

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCCh
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MAYARA DE SOUSA DE ALMEIDA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE INTENSIDADE LUMINOSA E COR NAS
CAPTURAS DOS FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) COM ARMADILHAS À
BASE DE LEDs (*Light-Emitting Diodes*)**

Chapadinha - MA

2022

MAYARA DE SOUSA DE ALMEIDA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE INTENSIDADE LUMINOSA E COR NAS
CAPTURAS DOS FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) COM
ARMADILHAS À BASE DE LEDs (*Light-Emitting Diodes*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, do Centro de Ciências de Chapadina, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva

Chapadina - MA

2022

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

DE SOUSA DE ALMEIDA, MAYARA.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE INTENSIDADE LUMINOSA E COR NAS
CAPTURAS DOS FLEBOTOMÍNEOS DIPTERA: PSYCHODIDAE COM
ARMADILHAS À BASE DE LEDs Light-Emitting Diodes / MAYARA
DE SOUSA DE ALMEIDA. - 2022.

37 f.

Orientador(a): FRANCINALDO SOARES SILVA.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2022.

1. Armadilha luminosa. 2. Comprimento de onda. 3.
Intensidade. 4. LEDs. I. SOARES SILVA, FRANCINALDO. II.
Título.

MAYARA DE SOUSA DE ALMEIDA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE INTENSIDADE LUMINOSA E COR NAS
CAPTURAS DOS FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) COM
ARMADILHAS À BASE DE LEDs (*Light-Emitting Diodes*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como pré-requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva (Orientador)

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia

Universidade Federal do Maranhão

Jefferson Mesquita Brito (Examinador)

Doutor em Ciências da Saúde

Faculdade do Baixo Parnaíba

Eudimara Carvalho de Araújo (Examinador)

Mestre em Ciências da Saúde

“Voltei-me, e vi debaixo do sol que não é dos ligeiros a carreira, nem dos fortes a batalha, nem tampouco dos sábios o pão, nem tampouco dos prudentes as riquezas, nem tampouco dos entendidos o favor, mas que o tempo e a oportunidade ocorrem a todos”.

(Eclesiastes 9:11)

*A meu Deus em primeiro lugar.
A minha mãe, aos meus avôs e aos meus irmãos pelo amor, paciência e
compreensão dado a mim, principalmente nesse momento.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ter me dado o dom da vida e saúde para conseguir realizar essa pesquisa, pelo seu cuidado e proteção. E por ter me dado paciência e força para nunca desistir quando eu sente que estava cansada.

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA) por sua estrutura e pelo apoio com programa de bolsas de auxílio estudantil proas que me ajudou muito assim que cheguei. Por ter me proporcionado grandes aprendizados. Agradeço a coordenação do curso de ciências biológicas e ao corpo docente por terem contribuído para minha formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva por ter me recebido em seu laboratório e ter me dado a oportunidade de realizar esse trabalho. Agradeço demais por seus conselhos e ensinamentos durante toda minha trajetória no LEME, por ser um orientador que sempre busca nos motivar e nos dá incentivos para que procuremos sempre crescer na vida profissional e pessoal de forma honesta e justa. Um orientador que nos enche de energias positivas. Agradeço também pela boa convivência e aprendizado que pude ter, e por ter sido o tipo de orientador que sempre buscou acreditar no meu potencial, não só no meu, mas no potencial de todos os seus alunos. Muito obrigada!

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelas bolsas de iniciação científica que permitiram atuar no trabalho científico o que me ajudou muito para o meu desempenho e aprendizado.

Aos meus colegas do Laboratório de Entomologia Médica (LEME), Camila Fonteneles, Erica Carvalho, Francisco Caldas, Joanny Vianna e Wanda Garreto pelas vivências no laboratório e pelos momentos em campo e trocas de conhecimento durante as reuniões científicas. Em especial a Dr. Benedita Maria Costa Neta por sua imensa ajuda, tanto na realização do trabalho em campo como no trabalho escrito, agradeço demais por toda sua ajuda! A Francisca Raisa e Genilson Neves por sempre me ajudarem e pelos bons momentos de convivência que tivemos juntos durante as coletas dos trabalhos que já realizamos juntos. A Bruna Raquel, por ser uma boa companheira de laboratório e uma grande amiga na minha vida pessoal, pelos bons momentos que tivemos juntas, e por toda sua ajuda em vários momentos da minha vida. Obrigada!

A minha mãe Eleilda de Sousa de Almeida, por quem tenho muito orgulho, respeito e uma imensa admiração. Por todo seu cuidado e amor por mim, por sempre ter se esforçado para nos dar o seu melhor e em meio a tantos obstáculos sempre se mostrou forte, me ensinando que sempre tem outros cominhos quando a gente se acredita e se esforça. Por sempre estar ali quando eu precisei me ensinando sobre o certo e o errado, sobre saber respeitar cada pessoa e todos esses ensinamentos foram essências para a construção do meu caráter. Muito obrigada!

Aos meus avós Zila Alves de Sousa e Manoel Mendes de Almeida (*in memoriam*), a quem sou imensamente grata. Por todo o cuidado e amor que me deram durante minha criação, por sempre me acolherem e me ajudarem na formação do meu caráter e nos meus estudos. Em especial ao meu vô, a quem eu sempre vou ter respeito e gratidão, pois ele sempre me apoiou nos meus trabalhos e em todas as minhas escolhas.

Aos meus irmãos Nayara de Sousa de Almeida, Kannanda Almeida de Araújo, Sara Emannuely de Almeida Campos e Isaac Emmanuel de Almeida Campos, por nossa amizade e companheirismo, por vocês sempre alegrarem meu dia, por todos os nossos momentos maravilhosos que compartilhamos juntos, pela preocupação que vocês sentem por mim, pelo cuidado e pela paciência também, amo muito vocês, muito obrigada!

Ao meu padrasto Edilson de Jesus Campos, por desempenhar o papel de pai, pela proteção, por sempre tentar nós ajudar em tudo que pode, muito obrigada!

Ao meu namorado Maylan Senna pelo cuidado e preocupação que sempre busca ter por mim, pelo incentivo e companheirismo, muito obrigada!

Aos meus ex-colegas de laboratório Apoliana Araújo por quem tive o prazer de conviver bons momentos, a quem tenho enorme carinho, admiração e respeito. Vou sempre ser grata por seus ensinamentos que contribuíram para o meu aprendizado, muito obrigada!

A Islana Ponte por sua ajuda, seus bons conselhos e incentivos, agradeço muito por sua amizade e carinho, por sempre torcer por mim, por acreditar em mim quando nem eu mesmo acredito, sempre serei grata.

A Gildene Brito pelo seu companheirismo nas minhas coletas e identificação do material, agradeço muito por sua amizade, ajuda e por muitos momentos alegres que compartilhamos, juntas, muito obrigada!

A Geolane por sua amizade e ajuda na tabulação dos meus dados, por sempre se mostrar humilde, doce, uma pessoa de bom coração e com uma energia sempre positiva. Agradeço muito pelos momentos que pude compartilhar da tua amizade.

A Eudimara Carvalho por quem tenho uma grande amizade e carinho, pois pude viver momentos de grandes ensinamentos durante os trabalhos em campo e por quem me sinto segura andando de moto. Agradeço muito por ter me dado a oportunidade de viver as melhores coletas de todas, foram momentos em que eu me divertia demais por estar perto de pessoas sinceras e alegres, momentos que nunca irão voltar, mas sempre irei me lembrar e ser grata por ter tido a oportunidade de vivenciar-los, muito obrigada Eudi.

E ao Cláudio Fernandes por sua amizade, por todos os bons conselhos, pela paciência e ajuda sempre que eu preciso, obrigada!

A minha amiga Vilmara de Sousa pela amizade, companheirismo e sinceridade, por todos os bons momentos que vivenciamos juntas nessa trajetória acadêmica, te agradeço muito por tua amizade.

As minhas amigas Maria de Jesus Vianna Tomaz, Gerly de Oliveira por terem sido umas das melhores pessoas que eu poderia encontrar na ufma, por serem o tipo pessoas que me incentivam a nunca desistir. Pessoas sinceras verdadeiras, agradeço muito pelo companheirismo e por todos os momentos bons que já passamos nessa trajetória.

A minha amiga Nayvania pelo companheirismo, por sempre demonstrar se preocupar comigo, mesmo estando distante nunca deixou de perguntar sobre meu dia, me aconselhar e acreditar em mim, obrigada!

A todos, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Os flebotomíneos são insetos dípteros pertencentes a família Psychodidae que possuem grande importância médica e veterinária, pois algumas espécies desses insetos são responsáveis pela transmissão do protozoário *Leishmania*, causador das leishmanioses. Muitas estratégias para monitoramento vetorial são realizadas e as armadilhas luminosas com a utilização de LEDs (*light emitting diodes*) tem se mostrado bons resultados, para melhorar a eficiência das armadilhas luminosas na captura de flebotomíneos e conhecer os efeitos da intensidade luminosa na atração destes insetos. O estudo teve como objetivo avaliar a importância da intensidade luminosa versus cor nas capturas de vetores das leishmanioses utilizando os LEDs. A pesquisa foi realizada em uma área rural do município de Chapadinha-MA, Brasil. Para as capturas dos flebotomíneos, foram utilizadas seis armadilhas luminosas do tipo HP (Hoover Puggedo) dispostas em quadrado latino. As lâmpadas incandescentes das armadilhas luminosas foram substituídas por LEDs, com diferentes cores e intensidades (azul de 8.000 mcd e 15.000 mcd), (verde de 8.000 mcd e 15.000 mcd), (ultravioleta de 300 mcd e 3.000 mcd). As armadilhas foram instaladas a 1,5 metro do solo, afastadas a 20 m uma das outras no perímetro de ambiente peridomiciliar, dispostas das 18h00min às 06h00min. No total de foram capturados 2.918, distribuídos em em 13 espécies, as espécies mais prevalentes foram *Nyssomyia whitmani* (35,3%), *Psychodopygus chagasi* (16,4%), *Evandromyia lenti* (11,2%). Não houve preferência atrativa em relação as intensidades (verde+verde; azul+azul e ultravioleta+ultravioleta). A atratividade das espécies foi semelhante entre as cores e intensidades nos LEDs azul e verde. *N. whitmani* foi a espécie que possuiu maior atratividade para os três comprimentos de onda. O LED azul se mostrou mais eficaz em relação ao LED ultravioleta, mas em relação ao LED verde não houve diferença. A intensidade luminosa e comprimento de onda são essências para aumentar nas capturas de flebotomíneos e entender melhor o comportamento desses insetos a diferentes espectros luminosos e assim auxiliar no desenvolvimento de mais ferramentas para o monitoramento.

Palavras chaves: intensidade; LEDs; armadilha luminosa; comprimento de onda.

ABSTRACT

Sandflies are dipterous insects belonging to the Psychodidae family that have great medical and veterinary importance, as some species of these insects are responsible for the transmission of the protozoan *Leishmania*, which causes leishmaniasis. Many strategies for vector monitoring are carried out and light traps with the use of LEDs (*Light Emitting Diodes*) have shown good results, to improve the efficiency of light traps in capturing sandflies and to know the effects of light intensity on the attraction of these insects. The study aimed to evaluate the importance of light intensity versus color in capturing leishmaniasis vectors using LEDs. The research was carried out in a rural area of the municipality of Chapadinha-MA, Brazil. To capture sandflies, six HP-type (Hoover Puggedo) light traps arranged in a Latin square were used. The incandescent lamps in the light traps were replaced by LEDs, with different colors and intensities (blue 8,000 mcd and 15,000 mcd), (green 8,000 mcd and 15,000 mcd), (ultraviolet 300 mcd and 3,000 mcd). The traps were installed 1.5 meters from the ground, 20 m apart from each other in the peridomestic environment perimeter, arranged from 6:00 pm to 6:00 am. A total of 2,918 were captured, distributed in 13 species, the most prevalent species were *Nyssomyia whitmani* (35.3%), *Psychodopygus chagasi* (16.4%), *Evandromyia lenti* (11.2%). There was no attractive preference regarding intensities (green+green; blue+blue and ultraviolet+ultraviolet). Species attractiveness was similar between colors and intensities in blue and green LEDs. *N. whitmani* was the species that had the greatest attractiveness for the three wavelengths. The blue LED was more effective than the ultraviolet LED, but there was no difference in relation to the green LED. Light intensity and wavelength are essential to increase sandflies captures and better understand the behavior of these insects at different light spectra and thus help in the development of more tools for monitoring.

Keywords: intensity; LEDs; light trap; wave-length.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa de localização do município de Chapadinha, Maranhão, Brasil.....18
- Figura 2** - Localização geográfica da área de estudo, Povoado Malvas no município de Chapadinha – MA19
- Figura 3.** Diferentes comprimentos de onda usados para captura de flebotomíneos, (A) LED azul, (B) LED verde, (C) LED ultravioleta19
- Figura 4** - Armadilhas utilizadas para captura de flebotomíneos usando os diferentes comprimentos de onda 20
- Figura 5** - Processo de identificação dos flebotomíneos, (A) após o processo de sacrifício são retirados das saiotas, (B) triagem do material, (C) montagem de laminas após o processo de diafanização, (D) processo de identificação das espécies 21
- Figura 6** - Média de indivíduos capturados com as diferentes cores e intensidades de LEDs, azul 15.000 e 8.000; verde de 15.000 e 8.000; ultravioleta de 300 e 3.000 26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Número geral das espécies coletadas em uma área rural do município de Chapadinha-MA, Brasil, usando as três cores e intensidades diferentes de LEDs azul de 15.000 e 8.000 mcd, verde 15.000 e 8.000 mcd, ultravioleta 300 e 3.000 mcd..... 22
- Tabela 2** - Número total de espécies de flebotomíneos coletados com o LED azul de 15.000 e 8.000 mcd.....23
- Tabela 3** - Número total de espécies de flebotomíneos coletados com o LED verde de 15.000 e 8.000 mcd.....24
- Tabela 4** - Número total de espécies de flebotomíneos coletados com o uso do LED ultravioleta de 300 e 3.000 mcd.....24
- Tabela 5** - Média de fêmeas e machos coletados com LEDs de cores e intensidades diferentes azul 8.000 e 15.000 mcd, verde 8.000 e 15.000 mcd e ultravioleta 300 e 3.000 mcd.....25
- Tabela 6** - Média das espécies de flebotomíneos mais coletados com LEDs de cores e intensidades diferentes azul 8.000 e 15.000 mcd, verde 8.000 e 15.000 mcd e ultravioleta 300 e 3.000 mcd.....25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LED	- Light Emitting Diode
HP	- Hoover Pugador
MS	- Ministério da Saúde
LV	- Leishmaniose Visceral
LT	- Leishmaniose Tegumentar
UV	- Ultravioleta
KOH	- Hidróxido de potássio
km	- quilômetro
mcd	- milicandela
mm	- milímetro
nm	- nanômetro
m	- quilômetro

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3.METODOLOGIA	18
3.1 Área de estudo	18
3.2 Amostragens	19
3.3 Identificação dos flebotomíneos	20
3.4 Análises estatísticas	21
4.RESULTADOS	22
5.DISSCUSSÃO	27
6.CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos são insetos dípteros pertencentes a família Psychodidae e subfamília Phlebotominae (GALATI, 2003). Existem aproximadamente 1000 espécies de flebotomíneos no mundo e cerca de 530 na região neotropical (BRAZIL et al., 2015). No entanto, apenas cerca de 30 espécies possuem competência para transmitir o parasito do gênero *Leishmania* (WHO, 2017). Podem ser encontrados em todas as regiões intertropicais e temperadas do mundo, no Brasil, dependendo da localização geográfica, estes pequenos dípteros podem ser reconhecidos popularmente, como “mosquito-palha”, “tatuquira”, “birigui”, dentre outros. No estado do Maranhão são conhecidos como “furrupa” e “arrupiado” na ilha de São Luís e na região do Baixo Parnaíba são chamados de “pêla-égua”, sendo também conhecidos por “tatuquira” na região Amazônica (REBÊLO et al, 1999).

Os flebotomíneos possui metamorfose completa, ou seja, possui em seu desenvolvimento quatro fases biológicas: ovo, larva (quatro estádios), pupa e fase adulta (macho e fêmea). Nos estágios imaturos não requer a necessidade de água parada para concluir seu desenvolvimento (MAROLI et al., 2013). Os ovos são colocados em diferentes micro-habitats, por exemplo: solo, cavernas, cupinzeiros, ninhos de aves, tocas de animais, abrigo de animais, serapilheira, base de árvores e sob rochas (FELICIANGELI, 2004; CASANOVA et al., 2013). Em ambientes antropizados, podem ser encontrados embaixo de armazenagem de água, perto de pocilgas, plantações, rachaduras do solo e de paredes, abrigos de animais domésticos e solo de galpão (FELICIANGELI, 2004; CASANOVA et al., 2013).

Os flebotomíneos possui uma dieta rica em carboidratos, mas somente as fêmeas praticam hematofagia, pois necessitam de sangue para maturação de seu ovário, enquanto os machos precisam de fontes açucaradas de origem vegetal (SILVA, 2009). Algumas fêmeas possuem importância médica, pois são responsáveis pela transmissão do protozoário *Leishmania*, que são agentes causadores das leishmanioses (MAROLI et al., 2013). Além disso, podem transmitir outros patógenos zoonóticos, como *Bartonella bacilliformis* o agente causador da bartonelose humana e ainda arbovírus, causando problemas de saúde ao homem e animais (READY, 2013).

As leishmanioses é uma das grandes endemias encontradas em grande parte do mundo, incluindo o Brasil e são classificadas como antropozoonoses, e constituem um importante grupo de enfermidades com um alto espectro clínico e ampla prevalência epidemiologia, por esta razão vem se tornado um grande problema de saúde pública (M.S., 2017). No Brasil foram registrados um total de 1.683 casos de leishmaniose visceral (SINAN/BOLETIM, 2021) e 16.432 casos da leishmaniose cutânea (SINAN/BOLETIM, 2020). No território nacional, a região Nordeste é responsável por cerca de 60% dos casos registrados, e o estado do Maranhão é um dos estados considerados endêmicos para as várias formas das leishmanioses (SILVA et al., 1997; COSTA et al., 1998). No município de Chapadinha, de acordo com a Secretaria Municipal de Saúde foram registrados um total de 22 casos de LT e um total de 30 casos de LV entre os anos de 2015 a 2020 (SINAN/MS, 2021).

As leishmanioses são doenças infecciosas, provocadas por diferentes espécies de protozoários do gênero *Leishmania*, este protozoário pertence à família Trypanosomatidae que é um parasito intracelular obrigatório das células do sistema fagocítico mononuclear e em algumas células do sistema imune como os neutrófilos e células dendríticas, possuem duas formas principais: a forma “promastigota”, que é encontrada no tubo digestivo do inseto vetor e a “amastigota”, encontrada nos hospedeiros vertebrados (MS., 2011; MS., 2017).

O ciclo de transmissão das leishmanioses envolve hospedeiros susceptíveis para as leishmanioses e flebotomíneos fêmeas infectadas (SILVA, 2007; 2009). As fêmeas sugam sangue de uma variedade de hospedeiros vertebrados Lainson e Rangel, (2005) e muitos destes hospedeiros constituem-se de reservatórios de espécies de *Leishmania* (MAROLI et al., 2013; BRAZIL et al., 2015). O homem é um hospedeiro acidental e adquire a doença quando entra em contato com os agentes etiológicos via picada da fêmea infectada (MS., 2011; MS., 2017).

No Brasil, as principais espécies envolvidas na transmissão da leishmaniose tegumentar são *Bichromomyia flaviscutellata*, *Nyssomyia whitmani*, *Nyssomyia intermedia*, *Psychodopygus wellcomei*, *Psychodopygus complexus*, *Nyssomyia umbratilis* e *Migonemyia migonei* e a leishmaniose visceral é transmitida por *Lutzomyia longipalpis* (BRASIL et al., 2015; M.S, 2011; M.S, 2017).

As leishmanioses têm apresentado mudanças importantes no que diz respeito ao seu padrão de transmissão da doença. O que antes era considerada zoonoses de animais silvestres, onde ocorria de forma acidental somente quando pessoas entravam em contato com as florestas, logo começou a se instalar em zonas rurais, e sequentemente em regiões periurbanas. Com o processo de urbanização, a exploração desordenada das florestas, a derrubada de matas para construção de estradas, o esvaziamento rural e a seca, têm se tornado um dos grandes fatores que favoreceu a expansão das áreas endêmicas e conseqüentemente o surgimento de novos focos da doença (MS., 2011; MS., 2017). Outros fatores que favorecem o aumento da transmissão e a sua ocorrência nas grandes cidades é a alta capacidade que esses pequenos dípteros possuem de se adaptar, em especial a espécie *L. Longipalpis*, que é um dos principais vetores da doença no Brasil (MS., 2011).

Uma das principais estratégias de importância epidemiológica no monitoramento entomológico das espécies de flebotomíneos é o uso de armadilha luminosa do tipo CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) e HP (Hoover Pugedo). São técnicas que utilizam lâmpadas incandescentes, funcionam a base baterias com alto consumo de energia resultando em uma baixa durabilidade de operação em campo (SUDIA; CHAMBERLAIN, 1962; PUGEDO et al., 2005). Além disto, as lâmpadas incandescentes emitem a sua maior irradiação (94%) em forma de radiação infravermelha (calor) invisível para os insetos. Ao contrário dos LEDs (*Light-Emitting Diode*), que apresentam como características o baixo custo, durabilidade, resistência a danos, economia e conseqüentemente rara necessidade de trocas. Além disso, emitem cores e intensidades específicas, dessa forma, constituem como uma alternativa de fonte luminosa para atração nos inventários entomológicos (SILVA et al., 2015ab; 2016; COSTA-NETA et al., 2017; 2018; LIMA-NETO et al., 2018; DA SILVA et al., 2019).

Para melhorar cada vez mais a eficiência das armadilhas nas capturas de insetos vetores vários estudos com a tecnologia LED (*Light-Emitting Diode*) em substituição às lâmpadas incandescentes utilizadas nas armadilhas convencionais têm apresentados bons resultados, demonstrando que os LEDs são fontes eficientes nas capturas de flebotomíneos, maruins e mosquitos (COHNSTAEDT et al., 2012; SILVA et al., 2014; MÜLLER et al., 2015; SILVA et al., 2015ab; SILVA et al., 2016; KIM et al., 2017; COSTA-NETA et al., 2017; 2018; LIMA-NETO et al., 2018; Da SILVA et al. 2019).

Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar o comprimento de onda e a intensidade luminosa de diferentes LEDs na captura de flebotomíneos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a influência da intensidade luminosa versus cor nas capturas dos vetores das leishmanioses utilizando os LEDs (*Light Emitting Diodes*).

2.2 Específicos

- Avaliar o comprimento de onda dos LEDs azul, verde e ultravioleta versus a intensidade luminosa nas capturas dos flebotomíneos;
- Avaliar o efeito da intensidade luminosa a utilizando aramadilhas HP (Hoover Puggedo), contendo LEDs como fontes luminosas nas capturas de flebotomíneos;
- Conhecer a distribuição das espécies de flebotomíneos em área peridomiciliar, em uma zona rural do município de Chapadinha – MA, Brasil;
- Conhecer a segregação das espécies de flebotomíneos de acordo com a intensidade luminosa e comprimento de onda dos LEDs utilizados.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O município de Chapadinha está localizado a 3°44'17'' Sul e 43°20'29'' Oeste, em área de cerrado, distante 230 km da capital do Maranhão, São Luís (PASSOS, et. al., 2016). O município possui uma extensão territorial de 3.247 Km², a região de Chapadinha possui clima quente sub-úmido, característica do nordeste do estado, a temperatura média varia de 28°C a 30°C, os índices pluviométricos variam de 1600 mm a 2000 mm, com valores altos de evapotranspiração, em cerca de 1140 mm³ anuais, apresentando uma estação seca, de julho a dezembro, e uma chuvosa, de janeiro a junho (NOGUEIRA, 2012). O município situa-se numa região predominantemente de cerrado com uma composição florística diversificada, apresentando uma vegetação do tipo Floresta estacional decidual (COSTA et al., 2011), (Figura 1).

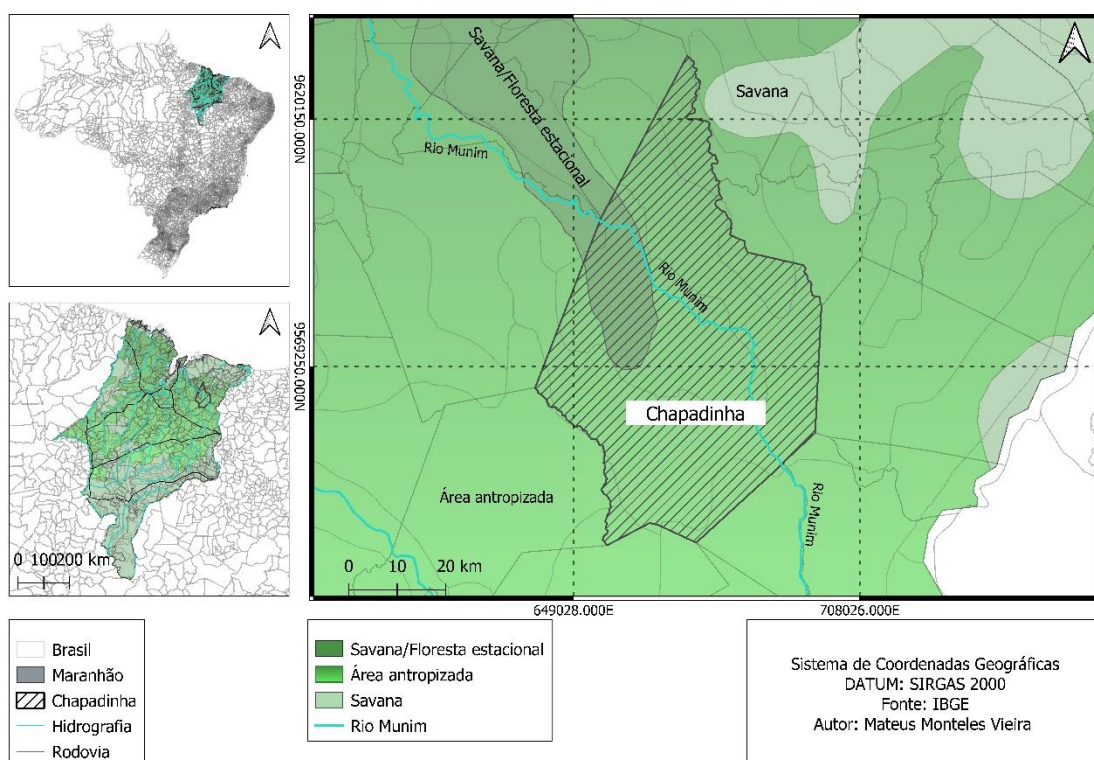


Figura 1. Mapa de localização do município de Chapadinha, Maranhão, Brasil.

Fonte: Vieira, M.M. 2022.

As atividades experimentais foram realizadas em uma área rural no povoado Malvas localizado a -3.729565 Sul -43.252275 Oeste, a 9 Km de distância do município de Chapadinha-MA. A área de estudo caracteriza-se como floresta estacional decidual, com vegetação típica do cerrado, exibindo fragmentos de mata acompanhados de palmeiras, possui algumas habitações humanas, além de presença de animais como: bovinos, aves e animais domésticos como: cachorros e gato (Figura 2).

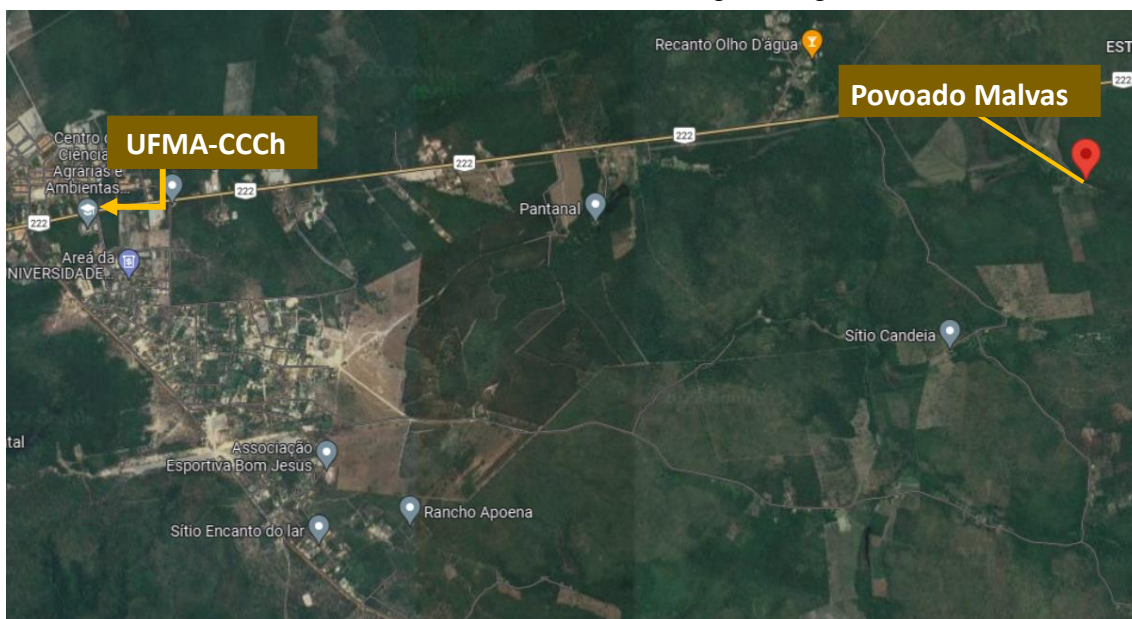


Figura 2. Imagem de satélite do povoado Malvas, local das coletas. Áreas de coleta de flebotomíneos está localizado à 9 km do Município de Chapadinha, Maranhão.

Fonte: GOOGLE MAPS, acesso em 20 de novembro de 2022.

3.2 Amostragens

Os flebotomíneos foram capturados com a utilização de armadilhas luminosas do tipo HP (PUGEDO et al., 2005). As armadilhas HP tiveram suas lâmpadas incandescentes substituídas pelos LEDs conforme Silva et al. (2015ab, 2016) e Lima-Neto et al. (2018). Foram utilizadas diferentes cores e intensidades luminosas. As cores utilizadas para a realização do estudo foram: azul (8.000 mcd e 15.000 mcd), verde (8.000 mcd e 15.000 mcd) e ultravioleta (300 mcd e 3.000 mcd) (Figuras 3. A, B e C).



Figura 3. Diferentes comprimentos de onda usados para captura de flebotomíneos, (A) LED azul, (B) LED verde, (C) LED ultravioleta. Fonte: Almeida, M.S. 2022.

As armadilhas foram dispostas a uma altura de 1,5m acima do solo, afastadas 20m uma das outras no perímetro do ambiente peridomiciliar, colocadas às 18h00min e retiradas às 06h00min do dia seguinte, seguindo os períodos crepusculares (Figura 4. A, B e C).

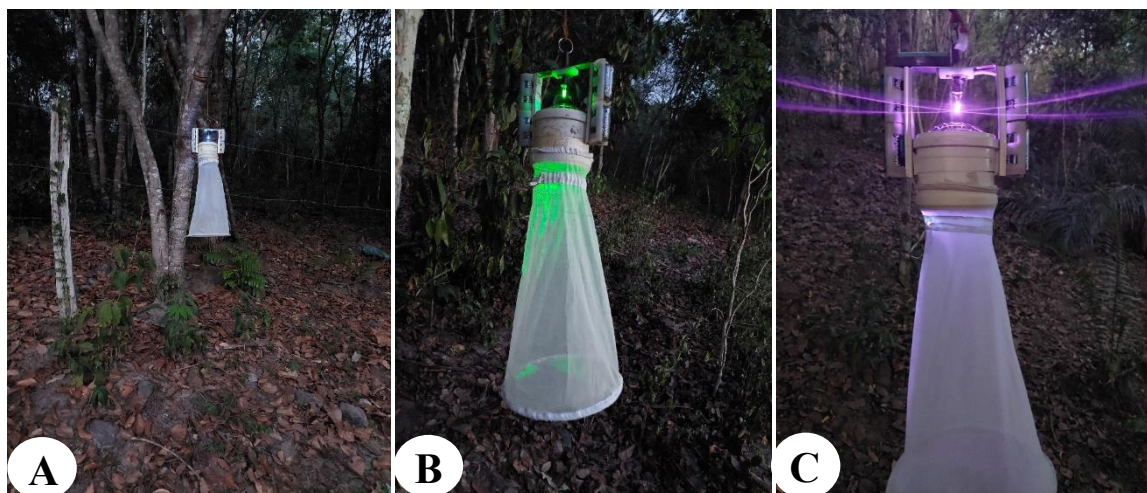


Figura 4. Armadilhas utilizadas para captura de flebotomíneos usando os diferentes comprimentos de onda. **Fonte:** Almeida, M.S. 2022.

O experimento ocorreu no mês de outubro e começo novembro de 2018 no período de estação seca, e entre os meses de maio a junho de 2019 no período de estação chuvosa (NOGUEIRA, 2002). Os posicionamentos das armadilhas nos locais de coletas foram estabelecidos por sorteio na primeira noite, e nas noites subsequentes seguiu com o delineamento em quadrado latino (6x6) com 6 repetições, sendo o número de noites dependendo do experimento executado (BATISTA et al., 2019). Os dados anuais de precipitação pluviométrica e temperatura foram adquiridos pela Estação Climatológica de Chapadinha via INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

3.3 Identificação dos flebotomíneos

Os insetos capturados foram transportados para o Laboratório de Entomologia Médica/LEME do Centro de Ciências de Chapadinha/CCCh da Universidade Federal do Maranhão, os indivíduos foram sacrificados em freezer a -20°C , levados a estufa para secagem rápida, após a secagem foi realizado o processo de triagem que é a separação dos flebotomíneos dos demais insetos capturados nas armadilhas. Logo após, foram armazenados em frascos contendo álcool 70% e devidamente etiquetados separando-os por data, local de coleta, cor e intensidade luminosa.

Após o término desses procedimentos realizou-se então o processo de diafanização, que consiste no clareamento do exoesqueleto dos insetos para que desta forma as partes anatômicas tornem-se de fácil visualização. Esta técnica consiste em deixar os exemplares mergulhados no hidróxido de potássio (KOH) por duas horas para amolecimento da quitina do exoesqueleto, após esse processo são deixados por 24 horas no lactofenol deixando-os com as partes visíveis para que dessa forma possam ser identificados. Posteriormente foram prontamente montados entre lâmina e lamínula. A identificação das espécies segundo a chave proposta por GALATI, (2003).



Figura 5. Processo de identificação dos flebotomíneos, (A) após o processo de sacrifício são retirados das saiotas, (B) triagem do material, (C) montagem de laminas após o processo de diafanização, (D) processo de identificação das espécies.

3.4 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi utilizado o Software Prisma (GraphPad Prism 8.0.2). A análise de variância (ANOVA) foi utilizada nos testes do quadrado latino, levando-se em conta a posição das armadilhas, o dia trabalhado e a intensidade/cor utilizada. A normalidade da distribuição dos dados foi averiguada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Em caso de distribuição normal utilizou-se os testes t de Student e em modelos não-paramétricas foi utilizado o teste Mann-Whitney. A significância estatística foi alcançada quando $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

O estudo resultou em um total de 2.918 indivíduos coletados, sendo que destes apenas 2.831 foram identificados, os demais estavam danificados. Do total de espécimes coletadas, 1.278 eram compostas por fêmeas e 1.138 compostas por machos, distribuídos em 13 espécies (Tabela 1).

Os espécimes coletados foram distribuídos nas seguintes espécies: *Nyssomyia whitmani*, *Psychodopygus chagasi*, *Evandromyia lenti*, *Evandromyia evandroi*, *Micropygomyia goiana*, *Evandromyia termitophila*, *Lutzomyia longipalpis*, *Micropygomyia quinquefer*, *Sciopemyia sordellii*, *Brumptomya* sp., *Bichromomyia flaviscutellata*, *Psychodopygus* sp. e *Sciopemyia servulolimai*. As espécies mais prevalentes foram *N. whitmani* (35,3%), *P. chagasi* (16,4%), *E. lenti* (11,2%), *E. evandroi* (10,1%), *M. goiana* (9,3%), *E. termitophila* (4,5%), *L. longipalpis* (4,1%), as demais representaram (9,1%) do total de espécimes coletadas (Tabela 1).

Tabela 1. Número total de flebotomíneos capturados com armadilhas HP (Hoover Pugedo) utilizando como fontes luminosas diferentes cores e intensidades de LEDs (azul de 8.000 mcd e 15.000 mcd), (verde de 8.000 mcd e 15.00 mcd) (ultravioleta de 300 mcd e 3.000) em uma área rural do município de Chapadinha-MA, Brasil.

Espécies	N	F	M	%
<i>Nyssomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	1030	564	466	35,3
<i>Psychodopygus chagasi</i> (Costa Lima, 1941)	479	437	42	16,4
<i>Evandromyia lenti</i> (Mangabeira, 1928)	326	80	246	11,2
<i>Evandromyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	295	216	79	10,1
<i>Micropygomyia goiana</i> (Martins, Falcão & Silva, 1962)	271	162	109	9,3
<i>Evandromyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	132	75	57	4,5
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	120	60	60	4,1
<i>Micropygomyia quinquefer</i> (Dyar, 1921)	85	62	23	2,9
<i>Sciopemyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	36	25	11	1,2
<i>Brumptomya</i> sp. (França & Parrot, 1921)	31	15	16	1,1
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i> (Mangabeira, 1942)	17	10	7	0,6
<i>Psychodopygus</i> sp.	8	6	2	0,3
<i>Sciopemyia servulolimai</i> (Damasceno & Causei, 1945)	1	-	1	0,0
Danificados	87	68	19	3,0
Total	2918	1780	1138	100

(N) número total de indivíduos, (M) número de machos coletados, (F) número de fêmeas, (%) porcentagem.

Ao analisar os indivíduos fêmeas e machos coletados nas cores e intensidades diferentes, podemos perceber que o número de fêmeas foi maior em relação aos machos (Tabela 2; 3 e 4). O LED azul de 15.000 mcd obteve um maior número de indivíduos quando comparado ao comprimento de onda de 8.000 mcd (Tabela 2).

Tabela 2 - Número total de espécies de flebotomíneos capturados utilizando armadilhas HP (Hoover Pugged) com a cor do LED azul e as intensidades luminosas de 8.000 mcd e 15.000 mcd nas capturas de macho e fêmea.

Espécies	Azul			
	8.000		15.000	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
<i>Nyssomyia whitmani</i>	80	63	132	103
<i>Psychodopygus chagasi</i>	58	5	80	5
<i>Micropygomyia goiana</i>	27	16	29	13
<i>Evandromyia lenti</i>	7	26	54	68
<i>Evandromyia envandroi</i>	19	10	51	18
<i>Evandromyia termitophila</i>	20	8	12	12
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	13	14	17	22
<i>Micropygomyia quinquer</i>	8	4	16	2
<i>Psychodopygus</i> sp.	6	2	-	-
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i>	5	2	-	2
<i>Sciopemyia sordellii</i>	5	1	3	-
<i>Brumptomya</i> sp.	1	1	3	3
<i>Seryulolimai seryulolimai</i>	-	-	-	-
Total	249	152	397	248

Comparando as intensidades luminosas do LED verde, observa-se que o comprimento de onda de 15.000 mcd foi maior a quantidade de indivíduos capturados em relação a luminosidade de 8.000 mcd (tabela 3). Enquanto que o LED ultravioleta de 300 mcd foi mais atrativo em comparação a de 3.000 mcd na captura de flebotomíneos (Tabela 4).

Tabela 3 - Número total de espécies de flebotomíneos capturados utilizando armadilhas HP (Hoover Puggedo) com a cor de LED verde e a comparação das intensidades de 8.000 mcd e 15.000 mcd nas capturas de macho e fêmea.

Espécies	Verde			
	8.000		15.000	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
<i>Nyssomyia whitmani</i>	76	77	123	138
<i>Psychodopygus chagasii</i>	41	2	83	6
<i>Micropygomyia goiana</i>	30	35	45	22
<i>Evandromyia lenti</i>	14	53	2	39
<i>Evandromyia envandroi</i>	33	17	31	15
<i>Evandromyia termitophila</i>	18	7	7	7
<i>Micropygomyia quinquer</i>	13	6	13	9
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	5	7	5	6
<i>Psychodopygussp.</i>	-	2	-	-
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i>	1	-	3	2
<i>Sciopemyia sordellii</i>	3	-	9	2
<i>Brumptomya sp.</i>	-	-	6	2
<i>Seryulolimai seryulolimai</i>	-	-	-	-
Total	234	206	327	248

Tabela 4 - Número total de espécies de flebotomíneos capturados utilizando armadilhas HP (Hoover Puggedo) com a cor de LED ultravioleta e a comparação das intensidades de 300mcd e 3.000mcd nas capturas de macho e fêmea.

Espécies	Ultravioleta			
	300		3.000	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
<i>Nyssomyia whitmani</i>	76	35	55	50
<i>Psychodopygus chagasi</i>	98	12	77	12
<i>Evandromyia envandroi</i>	60	5	22	12
<i>Evandromyia lenti</i>	22	1	2	39
<i>Evandromyia termitophila</i>	16	6	12	5
<i>Micropygomyia goiana</i>	13	14	18	9
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	13	2	9	7
<i>Micropygomyia quinquer</i>	3	1	9	1
<i>Psychodopygussp.</i>	-	-	-	-
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i>	2	-	2	1
<i>Sciopemyia sordellii</i>	2	-	3	-
<i>Brumptomya sp.</i>	5	5	-	3
<i>Seryulolimai seryulolimai</i>	-	1	-	-
Total	310	82	209	139

Comparando o número de indivíduos fêmeas e machos coletados nas diferentes cores, as fêmeas foram mais abundantes em relação aos machos. Mas, quando comparamos a significância em relação as fêmeas do LED azul e verde, observamos que não houve diferença estatística ($U=149.5$; $P=0.7015$) e nem entre os machos de ambas as cores ($U=148.5$; $P=0.6783$) (Tabela 5).

Em relação as fêmeas coletadas pelo LED azul e ultravioleta não apresentaram significância ($U=116.5$; $P=0.1538$), da mesma forma os machos não apresentaram diferença entre essas cores ($U=129$; $P=0.2747$). O LED verde em comparação ao ultravioleta não teve diferença estatística entre as fêmeas ($U=133$; $P=0.3672$), e entre os machos também não ocorreu diferença ($U=117$; $P=0.1581$) (Tabela 5).

Tabela 5. Média (\pm SEM) de fêmeas e machos coletados com armadilhas HP (Hoover Pugedo) modificadas com LEDs de cores e intensidades diferentes azul 8.000 e 15.000 mcd, verde 8.000 e 15.000 mcd e ultravioleta 300 e 3.000 mcd.

Cor	Fêmea	Macho
LED azul	37.28 \pm 6.896	23.22 \pm 5.237
LED verde	32.06 \pm -6.389	25.67 \pm 7.438
LED ultravioleta	25.78 \pm 6.620	14.67 \pm 3.704

Analisando as espécies mais abundantes nos comprimentos de onda avaliados observou-se que a espécie *N. whitmani*, *P. chagasi*, *E. lenti* foram as que mais se sobressaíram em relação as demais espécies em ambas as cores e intensidades. O LED azul foi mais atrativos para a espécie *N. whitmani* em comparação ao LED ultravioleta ($U=62$; $P=0.0369$). O LED verde também se mostrou mais atrativo para a espécie *N. whitmani* em comparação ao LED ultravioleta ($U=60$; $P=0.0296$) (Tabela 6).

Tabela 6- Média (\pm SEM) das espécies de flebotomíneos mais coletados utilizando armadilhas HP (Hoover Pugedo) modificadas com LEDs de cores e intensidades diferentes azul 8.000 e 15.000 mcd, verde 8.000 e 15.000 mcd e ultravioleta 300 e 3.000 mcd.

Cor	<i>Nyssomyia whitmani</i>	<i>Psychodopygus chagasi</i>	<i>Evandromyia lenti</i>
Azul	21.93 \pm 6.256 ^a	13.36 \pm 2.221	9.563 \pm 3.299
Verde	29.57 \pm 7.493 ^a	12.00 \pm 2.260	8.538 \pm 2.598
Ultravioleta	13.38 \pm 5.435 ^b	18.00 \pm 5.836	6.400 \pm 2.072

Letras diferentes significa diferença estatística (t-test).

Comparando os comprimentos de onda e as intensidades luminosas avaliados no estudo, o LED azul de 15.000 mcd foi significativo em relação os comprimentos de onda ultravioleta de 300 mcd e ultravioleta de 3.000 mcd, mas não significativo em comparação as demais cores e intensidades. Da mesma forma, o LED verde não houve diferença entre as fontes luminosas avaliadas (Figura 2).

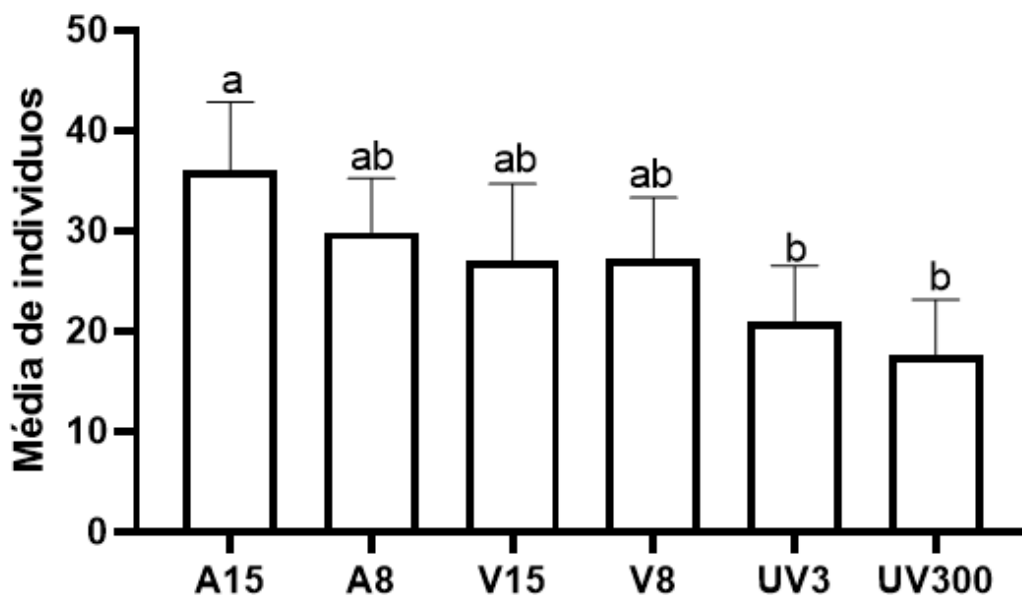


Figura 6. Captura de flebotomíneos utilizando armadilhas luminosas HP (Hoover Pugedo) à base de LEDs com diferentes cores e intensidades. Os gráficos (A15 e A8) representam os LEDs Azuis, (V15 e V8) representam os LEDs Verdes, ambos com intensidades 15.000mdc e 8.000mdc, os (UV3 e UV300) representam os LEDs Ultravioleta com intensidades de 3.000mdc e 300mdc.

5 DISCUSSÃO

As espécies de flebotomíneos encontradas neste estudo foram descritas no estado do Maranhão (REBÊLO et al., 2010; SILVA et al., 2016; LIMA-NETO et al., 2018; DA SILVA et al., 2019). A espécie mais abundante foi *N. whitmani* em todas as fontes luminosas avaliadas. Esta espécie merece bastante atenção e possui grande relevância epidemiológica por serem vetores do protozoário *Leishmania braziliensis*, responsável pela transmissão da leishmaniose tegumentar (MS., 2017). Vários trabalhos já relataram a presença deste vetor no município de Chapadinha-MA, Brasil (SILVA et al., 2015a; SILVA et al., 2016; BRITO et al., 2020).

A espécie *N. whitmani* ocorre em todos tipos de vegetação, por exemplo, floresta Amazônica, savanas e Mata Atlântica. As características ambientais favorecem a presença desta espécie em áreas desmatadas, como exemplo, em casas próximas as florestas. Além disso, a baixa precipitação contribui para o aumento da população da espécie na área (DA COSTA et al., 2007).

No presente estudo a espécie *N. whitmani* foi mais abundante durante o período chuvoso, resultado diferente foi reportado por Da Silva et al. (2019) na mesma área de pesquisa, onde a espécie *L. longipalpis* foi mais frequente no período seco. Tal explicação pode ser justificado pelo fato que as coletas foram realizadas em períodos diferentes, além disso, as características ambientais, com o tipo de vegetação do local de coleta e por ter escolhido uma área mais aberta próximos a animais o que pode ter influenciado nos resultados.

A segunda espécie mais frequente foi *P. chagasi* com 16,4%, os resultados corroboram com os estudos de Fé et al. (1998) e Rodrigues et al. (2021), onde a predominância desta espécie foi no período chuvoso como observado no estudo. Em outros trabalhos observaram a baixa incidência da espécie *P. chagasi* de 3,26% e 0,59% no período seco (BRITO et al., 2020; COSTA et al., 2021).

A atratividade para os LEDs azul e verde foram mais eficazes para a espécie de *N. whitmani* em relação ao LED ultravioleta. Os mesmos resultados foram observados em estudos anteriores em relação a esta espécie (SILVA et al., 2015a; SILVA et al., 2016). Os comprimentos de onda azul e verde em armadilha Silva foram eficientes na

captura de espécies de anofelinos em comparação ao LED ultravioleta (ARAÚJO et al., submetido).

Os LEDs azul e verde não apresentaram diferenças nas capturas de flebotomíneos, ou seja, as espécies capturadas não demonstraram preferência por um determinado comprimento de onda. Os resultados deste trabalho corroboram com os trabalhos realizados com os mesmos espectros luminosos para flebotomíneos e mosquitos anofelinos (SILVA et. al., 2015a; SILVA et. alt., 2016; COSTA-NETA et. al., 2017; COSTA-NETA et. al. 2018).

Os insetos exibem uma elevada sensibilidade espectrais nas luzes verde, azul e ultravioleta (BRISCOE; CHITTKA, 2001). Acredita-se que o mesmo comportamento ocorreu para os flebotomíneos na atração dos LEDs verde e azul. O LED ultravioleta foi menos atrativo em comparação as demais fontes, tal explicação é justificado pelo fato de que a faixa de comprimento de UV visível ao olho dos insetos pode ser menor em relação ao espectro luminoso azul e verde, pois para o olho humano é possível que enxerguemos a mesmas intensidades nas luzes, mas para o olho de outros animais podem ser visivelmente diferentes (WILSON et al., 2021). Outro fato importante a ser esclarecido é que o LED utilizado no presente estudo, apresentava um espectro de ultravioleta muito baixo o que podem ter influenciado nos resultados.

No presente estudo o LED ultravioleta de ambas as intensidades não foi eficiente em relação aos comprimentos de onda azuis e verdes. Resultado diferente foi encontrado em experimento realizado por Mwanga et al., (2019), nesse experimento o autor usou apenas a fonte luminosa do LED ultravioleta de 365nm da armadilha Mosclean como atrativo, comparado com diferentes armadilhas na captura de mosquitos *Anopheles* e *Culex* e os resultados mostram que o LED UV foi uma fonte atrativa para as espécies de mosquitos em relação aos outros métodos avaliados, a preferência pelo LED UV pode ser justificado pelo fato da utilização de três LEDs na armadilha, o que aumenta a intensidades luminosa do UV. No presente estudo foi observado que o LED ultravioleta ia perdendo seu brilho, ficando mais fraca em relação aos outros LEDs, precisando então ser trocado algumas vezes.

Em relação as intensidades luminosas dos LEDs utilizados nesse trabalho, verificou-se que não apresentou diferença. No entanto, quando analisamos as tabelas 2, 3

e 4 nota-se que a quantidade de flebotomíneos capturados aumentaram na medida que as intensidades luminosas utilizadas são maiores, mas apenas as intensidades dos LEDs ultravioleta mostraram um número quase igual de capturas. O estudo de Lima-Neto et al., (2018) observam que a intensidade luminosa é um elemento importante para o aumento da captura de espécies de flebotomíneos.

6 CONCLUSÃO

A intensidade luminosa e a cor dos LEDs no estudo para monitoramento epidemiológico são essenciais para aumentar a quantidade de flebotomíneos capturados nas armadilhas luminosas. E o conhecimento de como se dá a resposta visual dos flebotomíneos a diferentes intensidades de luz é fundamental para compreender o comportamento desses insetos a determinada faixa espectral para os desenvolvimentos de novas ferramentas para os monitoramentos dos insetos vetores. Mas ainda se requer mais estudo incorporando mais cores e intensidades a fim de compreender melhor o efeito das cores e intensidade luminosa nas capturas de flebotomíneos.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, E. P. A et al. Videographic analysis of flight behaviours of host-seeking *Anopheles arabiensis* towards BG-Malaria trap. **PLOS ONE**, v. 14, n. 7, p. 1-14, 2019.
- BRAZIL, R. P.; RODRIGUES FILHO, A. A. F.; ANDRADE-FILHO, J. D. Sand Fly Vectors of *Leishmania* in the Americas-A Mini Review. **Entomol Ornithol Herpetol**, v. 4, n. 144, p. 1-4, 2015.
- BRISCOE, A. D.; CHITTKA, L. The evolution of color vision in insects. **Annual review of entomology**, v. 46, n. 1, p. 471-510, 2001.
- BRITO, G. S. et al. Influence of Moonlight on Male Mating Aggregations of *Nyssomyia whitmani*, a Vector of American Cutaneous Leishmaniasis in Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 57, n. 5, p. 1648-1652, 2020.
- CASANOVA, C. et al. Larval breeding sites of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in visceral leishmaniasis endemic urban areas in southeastern Brazil. **PLOS neglected tropical diseases**, v. 7, n. 9, p. 1-9, 2013.
- COHNSTAEDT, L. E. E.; GILLEN, J. I.; MUNSTERMANN, L. E. Light-emitting diode technology improves insect trapping. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 2, p. 331, 2008.
- COHNSTAEDT, L. W. et al. Arthropod surveillance programs: basic components, strategies and analysis. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 2, p. 135-149, 2012.
- COSTA, R. N. M.; DE ANDRADE, A. P.; ARAUJO, K. D. Cobertura vegetal e evolução do uso agrícola do solo da região de Chapadinha-MA. **Acta Tecnológica**, v. 6, n. 1, p. 45-61, 2011.
- COSTA, J. M. et al. Comparative study of american tegumentary leishmaniasis between childhood and teenagers from the endemics areas Buriticupu (Maranhão) and Corte de Pedra (Bahia), Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 31, n. 3, 1998.
- COSTA-NETA, B. M. et al. Light-emitting diode (LED) traps improve the light-trapping of anopheline mosquitoes. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 6, p. 1699-1703, 2017.
- COSTA-NETA, B. M. et al. Centers for Disease Control-type light traps equipped with high-intensity light-emitting diodes as light sources for monitoring *Anopheles* mosquitoes. **Acta tropica**, v. 183, p. 61-63, 2018.
- DA COSTA, S. M. et al. *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* sl. (Antunes & Coutinho, 1939) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae): geographical distribution and the epidemiology of American cutaneous leishmaniasis in Brazil Mini-review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, p. 149-153, 2007.
- DA COSTA, S. G., et al. Sand fly fauna and molecular detection of *Leishmania* species and blood meal sources in different rural environments in western Amazon. **Acta Tropica**, v. 224, p. 106150, 2021.
- DA SILVA A. A. et. al. Exploiting the synergistic effect of kairomones and light-emitting diodes (LEDs) on the attraction of phlebotomine sand flies to light traps in Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 5, 2019.

- FÉ, N. F.; DE FREITAS, R. A.; BARRETT, T. V. Phlebotomine sand flies from São Gabriel da Cachoeira (State of Amazonas, Brazil) with a description of *Lutzomyia (Psychodopygus) douradoi* n. sp. (Diptera: Psychodidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 93, p. 331-336, 1998.
- FELICIANGELI, M. D. Natural breeding places of phlebotomine sandflies. **Medical and veterinary entomology**, v. 18, n. 1, p. 71-80, 2004.
- GALATI, E. A. B. Morphology and taxonomy: morphology, terminology of adults and identification of taxa in America. Sandflies of Brazil, 2003.
- IBGE. Cidades e Estados – Chapadinha. **Portal do Governo Brasileiro**. Brasília, 2022
- KIM, H. C. et al. Comparison of adult mosquito black-light and light-emitting diode traps at three cowsheds located in malaria-endemic areas of the Republic of Korea. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 1, p. 221-228, 2017.
- LAINSON, R.; RANGEL, E. F. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil: a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, p. 811-827, 2005.
- LIMA-NETO, A. R. et al. The effect of luminous intensity on the attraction of phlebotomine sand flies to light traps. **Journal of Medical Entomology**, v. 55, n. 3, p. 731-734, 2018.
- MAROLI, M. et al. Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. **Medical and veterinary entomology**, v. 27, n. 2, p. 123-147, 2013.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Visceral**. 1ª ed. Brasília: Editora Ministério da Saúde, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar**. 1ª ed. versão eletrônica. Brasília: Editora Ministério da Saúde, 2017.
- MÜLLER, G. C. et al. Response of the sand fly *Phlebotomus papatasi* to visual, physical and chemical attraction features in the field. **Acta Tropica**, v. 141, p. 32-36, 2015.
- MWANGA, E. P. et al. Evaluation of an ultraviolet LED trap for catching *Anopheles* and *Culex* mosquitoes in south-eastern Tanzania. **Parasites & vectors**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2019.
- NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F.; NOGUEIRA, V. S. Impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura na cidade de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 3, p. 708-724, 2012.
- Organização Pan Americana da Saúde**. Leishmaniose: informe epidemiológico das Américas [Internet]. Núm. 10, dezembro de 2021. Washington, D.C.: 2021. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51742>. Acesso em: 14 dez. 2022.
- PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Water balance and climatic classification for a given region of Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.
- PUGEDO, Hoover et al. HP: an improved model of suction light trap for the capture of small insects. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 1, 2005.
- READY, P. D. Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 227-250, 2013.

REBÊLO, J. M. M. et al. Sandflies (Diptera, Phlebotominae) from São Luis Island, Maranhense Gulf area, Brazil. *Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*, v. 32, p. 247-253, 1999.

REBÊLO, J. M. M. et al. Occurrence of sand flies (Diptera, Psychodidae) in leishmaniasis foci in an ecotourism area around the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, p. 195-198, 2010.

RODRIGUES, B. L.; COSTA, G. S.; SHIMABUKURO, FERNANDES P. H. Identification of Bloodmeals from Sand Flies (Diptera: Psychodidae) Collected in the Parque Nacional do Viruá, State of Roraima, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 58, n. 6, p. 2488-2494, 2021.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Casos confirmados de leishmaniose visceral, Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas. 1990 a 2021**. Boletim epidemiológico. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/l/leishmaniose-visceral/arquivos/atualizacao-21-10-2022/lv-casos.pdf>. Acesso em: dez, 2022.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Casos de leishmaniose tegumentar. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas. 1990 a 2020**. Boletim epidemiológico. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/l/lt/arquivos/lt-casos.pdf>. Acesso em dez, 2022.

SINAN net. 2021. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação/Ministerio da Saúde**. Secretaria municipal de Chapadinha.

SILVA, A. R. et al. Leishmaniose visceral (calazar) na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil: evolução e perspectivas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 30, p. 359-368, 1997.

SILVA, F. S. Patologia e patogênese da leishmaniose visceral canina. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 20-31, 2007.

SILVA, F. S. A importância hematofágica e parasitológica da saliva dos insetos hematófagos. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 3, p. 4, 2009.

SILVA, J. S. et al. Mosquito fauna of the Guapiaçu Ecological Reserve, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brazil, collected under the influence of different color CDC light traps. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, n. 2, p. 384-394, 2014.

SILVA, F. S. et al. Evaluation of light-emitting diodes as attractant for sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in northeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, p. 801-803, 2015a.

SILVA, F. S.; BRITO, J. M.; COSTA-NETA, B. M. Field evaluation of light-emitting diode as attractant for blood-sucking midges of the genus *Culicoides* Latreille (Diptera: Culicomorpha, Ceratopogonidae) in the Brazilian savanna. **Entomological News**, v. 125, n. 1, p. 1-6, 2015b.

SILVA, F. S.; DA SILVA, A. A.; REBÊLO, J. M. M. An evaluation of light-emitting diode (LED) traps at capturing phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a livestock area in Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 53, n. 3, p. 634-638, 2016.

SUDIA, W.D.; CHAMBERLAIN, R.W. Battery-operated light trap, an improved model. **Mosquito News**, v. 22, p. 126-129, 1962.

WILSON, Roksana et al. Artificial light and biting flies: the parallel development of attractive light traps and unattractive domestic lights. **Parasites & Vectors**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO Technical Report Series: who bi-regional consultation on the status of leishmaniasis control and surveillance in east África**, WHO, Nairobi, Kenya, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CDS-NTD-IDM-2018.06>. Acesso em: dez, 2022.