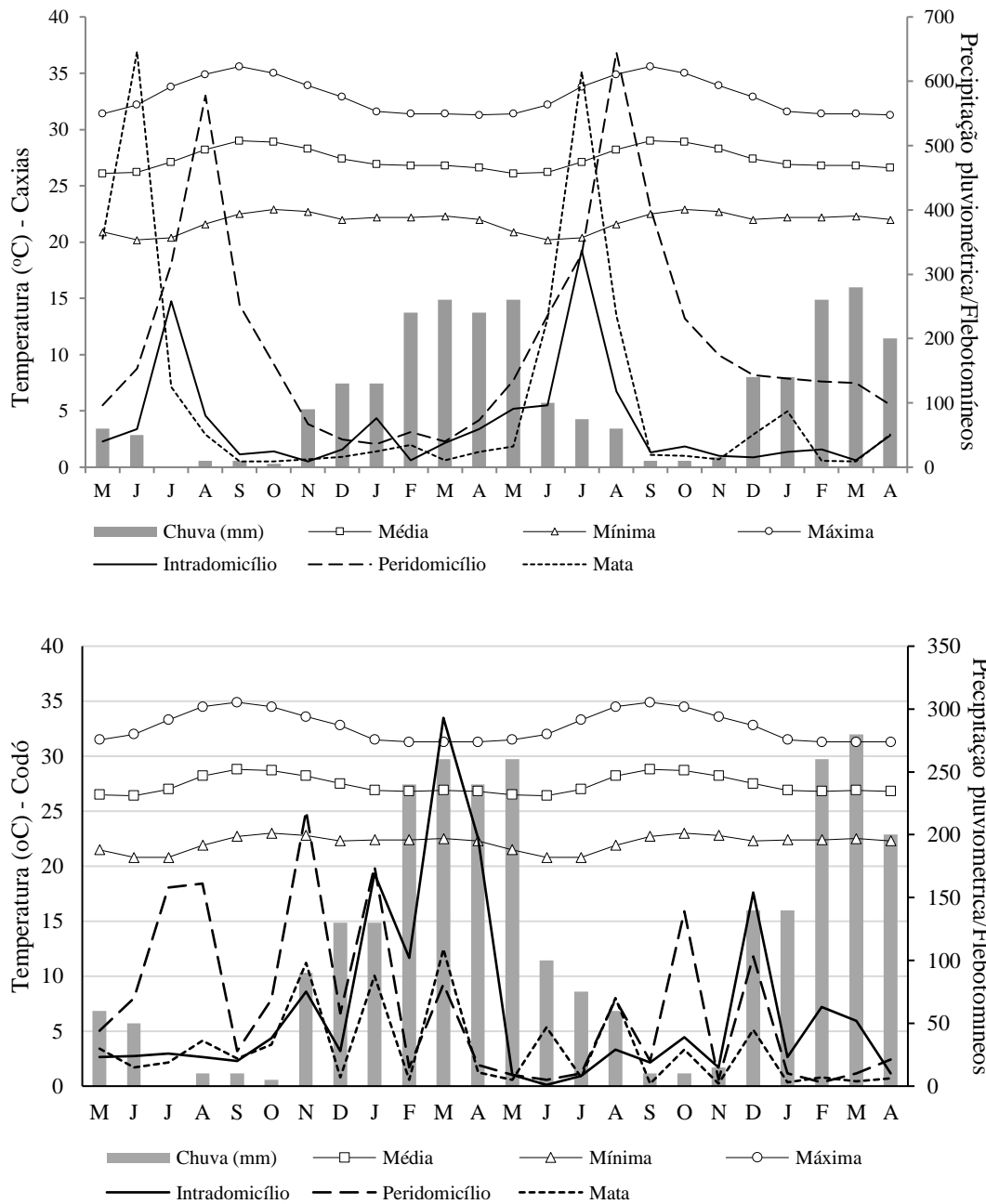


Figura 6. Distribuição mensal dos números de flebotomíneos capturados e dos valores médios da temperatura e valores absolutos da precipitação pluviométricas de maio/2012 a abril/2014 nos municípios de Caxias e Codó, Maranhão, Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se neste estudo que a fauna de flebotomíneos apresenta maior desenvolvimento na área cujos fragmentos florestais eram mais conservados. Desta forma, verifica-se que a redução das florestas pelo avanço da agricultura vem causando diminuição nos componentes da comunidade de flebotomíneos nos ambientes naturais; enquanto o estabelecimento de assentamentos rurais nas vizinhanças de áreas florestais degradadas vem propiciando a adaptação de espécies de flebotomíneos nesses novos ambientes antropizados. Como consequência, as leishmanioses passam a incidir nas populações humanas e de animais domésticos suscetíveis, como vem ocorrendo em Caxias e Codó.

Devido às variações temporais que as comunidades de flebotomíneos estão sujeitas nas mesmas áreas e em áreas diferentes, o ideal que estudo dessa natureza deva ser feito todos os anos para melhor embasar as estratégias de controle e vigilância pelos órgãos de saúde ou mesmos os órgãos conservacionistas que operam nas áreas de matas. Em termos práticos, para orientação de controle, pelo padrão de abundância em relação a *L. flaviscutellata* não se percebeu diferença na abundância nem entre as estações nem entre as áreas, de modo que ação de controle poderia ser levada a efeito em qualquer época do ano. No entanto, para outras espécies como *L. longipalpis*, a ação seria preferencialmente na estação seca em Codó e em qualquer época em Caxias, enquanto, o contrário seria administrado para *L. whitmani*, sendo as ações administradas na estação chuvosa em Codó e na Seca em Caxias. Diante dessa situação, há necessidade de se fazer estudos a longo prazo, para entender se existe ou não um padrão definido de ocorrência das espécies para o estabelecimento adequado das medidas de controle, de acordo com os ambientes.



NORMAS DA REVISTA – JOURNAL OF MEDICAL ENTOMOLOGY

Journal of Medical Entomology is published bimonthly in January, March, May, July, September, and November. The journal publishes reports on all phases of medical entomology and medical acarology, including the systematics and biology of insects, acarines, and other arthropods of public health and veterinary significance. In addition to full-length research articles, the journal publishes Reviews, interpretive articles in a Forum section, Short Communications, and Letters to the Editor.

Impact Factor: 1.925

5 year Impact Factor: 1.929

Editor-in-Chief: William K. Reisen, PhD

SUBMISSIONS

Formatting

For new submissions, our formatting requirements are simple—just make sure your paper has the following items:

- ✓ Continuous line numbers
- ✓ Double-spaced lines
- ✓ A title page and abstract in the main document
- ✓ A main document in a doc, docx, tex (converted to PDF for review) or rtf file type
- ✓ Tables in a Word document (we cannot accept Excel files, unless they are supplementary files)
- ✓ Figure and table legends in the main document
- ✓ All coauthors entered into the online review system (email addresses required). Please note there are more formatting guidelines for revised versions, as those are closer to being accepted (see the Revised Versions section of these author instructions).
- ✓ References listed in alphabetical order, cited by author and year in the text (not numbered)
- ✓ Figures and tables at the end of the main document after the references, or uploaded as

separate files. Figure legends should be included at the end of the main text after the references, and table legends should be next to their corresponding tables

✓ Text is single-column

Article types and lengths

- Research article: No limit (under 7500 words recommended)
- Review: No limit
- Forum: No limit
- Short Communication: 2,000 words or less (not including abstract, references, or figure and table legends)
- Letter to the Editor: 2,000 words or less

For explanations of the different article types, please see the Article Types section of these author instructions.

Language

- English. A second abstract in a second language is permitted. Authors are responsible for the accuracy of non-English abstracts.
- Manuscripts with poor English that would not be understandable for reviewers will be withdrawn before review. Those authors are encouraged to pursue English-language assistance from a native speaker or editing service before resubmitting their paper. Having a paper in good English makes it easier for editors and reviewers to focus on the scientific merits of the paper. For more information on language editing, please see the Language Editing section of these author instructions.

Acceptable file types

- Main document: doc, docx, rtf
- **Tables:** Editable tables at the end of the main document. xls and xlsx files are not accepted (except as supplementary files)
- **Figures:** tif (preferred), eps (preferred), rtf, doc/docx, ppt/pptx, pdf, ps, psd, ai, gif, png
- **Supplementary files:** Most file types accessible to users. Extremely large files should be uploaded in a third-party repository.

Page charges

In order to publish in JME, authors are required to pay page charges or an Open Access fee. ESA members are exempt from page charges and receive a discount on the Open Access fee. For more information, including pricing, please visit the Charges and Licensing page.

Plagiarism and text recycling

All submitted papers are evaluated for excessive direct copying through CrossRef's Ithenticate service. Papers should be written in the authors' own words. Direct copying of sentences or paragraphs, even if the original source is cited or if it is your own previous work, is unacceptable (although some overlap is expected in materials and methods). For more information, please see the Publication Ethics section of these author instructions.

Theses, dissertations, and pre-prints

If your paper (or a previous version of it) was posted on a pre-print server or is part of a thesis or dissertation that has been published online or in an institutional repository, please note this in your cover letter so that it won't be flagged for plagiarism.

CrossRef Funding Data Registry

In order to meet funder requirements, authors are required to name their funding sources, or state if there are none, during the submission process. For further information on this process or to find out more about the CHORUS initiative, please click [here](#).

Previous rejections

Papers that have been rejected from one ESA journal cannot be resubmitted to any other ESA journal. Papers that have been withdrawn can be resubmitted to the same journal or another ESA journal. Authors whose papers have been rejected are entitled to appeal their rejection to the journal's editorial board. More information on the appeals process can be found on the Journal Policies page.

Statistics and sample size

Statistics should be fully reported (i.e., F-value, both degrees of freedom [treatments and replicates], and exact P-value [unless it's less than 0.001]). Furthermore, the paper will be withdrawn if Duncan's Multiple Range Test is used for papers that do not deal with plant resistance. For more information on statistics, please see the Statistics section of these author instructions.

Papers that have insufficient sample sizes (e.g., only a single year of data collected at one location for either insect surveys, pesticide studies, or other field data) are immediately withdrawn. The duration and size of trials/sampling must be biologically significant.

Plant extract papers

For papers that test the efficacy of plant extracts or other compounds on control or behavior modification of insects, the concentrations of the chemical constituents must be listed.

Petri dish tests

Petri dish experiments are not accepted unless they contain a field, semi-field, or greenhouse test.

Personal communications

Personal communication citations should be accompanied by a letter from the person being cited giving permission to use him or her as a citation and verifying the claim being cited. This letter should be uploaded as a supplementary file.

Abbreviations

Abbreviations should be used sparingly. Standard abbreviations for measurements according to Scientific Style and Format, 8th edition, are acceptable, as well as common abbreviations that improve the readability of a manuscript (e.g., DNA, PCR). All other abbreviations used should be defined at the first use.

Publication Ethics

JME is committed to ethical behavior in all aspects of scholarly publishing. Please ensure your paper meets the following ethical criteria:

- The author list is complete and correct. Please see the “[Journal Policies](#)” page for authorship information and policies.
- No portions of text are directly copied from other sources, including one’s own previous papers (although some overlap is tolerated in materials and methods). Direct quotes should be placed in quotation marks. All manuscripts undergo a plagiarism test before they are sent out for review.
- The data have not been published elsewhere. Data published in another paper, including in a paper in another language, may not be published again. If portions of data published previously are being used, the author must provide explicit written consent from the publisher of the previous paper to reuse the data.

BODY**Introduction**

Clearly state the basis of your study along with background information and a statement of purpose.

Materials and Methods

Include a clear and concise description of the study design, experiment, materials, and method of statistical analysis.

Results

Clearly present the results. Do not include interpretation of results or interpretation of statistical analysis—simply present the results of the experiment and the results of the statistical analysis. Data listed in tables should not be listed in the results; instead, refer to the table.

Discussion

Interpret and discuss results of the study and their implications. Include suggestions for direction of future studies, if appropriate.

Acknowledgments

Place the acknowledgments after the text. Organize acknowledgments in paragraph form in the following order: persons, groups, granting institutions, grant numbers, and serial publication number.

Following the Acknowledgments, you may include a statement of author contribution outlining the specific contributions of each author to the article. A statement of author contribution is welcomed but not required.

TABLES

- Tables should be editable tables in a Word document.
- If a table continues on more than one page, repeat column headings on subsequent page(s).
- All columns must have headings.
- Leave no space between lowercase letters and their preceding values (e.g., 731.2ab).
- Do not footnote the title—use the unlettered first footnote to include general information necessary to understand the title (e.g., define terms, abbreviations, and statistical tests).
- Use approved abbreviations or abbreviations already defined in the text and define others in the general footnote.
- Use the following abbreviations in the body or column headings of tables only: amt (amount), avg (average), concn (concentration), diam (diameter), exp (experiment), ht (height), max (maximum), min (minimum), no. (number), prepn (preparation), temp (temperature), vs (versus), vol (volume), wt (weight) Jan (January), Feb (February), Mar (March), April, May, June, July, Aug (August), Sept (September), Oct (October), Nov (November), and Dec (December).

FIGURES

- Figures should be at least 300 dpi, or 1200 dpi for line graphs.
- The quality in which figures are submitted is the quality in which they will print—please ensure figures are high quality.

- The following file types of figures are accepted: tif (preferred), eps (preferred), rtf, ppt/pptx, pdf, ps, psd, ai, gif, png. Figures should be in their native format for best quality.
- Figures should be prepared in CMYK color.
- Maximum height: 240 mm.
- Maximum width (one-column figure): 82 mm.
- Maximum width (two-column figure): 171 mm.



NORMAS DA REVISTA – JOURNAL OF VECTOR ECOLOGY

© 2019, Society for Vector Ecology

Edited By: Dr. Marc J. Klowden, University of Idaho

Impact Factor: 1.437

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2018: 38/98 (Entomology)

Online ISSN: 1948-7134

© Society for Vector Ecology

GUIDELINES FOR CONTRIBUTORS

The Journal of Vector Ecology is an international, open access journal published by the Society for Vector Ecology. It is concerned with all aspects of the biology, ecology, and control of arthropod and vertebrate vectors and the interrelationships between the vectors and the agents of disease that they transmit. The journal publishes original research articles and scientific notes, as well as comprehensive reviews of vector biology based on presentations at society meetings, with an audience consisting of entomologists and vector biologists. All papers are reviewed by at least two qualified scientists who recommend their suitability for publication. Acceptance of manuscripts is based on their scientific merit and is the final decision of the Editor, Marc J. Klowden, (mklowden@uidaho.edu), but these decisions may be appealed to the Editorial Board. Submission of a manuscript implies that it has not been published previously and not under consideration in another journal.

SUBMISSION

Journal publication is exclusively online, available at the journal web site ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1948-7134](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1948-7134)). Unlimited copies of articles can be printed from these files. Manuscripts to be considered for publication should be

submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/jve>. Review of manuscripts generally takes 8 weeks before a decision for publication is reached.

Manuscripts should be organized under the following headings:

TITLE PAGE

List the title of the paper, authors' names, institutions where the work was done, name, address, and email address of corresponding author to whom proofs are to be sent. Six to 8 keywords should also be included.

ABSTRACT

An Abstract of no more than 250 words precedes the Introduction. The one-paragraph Abstract should be written in complete sentences and should concisely state the objectives, the experimental design of the study, and the principal observations and conclusions.

INTRODUCTION

The Introduction should provide the rationale for the study. The purpose for writing the paper should be stated concisely, along with a brief review of the pertinent literature to allow readers to gain a perspective and evaluate the results without needing to refer to prior publications on the topic.

MATERIALS AND METHODS

Provide full experimental details that will form the basis for repetition of your experiments by others. Experimental animals should be identified by genus, species, and strain, where applicable. Chemicals and instruments used should be described generically to avoid potential advertisements. The methods that are used should be described precisely and chronologically as they were performed in the experiments. Ordinary statistical methods may be referred to without requiring literature citations.

RESULTS

The Results section is the most important part, yet should be the shortest. Provide an overall description of your experiments and then present the data. These should be presented without the redundancy of commenting with text descriptions while also displaying figures and tables. Figures and tables must be numbered consecutively, each with a legend, with figures in high resolution (tiff, jpeg, or pdf format) and tables in spreadsheet format. Tables should be designed so they fit adequately on a single page. Figures and their lettering should be uniform in size and may be either in color or black and white; there is no additional charge to publish color figures. Figure legends must be submitted separately from the figures themselves. Meaningful and justified statistics can be used to describe the results.

DISCUSSION

The Discussion should not be a repetition of the Results. Begin by discussing the most important findings of your work and describe their significance and relationships to previously published work. Present your conclusions and provide your experimental evidence that supports each one. There is no need for a separate Conclusions section.

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledge the support of institutions, agencies, and grants for the completion of your research. Thank individuals who do not qualify as authors for their help. If research involves vertebrate animals, provide the Institutional Animal Care and Use Committee protocol number. When appropriate, as for evaluating insect traps, for example, any conflicts of interest or their absence should be reported.

REFERENCES CITED

References in the text should be cited by the name of the authors and the year of publication in parentheses. References by three or more authors are cited by the first author and "et al."

...Wigglesworth (1936) reported...

...the study by Jones and Crawford (2011) examined...

...has been reported (Lea et al. 1967).

Unless the contribution is a review of the field, do not feel obligated to cite multiple references for statements of common knowledge or previous work. References in the References Cited section must be arranged alphabetically, formatted as:

JOURNAL ARTICLE

Jones, A., B. Smith, and D.J.K. Tyler. 1996. Role of host odors in the attraction of mosquitoes. *J. Insect Biol.* 64: 27-32.

Book

Day, R.M. 1999. *Culture of Mosquito Parasites*. John Wiley & Sons, NY. 496 pp.

Book chapter

Steinhorst, H.H. 2013. Ovarian dynamics after a blood meal. In: A.S. Sears and P.Y.R. Roebuck (eds.), *Mosquito Biology for Students*. Academic Press, San Diego CA. pp. 45-64.

Articles that have been submitted but not yet accepted, and theses and dissertations, should be noted parenthetically in the text and not listed in the References Cited. Only articles accepted by peer-reviewed publications should be listed.

Scientific Notes

Preliminary studies and significant observations may be submitted as Scientific Notes. Notes should include the Title Page, Acknowledgements, and References Cited sections, as described above, and do not require an Abstract. Notes are generally 2-3 published pages (approximately 8 typed pages) and may contain up to 3 tables or figures and up to 4 15 references. Scientific Notes undergo the same degree of peer review as do Research Articles.

Authorship

Authorship policy follows the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors. Authorship is granted only to those who have made substantial contributions to the paper in all three of these criteria: (1) the conception or design, or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work, (2) drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content, and (3) final approval of the version to be submitted and published. All authors must agree to be accountable for all aspects of the work, the conduct,

analysis, and writing of the manuscript, and should have knowledge of and approval for its submission.

General manuscript instructions

- Do not use abbreviations to begin sentences
- Use only one space between sentences.
- Use tabs rather than multiple spaces to distribute text.
- Number all pages of the manuscript consecutively.
- The word "Figure" written in the text should not be abbreviated.
- Figures should be submitted as high resolution tiff, jpeg, or pdf files. Do not embed them in the manuscript file.
- Spell non-technical terms according to the current Webster's International Dictionary.
- Always spell out numbers when they appear as the first word in a sentence. Numbers indicating units should be Arabic numerals when followed by abbreviations (e.g., 15 mm, 5 s, 25 ml). The numbers one to ten should be written as words in the text; higher numbers should be in Arabic numerals.

Proofs

A single set of page proofs will be sent to the author as a pdf. All corrections should be marked clearly directly on page proofs and returned to the editorial office promptly. Once in page proof, major editing can no longer be made without incurring extra charges. An invoice listing publication charges will accompany the page proof. The charges must be paid before publication.