

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

LUCAS JOSÉ MACÊDO FREIRE

**Estudo da comunidade de flebotomíneos (DIPTERA, PSYCHODIDAE) em
parques urbanos no município de João Pessoa, Paraíba**

JOÃO PESSOA

2021

LUCAS JOSÉ MACÊDO FREIRE

**Estudo da comunidade de flebotomíneos (DIPTERA, PSYCHODIDAE) em
parques urbanos no município de João Pessoa, Paraíba**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal da Paraíba, para a obtenção do
título de Mestre.**

**Orientador: Dr. Antonio José Creão
Duarte**

**Co-orientador: Dr. Alexandre Pereira
Colavite**

JOÃO PESSOA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F866e Freire, Lucas José Macêdo.

Estudo da comunidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em parques urbanos no município de João Pessoa, Paraíba / Lucas José Macêdo Freire. - João Pessoa, 2021.

57 f. : il.

Orientação: Antônio José Creão-Duarte.

Coorientação: Alexandre Pereira Colavite.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Leishmaniose Visceral Americana - LVA. 2. Biodiversidade. 3. Floresta Atlântica. 4. Mosquito-palha. I. Creão-Duarte, Antônio José. II. Colavite, Alexandre Pereira. III. Título.

UFPB/BC

CDU 616.993.161(043)

Ata da Defesa

Ata da 337ª Apresentação e Banca de Defesa de Mestrado de Lucas José Macêdo Freire

1
2
3
4 Ao(s) Vinte e Sete dias do mês de agosto de dois mil e vinte e um, às 14:00 horas, no(a)
5 Ambiente Virtual, da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade
6 pública, membros da banca examinadora para avaliar a dissertação de mestrado de Lucas José
7 Macêdo Freire, candidato(a) ao grau de Mestre(a) em Ciências Biológicas. A banca
8 examinadora foi composta pelos seguintes membros: Dr. Alexandre Pereira Colavite
9 (Coordenador - UFPB/PB); Dr. Maurício Luiz Vilela (FIOCRUZ/RJ); Dra. Maria de
10 Fátima Freire de Melo Ximenes (UFRN/RN). Compareceram à solenidade, além do(a)
11 candidato(a) e membros da banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à
12 sessão, a coordenação fez a abertura dos trabalhos, apresentando o(a) discente e os membros da
13 banca. Foi passada a palavra ao(a) orientador(a), para que assumisse a posição de presidente da
14 sessão. A partir de então, o(a) presidente, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a
15 palavra a Lucas José Macêdo Freire, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito de seu
16 trabalho intitulado "Estudo da Comunidade dos Flebotomíneos (DIPTERA,
17 PSYCHODIDAE) em Parques Urbanos no Município de João Pessoa, Paraíba". Passando
18 então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, o(a) candidato(a) foi a seguir
19 arguido(a) pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter
20 secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito
21 APROVADO. Perante o resultado proclamado, os documentos da banca foram preparados para
22 trâmites seguintes. Encerrados os trabalhos, nada mais havendo a tratar, eu, orientador(a), como
23 presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros
24 da banca examinadora.

25 João Pessoa, 27/08/2021.

26
[Redacted]
Orientador(a)

[Redacted]
Examinador(a)

[Redacted]
Examinador(a)

[Redacted]
Lucas José Macêdo Freire
(discente ciente do resultado)

(Em modo de webconferência, as assinaturas digitalizadas são certificadas pelo presidente da banca)

Dedico este trabalho a todos os curiosos e amantes das ciências em suas múltiplas facetas!

Agradecimentos

Sou grato a UFPB, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGCB), a todo o incentivo e oportunidade de trabalhar com ciência.

Sou grato a minha família por me permitir e incentivar a seguir meu sonho, a mão estendida nos momentos em que cai perante as dificuldades, aos empurrões dados para sair da inércia, aos tapas na cara visando a melhora como ser humano, a todo o apoio logístico, sentimental, físico, financeiro dado por eles. Amo ôces.

Sou grato aos meus amigos por todo apoio dado ao trabalho, ao diálogo e as parcerias no campo. Em especial três pessoas: Victoria Stevenson, Welton Dionísio e Bruna Queiroz, sem eles esse trabalho não poderia ter sido realizado.

A Victoria e Welton, sou grato por todo apoio dado a mim para desenvolver este trabalho, as conversas na hora do ‘cafezin com bis e bolacha’, que muitas vezes deixava o dia mais leve, aos conselhos dados e as discussões científicas.

A Bruna (a odiadora dos Tipulidae) a qual considero como minha tutora científica, por ter me ensinado muito, auxiliado nos trabalhos de campo (se não fosse ela, possivelmente não teria como fazer os campos/atividades de laboratório), as conversas científicas e as resenhas propiciadas. Palavras não são capazes de expressar tanta gratidão.

Aos meus orientadores, Alexandre e Creão, pelo auxílio durante toda caminhada, em especial ao Alexandre, por toda ajuda logística propiciada e por ter embarcado na aventura de trabalhar com uma temática fora do seu domínio. Gratidão!

Sou grato ao apoio psicológico da profissional Patrícia Cavalcante, a qual me salvou de um colapso mental frutos do cenário que estamos vivendo.

Sou grato aos diretores do Parque Zoobotânico Arruda Câmara, por terem abraçado o projeto e permitido seu desenvolvimento, e ao morador do Valentina ‘Seu Francisco’ o qual me abraçou e auxiliou no desenvolvimento das capturas.

Sou grato a mim por ter seguido em frente apesar das dificuldades, das palavras de desmotivação e do obscurantismo da sociedade. Também sou muito grato ao Lucas Macêdo criança que semeou a vontade de conhecer o mundo através da ciência, dos brinquedos de animais comprados, dos feijões plantados na rua, do questionamento sobre os cantos dos pássaros e dos ‘bucado’ de porquês feitos e não respondidos!

*“Pense como quiser, faça o que quiser, mas
não culpe ninguém pelos seus resultados”*

Joel Jota

Resumo

Os flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) são insetos de importância médico-veterinária devido sua atuação como vetores dos protozoários do gênero *Leishmania*, agentes causadores das leishmanioses, sendo a forma visceral a mais grave e fatal para a saúde pública. Essencialmente esta doença era característica de áreas silvestres e rurais, mas os processos que resultaram na modificação ambiental destas áreas, como a rápida urbanização, propiciaram uma mudança no perfil epidemiológico da leishmaniose visceral, passando a acometer novas áreas, incluindo centros urbanos. Os parques urbanos são frutos destes processos, apresentando uma importância epidemiológica por propiciarem a manutenção do ciclo das leishmanioses, devido a sua inserção em remanescentes de mata, além de atraírem um quantitativo elevado de visitantes. O município de João Pessoa é considerado endêmico para a leishmaniose visceral e carece de estudos sobre a ecologia de seus insetos vetores, especialmente em áreas de parques urbanos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade destes insetos nos parques urbanos de João Pessoa. As capturas foram realizadas em duas estações de monitoramento, uma no Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e a outra no Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC), a qual situa-se próxima a uma área com alta densidade de casos caninos de leishmaniose visceral. Ambas as estações de monitoramento estão inseridas em remanescentes de Floresta Atlântica no município de João Pessoa, Paraíba. Os flebotomíneos foram capturados através do uso de armadilhas luminosas do tipo CDC, durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021, com as armadilhas ficando expostas mensalmente durante 4 dias consecutivos, totalizando um esforço amostral de 3.790 h. Na EMC, as armadilhas foram dispostas em três diferentes áreas: na área florestal em estágio de regeneração avançada, em estágio inicial e em assentamentos humanos na borda do parque. A abundância relativa das espécies foi avaliada através do Índice de Abundância de Espécies, e o perfil da diversidade da comunidade em cada estação de monitoramento por meio dos números de Hills. No total, foram capturados 179 flebotomíneos, pertencentes a seis gêneros e nove espécies: *Brumptomyia* (1 sp.), *Evandromyia* (4 spp.), *Lutzomyia* (1 sp.), *Psathyromyia* (1 sp.), *Psychodopygus* (1 sp.) e *Sciopemyia* (1 sp.). O gênero *Psychodopygus* foi registrado pela primeira vez no estado. As comunidades analisadas da EMC e EMB apresentam perfis de diversidade diferentes. As espécies *Evandromyia* (*Aldamyia*) *walkeri* e *Lutzomyia* (*Lutzomyia*) *longipalpis*, espécie vetor da leishmaniose visceral, apresentaram maior abundância relativa durante todo o estudo em ambas as estações. Dentre as áreas em diferentes estágios de regeneração da EMC, aquela em estágio avançado apresentou a maior riqueza e abundância, com seis espécies e 87 indivíduos, respectivamente, enquanto a área com assentamentos humanos apresentou apenas a espécie *Lu. (Lu.) longipalpis*. Este estudo foi o pioneiro em retratar a comunidade dos flebotomíneos em parques urbanos na Paraíba, registrando pela primeira vez a presença da espécie vetor *Lu. (Lu.) longipalpis* nestas localidades. Com isso, é necessário realizar um monitoramento destes insetos, estudos de detecção molecular do parasito, juntamente com o desenvolvimento de estratégias de controle para evitar a disseminação desta doença na população local.

Palavras-chave: LVA, Biodiversidade, Floresta Atlântica, Mosquito-palha.

Abstract

Sandflies (Diptera: Psychodidae) are insects of medical and veterinary importance due to their role as vectors of protozoa of the genus *Leishmania*, causative agents of Leishmaniasis, the visceral form being the most serious and fatal to public health. Essentially, this disease was characteristic of wild and rural areas, however the processes that resulted in the environmental modification of these areas, such as urbanization, led to a change in the epidemiological profile of visceral leishmaniasis, affecting new areas, including urban centers. Urban parks are the result of these processes and have an epidemiological importance as they provide conditions for the maintenance of the leishmaniasis cycle and attract a high number of visitors. The municipality of João Pessoa is considered endemic for visceral leishmaniasis and lacks studies on the ecology of its vector insects, especially in urban park areas. Thus, the objective of this work was to characterize the community of these in urban parks of João Pessoa. The captures were carried out in two monitoring stations, one in Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) and the other in Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC), a qualified situation close to an area with a high density of canine cases of visceral leishmaniasis. Both monitoring stations are in remnants of the Atlantic Forest in the municipality of João Pessoa, Paraíba. Sandflies were captured using CDC-type light traps, from September 2020 to May 2021, with the traps being exposed monthly for 4 consecutive days, totaling a sampling effort of 3,790 h. At EMC, armadillos were placed in three different areas: in the forest area in advanced stage of regeneration, in early stage and in human settlements on the edge of the park. Species abundance of species was assessed through the Species Abundance Index, and the community diversity profile at each monitoring station through Hills numbers. In total, 179 sand flies were captured, belonging to six genera and nine species: *Brumptomyia* (1 sp.), *Evandromyia* (4 spp.), *Lutzomyia* (1 sp.), *Psathyromyia* (1 sp.), *Psychodopygus* (1 sp.) e *Sciopemyia* (1 sp.). The genus *Psychodopygus* was registered for the first time in the state. As analyzed communities of EMC and EMB have different diversity standards. The species *Evandromyia* (*Aldamyia*) *walkeri* and *Lutzomyia* (*Lutzomyia*) *longipalpis*, vector species of visceral leishmaniasis, were the main source throughout the study in both seasons. Among the areas in different stages of regeneration in EMC, the one in advanced stage presented the greatest richness and abundance, with six species and 87 specimens, respectively, while the area with human settlements presented only the species *Lu. (Lu.) longipalpis*. This study was the pioneer in portraying the sand fly community in urban parks in Paraíba, recording for the first time the presence of the vector species *Lu. (Lu.) longipalpis* in these places. Thus, it is necessary to monitor these insects, detect molecular parasites, along with the development of a control strategy to prevent the spread of this disease in the local population.

Keywords: AVL, Biodiversity, Sandfly, Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais partes anatômicas dos flebotomíneos. **A.** Cabeça em vista ventral com o cibário (seta) de uma fêmea de *Psychodophygyus* sp. **B.** Abdômen em vista ventral de uma fêmea de *Psychodophygyus* sp. **C.** Genitália em vista ventral com espermateca (seta) de uma fêmea de *Psychodophygyus* sp. **D.** Abdômen em vista lateral com genitália (seta) de um macho de *Psychodophygyus* sp.....25

Figura 2. Estações de Monitoramento para a realização de captura dos flebotomíneos: Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) e Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba35

Figura 3. Trilhas ecológicas realizadas no interior da área do Parque Zoobotânico Arruda Câmara pelos visitantes36

Figura 4. Densidade de casos de Leishmaniose Visceral Canina no município de João Pessoa, Paraíba durante os anos de 2014 a 2017. **EMC:** Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá; **EMB:** Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara. Mapa elaborado por Freitas, 201737

Figura 5. Armadilha luminosa do tipo CDC (Center of Disease Control) utilizada na captura dos flebotomíneos durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba38

Figura 6. Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara com seus pontos de captura (P1b, P2b, P3b, P4b e P5b) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba39

Figura 7. Pontos de captura da Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **A:** Ponto de captura 1 (P1b), **B:** Ponto de captura 2 (P2b)39

Figura 8. Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá com seus pontos de captura (P1c, P2c, P3c, P4c e P5c) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **Área 1:** área em estágio avançado de regeneração; **Área 2:** área em estágio inicial de regeneração; **Área 3:** área com assentamentos humanos.....40

Figura 9. Pontos de captura da Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **A:** armadilha colocada na área 3; **B:** armadilha colocada na área 2; **C:** armadilha colocada na área 3.....41

Figura 10. Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a abundância capturada durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no Estação de Monitoramento do

Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.....45

Figura 11. Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a riqueza capturada durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.....46

Figura 12. Índices de diversidade da fauna de flebotomíneos de acordo com o perfil de diversidade pela série de Hills na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba47

Figura 13. Curvas de acumulação da comunidade de flebotomíneos na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba47

Figura 14. Variáveis climáticas em relação a abundância da fauna de flebotomíneos capturada na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba48

Figura 15. Distribuição mensal da abundância dos flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da fauna de flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. Nomes dos subgêneros omitidos45

Tabela 2. Composição dos flebotomíneos capturados nas diferentes áreas da Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **Área 1:** área em estágio avançado de regeneração; **Área 2:** área em estágio inicial de regeneração; **Área 3:** área com assentamentos humanos. Nomes de subgêneros omitidos.....48

LISTA DE ABREVIATURA

LVA – Leishmaniose Visceral Americana

LVC – Leishmaniose Visceral Canina

PB – Paraíba

PMJP – Prefeitura Municipal de João Pessoa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

EMB – Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara

EMC – Estação de Monitoramento do Parque Municipal Estadual do Cuiá

CDC – Center of Disease Control

DAP – Diâmetro na Altura do Peito

CCEN – Centro de Ciências Exatas e da Natureza

DSE – Departamento de Sistemática e Ecologia

KOH – Hidróxido de Potássio

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISA – Index of Species Abundance

SISA – Standardized Index of Species Abundance

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	25
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
2.1 Biologia dos flebotomíneos	26
2.2 As Leishmanioses	29
2.2.1 Aspectos gerais das Leishmanioses	29
2.2.2 Epidemiologia das Leishmanioses.....	31
2.2.3 Urbanização da Leishmaniose Visceral Americana (LVA) no Brasil.....	31
2.2.4 Parques Urbanos e a LVA no Brasil.....	32
3. JUSTIFICATIVA	34
4. OBJETIVO	35
4.1 Geral	35
4.2 Específicos.....	35
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
5.1 Área de estudo	36
5.2 Áreas de captura	37
5.3 Captura dos flebotomíneos	39
5.4 Montagem e identificação taxonômica dos flebotomíneos	44
5.5 Levantamento das variáveis climáticas	44
5.6 Análises de dados	44
6. RESULTADOS	46
7. DISCUSSÃO	52
8. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos são insetos dípteros pertencentes à família Psychodidae, subfamília Phlebotominae, de importância médica-veterinária devido a sua atuação como vetores de doenças cujos agentes englobam protozoários, vírus e bactérias (Shaw *et al.* 2018). Dentre estes microrganismos, destacam-se os protozoários do gênero *Leishmania* Ross, 1903, agentes etiológicos das Leishmanioses, considerada uma das doenças de maior impacto à saúde humana devido ao elevado número de deformidades e mortes, sendo incidentes por todo o mundo (Alvar *et al.* 2012, Costa & Souza 2018).

Dentre as formas clínicas, destaca-se a Leishmaniose Visceral Americana (LVA), considerada a forma mais grave e fatal, podendo ocasionar a morte caso não tratada corretamente (Sevá *et al.* 2016). Apresenta transmissão endêmica no Brasil, concentra a maior porcentagem dos casos registrados no continente americano, onde, no ano de 2019, registrou 97% do total de casos de LVA (OPAS/OMS 2021), sendo transmitida pelos flebotomíneos vetores, especialmente do gênero *Lutzomyia* França, 1924 (Young & Duncan 1994).

Os flebotomíneos possuem uma riqueza mundial estimada em 1.000 espécies, sendo cerca de 280 ocorrendo no Brasil, e, dentre estas, 17 consideradas vetores das leishmanioses (Aguilar & Vieira 2018). Estes insetos possuem ocorrência silvestre, porém vêm sofrendo modificações em sua distribuição devido, especialmente, ao processo de urbanização (Rangel & Lainson 2003a, Góes *et al.* 2012, Ramos *et al.* 2014, Pinheiro *et al.* 2021). Este processo acarreta a modificação na estrutura de sua comunidade, devido à redução na abundância local de algumas espécies e a adaptação de outras aos novos nichos formados próximos a áreas antrópicas (Ashford 2000, Nieves *et al.* 2014). Dentre estas espécies de alta capacidade adaptativa, destacam-se os vetores das leishmanias, em especial *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), vetor do protozoário *Leishmania (Leishmania) infantum chagasi* Cunha & Chagas, 1937, agente etiológico da leishmaniose visceral americana (LVA), a qual encontra-se adaptada à área urbana, sendo a principal responsável pela transmissão do parasito neste novo ciclo epidemiológico urbano (Ashford 2000, Rangel *et al.* 2018a).

Dentre as áreas frutos deste processo antrópico, os parques urbanos apresentam características de grande relevância epidemiológica, visto que são áreas utilizadas para atividades de ecoturismos pelos habitantes, propiciando um maior contato humano com remanescentes florestais, os quais ofertam condições favoráveis para a manutenção do ciclo enzoótico das leishmanioses (Fuzari *et al.* 2016, Cerqueira *et al.* 2018, Lavitschka

et al. 2018). Estudos envolvendo a presença de espécies vetores em áreas de parques urbanos foram no Brasil, demonstrando que grande parte destes possuem ao menos um flebotomíneo vetor circulante (Afonso *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2013, Rodrigues *et al.* 2013, Fuzari *et al.* 2016, Cerqueira *et al.* 2018, Lavitschka *et al.* 2018, Pereira-Filho *et al.* 2018, Uzcátegui *et al.* 2020), dentre os quais já foi encontrado a espécie *Lu. Longipalpis* infectada com o agente etiológico da LVA, a espécie *Le. (Le.) infantum chagasi* (Pereira-Filho *et al.* 2018).

No estado da Paraíba foram registradas 10 espécies de flebotomíneos, incluindo as espécies vetores, como *Lu. (Lu.) longipalpis*, *Nyssomyia whitmani* (Antunes & Coutinho, 1939), *Nyssomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912), *Migonemyia (Migonemyia) migonei* (França, 1920) (Aguilar & Vieira 2018). Em João Pessoa, apenas o estudo realizado por Silva (2018) inventariou a fauna dos flebotomíneos em um remanescente de Floresta Atlântica a qual está inserido a Universidade Federal da Paraíba, demonstrando a presença de três espécies vetores, *Lu. (Lu.) longipalpis*, *Ny. whitmani* e *M. (M.) migonei*. Com isso, é necessário entender a composição da fauna de flebotomíneos nestas localidades, com devida atenção ao município de João Pessoa que é considerado endêmico para leishmaniose visceral e possui seis áreas de remanescentes de mata atlântica consideradas Parques.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

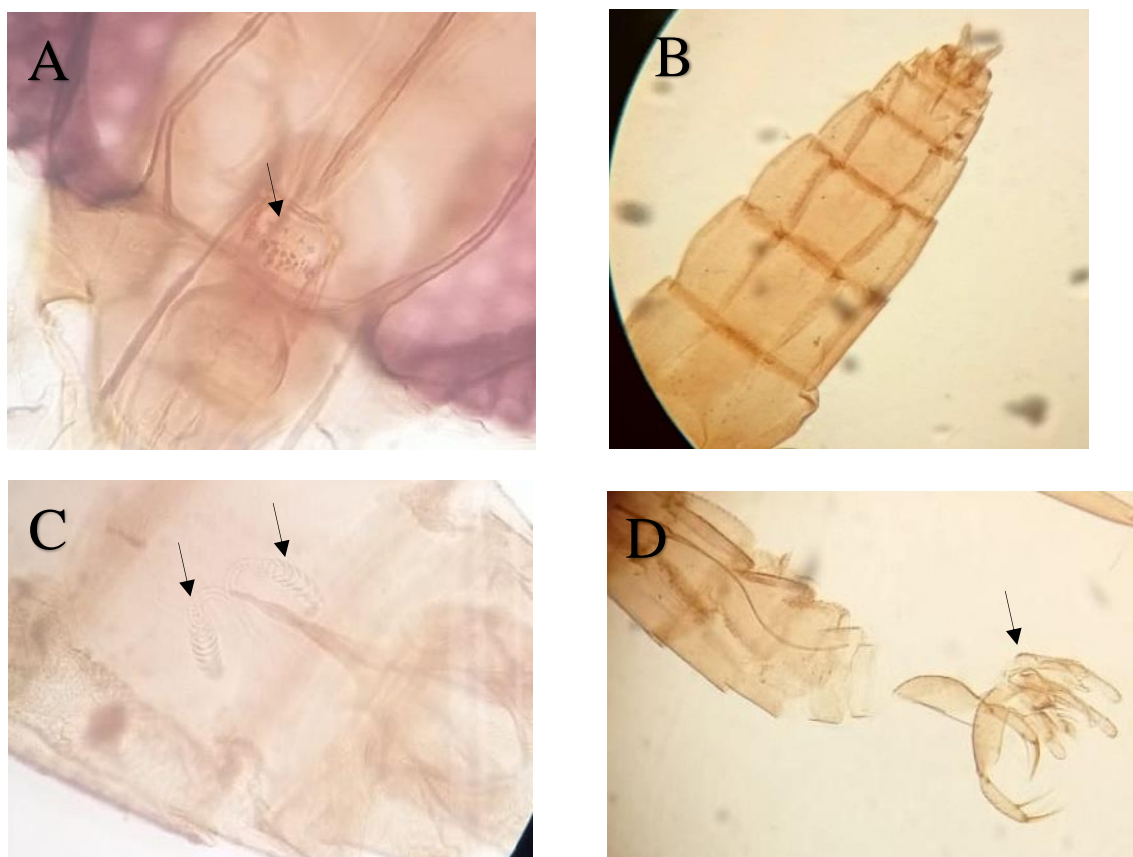
2.1 Biologia dos flebotomíneos

Os flebotomíneos são insetos dípteros pertencentes à família Psychodidae, e subfamília Phlebotominae, possuindo um corpo recoberto por cerdas, cujo comprimento pode atingir até 3 mm, de coloração variando entre castanho claro e marrom. São insetos holometábolos, ciclo de vida é composto por quatro estágios: a fase de ovo, larva (com quatro ínstaras), pupa e de adulto, diferindo da maioria dos psicodídeos em relação ao hábito terrestre de suas formas imaturas, com sua oviposição ocorrendo em áreas ricas em matéria orgânica (Young & Duncan 1994, Trougakos & Margaritis 2002). Na fase adulta, estes insetos apresentam dimorfismo sexual representado por caracteres anatômicos e em seus hábitos alimentares (Galati 2003).

As fêmeas dos flebotomíneos diferem dos machos no tamanho de sua probóscide, sendo estas maiores, na presença de uma estrutura quitinizada na região da cabeça, denominada cibário, além de apresentar genitália interna, enquanto nos machos esta é

mais desenvolvida e ornamentada (Galati 2003) (Figura 1). Ambos os sexos são fitófagos, adquirindo carboidratos, principalmente, da seiva de plantas bem como de *honeydew* de algumas espécies de afídeos (Cameron *et al.* 1995), no entanto apenas a fêmea possui comportamento hematófago, sendo um recurso importante para o desenvolvimento de seus ovários (Sherlock 2003).

Figura 1. Principais partes anatômicas dos flebotomíneos. **A.** Cabeça em vista ventral com o cibário (seta) de uma fêmea de *Psychodophygus* sp. **B.** Abdômen em vista ventral de uma fêmea de *Psychodophygus* sp. **C.** Genitália em vista ventral com espermateca (seta) de uma fêmea de *Psychodophygus* sp. **D.** Abdômen em vista lateral com genitália (seta) de um macho de *Psychodophygus* sp.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

O hábito crepuscular faz com que os flebotomíneos fiquem ativos durante o período da noite até meados do começo da manhã, realizando suas atividades de forrageio e reprodução (Killick-Kendrick 2002). A fêmea realiza seu repasto sanguíneo em hospedeiros vertebrados, como mamíferos, aves, anfíbios e répteis (Roque & Jansen 2014, Brazil 2018, Junior *et al.* 2019, Costa *et al.* 2021). Algumas espécies possuem preferência limitada na escolha de seus hospedeiros (Tesh *et al.* 1971), enquanto outras, possuem hábito mais eclético, realizando-o em vários tipos de hospedeiros (Afonso *et al.* 2012, Baum *et al.* 2013). Este comportamento propicia um maior contato com

microrganismos presentes no sangue de seus hospedeiros, como protozoários, bactérias e vírus, com alguns deles apresentando características patogênicas a animais e humanos (Shaw *et al.* 2018). Dentre estes microrganismos, destacam-se os protozoários do gênero *Leishmania*, agentes etiológicos das Leishmanioses (Ready 2013). Esta enfermidade possui um ciclo de transmissão zoonótica, com a participação de mamíferos atuando como reservatórios e os flebotomíneos como vetores do parasita (Desjeux 2001). No entanto, são poucas as espécies de flebotomíneos capazes de atuar como vetores no ciclo de transmissão destes parasitos (Maroli *et al.* 2013).

A incriminação de uma espécie vetor foi baseada, no caso do flebotomíneos, em alguns critérios inicialmente proposto por Killick-Kendrick (1999), sendo eles: (i) hábito antropofílico, (ii) em áreas de ocorrência do ciclo zoonótico das leishmanioses, serem capazes de se alimentar dos animais reservatórios, (iii) suportar o desenvolvimento completo do parasita após aquisição e digestão do repasto sanguíneo em hospedeiro infectado e (iv) transmiti-lo para outros, (v) o parasita encontrado em fêmeas naturalmente infectadas deve ser o mesmo daquele isolados em humanos acometidos da enfermidade. No entanto, Ready (2013) inclui alguns novos critérios baseado em modelos matemáticos com abordagem epidemiológica.

Os flebotomíneos são insetos sensíveis às variações ambientais e climáticas, fato atribuído ao seu fino exoesqueleto, sendo passíveis de ressecamento, encontrando-se reclusos e protegidos, durante a maior parte do dia, em abrigos que propiciam condições estáveis de temperatura, umidade e luminosidade (Lane 1993, Costa & Souza 2018). Modificações nas variáveis abióticas podem influenciar na dinâmica da comunidade dos flebotomíneos, impactando tanto de forma positiva quanto negativa (Barata *et al.* 2004, Saraiva *et al.* 2011, Ávila *et al.* 2018).

Estes insetos abrigam-se em vários locais a depender dos habitats, abrangendo desde frestas em troncos de árvores, tocas de animais a raízes de árvores e serapilheira, sendo estes considerados abrigos naturais (Chaniotis *et al.* 1972), e nas áreas com ação antrópica, como locais sombreados e úmidos, em domicílios humanos e construções para animais domésticos, incluindo galinheiros, chiqueiros, estábulos, canis (Killick-Kendrick 1999).

Com uma riqueza estimada em 1.000 espécies, os flebotomíneos estão distribuídos globalmente, com maior concentração na região Neotropical (Aguiar & Vieira 2018). O Brasil possui uma riqueza estimada em 280 espécies ao longo de todas as regiões, com as áreas florestais concentrando uma maior diversidade (Aguiar & Vieira 2018). Estudos

realizados nestas áreas demonstram uma maior riqueza de espécies quando comparada a áreas urbanas (Nieves *et al.* 2014, Chagas *et al.* 2018, Rebêlo *et al.* 2019), fruto de uma maior disponibilidade de abrigos e de fontes alimentares, como também da estabilidade climática e ambiental (Szujecki 1987, Loaiza *et al.* 2019). No entanto, modificações realizadas nessas localidades podem impactar na estrutura e dinâmica de sua comunidade (Cardenas *et al.* 2006).

Processos que acarretam na fragmentação e modificação de áreas florestais, alteram a composição da fauna flebotomínica (Fernández *et al.* 2020), o que resulta na redução da abundância de algumas espécies, e até mesmo na sua ausência (Travi *et al.* 2002), e na adaptação de outras (Ramos *et al.* 2014, Vieira *et al.* 2015). Casaril *et al.* (2014) ao analisar a variação espaço-temporal da fauna dos flebotomíneos em Corumbá, MT, observaram uma redução na densidade de algumas espécies silvestres à medida que áreas florestais eram degradadas para estabelecimento de moradias humanas, enquanto outras ocorreu o inverso, evidenciando a capacidade adaptativa de algumas espécies deste inseto.

Dentre estas espécies com grande capacidade adaptativa, as espécies vetores das leishmanioses são registradas continuamente em grande número nas áreas frutos da ação antrópica ao longo de todo Brasil (Balbino *et al.* 2005, de Oliveira *et al.* 2006, Costa *et al.* 2013, Chagas *et al.* 2018).

São registradas cerca de 17 espécies de flebotomíneos consideradas vetores ou possíveis vetores das leishmanias, sendo pertencentes aos seguintes gêneros: *Bichromomyia* Artemiev, 1991, *Lutzomyia*, (autores) *Migonemyia* Galati, 1995, *Nyssomyia* Barreto, 1962, *Pintomyia* Costa Lima, 1932, *Psychodopygus* Mangabeira, 1941 e *Trichophoromyia* Barreto, 1962 (Costa & Souza 2018, Galati 2018). Dentre elas, destaca-se a espécie *Lu. (Lu.) longipalpis*, vetor da *Le. (Le.) infantum chagasi*, agente etiológico da LVA, a qual se encontra bastante disseminada e adaptada a área urbana, apesar de sua origem silvestre (Lainson & Rangel 2005). No Brasil, os flebotomíneos são responsáveis por transmitir leishmanias, responsáveis por dois principais tipos de manifestações clínicas em humanos e animais: a visceral e a tegumentar.

2.2 As Leishmanioses

2.2.1 Aspectos gerais das Leishmanioses

As leishmanioses são zoonoses cujo agente etiológico são os protozoários do gênero *Leishmania*, caracterizados por serem organismos digenéticos, necessitando de

dois hospedeiros para completar seu ciclo de vida: o vertebrado mamífero, e um invertebrado, os insetos flebotomíneos (Handman 1999, Desjeux 2004). Estes parasitas apresentam dois diferentes tipos morfológicos em cada um deles, a forma amastigota, encontrada desenvolvendo-se intracelularmente nas células do sistema fagocítico mononuclear do hospedeiro vertebrado, e a promastigota, detentora de um flagelo, com desenvolvimento extracelular no intestino do flebotomíneo (Chang & Fong 1983, Sunter & Gull 2017).

Os principais hospedeiros vertebrados incluem várias ordens de mamíferos, como Carnivora, Didelphimorpha, Rodentia, Primates, dentre outros (Roque & Jansen 2014). Partes destes hospedeiros apresentam importância epidemiológica, atuando como reservatórios das leishmanias, considerados indivíduos-chave na manutenção da doença no ambiente por albergar formas infectantes do parasito as quais são adquiridas pelo inseto vetor após repasto sanguíneo, persistindo assim o ciclo de transmissão (OPAS/OMS 2010). Majoritariamente, as leishmanias possuem reservatórios zoonóticos silvestres, como cachorros-do-mato, marsupiais e roedores, e, quanto domésticos, os cães (Shaw 2002, Quinzel & Courtenay 2009, Rocha *et al.* 2019).

Dentre as espécies de *Leishmania* existentes, 22 delas apresentam características patogênicas aos seres humanos, sendo 15 presentes no continente americano (OPAS/OMS 2010). Estas espécies são agrupadas em dois subgêneros: *Leishmania* e *Viannia* Lainson & Shaw, 1987, baseado na região em que ocorre seu desenvolvimento no intestino do hospedeiro flebotomíneo (Lainson & Shaw 1987), com o subgênero *Leishmania* agrupando espécies com desenvolvimento suprapilórico, enquanto no subgênero *Viannia* este é peripilórico, sendo também esse último de ocorrência apenas na região americana (Lainson & Shaw 1987).

No Brasil, estão presentes sete espécies responsáveis pela forma tegumentar da doença, sendo elas a *Leishmania (Viannia) lainsoni* Silveira, Shaw, Braga & Ishikawa, 1987, *Le. (V.) shawi* Lainson, Braga & de Souza, 1989, *Le. (V.) braziliensis* Vianna, 1911, *Le. (V.) naiffi* Lainson & Shaw, 1987, *Le. (V.) lindenbergi* Silveira, Ishikawa, De Souza & Lainson, 2002, *Le. (V.) guyanensis* Floch, 1954 e *Le. (Le.) amazonensis* Lainson & Shaw, 1972 e uma pela visceral, a *Le. (Le.) infantum chagasi* (BRASIL 2014, BRASIL 2017, Rangel *et al.* 2018a, 2018b). Estas espécies apresentam diferentes tipos de tropismos, acarretando diferentes síndromes clínicas para forma tegumentar e a visceral (Gradoni 2018).

2.2.2 Epidemiologia das Leishmanioses

As leishmanioses apresentam distribuição ampla, com transmissão endêmica ocorrendo em 98 países, com uma média anual de 1,3 milhões de novos casos (Alvar *et al.* 2012). A forma tegumentar da doença apresenta vários espectros clínicos, dependendo do tipo da espécie envolvida e do estado imunológico do indivíduo acometido (Marzochi 1992), contudo a mais comum é a forma cutânea, considerada benigna e que causa várias ou algumas lesões na pele com tendência a cicatrização natural (Desjeux 2004). Esta enfermidade apresenta distribuição em mais de 85 países, onde mais de 95% dos casos ocorrem nos continentes Americano, Mediterrâneo, Centro da Ásia e no Oriente Médio (OPAS/OMS 2010, BRASIL 2014). Na América, 18 países são endêmicos desta doença, com o Brasil possuindo a maior incidência de casos no ano de 2019, totalizando 15.484 casos (OPAS/OMS 2021).

A leishmaniose visceral é considerada a forma mais severa da doença, apresentando alta taxa de mortalidade caso não tratada corretamente (Sevá *et al.* 2016). Cerca de 90% dos casos globais são registrados em seis países, sendo eles a Índia, Bangladesh, Sudão, Sudão do Sul, Etiópia e Brasil, com este concentrando a grande maioria dos casos recorrentes na América (Alvar *et al.* 2012). No Brasil, esta enfermidade possui transmissão endêmica, sendo denominada de leishmaniose visceral americana, apresentando distribuição ao longo das cinco regiões brasileiras, com uma incidência anual média de 3.370 casos entre os anos de 2017 e 2019 (OPAS/OMS 2021).

No tocante ao Brasil, dentre os mais de 5.200 municípios, cerca de 28% deles registraram casos da leishmaniose visceral americana (LVA) em humanos, sendo 157 com transmissão intensa da doença (BRASIL 2014). Durante os anos de 2001 a 2014, a Região Nordeste apresentou maior incidência no número de casos em relação às demais regiões (Reis *et al.* 2017). No estado da Paraíba, esta doença é considerada endêmica, com registro em 127 dos 223 municípios, cuja média anual foi de 52 casos entre os anos de 2014 e 2018 (PARAÍBA 2019).

2.2.3 Urbanização da Leishmaniose Visceral Americana (LVA) no Brasil

Historicamente, a LVA apresentava alta incidência na Região Nordeste do Brasil, sendo caracterizada como uma zoonose silvestre, cujo ciclo de transmissão era associado a áreas de vegetação primária e secundária, e áreas rurais (Bern *et al.* 2008, Harhay *et al.* 2011). Estas últimas, concentravam mais de 90% de todos os casos até meados dos anos 90 (Alves 2009). Atualmente, a LVA encontra-se em constante expansão para todas as

regiões brasileiras, sendo registrada tanto em áreas rurais quanto nos centros urbanos (Marcondes & Rossi 2013). Entre os anos de 2007 e 2014, foram registrados 52% de todos os casos de LVA na Região Nordeste, junto a isso, durante o mesmo período, 72% de todos os casos no Brasil ocorreram em áreas urbanas (Reis *et al.* 2017), evidenciando o processo de urbanização desta doença.

A LVA encontra-se difundida nas regiões do Brasil, apresentando uma ocorrência predominante nos centros urbanos e em suas periferias (Marchi *et al.* 2019). Este processo de urbanização da LVA reflete no estabelecimento de um novo perfil epidemiológico da doença (Maia-Elkhoury *et al.* 2007), com a incidência de novos casos em áreas sem registro da doença.

O elevado fluxo migratório da população rural para a área urbana, devido a fatores ambientais ou econômicos, a expansão desordenada e mal estruturada dos conglomerados humanos, concomitante ao deslocamento de reservatórios da doença, como cães, para estas áreas, onde o vetor da LVA, *Lu. (Lu.) longipalpis*, se encontra adaptado, são considerados os principais fatores responsáveis pelo novo perfil epidemiológico da LVA (Desjeux 2004, Alves 2009, Alemayehu & Alemayehu 2017).

O processo desordenado de urbanização acarretou o estabelecimento de grande parte da população em subúrbios, na periferia das cidades, com péssimas condições de moradia e saneamento, e próximo a áreas florestais, favorecendo a manutenção do ciclo de transmissão da LVA (Rangel & Lainson 2003b, Costa 2008, Maia-Elkhoury *et al.* 2008; Marcondes & Rossi 2013). Além disso, a presença de animais nestas localidades, como cães, galinhas e porcos, os quais acompanharam seus donos durante a migração, propiciam condições favoráveis para a presença das espécies vetores, em especial *Lu. (Lu.) longipalpis* (OMS 2002). O cão é o principal reservatório urbano da LVA, e áreas com casos autóctones caninos, geralmente precede casos em humanos (BRASIL 2014). Além disso, a dispersão destes canídeos entre áreas endêmicas e não endêmicas com presença do vetor da LVA, pode ocasionar na incidência de novos casos da doença (Dantas-Torres 2009).

2.2.4 Parques Urbanos e a LVA no Brasil

A proximidade de moradias localizadas em áreas endêmicas da LVA com florestas, é considerada um dos fatores de risco, a qual acarreta uma maior taxa de incidência de casos em humanos (Belo *et al.* 2013) e em cães (Abrantes *et al.* 2018). Além disso, a circulação

de indivíduos nestas áreas para a realização de atividades extrativistas ou ecoturísticas pode ser considerada um fator de risco (Desjeux 2004).

Os parques urbanos são locais onde há a conservação de remanescentes florestais com o objetivo de manter a biodiversidade local, além de promover atividades de ecoturismo, paisagismo e zoobotânicas para a população local (Gómez-Baggethun *et al.* 2013). A presença da espécie vetor da LVA, já foi registrada nestes locais (Souza *et al.* 2004, Carvalho *et al.* 2013, Rodrigues *et al.* 2013, Fuzari *et al.* 2016, Cerqueira *et al.* 2018). Segundo Pereira-Filho *et al.* (2018), nos entornos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, no estado do Maranhão foi observado a presença do vetor *Lu. (Lu.) longipalpis*, em alta densidade e infectado pelo parasito *Le. (Le.) infantum chagasi*, supondo a possível presença de um ciclo da LVA na localidade e em seus entornos.

3. JUSTIFICATIVA

O conhecimento sobre a composição da comunidade de flebotomíneos, especialmente em áreas próximas a remanescentes de mata, é essencial para o norteamiento de estratégias ativas de vigilância entomológica. Dentre estas áreas, os parques urbanos possuem relevância epidemiológica devido à grande circulação de pessoas em áreas florestais, e consequente aproximação com o ciclo de transmissão silvestre de algumas zoonoses, como as Leishmanioses (Neiderud 2015).

João Pessoa foi fruto de um intenso processo de urbanização nos últimos 50 anos, resultando em uma expansão heterogênea e intensiva, mudando o perfil da população de urbano e rural, para um inteiramente urbano (PMJP 2012). Devido, em parte, a esse processo de urbanização heterogênea, João Pessoa possui uma cobertura vegetal atual de 2.910 ha, representando apenas cerca de 13,76% da área original de Mata Atlântica no município (SOS Mata Atlântica 2021). Destes remanescentes, há áreas utilizadas pela população para a realização de atividades de ecoturismo e visitação zoobotânica, situadas próximos a áreas urbanas (PMJP 2012), englobando desde parques zoobotânicos a ecológicos.

Durante os anos de 2017 a 2019, a Região Nordeste registrou 19.094 casos de leishmanioses em humanos, sendo 6.000 da forma visceral e 13.094 tegumentar. O município de João Pessoa registrou, durante este mesmo período, 123 casos humanos, o equivalente a 35,96% dos casos do estado da Paraíba, sendo 36 da forma visceral e 87 tegumentar (SINAN 2021). Nos últimos anos, vem crescendo o número de casos de leishmaniose visceral canina (Freitas 2017), fator que corrobora para o aumento da incidência em humanos, pois a enzootia canina precede casos humanos (BRASIL 2014).

João Pessoa carece em estudos envolvendo a caracterização da comunidade e da ecologia dos flebotomíneos em áreas de remanescentes florestais. Com isso, pouco se sabe a respeito da ecologia destes insetos e da composição de sua comunidade, principalmente na presença de espécies vetores das leishmanioses, especialmente nos parques urbanos. Desta forma, se faz necessário realizar um inquérito entomológico com objetivo de entender a composição e distribuição da comunidade destes insetos nos parques urbanos do município de João Pessoa.

330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362

4. OBJETIVO

4.1 Geral:

Estudar a estrutura da comunidade dos flebotomíneos no Parque Zoobotânico Arruda Câmara e no Parque Natural Municipal do Cuia no município de João Pessoa, PB

4.2 Específicos:

- Estimar a diversidade das comunidades dos flebotomíneos em cada parque urbano;
- Detectar a presença de espécies vetores das leishmanioses;
- Relacionar as variáveis abióticas com a abundância dos flebotomíneos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O município de João Pessoa (07°07'12"S 34°52'48"W) é a capital do estado da Paraíba, possuindo uma área de 211,475 km², com uma população estimada em 817.511 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 3.424 habitantes/km², e sendo composta por cerca de 73 bairros (IBGE 2020). João Pessoa faz parte da mesorregião Paraibana denominada Zona da Mata e da microrregião João Pessoa, fazendo limite ao norte com o município de Cabedelo, ao sul com o Conde e ao oeste com Santa Rita e Bayeux. Sua principal via de acesso é por meio da rodovia BR-101, conectando-a com os estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, além disso, João Pessoa está situada na rodovia BR-230, ou Rodovia Transamazônica.

A cidade de João Pessoa apresenta um relevo capeado sedimentalmente pertencente a Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba, do Grupo da Formação Barreiras e geologicamente, fazendo parte dos compartimentos dos Baixos Planaltos Costeiros (PMJP 2012). O clima dessa região é caracterizado como quente e úmido, segundo a classificação de Köppen (1900), com concentração pluviométrica entre os meses de março e agosto, cuja precipitação está entre 1.500 e 1.700 mm/ano, além de possuir uma média anual de 25° C e umidade relativa do ar em torno de 80% (PMJP 2012).

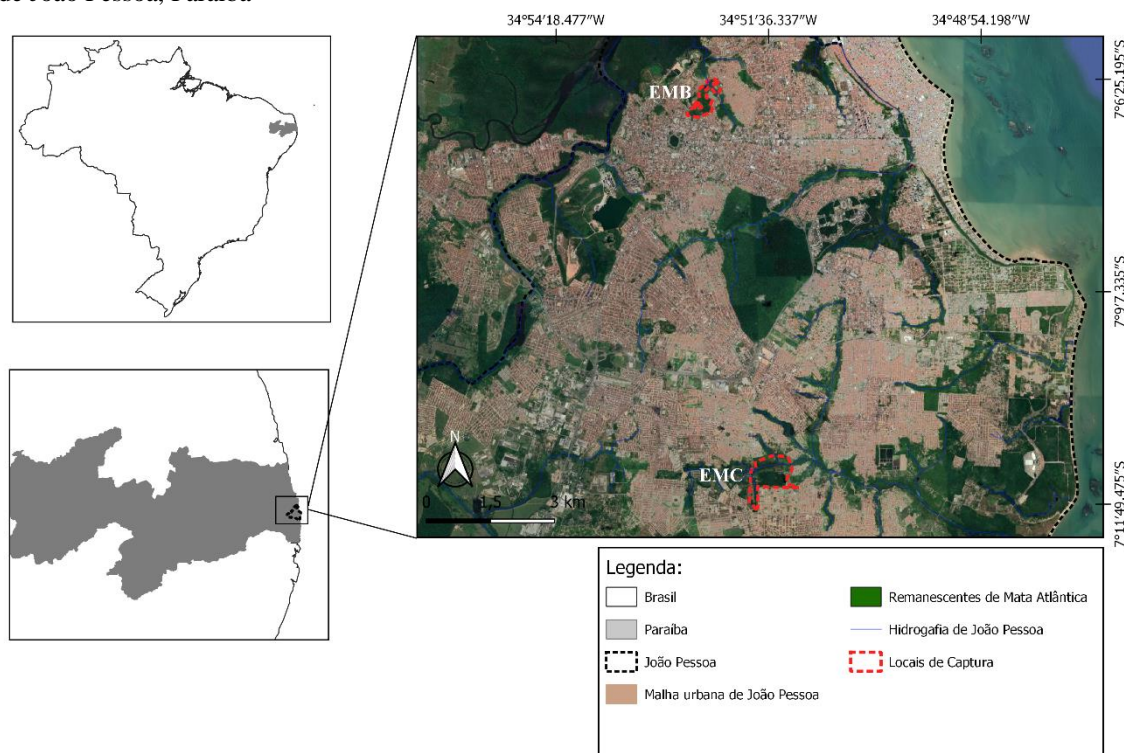
Como parte da região costeira paraibana, João Pessoa esta imersa no domínio de Mata Atlântica, sendo distribuídos em vegetação do tipo floresta estacional semidecidual, mangues, matas ciliares e pela formação de Tabuleiros, caracterizada por árvores campestres.

As principais atividades econômicas estão centradas no setor terciário e secundário, concentrando a maior parte da atividade industrial do estado. Além disso, o turismo é bastante presente devido às diversas praias, formações de recifes de corais, áreas históricas e parques urbanos e zoobotânicos.

5.2 Áreas de captura

Para a realização do estudo foram delimitadas áreas de remanescentes de mata atlântica onde residem parques urbanos (Figura 2). Com isso foram escolhidas duas estações de monitoramento: a estação de monitoramento no Parque Zoobotânico Arruda Câmara, popularmente chamado de BICA (EMB), e no Parque Natural Municipal do Cuiá, popularmente conhecido como Cuiá (EMC), com distância entre si de 8,92 km. As capturas foram autorizadas pela direção do parque e contou com a autorização do SISBIO nº 69138-1.

Figura 2. Estações de Monitoramento para a realização de captura dos flebotomíneos: Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) e Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba



Fonte: Elaborado pelo autor.

O parque Zoobotânico Arruda Câmara (7°06'50.5"S 34°52'37.9"W) é considerado o parque urbano mais antigo de João Pessoa, sendo fundado no ano de 1922 e está situado em um dos bairros mais antigos do município, o bairro do Tambiá, zona norte de João Pessoa. O parque está inserido em um remanescente de Floresta Atlântica com extensão de 26,8 ha, apresentando estágio avançado de regeneração. No entanto, é edificado internamente, devido ao estabelecimento do próprio parque (Silva 2013). Desta área, 83% apresenta vegetação do tipo arbóreo-arbustiva, com uma diversa flora, abrangendo

espécies como o pau-brasil, ipê-amarelo, ingazeiro dentre outras, além de uma fauna composta por 93 espécies de animais, tanto em cativeiro quanto de vida livre (PMJP 2012, Costa 2016). O parque realiza várias atividades em educação ambiental junto à comunidade, além de desenvolver atividades de enriquecimento ambiental, conservação e de reprodução com os animais residentes, visando seu bem-estar, juntamente com a realização de trilhas ecológicas com a população (Figura 3).

Figura 3. Trilhas ecológicas realizadas no interior da área do Parque Zoobotânico Arruda Câmara pelos visitantes.



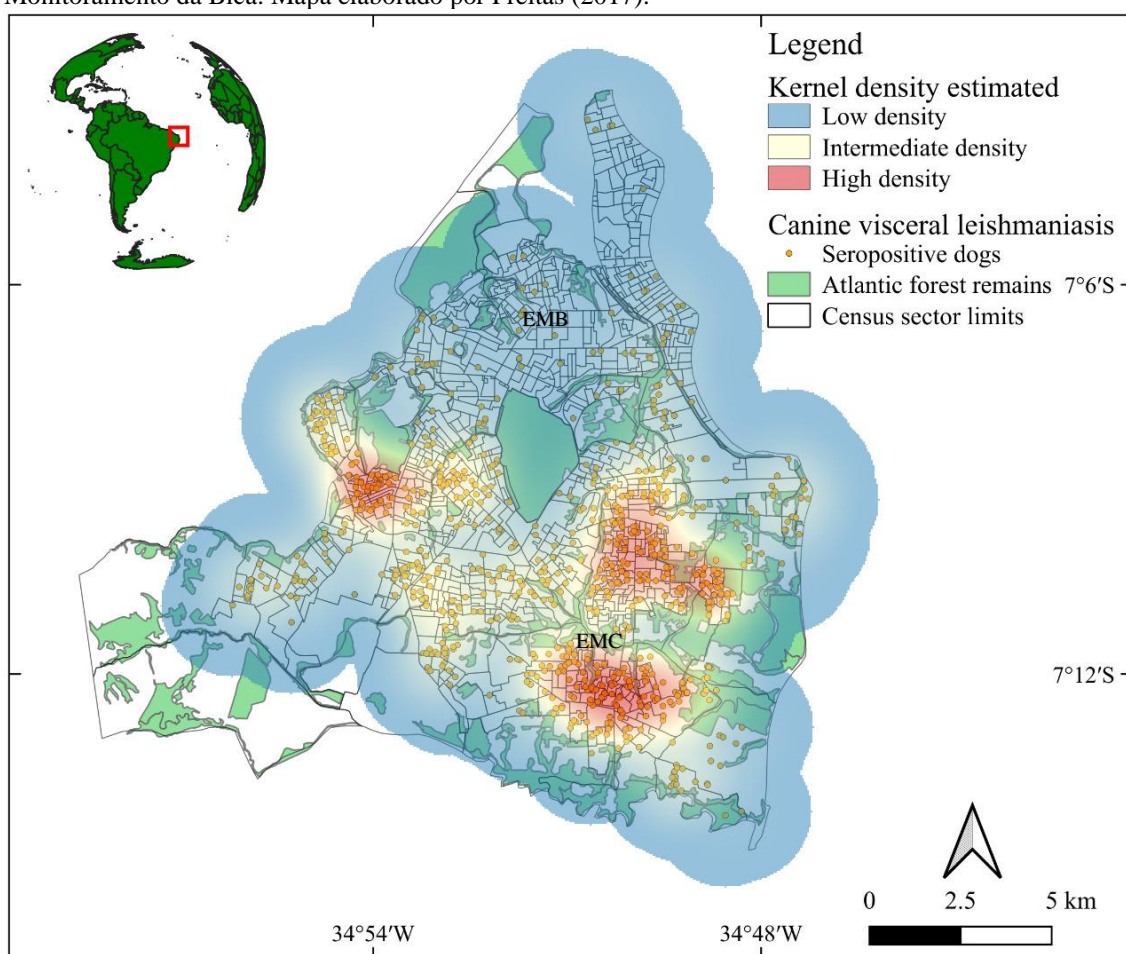
Fonte: Parque da Bica, 2021

O Parque Natural Municipal do Cuiá ($7^{\circ}11'27.0''S$ $34^{\circ}51'23.4''W$) está inserido em um remanescente de Floresta Atlântica situado no bairro do Valentina de Figueiredo, zona sul de João Pessoa, bairro com urbanização recente, ocorrendo em meados dos anos 90 (PMJP 2012). Este Parque possui uma extensão de 42,07 ha, apresentando uma heterogeneidade de formações vegetais em diferentes estágios de regeneração. Foi criado através do decreto Municipal nº 7.517, de 29 de abril de 2011. O parque apresenta uma área com 20,8 ha em estágio avançado de regeneração, enquanto 21,27 ha restantes estão distribuídos em áreas de estágio inicial a médio de regeneração, e pequenos assentamentos humanos, fruto de invasão (Silva & Braga 2017). O parque apresenta áreas de planícies aluviais as quais sofrem processo de alagamento com formação de lagoas, assim como áreas de tabuleiros, com três tipos principais de formações vegetais, a arbustiva, capoeira e herbácea (Silva & Braga 2017). Em seu interior apresenta duas

trilhas principais, sendo utilizadas para atividades de recreação; já nas proximidades e em sua borda existe uma presença forte dos impactos da urbanização, como assentamentos humanos, uso do solo para realização de pasto e retirada da vegetação local pela população.

Este remanescente se encontra próximo a uma das áreas com alta densidade de casos caninos de leishmaniose visceral no município de João Pessoa, registradas entre os anos de 2014 a 2017 (Freitas 2017) (Figura 4).

Figura 4. Densidade de casos de Leishmaniose Visceral Canina no município de João Pessoa, Paraíba durante os anos de 2014 a 2017. **EMC:** Estação de Monitoramento do Cuiá; **EMB:** Estação de Monitoramento da Bica. Mapa elaborado por Freitas (2017).



Fonte: Freitas (2017)

5.3 Captura dos flebotomíneos

Em cada Estação de Monitoramento foram instaladas cinco armadilhas luminosas do tipo CDC (Center of Disease Control) (Sudia & Chamberlain 1962) (Figura 5), alimentadas por baterias de 6 v, em alturas de até 1,5 m, ficando em funcionamento no

período entre 17h e 7h, ao longo de quatro dias consecutivos (três noites de captura), durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021.

Figura 5. Armadilha luminosa do tipo CDC (Center of Disease Control) utilizada na captura dos flebotomíneos durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba.



Fonte: Autor, 2021

Cada armadilha foi disposta ao longo das mediações das principais trilhas presentes em cada estação de monitoramento, sendo distantes entre si em cerca de 150 m, e instaladas em locais propícios ao encontro de flebotomíneos, como raízes expostas de árvores, troncos caídos, alta serrapilheira e tocas de animais.

Na EMB (Figura 6), as armadilhas foram colocadas adjacentes a trilha principal (Figura 7), a qual é utilizada pelos visitantes para a realização atividades de ecoturismo.

Figura 6. Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara com seus pontos de captura (P1b, P2b, P3b, P4b e P5b) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba.



Fonte: Google Earth

Figura 7. Pontos de captura da Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **A:** Ponto de captura 1 (P1b), **B:** Ponto de captura 2 (P2b)



Fonte: Autor, 2021

Na EMC, devido à mesma apresentar áreas em diferentes estágios de regeneração, as armadilhas foram instaladas da seguinte forma: duas armadilhas na área em estágio avançado de regeneração (Área 1), caracterizada pela formação arbórea dominante, cujo dossel é fechado e uniforme, espécies de árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) superior a 15 cm, serrapilheira abundante, com a presença de espécies vegetais como

497 *Virola gardneri* (urucura), *Schefflera morototoni* (sambaqui), *Tapirira guianensis*
 498 (cupiuba), dentre outras.

499 Duas armadilhas na área em estágio inicial de regeneração (Área 2), situada no
 500 limite do parque, local utilizado para alimentação do gado. É caracterizada como uma
 501 mata de vegetação secundária, com uma fisionomia herbácea e arbustiva de pequeno
 502 porte, com a incidência de poucas espécies arbórea, camada fina e descontínua de
 503 serrapilheira, maioria das espécies lenhosas com DAP menor que 8 cm, ausência de sub-
 504 bosque, com algumas espécies indicadoras como *Cecropia* sp. (embaúba),
 505 *Stryphnodendron pulcherrimum* (favinha), *Cnidoscolus urens* (urtiga-branca), *Scleria*
 506 *Bracteata* (tiririca), dentre outras.

507 Por fim, uma armadilha na área com assentamento humano (Área 3), sendo
 508 caracterizada pela presença de residências habitadas pela população local, com a criação
 509 de animais domésticos, como cães e galinhas, e plantação de alguns tipos de vegetais
 510 (Figura 8).

511

512 **Figura 8.** Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá com seus pontos de captura
 513 (P1c, P2c, P3c, P4c e P5c) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João
 514 Pessoa, Paraíba. **Área 1:** área em estágio avançado de regeneração; **Área 2:** área em estágio inicial de
 515 regeneração; **Área 3:** área com assentamentos humanos



516
 517

Fonte: Google Earth, 2021

As armadilhas foram colocadas nas áreas 1 e 2, paralelo as trilhas presentes no interior, onde foram vistas sendo utilizadas pela população para seu deslocamento pelo parque como também para realização de atividades de lazer, como banho no rio e acampamento, e na área 3 foi colocada adjacente ao galinheiro (Figura 9).

Figura 9. Pontos de captura da Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **A:** armadilha colocada na área 3; **B:** armadilha colocada na área 2; **C:** armadilha colocada na área 3



Fonte: Autor, 2021

O material capturado foi levado ao Laboratório de Entomologia situado no Departamento de Sistemática e Ecologia do Centro de Ciências Exatas e da Natureza

(CCEN/DSE) da Universidade Federal da Paraíba em compartimentos de náilon, devidamente identificadas, envoltas por sacolas plásticas. Ao chegar ao laboratório, foram mortos por congelamento, com posterior triagem dos flebotomíneos através do uso de estereomicroscópio, sendo armazenados, posteriormente, em tubos Eppendorf 0,5 ml com álcool 70%, visando sua montagem e identificação taxonômica. O material testemunho está depositado na Coleção Entomológica do Departamento de sistemática e Ecologia (DSEC/UFPB).

5.4 Montagem e identificação taxonômica dos flebotomíneos

A montagem dos exemplares foi realizada segundo Vilela *et al.* (2018), em que consiste na clarificação e diafanização dos flebotomíneos, com posterior montagem em lâmina e lamínula para identificação.

Inicialmente, os flebotomíneos foram imersos por três horas em solução de hidróxido de potássio a 10% (KOH 10%) para amolecimento da quitina, logo após foram transferidos para outro recipiente contendo ácido acético absoluto (PA), atuando como neutralizador do KOH 10%, por cerca de 20 a 30 min. Em seguida os flebotomíneos foram colocados em recipiente com água destilada (tipo II) por 20 min e, por fim, foram imergidos no lactofenol durante 24 h.

Para identificação taxonômica, os flebotomíneos foram montados em lâminas e lamínulas com o auxílio de uma solução de Berlese. Após a montagem, os flebotomíneos permaneceram em repouso durante uma semana para fixação e após isso, foram identificados através da chave taxonômica de Galati (2018) em microscópio.

5.5 Levantamento das variáveis climáticas

As variáveis climáticas de precipitação acumulada, temperatura média e umidade relativa do ar foram retiradas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação de monitoramento (82798) de João Pessoa, Paraíba.

5.6 Análises de dados

O esforço amostral foi calculado através da multiplicação do número de armadilhas por noite de captura, por localidade e por mês. Foi utilizado o índice de abundância de espécies (ISA) e o índice de abundância de espécies padronizado (SISA) para avaliar e comparar a abundância relativa de cada espécie capturada (Roberts & Hsi

1979), cujos valores variam entre 0 e 1, onde, quanto mais próximo de 1 for o valor de SISA, maior sua abundância relativa.

Foi empregado a série de Hills para estimar o perfil de diversidade da comunidade de flebotomíneos nas estações de monitoramento. Esta análise é uma generalização dos índices de diversidade calculada por meio da fórmula

$$Nq = (P_1^q + P_2^q + P_3^q + \dots + P_s^q)^{1/(1-q)}$$

onde, N_q é o valor do índice de diversidade para o parâmetro q ($q \geq 0$; $q \neq 1$), e $P_1, P_2 \dots P_s$ são a proporção dos indivíduos das espécies 1, 2, ..., S, de uma dada comunidade. Quando o valor de $q = 0$, indica o índice de riqueza de uma comunidade, quando o valor for $q = 1$ refere-se semelhantemente ao índice de entropia de Shannon, que atribui um peso intermediário a espécies raras da comunidade, e quando o valor for $q = 2$, é equivalente ao inverso do índice de dominância de Simpson o qual atribui peso mínimo as espécies raras, podendo calcular índices para vários valores de q (Magurran 2004, Chao *et al.* 2014).

Curvas de interpolação e extrapolação foram construídas com o intuito de avaliar a eficiência da cobertura amostral na representação da diversidade em cada localidade. Estas curvas foram geradas pelo método de reamostragem de Bootstrap, baseado em 200 replicações, utilizando os números de Hills de ordem $q = 0, 1$ e 2 . O software livre R (R Core Team 2021) foi operado para as análises utilizando dos pacotes *vegan*, *iNext*, *ggthemes* e *gridExtra* (Auguie 2017, Arnold 2019, Hsieh *et al.* 2019, Jari-Oksanen *et al.* 2019).

Para avaliar a correlação das variáveis abióticas mensais de temperatura média, umidade relativa média e precipitação acumulada, utilizou-se a correlação de Spearman, com um nível de significância de 5%. O valor deste coeficiente correlação (ρ) obtido, varia entre -1 e +1, onde os valores negativos e positivos indicam, respectivamente, uma correlação inversa e direta. Quanto à força da correlação, a mesma é considerada nula quando $\rho = 0$, fraca quando ρ estiver entre $\pm 0,1$ e $\pm 0,3$, moderada entre $\pm 0,4$ e $\pm 0,6$, forte entre $\pm 0,7$ e $\pm 0,9$ e perfeita quando for ± 1 (Spearman 1904, Dancey & Reidy 2007).

6. RESULTADOS

Foi realizado um esforço amostral de 3.780 h, resultando na captura de 179 flebotomíneos durante o período de setembro de 2020 a maio de 2021, pertencentes a seis gêneros, *Brumptomyia* França & Parrot, 1921, *Evandromyia* Mangabeira, 1941, *Lutzomyia* França, 1924, *Psathyromyia* Barreto, 1962, *Psychodopygus* Mangabeira, 1941 e *Sciopemyia* Barreto, 1962, distribuídas em nove espécies (Tabela 1): *Brumptomyia brumpti* (Larrousse, 1920), *Evandromyia* (*Aldamyia*) *evandroi* (Costa Lima & Antunes, 1936), *Evandromyia* (*Aldamyia*) *lenti* (Mangabeira, 1938), *Evandromyia* (*Aldamyia*) *walkeri* (Newstead, 1914), *Evandromyia* (*Barettomyia*) *tupynambai* (Mangabeira, 1942), *Lutzomyia* (*Lutzomyia*) *longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), *Psathyromyia* (*Forattiniella*) *brasiliensis* (Costa Lima, 1932), *Psychodopygus* sp., *Sciopemyia sordellii* (Shannon & Del Ponte, 1927).

O gênero *Psychodopygus* é o primeiro registro para o estado da Paraíba. A nível de espécie, os exemplares ainda estão sobre processo de confirmação taxonômica, no entanto acredita-se que seja a espécie *Psy. amazonensis* (Root, 1934).

Um total de três indivíduos capturados não foram passíveis de identificação, devido à ausência de partes anatômicas essenciais para seu diagnóstico taxonômico. As fêmeas pertencentes ao gênero *Evandromyia* série *tupynambai* são indistinguíveis entre si (Galati 2018).

Dentre os espécimes capturados, 93 (51,9%) foram machos e 86 (48,1%) fêmeas, com a proporção fêmea/macho igual à 0,92. O gênero *Psychodopygus* apresenta o primeiro registro para o estado da Paraíba.

As espécies mais abundantes foram *E. (A.) walkeri* com 61 (34,1%; SISA = 0,93) indivíduos, seguida por *Lu. (Lu.) longipalpis* com 46 (25,7%; SISA = 0,93), *S. sordellii* com 18 (10,1%; SISA = 0,64) e *P. (F.) brasiliensis* com 16 (9%; SISA = 0,50) indivíduos, com as demais cinco espécies perfazendo um total de 38 (21,1%) indivíduos.

Dentre as espécies consideradas vetores das leishmanioses, foi encontrada apenas a espécie, a *Lu. (Lu.) longipalpis*, incriminada como vetor da Leishmaniose Visceral Americana no Brasil, causada pelo agente etiológico *Le. (Le.) infantum chagasi*.

Em relação a frequência mensal dos flebotomíneos capturados durante o período de estudo, o mês de março apresentou a maior abundância e riqueza, com, respectivamente, 64 indivíduos e 8 espécies, enquanto o mês de janeiro a menor abundância, com 8 indivíduos, e riqueza, com 4 espécies, junto aos meses de abril e maio (Figuras 10, 11).

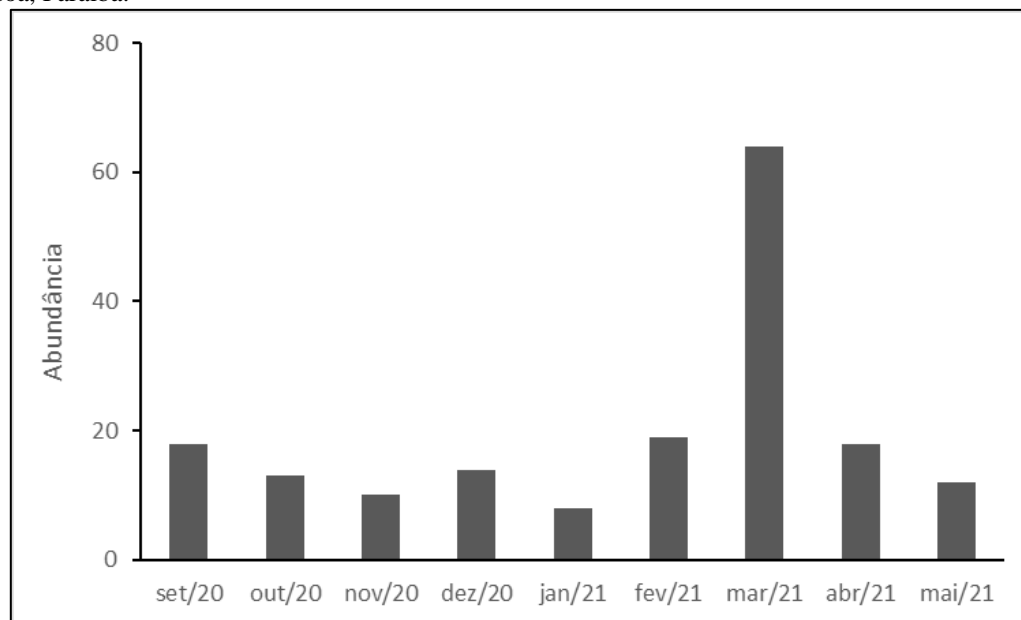
Tabela 1. Composição da fauna de flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. Nomes dos subgêneros omitidos.

Espécie	Localidades				Total	SISA
	EMB		EMC			
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea		
<i>Brumptomyia brumpti</i>	0	1	8	1	10	0,32
<i>Evandromyia evandroi</i>	0	0	1	2	3	0,07
<i>Evandromyia lenti</i>	2	0	0	0	2	0,21
<i>Evandromyia</i> série <i>tupynambai</i> **	1	7	0	0	8	0,29
<i>Evandromyia walkeri</i>	2	8	22	29	61	0,93
<i>Lutzomyia longipalpis</i> *	20	5	14	7	46	0,93
<i>Psathyromyia brasiliensis</i>	0	0	9	7	16	0,36
<i>Psychodopygus</i> sp.	0	0	4	5	9	0,18
<i>Sciopemyia sordellii</i>	3	6	5	7	21	0,64
Sem identificação	1	1	1	0	3	-
Total por sexo	29	28	64	58	179	-
Total geral	57		122		179	-

* = Espécie considerada vetor de *Leishmania (Le.) infantum chagasi*.

** = As fêmeas de *Evandromyia* série *tupynambai* são indistinguíveis.

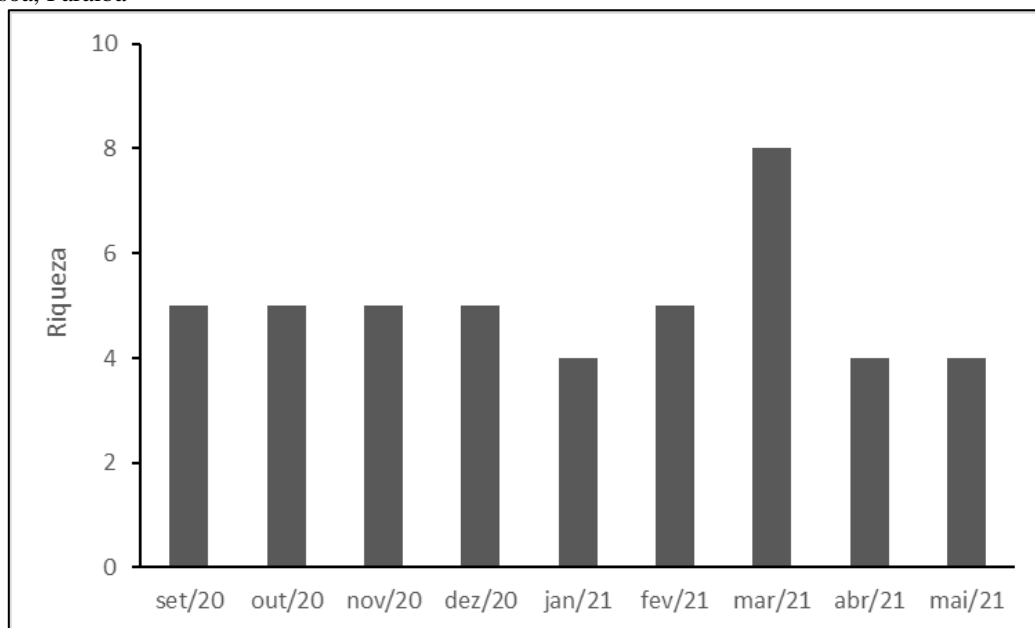
Figura 10. Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a abundância capturada durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



As espécies capturadas com maior frequência foram *E. (A.) walkeri*, capturada em todos os meses, a *Lu. (Lu.) longipalpis*, recorrente ao longo de todos os meses de captura, exceto no mês de maio, além da *S. sordellii* encontrada em sete meses. Em contraste, as

espécies capturadas com menor frequência foram a *E. (A.) lenti*, capturada nos meses de janeiro e fevereiro, com um espécime em cada e a *E. (A.) evandroi*, capturada nos meses de setembro e março, com um e dois espécimes, respectivamente. As demais, foram capturadas ao menos em três meses durante o estudo.

Figura 11. Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a riqueza capturada durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba



A EMC apresentou perfis de diversidade diferentes, de acordo com os números de Hills, em relação a EMB (Figura 12). O índice de riqueza da série de Hills ($q = 0$), foi de sete espécies na EMC, enquanto na EMB foi de seis. Em relação aos índices equivalentes a entropia de Shannon ($q = 1$) e o inverso da dominância de Simpson ($q = 2$), foram, na EMC, 5,170 e 4,213, e na EMB 4,052 e 3,457, respectivamente.

As curvas de interpolação e extrapolação são mostradas na Figura 13. A análise demonstrou que a cobertura amostral realizada na EMC atingiu a máxima saturação, ou seja, conseguiu representar bem a comunidade do local, enquanto na EMB não atingiu, representando 98,8% de sua comunidade.

Figura 12. Índices de diversidade da fauna de flebotomíneos de acordo com o perfil de diversidade pela série de Hills na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba

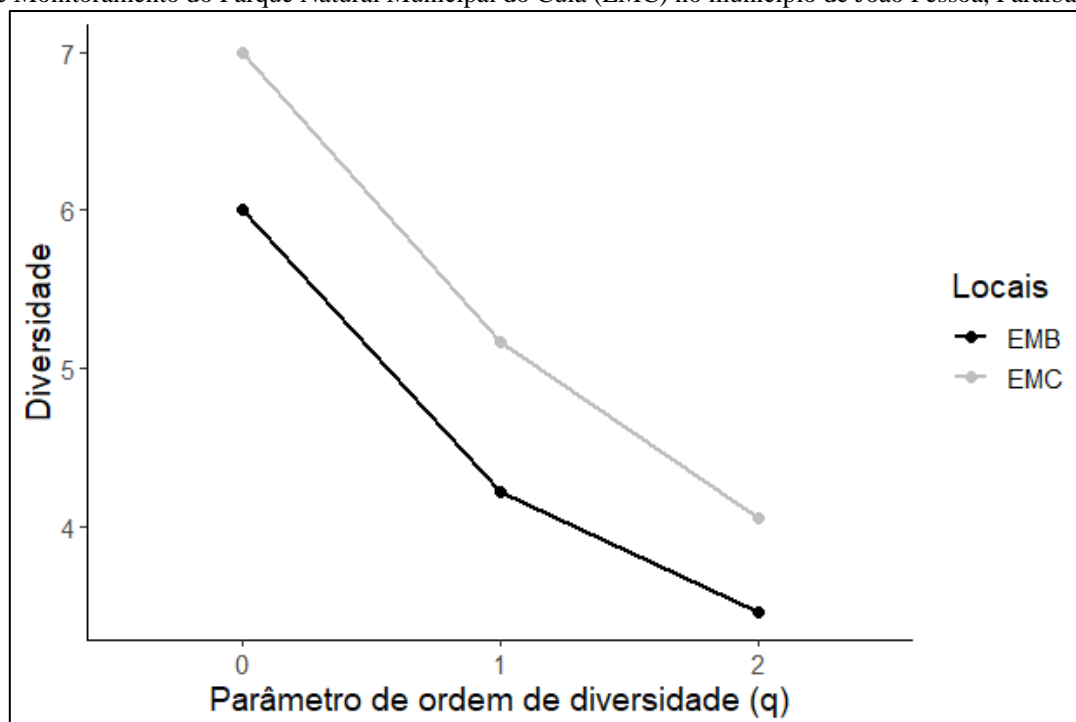
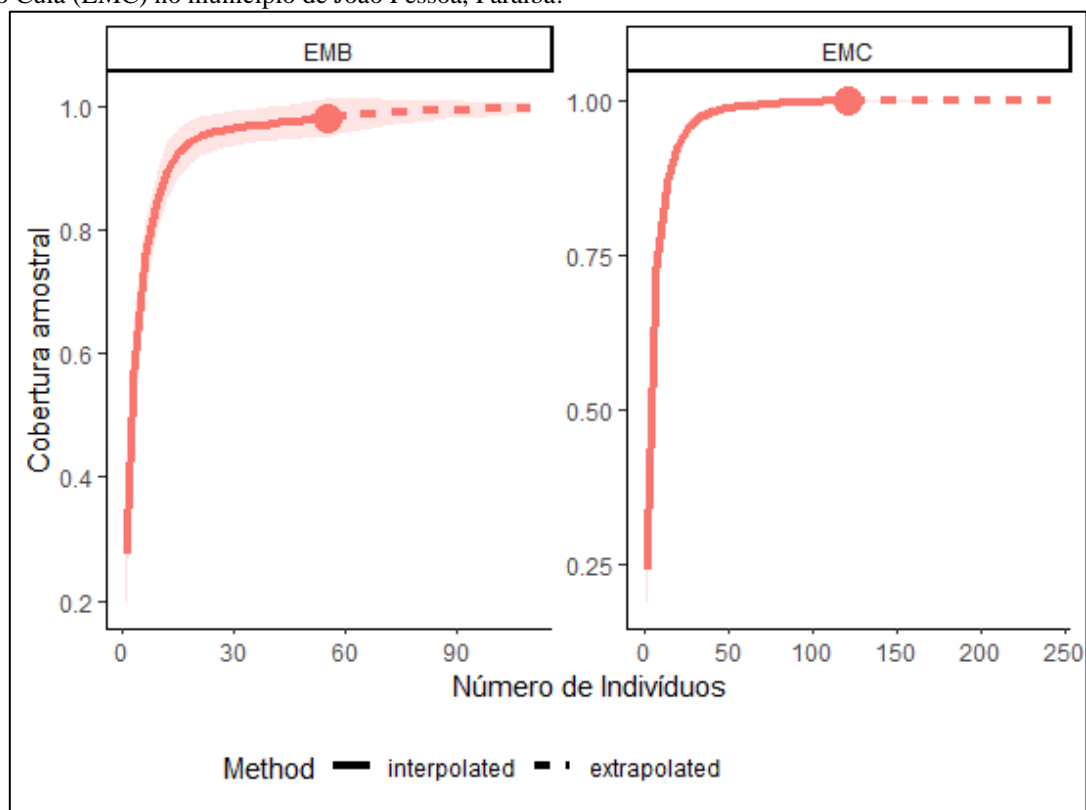


Figura 13. Curvas de acumulação da comunidade de flebotomíneos na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



Dentre as diferentes áreas da EMC, a área em estágio avançado de regeneração (área 1) apresentou um total de 87 indivíduos capturados pertencentes a seis espécies, *Brumptomyia brumpti*, *Evandromyia evandroi*, *Evandromyia walkeri*, *Lutzomyia longipalpis*, *Psanthromyia brasiliensis*, *Psychodopygus* sp e *Sciopemyia sordellii*. A área em estágio inicial (área 2), 14 indivíduos de cinco espécies, sendo elas *Brumptomyia brumpti*, *Evandromyia evandroi*, *Evandromyia walkeri*, *Psanthromyia brasiliensis* e *Sciopemyia sordellii*. Por fim, na área com assentamentos humanos (área 3), 20 indivíduos da espécie *Lutzomyia longipalpis* (Tabela 2).

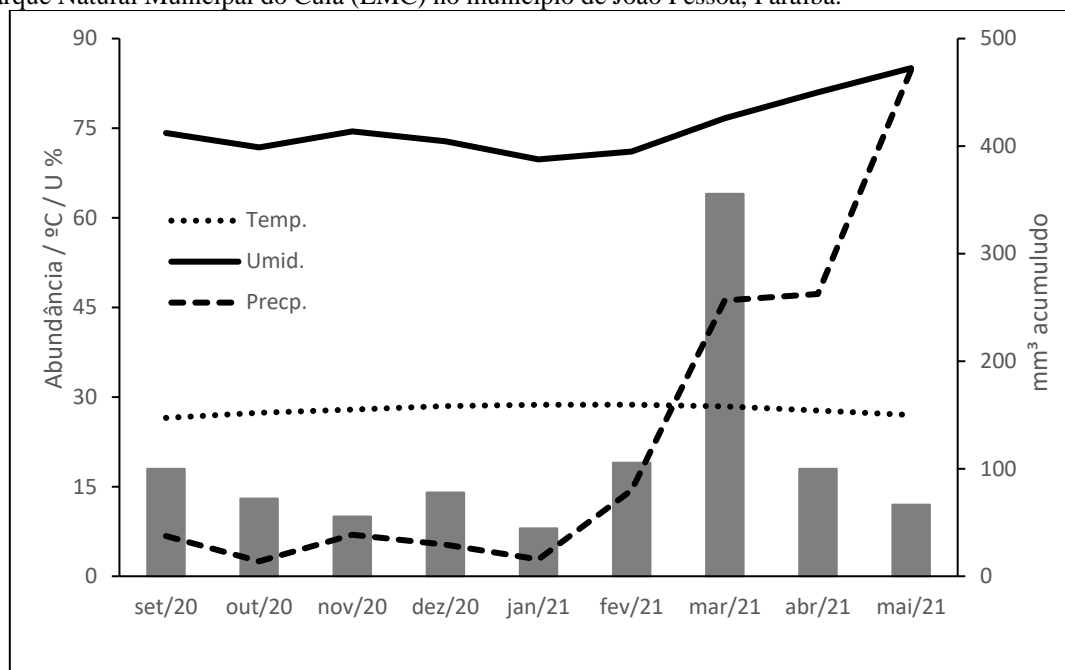
Tabela 2. Composição dos flebotomíneos capturados nas diferentes áreas da Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba. **Área 1:** área em estágio avançado de regeneração; **Área 2:** área em estágio inicial de regeneração; **Área 3:** área com assentamentos humanos. Nomes de subgêneros omitidos.

Espécies	Localidades		
	Área 1	Área 2	Áreas 3
<i>Brumptomyia brumpti</i>	6	3	0
<i>Evandromyia evandroi</i>	2	1	0
<i>Evandromyia walkeri</i>	49	2	0
<i>Lutzomyia longipalpis</i> *	0	0	20
<i>Psanthromyia brasiliensis</i>	12	4	0
<i>Psychodopygus</i> sp.	9	0	0
<i>Sciopemyia sordellii</i>	9	3	0
Sem identificação	0	1	0
Total	87	14	20

* = Espécie considerada vetor de leishmanias.

A flutuação da fauna de flebotomíneos e das variáveis climáticas é mostrado na figura 14.

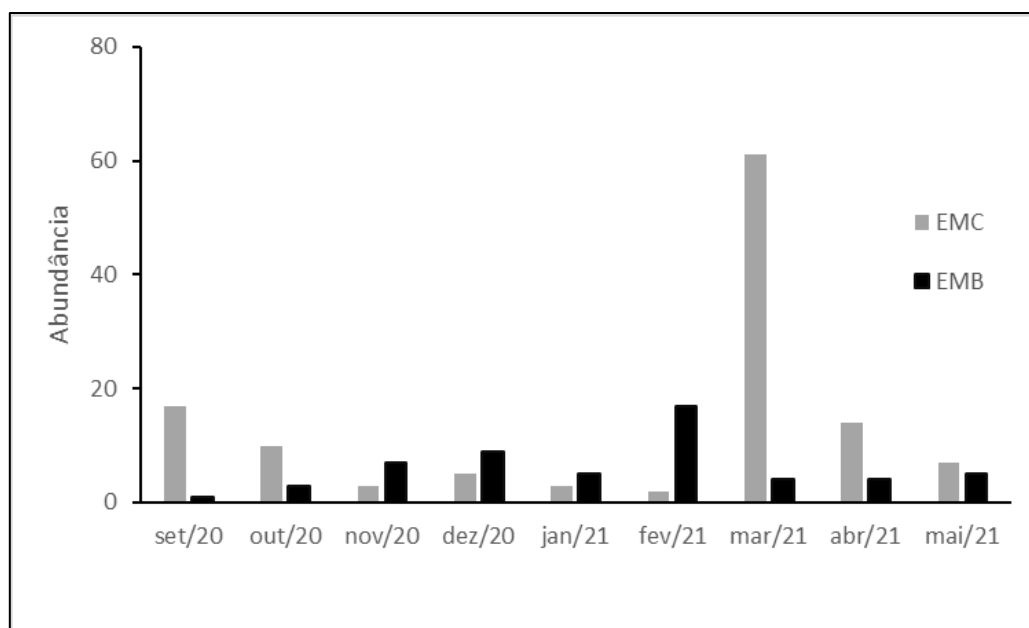
Figura 14. Variáveis climáticas em relação a abundância da fauna de flebotomíneos capturada na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



Durante o período estudado, nenhuma das variáveis abióticas apresentou uma correlação significativa ($p > 0,05$) com abundância dos flebotomíneos, de acordo com a correlação de Spearman. A variável de temperatura média mensal apresentou correlação inversa e nula ($\rho: -0,09205$, $p\text{-value} = 0,8138$), enquanto que umidade relativa média mensal ($\rho: 0,40167$, $p\text{-value} = 0,2839$) e a precipitação acumulada mensal ($\rho: 0,41004$, $p\text{-value} = 0,273$), apresentaram uma relação direta e moderada.

Na EMC foi encontrada uma diversidade de sete espécies de flebotomíneos, perfazendo um total de 122 indivíduos. As espécies mais abundantes foram *E. (A.) walkeri* e *Lu. (Lu.) longipalpis*, com 51 e 21 indivíduos, respectivamente. Os meses que apresentaram maior frequência de flebotomíneos foram março, com 61 indivíduos, com predominância da espécie *E. (A.) walkeri* e setembro, com 17 indivíduos, com predominância da espécie *P. (F.) brasiliensis*, enquanto que os menores foram janeiro e fevereiro com 3 indivíduos cada (Figura 15).

Figura 15. Distribuição mensal da abundância dos flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



Na EMB foram capturadas seis espécies de flebotomíneos com um total 57 indivíduos, onde as espécies mais abundantes foram *Lu. (Lu.) longipalpis* e *E. (A.) walkeri*, com respectivos 25 e 10 indivíduos. Fevereiro foi o mês com a maior frequência de espécimes capturados, 17 no total, por outro lado, setembro foi o mês com a menor frequência, com um indivíduo capturado.

7. DISCUSSÃO

Durante o período estudado foram capturadas nove espécies de flebotomíneos, *Brumptomyia brumpti*, *Evandromyia evandroi*, *Evandromyia lenti*, *Evandromyia série tupynambai*, *Evandromyia walkeri*, *Lutzomyia longipalpis*, *Psanthromyia brasiliensis*, *Psychodopygus* sp e *Sciopemyia sordellii* pertencentes a seis gêneros, (*Brumptomyia*, *Evandromyia*, *Lutzomyia*, *Psathyromyia*, *Psychodopygus* e *Sciopemyia*), apresentando uma riqueza maior quando comparado a estudos realizados no estado da Paraíba. Silva *et al.* (2017) realizaram capturas de flebotomíneos na área rural do município de Rio Tinto, PB e encontraram quatro espécies pertencentes a quatro gêneros, *Lutzomyia*, *Migonemyia*, *Evandromyia* e *Pintomyia*. Em relação ao município de João Pessoa em estudo realizado no remanescente de mata atlântica do Campus I da Universidade Federal da Paraíba, Silva (2018) capturou três espécies, representando três gêneros, *Lutzomyia*, *Nyssomyia* e *Migonemyia*.

A espécie *E. (A.) walkeri* foi a que apresentou maior abundância de indivíduos nas áreas de estudo (n = 61; SISA = 0,93). Esta espécie foi capturada em maior número na EMC (n = 51) nas áreas de vegetação secundária e na EMB, mesmo sendo edificada

internamente, o que sugere que esta espécie é generalista e sua presença pode estar associada a áreas florestais. A dominância desta espécie neste tipo de ecótopo é corroborada por outros estudos (Pinheiro *et al.* 2013a, 2013b, 2021). Embora esta espécie não seja considerada vetor das leishmanias, estudos moleculares identificaram a presença do DNA dos protozoários *Le. (Le.) amazonensis*, a agente etiológico da forma cutânea na região norte, no estado de Tocantins (Machado *et al.* 2017) e *Le. (V.) brasiliensis* no estado do Acre (Ávila *et al.* 2018), ambos na região norte do Brasil, sendo considerados agentes etiológicos da Leishmaniose tegumentar americana.

A espécie *S. sordellii* apresentou a terceira maior abundância ($n = 21$; SISA = 0,64) dentre a fauna flebotomínica capturada, sendo presente na EMB e, na EMC, nas áreas com vegetação secundária (Área 1 e 2), estando ausente na área com assentamentos humanos (Área 3). Com isso, sugere-se que a presença desta espécie, na região, pode estar associada a proximidade com remanescentes florestais. Pinheiro *et al.* (2013) e Miranda *et al.* (2015) em estudos realizados, respectivamente, no município de Parnamirim, RN, e em Ipojuca, PE, capturam esta espécie, na sua maioria, em áreas florestais, com baixa abundância em áreas urbanizadas. No entanto, Pinheiro *et al.* (2021) encontraram esta espécie com proporções similares tanto em áreas antropizadas como florestais. *S. sordellii* já foi registrada em outras áreas de parques urbanos (Souza *et al.* 2015, Pereira-Filho *et al.* 2018, Uzcátegui *et al.* 2020), sendo encontrada infectada com *Le. (Le.) infantum chagasi* (Pereira-Filho *et al.* 2018). Apesar destes achados não foi elucidado até o presente momento seu papel na transmissão destes protozoários.

Em relação a fauna vetorial, a espécie *Lu. (Lu.) longipalpis*, principal vetor da LVA no Brasil (Rangel *et al.* 2018a), esteve presente em ambas as áreas de captura, sendo a segunda espécie mais abundante ($n = 46$; SISA = 0,93). Estes achados corroboram com a de outros estudos, onde a espécie foi registrada em áreas com parques urbanos (Carvalho *et al.* 2013, Fuzari *et al.* 2016, Cerqueira *et al.* 2018, Pereira-Filho *et al.* 2018). Esta espécie de flebotomíneo já foi registrada em áreas de remanescentes florestais no município de João Pessoa (Silva 2018) e no intradomicílio de áreas urbanas em dois municípios vizinhos, Conde e Santa Rita (Marcondes & Nascimento 1993; Silans *et al.* 1998), além de já ter sido capturada, em alta densidade, em uma área de transmissão da LVA humana e canina no litoral de João Pessoa (Guedes *et al.* 1974).

Na EMB, a qual é edificada internamente, a espécie *Lu. (Lu.) longipalpis* foi a mais abundante, sendo capturada ao longo de todo o parque nos diferentes pontos de captura. Por outro lado, na EMC, a mesma foi capturada apenas na área com

assentamentos humanos (Área 3). Isso confirma o hábito desta espécie em se adaptar a áreas urbanizadas, corroborando com outros estudos (Pinheiro *et al.* 2013, Brilhante *et al.* 2015, Sanguinette *et al.* 2015, Amorim *et al.* 2020, Moraes *et al.* 2020). Esta adaptação já é bem documentada pela literatura (Lainson & Shaw 1987, Rangel 2003, Casanova *et al.* 2015, Rangel *et al.* 2018a), neste caso, esse processo pode estar associado a maior disponibilidade de fontes sanguíneas, como animais de vida livre e em cativeiro na EMB, e como a presença de cães e galináceos na área 3 da EMC, e pela proximidade destas localidades com a área florestal, a qual fornece condições de abrigo e reprodução para o vetor (Rangel & Vilela 2008).

O Parque Zoobotânico Arruda Câmara, onde insere-se a EMB, é responsável por desenvolver atividades de educação ambiental com a população (Oliveira *et al.* 2021) e de ecoturismo, nas trilhas presentes no interior do parque (Costa 2016). No entanto, este tipo de atividade merece atenção, visto que a proximidade da fauna silvestre local, tanto de vida livre como em cativeiro, facilita a transmissão de patógenos (Muehlenbein 2019), incluindo as *Leishmanias*. A presença da espécie *Lu. (Lu.) longipalpis*, vetor da LVA, e de espécies de animais que podem atuar como possíveis reservatórios, como o cão doméstico, cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e o marsupial *Didelphis albiventris* (BRASIL 2014) na EMB, alerta para um possível ciclo de transmissão da LVA na área. Contudo são necessários mais estudo visando identificar se existe a circulação do parasita *Leishmania* nos animais presentes como nos flebotomíneos, além de avaliar as possíveis fontes sanguíneas utilizadas por estes insetos, para confirmar tal suposição.

No ciclo da LVA, o cão é considerado o principal reservatório doméstico do parasito (Dantas-Torres 2007, BRASIL 2014), cuja infecção precede casos em humanos (BRASIL 2014). Com isso, a EMC merece uma atenção do ponto de vista epidemiológico devido à proximidade com um dos focos de alta densidade de cães acometidos pela LVA em João Pessoa (Freitas 2017). Estudos já demonstraram que um dos fatores de risco na formação de um novo ciclo da LVA é o deslocamento de cães infectados de áreas endêmicas para não endêmicas da doença onde reside o vetor (Dantas-Torres 2009). A captura de *Lu. (Lu.) longipalpis* na EMC, sua proximidade a este foco e a presença de cães errantes e domésticos circulando pela área, como visto durante o estudo, pode acarretar no estabelecimento de um ciclo de transmissão nesta localidade, afetando a população humana e canina que transita no parque, como também aquela que reside em suas adjacências.

A aproximação da área urbana com remanescentes florestais pode refletir na incidência da LVA canina e humana, devido a presença do vetor e de animais reservatórios, o que resulta em um maior contato com o ciclo de transmissão silvestre da doença (Belo *et al.* 2013, Nunes *et al.* 2019). Dentre as espécies de mamíferos que podem atuar como reservatórios neste tipo de ciclo, duas delas, cachorro-do-mato (possivelmente *C. thous*) e o timbú (possivelmente *D. albiventres*), já foram vistas na EMC pelos moradores que vivem em suas proximidades. Estas espécies possuem comportamento sinantrópico (Roque & Jansen 2014) e podem intermediar o contato da *Leishmania* com a população urbana do vetor e de hospedeiros susceptíveis, como cães e humanos.

A Paraíba é considerada um estado endêmico para LVA, com quatro municípios estratificados como de transmissão intensa entre os anos de 2016 a 2018, sendo eles João Pessoa, Campina Grande, Catolé do Rocha e Itaporanga (PARAÍBA 2019). Dentre estes municípios, João Pessoa apresenta a maior incidência de casos humanos de LVA do estado, com uma média anual de 7 casos entre os anos de 2016 a 2018, além de possuir três áreas com alta densidade de casos de Leishmaniose Visceral Canina (LVC) (Freitas 2017, PARAÍBA 2019).

O presente estudo foi o primeiro a evidenciar a presença da espécie vetor da LVA, *Lu. (Lu.) longipalpis*, em áreas de parques urbanos no município de João Pessoa. No entanto, pouco se conhece sobre a circulação do protozário *Leishmania* nestas áreas, sendo necessário preencher esta lacuna através de estudos de detecção molecular deste parasito nos flebotomíneos e nos animais circundantes, visando um melhor entendimento da eco-epidemiologia das leishmanioses nestas áreas.

A comunidade dos flebotomíneos não apresentou correlação com as variáveis abióticas, no entanto esse resultado pode estar associado ao período do estudo que foi limitado, sendo necessário a realização de um período maior de captura para revelar a real influência das variáveis abióticas na comunidade dos flebotomíneos.

As espécies *P. (F.) brasiliensis* (n = 16, SISA = 0,36) e *B. brumpti* (n = 10, SISA = 0,32) foram capturadas, quase que exclusivamente nas áreas 1 e 2 da EMC, com sua grande maioria concentrada na área em estado avançado de regeneração (área 1). Além disso, o fato de ter capturado apenas um exemplar de *B. brumpti* e nenhum de *P. (F.) brasiliensis* na EMB, é possível sugerir a associação destas espécies a áreas florestais preservadas com pouco distúrbio, podendo ser consideradas bioindicadores da qualidade ambiental, fato corroborado por outros estudos, em que capturaram estas espécies apenas em áreas conservadas de vegetação primária e secundária (Aguiar & Vieira 2018, Pereira

Jr *et al.* 2019, Campos *et al.* 2020), podendo ser encontradas nas áreas urbanas, porém em baixa densidade (Andrade-Filho & Brazil 2009, Alves *et al.* 2012). Fernández *et al.* (2020) em estudos realizados na Argentina, observaram que a incidência das espécies do gênero *Brumptomyia* são favorecidas em locais situados próximos a áreas florestais.

Neste estudo, foi visto que a riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos variou entre as áreas em diferentes estágios de regeneração na EMC. Aquela em estágio mais avançado de regeneração (área 1) apresentou maior riqueza e abundância de espécies em relação as demais, fato corroborado por outros estudos (DaSilva *et al.* 2008, Rebêlo *et al.* 2019). Esse fato pode estar relacionado a maior presença de recursos para a manutenção da comunidade dos flebotomíneos, incluindo maior disponibilidade de locais para reprodução e abrigo, como também maior presença de fontes sanguíneas (Aguiar & Medeiros 2003, Rebêlo *et al.* 2019). Além disso, a área 1 e 2 possuíram composição similar de espécies, fato que pode ser atribuído a proximidade entre elas, o que implica em condições ecológicas similares (Thies *et al.* 2018).

8. CONCLUSÃO

Através do presente estudo foi possível verificar que a fauna dos flebotomíneos capturados nos Parques Urbanos de João Pessoa apresentou uma riqueza de nove espécies pertencentes a seis gêneros, com o primeiro registro do gênero *Psychodopygus* para o estado da Paraíba. O perfil de diversidade das comunidades da Estação de Monitoramento do Parque Estadual Municipal do Cuiá (EMC) e Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (BEM) diferiram entre si, com a EMC apresentando os maiores valores dos parâmetros de ordem q ($q(0) = 7$; $q(1) = 5,17$; $q(2) = 4,05$) em relação a EMB ($q(0) = 6$; $q(1) = 4,21$; $q(2) = 3,47$).

Áreas com uma cobertura florestal mais preservadas concentram uma maior riqueza e abundância de espécies de flebotomíneos em relação àquelas fruto de processos antrópicos, ainda que a EMB apresente uma grande diversidade de fonte alimentar sanguínea (animais livres e em cativeiros) e resquícios de Floresta Atlântica. Foi

verificada que na EMB a riqueza e abundância de flebotomíneos foi menor do que na EMC em sua área em avançado estágio de regeneração. A abundância da comunidade dos flebotomíneos não apresentou correlação com as variáveis abióticas. O mês de março, final do período seco e início do chuvoso, apresentou a maior riqueza e abundância dentre todos os meses analisados. *Evandromyia (Aldamyia) walkeri* apresentou maior abundância relativa durante todo o estudo, estando presente em todos os meses de captura, sendo *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* a segunda mais abundante, capturada ao longo de todos os meses exceto maio.

Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis, vetor da Leishmaniose Visceral Americana, foi mais abundante nas localidades com áreas edificadas estando, dessa forma, adaptada às áreas fruto da ação antrópica e mais próximas aos humanos. A presença desta espécie nestas áreas, juntamente com a circulação de animais reservatórios, população humana, e pela proximidade com remanescentes florestais, sugere uma possível presença de um ciclo de transmissão da leishmaniose visceral americana, tanto na EMC quanto na EMB.

Estes resultados podem auxiliar no desenvolvimento de futuras estratégias no monitoramento da leishmaniose visceral americana em João Pessoa, demonstrando que o vetor se encontra presente em áreas antes não amostradas e com circulação de pessoas, e que oferecem condições bióticas para o estabelecimento do ciclo de transmissão da doença.

REFERÊNCIAS

- Abrantes TR, Loureiro G, Werneck ASA & Figueiredo FB. 2018. Fatores ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em uma área de recente introdução da doença no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 34(1), e00021117.
<https://doi.org/10.1590/0102-311x00021117>
- Afonso MMS, Costa WA, Azevedo ACR, da Costa SM, Vilela ML, Rangel EF. 2007. Data on sand fly fauna (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Itatiaia National Park, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(3), 725–730.
<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000300030>
- Afonso MMS, Duarte R, Miranda JC, Caranha L & Rangel EF. 2012. Studies on the Feeding Habits of *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Populations from Endemic Areas of American Visceral Leishmaniasis in Northeastern Brazil. *Journal of Tropical Medicine*, ID 858657, 1–5.
<https://doi.org/10.1155/2012/858657>
- Aguiar GM & Vieira VR. 2018. Regional distribution and habitats of brazilian phlebotominae sandflies. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian sand flies*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 251–298.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1>

- 930 Aguiar GM & Medeiros WM. 2003. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do
931 Brasil. In: Rangel EF & Shaw JJ (Orgs) *Flebotomíneos do Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora
932 FIOCRUZ, pp 207–256.
- 933 Alemayehu B & Alemayehu M. 2017. Leishmaniasis: A Review on Parasite, Vector and Reservoir Host.
934 *Health Science Journal*, 11(4), 1–6.
- 935 <https://doi.org/10.21767/1791-809X.1000519>
- 936 Alvar J, Vélez ID, Bern C, Herrero M, Desjeux P, Cano J, Jannin J & den Boer M. 2012. Leishmaniasis
937 Worldwide and Global Estimates of Its Incidence. *PLoS ONE*, 7(5), e35671.
- 938 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035671>
- 939 Alves GB, Oshiro ET, Leite MC, Melão AV, Ribeiro LM, Mateus NLF, Brazil RP, Andrade Filho JD & de
940 Oliveira AG. 2012. Phlebotomine sandflies fauna (Diptera: Psychodidae) at rural settlements in the
941 municipality of Cáceres, state of Mato Grosso, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina*
942 *Tropical*, 45(4), 437–443.
- 943 <https://doi.org/10.1590/S0037-86822012005000010>
- 944 Alves WA. 2009. Leishmaniose visceral americana: situação atual no Brasil. *BEPA: Boletim*
945 *Epidemiológico Paulista*, 6(71), 25–29.
- 946 <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2009/ses-27920/ses-27920-4563.pdf>
- 947 Andrade Filho JD & Brazil RP. 2009. Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) of
948 Alagoas state, northeast of Brazil. *Neotropical Entomology*, 38, 688–690.
- 949 <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000500022>
- 950 Amorim RDF, Lima MAP, Silva Souza RO, da Silva UM, dos Santos AP, Tavares AP, Gadelha MSV &
951 da Silva CGL. 2021. Characterization of the sand fly fauna in Barbalha, one of the municipalities with
952 the highest leishmaniasis rates in Brazil. *Parasitology International*, 98, 102245.
- 953 <https://doi.org/10.1016/j.parint.2020.102245>
- 954
- 955 Arnold JB. 2019. ggthemes: Extra Themes, Scales and Geoms for 'ggplot2'. R package version 4.2.0.
- 956 <https://CRAN.R-project.org/package=ggthemes>
- 957 Ashford RW. 2000. The leishmaniasis as emerging and reemerging zoonoses. *International Journal for*
958 *Parasitology*, 30(12–13), 1269–1281.
- 959 [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00136-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00136-3)
- 960 Augie B. 2017. gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics. R package version 2.3.
- 961 <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>
- 962 Ávila MM, Brilhante AF, de Souza CF, Bevilacqua PD, Galati EAB & Brazil RP. 2018. Ecology, feeding
963 and natural infection by *Leishmania* spp. of phlebotominae in an área of high incidence of American
964 tegumentar leishmaniasis in the municipality of Rio Branco, Acre, Brazil. *Parasites & Vectors*, 11(64),
965 1–12.
- 966 <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2641-y>
- 967 Balbino VQ, Andrade MS, Coutinho-Abreu IV, Sonoda IV, Marcondes CB, Shaw JJ & Brandão-Filho SP.
968 2005. Sand flies (Diptera: Psychodidae) in Pernambuco State, northeastern Brazil: The presence of
969 species incriminated as vectors of cutaneous leishmaniasis in the Amazon region. *Zootaxa*, 1078(1),
970 25–32.
- 971 <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1078.1.2>

- Barata RA, Franca-Silva JC, Costa RT, Fortes-Dias CL, Silva JC, Vieira EP, Prata A, Michalsky EM & Dias ES. 2004. Phlebotomine sandflies in Porteirinha, an endemic area of American visceral leishmaniasis in the state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(5), 481–487.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762004000500004>
- Baum M, Ribeiro MCVC, Lorosa ES, Damasio GAC & de Castro EA. 2013. Eclectic feeding behavior of *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *intermedia* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in the transmission area of American cutaneous leishmaniasis, State of Paraná, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(5), 560–565.
<https://doi.org/10.1590/0037-8682-0157-2013>
- Belo VS, Struchiner CJ, Werneck GL, Barbosa DS, de Oliveira RB, Teixeira Neto RG & da Silva ES. 2013. A systematic review and meta-analysis of the factors associated with *Leishmania infantum* infection in dogs in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 195, 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.03.010>
- Bern C, Maguire JH & Alvar J. 2008. Complexities of Assessing the Disease Burden Attributable to Leishmaniasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(10), e313.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000313>
- BRASIL [Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis]. 2017. *Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar*. Brasil, Brasília: Ministério da Saúde, 198 pp. Acesso em 25 abril 2021.
https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_leishmaniose_tegumentar.pdf
- BRASIL [Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica]. 2014. *Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral*. Brasil, Brasília: Ministério da Saúde, 120 pp. Acesso em 14 abril 2021.
https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_leishmaniose_visceralepidemiologica.pdf
- Brazil RP, Brazil AG. 2018. Bionomy: Biology of Neotropical Phlebotominae Sand flies. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*. Brasil, Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, pp 299–318.
- Brazil RP & Brazil BG. 2003. Biologia de flebotômíneos neotropicais. In Rangel EF & Lainson R (Eds) *Flebotômíneos do Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 257–274.
- Brilhante AF, Nunes VLB, Kohatsu KA, Galati E, Rocca MEG & Ishikawa E. 2015. Natural infection of phlebotomines (Diptera: Psychodidae) by *Leishmania* (*Leishmania*) *amazonensis* in an area of ecotourism in Central-Western Brazil. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 21(39), 1–3.
<https://doi.org/10.1186/s40409-015-0041-8>
- Cameron MM, Milligan PJ, Llanos-Cuentas A & Davies CR. 1995. An association between phlebotomine sandflies and aphids in the Peruvian Andes. *Medical and Veterinary Entomology*, 9, 127–132.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1995.tb00168.x>
- Campos AM, Maia RA, Capucci D, Paglia AP & Andrade Filho JD. 2020. Species composition of sand flies (Diptera: Psychodidae) in caves of Quadrilátero Ferrífero, state of Minas Gerais, Brazil. *PLoS One*, 15(3), 1–12.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220268>

- 1015 Cardenas R, Sandoval CM, Rodríguez-Morales AJ & Franco-Paredes C. 2006. Impact of climate variability
1016 in the occurrence of leishmaniasis in northeastern Colombia. *The American Society of Tropical*
1017 *Medicine and Hygiene*, 75(2), 273–277.
1018 <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2006.75.273>
- 1019 Carvalho BM, Maximo M, Costa WA, Santana ALF, da Costa SM, Rego TANC, Pereira DP & Rangel EF.
1020 2013. Leishmaniasis transmission in an ecotourism area: potential vectors in Ilha Grande, Rio de
1021 Janeiro State, Brazil. *Parasites & Vectors*, 6(325), 1–12.
1022 <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-325>
- 1023 Casanova C, Colla-Jacques FE, Hamilton JGC, Brazil RP & Shaw JJ. 2015. Distribution of *Lutzomyia*
1024 *longipalpis* Chemotype Populations in São Paulo State, Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*,
1025 9(3), 1–14.
1026 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003620>
- 1027 Casaril AE, Monaco NZN, de Oliveira EF, Eguchi GU, Paranhos Filho AC, Pereira LE, Oshiro ET, Galati
1028 EAB, Mateus NLF & de Oliveira AG. 2014. Spatiotemporal analysis of sandfly fauna (Diptera:
1029 Psychodidae) in an endemic area of visceral leishmaniasis at Pantanal, central South America.
1030 *Parasites & Vectors*, 7(364), 1–12.
1031 <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-364>
- 1032 Cerqueira RFV, Simões-Gomes FC, Sincurá YR, Santos T & Barata RA. 2018. Phlebotomine fauna
1033 (Diptera, Psychodidae) in Rio Preto State Park, Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil,
1034 *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 53(2), 85–90.
1035 <https://doi.org/10.1080/01650521.2017.1406196>
- 1036 Chagas ECS, Silva AS, Fé NF, Ferreira LS, Sampaio VS, Terrazas WCM, Guerra JAO, Souza RAF,
1037 Silveira H & Guerra MGVB. 2018. Composition of sand fly fauna (Diptera: Psychodidae) and
1038 detection of *Leishmania* DNA (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in different ecotopes from a rural
1039 settlement in the central Amazon, Brazil. *Parasites & Vectors*, 11(1), 180.
1040 <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2743-6>
- 1041 Chang KP & Fong D. 1983. Cell biology of host-parasite membrane interactions in leishmaniasis. *In* Evered
1042 D & Collins GM (Eds) *Cytopathology of Parasitic Disease*, 99, 113–137.
1043 <https://doi.org/10.1002/9780470720806.ch7>
- 1044 Chanotis BN, Correa MA, Tesh RB & Johnson KM. 1972. Daily and seasonal man-biting activity of
1045 Phlebotomine sandflies in Panama. *Journal of Medical Entomology*, 8, 415–420.
1046 <https://doi.org/10.1093/jmedent/8.4.415>
- 1047 Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK & Ellison AM. 2014. Rarefaction and
1048 extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies.
1049 *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
1050 <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- 1051 Costa CHN. 2008. Characterization and speculations on the urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil.
1052 *Cadernos de Saúde Pública*, 24(12), 2959–2963.
1053 <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008001200027>
- 1054 Costa JCR, Marchi GH, Santos CS, Andrade MCM, Chaves Junior SP, Silva MAN, Melo NM & Andrade
1055 AJ. 2021. First molecular evidence of frogs as a food source for sand flies (Diptera: Phlebotominae)
1056 in Brazilian caves. *Parasitology Research*, 120, 1571–1582.
1057 <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07154-3>

- Costa PL, Dantas-Torres F, Silva FJ, Guimarães VCFV, Gaudêncio K & Brandão-Filho SP. 2013. Ecology of *Lutzomyia longipalpis* in an area of visceral leishmaniasis transmission in north-eastern Brazil. *Acta Tropica*, 126(2), 99–102.
- <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.01.011>
- Costa RA. 2016. *Parque zoobotânico Arruda Câmara (João Pessoa/PB) e sua importância na conservação da biodiversidade*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geociências, UFPB, 178 pp. Acesso em 30 maio 2021.
- <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15064/1/RAC12072019.pdf>
- Costa WA & Souza NA. 2018. Sand Flies: Medical Importance. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*. Brasil, Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, pp 1–8.
- https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_1
- Dancey C & Reidy J. 2011. *Statistics Without Maths for Psychology*. EUA, New Jersey: Prentice Hall, 648 pp.
- Dantas-Torres F. 2007. The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on *Leishmania (Leishmania) infantum* and *Leishmania (Viannia) braziliensis*. *Veterinary Parasitology*, 149(34), 139–146.
- <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.007>
- Dantas-Torres F. 2009. Canine leishmaniosis in South America. *Parasites & Vectors*, 2(1), 1–8.
- <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S1>
- DaSilva AM, de Camargo NJ, dos Santos DR, Massafera R, Ferreira AC, Postai C, Cristóvão EC, Konolsaisen JF, Bisetto Jr. A, Perinazo R, Teodoro U & Galati EAB. 2008. Diversidade, Distribuição e Abundância de Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) no Paraná. *Neotropical Entomology*, 37(2), 209–225.
- <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200017>
- de Oliveira AG, Galati EAB, de Oliveira O, de Oliveira GR, Espindola IAC, Dorval MEC & Brazil RP. 2006. Abundance of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and urban transmission of visceral leishmaniasis in Campo Grande, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101(8), 869–874.
- <https://doi.org/10.1590/S0074-02762006000800008>
- Desjeux P. 2001. The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 95, 239–243.
- [https://doi.org/10.1016/s0035-9203\(01\)90223-8](https://doi.org/10.1016/s0035-9203(01)90223-8)
- Desjeux P. 2004. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 27, 305–318.
- <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2004.03.004>
- Fernández MS, Manteca-Acosta M, Cueto GR, Cavia R & Salomón OD. 2020. Variation of the Phlebotominae (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Assemblage in Response to Land Use Changes in an Endemic Area of *Leishmania* Transmission in Northeast Argentina. *Journal of Medical Entomology*, 57(6), 1735–1747.
- <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa090>
- Freitas NDA. 2017. *Leishmaniose visceral canina na Paraíba: contexto estadual (2001-2016), espacialização e determinantes sócio-ambientais em João Pessoa (2013-2015)*. TCC, UFPB.

- 1100 Fuzari AA, Delmondes AFS, Barbosa VA, Marra FA & Brazil RP. 2016. Presence of (Diptera:
1101 Psychodidae) *Lutzomyia longipalpis* in the Parque Estadual da Serra da Tiririca, State of Rio de
1102 Janeiro, Southeastern Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(5), 616–619.
1103 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0082-2016>
- 1104 Galati EAB. 2003. Classificação de Phlebotominae. In Rangel EF & Lainson R (Eds) *Flebotomíneos do*
1105 *Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 23–52.
- 1106 Galati EAB. 2018. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): Classification, Morphology and Terminology
1107 of Adults and Identification of American Taxa. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*.
1108 Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp 9–212.
1109 https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_2
- 1110 Góes MAO, Melo CM & Jeraldo VLS. 2012. Time series of visceral leishmaniasis in Aracaju, state of
1111 Sergipe, Brazil (1999 to 2008): human and canine aspects. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 15(2),
1112 298–307.
1113 <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2012000200007>
- 1114 Gómez-Baggethun E, Gren Å, Barton DN, Langemeyer J, McPhearson T, O’Farrell P, Andersson E,
1115 Hamstead Z & Kremer P. 2013. Urban Ecosystem Services. In Elmqvist T, Fragkias M, Goodness J,
1116 Güneralp B, Marcotullio PJ, McDonald RI, Parnell S, Schewenius M, Sendstad M, Seto KC &
1117 Wilkinson C (Orgs) *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and*
1118 *Opportunities*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 175–251.
1119 https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_11
- 1120 Gradoni L. 2018. A Brief Introduction to Leishmaniasis Epidemiology. In Bruschi F & Gradoni L (Eds)
1121 *The Leishmaniasis: Old Neglected Tropical Diseases*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 1–13.
1122 https://doi.org/10.1007/978-3-319-72386-0_1
- 1123
- 1124 Guedes GE, Maroja A, Chaves E, Estélio J, da Cunha MJ & Arcoverde S. 1974. Calazar no litoral do estado
1125 da Paraíba, Brasil. Encontro de 70 casos humanos e 16 caninos. *Revista do Instituto de Medicina*
1126 *Tropical de São Paulo*, 16(5), 265–269.
1127 <http://www.imt.usp.br/wp-content/uploads/revista/vol16/265-269.pdf>
- 1128 Handman E. 1999. Cell Biology of *Leishmania*. *Advances in parasitology*, 44, 1–39.
1129 [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60229-8](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60229-8)
- 1130 Harhay MO, Olliaro PL, Costa DL & Costa CH. 2011. Urban parasitology: visceral leishmaniasis in Brazil.
1131 *Trends in Parasitology*, 27, 403–409.
1132 <https://doi.org/10.1016/j.pt.2011.04.001>
- 1133 Hsieh TC, Ma KH & Chao A. 2019 iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R
1134 package version 2.0.19 URL.
1135 <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>
- 1136 IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. 2020. IBGE Cidades: João Pessoa. Acesso em 12
1137 Julho 2021.
1138 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa>.
- 1139 Jari-Oksanen F, Blanchet G, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, Minchin PR, O’Hara RB,
1140 Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Szoecs E & Wagner H. 2019. vegan: Community Ecology
1141 Package. R package version 2.5-5.
1142 <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

- 1143 Killick-Kendrick R. 1999. The biology and control of Phlebotominae sand flies. *Clinics in Dermatology*,
1144 17, 279–289.
1145 [https://doi.org/10.1016/S0738-081X\(99\)00046-2](https://doi.org/10.1016/S0738-081X(99)00046-2)
- 1146 Killick-Kendrick R. 2002. Phlebotominae sand flies: Biology and Control. In Farrell JP (Ed.) *Leishmania*.
1147 Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp 33–43.
1148 https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0955-4_3
- 1149 Köppen W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur
1150 Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6, 657–679.
1151 <https://www.jstor.org/stable/27803924>
- 1152 Lainson R & Shaw JJ. 1987. Evolution, classification and geographical distribution. In Peters W & Killick-
1153 Kendrick R (Eds) *The leishmaniasis in biology and medicine*. Inglaterra, Londres: Academic Press,
1154 pp. 12–120.
- 1155 Lainson R & Rangel EF. 2005. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral
1156 leishmaniasis, with particular reference to Brazil: a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*,
1157 100(8), 811–827.
1158 <https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000800001>
- 1159 Lane RP. 1993. Sandflies (Phlebotominae). In Lane RP & Crosskey RW (Orgs) *Medical Insects and*
1160 *Arachnids*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 78–119.
1161 <https://doi.org/10.1007/978-94-011-1554-4>
- 1162 Lavitschka CO, Ceretti-Junior W & Marrelli MT. 2018. Occurrences of phlebotomine sand flies (Diptera:
1163 Psychodidae) potentially associated with leishmaniasis transmission in urban parks in the city of São
1164 Paulo, Brazil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 34(2), 151–153.
1165 <https://doi.org/10.2987/18-6735.1>
- 1166 Loaiza JR, Rovira JR, Sanjur OI, Zepeda JA, Pecor JE, Foley DH, Dutari L, Radtke M, Pongsiri MJ,
1167 Molinar OS & Laporta GZ. 2019. Forest disturbance and vector transmitted diseases in the lowland
1168 tropical rainforest of central Panama. *Tropical Medicine and International Health*, 24(7), 849–861.
1169 <https://doi.org/10.1111/tmi.13244>
- 1170 Machado TDO, Minuzzi-Sousa TTC, Ferreira TS, Freire LP, Timbó RV, Vital TE, Nitz N, Silva MN,
1171 Santos Jr AS, Sales NMC, Obara MT, de Andrade AJ & Gurgel-Gonçalves. 2017. The role of gallery
1172 forests in maintaining Phlebotominae populations: potential *Leishmania* spp. vectors in the Brazilian
1173 savana. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 112(10), 681–691.
1174 <https://doi.org/10.1590/0074-02760170126>
- 1175 Magurran, AE 2004. *Measuring Biological Diversity*. Inglaterra, Oxford: Blackwell Publishing, 266 pp.
- 1176 Maia-Elkhoury ANS, Carmo EH, Sousa-Gomes ML & Mota E. 2007. Analysis of visceral leishmaniasis
1177 reports by the capture-recapture method. *Revista de Saúde Pública*, 41(6), 931–937.
1178 <https://doi.org/10.1590/s0034-89102007000600007>
- 1179 Maia-Elkhoury ANS, Alves WA, Sousa-Gomes ML, de Sena JM & Luna EA. 2008. Visceral leishmaniasis
1180 in Brazil: trends and challenges. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(12), 2941–2947.
1181 <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008001200024>
- 1182 Marchi MNA, Caldart ET, Martins FDC & Freire RL. 2019. Spatial analysis of leishmaniasis in Brazil: a
1183 systematized review. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 61, 1–7.
1184 <https://doi.org/10.1590/s1678-9946201961068>

- 1185 Marcondes CB & Nascimento JA. 1993. Avaliação da eficiência de deltametrina (k-othrinece) no controle
 1186 de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae), no município de Santa Rita, Paraíba, Brasil. *Revista*
 1187 *da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 26(1), 15–18.
 1188 <https://doi.org/10.1590/S0037-86821993000100004>
- 1189 Marcondes M & Rossi CN. 2013. Leishmaniose visceral no Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary*
 1190 *Research and Animal Science*, 50(5), 341–352.
 1191 <https://doi.org/10.11606/issn.2318-3659.v50i5p341-352>
- 1192 Maroli M, Feliciangeli MD, Bichaud L, Charrel RN & Gradoni L. 2013. Phlebotominae sandflies and the
 1193 spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Medical and Veterinary*
 1194 *Entomology*, 27, 123–147.
 1195 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2012.01034.x>
- 1196 Marzochi M. 1992. Leishmanioses no Brasil. As leishmanioses tegumentares. *Jornal Brasileiro de*
 1197 *Medicina*, 63, 82–104.
- 1198 Muehlenbein MP. 2019. 38 – Ecotourism. In Keystone JS, Kozarsky PE, Connor BA, Nothdurft HD,
 1199 Mendelson M & Leder K. *Travel Medicine*. Países Baixos, Amsterdã: Elsevier, pp. 363-369.
 1200 <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54696-6.00038-0>
- 1201 Miranda DEO, Sales KGD, Faustino MAG, Alves LC, Brandão-Filho SP, Dantas-Torres F & de Carvalho
 1202 GA. 2015. Ecology of sand flies in a low-density residential rural área, with mixed forest/agricultural
 1203 exploitation, in north-eastern Brazil. *Acta Tropica*, 146, 89–94.
 1204 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.03.011>
- 1205 Moraes JLP, Santana HTM, Bandeira MCA & Rebêlo JMM. 2020. Effects of forest degradation on the
 1206 sand fly communities of northeast Brazil. *Journal of vector ecology*, 45(1), 89–99.
 1207 <https://doi.org/10.1111/jvec.12376>
- 1208 Neiderud C-J. 2015. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Infection*
 1209 *Ecology & Epidemiology*, 5(1), 1–9.
 1210 <https://doi.org/10.3402/iee.v5.27060>
- 1211 Nieves E, Oraá L, Rondón Y, Sánchez M, Sánchez Y, Rojas M, Rondón M, Rujano M, González N &
 1212 Cazorla D. 2014. Effect of Environmental Disturbance on the Population of Sandflies and *Leishmania*
 1213 Transmission in an Endemic Area of Venezuela. *Journal of Tropical Medicine*, ID 280629, 1–7.
 1214 <https://doi.org/10.1155/2014/280629>
- 1215 Nunes BEBR, Leal TC, de Paiva JPS, da Silva LF, do Carmo RF, Machado MF, de Araújo MDP, Santos
 1216 VS & de Souza CDF. 2020. Social determinants of mortality due to visceral leishmaniasis in Brazil
 1217 (2001–2015): an ecological study. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, 1–4.
 1218 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0262-2019>
- 1219 Oliveira BL, Sousa JML & Feitosa AAFMA. 2021. Estudo dos potenciais de educabilidades ambientais em
 1220 diferentes espaços urbanos – estudo de caso em João Pessoa-PB. *Educação Ambiental em Ação*,
 1221 20(75), online.
 1222 <http://www.revistaes.org/artigo.php?idartigo=4159>
- 1223 OMS [Organização Mundial da Saúde]. 2002. *Urbanization: an increasing risk factor for leishmaniasis*.
 1224 World Health Organization, 365–370.
 1225 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/232014/WER7744_365-370.PDF

- 1226 OPAS/OMS [Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial de Saúde]. 2010. *Módulos de*
 1227 *Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades. Módulo 4: vigilância em saúde*
 1228 *pública*. Brasil, Brasília: Ministério da Saúde, 52 pp.
 1229 https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_4.pdf
- 1230 OPAS/OMS [Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde]. 2021.
 1231 *Leishmanioses: informe epidemiológico das Américas*, 9, 1–11.
 1232 <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53091>
- 1233 PARAÍBA [Governo da Paraíba. Secretaria de Estado da Saúde. Gerência Executiva de Vigilância em
 1234 Saúde. Plano Estadual de Ação para Intensificação da Vigilância e Controle de Leishmaniose Visceral
 1235 2019 a 2020 / Secretaria de Estado da Saúde. Gerência Executiva de Vigilância em Saúde, Gerência
 1236 Operacional de Vigilância Epidemiológica, Gerência Operacional de Vigilância Ambiental]. 2019.
 1237 João Pessoa, 16 pp.
 1238 [https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/arquivos-1/cib-2019/4-reuniao-ordinaria/anexo-resolucao-](https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/arquivos-1/cib-2019/4-reuniao-ordinaria/anexo-resolucao-ndeg-61-plano-estadual-de-lv.pdf)
 1239 [ndeg-61-plano-estadual-de-lv.pdf](https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/arquivos-1/cib-2019/4-reuniao-ordinaria/anexo-resolucao-ndeg-61-plano-estadual-de-lv.pdf)
- 1240 Pereira Jr AM, Souza ABN, Castro TS, da Silva MS, de Paulo PFM, Ferreira GEM & de Medeiros JF.
 1241 2019. Diversity, natural infection and blood meal sources of phlebotomine sandflies (Diptera,
 1242 Psychodidae) in the western Brazilian Amazon. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 114, e190170.
 1243 <https://doi.org/10.1590/0074-02760190170>
- 1244 Pereira NCL, Michalsky EM, Lara-Silva FO, Lana RS, de Paula AJV, Pereira DM, Lopes JV, Fortes-Dias
 1245 CL & Dias ES. 2020. Ecology of phlebotomine sand flies in a Brazilian area with recent leishmaniasis
 1246 transmission (Itaúna, in Minas Gerais state). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*,
 1247 53, e20190538.
 1248 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-2019-0538-2019>
- 1249
- 1250 Pereira-Filho AA, Fonteles RS, Bandeira MCA, Moraes JLP, Rebêlo JMM & Melo MN. 2018. Molecular
 1251 Identification of *Leishmania* spp. in Sand Flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis
 1252 Maranhenses National Park, Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 55(4), 989–994.
 1253 <https://doi.org/10.1093/jme/tjy014>
- 1254 Pinheiro MPG, da Silva JHT, Cavalcanti KB, de Azevedo PRM & Ximenes AFFM. 2013a. Ecological
 1255 interactions among phlebotominae (Diptera: Psychodidae) in an agroforestry environment of northeast
 1256 Brazil. *Journal of Vector Ecology*, 38(2), 307–316.
 1257 <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2013.12045.x>
- 1258 Pinheiro MPG, da Silva JHT, Silva VEP, de Andrade MJM & Ximenes MFFM. 2013b. *Lutzomyia*
 1259 *wellcomei* Fraiha, Shaw & Lainson (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in an Atlantic Forest
 1260 Remnant of Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil. *EntomoBrasilis*, 6(3), 232–238.
 1261 <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v6i3.314>
- 1262 Pinheiro MPG, Silva-Inacio CL, Silva MMM, de Araújo PSF & Ximenes MFFM. 2021. Potential vectors
 1263 of *Leishmania* spp. in an Atlantic Forest conservation unit in northeastern Brazil under anthropic
 1264 pressure. *Parasites & Vectors*, 14(38), 1–13.
 1265 <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04523-2>
- 1266 PMJP [Prefeitura Municipal de João Pessoa, Plano Municipal de conservação e recuperação da Mata
 1267 Atlântica de João Pessoa] 2012. Tavares LM (Org.) Brazil, João Pessoa: F&A Gráfica. Acesso em 13
 1268 fevereiro 2021.
 1269 <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semam/plano-municipal-mata-atlantica>

- 1270 Quinzel RJ & Courtenay O. 2009. Transmission, reservoir hosts and control of zoonotic visceral
1271 leishmaniasis. *Parasitology*, 136(14), 1915–1934.
1272 <https://doi.org/10.1017/S0031182009991156>
- 1273 R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. Áustria, Viena: R
1274 Foundation for Statistical Computing.
1275 <https://www.R-project.org>
- 1276 Ramos WR, Medeiros JF, Julião GR, Ríos-Velásquez CM, Marialva EF, Desmoulière SJM, Luz SLB &
1277 Pessoa FAC. 2014. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversity in
1278 an Amazonian rural settlement, Brazil. *Acta tropica*, 139, 44–52.
1279 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.06.017>
- 1280 Rangel EF & Lainson R. 2003a. Transmissores de leishmaniose tegumentar americana. In Rangel EF &
1281 Lainson R (Eds) *Flebotomíneos do Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 291–310.
- 1282 Rangel EF & Lainson R. 2003b. *Lutzomyia longipalpis* e a eco-epidemiologia da leishmaniose visceral
1283 americana (LVA) no Brasil. In Rangel EF & Lainson R (Orgs) *Flebotomíneos do Brasil*. Brasil, Rio
1284 de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 311–336.
- 1285 Rangel EF & Vilela ML. 2008. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) and
1286 urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(12), 2948–2952.
1287 <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008001200025>
- 1288 Rangel EF, Lainson R, Afonso MMS & Shaw JJ. 2018a. Eco-Epidemiology of American Visceral
1289 Leishmaniasis with Particular Reference to Brazil. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*.
1290 Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 381–416.
1291 https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_8
- 1292 Rangel EF, Lainson R, Carvalho BM, Costa SM & Shaw JJ. 2018b. Sand Fly Vectors of American
1293 Cutaneous Leishmaniasis in Brazil. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*. Suíça,
1294 Dordrecht: Springer Nature, pp. 341–380.
1295 https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_7
- 1296 Ready PD. 2013. Biology of Phlebotomine Sand Flies as Vectors of Disease Agents. *Annual Review of*
1297 *Entomology*, 58, 227–250.
1298 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153557>
- 1299 Rebêlo JMM, Moraes JLP, Cruz GBV, Andrade-Silva J, Bandeira MCA, Pereira YNO & dos Santos CLC.
1300 2019. Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies (Diptera: Psychodidae)
1301 in Eastern Amazonia. *Journal of Medical Entomology*, 56(4), 1004–1012.
1302 <https://doi.org/10.1093/jme/tjz014>
- 1303 Reis LL, Balieiro AAS, Fonseca FR & Gonçalves MJF. 2017. Changes in the epidemiology of visceral
1304 leishmaniasis in Brazil from 2001 to 2014. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*,
1305 50(5), 638–645.
1306 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0243-2017>
- 1307 Roberts DR & Hsi BP. 1979. An Index of Species Abundance for Use with Mosquito Surveillance Data.
1308 *Environmental Entomology*, 8(6), 1007–1013.
1309 <https://doi.org/10.1093/ee/8.6.1007>
- 1310 Rocha AVVO, Moreno BFS, Cabral AD, Louzeiro NM, Miranda LM, dos Santos VMB, Costa FB,
1311 Nogueira RMS, Marcili A, Sperança MA & da Costa AP. 2019. Diagnosis and epidemiology of

- 1312 *Leishmania infantum* in domestic cats in na endemic area of the Amazon region, Brazil. *Veterinary*
 1313 *Parasitology*, 273, 80–85.
 1314 <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.08.007>
- 1315 Rodrigues AAF, Barbosa VA, Filho JDA & Brazil RP. 2013. The sandfly fauna (Diptera: Psychodidae:
 1316 Phlebotominae) of the Parque Estadual da Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do*
 1317 *Instituto Oswaldo Cruz*, 108(7), 943–946.
 1318 <https://doi.org/10.1590/0074-0276130688>
- 1319 Roque ALR & Jansen AM. 2014. Wild and synanthropic reservoirs of *Leishmania* species in the Americas.
 1320 *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 3(3), 251–262.
 1321 <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.08.004>
- 1322 Sanguinette CC, da Silva DF, Stumpp RGAV, Rego FD, Tonelli GB, Tanure A, Gontijo CMF & Filho
 1323 JDA. 2015. Comparison of the phlebotomine (Diptera: Psychodidae) fauna of urban, transitional, and
 1324 wild areas in northern Minas Gerais, Brazil. *Parasites & Vectors*, 8(428), 1–8.
 1325 <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1003-2>
- 1326 Saraiva L, Andrade Filho JD, Falcão AL, Carvalho DAA, Souza CM, Freitas CR, Lopes CRG, Moreno EC
 1327 & Melo MN. 2011. Phlebotominae fauna (Diptera: Psychodidae) in an urban district of Belo
 1328 Horizonte, Brazil, endemic for visceral leishmaniasis: characterization of favored locations as
 1329 determined by spatial analysis. *Acta Tropica*, 117, 137–145.
 1330 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.11.007>
- 1331 Sevá AP, Ovallos FG, Amaku M, Carrillo E, Moreno J, Galati EAB, Lopes EG, Soares RM & Ferreira F.
 1332 2016. Canine-Based Strategies for Prevention and Control of Visceral Leishmaniasis in Brazil. *PLoS*
 1333 *ONE*, 11(9), e0162854.
 1334 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160058>
- 1335 Shaw JJ. 2002. New World leishmaniasis: the ecology of leishmaniasis and the diversity of leishmanial
 1336 species in Central and South America. In: Farrell JP (Ed.) *World Class Parasites: Leishmania*.
 1337 Inglaterra, Londres: Kluwer Academic Publishers Boston, pp. 11–31.
 1338 https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0955-4_2
- 1339 Shaw JJ, de Rosa AT, Cruz AC & Vasconcelos PFC. 2018. Brazilian Phlebotomines as Hosts and Vectors
 1340 of Viruses, Bacteria, Fungi, Protozoa (Excluding Those Belonging to the Genus *Leishmania*) and
 1341 Nematodes. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature,
 1342 pp. 417–441.
 1343 https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_9
- 1344 Sherlock PHF. 2003. A importância dos flebotomíneos. In Rangel EF & Lainson R (Org.) *Flebotomíneos*
 1345 *do Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 15–22.
 1346 <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/33304>
- 1347 Silans LNMP, Dedet J-P & Arias JR. 1998. Field Monitoring of Cypermethrin Residual Effect on the
 1348 Mortality Rates of the Phlebotomine Sand Fly *Lutzomyia longipalpis* in the State of Paraíba, Brazil.
 1349 *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93(3), 339–344.
 1350 <https://doi.org/10.1590/S0074-02761998000300012>
- 1351 Silva EO. 2013. *Contribuições aos estudos de fragilidade ambiental no Parque Zoológico Arruda*
 1352 *Câmara, João Pessoa, PB*. TCC, Departamento de Geociências, UFPB, 53 pp.
 1353 <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/637>

- 1354 Silva F. de A. 2018. *Avaliação da dinâmica dos vetores de Leishmania sp. em fragmentos de Mata Atlântica*
 1355 *e em ambiente urbano: influência dos fatores climáticos e ambientais e suas interferências na saúde*
 1356 *pública*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio
 1357 Ambiente, UFPB, 68 pp.
 1358 <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13009>
- 1359 Silva LMT & Braga RB. 2017. Parque natural municipal do Rio Cuiá, em João Pessoa, Paraíba: Subsídios
 1360 Geográficos para o Plano de Manejo. *Revista OKARA: Geografia em debate*, 11(1), 92–104.
 1361 <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2017v11n1.30807>
- 1362 Silva FA, Fernandes HF, Costa DA & Ramos EF. 2017. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) na zona
 1363 urbana do Município de Rio Tinto, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e*
 1364 *Sustentabilidade*, 4(8), 343–354.
 1365 <https://dx.doi.org/10.21438/rbgas.040809>
- 1366 SINAN [Sistema de Informação de Agravos de Notificação. DATASUS/Ministério da Saúde]. 2021. Portal
 1367 da Saúde. Doenças e Agravos de Notificação – 2007 em diante. Acesso em 25 de julho 2021.
 1368 <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29878153>
- 1369 SOS Mata Atlântica. 2021. *Aqui tem Mata?* Acessado 13 julho 2021.
 1370 <https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/pb/Para%C3%ADba/Jo%C3%A3o%20Pessoa>
- 1371 Souza CM, Pessanha JE, Barata RA, Monteiro EM, Costa DC & Dias ES. 2004. Study on Phlebotomine
 1372 Sand Fly (Diptera: Psychodidae) Fauna in Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. *Memórias*
 1373 *do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(8), 795–803.
 1374 <https://doi.org/10.1590/S0074-02762004000800003>
- 1375
- 1376 Souza CF, Brazil RP, Bevilacqua PD & Filho JDA. 2015. The phlebotomine sand flies fauna in Parque
 1377 Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brazil. *Parasites & Vectors*, 8(619), 1–7.
 1378 <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1227-1>
- 1379 Spearman C. 1904. The proof and measurement of association between two things. *American Journal of*
 1380 *Psychology*, 15(1), 72–101.
 1381 <https://doi.org/10.2307/1412159>
- 1382 Sudia WR & Chamberlain RW. 1962. Battery operated light-trap: an improved model. *Mosquito News*, 22,
 1383 126–129.
- 1384 Sunter J & Gull K. 2017. Shape, form, function and Leishmania pathogenicity: from textbook descriptions
 1385 to biological understanding. *Open biology*, 7, 1–13.
 1386 <https://doi.org/10.1098/rsob.170165>
- 1387 Szujecki A. 1987. *Ecology of forest insects*. Polônia, Varsóvia: Polish Scientific Publishers, 602 pp.
 1388 <https://doi.org/10.1007/978-94-009-4804-4>
- 1389 Tesh RB, Chaniotis BN, Aronson MD & Johnson KM. 1971. Natural host preferences of Panamanian
 1390 Phlebotominae sandflies as determined by precipitin test. *American Journal of Tropical Medicine and*
 1391 *Hygiene*, 20, 150–156.
 1392 <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1971.20.150>
- 1393 Thies SF, Bronzonon RVM, Michalsky EM, dos Santos ES, da Silva DJF, Dias ES & Damazo AS. 2018.
 1394 Aspects on the ecology of phlebotominae sand flies and natural infection by *Leishmania hertigi* in the
 1395 Southeastern Amazon basin of Brazil. *Acta Tropica*, 177, 37–43.

- 1396 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.09.023>
- 1397 Travi BL, Adler GH, Lozano M, Cadena H & Montoya-Lerma J. 2002. Impact of Habitat Degradation
1398 Phlebotominae on (Diptera: Psychodidae) of Tropical Dry Forests in Northern Colombia. *Journal of*
1399 *Medical Entomology*, 39(3), 451–546.
- 1400 <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.3.451>
- 1401 Trougakos IP & Margaritis LH. 2002. Novel morphological and physiological aspects of insect eggs. *In*
1402 Hilker M & Meiners T (Eds) *Chemoecology of Insect Eggs and Egg Deposition*, Alemanha, Berlim,
1403 Blackwell Wissenschaftsverlag, pp. 3–36.
- 1404 Uzcátegui YDVS, dos Santos TV, Silveira FT, Ramos PKS, dos Santos EJM, Póvoa MM. 2020.
1405 Phlebotomines (Diptera: Psychodidae) from an Urban Park of Belém, Pará State, Northern Brazil and
1406 Potential Implications in the Transmission of American Cutaneous Leishmaniasis. *Journal of Medical*
1407 *Entomology*, 57(1), 281–288.
- 1408 <https://doi.org/10.1093/jme/tjz153>
- 1409 Vieira VR, Azevedo ACR, Alves JRC, Guimarães AE & Aguiar GM. 2015. Ecological Aspects of
1410 Phlebotomine Sand Flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Areas of American Cutaneous
1411 Leishmaniasis, in the Municipality of Paraty, Rio de Janeiro, Brazil. I-Index of Abundance by
1412 Location and Type of Capture. *Journal of Medical Entomology*, 52(5), 886–895.
- 1413 <https://doi.org/10.1093/jme/tjv105>
- 1414 Vilela MLV, Zwetsch A & Silva JS. 2018. Methods for Capturing, Processing and Preserving
1415 Phlebotominae. *In* Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian sand flies*. Suíça, Dordrecht: Springer
1416 Nature, pp. 443–466.
- 1417 https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_10
- 1418
- 1419 Young DG & Duncan MA. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia*
1420 sandflies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). *Memoirs of*
1421 *the American Entomological Institute*, 54, 1–881.
- 1422 WHO [World Health Organization] 2020. Weekly epidemiological record, N° 25, 19 June, pp. 265-280.
- 1423 <https://doi.org/10.21236/ADA285737>