



UFRPE

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

POLIANA CACHOEIRA SOUZA

**EFEITOS BIOLÓGICOS DA EXPOSIÇÃO DAS LARVAS *Aedes* spp., 1762
LINNAEUS À LUZ DE LED COMBINADA COM PERTURBAÇÃO SONORA**

SERRA TALHADA - PE

2024

POLIANA CACHOEIRA SOUZA

EFEITOS BIOLÓGICOS DA EXPOSIÇÃO DAS LARVAS *Aedes spp.*, 1762 LINNAEUS
À LUZ DE LED ASSOCIADA COM PERTURBAÇÃO SONORA

PLÍNIO PEREIRA GOMES JÚNIOR

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

SERRA TALHADA - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729e

Souza, Poliana Cachoeira

Efeitos biológicos da exposição das larvas aedes spp., 1762 linnaeus à luz de led combinada com perturbação sonora: /
Poliana Cachoeira Souza. - 2024.
37 f. : il.

Orientador: Plinio Pereira Gomes Junior.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2024.

1. Controle biológico. 2. Dengue. 3. Doneças. I. Junior, Plinio Pereira Gomes, orient. II. Título

CDD 574

POLIANA CACHOEIRA SOUZA

EFEITOS BIOLÓGICOS DA EXPOSIÇÃO DAS LARVAS Aedes spp., 1762
LINNAEUS À LUZ DE LED ASSOCIADA COM PERTURBAÇÃO SONORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

DATA DE DEFESA 01/03/2024

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior (1º Titular) - UFRPE/UAST

Prof. Dr. Edvaldo da Nobrega Gaião (2º Titular) - UFRPE/UAST

Ma. Vanessa Renata de Sousa Barboza (3º Titular) - Secretária de Saúde de Serra Talhada

SERRA TALHADA - PE

2024

AGRADECIMENTOS

Ao Universo por ser o maior incentivador e trazer amor e sentido ao que faço.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) por ter me possibilitado viver a graduação.

Ao professor e orientador, Plínio Pereira Gomes Júnior, pela orientação.

À professora Renata Akemi Shinozaki Mendes, onde despertou minha melhor fase de amor ao curso no momento em que aceitou a proposta da criação do projeto de extensão Dose Astronômica.

Ao coordenador, André Luiz Alves de Lima, pelas palavras de força e estímulo.

Aos(às) professores(as) pela transmissão de conhecimento e incentivo para a minha formação profissional.

Aos(às) profissionais técnicos e terceirizados(às) do *campus*, pelos serviços prestados.

Aos meus amigos de classe, Cíntia Amando Leite da Silva, Amanda de Brito Cavalcanti, Marcia Bruna Marim de Moura e Rafael Salú Cavalcante pelo apoio e ajuda durante o percurso.

Às minhas amigas de quarto Gabriela Maria da Silva e Isla Mikaele Alves dos Santos por todo companheirismo.

Às minhas amigas que permaneceram pouco tempo no curso Maria Gabriele Gois Mendes e em especial, Maria Maianne de Souza Marques por todas as gargalhadas, levarei- as sempre comigo.

À minha mãe, Maria Rozoneide Cachoeira da Silva, por seu acolhimento, incentivo e amor e ao meu Pai, Paulo Alves de Souza.

À Isis Sofia Cachoeira Barbosa e Patrícia Cachoeira Souza, respectivamente minha sobrinha e irmã por todo amor e carinho.

Ao meu amor, Jhonnata Wyllian Alves de Moraes por relembrar minha capacidade em todo curso.

A todos(as/es) aqueles(as) que de algum modo me incentivaram durante essa jornada.

A mim, Poliana Cachoeira Souza, por não ter desistido e persistido mesmo com muitos percalços.

“We are a way for the Cosmos to know itself”.
Nós somos uma maneira do Cosmos conhecer a si mesmo.

Carl Sagan

RESUMO

A espécie *Aedes aegypti*, originária do continente africano, foi deslocada ao redor do mundo devido ao transporte de escravos, tornando-se importante vetor dos vírus causadores das doenças como Zika, Chikungunya e Dengue. As mudanças climáticas e o turismo aumentaram a difusão dessas doenças e os esforços para prevenir e controlar as doenças causadas por mosquitos, inclusive do *Ae. aegypti*, remete a utilização de inseticidas, embora essa prática não tenha obtido grande sucesso nas últimas décadas. A poluição por calor, luz e ruído é comum em ambientes urbanos, logo, neste trabalho, objetivou-se analisar a exposição das larvas à Luz de LED de cores branca, verde e azul e suas interações com vibração sonora de ondas 14, 20 e 40 kHz respectivamente. Cada unidade experimental resultou em uma dinâmica diferente na diminuição do número de larvas vivas ao longo do tempo, com algumas variações na taxa e na magnitude da redução a luz Azul + 40 kHz, apresentou uma diminuição mais rápida e acentuada no número de larvas em comparação aos outros tratamentos e o tratamento controle, seguida da luz Verde + 20 kHz. A luz Branca + 14 kHz não apresentou diferença do tratamento controle, sendo as menos eficientes. Com base nesse resultado, o presente trabalho traz uma nova forma de controle de *Ae. aegypti* frente a recursos naturais como luz e som.

Palavras-chaves: Chikungunya; Dengue; Estratégias de controle; Zika.

ABSTRACT

The *Aedes aegypti* species, originating from the African continent, has been dispersed worldwide due to the transportation of slaves, becoming a significant vector for viruses causing diseases such as Zika, Chikungunya, and Dengue. Climate change and tourism have increased the spread of these diseases, and efforts to prevent and control mosquito-borne diseases, including *Ae. aegypti*, involve the use of insecticides, although this practice has not been highly successful in recent decades. Heat, light, and noise pollution are common in urban environments; therefore, this study aimed to analyze the exposure of larvae to LED light of white, green, and blue colors and their interactions with sound vibration waves at 14, 20, and 40 kHz, respectively. Each experimental unit resulted in a different dynamic in the decrease of the number of live larvae over time, with variations in the rate and magnitude of reduction. Blue light + 40 kHz showed a faster and more pronounced decrease in the number of larvae compared to other treatments and the control treatment, followed by Green light + 20 kHz. White light + 14 kHz showed no difference from the control treatment, being the least efficient. Based on these results, this study introduces a new method of controlling *Ae. aegypti* using natural resources such as light and sound.

Keywords: Chikungunya; Dengue; Control strategies; Zika.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estágios da vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	15
Figura 2	Mapa do Brasil, do Estado de Pernambuco, com destaque para o município de Serra Talhada-PE e da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAST	21
Figura 3	Montagem dos aquários, lâmpadas e aparelhos sonoros no laboratório de microscopia, 2023.....	22
Figura 4	Experimentos com seus respectivos tratamentos no laboratório de microscopia em 2023.....	23
Figura 5	Gráfico de análise de larvas vivas ao decorrer dos dias de acordo com os tratamentos: C: tratamento controle; LA40: LED azul com vibração 40 kHz, LB14: LED branca com vibração 14 kHz e LV20: LED verde com vibração 20 kHz. Letras iguais sobre as curvas indicam igualdade estatística utilizando o teste post hoc XXXXX ($p < 0,05$).....	25
Figura 6	Gráfico Q-Q. A linearidade dos pontos sugere que os dados são normalmente distribuídos.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Estimativas de parâmetros de efeitos fixos. Valores em negritos indicando diferença estatística entre os tratamentos 27
.....

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Aedes aegypti</i>
DNA	Ácido desoxirribonucleico
RNA	Ácido nucleico
OC	Organoclorados
OF	Organofosforados
CB	Carbamatos
BEM	Eosina-Azul de Metileno
VZIK	Zika vírus
ROS	Reação de oxigênio
NM	Nanômetro
NC	Controle negativo
kHz	Kilohertz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO	13
2.1 Geral.....	13
2.1 Especificos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 <i>Aedes aegypti</i>	14
3.2 Importância epidemiológica	16
3.3 O som.....	19
3.4 A luz.....	20
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 Área de estudo.....	21
4.2 Amostragem e desenho experimental	21
4.3 Procedimentos.....	22
4.4 Análise de dados	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) é caracterizada por hábitos diurnos, apresentando uma coloração predominantemente preta com listras e manchas brancas (Taveira *et al.*, 2001). Originária do continente africano, essa espécie foi disseminada globalmente devido ao comércio de escravos em vários países (Lima, Silva, Souza, 2021). Durante o período de colonização europeia, foi introduzida nas Américas por meio de embarcações provenientes da Europa (Seok *et al.*, 2023).

As alterações climáticas e o turismo têm ampliado a exposição humana a doenças como Zika, Chikungunya e Dengue, transmitidas por essa espécie de mosquito (Oliveira e Vasconcelos, 2019). A dengue é uma doença que pode levar à morte e requer o controle do vetor em áreas urbanas, cidades e bairros, uma vez que os ovos podem permanecer na água por mais de um ano (Brasil, 2015; Sória, Almirón e Crocco, 2021; PRODEST, 2023) e esse problema se agrava a depender do local, ambientes rurais ou urbanos (Lima, 2021). O número de ovos postos pela fêmea pode chegar até 500 durante seu ciclo, podendo picar até 300 pessoas (PRODEST, 2023). Dessa forma, ainda é difícil o controle do desenvolvimento do mosquito, pois este inseto também é adaptado às condições das áreas urbanas (Santana *et al.* 2022).

Os esforços para prevenir o controle de doenças causadas por mosquitos, inclusive da espécie *Ae. aegypti*, remete a utilização de inseticidas, mas essa prática não vem com grande sucesso nas últimas décadas (Abad-Franch, Zamora-perea e Luz 2017). Em 1986, durante o surto de casos de dengue, houve uma intensificação no uso de organoclorados (OC), organofosforados (OF) e carbamatos (CB). Como resultado, as populações de *Ae. aegypti* desenvolveram resistência a esses compostos, manifestando-se por meio de diferentes mecanismos, como resistência por penetração reduzida do inseticida, resistência comportamental, resistência metabólica, resistência por alteração do sítio-alvo, esterases, glutiona S-transferases ou oxidases de função mista (Vargas *et al.*, 2022).

A poluição por calor, luz e ruído é comum em ambientes urbanos. A poluição sonora se caracteriza pela produção de ruídos acima do tolerável (Moreira e Fonseca, 2020). Em relação a sua audição, os pesquisadores Menda *et al.* (2019) afirmaram que a espécie *Ae. aegypti* usa e ouve tons de baixa frequência a longa distância de 10 m. Há evidências da interferência do som nos insetos que podem desencadear problemas no sinal acústico e na alimentação (Costello e Symes, 2014). O som pode interferir nos ciclos naturais das espécies (Mcmahon, Rohr e Bernal,

2017). Brandon *et al* (2018), por exemplo, confirmaram que o crescimento de plantas posto a som antropogênico reduz a taxa de predação de joaninhas.

Alguns pesquisadores estão explorando alternativas naturais de controle, como a utilização da luz. A iluminação artificial possui o potencial de impactar o comportamento, a fisiologia e até mesmo a psicologia de animais e insetos (Kehinde *et al.* 2019), pois pode afetar e pode levar a danos no RNA e no DNA e causar a morte celular (Zuharah, Hui e Fadzly, 2021) ou ter problemas em seu desenvolvimento (Taniyama *et al.*, 2021).

Assim, pesquisas recentes estão empregando nanomateriais com propriedades de moléculas fotossensibilizadoras para induzir a mortalidade de larvas, por meio da exposição a fontes de luz naturais e artificiais (UFMS, 2018). Um estudo feito por Lee. *et al* (2018) observou o efeito da LED em *Ae. aegypti* e concluiu que a luz com cor azul obteve maior êxito em relação a toxicidade das larvas, seguido das cores vermelho e verde.

São poucos estudos em relação à combinação de luz e som para monitoramento de insetos como *Ae. aegypti*. McMahon, Rohr e Bernal (2017) simularam uma armadilha reproduzindo as condições de tráfego de uma cidade, incluindo poluição sonora e luzes brancas artificiais. O número de mosquitos foi correlacionado com os níveis de ruído e luz. Portanto, é imperativo implementar estratégias de controle biológico para reduzir a incidência dessa espécie, auxiliando na compreensão das interferências resultantes da combinação de estímulos sonoros e luminosos na espécie *Ae. aegypti*. Isso contribuirá para futuras abordagens de controle biológico.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

Observar os efeitos biológicos que a luz de LED de cores branca ($\lambda=448.58$ nm), verde ($\lambda = 517.41$ nm) e azul ($\lambda = 457.9$ nm) adjuntos com os efeitos sonoros de voltagem 14, 20 e 40 kHz, respectivamente, causam na espécie *Aedes aegypti*.

2.1 Específicos

- Analisar o desenvolvimento das larvas sob as condições de perturbação luminosa e sonora;
- Observar a eventual mortalidade das larvas;

- Comparar a efetividade da composição LED e som com os efeitos da mortalidade de LED da literatura.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 *Aedes aegypti*

Os mosquitos são pertencentes ao grupo dos artrópodes, família *Culicidae* e ordem *Diptera*, pois caracterizam-se de apêndices corporais, pernas e antenas divididos em segmentos articulados, exoesqueleto (protetor, à prova d'água, fixação para músculos), cutícula articulada e o corpo dividido em três segmentos: cabeça, tórax e abdome (Sória, Almirón e Crocco, 2021).

A espécie é originária da África Tropical, tendo sido introduzida nas Américas durante a colonização e se disseminando nas Américas, na Ásia e parte da Europa (Machi, 2019). Tem hábitos preferencialmente diurnos e comuns em áreas urbanas. Os machos alimentam-se de frutas, enquanto as fêmeas de sangue humano, sobretudo ao amanhecer e ao entardecer (Ministério da Saúde, 2017; Sória, Almirón e Crocco, 2021).

Apresenta dimensões reduzidas em comparação com outros mosquitos, medindo aproximadamente 1 mm, e possui uma forma alongada e fusiforme (Forattini, 1992). Apresenta coloração escura, com marcações brancas nas patas e no corpo. Esta espécie, preferencialmente encontrada em climas tropicais, passa por metamorfose completa em quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto. Os estágios imaturos (ovo, larva e pupa) ocorrem em ambientes aquáticos, enquanto os adultos são terrestres. (FIOCRUZ 2019; Sória, Almirón e Crocco, 2021).

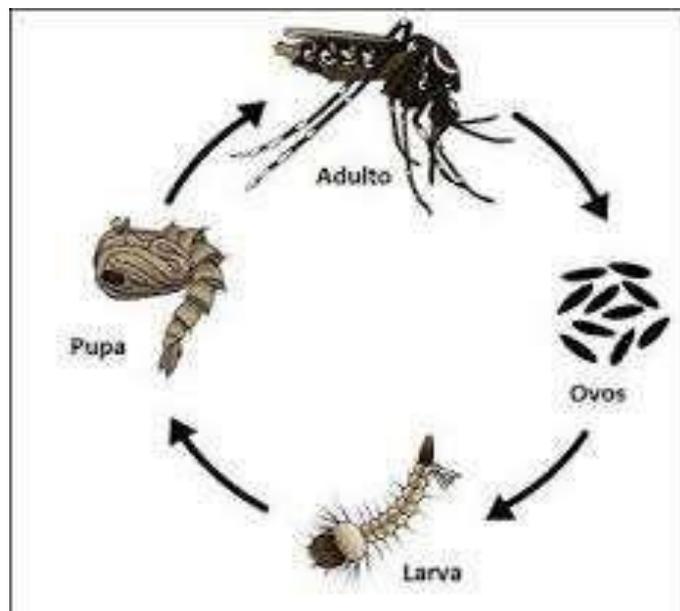
As fêmeas demonstram uma forte preferência por alimentação humana e, após a digestão do sangue, buscam locais ou recipientes propícios para o acúmulo de água, geralmente com baixa presença de matéria orgânica, onde depositam seus ovos nas paredes internas. Os ambientes favoráveis ao desenvolvimento incluem habitats aquáticos estáveis, sejam eles naturais ou artificiais, que contenham águas pluviais ou armazenamento de água para uso doméstico (Santos, 2008).

O sucesso dessa espécie deve-se também pelo fato do ovo do mosquito sobreviver a ambientes inóspitos (Lau; Ross e Hoffmann, 2021). Um ovo leva de 7 a 10 dias para virar um mosquito adulto (FIOCRUZ, 2019) e após a postura dos ovos, o córion (um tecido de duas camadas derivado do mesoderma) endurece, formando uma estrutura proteica insolúvel, densa e altamente melanizada. Essa característica tem a finalidade de proteger o embrião e qualquer larva completamente desenvolvida, fechando-as contra a dessecação (Sousa *et al.*, 2021). Dessa

forma, os ovos podem suportar a dessecação e temperaturas extremas, mantendo-se viáveis por um período que varia de 7 meses a 1 ano (PRODEST, 2019; Sória, Almirón e Crocco, 2021).

Os ovos exibem uma coloração inicialmente esbranquiçada que rapidamente se transforma em preto. São notavelmente brilhantes, possuindo extremidades afiladas, simetria bilateral, e uma superfície achatada oposta à superfície convexa, com comprimento de $581,45 \pm 39,73 \mu\text{m}$ e largura de $175,36 \pm 11,59$ (Mundim-Pombo, 2021) e em condições adequadas de temperatura e umidade, o embrião desenvolve-se em torno de 2 a 3 dias (Sória, Almirón e Crocco, 2021).

Figura 1: Estágios da vida do mosquito *Aedes aegypti*



Fonte: Adaptado de Fiocruz (2019) e CDC (2020).

Um estudo feito por Beserra *et al.* (2006) demonstrou uma taxa de eclosão das larvas entre 61,9% e 78,6% quando a temperatura oscila entre 22 e 30°C. Além disso, observou-se longevidade nas fêmeas, quantidade de ovos depositados e um potencial para até 24 gerações anuais. As larvas da espécie *Ae. Aegypti* se alimentam de microrganismos presentes na água (bactérias, fungos, protozoários e detritos orgânicos de animais e plantas) e suas fases larvais são classificadas em L1, L2, L3 e L4 (FIOCRUZ, 2019; Hossain *et al.*, 2022; Sória, Almirón e Crocco, 2021) com um comprimento de 1/8 de polegada na fase inicial e 1/2 polegada na fase final, as larvas normalmente se desenvolvem para a fase de pupa em um período de 3 a 5 dias.

A distinção entre esta espécie e outras começa a partir da fase larval, sendo possível identificá-la pelas características da cabeça, pescoço, tórax e abdômen (Hossain *et al.*, 2022).

Na cabeça apresenta manchas oculares, antenas e aparelhos bucais, entre estes últimos

destacam-se as escovas orais, importantes para a alimentação (Hossain *et al.*, 2022; Sória, Almirón e Crocco, 2021).

A larva da espécie *Ae. aegypti* se diferencia das larvas de *Anopheles* spp. e *Culex* spp. pela ausência de sifão nas *Anopheles* spp., enquanto o *Ae. aegypti* é caracterizado por um sifão curto e flexível, que se torna rígido e escuro conforme as larvas se elevam. Isso contrasta com as características do *Culex* (FUNASA, 2001; Hossain *et al.*, 2022), além de sifão apresentar 0,79 mm de comprimento e 0,39 mm de largura, sendo o dobro de sua largura (Hossain *et al.*, 2022).

Ao contrário da fase larval, a pupa não se alimenta, sendo sua função primordial conduzir a metamorfose da fase larval para a adulta, utilizando a energia acumulada durante a fase anterior. Esse processo coincide com a transição do ambiente aquático para o terrestre. Além disso, as pupas permanecem na superfície da água devido à sua habilidade de flutuação, e o período dessa fase varia de 2 a 3 dias, a menos que fatores ambientais interfiram (Chico, 2019; Sória, Almirón e Crocco, 2021).

A pupa da fêmea é maior que a do macho, sendo dividida em cefalotórax (trombetas, a trombeta é responsável pela respiração e o abdômen é responsável por seu movimento (Sória, Almirón e Crocco, 2021). A fase adulta é a fase reprodutiva e caracteriza-se por um mosquito escuro com faixas brancas nas bases (Taveira *et al.*, 2001; Chico, 2019; Sória, Almirón e Crocco, 2021), pequenos de corpo delgado e patas longas com o tórax desenhado em forma de lira e as pernas aneladas (Chico, 2019; Sória; Almirón e Crocco, 2021). As antenas têm de 15 a 16 segmentos, e tanto as antenas quanto os palpos são maiores que as das fêmeas, asas estreitas cobertas por escamas.

Depois de emergirem, os mosquitos adultos buscam áreas úmidas e sem corrente de ar para descansar. As fêmeas têm um ciclo de vida mais prolongado, variando de 2 semanas a 1 mês (Chico, 2019; Sória, Almirón e Crocco, 2021), em comparação com o ciclo mais curto dos machos. Após se alimentarem de sangue, as fêmeas depositam aproximadamente de 100 a 300 ovos (Sória, Almirón e Crocco, 2021).

3.2 Importância epidemiológica

A espécie *Ae. aegypti* possui uma ampla distribuição global e é de grande importância devido ao seu papel como vetor de doenças emergentes significativas, tais como dengue, Zika, chikungunya e febre amarela, as quais impõem consideráveis desafios à saúde pública (Lwande *et al.*, 2020).

Por bastante tempo, esse vetor e os vírus associados estavam limitados ao continente africano e ao sudeste da Ásia (Mousson *et al.* 2005, Scholte e Schaffner 2007), mas ao longo dos anos expandiram-se para novos tipos de habitats (Kraemer *et al.*, 2015). Essa expansão foi principalmente impulsionada pela globalização, alterações ambientais e mudanças climáticas (Lwande *et al.*, 2020; Ribeiro *et al.*, 2021).

As temperaturas elevadas ao longo de praticamente todo o ano, característica do clima tropical úmido no Brasil, facilitam a preservação da espécie *Ae. aegypti* na maioria das cidades (Lwande *et al.*, 2020). Mesmo com os esforços para reduzir sua disseminação, controlá-la ainda representa um desafio significativo (Achee *et al.*, 2019).

A Dengue, uma doença febril aguda, é causada pelo vírus do gênero Flavivírus, classificado em quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4 (Quem, 2012). A primeira epidemia de dengue no Estado do Rio de Janeiro ocorreu em 1845, sem a detecção do sorotipo envolvido (Brendolin, 2020). Durante um período de 60 anos, entre 1923 e 1982, o Brasil não registrou casos de dengue (Pedro, 1923). Em 1982, ocorreu um surto de dengue causado pelos vírus DENV-1 e DENV-4 nas cidades de Boa Vista, Roraima, e Amazonas, sendo posteriormente controlado (Barreto e Teixeira, 2008; Souza, Paixão e Oliveira, 2018; Brendolin, 2020).

Em 1986 houve a introdução do vírus DEN-1 (Barreto e Teixeira, 2008; Brendolin, 2020) e DENV-2 em 1990 (Nogueira *et al.*, 1993) no estado do Rio de Janeiro as infecções por dengue assumiram uma dimensão e preocupação nacionais, disseminando-se para outras regiões do país. A DENV-3 foi introduzida no Brasil em 2000, desencadeando uma epidemia grave nos anos de 2001 e 2002 (Nogueira *et al.*, 2001; Barreto e Teixeira, 2008).

As manifestações se dão por meio de gripe, síndrome do choque da dengue (SCD) (Harapan *et al.*, 2020) febre (Harapan *et al.*, 2020) náuseas, vômitos, erupção cutânea, dores e sofrimentos (MS, 2017; Harapan *et al.*, 2020), dor atrás dos olhos, erupção e coceira na pele (BRASIL, 2018).

Há maior índice de óbitos nas populações gestantes do que não-gestantes e isso se dá por riscos de aumento de sangramento vaginal e alterações fisiológicas da gravidez (Brendolin, 2020). Além disso, a infecção pelo DEN na gravidez aumenta o risco de anomalias congênitas neurológicas (Brendolin, 2020; Paixão *et al.*, 2018).

Desde a década de 1990, Pernambuco mantém uma ligação direta com as epidemias causadas pelo vírus da dengue (DENV). Em Pernambuco, a maior parte dos incidentes ocorreu em 2015 (44,0%) e 2016 (24,9%). Este intervalo foi notável devido à epidemia de dengue que

assolou o Brasil, sendo 2015 considerado o ano mais epidêmico do país, com o registro do maior número de casos e hospitalizações já notificadas (Filho *et al.*, 2022).

Um trabalho realizado por Bezerra *et al* (2024) relata que devido às condições climáticas predominantes de semiaridez, a hidrografia da região é limitada em sua abrangência e diversidade, e que em 2019, houve a confirmação de 1.018 casos de Dengue no município de Serra Talhada. Notou-se uma incidência mais significativa em pessoas com idades entre 20 e 39 anos, totalizando 32,02%, equivalente a 326 casos, pois é a faixa etária em que muitas pessoas desempenham atividades externas, como trabalho, escola, o que as torna mais suscetíveis à exposição ao mosquito.

O primeiro caso de Zika ocorreu no Brasil em 2015 em Natal-RN com sintomas parecidos com o da dengue (febre, erupção cutânea, conjuntivite e artralgia), dor e vômito sendo a primeira onda de epidemia do zika (Brendolin, 2020)

A infecção por Zika é causada pelo vírus Zika (VZIK) da família *flaviviridae* do gênero *flavivírus* e as principais doenças causadas é doença infecciosa associada a defeitos congênitos humanos (Musso *et al.*, 2018; Musso; Baud, 2019) como neurotropismo e a microcefalia (Masmajan *et al.*, 2020) disrafia e epilepsia (Carvalho *et al.*, 2020). A gravidade da infecção fetal, transmissão depende da idade gestacional (Coyne e Lazear, 2016; Honorato, 2019; Mattos *et al.*, 2020). Sua via de transmissão é a picada do mosquito fêmea (Chouin-carneiro *et al.*, 2016) ou transmissão do vírus por via sexual (OMS, 2016).

A Chikungunya é uma arbovirose causada pelo vírus Chikungunya (CHIKV), alfavírus da família *Togaviridae* (Alonso-Palomares *et al.*, 2018; Vidal, 2022) e ocorreu no Brasil em 2014 em Oiapoque-Amapá (Puntasseca, King e Labeaud, 2021).

Os sintomas são caracterizados por febre, erupções cutâneas, mialgia e poliartralgia (Kumar *et al.*, 2021; Vidal, 2022), dores musculares e articulares, de cabeça, fadiga, vômito e náuseas (Baxter; Heise, 2018; Paul e Sadanand, 2018; Vidal, 2022), possuindo 3 estágios: estágio agudo (1 a 20 dias), pós-agudo (20 dias a 3 meses) e crônico (mais que 3 meses) (Donalisio, Freitas e Zuben, 2017).

A espécie *Ae. aegypti* também atua como vetor da febre amarela. A doença teve registros no Brasil em 1685, inicialmente em Recife, e no ano seguinte, em 1686, ocorreu um surto em Salvador (Franco, 1969; Tartaglia e Pacca, 2019). Dessa forma começou formas de controle e em 1961 a doença desapareceu por um século, ressurgindo em 1849, atribuída à chegada de um navio americano (Franco, 1969). Com os devidos controles, o Brasil não registra febre amarela urbana desde 1942 (Dive, 2018).

A febre amarela é uma doença febril aguda, de curta duração e gravidade variável, Arbovírus da família Flaviviridae e gênero *Flavivirus* (Tartaglia; Pacca, 2019; Fantini, 2021). Os macacos são os principais hospedeiros, o homem participa do ciclo como hospedeiro acidental (Fantini, 2021). Os sintomas iniciais da febre amarela incluem o início súbito de febre, calafrios, cefaleia, dores nas costas, dores no corpo em geral, náuseas e vômitos, fadiga e fraqueza (Tartaglia e Pacca, 2019; Fantini, 2021) e tem como agravamento da doença icterícia, hemorragia, choque e insuficiência de múltiplos órgãos (Avelino e Ramos, 2017; Carvalho e Soares; 2012). O período de incubação nos seres humanos varia de 3 a 6, podendo chegar até 10 dias (Coura, 2013).

3.3 O som

As antenas do mosquito são divididas em três partes: escapo (segmento em forma de anel), pedicelo (segmento que contém o órgão de Johnston) e flagelo (subdividido em 13 flagelômeros). Nas antenas, estão presentes os cordotonais, sendo que alguns deles possuem proprioceptores e receptores de vibração sensíveis a ondas sonoras. Esses órgãos auditivos, formados por sensilas, convertem a energia das ondas sonoras em sinais elétricos, transmitindo essa energia para os neurônios (Cabrini e Andrade, 2006). Notavelmente, as antenas do mosquito macho são mais desenvolvidas do que as das fêmeas, permitindo-lhes detectar sons de timbre mais alto (Santos, 2023) em torno de 10 metros de distância (Menda *et al.*, 2019)

Os mosquitos possuem um sentido de audição mais apurado entre os invertebrados e qualquer som que esteja em desarmonia da natureza dos mosquitos macho e fêmeas e interfira na escuta de um ao outro, pode interferir no reconhecimento sexual e acasalamento (Gopfert e Robert, 2000)

Alguns estudiosos observaram que os mosquitos podem ser atraídos por meio de determinadas frequências sonoras e armadilhas com a finalidade de capturar esses mosquitos têm sido desenvolvidas para controlar populações (Ikeshoji, 1986). Alguns estudos relataram também efeitos prejudiciais a insetos decorridos do som, podendo interferir no cortejo e na alimentação (Dieng *et al.*, 2018).

Costello e Symes (2014) relataram que o som da estrada interfere a audição de grilos machos, dessa diminuíram seu cantar, reduzindo a capacidade das fêmeas os avaliarem. Por fim, Dieng *et al.* (2018) Observaram que a música eletrônica "Scary Monsters and Nice Spirits", caracterizada por ser barulhenta e apresentar tons constantemente crescentes, influenciou a atividade de forrageamento, a alimentação sanguínea e o sucesso de acasalamento do vetor *Ae.*

aegypti. Dessa forma, a poluição sonora pode agir como um estressor geral (Naguib 2013) e afetar a regulação de genes, processos fisiológicos, sono, medo, atenção e cognição (Kight e Swaddle, 2011).

3.4 A luz

Diversos métodos são utilizados para controlar populações que causam prejuízo ou doenças. O método químico/inseticida, como o uso de organofosforados e piretroides, é o mais comumente empregado na saúde pública (Braga e Valle, 2007), porém causa resistências ao decorrer do uso, e isso tem sido observado em diversas espécies de mosquitos (Kasai *et al.* 2007; Santos *et al.*, 2007).

Com a expansão humana, a lâmpada incandescente foi substituída por lâmpadas fluorescentes e diodos emissores de luz (LED) (Schubert e Kim 2005) e essas luzes atraem cerca de 48% de insetos a mais na região urbana em comparação com a anterior (Pawson e Bader 2014) e não se sabe ao certo como essa abundância de cores interfere na vida animal.

Por exemplo, tem sido usada em métodos de controle de pragas, como armadilhas luminosas e matadores elétricos de insetos (Taniyama; Saino e Hori, 2021), mas o impacto da luz no inseto depende do espectro específico da luz (Hori *et al.* 2014). De acordo com Taniyama, Saino e Hori (2021) o comprimento de onda para *Culex pipiens*, por exemplo, é de 400-500 nm de cor azul, isso porque essa onda durante a fase de ovo aumentou significativamente a mortalidade de ovos e filhotes, concluindo que a luz azul tem um efeito letal em todos os estágios de desenvolvimento de *C. pipiens f. molestus*. Logo, os efeitos da luz nas espécies dependem do comprimento de onda (Hori *et al.*, 2014; Taniyama, Saino, e Hori, 2021), estágios de desenvolvimento e a espécie tratada (Taniyama, Saino, e Hori, 2021).

Um estudo feito por Nakashima, Ohta e Lobo. (2017) relatou que as espécies geraram outras reativas de oxigênio (ROS) devido a luz artificial, e o acúmulo de erro na célula levaria até mesmo danos no DNA e RNA levando a morte celular. Por isso, é necessário integrar o estresse de som adjunto com luz para observar o desenvolvimento em espécies.

Dessa forma, a luz artificial está sendo estudada como forma de influenciar comportamento, fisiologia e psicologia de animais a insetos (Kehinde *et al.* 2019; Taniyama; Saino e Hori, 2021), isso porque a luz artificial é parcialmente considerada poluente devido à sua interrupção nas atividades de alguns animais noturnos como os mosquitos (Kehinde *et al.* 2019). A luz azul (400 – 500 nm), branca (420 – 730 nm) que engloba todas as cores, apresentando uma maior proporção de luz azul (500 – 580 nm) (Lazzarini *et al.*, 2017) foram usadas com o propósito de observar a mortalidade das larva.

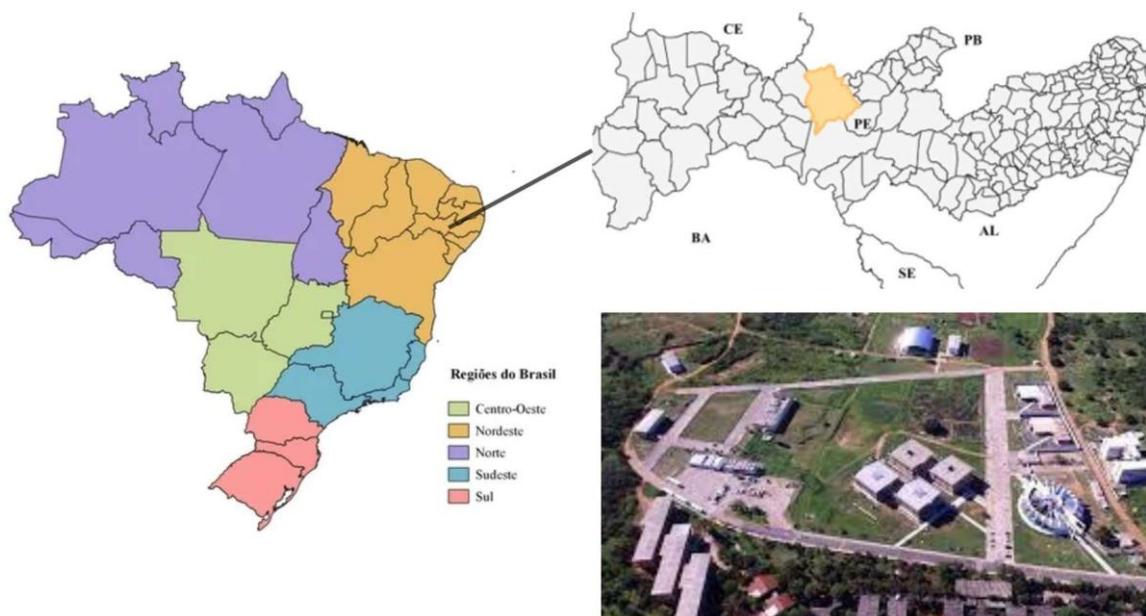
4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido e desenvolvido na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, na Unidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), localizada no Município de Serra Talhada – PE (Figura 2), localizada nas coordenadas 07°57'24”S e 038°17'47”W, com altitude aproximada de 515 m.

O município está situado no domínio morfoclimático da Caatinga e de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen (1918), o domínio está submetido ao clima semiárido quente. O experimento foi realizado no laboratório de Microscopia da UAST/UFRPE.

Figura 2. Mapa do Brasil, do Estado de Pernambuco, com destaque para o Município de Serra Talhada-PE e da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAST.



Fonte: Adaptado de Google maps.

4.2 Amostragem e desenho experimental

Os ovos de populações naturais de *Ae. aegypti* foram adquiridos por meio da instalação de ovitrampas que são compostas por um recipiente plástico de cor preta, que contém uma infusão de feno e uma palheta de madeira fixada internamente, na qual fêmeas de *Ae. aegypti* grávidas depositam seus ovos (Fay e Eliason 1966). Elas passaram sete dias no domicílio das residências de voluntários em Serra Talhada – PE. Em seguida, as larvas foram colocadas para

eclodir em uma solução de água dechlorada e água fenada a 1%. Após essa etapa, as larvas foram distribuídas em números equivalentes ($n=210$) em aquários espelhados, medindo 20 x 15 x 12, contendo 500 ml de água dechlorada. Foram realizadas três repetições para cada comprimento de onda. Acima de cada aquário havia uma lâmpada de LED composta por 20 diodos, composto por cores azul, branco, verde e o Controle Negativo (NC), ou seja, sem luz (Figura 3).

Além disso, dentro dos aquários, adicionou-se cristais piezoelétricos protegidos em saco plástico para emissão de onda sonora. As lâmpadas e os equipamentos de radiofrequência ficaram com ciclos de 24 horas ligado e 2 horas desligado apenas no horário das contagens. Foram testadas três frequências sonoras aplicadas nas bandejas contendo larvas da espécie *Ae. aegypti* com a aplicação da frequência não audível de 14 kHz e frequências audíveis para os seres humanos de 20 kHz e 40 kHz.

As combinações foram: luz branca combinada com a frequência de 14 kHz; luz verde com 20 kHz; luz azul com 40 kHz e o tratamento controle, cada um com três repetições. Neste estudo, o fluido não foi o ar, mas sim a água, ambiente onde as larvas de mosquitos se desenvolvem. Para geração das frequências sonoras utilizadas nos experimentos, utilizou-se aparelhos com circuito eletrônico capaz de produzir sinais sonoros de 10 a 200 kHz (Figura 3).

Figura 3. Montagem dos aquários, lâmpadas e aparelhos sonoros no laboratório de microscopia, 2023.



Fonte: Acervo do autor, 2024.

4.3 Procedimentos

Foram realizadas contagem por 10 dias consecutivos em cada unidade experimental, sendo realizada três repetições de cada tratamento (30 dias). Ao chegar à fase da pupa, as

mesmas eram descartadas, sendo jogadas em terra seca, a contagem das larvas continuava até elas morrerem por conta do tratamento ou virarem pupa.

A contagem foi realizada com pipeta, onde as larvas eram sugadas e postas em uma placa de petri, realizando a contagem uma a uma com a ajuda de microscópio com o objetivo de melhor observação das larvas. Após a contagem, as larvas que se mantiveram vivas ou não virassem pupa eram colocadas novamente no aquário para a contagem no dia posterior. Ressalta-se que a contagem foi feita somente com as larvas mortas, sendo descartada as pupas. (Figura 4)

Figura 4. Experimentos com seus respectivos tratamentos no laboratório de microscopia em 2023.



Fonte: Acervo do autor, 2024.

4.4 Análise de dados

Foi gerado um Modelo Linear Misto (LMM), que considera a estrutura hierárquica dos dados, com observações repetidas ao longo do tempo em cada unidade experimental. Foram

analisados os efeitos dos diferentes tratamentos na sobrevivência de larvas ao longo do tempo, levando em consideração tanto os efeitos fixos dos tratamentos quanto os efeitos aleatórios dos dias dentro de cada aquário. Especificamente, a variável dependente foi o número de larvas vivas, enquanto os tratamentos foram incluídos como fatores fixos no modelo. Além disso, o dia foi tratado como um fator aleatório para capturar a variabilidade entre os diferentes dias de observação em cada aquário.

Para a análise dos dados coletados durante o experimento, utilizou-se o pacote R "lme4" do software estatístico R (R Development Core Team, 2022). Para avaliar a significância estatística dos efeitos dos tratamentos, utilizou-se o teste F para efeitos fixos. Além disso, para estimar intervalos de confiança para os parâmetros do modelo, utilizou-se a reamostragem *bootstrap*.

Após ajustar o modelo aos dados, realizaram-se comparações *post hoc* entre os tratamentos para investigar diferenças significativas ($p < 0,05$). Para controlar o erro do tipo I nessas comparações múltiplas, utilizou-se o ajuste de Bonferroni.

Os resultados da análise foram interpretados considerando-se a significância estatística dos efeitos dos tratamentos, bem como as estimativas dos parâmetros do modelo. Essas interpretações foram apresentadas de forma clara e concisa, destacando as principais conclusões da análise estatística e sua relevância para os objetivos do estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

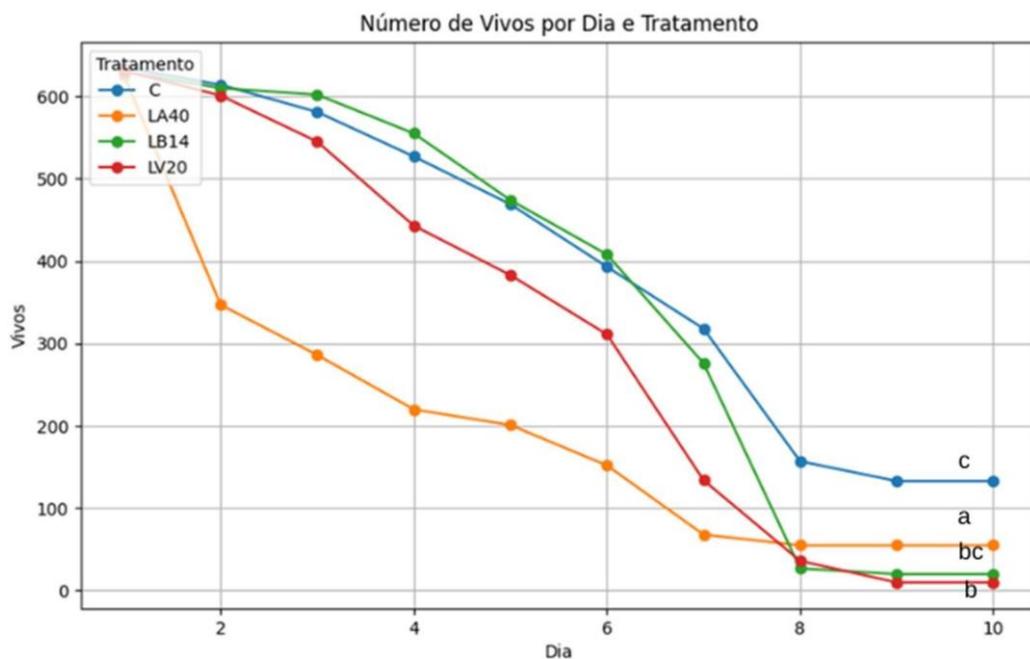
O gráfico (Figura 5) é uma média diária das três repetições realizadas nos tratamentos. Ao analisar a taxa de mortalidade das larvas nas unidades experimentais, notou-se que no experimento todas as unidades experimentais obtiveram uma redução no número de larvas vivas ao longo do tempo, além das que realizaram uma transição para a fase de pupa. As combinações de luz e som parecem influenciar a taxa de diminuição das larvas, com algumas combinações resultantes em quedas mais acentuadas que outras, o controle (C) parece ter uma taxa de diminuição mais lenta em comparação com os outros tratamentos.

Cada unidade experimental mostrou uma dinâmica diferente na diminuição do número de larvas vivas ao longo do tempo, com algumas variações na taxa e na magnitude da redução. O valor do R^2 condicional obteve o valor de 0,8307, enfatizando que o modelo linear misto explicou 83% da variância dos dados. O total de larvas que viraram pupa ao final do experimento foram: controle $n=109$ (51,7%), tratamento LA $n=20$ (9,5%), tratamento LB $n=86$

(40,8%) e tratamento LV n=62 (2,5%). Isso reforça a diferença entre a resposta dos tratamentos LA e LV, respectivamente.

Ao comparar as taxas de mortalidade das larvas (Figura 5), utilizou-se letras iguais quando houve igualdade estatística para demonstrar os resultados obtidos pelo teste *Post Hoc*. Esse resultado corrobora o teste anteriormente descrito, em que o controle e o tratamento LB, e LB com LV, não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$). O tratamento LA não obteve semelhança com os demais ($p<0,05$), pois houve queda brusca na mortalidade das larvas ao decorrer dos dias.

Figura 5. Gráfico de análise de larvas vivas ao decorrer dos dias de acordo com os tratamentos: C: tratamento controle; LA40: LED azul com vibração 40 kHz, LB14: LED branca com vibração 14 kHz e LV20: LED verde com vibração 20 kHz. Letras iguais sobre as curvas indicam igualdade estatística utilizando o teste post hoc XXXXX ($p<0,05$).



Fonte: Acervo do autor, 2024.

No estudo, investigou-se o impacto do estresse de luz de LED com vibração sonora nas larvas de *Ae. aegypti*. Em resumo, os resultados indicam reduções estatisticamente significativas, dependendo das variâncias utilizadas. Especificamente, as condições de luz azul +40 kHz e luz verde + 20 kHz, demonstraram os melhores resultados. Nossos achados revelam dados encorajadores para o controle utilizando esses estresses, apontando para possíveis melhorias nos estudos e estratégias de controle, com a perspectiva de redução da dependência de agrotóxicos.

Todos os tratamentos permaneceram com os fatores de estresse sempre ligados, apenas desligados para as contagens das larvas (2 horas). Sabe-se que o ciclo circadiano é controlado por diversos genes (Meireles-Filho e Kyriacou, 2013). Pesquisas anteriores evidenciaram que modificações nesse ciclo podem influenciar o comportamento e a fisiologia de diversos organismos, como demonstrado nos estudos conduzidos por Gomes, Sciavico e Eiras (2006) e Iseki, Negrão e Castrucci (2010).

Em um estudo conduzido por Paiva *et al.* (2023) sobre o desenvolvimento do *Ae. aegypti* sob a influência da radiação de luz em diferentes comprimentos de onda, foram obtidas respostas semelhantes em relação às cores de luz que mais impactaram a natalidade das larvas. Entre as cores avaliadas, azul e branca demonstraram maior eficácia. Foram dois experimentos, o primeiro 10:10, ou seja, 10 minutos as lâmpadas ligadas e 10 minutos desligadas por 24 horas e o segundo da mesma forma, porém com contagem 2:2, assim sendo realizado três repetições, cada uma aproximadamente por 7 dias.

Os resultados do presente trabalho coincidem com as repetições 2:2. As diferenças entre a exposição das luzes nas larvas, mesmo sendo diferente, obteve o mesmo resultado. De acordo com Tanyama, Saito e Hori (2021), a luz visível de comprimento de onda curto, especificamente a luz azul (400–500 nm), demonstra ter efeitos letais em diversas espécies de insetos. Dessa forma, nos dois trabalhos, a luz azul conseguiu se destacar. A luz verde ($\lambda = 517.41$ nm) mesmo longe desses parâmetros, foi também uma das melhores respostas.

Diferente dos resultados obtidos, o trabalho de Zuharah, Hui e Fadzly (2021) comparando a luz incandescente e a LED não mostra resultados eficazes na mortalidade das larvas em nenhuma faixa, exceto no desenvolvimento do estágio adulto sob exposição à luz incandescente. Sob a luz incandescente durante a exposição de 6L:18D (proporção de claro e escuro) os períodos de desenvolvimento para cada instar de *Ae. aegypti* foram identificados como mais curtos em comparação com outras durações de exposição à luz. No trabalho não cita as ondas das luzes, levando a pensar que possivelmente esses números possam ser mais altos que o ideal.

Abaixo (Tabela 1) é possível observar as estimativas de parâmetros de efeitos fixos, onde não se observou diferença estatística significativa ($p < 0,001$) apenas entre os tratamentos LB14 e C. O modelo de referência utilizado para estimar os valores de larvas vivas é definido pela equação: $\text{Vivo} = 106,3 - 63,2(\text{LA40eC}) - 11,3(\text{LB14eC}) - 28,5(\text{LV20eC})$. Ao analisar o modelo, observa-se que o maior número de larvas vivas é observado no tratamento controle; o número diminui no contexto do uso da luz branca (diminuição de 11,3 unidades); a diminuição

é maior quando utilizada a luz verde (28,5 unidades) e o menor valor observado é alcançado na utilização da luz azul, com a redução de 63,2 unidades.

Tabela 1: Estimativas de parâmetros de efeitos fixos, valores em negritos indicando diferença estatística entre os tratamentos.

Efeito	Estimativa	Intercepto	95% intervalo de confiança		df	t	p
			Inferior	Superior			
(Intercepto)	106,3	22,66	61,8	150,65	9,00	4,69	0,001
LA40 - C	-63,2	8,73	-80,3	-46,08	107,00	7,24	<,001
LB14 - C	-11,3	8,73	-28,4	5,85	107,00	1,29	0,200
LV20 - C	-28,5	8,73	-45,6	-11,42	107,00	3,27	0,001

Fonte: Acervo do autor, 2024.

A tecnologia acústica tem sido empregada por muitos anos em pesquisas sobre a comunicação de insetos, bem como no monitoramento dos níveis populacionais de insetos que emitem sons, suas distribuições geográficas e a diversidade de espécies. As combinações que obtiveram êxito foram as combinações mais altas: 40kHz e 20kHz. Sabe-se que os machos conseguem detectar fêmeas da mesma espécie por meio dos tons do seu voo pelas ondas das batidas das asas, de forma que a antena feminina ressoa a uma frequência de cerca de 230 Hz, enquanto a do macho ressoa em torno de 380 Hz (Göpfert e Briedel, 1999).

Dado que as fêmeas dos mosquitos emitem um som de amplitude relativamente baixa (Mankin, 1994), é necessário que o sistema auditivo masculino seja altamente sensível. Dessa forma, a luz com combinação 14 kHz possivelmente não atingiu a espécie a ponto de aumentar sua mortalidade.

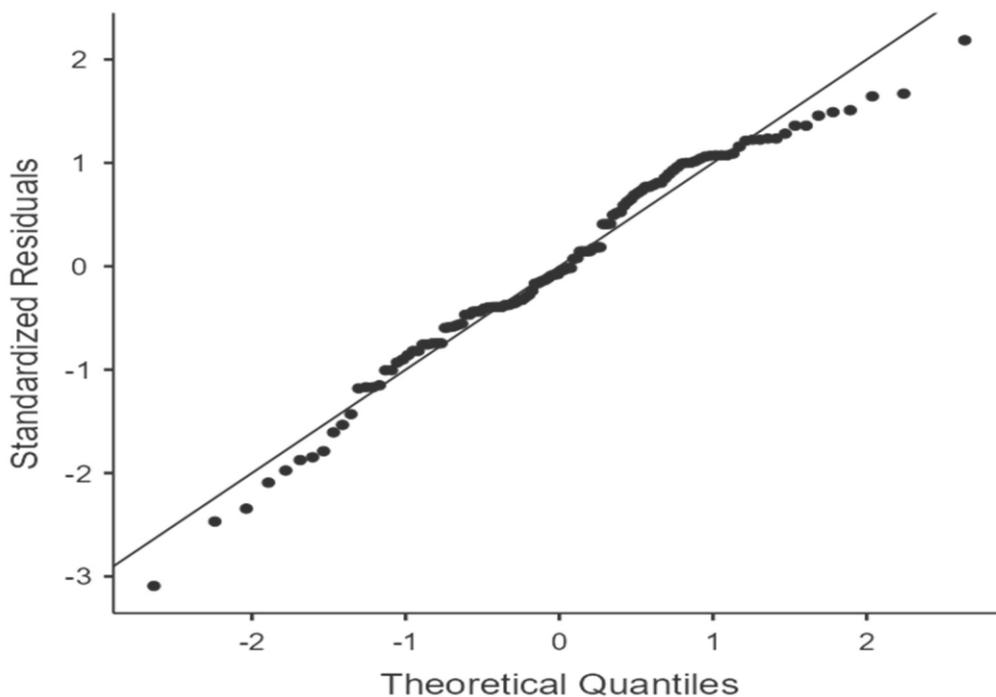
Pais, Laidlaw, Abram (2022) examinaram se vibrações não específicas transmitidas pelo substrato ou pelo ar (ruído branco) 30 Hz a 20 kHz provocam diminuições no número de pulgões de três espécies em plantas individuais, por meio de testes de curto prazo em laboratório (24 horas). As vibrações transmitidas pelo substrato, propagadas pela planta hospedeira,

resultaram em uma redução significativa no número total de todas as três espécies (45 a 62%), ao passo que as vibrações transmitidas pelo ar por meio de alto-falantes não apresentaram efeito detectável.

Ao invés dos equipamentos utilizados para a vibração sonora serem emitidos suas ondas no ar, os mesmos foram postos diretamente na água onde encontrava-se as larvas, de acordo com os dados obtidos por Pais, Laidlaw, Abram (2022), isso pode ter intensificado a mortalidade das larvas, levando ao resultado atual.

Não se sabe se a luz de LED ou a vibração sonora que causaram os efeitos mostrados no presente trabalho ou se os resultados dependeram da mesclagem de ambos, dessa forma, necessita-se de trabalhos futuros que detalham especificamente cada aspecto.

Figura 6. Gráfico Q-Q. A linearidade dos pontos sugere que os dados são normalmente distribuídos



Fonte: Acervo do autor, 2024.

O gráfico Q-Q Plot (Figura 6) avalia se um conjunto de dados segue ou não uma distribuição teórica específica, como a distribuição normal compara os dados. A linearidade dos pontos sugere que os dados são normalmente distribuídos.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou alterações na mortalidade das larvas que se encontravam no controle LA e LV, proporcionando resultados significativos. Não se sabe ao certo se a junção da LED com a vibração sonora causaram os resultados atuais, ou se os resultados independem da junção dos mesmos, necessitando-se de trabalhos futuros que esclareçam.

Os ensaios realizados em ambiente laboratorial proporcionaram resultados encorajadores no âmbito da identificação acústica e fotodinâmica. Dessa forma, a pesquisa marca um avanço substancial na procura por abordagens inovadoras no combate à espécie *Ae. aegypti*, um dos principais transmissores de arboviroses, como dengue, zika e chikungunya. Essas doenças constituem uma ameaça significativa à saúde pública, especialmente em regiões endêmicas, como é o caso do Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD-FRANCH, F.; ZAMORA-PEREA, E.; LUZ, S. L.B. **Inseticida disseminado por mosquitos para controle de vetores em toda a cidade e seu potencial para bloquear epidemias de arbovírus: observações entomológicas e resultados de modelagem da Amazônia brasileira.** PLoS Med. p. 14, 2017.
- ACHEE, N. L. Estratégias alternativas para controle de arbovírus transmitidos por mosquitos **PLoS Negl Trop. Dis.** vol.13, 2019.
- ALONSO-PALOMARES, M.; GARCÍA, M. G.; LANZ- MENDONZA, H.; SALAZAR, M. I. **Molecular Basis for Arbovirus Transmission by Aedes aegypti Mosquitoes** v. 61, 2018.
- AVELINO-SILVA,, V. L.; RAMOS, J. F. Arboviroses e políticas públicas no Brasil. **Rev Ciênc Saúde** v. 7, p.1-2, 2017.
- BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. **Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa.** Estudos Avançados, [S.L.], v. 22, n. 64, p. 53-72, dez. 2008.
- BRANDO, T.; BARTONS, M. E. H.; CORI, J. S.; ANNA, M. A.; MARCUS A. L.; VICENT, P. **KlinkTesting theAC/DChypothesis: rock and roll is noise pollution and weakens a trophic cascade.** **Ecology And Evolution.** v. 8, n. 15, p. 7649-7656, 10 jul. 2018.
- BAXTER, V. K.; HEISE, M.T. M. **Controle genético da patogênese do alfavírus: Genoma de mamífero** jornal oficial da Sociedade Internacional do Genoma de Mamíferos, v. 29, p. 7–8, 2018.
- BESERRA, E. B; JÚNIOR, F. B. C.; SANTOS, J. W.; SANTOS, T. S.; FERNANDES, C. R. M. **Biologia e exigências térmicas de Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba.** **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 853-860, 2006.
- BEZERRA, R. S. S.; SILVA, A. E. S.; BEZERRA, Y. B. S.; MUNIZ, J. T. **Análise do perfil epidemiológico da dengue no Estado de Pernambuco na cidade de Serra Talhada.** **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 6, n. S1, p. S14-S14, 2024.
- BRAGA, I. A.; VALLE, D. **Aedes aegypti: inseticidas, mecanismos de ação e resistência.** **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 16, p. 279-293, 2007.
- BRASIL - Secretaria de Vigilância em Saúde – Boletim Epidemiológico, 2018.
- BRENDOLIN, M. O. **Infecção por dengue, zika e chikungunya na gestação em uma maternidade de referência no município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado.2020
- CABRINI, I.; ANDRADE, C. F. S. **Aspectos comportamentais de mosquitos em relação aosom: uma breve revisão.** 2006.

CARVALHO, M. D. C. G.; XIMENES, R. A. A.; MONTARROYOS, U. R.; SILVA, P. F. S.; ANDRADE-VALENÇA, L. P. A.; EICKMANN, S. H.; RAMOS, R. C.; ROCHA, M. Â. W.; ARAUJO, T. V. B.; ALBUQUERQUE, M. F. P. M. de. **Epilepsia precoce em crianças com microcefalia relacionada ao Zika em uma coorte em Recife, Brasil**: características, achados eletroencefalográficos e resposta ao tratamento. v. 61, p. 509 - 518, 2020.

CARVALHO, S. H.; SOARES JUNIOR, J. **Febre amarela**; Minas Gerais, 2012. 67 p. Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/4627.pdf>.

CDC. Guillain-Barré Syndrome - CDC. **Centers for Disease Control and Prevention**. 2020. Disponível em: . Acesso em: 23 fev 2024.

CHICO A. P. **Ciclo de vida do Aedes aegypti e manifestações clínicas da dengue**. 2019

CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; YEBAKIMA, A.; GIROD, R.; GOIDIN, D.; DUPONT-ROUZEYROL, M.; LOURENÇO-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A. B. Differential Susceptibilities of Aedes aegypti and Aedes albopictus from the Americas to Zika Virus. **Neglected Tropical Diseases**, United States, v. 10, n. 3, 2016.

COSTELLO, R. A.; SYMES, L. B. Efeitos do ruído antrópico no comportamento de sinalização de machos e fonotaxis de fêmeas em grilos *Oecanthus Anima*. **Comporte-se**. p.95, 2014.

COURA, J. R. Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**;v. 2 p. 1788- 1798, 2013.

COYNE, CB; LAZEAR, HM. Vírus Zika – Reacendendo a TOCHA. **Nat. Rev.** V. 14, P. 707–715, 2016

DIENG, H.; SATHO, T.; ARZEMI, N. A. B.; ALIASAN, N. E.; ABANG, F.; WYDIAMALA, E.; MIAKE, F.; ZUHARAH, W. F.; KASSIM, N. F. A.; VARGAS, R. E. M. **Exposure of a diurnal mosquito vector to floral mimics**: foraging responses, feeding patterns, and significance for sugar bait technology. p.185, 2018.

DIVE. **Febre amarela**: Área com recomendação de vacina. Florianópolis, 2018. Disponível em: http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/publicacoes/dive_areas_com_recomendacoes_de_vacinas.pdf. Acesso em 12, jan. 2024.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. **Rev Saude Publica**, 2017.

FANTINI, D. C.; ALVES, V.; PASTOR, M. V. A.; GERALDO, A.; BUENO, E. C. Perfil epidemiológico da febre amarela da região Sul do Brasil, de 2007 a 2019. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 891-907, 2021.

FAY, R. W.; ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as a surveillance method for Aedes aegypti. **Mosquito News** 26: 531–535, 1966.

FIOCRUZ. Como é o ciclo de vida do mosquito “Aedes aegypti”? Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/pergunta/como-e-o-ciclo-de-vida-do-mosquito-aedes-aegypti>>. 2019. Acesso em: 8 jan. 2024.

FILHO, C. A. L.; LIMA, A. E. S.; ARCANJO, R. M. B.; SILVA, D. L.; JESUS, G. F.; ALBUQUERQUE, A. O. B. C.; SILVA, A. P. R.; SILVA, M. V. B. Perfil epidemiológico dos casos de dengue no estado de Pernambuco, Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v.11, n. 2, pág. e36711225891-e36711225891, 2022.

FORATTINI, O. P. Ecologia, Epidemiologia e Sociedade. São Paulo: **Artes Médicas-Universidade de São Paulo**, p.529, 1992.

FRANCO, O. A erradicação do " Aedes aegypti. Franco, O. História da febre amarela no Brasil. Rio de Janeiro, **Ministério da Saúde Departamento Nacional de Endemias Rurais**, p. 135-56, 1969.

FUNASA. Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas. - 3. ed., rev. - Brasília: **Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde**. p. 84 , 2001.

GOMES, A. S., SCIAVICO, C. J. S.; EIRAS, A. E. Periodicidade de oviposição de fêmeas de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) em laboratório e campo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39(4), p. 327-332, 2006.

GOPFERT, M. C.; BRIEDGEL, D. R. Audição de mosquitos: vibrações antenais induzidas por som em machos e fêmeas de Aedes aegypti. **Journal of Experimental Biology**, pp.202, 1999.

GOPFERT, M. C. ROBERT, D. Sensibilidade acústica de faixa nanométrica em mosquitos machos e fêmeas Processo. **Revista Soc.** Londres. v. 267, p. 453-457, 2000.

HARAPAN, H.; MICHIE, A.; SASMONO, R. T.; IMRIE, A **Dengue: a minireview**. Viruses, [S.L.], v. 12, n. 8, p. 829, 30 jul. 2020.

HONORATO, E. M. **Achados ultrassonográficos e crescimento dos fetos de gestantes infectadas pelo vírus zika com e sem microcefalia fetal**, 2019.

HOSSAIN, M.; HAIHAN, R.; HOSSAIN, M. S.; SYEED, M .M.; RASHID, H.; REZA, M. S. Aedes larva detection using ensemble learning to prevent dengue endemic. **Bio Med Informatics** ,v. 2, n. 3, p. 405-423, 2022.

IKESHOJI, T. Distribution of the mosquitoes, Culex tritaeniorhynchus, in relation to disposition of sound traps in a passy field. **Japanese Journal of Sanitary Zoology**, v. 37, n. 2, p. 153-159, 1986.

ISEKI, K. K., NEGRÃO, J. A.; CASTRUCCI, A. M. L. Efeito da temperatura e da fotofase nos níveis plasmáticos de melatonina em Pacus maduros e em repouso reprodutivo. Ensaio e Ciências: **Ciências Biológicas, Agrárias e Saúde**, v. 13, p.19-32, 2010.

KASAI, S.; SHONO, T.; KOMAGATA, O.; TSUDA, Y.; KOBAYASHI, M.; MOTOKI, M.; KASHIMA, I.; TANIKAWA, T.; YOSHIDA, M.; TANAKA, I. Insecticide Resistance in Potential Vector Mosquitoes for West Nile Virus in Japan. **Journal Of Medical Entomology**, v. 44, n. 5, p. 822-829, 1 set. 2007.

KEHINDE, F. O.; DEDEKE, G.; RASAQ, R.; ISIBOR, P. O. The potential of light spectra as control measure of mosquito, the vector of Plasmodium. IOP Conf. Series: **Earth and Environmental Science** v. 26, n. 2 338-347, 2019.

KIGHT, C. R.; SWADDLE, J. P. How and why environmental noise impacts animals: an integrative, mechanistic review. **Ecology letters**, v.14(10), p.1052-1061, 2011.

KUMAR, R.. DEDEKE, G. A.; RASAQ, I. B.; ISIBOR, P. O. **The Potential of visible light spectra as control measure of Mosquito, the vector of Plasmodium** v. 44, p. 102168, 2021.

LAU, M. J.; ROSS, P. A.; HOFFMANN, A. A. Infertility and fecundity loss of Wolbachia-infected *Aedes aegypti* hatched from quiescent eggs is expected to alter invasion dynamics. **Neglected tropical diseases**, v. 15, n. 2, p. e0009179, 2021.

LAZZARINI, L E. S.; PACHECO, F. V.; SILVA, S. T.; COELHO, A. D.; MEDEIROS, A. P. R.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, J. D. R. Uso de diodos emissores de luz (led) na fisiologia de plantas cultivadas—revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017.

LEE, J. H. VELMURUGAN, P.; JUNGHEE, P. J. P., MURUGAN, K.; LOVANH, N.; YOOLJIN, P. Y. P. BYUNGTAEK, P. V. BENELLI, G. Um novo método de engenharia fotobiológica para a fabricação de nanopartículas de prata mediada por *Salvia miltiorrhiza* usando fontes de luz LED e sua eficácia contra larvas do mosquito *Aedes aegypti* e patógenos microbianos. **Patologia Fisiológica e Molecular de Plantas**, v. 101, p. 178-186, 2018.

LIMA, L. P.; SILVA, E. M.; SOUZA, A. S. B. *Aedes aegypti* e doenças relacionadas: Uma revisão histórica e biológica / *Aedes aegypti* and related diseases: A historical and biological review. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3429–3448, 2021.

LIMA, L. P.; SILVA, E. M.; SOUZA, A. S. B. *Aedes aegypti* e doenças relacionadas: Uma revisão histórica e biológica. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n.3, p. 3429-3448, 2021.

LWANDE, O. W.; OBANDA, V.; LINDSTROM, A .; AHLM, C.; EVANDRO, M.; NASLUDE, J. BUCHT, G. Globe-trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 20, n. 2, p. 71-81, 2020.

MACHI, A. R. **Efeitos da radiação ionizante nas fases do ciclo evolutivo de *Aedes aegypti* L. visando o seu controle através da técnica do inseto estéril.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2019.

HORI, M.; SHIBUYA, K.; SATO, M.; SAITO, Y.. Efeitos letais da luz visível de comprimento de onda curto em insetos. **Relatórios Científicos** p.4:7383, 2014.

MANKIN, R. W. Acoustical detection of *Aedes taeniorhynchus* swarms and emergence exoduses in remote salt marshes. *Journal of the American Mosquito Control Association-Mosquito News*, v. 10, n. 2, p. 302-308, 1994.

MASMEJAN, S. Zika Virus. **Pathogens**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 898, 28 out. 2020.

MATTOS, A. G. L.; HOLANDA, S. C.; SOUZA, A. S. R.; SOUZA, A. I.; HONORATO, E.; FIGUEROA, J. N.; SCHETTINI, J.; SANTOS NETO, O. G.; FAQUINI, S. L. L. **Alterações ultrassonográficas diagnosticadas intraútero durante a epidemia do Zika vírus no Nordeste do Brasil**. 2020.

MCMAHON, T. A.; ROHR, J. R.; BERNAL, X. E. A poluição luminosa e sonora interagem para interromper as interações interespecíficas. **Ecologia**, 98, P. 1290 – 1299, 2017.

MEIRELES-FILHO, A. C. A.; KYRIACOU C. Circadian rhythms in insect disease vectors. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.108(1), p. 48-58, 2013.

MENDA, G.; NITZANY, E. I.; SHAMBLE, S. P; WELLS, A.; HARRINGTON, L. C.; MILES, R. N.; HOY, R. R. The Long and Short of Hearing in the Mosquito *Aedes aegypti*. **Current biology: CB**, v. 29, n. 4, p. 709- 714.e 4, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: Chikungunya: Manejo Clínico/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti>>. Acesso em: 5 jan. 2024.

MOREIRA, R. P.; FONSECA, J. R. H. Poluição sonora e direito ao sossego. **Revista da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Uberlândia**, v. 48, n. 1, p. 366-391, 2020.

MOUSSON, L.; DAUGA, C.; GARRIGUES, T.; SCHAFFNER, F.; VAZEILLE, M.; FAILLOUX, A. B. Phylogeography of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.) and *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae) based on mitochondrial DNA variations. **Genet Res**; v.86, p.1–11, 2005.

MUNDIM-POMBO, A. P. M. *Aedes aegypti*: morfologia dos ovos e desenvolvimento embrionário. **Parasitas & Vetore** , v. 14, n. 1, pág. 1-12, 2021.

MUSSO, D.; BOSSIN, H.; MALLET, H. P.; BESNARD, M.; BROULT, J.; BAUDOUIN, L.;

LEVI, J. E.; SABINO, E. C.; GHAWCHE, F.; LANTERI, M. C. **Zika virus in French Polynesia 2013–14: anatomy of a completed outbreak**. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 18 , p. 172-182, 2018

MUSSO, D. K. A.; BAUD, D. Infecção pelo vírus Zika – após a pandemia. **N Engl J Med**, v. 381: p.1444-1457, 2019.

MUSSO, D. K. A.; BAUD, D. Infecção pelo vírus Zika – após a pandemia. **N Engl J Med**, v. 381: p.1444-1457, 2019.

NAGUIB, M. Living in a noisy world: indirect effects of noise on animal communication. **Behaviour**, v.150. n, 9-10, p. 1069-1084, 2013.

NAKASHIMA, Y.; OHTA, S.; LOBO, A. M. **Blue light-induced oxidative stress in live skin** .v. 108, p. 300-310, 2017.

NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; FILIPPIS, A. M. B.; PEREIRA, M. A. S.; SCHATZMAYR, H. G. Dengue vírus tipo 3 no Rio de Janeiro, Brasil. **Memória Inst Oswaldo Cruz**. v. 96, n.7, p.925–6, 2001.

NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LAMPE, E., SOUZA, R. W.; ZAGNE, S.M. O. SCHATZMAYR, H. G. Dengue epidemic in the state of Rio de Janeiro, Brazil, 1990–1:co-circulation of dengue 1 and dengue 2 serotypes . **Epidemiol Infectar**. v. 111 n.1, p.163–70. 1993.

OLIVEIRA, C. S.; VASCONCELOS, P. F. C. **Microcefalia e vírus zika**, 2019. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0021-75572016000200103&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 04 de Jan de 2024.

OMS. Pregnancy management in the context of Zika virus, 2016. Disponível em: <http://www.who.int/csr/resources/publications/zika/pregnancy-management/en/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

PAIS, J. P.; LAIDLAW, R.; ABRAM, P. K. Efeitos disruptivos de vibrações não específicas transmitidas pelo ar e pelo substrato em pulgões. **Journal of Pest Science**, v. 2, pág. 949-958, 2022.

PAIVA, W. V.; JÚNIOR, S. S. L. P.; GAIÃO, E. N.; JÚNIOR, P. P. G. Development of *Aedes aegypti* L. under the action of light radiation at different wavelengths. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 45, p. e63334-e63334, 2023.

PAIXÃO, E.S.; TEIXEIRA, M. G.; COSTA, M. C. N; BARRETO, M. L.; RODRIGUES, L. C. Symptomatic Dengue during Pregnancy and Congenital Neurologic Malformations. **Emerging Infectious Diseases**. v.24, n. 9, p.1748-1750, 2018.

PAUL, B. J.; SADANAND, S. Infecção por Chikungunya: uma epidemia reemergente . **Reumatologia e terapia**, v. 5 p. 2, 2018.

PAWSON, S. M.; BADER, M. K. F. LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. **Ecological Applications**, v. 24, n. 7, p. 1561-1568,2014.

PEDRO, A. O. Dengue em Nicteroy. **Brasil-Médico**, v. 1, p. 173-177, 1923.

PRODEST. *Aedes Aegypti* - Mitos e Verdades - *Aedes Aegypti*. Disponível em: Acesso em:20. dez. 2023.

- PRODEST. Conheça o ciclo do mosquito *Aedes aegypti* e saiba como combatê-lo. Disponível em: <<https://mosquito.saude.es.gov.br/Not%C3%ADcia/conheca-o-ciclo-do-mosquito-aedes-aegypti-e-saiba-como-combate-lo>>. 2019. Acesso em: 8 jan. 2024.
- PUNTASSECA, C. J.; KING, C.H.; LABEAUD, A. D. Measuring the global burden of Chikungunya and Zika viruses: A systematic review. Vol. 15, PLoS Neglected Tropical Diseases. **Public Library of Science**; 2021.
- QUEM. Estratégia Global para Prevenção e Controle da Dengue, 2012–2020.; **Imprensa da OMS**: Genebra, Suíça, 2012.
- RIBEIRO, M. S.; FERREIRA, D. F.; AZEVEDO, R. C.; SANTOS, G. B. G.; MEDRONHO, R. A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de saúde pública**, v. 37, 2021.
- SANTANA, E. C.; PIRES, L. B.; JÚNIOR, L. J. Q.; QUINTANS, J. S. S.; ARAÚJO, A. A. S.; JÚNIOR, C. C. S.; SERAFINI, M. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, T. B.; DUAERTE, M. C. Substâncias fitoquímicas para o controle do *Aedes aegypti*: protocolo de scoping review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022.
- SANTOS, A. **Atraindo *Aedes aegypti* com smartphones através de sua frequência sonora**. 2023. SANTOS, M. A. V. M. *Aedes aegypti* (diptera: culicidae): **estudos populacionais e estratégias integradas para controle vetorial em municípios da região metropolitana do Recife, no período de 2001 a 2007**, 2008.
- SANTOS, R. L. C.; FAYAL, A. S.; AGUIAR, A. E. F.; VIEIRA, D. B. R.; PÓVOA, M. M. Avaliação do efeito residual de piretróides sobre anofelinos na Amazônia brasileira. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, p. 276-283, 2007.
- SCHOLTE, E. J.; SCHAFFNER, F. Esperando pelo tigre: Estabelecimento e propagação do mosquito *Aedes albopictus* na Europa. In: Takken W, Knols BG, eds. Pragas emergentes e doenças transmitidas por vetores na Europa. Wageningen, Holanda: **Wageningen Academic Publishers**, p. 241–260, 2007.
- SCHUBERT, E. F.; KIM, J. K. Fontes de luz de estado sólido ficando inteligentes. **Ciência**, p. 1274–1278, 2005.
- SEOK, S.; SEOK, S.; KIM, Z.; NGUYEN, V. T. The potential invasion into North America and Europe by non-native mosquito, *Aedes koreicus* (Diptera: culicidae). **Journal Of Medical Entomology**, [S.L.], v. 60, n. 6, p. 1305-1313, 31 ago. 2023.
- SORIA, C.; ALMIRON, W. R.; CROCCO, L. B. ***Aedes aegypti*: Características y su relación con el dengue**. 2021.
- SOUSA, N. A.; RODRIGUES, J.; ARRUDA, W.; HUMBER, R. A.; LUZ, C. Development of *Metarhizium humberi* in *Aedes aegypti* eggs. **Journal of Invertebrate Pathology**, [S.L.], v. 184, p. 107648, set. 2021.

SOUZA, C. L.; PAIXÃO, R. S.; OLIVEIRA, M. V. Dengue: aspectos epidemiológicos de um surto ocorrido em Barra da Estiva, Bahia, Brasil, em 2014. **Revista Baiana Saúde Pública**, v. 41, n. 4, p. 981-993, 2018.

TANIYAMA, K.; SAITO, Y.; HORI, M. Efeito letal da luz azul nos estágios de desenvolvimento do mosquito urbano *Culex pipiens* do tipo *molestus* (Diptera: Culicidae). **Entomologia e zoologia aplicadas**, v. 56, p. 319-325, 2021.

TARTAGLIA, T. T. S.; PACCA, C. C. Febre amarela no Brasil: da história ao risco de reemergência. **Revista De Medicina**, v. 98, n. 5, p. 334-340, 2019.

TAVEIRA, L. A.; FONTES, L. R.; NATAL, D.; GOMES, A. C. **Manual de diretrizes e procedimentos no controle do *Aedes aegypti***. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. p. 108, 2001.

VARGAS, L. D. L.; FERREIRA, S. M. B.; SILVA, C. A. L.; SHIMOYA-BITTENCOURT, W. Resistência das populações de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Insecta, Diptera, Culicidae) aos inseticidas utilizados para o controle: estado da arte do conhecimento. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 21, n. 1, p. 98-116, 2022.

VIDAL, E. R. N. Carga epidemiológica da Febre de Chikungunya no Brasil. 2022.
ZUHARAH, W. F.; HUI, L. Y.; FADZLY, N. **Do the incandescent and led lights alter the biology of *aedes aegypti* (Diptera: culicidae)?** 2021.