

**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. Alessandre Pereira  
Colavite**

**JOÃO PESSOA**

**2021**

**Catalogação 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: Alessandre 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, Alessandre 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. Alessandre Pereira Colavite  
9 (Coorientador - UFPB/PB); Dr. Maurício Luiz Villela (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 dissesse, oral e succinctamente, 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  
26

João Pessoa, 27/08/2021.

Orientador(a)

Examinador(a)

Examinador(a)

Lucas José Macêdo Freire  
(discente ciente do resultado)

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

27

*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 ‘cafezinho 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, Alessandre e Creão, pelo auxílio durante toda caminhada, em especial ao Alessandre, 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 médica-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 parasita, 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 *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.....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, Paraíba .....35
- Figura 3.** Trilhas ecológicas realizadas no interior da área do Parque Zoobotânico Arruda Câmara pelos visitantes .....36
- 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, 2017 .....37
- 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 .....38
- 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 .....39
- 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 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.....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, Paraíba .....47

**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 .....47

**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 .....48

**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 .....49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> 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 .....	45
<b>Tabela 2.</b> 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. <b>Área 1:</b> área em estágio avançado de regeneração; <b>Área 2:</b> área em estágio inicial de regeneração; <b>Área 3:</b> 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

2 Os flebotomíneos são insetos dípteros pertencentes à família Psychodidae,  
3 subfamília Phlebotominae, de importância médica-veterinária devido a sua atuação como  
4 vetores de doenças cujos agentes englobam protozoários, vírus e bactérias (Shaw *et al.*  
5 2018). Dentre estes microrganismos, destacam-se os protozoários do gênero *Leishmania*  
6 Ross, 1903, agentes etiológicos das Leishmanioses, considerada uma das doenças de  
7 maior impacto à saúde humana devido ao elevado número de deformidades e mortes,  
8 sendo incidentes por todo o mundo (Alvar *et al.* 2012, Costa & Souza 2018).

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

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

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

35 *et al.* 2018). Estudos envolvendo a presença de espécies vetores em áreas de parques  
36 urbanos foram no Brasil, demonstrando que grande parte destes possuem ao menos um  
37 flebotomíneo vetor circulante (Afonso *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2013, Rodrigues *et al.*  
38 2013, Fuzari *et al.* 2016, Cerqueira *et al.* 2018, Lavitschka *et al.* 2018, Pereira-Filho *et*  
39 *al.* 2018, Uzcátegui *et al.* 2020), dentre os quais já foi encontro a espécie *Lu. Longipalpis*  
40 infectada com o agente etiológico da LVA, a espécie *Le. (Le.) infantum chagasi* (Pereira-  
41 Filho *et al.* 2018).

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

53

54

## 55 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 56 2.1 Biologia dos flebotomíneos

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

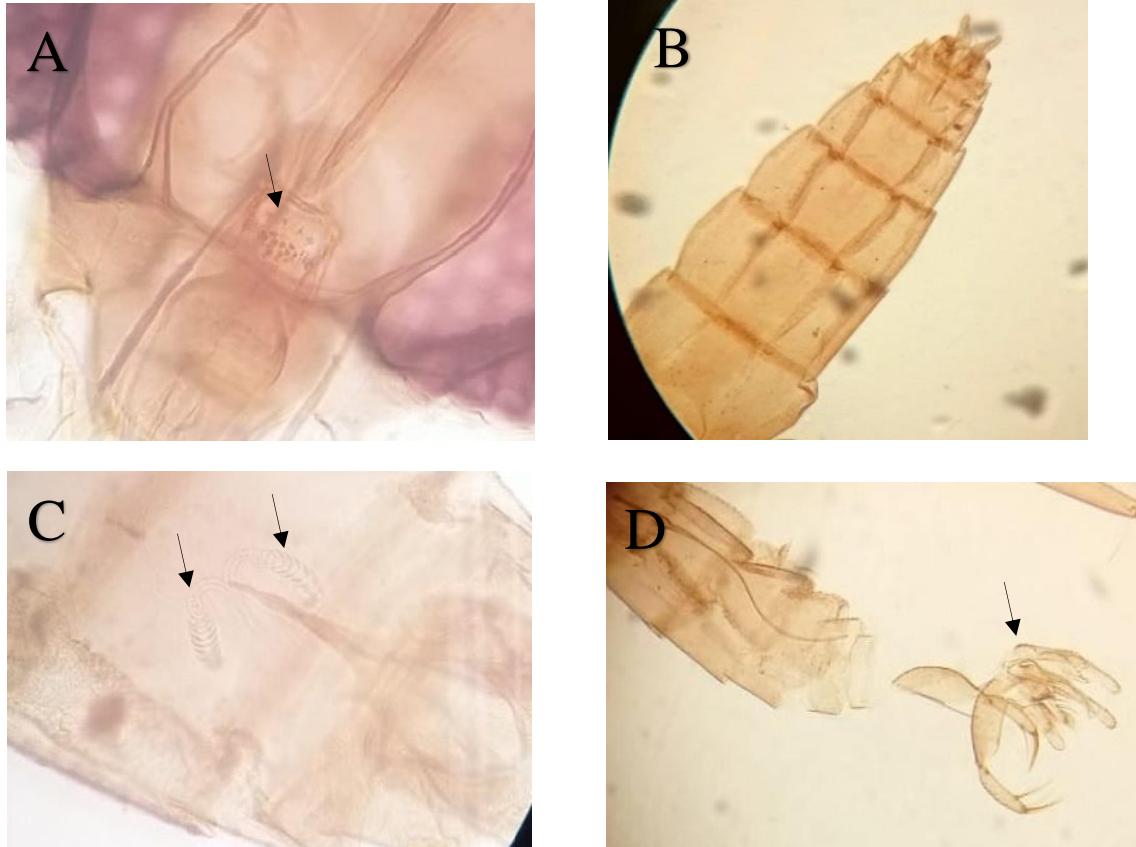
66 As fêmeas dos flebotomíneos diferem dos machos no tamanho de sua probóscide,  
67 sendo estas maiores, na presença de uma estrutura quitinizada na região da cabeça,  
68 denominada cibário, além de apresentar genitália interna, enquanto nos machos esta é

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

74

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

79



80  
 81 **Fonte:** Arquivo pessoal, 2021

82

83

84

85

86 O hábito crepuscular faz com que os flebotomíneos fiquem ativos durante o  
 87 período da noite até meados do começo da manhã, realizando suas atividades de forrageio  
 88 e reprodução (Killick-Kendrick 2002). A fêmea realiza seu repasto sanguíneo em  
 89 hospedeiros vertebrados, como mamíferos, aves, anfíbios e répteis (Roque & Jansen  
 90 2014, Brazil 2018, Junior *et al.* 2019, Costa *et al.* 2021). Algumas espécies possuem  
 91 preferência limitada na escolha de seus hospedeiros (Tesh *et al.* 1971), enquanto outras,  
 92 possuem hábito mais eclético, realizando-o em vários tipos de hospedeiros (Afonso *et al.*  
 93 2012, Baum *et al.* 2013). Este comportamento propicia um maior contato com

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

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

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

118 Estes insetos abrigam-se em vários locais a depender dos habitats, abrangendo  
119 desde frestas em troncos de árvores, tocas de animais a raízes de árvores e serapilheira,  
120 sendo estes considerados abrigos naturais (Chaniotis *et al.* 1972), e nas áreas com ação  
121 antrópica, como locais sombreados e úmidos, em domicílios humanos e construções para  
122 animais domésticos, incluindo galinheiros, chiqueiros, estábulos, canis (Killick-Kendrick  
123 1999).

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

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

134 Processos que acarretam na fragmentação e modificação de áreas florestais,  
135 alteram a composição da fauna flebotomínea (Fernández *et al.* 2020), o que resulta na  
136 redução da abundância de algumas espécies, e até mesmo na sua ausência (Travi *et al.*  
137 2002), e na adaptação de outras (Ramos *et al.* 2014, Vieira *et al.* 2015). Casaril *et al.*  
138 (2014) ao analisar a variação espaço-temporal da fauna dos flebotomíneos em Corumbá,  
139 MT, observaram uma redução na densidade de algumas espécies silvestres à medida que  
140 áreas florestais eram degradadas para estabelecimento de moradias humanas, enquanto  
141 outras ocorreu o inverso, evidenciando a capacidade adaptativa de algumas espécies deste  
142 inseto.

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

147 São registradas cerca de 17 espécies de flebotomíneos consideradas vetores ou  
148 possíveis vetores das leishmanias, sendo pertencentes aos seguintes gêneros:  
149 *Bichromomyia* Artemiev, 1991, *Lutzomyia*, (autores) *Migonemyia* Galati, 1995,  
150 *Nyssomyia* Barreto, 1962, *Pintomyia* Costa Lima, 1932, *Psychodopygus* Mangabeira,  
151 1941 e *Trichophoromyia* Barreto, 1962 (Costa & Souza 2018, Galati 2018). Dentre elas,  
152 destaca-se a espécie *Lu. (Lu.) longipalpis*, vetor da *Le. (Le.) infantum chagasi*, agente  
153 etiológico da LVA, a qual se encontra bastante disseminada e adaptada a área urbana,  
154 apesar de sua origem silvestre (Lainson & Rangel 2005). No Brasil, os flebotomíneos são  
155 responsáveis por transmitir leishmanias, responsáveis por dois principais tipos de  
156 manifestações clínicas em humanos e animais: a visceral e a tegumentar.

157

## 158 **2.2 As Leishmanioses**

### 159 **2.2.1 Aspectos gerais das Leishmanioses**

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

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

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

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

186 No Brasil, estão presentes sete espécies responsáveis pela forma tegumentar da  
187 doença, sendo elas a *Leishmania (Viannia) lainsoni* Silveira, Shaw, Braga & Ishikawa,  
188 1987, *Le. (V.) shawi* Lainson, Braga & de Souza, 1989, *Le. (V.) braziliensis* Vianna, 1911,  
189 *Le. (V.) naiffi* Lainson & Shaw, 1987, *Le. (V.) lindenbergi* Silveira, Ishikawa, De Souza  
190 & Lainson, 2002, *Le. (V.) guyanensis* Floch, 1954 e *Le. (Le.) amazonensis* Lainson &  
191 Shaw, 1972 e uma pela visceral, a *Le. (Le.) infantum chagasi* (BRASIL 2014, BRASIL  
192 2017, Rangel *et al.* 2018a, 2018b). Estas espécies apresentam diferentes tipos de  
193 tropismos, acarretando diferentes síndromes clínicas para forma tegumentar e a visceral  
194 (Gradoni 2018).

195 **2.2.2 Epidemiologia das Leishmanioses**

196 As leishmanioses apresentam distribuição ampla, com transmissão endêmica  
197 ocorrendo em 98 países, com uma média anual de 1,3 milhões de novos casos (Alvar *et*  
198 *al.* 2012). A forma tegumentar da doença apresenta vários espectros clínicos, dependendo  
199 do tipo da espécie envolvida e do estado imunológico do indivíduo acometido (Marzochi  
200 1992), contudo a mais comum é a forma cutânea, considerada benigna e que causa várias  
201 ou algumas lesões na pele com tendência a cicatrização natural (Desjeux 2004). Esta  
202 enfermidade apresenta distribuição em mais de 85 países, onde mais de 95% dos casos  
203 ocorrem nos continentes Americano, Mediterrâneo, Centro da Ásia e no Oriente Médio  
204 (OPAS/OMS 2010, BRASIL 2014). Na América, 18 países são endêmicos desta doença,  
205 com o Brasil possuindo a maior incidência de casos no ano de 2019, totalizando 15.484  
206 casos (OPAS/OMS 2021).

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

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

222

223 **2.2.3 Urbanização da Leishmaniose Visceral Americana (LVA) no Brasil**

224 Historicamente, a LVA apresentava alta incidência na Região Nordeste do Brasil,  
225 sendo caracterizada como uma zoonose silvestre, cujo ciclo de transmissão era associado  
226 a áreas de vegetação primária e secundária, e áreas rurais (Bern *et al.* 2008, Harhay *et al.*  
227 2011). Estas últimas, concentravam mais de 90% de todos os casos até meados dos anos  
228 90 (Alves 2009). Atualmente, a LVA encontra- se em constante expansão para todas as

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

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

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

245 O processo desordenado de urbanização acarretou o estabelecimento de grande  
246 parte da população em subúrbios, na periferia das cidades, com péssimas condições de  
247 moradia e saneamento, e próximo a áreas florestais, favorecendo a manutenção do ciclo  
248 de transmissão da LVA (Rangel & Lainson 2003b, Costa 2008, Maia-Elkhoury *et al.*  
249 2008; Marcondes & Rossi 2013). Além disso, a presença de animais nestas localidades,  
250 como cães, galinhas e porcos, os quais acompanharam seus donos durante a migração,  
251 propiciam condições favoráveis para a presença das espécies vetores, em especial *Lu.*  
252 (*Lu.*) *longipalpis* (OMS 2002). O cão é o principal reservatório urbano da LVA, e áreas  
253 com casos autóctones caninos, geralmente precede casos em humanos (BRASIL 2014).  
254 Além disso, a dispersão destes canídeos entre áreas endêmicas e não endêmicas com  
255 presença do vetor da LVA, pode ocasionar na incidência de novos casos da doença  
256 (Dantas-Torres 2009).

257

#### 258 **2.2.4 Parques Urbanos e a LVA no Brasil**

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

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

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

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298 **3. JUSTIFICATIVA**

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

305 João Pessoa foi fruto de um intenso processo de urbanização nos últimos 50 anos,  
306 resultando em uma expansão heterogênea e intensiva, mudando o perfil da população de  
307 urbano e rural, para um inteiramente urbano (PMJP 2012). Devido, em parte, a esse  
308 processo de urbanização heterogênea, João Pessoa possui uma cobertura vegetal atual de  
309 2.910 ha, representando apenas cerca de 13,76% da área original de Mata Atlântica no  
310 município (SOS Mata Atlântica 2021). Destes remanescentes, há áreas utilizadas pela  
311 população para a realização de atividades de ecoturismo e visitação zoobotânica, situadas  
312 próximas a áreas urbanas (PMJP 2012), englobando desde parques zoobotânicos a  
313 ecológicos.

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

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

328

329

330

331 **4. OBJETIVO**

332 **4.1 Geral:**

333 Estudar a estrutura da comunidade dos flebotomíneos no Parque Zoobotânico Arruda

334 Câmara e no Parque Natural Municipal do Cuia no município de João Pessoa, PB

335 **4.2 Específicos:**

336 • Estimar a diversidade das comunidades dos flebotomíneos em cada parque urbano;

337 • Detectar a presença de espécies vetores das leishmanioses;

338 • Relacionar as variáveis abióticas com a abundância dos flebotomíneos.

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363 **5. MATERIAL E MÉTODOS**364 **5.1 Área de estudo**

365 O município de João Pessoa (07°07'12"S 34°52'48"W) é a capital do estado da  
366 Paraíba, possuindo uma área de 211,475 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 817.511  
367 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 3.424 habitantes/km<sup>2</sup>, e sendo  
368 composta por cerca de 73 bairros (IBGE 2020). João Pessoa faz parte da mesorregião  
369 Paraibana denominada Zona da Mata e da microrregião João Pessoa, fazendo limite ao  
370 norte com o município de Cabedelo, ao sul com o Conde e ao oeste com Santa Rita e  
371 Bayeux. Sua principal via de acesso é por meio da rodovia BR-101, conectando-a com os  
372 estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, além disso, João Pessoa está situada na  
373 rodovia BR-230, ou Rodovia Transamazônica.

374 A cidade de João Pessoa apresenta um relevo capeado sendimentalmente  
375 pertencente a Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba, do Grupo da Formação  
376 Barreiras e geologicamente, fazendo parte dos compartimentos dos Baixos Planaltos  
377 Costeiros (PMJP 2012). O clima dessa região é caracterizado como quente e úmido,  
378 segundo a classificação de Köppen (1900), com concentração pluviométrica entre os  
379 meses de março e agosto, cuja precipitação está entre 1.500 e 1.700 mm/ano, além de  
380 possuir uma média anual de 25° C e umidade relativa do ar em torno de 80% (PMJP  
381 2012).

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

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

390

391

392

393

394

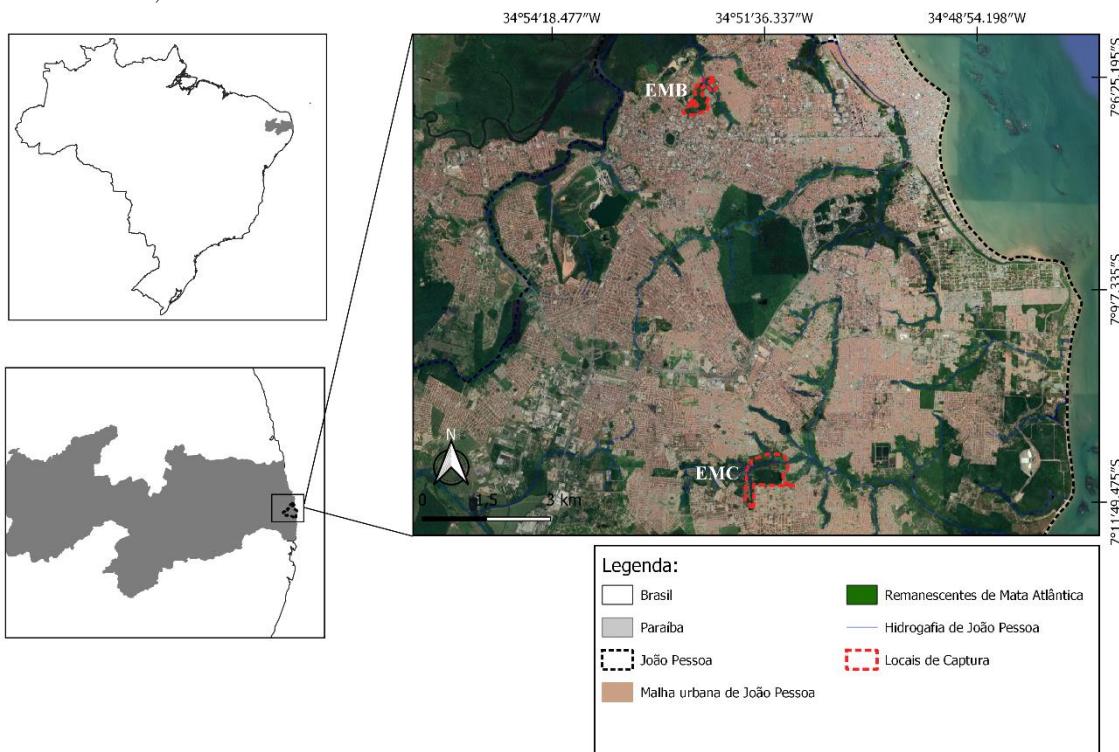
395

396 

## 5.2 Áreas de captura

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

404  
 405 **Figura 2.** Estações de Monitoramento para a realização de captura dos flebotomíneos: Estação de  
 406 Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) e Estação de Monitoramento do Parque  
 407 Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município  
 408 de João Pessoa, Paraíba



409  
 410 **Fonte:** Elaborado pelo autor.  
 411  
 412 O parque Zoobotânico Arruda Câmara (7°06'50.5"S 34°52'37.9"W) é considerado  
 413 o parque urbano mais antigo de João Pessoa, sendo fundado no ano de 1922 e está situado  
 414 em um dos bairros mais antigos do município, o bairro do Tambiá, zona norte de João  
 415 Pessoa. O parque está inserido em um remanescente de Floresta Atlântica com extensão  
 416 de 26,8 ha, apresentando estágio avançado de regeneração. No entanto, é edificado  
 417 internamente, devido ao estabelecimento do próprio parque (Silva 2013). Desta área, 83%  
 418 apresenta vegetação do tipo arbóreo-arbustiva, com uma diversa flora, abrangendo

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

425

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



428  
 429 **Fonte:** Parque da Bica, 2021

430

431

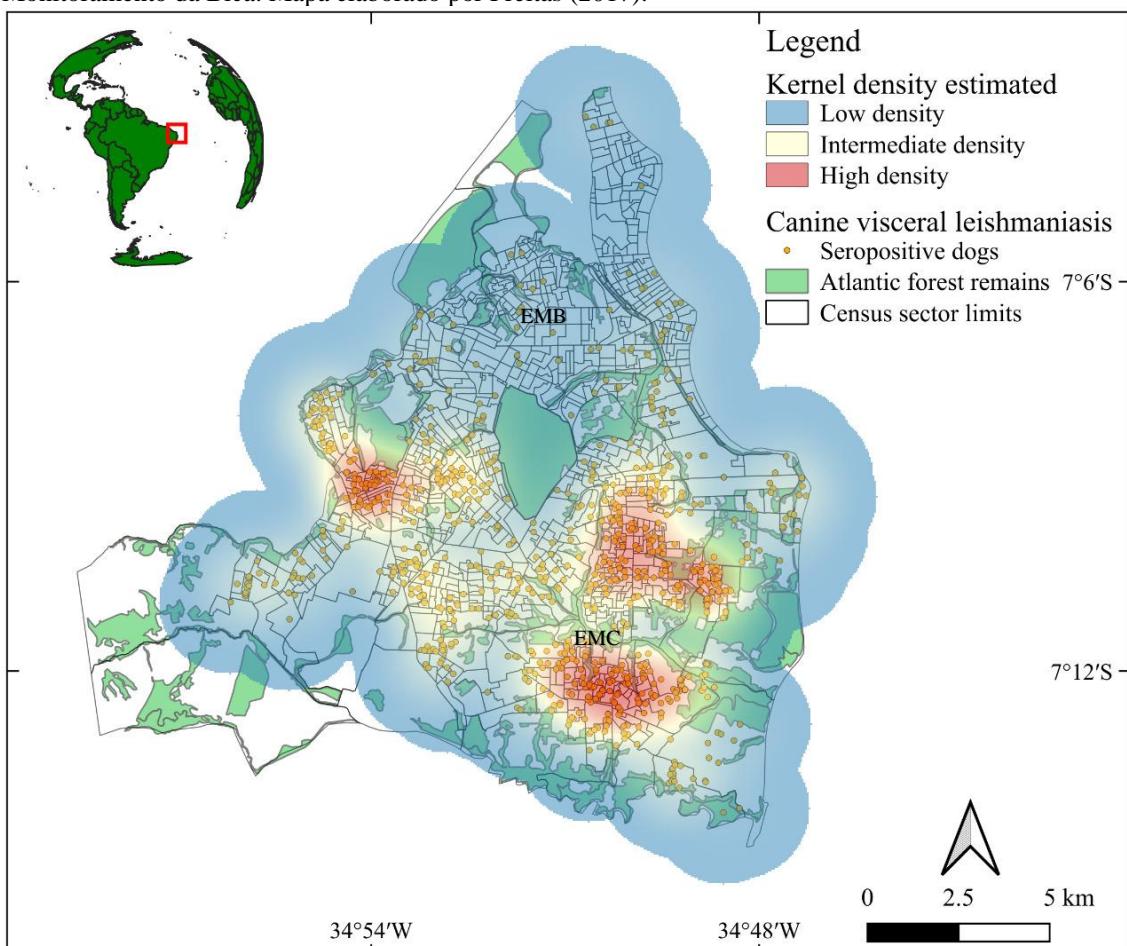
432 O Parque Natural Municipal do Cuiá ( $7^{\circ}11'27.0"S$   $34^{\circ}51'23.4"W$ ) está inserido  
 433 em um remanescente de Floresta Atlântica situado no bairro do Valentina de Figueiredo,  
 434 zona sul de João Pessoa, bairro com urbanização recente, ocorrendo em meados dos anos  
 435 90 (PMJP 2012). Este Parque possui uma extensão de 42,07 ha, apresentando uma  
 436 heterogeneidade de formações vegetais em diferentes estágios de regeneração. Foi criado  
 437 através do decreto Municipal nº 7.517, de 29 de abril de 2011. O parque apresenta uma  
 438 área com 20,8 ha em estágio avançado de regeneração, enquanto 21,27 ha restantes estão  
 439 distribuídos em áreas de estágio inicial a médio de regeneração, e pequenos  
 440 assentamentos humanos, fruto de invasão (Silva & Braga 2017). O parque apresenta áreas  
 441 de planícies aluviais as quais sofrem processo de alagamento com formação de lagoas,  
 442 assim como áreas de tabuleiros, com três tipos principais de formações vegetais, a  
 443 arbustiva, capoeira e herbácea (Silva & Braga 2017). Em seu interior apresenta duas

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

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

451

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



455  
 456 **Fonte:** Freitas (2017)  
 457

### 458 **5.3 Captura dos flebotomíneos**

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

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

464

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



**Fonte:** Autor, 2021

467

468

469

470

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

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

477

478

479

480  
481 **Figura 6.** Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara com seus pontos de captura  
482 (P1b, P2b, P3b, P4b e P5b) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João Pessoa, Paraíba.



483  
484 **Fonte:** Google Earth  
485

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



489  
490 **Fonte:** Autor, 2021

491  
492 Na EMC, devido à mesma apresentar áreas em diferentes estágios de regeneração,  
493 as armadilhas foram instaladas da seguinte forma: duas armadilhas na área em estágio  
494 avançado de regeneração (Área 1), caracterizada pela formação arbórea dominante, cujo  
495 dossel é fechado e uniforme, espécies de árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP)  
496 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 **Fonte:** Google Earth, 2021  
 517

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

522

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



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

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

539

#### 540 **5.4 Montagem e identificação taxonômica dos flebotomíneos**

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

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

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

#### 554 **5.5 Levantamento das variáveis climáticas**

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

559

#### 560 **5.6 Análises de dados**

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

565 1979), cujos valores variam entre 0 e 1, onde, quanto mais próximo de 1 for o valor de  
 566 SISA, maior sua abundância relativa.

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

570

$$571 Nq = (P_1^q + P_2^q + P_3^q + \dots + P_s^q)^{1/(1-q)}$$

572

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

581 Curvas de interpolação e extração foram construídas com o intuito de avaliar  
 582 a eficiência da cobertura amostral na representação da diversidade em cada localidade.  
 583 Estas curvas foram geradas pelo método de reamostragem de Bootstrap, baseado em 200  
 584 replicações, utilizando os números de Hills de ordem  $q = 0, 1$  e  $2$ . O software livre R (R  
 585 Core Team 2021) foi operado para as análises utilizando dos pacotes vegan, iNext,  
 586 ggthemes e gridExtra (Auguie 2017, Arnold 2019, Hsieh *et al.* 2019, Jari-Oksanen *et al.*  
 587 2019).

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

595

596

597

598

599 **6. RESULTADOS**

600 Foi realizado um esforço amostral de 3.780 h, resultando na captura de 179  
 601 flebotomíneos durante o período de setembro de 2020 a maio de 2021, pertencentes a seis  
 602 gêneros, *Brumptomyia* França & Parrot, 1921, *Evandromyia* Mangabeira, 1941,  
 603 *Lutzomyia* França, 1924, *Psathyromyia* Barreto, 1962, *Psychodopygus* Mangabeira, 1941  
 604 e *Sciopemyia* Barreto, 1962, distribuídas em nove espécies (Tabela 1): *Brumptomyia*  
 605 *brumpti* (Larrousse, 1920), *Evandromyia (Aldamyia) evandroi* (Costa Lima & Antunes,  
 606 1936), *Evandromyia (Aldamyia) lenti* (Mangabeira, 1938), *Evandromyia (Aldamyia)*  
 607 *walkeri* (Newstead, 1914), *Evandromyia (Barettomyia) tupynambai* (Mangabeira, 1942),  
 608 *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912), *Psathyromyia (Forattiniella)*  
 609 *brasiliensis* (Costa Lima, 1932), *Psychodopygus* sp., *Sciopemyia sordellii* (Shannon &  
 610 Del Ponte, 1927).

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

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

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

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

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

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

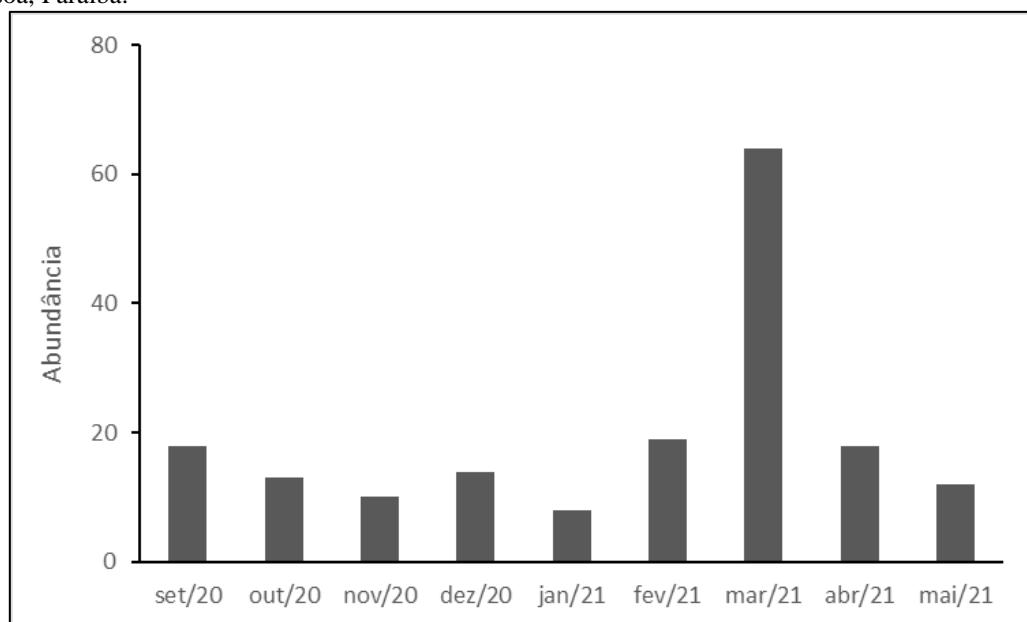
633  
634  
635  
636 **Tabela 1.** Composição da fauna de flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento do Parque  
Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá  
(EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no município de João 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	-		
<b>Total por sexo</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	<b>179</b>	-		
<b>Total geral</b>		<b>57</b>		<b>122</b>	<b>179</b>	-		

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

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

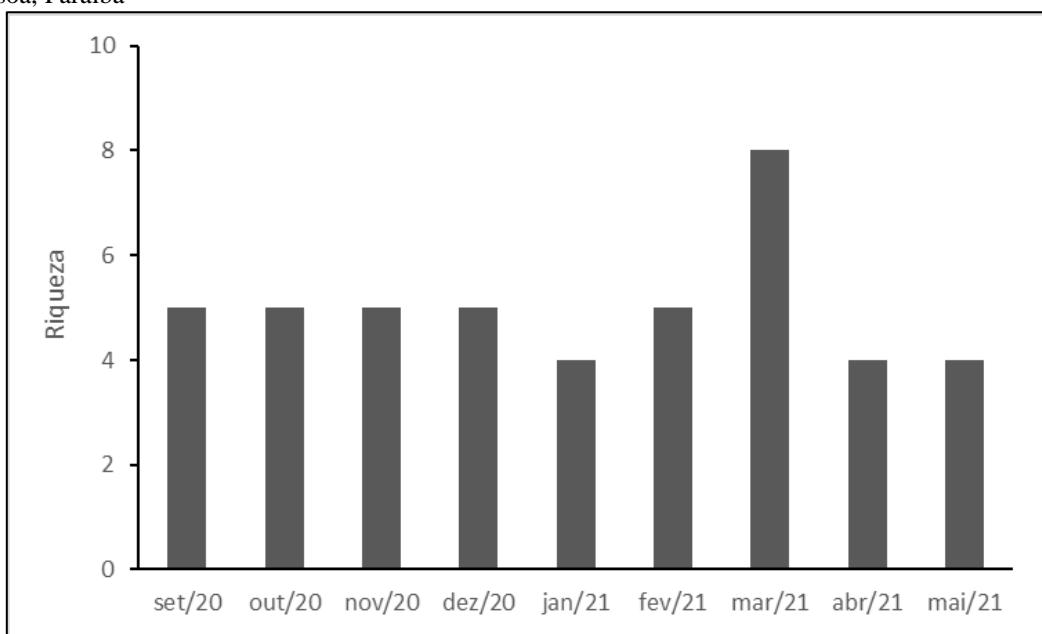
640 **Figura 10.** Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a abundância capturada durante os meses de  
641 setembro de 2020 a maio de 2021 na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara  
642 (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município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



644  
645 As espécies capturadas com maior frequência foram *E. (A.) walkeri*, capturada em  
646 todos os meses, a *Lu. (Lu.) longipalpis*, recorrente ao longo de todos os meses de captura,  
647 exceto no mês de maio, além da *S. sordellii* encontrada em sete meses. Em contraste, as  
648

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

653  
 654 **Figura 11.** Distribuição da fauna de flebotomíneos quanto a riqueza capturada durante os meses de  
 655 setembro de 2020 a maio de 2021 na Estação de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara  
 656 (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João  
 657 Pessoa, Paraíba

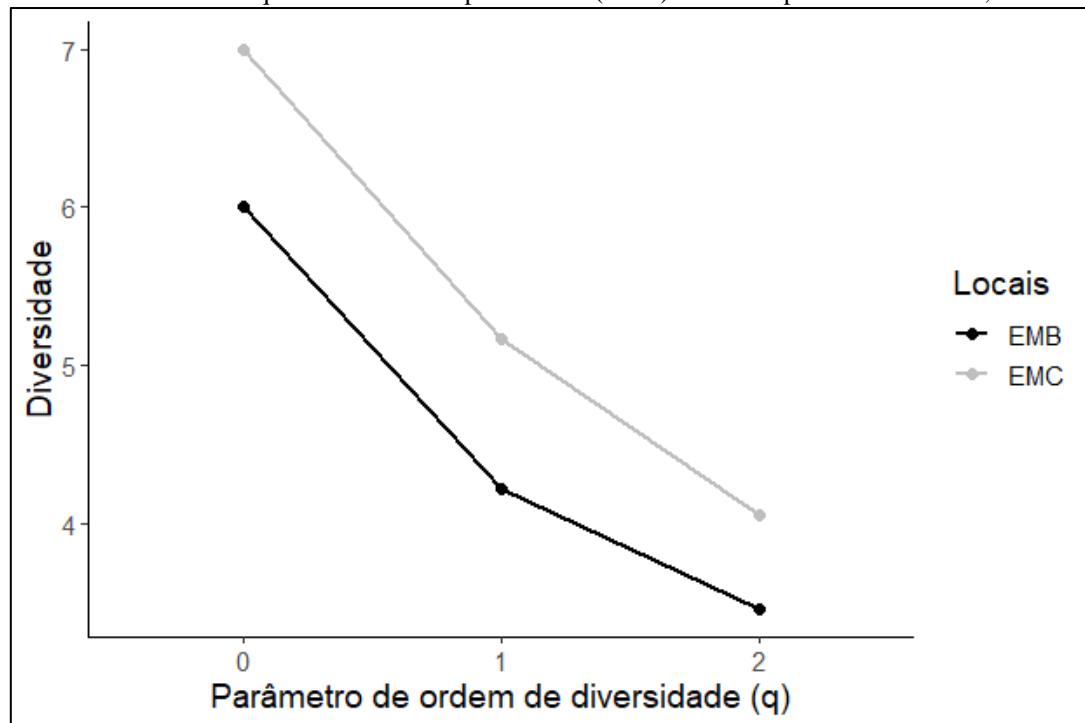


658  
 659 660 A EMC apresentou perfis de diversidade diferentes, de acordo com os números  
 661 de Hills, em relação a EMB (Figura 12). O índice de riqueza da série de Hills ( $q = 0$ ), foi  
 662 de sete espécies na EMC, enquanto na EMB foi de seis. Em relação aos índices  
 663 equivalentes a entropia de Shannon ( $q = 1$ ) e o inverso da dominância de Simpson ( $q =$   
 664 2), foram, na EMC, 5,170 e 4,213, e na EMB 4,052 e 3,457, respectivamente.

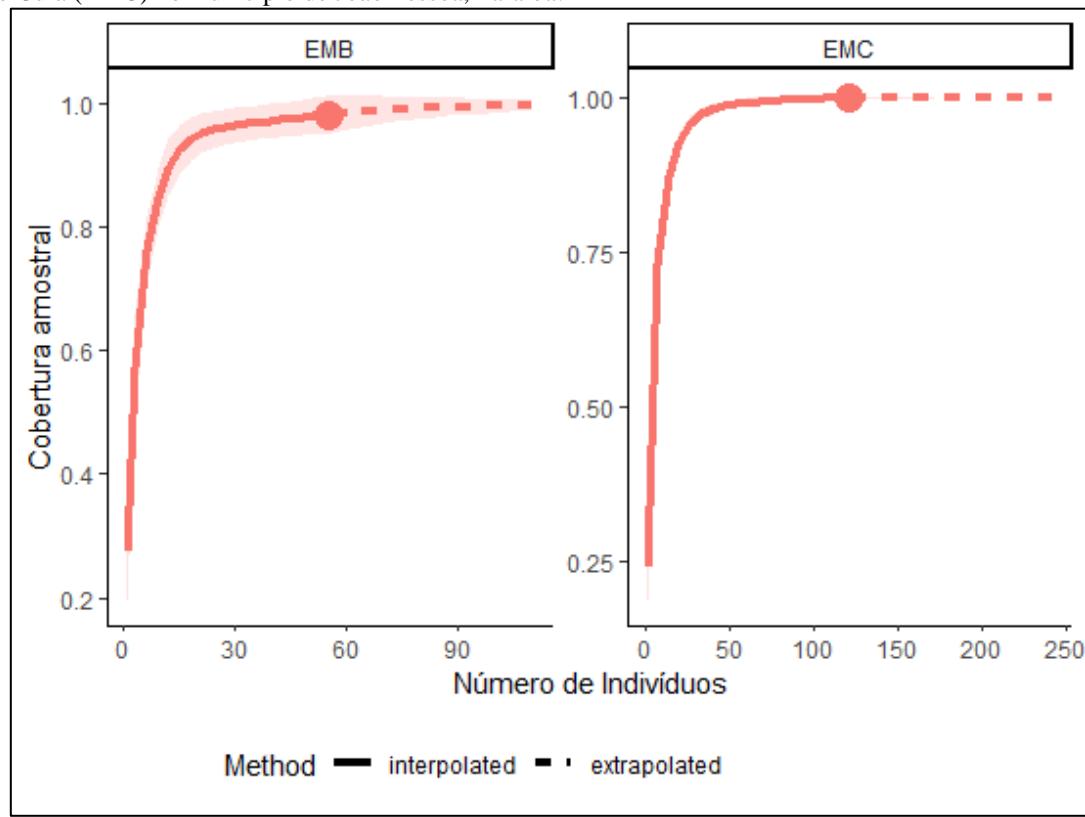
665 As curvas de interpolação e extração são mostradas na Figura 13. A análise  
 666 demonstrou que a cobertura amostral realizada na EMC atingiu a máxima saturação, ou  
 667 seja, conseguiu representar bem a comunidade do local, enquanto na EMB não atingiu,  
 668 representando 98,8% de sua comunidade.

669  
 670  
 671  
 672  
 673  
 674  
 675  
 676

677  
678 **Figura 12.** Índices de diversidade da fauna de flebotomíneos de acordo com o perfil de diversidade pela  
679 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



680  
681 **Figura 13.** Curvas de acumulação da comunidade de flebotomíneos na Estação de Monitoramento do  
682 Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural Municipal  
683 do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



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

694 **Tabela 2.** Composição dos flebotomíneos capturados nas diferentes áreas da Estação de Monitoramento do  
 695 Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) durante os meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no  
 696 município de João Pessoa, Paraíba. **Área 1:** área em estágio avançado de regeneração; **Área 2:** área em  
 697 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
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>14</b>	<b>20</b>

698 \* = Espécie considerada vetor de leishmanias.

699  
 700 A flutuação da fauna de flebotomíneos e das variáveis climáticas é mostrado na  
 701 figura 14.

702

703

704

705

706

707

708

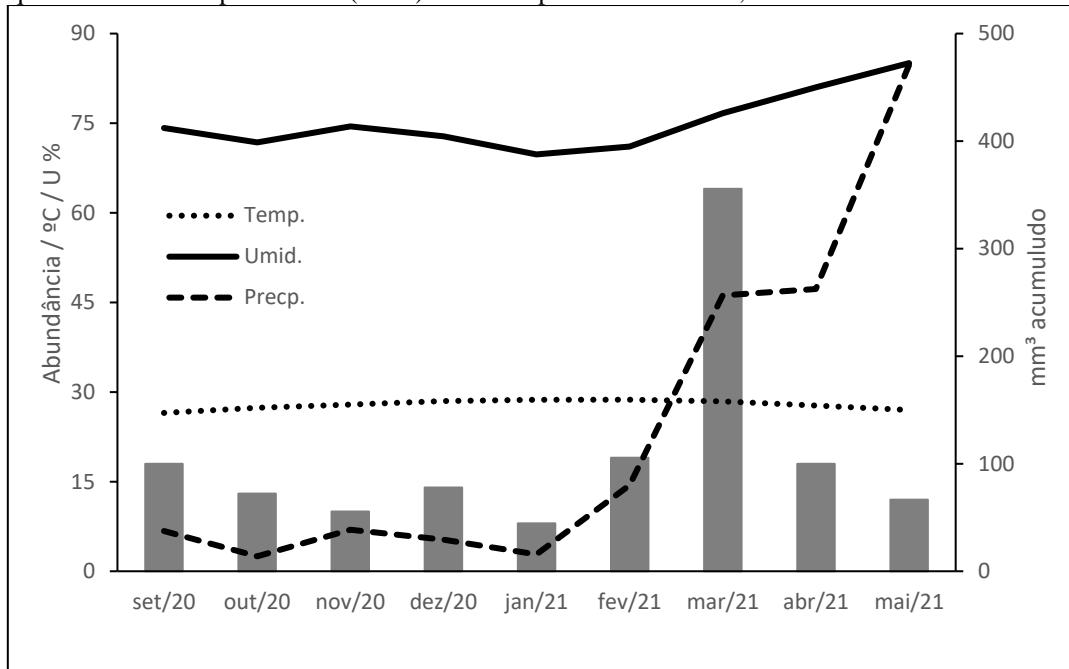
709

710

711

712

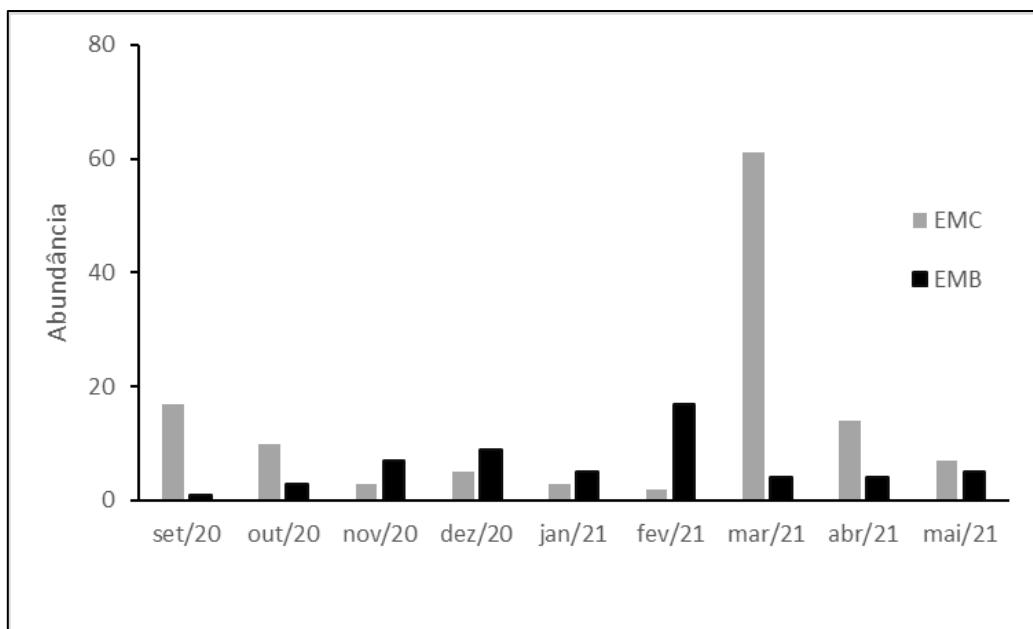
713  
714 **Figura 14.** Variáveis climáticas em relação a abundância da fauna de flebotomíneos capturada na Estação  
715 de Monitoramento do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do  
Parque Natural Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



716  
717 Durante o período estudado, nenhuma das variáveis abióticas apresentou uma  
718 correlação significativa ( $p > 0,05$ ) com abundância dos flebotomíneos, de acordo com a  
719 correlação de Spearman. A variável de temperatura média mensal apresentou correlação  
720 inversa e nula ( $\rho$ : -0,09205,  $p$ -value = 0,8138), enquanto que umidade relativa média  
721 mensal ( $\rho$ : 0,40167,  $p$ -value = 0,2839) e a precipitação acumulada mensal ( $\rho$ :  
722 0,41004,  $p$ -value = 0,273), apresentaram uma relação direta e moderada.

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

730  
731 **Figura 15.** Distribuição mensal da abundância dos flebotomíneos capturados na Estação de Monitoramento  
732 do Parque Zoobotânico Arruda Câmara (EMB) e na Estação de Monitoramento do Parque Natural  
733 Municipal do Cuiá (EMC) no município de João Pessoa, Paraíba.



734

735

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

741

## 742 7. DISCUSSÃO

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

755 A espécie *E. (A.) walkeri* foi a que apresentou maior abundância de indivíduos nas  
 756 áreas de estudo (n = 61; SISA = 0,93). Esta espécie foi capturada em maior número na  
 757 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 gente 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, capturaram 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

792 assentamentos humanos (Área 3). Isso confirma o hábito desta espécie em se adaptar a  
793 áreas urbanizadas, corroborando com outros estudos (Pinheiro *et al.* 2013, Brilhante *et al.*  
794 2015, Sanguinette *et al.* 2015, Amorim *et al.* 2020, Moraes *et al.* 2020). Esta adaptação  
795 já é bem documentada pela literatura (Lainson & Shaw 1987, Rangel 2003, Casanova *et*  
796 *al.* 2015, Rangel *et al.* 2018a), neste caso, esse processo pode estar associado a maior  
797 disponibilidade de fontes sanguíneas, como animais de vida livre e em cativeiro na EMB,  
798 e como a presença de cães e galináceos na área 3 da EMC, e pela proximidade destas  
799 localidades com a área florestal, a qual fornece condições de abrigo e reprodução para o  
800 vetor (Rangel & Vilela 2008).

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

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

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

834 A Paraíba é considerada um estado endêmico para LVA, com quatro municípios  
835 estratificados como de transmissão intensa entre os anos de 2016 a 2018, sendo eles João  
836 Pessoa, Campina Grande, Catolé do Rocha e Itaporanga (PARAÍBA 2019). Dentre estes  
837 municípios, João Pessoa apresenta a maior incidência de casos humanos de LVA do  
838 estado, com uma média anual de 7 casos entre os anos de 2016 a 2018, além de possuir  
839 três áreas com alta densidade de casos de Leishmaniose Visceral Canina (LVC) (Freitas  
840 2017, PARAÍBA 2019).

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

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

851 As espécies *P. (F.) brasiliensis* (n = 16, SISA = 0,36) e *B. brumpti* (n = 10, SISA  
852 = 0,32) foram capturadas, quase que exclusivamente nas áreas 1 e 2 da EMC, com sua  
853 grande maioria concentrada na área em estado avançado de regeneração (área 1). Além  
854 disso, o fato de ter capturado apenas um exemplar de *B. brumpti* e nenhum de *P. (F.)*  
855 *brasiliensis* na EMB, é possível sugerir a associação destas espécies a áreas florestais  
856 preservadas com pouco distúrbio, podendo ser consideradas bioindicadores da qualidade  
857 ambiental, fato corroborado por outros estudos, em que capturaram estas espécies apenas  
858 em áreas conservadas de vegetação primária e secundária (Aguiar & Vieira 2018, Pereira

859 Jr *et al.* 2019, Campos *et al.* 2020), podendo ser encontradas nas áreas urbanas, porém  
860 em baixa densidade (Andrade-Filho & Brazil 2009, Alves *et al.* 2012). Fernández *et al.*  
861 (2020) em estudos realizados na Argentina, observaram que a incidência das espécies do  
862 gênero *Brumptomyia* são favorecidas em locais situados próximos a áreas florestais.

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

873

874

875

876

877

878

879

## 880 8. CONCLUSÃO

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

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

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

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

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

912

## 913 REFERÊNCIAS

914 Abrantes TR, Loureiro G, Werneck ASA & Figueiredo FB. 2018. Fatores ambientais associados à  
 915 ocorrência de leishmaniose visceral canina em uma área de recente introdução da doença no Estado  
 916 do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 34(1), e00021117.

917 <https://doi.org/10.1590/0102-311x00021117>

918 Afonso MMS, Costa WA, Azevedo ACR, da Costa SM, Vilela ML, Rangel EF. 2007. Data on sand fly  
 919 fauna (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Itatiaia National Park, Rio de Janeiro State, Brazil.  
 920 *Cadernos de Saúde Pública*, 23(3), 725–730.

921 <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000300030>

922 Afonso MMS, Duarte R, Miranda JC, Caranha L & Rangel EF. 2012. Studies on the Feeding Habits of  
 923 *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)  
 924 Populations from Endemic Areas of American Visceral Leishmaniasis in Northeastern Brazil. *Journal  
 925 of Tropical Medicine*, ID 858657, 1–5.

926 <https://doi.org/10.1155/2012/858657>

927 Aguiar GM & Vieira VR. 2018. Regional distribution and habitats of brazilian phlebotominae sandflies. In  
 928 Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian sand flies*. Suíça, Dordrecht: Springer Nature, pp. 251–298.

929 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1>

- 930 Aguiar GM & Medeiros WM. 2003. Distribuição regional e hábitats 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 Auguie 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/10.11164/zootaxa.1078.1.2>

- 972 Barata RA, Franca-Silva JC, Costa RT, Fortes-Dias CL, Silva JC, Vieira EP, Prata A, Michalsky EM &  
 973 Dias ES. 2004. Phlebotomine sandflies in Porteirinha, an endemic area of American visceral  
 974 leishmaniasis in the state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(5), 481–  
 975 487.
- 976 <https://doi.org/10.1590/S0074-02762004000500004>
- 977 Baum M, Ribeiro MCVC, Lorosa ES, Damasio GAC & de Castro EA. 2013. Eclectic feeding behavior of  
 978 *Lutzomyia (Nyssomyia) intermedia* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in the transmission area of  
 979 American cutaneous leishmaniasis, State of Paraná, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de*  
 980 *Medicina Tropical*, 46(5), 560–565.
- 981 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0157-2013>
- 982 Belo VS, Struchiner CJ, Werneck GL, Barbosa DS, de Oliveira RB, Teixeira Neto RG & da Silva ES. 2013.  
 983 A systematic review and meta-analysis of the factors associated with *Leishmania infantum* infection  
 984 in dogs in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 195, 1–13.
- 985 <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.03.010>
- 986 Bern C, Maguire JH & Alvar J. 2008. Complexities of Assessing the Disease Burden Attributable to  
 987 Leishmaniasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(10), e313.
- 988 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000313>
- 989 BRASIL [Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das  
 990 Doenças Transmissíveis]. 2017. *Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar*. Brasil, Brasília:  
 991 Ministério da Saúde, 198 pp. Acesso em 25 abril 2021.
- 992 [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_vigilancia\\_leishmaniose\\_tegumentar.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_leishmaniose_tegumentar.pdf)
- 993 BRASIL [Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância  
 994 Epidemiológica]. 2014. *Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral*. Brasil, Brasília:  
 995 Ministério da Saúde, 120 pp. Acesso em 14 abril 2021.
- 996 [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_vigilancia\\_controle\\_leishmaniose\\_visca\\_1edi\\_1ao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_leishmaniose_visca_1edi_1ao.pdf)
- 997
- 998
- 999 Brazil RP, Brazil AG. 2018. Bionomy: Biology of Neotropical Phlebotominae Sand flies. In Rangel EF &  
 1000 Shaw JJ (Eds) *Brazilian Sandflies*. Brasil, Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, pp 299–318.
- 1001 Brazil RP & Brazil BG. 2003. Biologia de flebotomíneos neotropicais. In Rangel EF & Lainson R (Eds)  
 1002 *Flebotomíneos do Brasil*. Brasil, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, pp. 257–274.
- 1003 Brilhante AF, Nunes VLB, Kohatsu KA, Galati E, Rocca MEG & Ishikawa E. 2015. Natural infection of  
 1004 phlebotomines (Diptera: Psychodidae) by *Leishmania (Leishmania) amazonensis* in an area of  
 1005 ecotourism in Central-Western Brazil. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical*  
 1006 *Diseases*, 21(39), 1–3.
- 1007 <https://doi.org/10.1186/s40409-015-0041-8>
- 1008 Cameron MM, Milligan PJ, Llanos-Cuentas A & Davies CR. 1995. An association between phlebotomine  
 1009 sandflies and aphids in the Peruvian Andes. *Medical and Veterinary Entomology*, 9, 127–132.
- 1010 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1995.tb00168.x>
- 1011 Campos AM, Maia RA, Capucci1 D, Paglia AP & Andrade Filho JD. 2020. Species composition of sand  
 1012 flies (Diptera: Psychodidae) in caves of Quadrilátero Ferrífero, state of Minas Gerais, Brazil. *PLoS*  
 1013 *One*, 15(3), 1–12.
- 1014 <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 Ewered  
1042 D & Collins GM (Eds) *Cytopathology of Parasitic Disease*, 99, 113–137.
- 1043 <https://doi.org/10.1002/9780470720806.ch7>
- 1044 Chaniotis 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>

- 1058 Costa PL, Dantas-Torres F, Silva FJ, Guimarães VCFV, Gaudêncio K & Brandão-Filho SP. 2013. Ecology  
 1059 of *Lutzomyia longipalpis* in an area of visceral leishmaniasis transmission in north-eastern Brazil. *Acta*  
 1060 *Tropica*, 126(2), 99–102.
- 1061 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.01.011>
- 1062 Costa RA. 2016. *Parque zoobotânico Arruda Câmara (João Pessoa/PB) e sua importância na conservação*  
 1063 *da biodiversidade*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geociências, UFPB, 178 pp.  
 1064 Acesso em 30 maio 2021.
- 1065 <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15064/1/RAC12072019.pdf>
- 1066 Costa WA & Souza NA. 2018. Sand Flies: Medical Importance. In Rangel EF & Shaw JJ (Eds) *Brazilian*  
 1067 *Sandflies*. Brasil, Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, pp 1–8.
- 1068 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_1)
- 1069 Dancey C & Reidy J. 2011. *Statistics Without Maths for Psychology*. EUA, New Jersey: Prentice Hall, 648  
 1070 pp.
- 1071 Dantas-Torres F. 2007. The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on  
 1072 *Leishmania (Leishmania) infantum* and *Leishmania (Viannia) braziliensis*. *Veterinary Parasitology*,  
 1073 149(34), 139–146.
- 1074 <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.007>
- 1075 Dantas-Torres F. 2009. Canine leishmaniosis in South America. *Parasites & Vectors*, 2(1), 1–8.
- 1076 <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S1>
- 1077 DaSilva AM, de Camargo NJ, dos Santos DR, Massafera R, Ferreira AC, Postai C, Cristóvão EC,  
 1078 Konolsaisen JF, Bissetto Jr. A, Perinazo R, Teodoro U & Galati EAB. 2008. Diversidade, Distribuição  
 1079 e Abundância de Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) no Paraná. *Neotropical Entomology*, 37(2),  
 1080 209–225.
- 1081 <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200017>
- 1082 de Oliveira AG, Galati EAB, de Oliveira O, de Oliveira GR, Espindola IAC, Dorval MEC & Brazil RP.  
 1083 2006. Abundance of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and urban  
 1084 transmission of visceral leishmaniasis in Campo Grande, state of Mato Grosso do Sul, Brazil.  
 1085 *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101(8), 869–874.
- 1086 <https://doi.org/10.1590/S0074-02762006000800008>
- 1087 Desjeux P. 2001. The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide. *Transactions of the Royal Society*  
 1088 *of Tropical Medicine and Hygiene*, 95, 239–243.
- 1089 [https://doi.org/10.1016/s0035-9203\(01\)90223-8](https://doi.org/10.1016/s0035-9203(01)90223-8)
- 1090 Desjeux P. 2004. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. *Comparative Immunology,*  
 1091 *Microbiology & Infectious Diseases*, 27, 305–318.
- 1092 <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2004.03.004>
- 1093 Fernández MS, Manteca-Acosta M, Cueto GR, Cavia R & Salomón OD. 2020. Variation of the  
 1094 Phlebotominae (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Assemblage in Response to Land Use  
 1095 Changes in an Endemic Area of *Leishmania* Transmission in Northeast Argentina. *Journal of Medical*  
 1096 *Entomology*, 57(6), 1735–1747.
- 1097 <https://doi.org/10.1093/jme/tja090>
- 1098 Freitas NDA. 2017. *Leishmaniose visceral canina na Paraíba: contexto estadual (2001-2016),*  
 1099 *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](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-Bagethun E, Gren Å, Barton DN, Langemeyer J, McPhearson T, O'Farrell P, Andersson E,  
 1115 Hamstead Z & Kremer P. 2013. Urban Ecosystem Services. In Elmquist 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](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](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72386-0_1)
- 1123
- 1124 Guedes GE, Maroja A, Chaves E, Estélio J, da Cunha MJ & Arcos 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](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 *Arachinids*. 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.revistaea.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](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://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo\\_principios\\_epidemiologia\\_4.pdf](https://bvsms.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-ndeg-61-plano-estadual-de-lv.pdf>
- 1239 Pereira Jr AM, Souza ABN, Castro TS, da Silva MS, de Paulo PFM, Ferreira GEM & de Medeiros JF.  
 1240 2019. Diversity, natural infection and blood meal sources of phlebotomine sandflies (Diptera,  
 1241 Psychodidae) in the western Brazilian Amazon. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 114, e190170.  
 1242  
 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/ebrazilis.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 Quinelle 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. Aústria, 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, Desmouliére SJM, Luz SLB &  
 1277 Pessoa FAC. 2014. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversiy 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](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](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 a 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, Stumpf 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](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](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 Zoobotânico 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 Suidia 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 Szucecki 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, Bronzonic RVM, Michalsky EM, dos Santos ES, da Silva DJF, Dias ES & Damazo AS. 2018.  
 1394 Aspects on the ecology pf 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) *Chemoeontology 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](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>