



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTICÊNTRICO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS

**OS IMPACTOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS NA
SOBREVIVÊNCIA E REPRODUÇÃO DO MOSQUITO *Aedes aegypti*.**

JOÃO PESSOA/PB
2024

EMILLE RAULINO DE BARROS

**OS IMPACTOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS NA
SOBREVIVÊNCIA E REPRODUÇÃO DO MOSQUITO *Aedes aegypti*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas do Centro de Biotecnologia, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB/SBFis), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Fisiológicas. Área de concentração: Fisiologia dos culicídeos.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Fabiola da Cruz Nunes

JOÃO PESSOA/PB
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B277i Barros, Emille Raulino de.

Os impactos de diferentes temperaturas na sobrevivência e reprodução do mosquito *Aedes aegypti* / Emille Raulino de Barros. - João Pessoa, 2024.
62 f. : il.

Orientação: Fabiola da Cruz Nunes.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CBIOTEC.

1. *Aedes aegypti*. 2. Arbovírus. 3. Saúde pública. I. Nunes, Fabiola da Cruz. II. Título.

UFPB/BC

CDU 616.98(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE BIOTECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTICÊNTRICO EM
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS



Ata da Sessão de Defesa Pública de Dissertação de Mestrado do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Associada Universidade Federal da Paraíba, realizada em 28 de agosto de 2024.

Na data de vinte e oito de agosto do ano de dois mil e vinte e quatro às 09h00 (horário local), foi realizada, por meio da Plataforma Virtual Google Meet, a defesa pública da Dissertação de Mestrado do(a) discente **Emille Raulino de Barros**. O trabalho tem como título “Impacto das variações de temperatura na fisiologia do mosquito *Aedes aegypti*”. A banca examinadora foi constituída pelo(a) orientador(a) Prof.^a Dr.^a Fabíola da Cruz Nunes, na qualidade de presidente da banca, pelo 1º examinador (examinador externo) Prof.^a Dr.^a Flavia Borges Mury (UFRJ) e pelo 2º examinador (examinador interno) Prof. Dr. Luiz Henrique Agra Cavalcanti Silva (UFPB). Após a apresentação pública do trabalho, iniciou-se a arguição do(a) candidato(a) por cada membro da banca examinadora, tendo o(a) candidato(a) o mesmo tempo para responder a cada questionamento. Na sequência, a banca examinadora se reuniu em caráter sigiloso e considerou o(a) candidato(a) APROVADO(A). De acordo com o Artigo 98 §1 §2 da Resolução 35/2019 do CONSEPE, o(a) discente terá até 60 (sessenta) dias, a partir da presente data, para fazer as correções solicitadas pela banca examinadora e entregar as cópias corrigidas da dissertação à Biblioteca Central da UFPB e à secretaria deste programa, contendo obrigatoriamente a ficha catalográfica fornecida pela Biblioteca Central da UFPB.

Documento assinado digitalmente
gov.br FABIOLA DA CRUZ NUNES
Data: 02/09/2024 13:07:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Fabíola da Cruz Nunes

Documento assinado digitalmente
gov.br FLAVIA BORGES MURY
Data: 03/09/2024 10:34:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Flavia Borges Mury

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZ HENRIQUE AGRA CAVALCANTE SILVA
Data: 03/09/2024 15:42:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Henrique Agra Cavalcanti Silva

RESUMO

O mosquito *Aedes aegypti* é o principal vetor de arboviroses como dengue, chikungunya e zika. Sabe-se que as variáveis climáticas interferem na dinâmica do vetor, podendo contribuir para o seu aumento populacional e, conseqüentemente no aumento da transmissão de doenças. O presente estudo teve como objetivo analisar a influência da temperatura no tempo de desenvolvimento de mosquitos *Aedes aegypti*. Foram utilizados ovos de *Aedes aegypti* da cepa Lapavet-SD, obtidos da colônia do Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Parasitas e Vetores do CBiotec-UFPB, a qual é mantida em estufa BOD, sob condições de temperatura controlada de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $75 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas de claro e escuro. Para os testes, foram utilizados 180 ovos, os quais foram subdivididos em seis grupos, sendo dois submetidos a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, dois submetidos a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e os demais a $36 \pm 2^\circ\text{C}$. O tempo de desenvolvimento desde a fase de ovo até a morte do último mosquito foi determinado por meio da análise de sobrevivência pelo método de Log-rank (Mantel Cox) e a produção de óxido nítrico (NO) pelo método de Griess. Como resultados, foi possível verificar uma diferença significativa entre as curvas de desenvolvimento na sobrevivência dos mosquitos *Aedes aegypti*. Na temperatura 28° (grupo controle), o tempo médio de duração da fase larval foi de 7 dias, enquanto em 20° foi de 11 dias e em 36° , a fase larval durou 3 dias. Além disso, verificou-se que o tempo médio de duração da fase de pupa foi de 3 dias no grupo controle (28°), enquanto no grupo criado a 20° foi de 7 dias e na temperatura 36° , 11 dias. A duração da fase adulta, em mosquito expostos a temperatura de 28°C foi de 27 dias. Já os mosquitos criados sob a temperatura de 20°C , viveram 152 dias, enquanto na temperatura de 36°C sobreviveram 19 dias. Além disso, a produção de óxido nítrico foi semelhante entre o grupo controle (28°C) e o grupo mantido a 20°C . No entanto, o grupo mantido a 36°C apresentou níveis significativamente mais altos de óxido nítrico em comparação com os outros grupos do estudo. Observou-se maior quantidade de prohemócitos em comparação com os outros tipos de células presentes na hemolinfa. Esses resultados contribuem para o entendimento acerca da relação entre a temperatura e o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, para assim prever possíveis mudanças nos padrões de distribuição deste em relação as mudanças climáticas.

Palavras Chave: *Aedes aegypti*; Arbovírus; Saúde Pública; Temperatura.

ABSTRACT

The mosquito *Aedes aegypti* is the primary vector for arboviruses such as dengue, chikungunya, and Zika. It is known that climatic variables affect the dynamics of the vector, potentially contributing to its population increase and, consequently, to the rise in disease transmission. This study aimed to analyze the influence of temperature on the development time of *Aedes aegypti* mosquitoes. Eggs of *Aedes aegypti* from the Lapavet-SD strain, obtained from the colony of the Laboratory of Biotechnology Applied to Parasites and Vectors at CBiotec-UFPB, were used. These were kept in a BOD incubator under controlled conditions of $28 \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity of $75 \pm 5\%$, and a 12-hour light/dark photoperiod. For the tests, 180 eggs were subdivided into six groups: two exposed to a temperature of $20 \pm 2^\circ\text{C}$, two to $28 \pm 2^\circ\text{C}$, and the remaining to $36 \pm 2^\circ\text{C}$. The development time from the egg stage to the death of the last mosquito was determined through survival analysis using the Log-rank (Mantel Cox) method, and nitric oxide (NO) production was measured using the Griess method. The results showed significant differences in the development curves and survival of *Aedes aegypti* mosquitoes. At 28°C (control group), the average duration of the larval stage was 7 days, while at 20°C it was 11 days, and at 36°C , the larval stage lasted 3 days. Additionally, the average duration of the pupal stage was 3 days in the control group (28°C), 7 days at 20°C , and 11 days at 36°C . The adult stage duration for mosquitoes exposed to 28°C was 27 days. Mosquitoes raised at 20°C lived for 152 days, while those at 36°C survived for 19 days. Furthermore, nitric oxide production was similar between the control group (28°C) and the group maintained at 20°C . However, the group maintained at 36°C showed significantly higher nitric oxide levels compared to the other study groups. A higher quantity of prohemocytes was observed compared to other types of cells present in the hemolymph. These results contribute to the understanding of the relationship between temperature and the development of *Aedes aegypti* mosquitoes, thereby predicting potential changes in their distribution patterns in relation to climate changes.

Keywords: *Aedes aegypti*; Arbovirus; Public Health; Temperature.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me capacitar durante todos os dias do mestrado, renovar minhas forças a cada amanhecer, transformar minha fé em caminhos que transpõem as barreiras do impossível e possibilitam a realização de um sonho. Que o Teu nome seja louvado através da minha vida e das realizações conquistadas.

Aos meus pais, Josué Vieira e Edleide Raulino, por todo o amor, dedicação, investimentos, incentivos e compreensão. Meu eterno agradecimento pelos momentos em que estiveram ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível quando depositamos nossa confiança em Deus. Amo vocês.

À minha avó Maria Augusta (in memoriam) e minha tia Ednazete Raulino (in memoriam), mulheres inspiradoras, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, celebrando minhas conquistas e me acolhendo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Érisson e Éder e aos meus sobrinhos Davi e Diogo, obrigada por serem inspiração e me impulsionarem a seguir em frente: “Maior que nossos laços de sangue são os nossos laços de amor”. Amo vocês.

Ao meu amigo e parceiro de mestrado, Geovane, minha gratidão. Sua amizade, apoio incondicional e palavras de encorajamento foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios e alcançar esta conquista.

Aos demais familiares e amigos pelo incentivo e amizade, em especial, às minhas tias, cunhadas (Germana e Larissa), a Ismael, Marília, Renatha, João, Clara, Layane, Rafaela e Rinaldo, vocês me fizeram entender que nenhum caminho é longo demais quando estamos ao lado de pessoas especiais. Amo vocês.

Aos amigos do LAPAVET por todo o apoio na minha pesquisa de mestrado, pela amizade e pelos momentos compartilhados. Muito obrigada por tudo!

À minha orientadora, Fabíola Nunes, minha profunda gratidão. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho, mas foi a parceria que construímos ao longo do caminho que realmente fez a diferença. Obrigada por acreditar em mim e por estar sempre ao meu lado, compartilhando não apenas seu conhecimento, mas também sua amizade.

Aos meus professores, os quais foram fundamentais na construção de conhecimento através da arte de ensinar e transmitiram suas experiências que ajudaram grandemente na minha formação.

À minha banca examinadora, agradeço por terem aceitado ao convite, pelo tempo dedicado e pelas valiosas contribuições que farão, as quais irão aprimorar este estudo.

À coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pelo financiamento concedido, que foi essencial para a realização deste estudo.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste sonho.

Dedico esta dissertação ao Deus da Bíblia, fonte inesgotável de sabedoria e inspiração. Cada página deste trabalho é um testemunho da Sua graça e bondade que permeiam minha vida. Sem Sua orientação e amor, esta jornada não teria sido possível.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Impacto na Saúde Pública: Papel do Mosquito na Transmissão de Doenças e a Importância do Controle Populacional	14
2.2 Aspectos Gerais do Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	15
2.2.1 Ciclo de Vida do Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	16
2.2.2 Imunidade Celular nos Insetos	18
2.3 Influência dos Fatores Climáticos e Socioeconômicos no Desenvolvimento e Distribuição do <i>Aedes aegypti</i>	20
OBJETIVOS	26
3.1 Objetivo Geral	26
3.2 Objetivos Específicos	26
MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 Manutenção da Colônia de <i>Aedes aegypti</i>	27
4.1.1 Faixa de Temperatura Utilizada nos Ensaios Biológicos	27
4.1.2 Quantidade de Ovos, Larvas, Pupas e Mosquitos Utilizados na Pesquisa	27
4.2 Monitoramento da Influência da Temperatura na Eclodibilidade de Ovos.....	28
4.3 Acompanhamento da Influência da Temperatura no Desenvolvimento de Larvas e Pupas.....	28
4.4 Averiguação da Influência da Temperatura na Longevidade de Mosquitos.....	29
4.5 Investigação da Influência da Temperatura na Oviposição de Mosquitos.....	29
4.6 Avaliação da Influência da Temperatura na Reprodução de Mosquitos	29
4.7 Avaliação da Influência da Temperatura no Peso e Medida do Tamanho das Asas dos Mosquitos Adultos.....	29
4.8 Análise da Influência da Temperatura na Produção de Óxido Nítrico (NO) e Perfil Celular.....	30
4.9 Análise Estatística.....	31

RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Influência da Temperatura na Eclosão dos Ovos de Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	32
5.2 Impacto das Temperaturas na Fase Aquática dos Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	33
5.3 Monitoramento da Longevidade e Sobrevida Total dos Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	37
5.4 Investigação Da Oviposição e Reprodução de Mosquitos <i>Aedes Aegypti</i> Fêmeas Submetidas Às Diferentes Condições Térmicas	40
5.5 Avaliação do Peso, Tamanho Total (Tórax até a Cauda) e Tamanho das Asas dos Mosquitos <i>Aedes Aegypti</i> em Diferentes Temperaturas.....	43
5.6 Análise da Produção de Óxido Nítrico (NO) e Perfil Celular em Diferentes Temperaturas.....	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
NO - Óxido Nítrico
PBS - Solução Salina Tamponada (Phosphate Buffered Saline)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Aedes aegypti</i> adulto (a) e escamas prateadas no tórax em forma de lira (b).....	16
Figura 2 - Ciclo de vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	17
Figura 3 - Hemócitos de <i>Aedes aegypti</i> . Imagem capturada por meio de microscopia óptica de contraste de interferência diferencial. A – Prohemócito, B – Adipohemócito, C – Granulócito, D – Plasmatócito, E – Oenocitóide, F – Trombocitóide.....	19
Figura 4 - Variação de temperatura do município de João Pessoa em Junho de 2023.....	24
Figura 5 - Variação de temperatura do município de João Pessoa em Junho de 2024.....	24
Figura 6 - Medição da asa e tamanho do mosquito adulto utilizando o software HiView.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Taxa de eclosão de ovos do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	32
Gráfico 2 - Taxa de eclosão de ovos do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	33
Gráfico 3 - Duração da fase larval em <i>Aedes aegypti</i>	34
Gráfico 4 - Taxa de pupação de <i>Aedes aegypti</i>	35
Gráfico 5 - Duração da fase larval em <i>Aedes aegypti</i>	36
Gráfico 6 - Influência da temperatura na duração da fase aquática.....	37
Gráfico 7 - Quantidade de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> que emergiram.....	38
Gráfico 8 - Longevidade dos mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	39
Gráfico 9 - Duração de sobrevivência total dos mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	40
Gráfico 10 - Oviposição de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> fêmeas.....	41
Gráfico 11 - Viabilidade dos ovos ovipostos em diferentes condições térmicas.....	42
Gráfico 12 - Peso dos mosquitos adultos machos e fêmeas.....	43
Gráfico 13 - Tamanho da asa do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	44
Gráfico 14 - Tamanho total do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	45
Gráfico 15 - Concentração de íons nitrito associados ao óxido nítrico em grupos de larvas de <i>Aedes aegypti</i>	47
Gráfico 16 - Quantidade total de hemócitos.....	48
Gráfico 17 - Tipos de hemócitos.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de ovos, larvas, pupas e mosquitos <i>Aedes aegypti</i>	27
Tabela 2 - Quantidade de mosquitos machos e fêmeas.....	28
Tabela 3 - Quantidade de Machos e fêmeas.....	38

1 INTRODUÇÃO

As arboviroses são assim chamadas por serem causadas por um *arbovírus*, sendo este, um vírus transmitido através de insetos ou carrapatos que são responsáveis pelo contágio de doenças para o ser humano ou outros animais no momento em que esse se alimenta do sangue (ARAÚJO, 2020).

As arboviroses que são transmitidas através do mosquito *Aedes aegypti*, incluem os vírus da febre amarela, dengue, *chikungunya* e Zika, entre outros (TEICH; ARINELLI; FAHHAM, 2017).

A dengue, zika e *chikungunya* são um grande problema na saúde pública em todo o mundo devido à sua alta incidência, prevalência e suas potenciais complicações (COSTA, et al., 2022). A dengue pode apresentar formas assintomáticas, leves e graves, mas no caso da infecção pela dengue, os sintomas são variáveis e podem apresentar febre alta (39° a 40°), de início abrupto, seguida de cefaleia, vômito, mialgia, prostração, pequenas manifestações hemorrágicas e em casos extremos, óbito (ZAPAROLI, 2021).

De acordo com o boletim epidemiológico do Ministério da Vigilância em Saúde, no período compreendido entre Janeiro e Agosto de 2024, foram registrados 946 óbitos por dengue, 82 por *chikungunya* e nenhum óbito por Zika vírus no país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024). Dentre as principais causas para o surgimento de doenças infecciosas, em especial as arboviroses (dengue, *chikungunya* e Zika), destacam-se as condições climáticas (temperatura, umidade, regimes regionais de precipitação e variações atmosféricas), socioeconômicos (condições de saneamento, coleta de resíduos sólidos deficiente, ausência de rede de água potável e tratamento de efluentes, baixas condições de renda) e, fatores associados, são aumento da probabilidade de contato vetor-hospedeiro (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020; SILVA, 2018).

O *Aedes aegypti* se reproduz melhor em reservatórios de água limpa, embora possa se adaptar a novos ambientes criados pelo homem, como por exemplo esgotos a céu aberto (SILVA, et al., 2020). O ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* ocorre ao longo de 17 dias e é composto pelos estágios de ovo, larva (L1, L2, L3 e L4), pupa e adultos (GENEROSO; ARAÚJO; CECÍLIO, 2022).

As populações de insetos transmissores de doenças podem ser influenciadas pelo aumento e diminuição da temperatura, afetando o período de duração do ciclo de vida dos mesmos, provocando maiores ou menores taxas de sobrevivência (PORTO, 2018)

Sabe-se que as variáveis climáticas favorecem a dinâmica do mosquito vetor, uma vez que o aumento da temperatura diminui o tempo de desenvolvimento das larvas, aumentando a população de vetores adultos; diminui o período de incubação extrínseca, ou seja, o tempo que leva para o vírus alcançar a glândula salivar do mosquito, permitindo uma maior proporção de mosquitos infecciosos e influencia na frequência com que as fêmeas adultas do mosquito se alimentam, o que aumenta a intensidade da transmissão (SILVA, 2019a).

Os estudos de Salvi (2021) e Silva (2017) descrevem a relação entre as variáveis climáticas e a incidência de arboviroses demonstram que esses fatores são condicionantes para a reprodução do mosquito *Aedes aegypti*, levando-se em consideração a disseminação incontrolável da dengue, *chikungunya* e Zika e outras doenças virais.

Corroborando com os autores supracitados, o estudo realizado por Soares, Araújo e Almeida (2022), constatou que várias doenças veiculadas por mosquitos estão associadas a eventos meteorológicos e que o aumento na temperatura pode aumentar a quantidade e reduzir o tempo de desenvolvimento desses indivíduos. Segundo Freitas, Santos e Viana (2019), a partir do entendimento dessa complexa relação entre variação climática e, outros fatores que contribuem para o desenvolvimento e disseminação do mosquito *Aedes aegypti*, é possível criar modelos de nicho ecológico e até mesmo prever possíveis mudanças nos padrões de distribuição do mosquito/doença.

Assim, o estudo torna-se relevante para compreendermos o efeito da temperatura sobre a sobrevivência e reprodução do mosquito *Aedes aegypti*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA: PAPEL DO MOSQUITO NA TRANSMISSÃO DE DOENÇAS E A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE POPULACIONAL

O mosquito *Aedes Aegypti*, originário do Egito e da África, chegou ao Brasil desde o século XVI, durante as grandes navegações nas quais traficavam escravos (SANTANA, 2022). Por conseguinte, o mosquito se espalhou pelo Brasil e se adaptou ao clima tropical propagando o vírus da dengue e o da febre amarela (BUZO, 2023). Cabe ressaltar, que termo *Aedes Aegypti* foi somente estabelecido em 1818, com a definição do gênero *Aedes aegypti* (TASCA, 2023).

O reaparecimento de epidemias urbanas de dengue, acompanhadas da manifestação da febre hemorrágica da doença, passou a ser um dos principais desafios para a saúde pública no fim do século XX, com consequências econômicas, políticas e sociais significativas (BUZO, 2023).

Assim sendo, no século XXI, foram descobertas duas cepas de vírus, o zika vírus e a febre chikungunya, os quais foram transmitidos por *Aedes aegypti* e apresentaram-se com o quadro clínico semelhante aos sintomas dengue (RAGONHA, 2018).

Sabe-se que os surtos de arbovírus são caracterizados principalmente por diferenças no perfil epidemiológico da população, pelo surgimento e reemergência de sorotipos em diferentes regiões do país e, por vezes, pelo aumento de casos graves e fatais que ocorrem como resultado de diagnóstico tardio ou incorreto (SOUSA, 2023).

Verificou-se que em 2023, do período da semana epidemiológica 1 (SE) até a SE 35 foram registrados 1.530.940 casos prováveis de dengue no Brasil, e o coeficiente de incidência de 753,9 casos/100 mil habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). Esses números representam um aumento de 16,5% no número de casos quando comparado com o mesmo período do ano anterior (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). Foram catalogados 237.172 casos de dengue no país, em Janeiro de 2024 (BRASIL, 2024).

Foram notificados também, 143.739 casos prováveis de chikungunya no País (taxa de incidência de 67,4 casos/100 mil habitantes) até a SE 35 de 2023 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). O Ministério da Saúde (2024), revelou que os números representam uma redução de 41% no número de casos prováveis quando comparado com o mesmo período de 2022, quando foram notificados 243.347 casos prováveis (114,1 casos/100 mil habitantes). Observou-se o registro de 16.240 casos de febre de hikungunya no mês de Janeiro de 2024 (BRASIL, 2024).

Em 2023, no período da SE 1 até a SE 32, foram notificados 8.425 casos prováveis de zika vírus no país (taxa de incidência de 4,1 casos/100 mil habitantes), o que representa um

aumento de 20,8% no número de casos prováveis quando comparado com o mesmo período do ano anterior - 6.972 casos prováveis e 3,4 casos/100 mil habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

Cabe ressaltar que na Paraíba, observou-se que os casos prováveis de arboviroses em 2023, até a semana epidemiológica 52 totalizam 8.800, sendo 82,27% para dengue, 16,47% para chikungunya e 1,26% para zika (SECRETARIA DE ESTADO DA PARAÍBA, 2024).

Compreende-se também, que a crescente incidência e distribuição geográfica de doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, como a chikungunya e dengue, são um problema significativo de saúde pública nas Américas (LUCAS, 2023).

Sabe-se que as temperaturas altas, mudanças no ciclo de chuva e a incidência de secas, resultantes do processo de mudança climática, propiciam a expansão de doenças transmitidas por mosquitos como *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, zika, chikungunya e febre amarela (CHAGAS, 2023).

Conforme mencionado por Zapparoli (2021), essa espécie tem maior probabilidade de sobreviver em temperaturas que se encontram entre 21°C e 29°C, por outro lado, temperaturas abaixo de 16°C ou acima de 36°C podem dificultar o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*. Considerando que o Brasil é um país tropical, localizado em latitudes particularmente baixas e com um clima quente e úmido, com temperatura média em torno de 20°C, torna-se mais suscetível à dengue devido a diversos fatores, como as mudanças climáticas, as transformações globais e as alterações no clima (MATIOLA, 2019).

Um estudo realizado por Ferreira, Neto e Mondini (2018), na cidade de Araraquara, em São Paulo, revela que tanto o verão quanto o inverno apresentaram altas temperaturas, que são adequadas para a proliferação do vetor. As incidências de dengue começam a aumentar no mês de janeiro, que coincide com os picos de chuva, refletindo nas taxas de incidências nos meses posteriores, sendo o momento ideal para e intensificar as medidas de controle do vetor nessas áreas, bem como realizar a divulgação dessas medidas para a população por meio de campanhas nas mídias e outros meios de comunicação (FERREIRA; NETO; MONDINI, 2018).

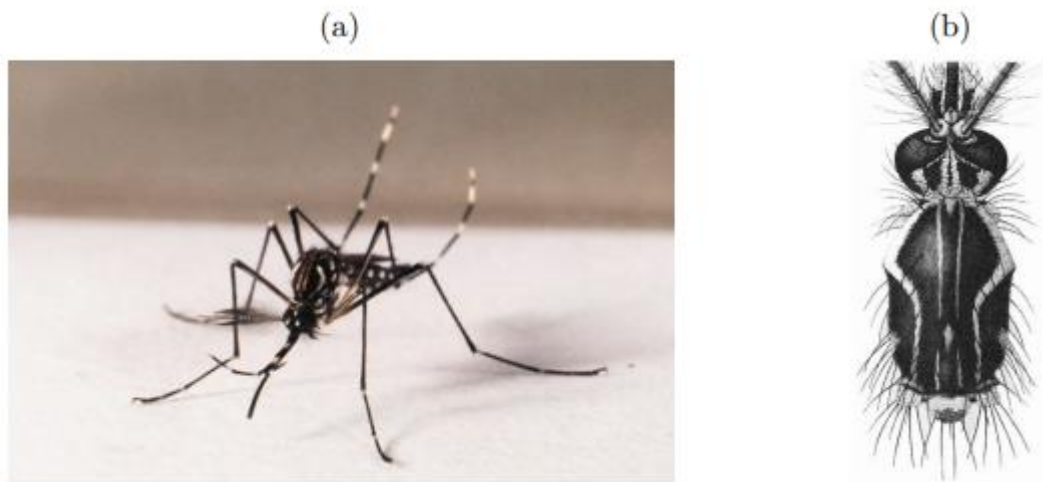
2.2 ASPECTOS GERAIS DO MOSQUITO *Aedes aegypti*

É notável destacar que os culicídeos (Diptera: Culicidae) representam uma numerosa família que atualmente compreende 3.583 espécies identificadas (HARBACH, 2007). Dentre estas, iremos estudar acerca do *Aedes aegypti*, o qual é um mosquito pertencente à classe dos insetos díptera e à família culicidae (RUPPERT, ROX, BANERS, 2023).

Assim como todas as outras espécies de mosquitos (Diptera, Culicidae), os *Aedes aegypti* são insetos holometábolos por apresentarem formas imaturas morfológica e biologicamente distintas da adulta (FELIX, 2022).

Os mosquitos *Aedes aegypti* são pretos, apresentam patas com anéis prateados e seu corpo apresenta escamas branco-prateadas, na sua superfície dorsal do tórax estas escamas formam uma figura em forma de lira, o que permite fácil reconhecimento desta espécie (ver figura 1) (NADAI, 2021).

Figura 1 - *Aedes aegypti* adulto (a) e escamas prateadas no tórax em forma de lira (b):



Fonte: Nadai (2021).

As arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* incluem os vírus da febre amarela, Dengue, Chikungunya e Zika, entre outros (VARIZA, 2022). Esses vírus são chamados de arbovírus porque são transmitidos por insetos ou carrapatos que, ao se alimentarem do sangue de humanos ou outros animais, podem transmitir doenças (ARAÚJO, 2020).

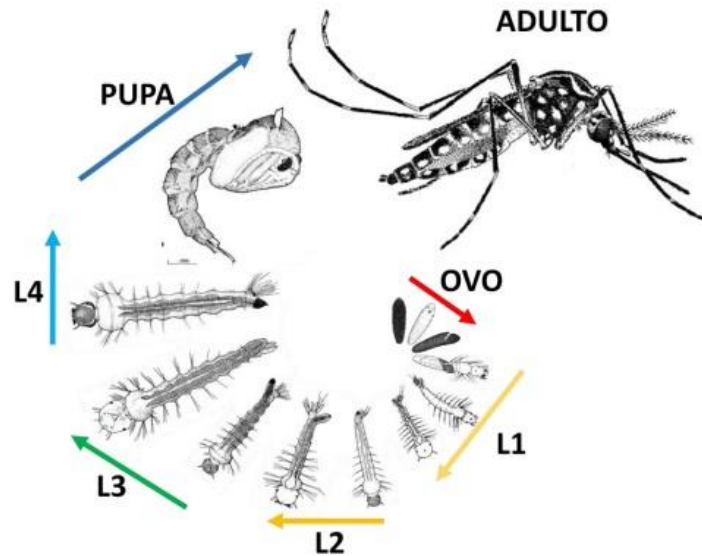
Assim sendo, a dengue é considerada umas das mais importantes arboviroses humana do mundo em termos de morbidade e mortalidade, com ampla relevância epidemiológica em países tropicais e subtropicais (SILVA, 2022a).

2.2.1 Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*

É fundamental destacar que o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* se desenvolve ao longo de 17 dias e é constituído pelas fases de ovo, larva (L1, L2, L3 e L4), pupa e adulto,

sendo assim, as três primeiras etapas são aquáticas, enquanto a última é terrestre (GENEROSO; ARAÚJO; CECÍLIO, 2022).

Figura 2 - Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*:



Fonte: Júnior (2019).

O ciclo inicia com a deposição de ovos em locais que contenham água parada, podendo ser em superfícies milimétricas em potes, pneus, garrafas e etc (BUZO, 2023). De acordo com Lugão (2020), o ovo eclode ao entrar em contato com a água, podendo iniciar o processo em dois dias, mas também é capaz de resistir por meses até estar em condições adequadas para eclodir.

Em seguida, após o contato dos ovos com a água, ocorre a eclosão das larvas (LUGÃO, 2020). Este período é chamado de fase larval sendo o período de intensa alimentação e crescimento (NADAI, 2021). Silva (2022), revela que o estágio larval perdura aproximadamente 8 dias, onde o inseto passa por quatro estádios larvais: L1 (onde a larva atinge 2 mm de comprimento, e perdura $2,5 \pm 0,1$ dias), L2 (3 mm, $0,9 \pm 0,1$ dias), L3 (4 mm, $1,2 \pm 0,1$ dias) e L4 (5 mm, $2,1 \pm 0,3$ dias).

O autor supracitado afirma que após o período de desenvolvimento larval, ocorre a mudança para o estágio de pupa, durante o qual o indivíduo não se alimenta (SILVA, 2022). Nesta fase ocorre o processo de metamorfose e é também onde se sucedem as últimas transformações necessárias para o surgimento do adulto e pode durar dois dias (NADAI, 2021).

Nos insetos, o armazenamento predominante de triacilglicerol (TAG) ocorre em células especializadas do corpo gorduroso, denominadas trofócitos (SANTOS, 2020). O TAG, um lipídeo complexo, é hidrolisado em ácidos graxos livres, que são posteriormente absorvidos

pelo epitélio intestinal e secretados na hemolinfa para distribuição sistêmica pelo organismo do inseto (ATELLA; MAJEROWICZ; GONDIM, 2012).

Cabe destacar que a fase larval do ciclo de vida do *Aedes aegypti* é um período de alimentação e crescimento intensos, enquanto na fase de pupa, não há alimentação (NADAI, 2021). Dentro deste contexto, importa referir que na fase de pupa, o armazenamento de lipídios na forma de triacilglicerol (TAG) é importante ao longo do ciclo de vida, pois permite a transformação corporal durante o estágio de pupa e suporta grande parte do gasto energético durante a fase inicial da vida adulta e no processo de amadurecimento reprodutivo (SANTOS, 2020).

Os adultos que emergem geralmente não voam por longas distâncias e dispersam até algumas centenas de metros de seus habitats de vida aquática e o tempo de vida dos mesmos é de poucas semanas podendo chegar a 45 dias (DORZABAN, 2022; LIMA, 2019).

O estágio adulto representa a fase reprodutora do mosquito, sendo assim, machos e fêmeas podem acasalar 24h após emergirem e uma única inseminação é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir durante toda a sua vida (NADAI, 2021).

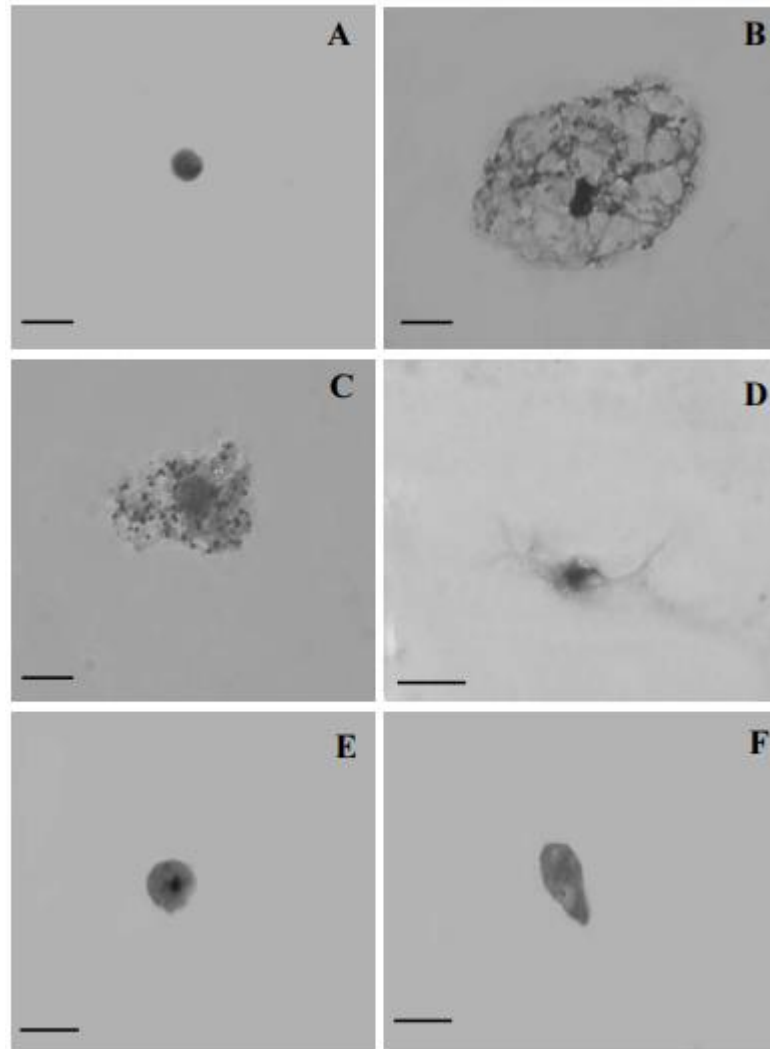
2.2.2 Imunidade celular nos insetos.

Sabe-se que os hemócitos são células presentes na hemolinfa (sangue) de insetos, responsáveis por funções essenciais para o corpo, especialmente na defesa imunológica contra agentes patogênicos, assemelhando-se às células sanguíneas e desempenhando um papel crucial na imunidade dos insetos (GOMES, 2022a).

Essas células desempenham a função de resposta imune celular, como fagocitose, nodulação e encapsulação, além de produzir certos componentes da resposta humoral, principalmente peptídeos microbianos (GONÇALVES, 2014). Esses elementos, juntamente com substâncias liberadas por outros órgãos, como o corpo gorduroso, circulam pela hemolinfa e alcançam diversas regiões do corpo, sendo essenciais para a resposta imune (ATELLA; MAJEROWICZ; GONDIM, 2012).

De acordo com Gonçalves (2014), as células sanguíneas dos mosquitos recebem diferentes classificações, como prohemócito (PR), plasmatócito (PL), granulócito (GR) e oenocitóide (OE), coagulócito (CO), adipohemócito (AD), esferulócito (ES), podócito (PO) e vermiforme (VE), sendo os três primeiros os mais estudados e caracterizados em mosquitos (ver figura 4).

Figura 3- Hemócitos de *Aedes aegypti*. Imagem capturada por meio de microscopia óptica de contraste de interferência diferencial. A – Prohemócito, B – Adipohemócito, C – Granulócito, D – Plasmatócito, E – Oenocitóide, F – Trombocítode:



Fonte: Araújo (2009).

É importante ressaltar as características dos hemócitos mais encontrados nos mosquitos *Aedes aegypti*, sendo estas (ARAÚJO, 2009; ARAÚJO, 2011; NUNES *et al.*, 2015):

- **Prohemócitos:** São células com características muito distintas de outros tipos celulares, por seu pequeno tamanho, citoplasma pobre em organelas e a alta relação núcleo-citoplasma. Estas células estão envolvidas no processo de hematopoiese, pois se dividem ativamente originando os demais tipos de hemócitos como os plasmatócitos e os granulócitos.
- **Adipohemócitos:** Possuem como características principais a presença de numerosas vesículas lipídicas preenchendo praticamente todo o citoplasma, as quais facilitaram sua

identificação. Estas células têm como função o estoque de energia na forma de lipídio e glicogênio.

- **Granulócitos e plasmócitos:** são as células que possuem maior capacidade fagocítica, utilizando enzimas lisossômicas para destruir o invasor. Quando as partículas ou invasores são de tamanho ou número significativo, esses hemócitos participam do encapsulamento celular e da formação de nódulos.
- **Oenocitóide:** São essas células que produzem a enzima fenoloxidase, mas ela também pode ser produzida pelos granulócitos de certos tipos de insetos.
- **Trombocitóide:** São as mais raras células encontradas, geralmente apresentam forma piriforme, medem aproximadamente 10-14µm de diâmetro. Similar aos oenocitóides, estas células exibem poucas mitocôndrias, pequenos vacúolos e grânulos elétron-denso que podem ser visualizados.

Observou-se que os mecanismos de defesa desenvolvidos pelos hemócitos, os quais proporcionam uma resposta ágil e eficaz, podem ser comparados aos leucócitos de vertebrados, pois estão relacionados à sua capacidade de reagir à presença de patógenos (ARAÚJO, 2011).

O óxido nítrico (NO) também desempenha um papel importante na imunologia do *Aedes aegypti*. Sendo assim, é importante compreendermos que o óxido nítrico (NO) é uma molécula gasosa simples, que geralmente é encontrada no ar exalado na respiração humana e de animais em pequenas quantidades, altamente tóxica devido à presença de radical livre (elétron extra) que a torna um agente químico altamente reativo, mas quando diluído tem uma meia vida de mais ou menos 10 segundos porque se oxida rapidamente em nitritos e nitratos (NASCIMENTO, 2017). Cabe destacar que o NO é produzido por meio da catalisação da enzima óxido nítrico sintase (NOS) e tem como precursor o aminoácido L-arginina (QUEIROZ, 2015).

Quando o mosquito *Aedes aegypti* está em situações de agressão ou estresse, os níveis de NO produzidos pelos hemócitos tendem a aumentar, indicando a participação desta molécula no processo imunológico de defesa dos insetos (FERNANDES, 2021). É importante notar que a literatura disponível sobre o papel do óxido nítrico em mosquito *Aedes aegypti* é bastante limitada, com poucos estudos abordando esse tema específico.

2.3 INFLUÊNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS E SOCIOECONÔMICOS NO DESENVOLVIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DO *Aedes aegypti*

Com frequência discute-se acerca dos fatores que influenciam no tempo de desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, sendo importante expor as condições favoráveis para sobrevivência e manutenção da população do vetor elencadas por Salvi (2021) e Oliveira (2022): características do clima (temperatura, umidade, precipitação), disponibilidade de alimentos, fatores socioeconômicos (condições de higiene, falta de coleta de resíduos sólidos, falta de acesso à água potável e tratamento de resíduos, baixo nível de renda) e elementos ligados ao aumento da chance de contato entre o vetor e o hospedeiro em um surto epidêmico (proximidade das moradias, movimentação populacional, aumento e rapidez das viagens internacionais).

É importante ressaltar que a temperatura flutuante se refere às variações de temperatura que ocorrem em um ambiente e isso pode significar as mudanças de temperatura ao longo do dia e da noite e essas variações de temperatura no ambiente afetam significativamente o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* (MURDOCK, 2012).

Tendo em conta a relação entre as variáveis climáticas e aspectos fisiológicos do *Aedes aegypti*, torna-se imprescindível destacar os conceitos das principais características do clima (VARELA, 2022):

- Precipitação: A precipitação pluviométrica é a água evaporada que retorna à terra como chuva, neve ou granizo. Sendo assim, é importante para a manutenção do ciclo hidrológico e das bacias hidrográficas, transporte de nutrientes ao solo, evolução de qualquer cultura não irrigada e, conseqüentemente, pela alimentação das populações.
- Temperatura: A temperatura do ar é a quantidade de calor sensível armazenada na atmosfera que indica a capacidade de transferência ou recebimento de calor de um corpo para outro, medida normalmente por termômetros em graus Celsius, Kelvin ou Fahrenheit.
- Umidade: A umidade relativa do ar é uma variável permite determinar a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera, expressa em porcentagem (%), excluindo as formas de água líquida (gotas de água) e água sólida (gelo), resultantes de processos de evaporação e transpiração em mares, rios, lagos, terras e outros que ocorrem na superfície da terra.

Convém lembrar que insetos respondem a fatores abióticos como umidade, temperatura e luz de maneiras diferente, esses fatores são responsáveis não apenas por influenciar o comportamento dos insetos, mas também perturbam o seu mecanismo fisiológico impactando diretamente na dinâmica do vetor (COELHO, et al., 2021).

Analisando o cenário atual, nota-se que as variações climáticas interferem na prevalência de doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, relacionando-se diretamente com o aquecimento global (ARAÚLO; UCHÔA; ALVES, 2019). As mudanças climáticas, caracterizadas por aumentos previstos nas temperaturas médias globais, ameaçam a distribuição desta espécie em regiões tropicais e subtropicais, isto porque, o aumento das temperaturas cria condições favoráveis para o estabelecimento dessa espécie (SOEK, 2023).

Como os insetos são ectotérmicos, isto é, não regulam a temperatura interna, essa se torna um dos principais fatores abióticos que influenciam a reprodução, o desenvolvimento e a mortalidade dos mosquitos (LOPES; OLIVA; FERREIRA, 2022).

Sabe-se que a umidade relativa do ar afeta a vida do mosquito tanto na fase de ovo, larva, pupa quanto na fase adulta (COELHO, et al., 2021). Vale destacar que os indicadores acima de 70% na umidade relativa do ar podem otimizar o desenvolvimento do vetor em todas as fases, assim como um baixo nível de umidade pode ter um impacto negativo na sobrevivência dos adultos e pode reduzir a proporção da população do vetor (FAUSTINO, 2023).

Também é importante ressaltar que os sistemas aquáticos, fatores físico-químicos como disponibilidade de recurso, tamanho do habitat e presença de predadores afetam a sobrevivência e reprodução de espécies e a disponibilidade de alimento é um dos principais determinantes da qualidade do habitat (JORGE, 2020).

Nadai (2021) revela que em condições de baixas quantidades de alimentos disponíveis, o período de fase larval e o tamanho dos adultos resultantes é diminuído. Já na ausência de alimento as larvas podem permanecer por longos períodos de até mais de uma semana com pouco ou nenhum desenvolvimento e podem não emergir na fase adulta (NADAI, 2021).

Jorge (2020) afirma que na fase adulta, as fêmeas de *Aedes aegypti*, de fato preferem os habitats considerados mais adequados à sobrevivência, crescimento e desenvolvimento da prole sem que haja risco, com mais alimento e de maior tamanho, sendo assim, tais fatores interferem no ciclo de vida do mosquito.

Sabe-se que os fatores climáticos como temperatura, precipitação e umidade afetam a população de mosquitos no que se refere a reprodução, crescimento, distribuição, a propagação de vírus (replicação) e a interação vetor-hospedeiro (MESQUITA, 2021).

O autor supracitado destaca que o aumento da reprodução de vetores, o comportamento de mordida mais frequente, o período de incubação do patógeno no interior dos vetores estão todos ligados a temperaturas altas e o tempo de sobrevivência do mosquito pode ser reduzido em ambientes muito quentes e secos.

Soek et al. (2023) destaca que possivelmente a dengue esteja ligada às variáveis meteorológicas de precipitação (53,4%) e umidade relativa do ar (58,5%), sugerindo que os verões chuvosos e úmidos favorecem a proliferação do vetor da dengue.

Muito discute-se sobre a importância da climatologia médica, a qual é uma ciência que tem a finalidade de auxiliar médicos, epidemiologistas e autoridades públicas, principalmente em questões de saúde pública, investigando o impacto dos diferentes fatores atmosféricos na vida da população, com foco na relação entre saúde e doença (LEITE, 2023).

Nesse contexto, a interação do ambiente urbanizado com o meio regional é influenciada pelo sítio urbano, resultando no Sistema Clima Urbano (SCU), que surge da conexão entre as características da atmosfera local e as ações humanas na área urbana dentro do âmbito regional (SOUZA, 2021).

Em seguida, o estudo de Varela (2022), aponta o município de Belém – PA como uma metrópole que possui uma grande área urbana, enfatizando a sua climatologia nascida da interação dos fatores humanos urbanos com a substituição por um edifício construído, fatores ambientais que envolvem processos dinâmicos e complexos, incluindo uma variedade de fatores geológicos, como vegetação, hidrografia, relevo, uso e ocupação do solo, demonstrando que as compartimentações urbanas geram mudanças no conforto térmico.

Um exemplo notável é o aumento da temperatura nos centros urbanos, devido à maior densidade de construção, que gera uma circulação de ar das periferias para as áreas centrais, conhecida como Ilha de Calor Urbana (LOMBARDO; FRUEHAUF; PELLENRINO, 2022).

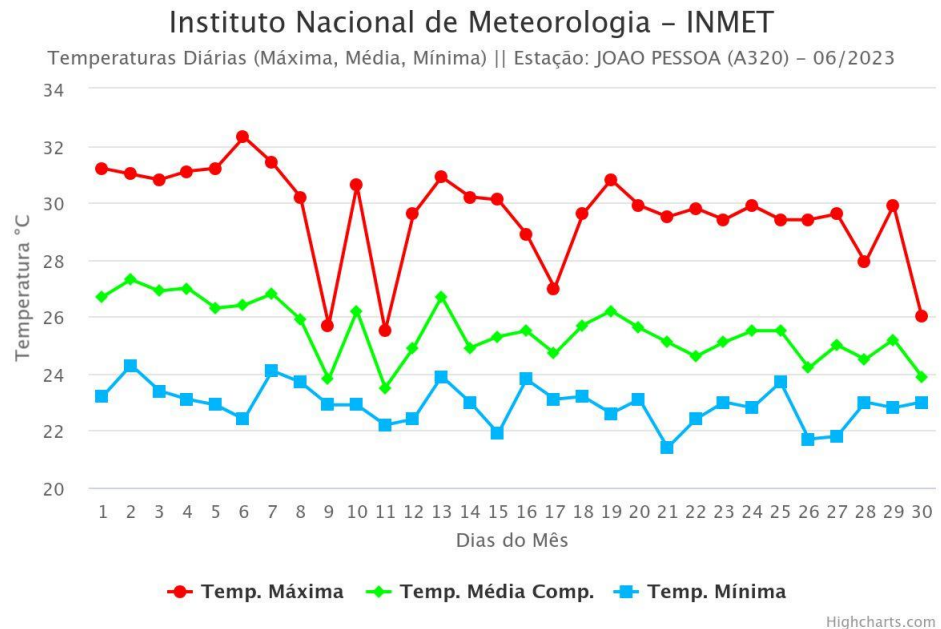
Moreira (2021) apresentou uma proposta de zoneamento microclimático que se concentrou no mapa de zonas de conforto térmico do Recife no qual utilizou-se de dados de temperatura da superfície extraídos de imagens do satélite Landsat-8, utilizando informações de temperatura e umidade relativa do ar de cinco termohigrômetros e os conectou a dados de notificação e demografia no Recife e os dois demonstram como a baixa variação de temperatura, altas temperaturas e umidade do ar contribuem para criar um ambiente propício para a reprodução dos vetores das arboviroses.

Já o estudo de Silva e Dereczynski (2014) destaca que para compreender a climatologia e as tendências dos extremos climáticos em uma região específica, é crucial possuir extensas séries temporais dos dados diários das variáveis em análise e esses dados podem ser obtidos através do INMET (instituto nacional de meteorologia).

É importante notar que as variações climáticas do município de João Pessoa, expressas nos dados do INMET de Janeiro à Dezembro de 2023, revelam que a menor temperatura foi de

20,7°C e a temperatura máxima foi 33,9°C. Já no mês de Junho de 2023, a temperatura de João Pessoa teve uma variação entre 21,4°C e 32,3°C conforme a figura 5.

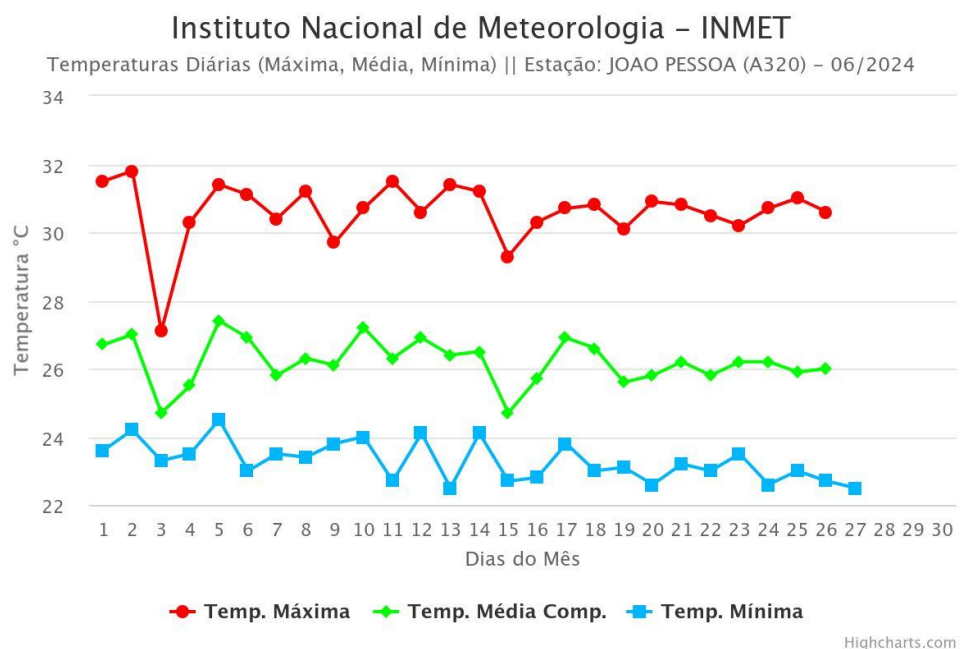
Figura 4 - Variação de temperatura do município de João Pessoa em Junho de 2023:



Fonte: INMET (2024).

Posteriormente, vemos que a variação de temperatura do município de João Pessoa em Junho de 2024 foi entre 22.5°C e 31.8°C, conforme a figura 6.

Figura 5 - Variação de temperatura do município de João Pessoa em Junho de 2024:



Fonte: INMET (2024)

Tendo em conta a variabilidade climática e suas implicações na reprodução, o desenvolvimento, transmissibilidade de doenças e mortalidade dos mosquitos, foram criados modelos em estudos de variação climática envolvendo o *Aedes aegypti* (CHAGAS, 2023; LOPES; OLIVA; FERREIRA, 2022; RIBEIRO et al., 2023).

A partir do projeto índice positividade de armadilhas, o estudo de Ribeiro et al (2024) buscou desenvolver uma metodologia que pudesse integrar sensores e dados de estações meteorológicas, imagens de drones, dados de histórico da atividade de armadilhas e o uso de algoritmos técnicos computacionais, como o aprendizado de máquina, para entender a dinâmica das populações de mosquitos e abordar as alterações climáticas e promover estratégias de controle eficazes.

Um ponto a ser observado que dificulta o controle vetorial é o crescimento ambiente urbano desordenado, o aumento da temperatura ocasionadas pelas ilhas de calor combinadas com a poluição dos rios e valas, que fornecem sítios para proliferação de mosquitos, especialmente o *Aedes aegypti* (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020). Cabe notar que através do controle mecânico, os profissionais de saúde fazem visitas de rotina como medida preventiva, para eliminar potenciais criadouros ou lares larvais com o objetivo de interromper o ciclo de vida e o controle químico é representado por inseticidas principalmente do tipo larvicida, que são utilizados para interromper o ciclo de vida do *Aedes aegypti* e reduzir a população de mosquitos (GOIS; ROCHA; LOPES, 2021).

Por isso, Almeida (2021) aponta que a principal estratégia para prevenção e controle do vírus da dengue e de outras doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* é controlar a população do mosquito por meio da eliminação ou tratamento químico de potenciais epidemias.

É importante destacar que a pesquisa desenvolvida na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP, revelou que as mudanças de temperatura nas cinco regiões do Brasil impactam a eficácia do larvicida piriproxifeno no combate às larvas do *Aedes aegypti* (MOURA, 2023)

Moura (2023) observou uma menor mortalidade em temperaturas maiores, mesmo com o aumento da concentração do inseticida, aplicado principalmente em criadouros que não podem ser destruídos (como caixas d'água) com a finalidade de interromper desenvolvimento do *Aedes aegypti*. Tais dados apontam para a necessidade de desenvolver-se pesquisas que investiguem o efeito das variáveis climáticas na eficácia de larvicidas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a influência de diferentes temperaturas na sobrevivência e reprodução do mosquito *Aedes aegypti*.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar os impactos da temperatura na eclosão de ovos, desenvolvimento da fase de larvas e pupas de *Aedes aegypti*;
- Investigar o efeito da temperatura na longevidade, oviposição e reprodução de mosquitos *Aedes aegypti*.
- Averiguar a influência da temperatura no peso, no tamanho das asas e tamanho total dos mosquitos adultos de *Aedes aegypti*;
- Avaliar como a temperatura impacta os níveis basais de óxido nítrico e o perfil celular na hemolinfa de larvas de *Aedes aegypti*;

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MANUTENÇÃO DA COLÔNIA DE *Aedes aegypti*

Os mosquitos *Aedes aegypti* utilizados neste estudo são da linhagem Lapavet-SD, provenientes da colônia do Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Parasitas e Vetores do CBIotec-UFPB. Em todas as fases de desenvolvimento, o *Aedes aegypti* foram mantidos dentro de uma câmara climatizada do tipo Biological Oxygen Demand (BOD), sob condições de temperatura controlada de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar $75 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas de claro e escuro.

Para manutenção da colônia, foram colocados dois copos de plástico com algodão: um contendo solução açucarada e outro com água desclorada. Realizou-se a alimentação artificial das fêmeas utilizando sangue murino em placas de petri aquecidas e cobertas com parafilme (ANJOLETTE; MACORIS, 2016). Também foram colocados copos de plástico com papel filtro para que as fêmeas realizassem a oviposição.

4.1.1 Faixa de temperatura utilizada nos ensaios biológicos

A fim de analisar como a temperatura impacta no ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*, os experimentos foram conduzidos em uma estufa BOD com temperatura mantida a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $36 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.1.2 Quantidade de ovos, larvas, pupas e mosquitos utilizados na pesquisa

Na tabela a seguir, constam os grupos de ovos colocados para eclodir, bem como a quantidade de larvas, pupas e mosquitos *Aedes aegypti* que emergiram. A tabela 1 apresenta seis grupos, sendo dois grupos expostos a cada uma das temperaturas específicas: 20°C , 28°C e 36°C . Os ensaios foram realizados em duplicata.

Tabela 1: Quantidade de ovos, larvas, pupas e mosquitos *Aedes aegypti*

Temperaturas	Ovos	Larvas	Pupas	Mosquitos
Grupo 1 (20°C)	30	27	19	18
Grupo 2 (20°C)	30	30	13	9
Grupo 3 (28°C)	30	22	19	16
Grupo 4 (28°C)	30	30	11	11
Grupo 5 (36°C)	30	24	18	16

Grupo 6 (36°C)	30	29	29	20
-----------------------	----	----	----	----

Legenda: A tabela mostra a quantidade de ovos utilizados no estudo, assim como o total de larvas, pupas e mosquitos *Aedes aegypti* que emergiram em diferentes faixas de temperatura (20°C, 28°C e 36°C).

A tabela 2 apresenta a distribuição dos mosquitos *Aedes aegypti* machos e fêmeas que emergiram sob três faixas de temperatura: 20°C, 28°C e 36°C. Cada grupo foi exposto a uma dessas temperaturas e os ensaios biológicos foram realizados em duplicata.

Tabela 2 Quantidade de mosquitos machos e fêmeas.

Temperaturas	Machos	Fêmeas	Total
Grupo 1 (20°C)	11	7	18
Grupo 2 (20°C)	4	5	9
Grupo 3 (28°C)	8	8	16
Grupo 4 (28°C)	3	8	11
Grupo 5 (36°C)	9	7	16
Grupo 6 (36°C)	12	8	20

Legenda: A tabela mostra a quantidade total dos mosquitos machos e fêmeas observados em três temperaturas: 20°C, 28°C e 36°C.

4.2 MONITORAMENTO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA ECLODIBILIDADE DE OVOS

Para verificar a influência da temperatura na eclosão dos ovos, foram utilizados grupos compostos por 30 ovos, com aproximadamente uma semana de postura, provenientes do insetário matriz da colônia mantida no Lapavet/Cbiotec. Esses ovos foram colocados em bandejas plásticas contendo 1 litro de água sem cloro e ração específica para cães.

Dois grupos permaneceram na estufa BOD com a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Grupo G20), dois grupos sob a temperatura de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ (Grupo G36), dois grupos ficaram na estufa BOD com a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ (Grupo G28), o qual foi considerado o grupo controle. As eclosões foram monitoradas em dias alternados até que completassem 21 dias de ensaio. Os testes foram realizados em duplicata.

4.3 ACOMPANHAMENTO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE LARVAS E PUPAS

Em seguida, as larvas que eclodiram nos ensaios de avaliação de eclosão (grupos G20, G28 e G36) foram transferidas para bandejas plásticas e monitoradas, em dias alternados, até a

fase adulta para determinar a duração média dos estágios larval e pupal. Os experimentos foram realizados em duplicata.

4.4 AVERIGUAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA LONGEVIDADE DE MOSQUITOS

Os mosquitos provenientes dos ensaios de avaliação da eclodibilidade (Grupos G20, G28 e G36) que chegaram à fase adulta tiveram sua mortalidade registrada em dias alternados até a última morte. Para avaliar a longevidade foi realizada a análise de sobrevivência utilizando o teste de Long Rank (Mantel-cox) e teste de chi quadrado.

4.5 INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA OVIPOSIÇÃO DE MOSQUITOS

Os mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas criadas sob as temperaturas $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $36 \pm 2^\circ\text{C}$ foram alimentadas com sangue três vezes na semana para a realização da oviposição, seguindo o mesmo protocolo utilizado para a manutenção da colônia. Em seguida, os ovos ovipostos pelas fêmeas foram contabilizados semanalmente durante dois meses.

4.6 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA REPRODUÇÃO DE MOSQUITOS

Durante a segunda, terceira, quarta, quinta, sexta e oitava semanas da longevidade dos mosquitos, as fêmeas de *Aedes aegypti* ovipositaram em condições de temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Para avaliar a reprodução, dois grupos de quinze ovos foram coletados em cada semana de oviposição. Posteriormente, foram colocados para eclodir em Becker de vidro contendo 500ml de água desclorada e ração específica para cães. A eclodibilidade de todos os grupos foi analisada a $28 \pm 2^\circ\text{C}$.

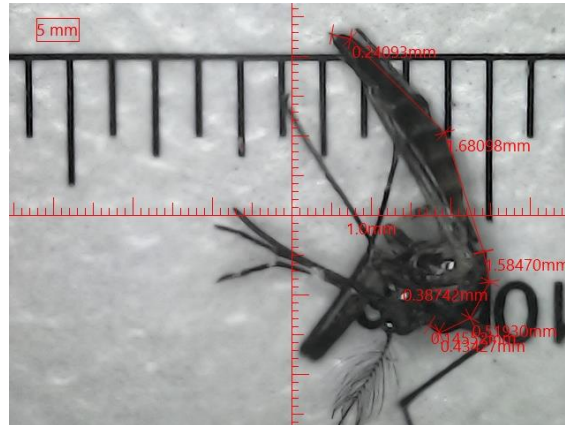
4.7 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO PESO E MEDIDA DO TAMANHO DAS ASAS DOS MOSQUITOS ADULTOS

Os mosquitos adultos que emergirem do ensaio de avaliação da eclodibilidade (Grupos G20, G28 e G36) foram anestesiados pelo frio e pesados em grupo em balança de precisão. Os experimentos foram conduzidos em duplicata.

Posteriormente, procedeu-se à mensuração das asas dos mosquitos adultos por meio da captura de suas imagens utilizando um microscópio digital.

Figura 6 – Medição da asa e tamanho do mosquito adulto utilizando o software

HiView:



Fonte: elaborado pela autora.

4.8 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO DE ÓXIDO NÍTRICO (NO) E PERFIL CELULAR

Afim de analisar a concentração de NO na hemolinfa de larvas expostas a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $36 \pm 2^\circ\text{C}$, empregou-se o método de Griess (GREEN et al., 1981). Foram feitas comparações das concentrações do íon nitrito (NO_2^-) no pool de hemolinfa de larvas. Cada amostra consistiu de hemolinfa de 20 larvas (L3), diluída em 1,5 mL de tampão PBS. Após a centrifugação refrigerada (4°C) a 1500 rpm durante 10 minutos, o sobrenadante foi transferido para cubetas de quartzo contendo uma solução de PBS e reagente de Griess (naftilenamida 0,1 % p/v, em ácido ortofosfórico 5% v/v, e 10 μL sulfanilamida 1%) na proporção 1:1.

Para a quantificação de NO_2^- , uma parte de cada amostra foi analisada por espectrofotometria, medindo a absorbância nos comprimentos de onda específicos de cada substância teste, com uma varredura de 190 a 562 nm. O NO foi quantificado por meio de uma curva padrão de NaNO_2 como referência. Os ensaios foram conduzidos em duplicata.

Com a finalidade de avaliar o perfil celular, a alíquota de 10 μL da hemolinfa de cada grupo foi retirada e colocada na câmara de Neubauer. As características celulares que distinguem os hemócitos foram examinadas, e cada grupo celular foi contabilizado.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística deste estudo foi realizada através da ANOVA com pós-teste de Tukey ($P < 0.05$) e teste de log rank. Todos os testes foram realizados no programa GraphPad Prism versão 8.0. Para a análise do tamanho das asas e tamanho total dos mosquitos adultos foi utilizado o programa HiView.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

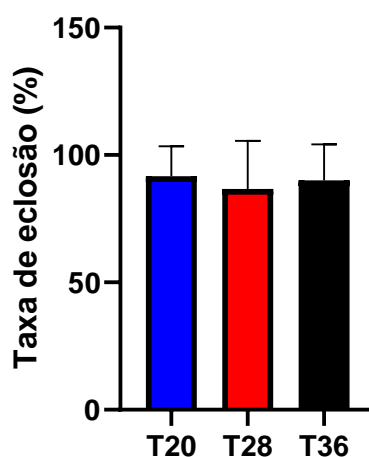
5.1 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA ECLOSÃO DOS OVOS DE MOSQUITOS *Aedes aegypti*

O estudo iniciou-se através da formação grupos compostos por 30 ovos, com aproximadamente uma semana de postura, os quais foram colocados em uma bandeja plástica para eclosão e submetidos às temperaturas de 20°C, 28°C e 36°C. Os ensaios foram realizados em duplicata. É notável destacar que os ovos do mosquito *Aedes aegypti* precisam de água para eclodir, mas alguns destes, podem ficar viáveis por mais de 450

Em seguida, no gráfico 1, foi possível observarmos que a taxa de eclosão de ovos dos grupos expostos às temperaturas 20°C, 28°C e 36°C foram 91,61%, 86,65% e 90% respectivamente. Sendo assim, não houve diferença significativa quanto a eclosão dos ovos submetidos às três faixas de temperatura do estudo.

Já no estudo de Anee et al., (2021), foi observado 100% de viabilidade dos ovos após choque térmico em temperatura 28°C e 32°C, diminuição da viabilidade dos ovos a 37°C enquanto não houve eclosão quando expostos temperatura de 42°C.

Gráfico 1 -Taxa de eclosão de ovos do mosquito *Aedes aegypti*:



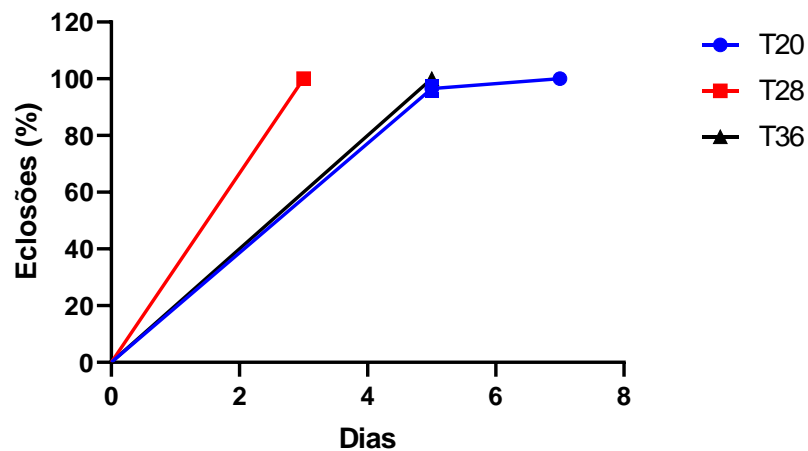
Legenda: Este gráfico mostra a taxa de eclosão dos ovos em três faixas de temperatura. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

O gráfico 2 demonstra que os ovos expostos à temperatura de 28°C (grupo controle) eclodiram no terceiro dia, a partir da data em que foram colocados para eclosão. Na temperatura 36°C, a eclosão ocorreu no quinto enquanto na temperatura de 20° a eclosão ocorreu no sétimo dia. Isso indica que, tanto temperatura mais alta (36°C) quanto na mais baixa (20°), o tempo

necessário para eclosão dos ovos foi maior. Os dados apresentados no gráfico referem-se aos ovos que eclodiram.

O gráfico abaixo (gráfico 2) revela que na temperatura 28°C (grupo controle), o tempo eclosão ocorreu no 3º dia estando em consonância com o estudo de Barreto (2023) o qual afirma que os embriões contidos nos ovos do *Aedes aegypti* levam entre dois a três dias para completar seu processo de desenvolvimento em condições de temperatura favoráveis.

Gráfico 2 - Tempo de eclosão dos ovos do mosquito *Aedes aegypti*:



Legenda: Este gráfico demonstra o tempo de eclosão dos ovos em três faixas de temperatura. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

5.2 IMPACTO DAS TEMPERATURAS NA FASE AQUÁTICA DOS MOSQUITOS *Aedes aegypti*

Sabe-se que a fase aquática do mosquito *Aedes aegypti* compreende a fase do ovo, larva e pupa (GENEROSO; ARAÚJO; CECÍLIO, 2022). Isto posto, é importante notar que a crescente proliferação do mosquito *Aedes aegypti* se deve principalmente à sua grande resistência às épocas de seca, especialmente durante a fase de ovo, principalmente em recipientes domésticos com quantidade adequada de água para o desenvolvimento da fase aquática, contribuindo ainda mais para a continuidade do seu ciclo de vida (APERGIS, 2021).

Foi possível verificar que nas temperaturas 20°C, 28°C e 36°C, a taxa de emergência das larvas foi, 91,61%, 86,65% e 90%, respectivamente (ver gráfico 1). Sendo assim, não houve diferença significativa com relação a emergência de larvas submetidas às três temperaturas (20°C, 28°C e 36°C).

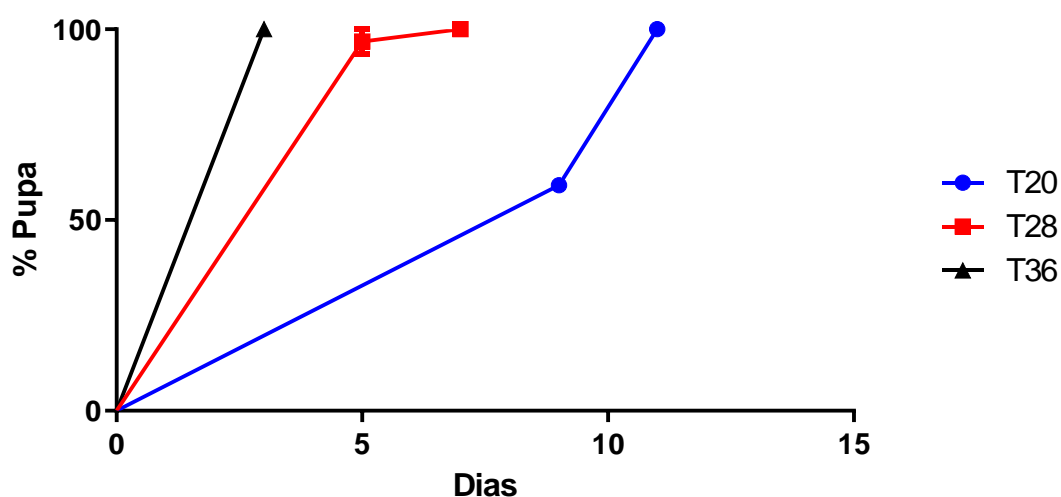
Observou-se no gráfico 3 que na temperatura 28° (grupo controle), o tempo de duração da fase larval foi de 7 dias, enquanto em 20° foi de 11 dias. Já na temperatura 36° a fase larval durou 3 dias. Tais dados são referentes às larvas que emergiram.

Nadai (2021) e Silva (2022) afirmam que estágio larval se caracteriza por um período de alimentação e crescimento bastante intensos e perdura aproximadamente 8 dias estando em concordância com esta pesquisa, tendo em conta que no grupo controle (28°) a duração da fase de larva foi 7 dias.

Sendo assim, o gráfico 3 revela que na temperatura menor (20°), verificou-se um maior tempo de desenvolvimento da fase larval e na condição de temperatura mais alta do estudo (36°), houve uma menor a duração da fase larval. De acordo com o estudo de Matiola e Ribeiro (2019), a taxa de metabolismo do *Aedes aegypti* diminui em baixas temperatura e aumenta em temperaturas elevadas, influenciando diretamente no desenvolvimento deste vetor.

A taxa de metabolismo do *Aedes aegypti* refere-se à velocidade com que este mosquito consome energia para manter suas funções vitais, como crescimento, reprodução e vôo (SOUZA, SILVA E OLIVEIRA, 2016).

Gráfico 3 - Duração da fase larval em *Aedes aegypti*:



Legenda: Este gráfico demonstra a duração da fase larval nas temperaturas: 20°C, 28°C e 36°C. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Isto posto, o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento das larvas, resultando em mais vetores adultos; reduz o tempo de incubação extrínseca do vírus no mosquito, aumentando assim a quantidade de mosquitos infecciosos; e afeta a frequência de alimentação das fêmeas adultas do mosquito, intensificando a transmissão, de acordo com Silva (2019a).

Sendo assim, como parte das estratégias de combate às doenças transmitidas por mosquitos, como o *Aedes aegypti*, pesquisas mostram a possibilidade de utilização de larvicidas naturais como opções eficazes, sem riscos para humanos e animais bem como apresentando baixo potencial de resistência (ENNSER, 2022).

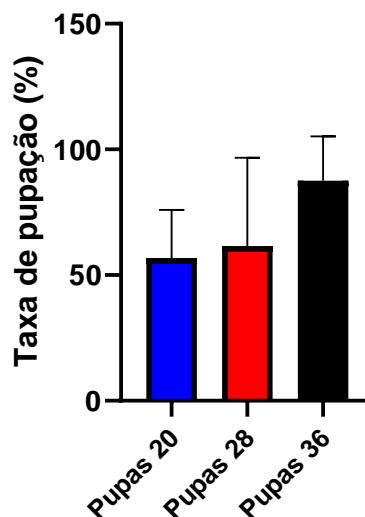
Nesse contexto, cabe mencionar a pesquisa realizada na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP, a qual revelou que as variações de temperatura nas distintas regiões do Brasil impactam a eficácia do larvicida piriproxifeno no combate às larvas do *Aedes aegypti* (MOURA, 2023).

Moura (2023), constatou uma menor taxa de mortalidade de larvas em temperaturas mais elevadas, mesmo considerando a ampliação da concentração do inseticida, especialmente utilizado em locais de reprodução que não podem ser eliminados (como recipientes de água), com o intuito de interromper o ciclo de vida do *Aedes aegypti*.

Em seguida, através dos dados do gráfico 4, verificou-se que a taxa de pupação nas temperaturas do presente estudo foi: 56,85% (20°C), 61,51(28°C) e 87,5% (36°C). Estes dados se referem à percentagem de larvas que conseguiram se transformar em pupas.

Com relação a fase de pupa, sugere-se que temperaturas mais altas favorecem a metamorfose das larvas em pupas, acelerando o ciclo de vida do mosquito.

Gráfico 4 – Taxa de pupação de *Aedes aegypti*:

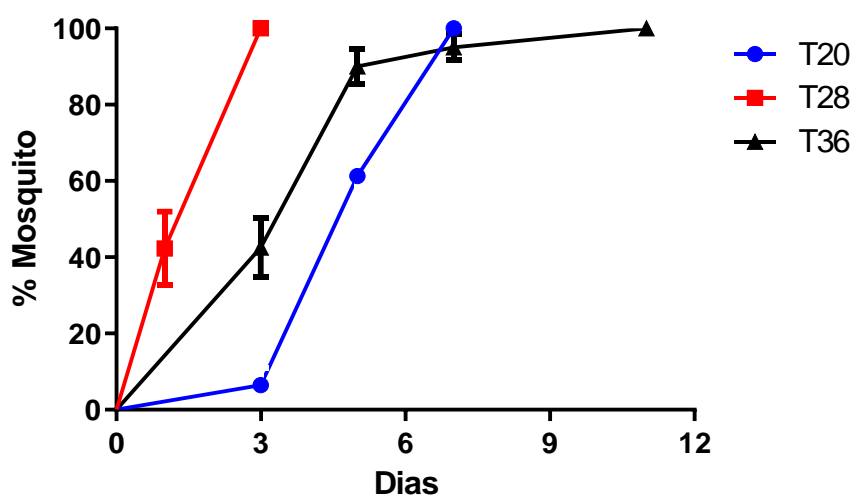


Legenda: Este gráfico refere-se à quantidade de larvas que conseguiram se transformar em pupas, nas temperaturas: 20°C, 28°C e 36°C. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Além disso, verificou-se no gráfico 5 que o tempo de duração da fase de pupa foi de 3 dias no grupo controle (28°), enquanto no grupo criado a 20° foi de 7 dias e na temperatura 36°, 11 dias. Na temperatura de 28° a duração de fase de pupa está de acordo com os estudos de Silva (2022). Já nas temperaturas extremas, 20° e 36°, esta fase foi mais longa do que na temperatura do grupo controle. Os dados deste gráfico são referentes às pupas que emergiram.

Segundo Matiola e Ribeiro (2019), a taxa de metabolismo do *Aedes aegypti* diminui no frio. Sendo assim, no presente estudo, as pupas que estavam expostas a temperatura de 20° tiveram um maior tempo de desenvolvimento quando comparado ao grupo controle.

Gráfico 5 - Influência da temperatura na duração da fase de pupa:

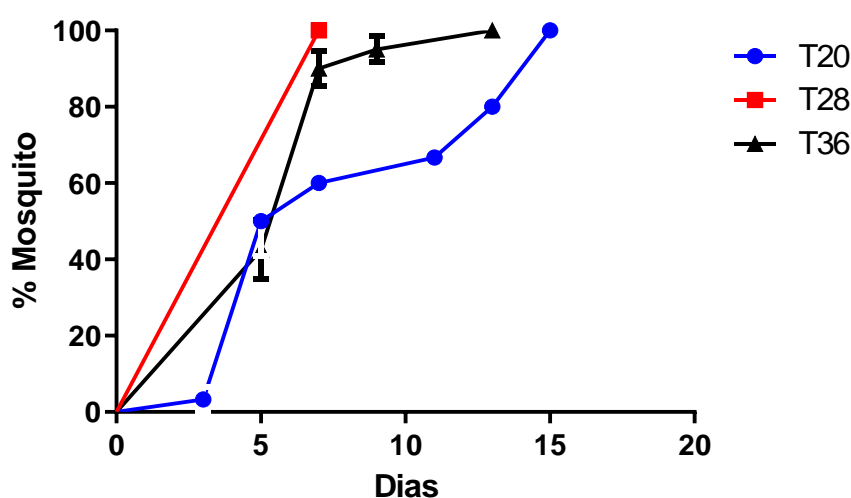


Legenda: Este gráfico apresenta a duração da fase de pupa nas temperaturas: 20°C, 28°C e 36°C. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Com relação as pupas expostas a temperatura de 36°, o tempo de desenvolvimento das mesmas foi maior quando comparado ao grupo controle e 20°. Tendo como base o estudo de Santos (2020), é notável destacar que na fase de pupa, o armazenamento de lipídios na forma de triacilglicerol (TAG) é importante durante o ciclo de vida, pois viabiliza a transformação corporal durante o estágio de pupa e suporta grande parte do gasto energético durante a fase inicial da vida adulta e no processo de amadurecimento reprodutivo. Sendo assim, como a fase larval é menor quando exposta à alta temperatura, possivelmente, as larvas não se alimentam adequadamente. Dessa forma, sugere-se que o processo de metamorfose da pupa para mosquito seja mais demorado, para que possa contornar os agentes de estresse que poderiam prejudicar a pupa e fazer com que a mesma chegue na fase adulta de forma mais funcional, sem grandes danos para a vida do mosquito.

Em seguida, no gráfico 6, observou-se que o tempo de duração da fase aquática foi de 7 dias no grupo criado a 28°C, enquanto no grupo criado a 20 °C foi de 15 dias e grupo submetido a temperatura 36 °, 13 dias. Esta fase dura em média de 8 a 10 dias e pode ser influenciada por parâmetros físico-químicos da água como: salinidade, temperatura, pH, viscosidade entre outros (SILVA, 2019b). Ou seja, os dados do grupo controle do estudo estão em consonância com o estudo supracitado. Porém, a duração da fase aquática é maior quando as larvas e pupas são expostas às temperaturas 20°C e 36°C.

Gráfico 6 - Influência da temperatura na duração da fase aquática:



Legenda: Este gráfico indica a duração da fase aquática, que compreende a fase de ovo até a fase de pupa. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

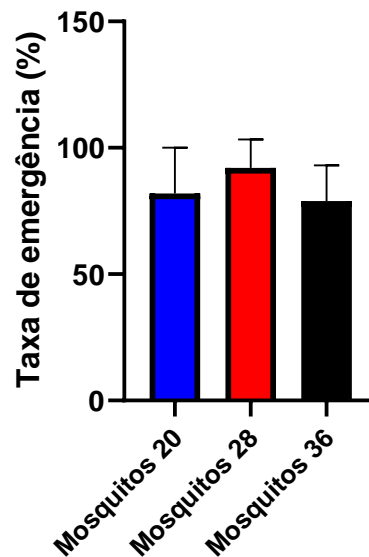
5.3 MONITORAMENTO DA LONGEVIDADE E SOBREVIVÊNCIA TOTAL DOS MOSQUITOS *Aedes aegypti*

Na vida adulta, o mosquito entra na fase de reprodução, onde machos e fêmeas podem se acasalar logo após emergirem, sendo que apenas uma inseminação é necessária para fecundar todos os ovos que a fêmea irá produzir ao longo de sua vida (NADAI, 2021).

Em seguida, observou-se no gráfico 7, que a taxa de emergência de mosquitos nas condições térmicas 20°C e 28°C foi 81,98% e 92,10% respectivamente. Isso sugere que essas faixas de temperatura são mais favoráveis ao desenvolvimento dos mosquitos, proporcionando condições ótimas para a transformação das pupas em adultos.

Já na temperatura de 36°C, 78,92% das pupas transformaram-se em mosquitos adultos, apresentando uma taxa de emergência menor em comparação com os grupos expostos a 20°C e 28°

Gráfico 7 - Quantidade de mosquitos *Aedes aegypti* que emergiram:



Legenda: Este gráfico refere-se à quantidade de mosquitos que emergiram. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Em seguida, observou-se que na presente pesquisa, não houve diferença significativa com relação a quantidade de mosquitos machos e fêmeas monitorados no estudo, conforme a tabela 1.

Tabela 3 - Quantidade de Machos e fêmeas:

	28 °C	20 °C	36 °C
Macho (n)	5,5 ± 3,5 ^a	6 ± 1,4 ^a	10 ± 5,7 ^a
Fêmea (n)	8 ± 0 ^a	7,5 ± 4,9 ^a	10 ± 0 ^a

Legenda: A Tabela 3 apresenta a quantidade média de mosquitos machos e fêmeas *Aedes aegypti* emergidos em três temperaturas distintas: 20°C, 28°C e 36°C.

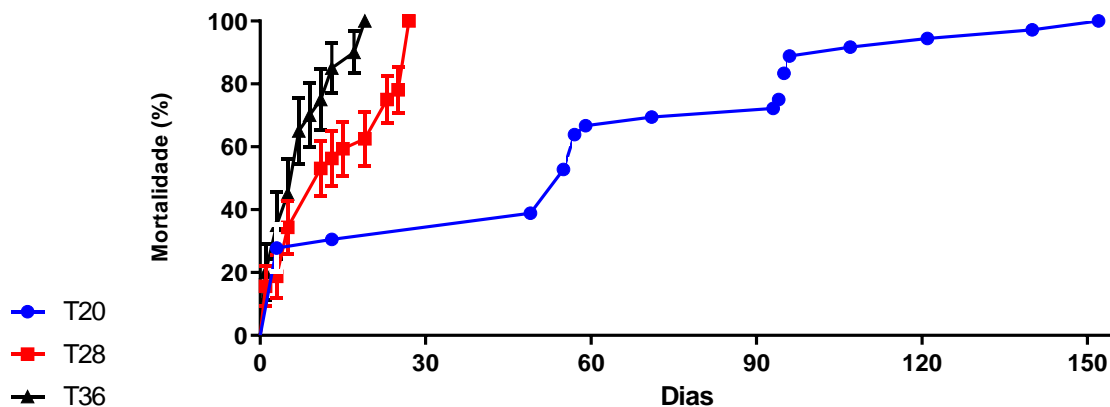
Por conseguinte, verificou-se no gráfico 8 que a duração da fase adulta, nos mosquitos expostos a temperatura de 28°C foi de 27 dias. Já os mosquitos criados sob a temperatura de 20°C, viveram 152 dias, enquanto na temperatura de 36°C sobreviveram 19 dias. É notável

destacar que o tempo de vida do mosquito adulto, em condições favoráveis, é de poucas semanas podendo chegar a 45 dias (LIMA, 2019).

Segundo os estudos de Floriano (2018), a temperatura favorável à longevidade do mosquito *Aedes aegypti* é entre 22 °C a 30 °C. Já o estudo de Anee (2021), afirma que a longevidade do mosquito diminui com o aumento da temperatura.

Sendo assim, quanto maior a temperatura, menor a duração da fase adulta e quanto menor a temperatura, maior o tempo de vida do mosquito *Aedes aegypti* (MATIOLA; RIBEIRO, 2019).

Gráfico 8 - Longevidade dos mosquitos *Aedes aegypti*:



Legenda: Este gráfico refere-se ao tempo de vida dos mosquitos. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Gois, Rocha e Lopes, (2021), apresentam duas aplicações principais de armadilhas e tecnologias direcionadas para o controle do mosquito *Aedes aegypti*: a primeira concentra-se no extermínio de insetos ou proteção contra eles, como repelentes e inseticidas e a segunda, visa monitorar o *Aedes aegypti* baseando-se no uso de dispositivos para captura de animais desta espécie, com foco nas fases adulta, larval e/ou ovo, para posterior análise dos dados.

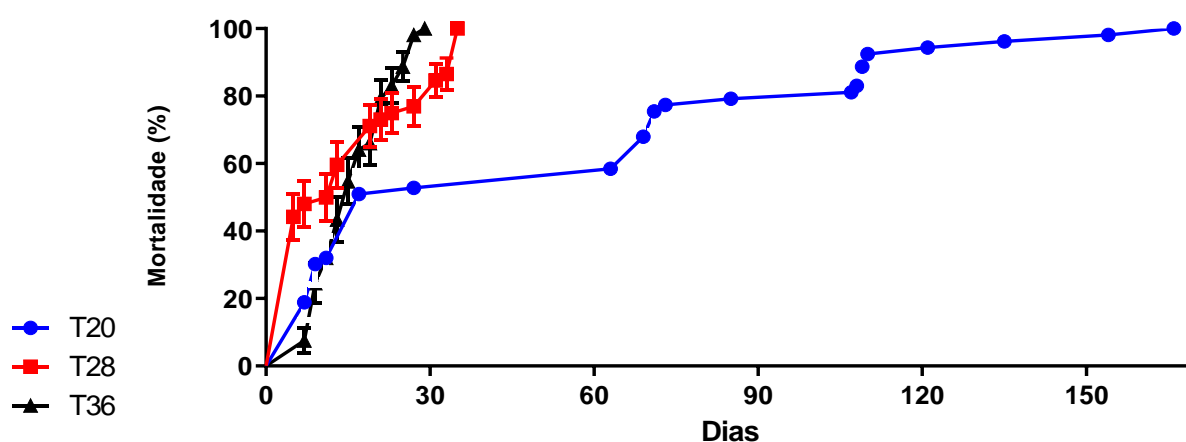
Com relação a duração da sobrevida total, que abrange a fase do ovo até a morte do último mosquito, observou-se no gráfico 9 que o tempo de vida total do mosquito *Aedes aegypti* em diferentes temperaturas foi respectivamente: 28°C (35 dias), 36°C (29 dias) e 20°C (166 dias).

Os dados do gráfico 9 mostram uma clara influência da temperatura na sobrevida total do mosquito *Aedes aegypti*, desde a fase do ovo até a morte do último mosquito. Observa-se que a temperatura de 20°C resulta em uma longevidade significativamente maior, com um

tempo de vida total de 166 dias. Essa temperatura aparentemente proporciona condições menos estressantes para o mosquito, permitindo um ciclo de vida prolongado.

Segundo o estudo de Hopp e Foley (2001), mosquitos *Aedes aegypti* têm pouca probabilidade de sobreviver em temperaturas extremas, com um fator de sobrevivência definido como 0,00. Isso corrobora com nossos dados, onde a duração de vida foi significativamente menor a 28°C e 36°C, indicando que altas temperaturas impõem um estresse significativo que reduz a longevidade.

Gráfico 9 - Duração de sobrevivência total dos mosquitos *Aedes aegypti*:



Legenda: Este gráfico mostra a duração da sobrevivência do total, que compreende desde a fase de ovo até a morte do último mosquito. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Sabe-se que a umidade e a precipitação podem afetar a vida útil do mosquito *Aedes aegypti*, favorecendo que as fêmeas infectadas completem mais um ciclo de replicação viral, enquanto o aumento da temperatura favorece o aumento da taxa de desenvolvimento do mosquito e reduzindo o tempo de incubação, contribuindo assim, para o aumento do número de transmissão e doenças (ZAPAROLI, 2021).

5.4 INVESTIGAÇÃO DA OVIPOSIÇÃO E REPRODUÇÃO DE MOSQUITOS *Aedes aegypti* FÊMEAS SUBMETIDAS ÀS DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

É importante ressaltar que a temperatura elevada é a principal condição ambiental para o aumento da oviposição de *Aedes aegypti*, sendo assim, um risco para a infestação do mosquito e aumento de incidência das arboviroses (BUSATO et al., 2019).

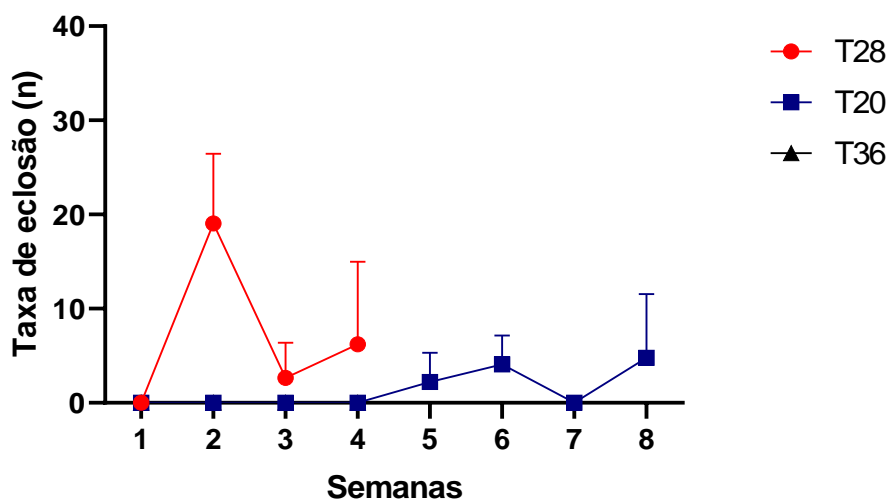
A atividade de oviposição de *Aedes aegypti* foi analisada em condições ambulatoriais, onde se constatou que, em ambas as condições, as fêmeas depositaram seus ovos predominantemente durante a fase clara e pouco antes do início da fase escura, indicando que este mosquito apresenta hábitos diurnos (COELHO, 2018).

A fim de avaliarmos o impacto da temperatura na oviposição, os mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas criadas sob as temperaturas $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $36 \pm 2^\circ\text{C}$ foram alimentadas com sangue três vezes na semana para a realização da oviposição. Sendo assim, os ovos foram contabilizados semanalmente.

No gráfico 10, temos a oviposição média realizada por mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas submetidas a temperatura de 20°C e 28°C . Na primeira semana, não houve oviposição em nenhum grupo. Na primeira semana, não houve oviposição em nenhum dos grupos. A 28°C , as fêmeas começaram a oviposição na segunda semana, com médias de 19,04 ovos, 2,65 ovos na terceira semana e 6,2 ovos na quarta semana. Já a 20°C , as fêmeas iniciaram a oviposição no segundo mês, com médias de 2,20 ovos na quinta semana, 4,08 ovos na sexta e 4,79 ovos na oitava semana. Os mosquitos (fêmeas) *Aedes aegypti* não colocaram ovos quando expostas a temperatura de 36°C .

Na temperatura 28°C (grupo controle), observou-se uma oviposição inicial mais alta, seguida por uma diminuição subsequente. Em contraste, a temperatura de 20°C retarda o início da oviposição, com menores médias de ovos ao longo do tempo. A temperatura de 36°C é claramente prejudicial para a oviposição. Esses dados são cruciais para entender como diferentes temperaturas afetam o comportamento reprodutivo do *Aedes aegypti* e podem ajudar no desenvolvimento de estratégias para o controle populacional.

Gráfico 10 - Oviposição de mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas:



Legenda: Este gráfico apresenta a média de oviposição das fêmeas de *Aedes aegypti* submetidas às temperaturas de 20°C e 28°C. Observa-se que na temperatura 36°C não houve oviposição. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

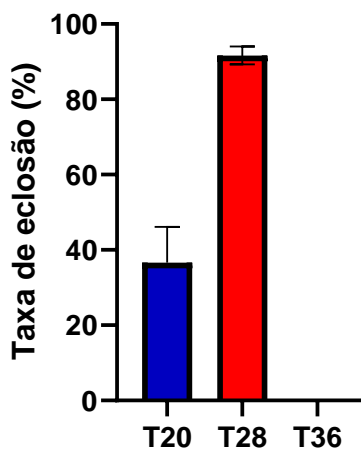
Em seguida, realizou-se a análise da reprodução do *Aedes aegypti* fêmea, onde os ovos ovipostos nas temperaturas de 20°C e 28°C foram colocados para eclodir a 28°C.

Os dados do gráfico 11 mostram uma diferença significativa nas taxas de eclosão dos ovos de *Aedes aegypti* entre as temperaturas de 20°C e 28°C. Observou-se que aproximadamente 91,66% dos ovos ovipostos a 28°C conseguiram eclodir, indicando uma taxa de sucesso muito alta sob essa condição térmica. Em contrapartida, a temperatura de 20°C apresentou uma taxa de eclosão consideravelmente menor, com apenas 36,66% dos ovos eclodindo. Não houve oviposição de mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas expostas a temperatura e 36 °C.

Isso sugere que a temperatura de 28°C é mais favorável para a eclosão dos ovos, enquanto a temperatura de 20°C dificulta esse processo. Além disso, a ausência de oviposição a 36°C indica que temperaturas extremas são desfavoráveis não só para a eclosão, mas também para a oviposição. Isso impede qualquer avaliação da reprodução nessas condições térmicas extremas.

Segundo o estudo de Floriano (2018), as temperaturas entre 29°C e 32°C são ideais para o desenvolvimento dos *Aedes aegypti*, enquanto os ovos não eclodem a 18°C, e temperaturas extremas de 18°C e 34°C afetam negativamente o desenvolvimento e reduzem o número de ovos produzidos por fêmea,

Gráfico 11- Viabilidade dos ovos ovipostos em diferentes condições térmicas:



Legenda: O gráfico 11 demonstra a taxa de eclosão dos ovos de *Aedes aegypti* sob diferentes condições de temperatura. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Os dados do gráfico 11 representam a viabilidade dos ovos ovipostos nas temperaturas 20 °C e 28°C e a taxa de eclosão reflete a capacidade reprodutiva das fêmeas do mosquito *Aedes aegypti*. Esses resultados são importantes para entender como a temperatura influencia a viabilidade e o sucesso reprodutivo dos mosquitos *Aedes aegypti*.

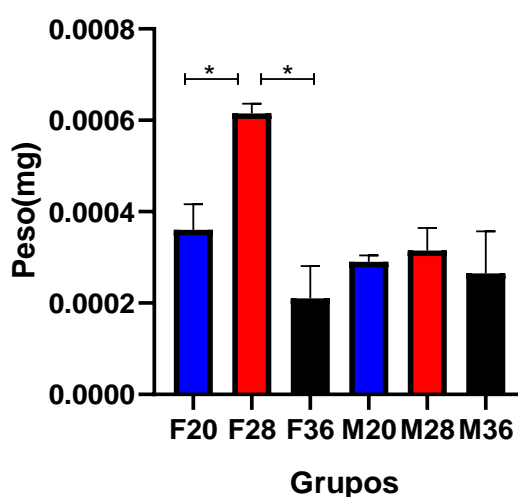
5.5 AVALIAÇÃO DO PESO, TAMANHO TOTAL (TÓRAX ATÉ A CAUDA) E TAMANHO DAS ASAS DOS MOSQUITOS *Aedes aegypti* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

No gráfico 12, comparando os grupos de mosquitos adultos machos e fêmeas criados nas temperaturas de 20°C, 28°C e 36°C, observou-se que as fêmeas possuem um peso maior.

Com relação ao peso das fêmeas, este foi maior no grupo 28°C (0,00061 mg) e 20°C (0,00036mg), do que no grupo dos machos submetidos a temperatura 28°C (0,00031mg) e 20°C (0,00029mg).

Já as fêmeas criadas na temperatura 36°C (0.00021mg) tiveram o peso menor do que os mosquitos *Aedes aegypti* machos criados nestas mesmas condições térmicas (36°C), os quais pesaram 0.00031mg. Este resultado indica que temperaturas mais altas parecem ter um impacto negativo mais significativo sobre o peso das fêmeas do que sobre os machos.

Gráfico 12 - Peso dos mosquitos adultos machos e fêmeas:



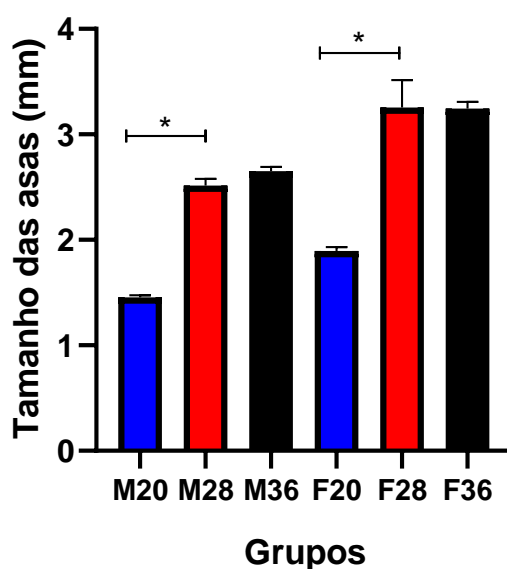
Legenda: Este gráfico mostra o peso médio das fêmeas e machos de *Aedes aegypti* submetidos a diferentes temperaturas. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

O estudo de Carlos et al. (2013), aponta que os mosquitos *Aedes aegypti* fêmeas são maiores que os machos, sendo o motivo pelo qual as fêmeas possuem um maior peso quando comparadas aos machos, sendo assim, tais dados corroboram este estudo no que se refere as temperaturas 20°C e 28°C. Machos e fêmeas adultos necessitam de uma faixa de temperatura ideal para conseguirem voar; caso contrário, tornam-se inativos ou até morrem (LAPORTA et al., 2023).

Os dados do gráfico 13 revelam que não houve uma diferença significativa no tamanho das asas dos mosquitos machos submetidos às temperaturas de 28°C (grupo controle) e 36°C (grupo teste), sendo 2,51 mm e 2,65 mm, respectivamente. Entretanto, os machos expostos à temperatura de 20°C (grupo teste) apresentaram asas menores, com tamanho de 1,45 mm, sugerindo que temperaturas mais baixas afetam negativamente o crescimento dos mosquitos.

Para as fêmeas, o tamanho das asas foi semelhante nas temperaturas de 28°C (3,25 mm) e 36°C (3,24 mm). Em contrapartida, as fêmeas expostas à temperatura de 20°C apresentaram asas menores, com tamanho de 1,89 mm. De maneira geral, conforme a avaliação do tamanho das asas (gráfico 13), observa-se que as fêmeas possuem asas maiores em comparação aos machos.

Gráfico 13 - Tamanho da asa do mosquito *Aedes aegypti*:



Legenda: O gráfico 13 demonstra as diferenças no tamanho das asas dos mosquitos *Aedes aegypti* machos e fêmeas submetidos a diferentes temperaturas. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

Apesar da escassez de estudos específicos sobre o tamanho das asas dos *Aedes aegypti* envolvendo a influência da temperatura, há dados que discutem a frequência das batidas das

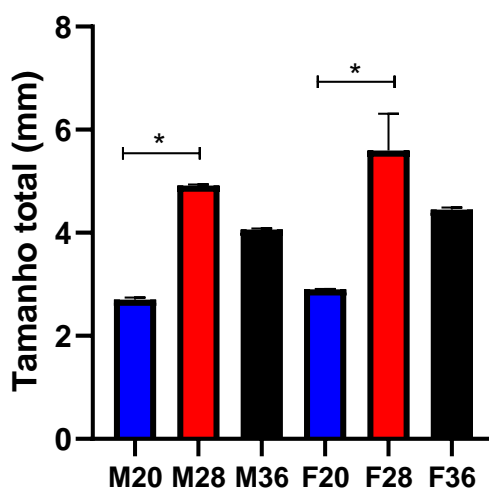
asas nesse contexto. Os dados do estudo de Nadai (2021) mostram que as fêmeas submetidas a 28°C e 33°C bateram asas cerca de 56 Hz mais rápido que as fêmeas à temperatura mais baixa de 23°C, enquanto a frequência de batidas das asas dos machos foi significativamente maior nas temperaturas de 28°C (98 Hz) e 33°C (170 Hz) quando comparados à temperatura de 23°C.

O gráfico 14 revela que os mosquitos *Aedes aegypti* apresentaram maior tamanho total no grupo controle (28°C), com fêmeas medindo 5,6 mm e machos 4,92 mm. Em contraste, os tamanhos totais dos mosquitos expostos a 20°C e 36°C foram menores: 2,70 mm (machos/20°C), 2,90 mm (fêmeas/20°C), 4,06 mm (machos/36°C) e 4,45 mm (fêmeas/36°C). Os dados mostram uma correlação direta entre o tamanho total dos mosquitos e o tamanho de suas asas, indicando que temperaturas mais baixas e mais altas impactam o desenvolvimento dos mosquitos.

Foi observada uma diferença significativa no tamanho total das fêmeas entre os grupos submetidos a 20°C e 28°C, mas não entre os grupos de 28°C e 36°C. Para os machos, houve diferença significativa entre os grupos de 20°C e 28°C.

As temperaturas mais baixas (20°C) afetam negativamente o crescimento total dos mosquitos *Aedes aegypti*, resultando em tamanhos menores tanto para machos quanto para fêmeas. As temperaturas mais altas (28°C e 36°C) parecem proporcionar melhores condições para o desenvolvimento, especialmente para as fêmeas.

Gráfico 14 - Tamanho total do mosquito *Aedes aegypti* (tórax até a cauda):



Legenda: O gráfico 14 mostra as diferenças no tamanho total do mosquito *Aedes aegypti* machos e fêmeas submetidos a diferentes temperaturas. A cor azul indica a temperatura 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e cor preta simboliza 36°C.

No estudo de Carlos et al (2013), não foi encontrada uma relação significativa entre o sexo e a população em relação ao tamanho das asas, no entanto, foi observada uma diferença entre os sexos: as fêmeas (comprimento variando de 5,13 a 5,34 mm) apresentaram dimensões maiores do que os machos, (comprimento variando de 4,18 a 4,25 mm).

5.6 ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ÓXIDO NÍTRICO (NO) E PERFIL CELULAR EM DIFERENTES TEMPERATURAS

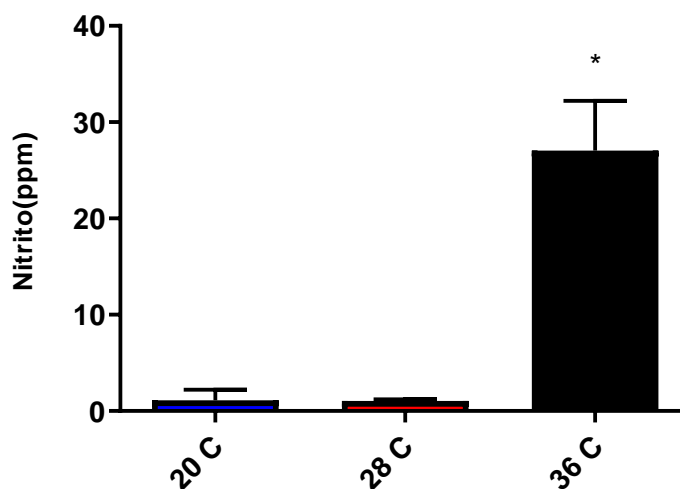
Em seguida, para averiguar os níveis basais de óxido nítrico na hemolinfa utilizou-se o método de Griess e a caracterização do perfil celular de larvas de *Ae. Aegypti* foi realizada através da câmara de Neubauer.

Já apontando para a relação do óxido nítrico (NO) e o *Aedes aegypti*, é importante destacar que trata-se de uma molécula gasosa simples, que geralmente é encontrada no ar exalado na respiração humana e de animais em pequenas quantidades, altamente tóxica devido à presença de radical livre (elétron extra) que a torna um agente químico altamente reativo, mas quando diluído tem uma meia vida de mais ou menos 10 segundos porque se oxida rapidamente em nitritos e nitratos (NASCIMENTO, 2017).

O óxido nítrico faz parte da resposta do sistema imunológico dos insetos, sendo assim, quando há uma situação de agressão ou estresse, a tendência é os níveis de óxido nítrico se elevarem sendo uma forma do mosquito se defender daquela agressão (FERNANDES, 2021). Sendo assim, torna-se relevante a avaliação do óxido nítrico (NO).

Ao analisarmos o gráfico 15, foi possível compreendermos que não houve diferença significativa na produção do óxido nítrico entre o grupo controle e o grupo da temperatura 20°C. Porém, os níveis de óxido nítrico do grupo teste(36°C) apresentaram-se elevados. Ou seja, nesta temperatura, as larvas do mosquito *Aedes aegypti* sofreram uma agressão significativa.

Gráfico 15 – Concentração de íons nitrito associados ao óxido nítrico em grupos de larvas de *Aedes aegypti*.

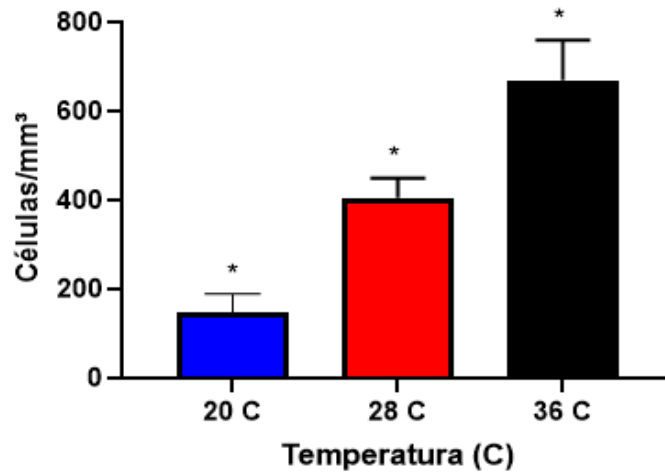


Legenda: Este gráfico representa a análise da concentração de íons nitrito associados ao óxido nítrico (NO) em diferentes temperaturas. A cor azul indica a temperatura de 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e a cor preta simboliza 36°C.

Para compreendermos acerca do perfil celular do mosquito *Aedes aegypti* é necessário sabermos que os hemócitos são células encontradas na hemolinfa de insetos, desempenhando funções vitais para o organismo, especialmente na defesa contra agentes patogênicos, semelhantes às células sanguíneas e com papel fundamental na imunidade dos insetos (GOMES, 2022).

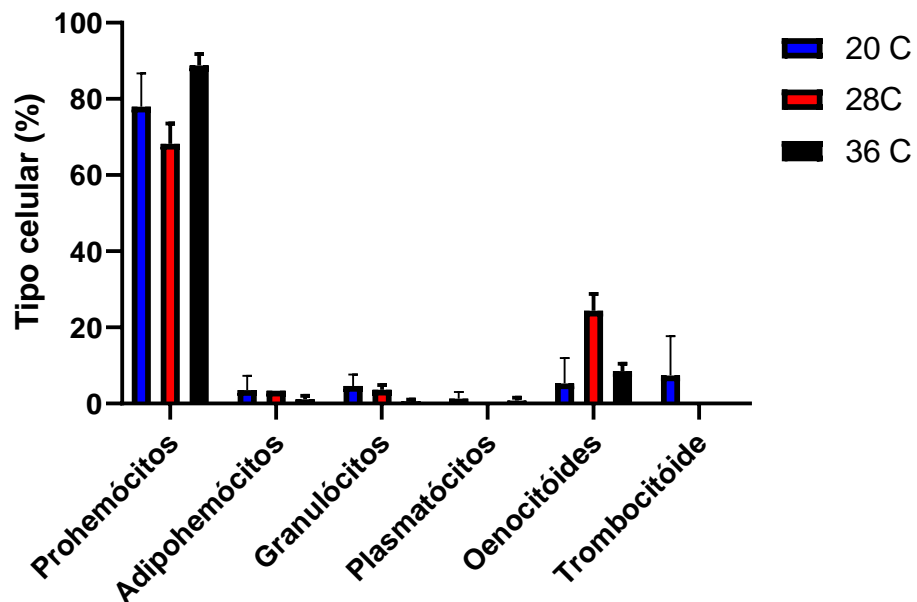
Em geral, os hemócitos reagem a agentes infecciosos como bactérias, fungos e parasitas (*Plasmodium*) através da melanização e envolvem sinalização celular por meio da produção de peptídeos antimicrobianos em conjunto com o corpo gorduroso (ARAÚJO, 2011). Sendo assim, a melanização trata-se do processo pelo qual o mosquito *Aedes aegypti* produz melanina em resposta à infecções ou lesões, está relacionada a imunidade e à defesa contra patógenos (AZEVEDO, 2015).

No gráfico 16, observou-se que a quantidade de hemócitos apresentou-se maior no grupo de larvas expostas à temperatura 36°C, totalizando em média 669 hemócitos. Em seguida, identificou-se 405 hemócitos no grupo de larvas submetidas às temperaturas 28°C e 148 hemócitos à temperatura 20°C. Nesta pesquisa, observou-se que a quantidade de hemócitos está diretamente proporcional ao aumento da temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, maior o número de células presentes na hemolinfa de larvas do mosquito *Aedes aegypti*.

Gráfico 16 - Quantidade total de hemócitos:

Legenda: Este gráfico representa a quantidade total de hemócitos. A cor azul indica a temperatura de 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e a cor preta simboliza 36°C.

Cabe destacar que os mosquitos possuem diversas classificações para suas células sanguíneas, tais como prohemócito (PR), plasmatócito (PL), granulócito (GR), oenocitóide (OE), coagulócito (CO), adipohemócito (AD), esferulócito (ES), podócito (PO) e vermiforme (VE), segundo Gonçalves (2014),

Gráfico 17 - Tipos de hemócitos:

Legenda: Este gráfico representa os diferentes tipos de hemócitos. A cor azul indica a temperatura de 20°C, a cor vermelha corresponde a 28°C e a cor preta simboliza 36°C.

Ao analisar-se o gráfico abaixo, notou-se que os prohemócitos apresentaram-se em maior quantidade em comparação com os outros tipos de células presentes na hemolinfa e isto ocorreu nos grupos das larvas submetidas às três temperaturas. Sendo assim, respeitando a ordem decrescente, a quantidade de hemócitos de larvas expostas às temperaturas foram: 88,75% (36°C), 77,95% (20°C) e 68,2% (28°C).

Observou-se com relação aos oenocitóides, que a quantidade dessas células variou de forma crescente nos grupos expostos a diferentes temperaturas: 20°C (5,28%), 36°C (8,55%) e 28°C (24,4%) (ver gráfico 17). É importante ressaltar que as células oenocitóides estão relacionadas com o sistema imunológico *do Aedes aegypti*, uma vez que são responsáveis por produzir a enzima fenoloxidase, a qual também pode ser produzida pelos granulócitos (ARAÚJO, 2009; ARAÚJO, 2011; NUNES *et al.*, 2015).

Segundo os autores supracitados, os granulócitos e os plasmócitos são as células que possuem maior capacidade fagocítica, utilizando enzimas lisossômicas para destruir o invasor. Quando as partículas ou invasores são de tamanho ou número significativo, esses hemócitos participam do encapsulamento celular e da formação de nódulos.

Ainda analisando o gráfico 17, viu-se que os granulócitos apresentaram-se em pouca quantidade com relação aos outros tipos de hemócitos e esta quantidade mínima foi identificada nos grupos expostos às três temperaturas do estudo. Sendo assim, a quantidade de granulócitos encontrados na hemolinfa das temperaturas seguiram uma ordem decrescente, sendo estas: 20°C (4,73%), 28°C (3,6%) e 36°C (0,3%). Já plasmátócitos só estiveram presentes nos grupos 20°C (1,25%) e 36°C (0,75%), embora em pouquíssima quantidade.

Vale destacar que os adipoemócitos têm como função o estoque de energia na forma de lipídio e glicogênio (NUNES *et al.*, 2015). Isto posto, no presente estudo, os adipoemócitos apresentaram-se nos grupos 20°C e 36°C uma quantidade similar e o grupo 28°C em uma quantidade menor.

O fato do adipoemócito relacionar-se com a função de estoque de energia na forma de lipídeo e apresentar-se em maior quantidade nos grupos expostos à temperatura de 20°C (3,52%) e 36°C (3,4%) coaduna com estudos citados anteriormente, os quais justificam o fato da fase de pupa ter uma duração maior nessas temperaturas quando comparados a temperatura do grupo controle, tendo em conta que houveram 1,5% deste tipo de célula na temperatura 28°C.

Cabe lembrar que o período larval é de intensa alimentação e através desta reserva de energia, ocorrerá o processo de metamorfose da fase de pupa até a fase adulta (NADAI, 2021)

Sobre a temperatura 36°C, com base no estudo de Santos (2020), possivelmente quando as larvas são expostas a temperaturas altas, a fase larval é reduzida, o que pode resultar em alimentação inadequada. Assim, um processo de metamorfose mais lento da pupa para o mosquito pode ser benéfico, permitindo a adaptação aos estresses ambientais e garantindo um desenvolvimento saudável e funcional até a vida adulta sem impactos negativos.

Já as pupas que estavam expostas a temperatura de 20° no presente estudo tiveram um maior tempo de desenvolvimento quando comparado ao grupo controle tendo em conta que a taxa de metabolismo do *Aedes aegypti* diminui no frio (MATIOLA; RIBEIRO, 2019). Também é importante destacar que os trombocitóides são as mais raras células encontradas, geralmente apresentam forma piriforme, medem aproximadamente 10-14µm de diâmetro (ARAÚJO, 2009; ARAÚJO, 2011; NUNES *et al.*,2015). Isto posto, os trombocitóides não estiveram presentes nos hemócitos expostos à nenhuma faixa de temperatura do presente estudo e corrobora com os autores supracitados

Com base nos achados deste estudo, verifica-se que a temperatura influencia significativamente a eclosão de ovos, desenvolvimento de larvas e pupas, longevidade, oviposição, peso, tamanho das asas e níveis de óxido nítrico e perfil celular na hemolinfa de larvas de *Aedes aegypti*, destacando a importância de considerar as variáveis climáticas nas estratégias de controle dessa espécie.

Segundo Freitas, Santos e Viana (2019), com base nas complexas relações entre as mudanças climáticas e outros fatores que impulsionam a ocorrência e distribuição do mosquito *Aedes aegypti*, é possível construir modelos de nicho ecológico e prever potenciais mudanças no padrão de distribuição do mosquito/doença.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os achados deste estudo, foi possível verificar os impactos da temperatura na eclosão de ovos, desenvolvimento da fase de larvas e pupas de *Aedes aegypti*:

- Observou-se que tanto na temperatura mais alta (36°C), quanto na menor (20°), o tempo de eclodibilidade dos ovos foi maior em comparação ao grupo controle (28°).
- Verificou-se que quanto maior a temperatura, menor a duração da fase larval do *Aedes aegypti*.
- Nas temperaturas extremas, 20° e 36°, a duração da fase de pupa foi mais longa do que na temperatura do grupo controle.

Investigou-se o efeito da temperatura na longevidade, oviposição e reprodução de mosquitos *Aedes aegypti*.

- Os mosquitos criados a 20° viveram mais tempo do que aqueles criados a 28° e 36°, com ovos ovipostos a 20°, os quais demonstraram baixa viabilidade.

Averiguou-se a influência da temperatura no peso, no tamanho das asas e tamanho total dos mosquitos adultos de *Aedes aegypti*:

- Quanto maior a temperatura nas quais os mosquitos *Aedes aegypti* são criados, maior será o tamanho das asas e o tamanho total dos mesmos.
- As fêmeas criadas na temperatura de 36°C tiveram o peso menor do que o dos mosquitos *Aedes aegypti* machos submetidos a mesma condição térmica.

Foi possível avaliar como a temperatura afeta os níveis basais de óxido nítrico e o perfil celular na hemolinfa de larvas de *Aedes aegypti*:

- Os níveis de óxido nítrico apresentaram-se elevados na temperatura extrema alta, indicando que as larvas do mosquito *Aedes aegypti* sofreram uma agressão significativa.
- Observou-se maior quantidade de pró-hemócitos em comparação com os outros tipos de células presentes na hemolinfa e isto ocorreu nos grupos de larvas submetidas às três temperaturas.

Perspectivas futuras:

- A conexão entre as mudanças climáticas e a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* permite a criação de modelos de habitat e a previsão de alterações nos padrões de dispersão do mosquito/enfermidade.
- Sendo assim, pesquisas futuras envolvendo a eficiência de inseticidas em diferentes condições climáticas é crucial para otimizar o controle de larvas e prever surtos, contribuindo para a saúde pública.

Limitações do estudo:

- No decorrer da análise experimental deste estudo, foi possível estudarmos acerca da influência de diferentes temperaturas nos aspectos fisiológicos do mosquito *Aedes aegypti*.
- No entanto, a limitação desta pesquisa é que os resultados obtidos em condições experimentais podem não refletir com precisão o comportamento do mosquito em seu habitat natural, levando em conta as constantes variações climáticas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S; COTA, A. L. S; RODRIGUES, D.F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3857-3868, 2020. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/csc/a/SYkNjBXG7JMCJxCjshr7sLB/?lang=pt&format=html>>
Acesso em: 10.NOV.2022.

ALMEIDA, G. C. **Dinâmica de transmissão da dengue considerando a influência da temperatura e precipitação**, 2021 (Trabalho de Conclusão de Curso). Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c5244d65-df55-4225-a75e3fbd66e3b0f4/content> > Acesso em: 24.JUN.2024.

ANEE, H; K. et al. Effect of temperature on life cycle and behaviour of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Bangladesh Journal of Zoology**, v. 49, n. 3, p. 369-379, 2021.

Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Mohammad-Alam-97/publication/367717326_Effect_of_temperature_on_life_cycle_and_behaviour_of_Aedes_aegypti_Diptera_Culicidae/links/65032e048d6da36cc879c708/Effect-of-temperature-on-life-cycle-and-behaviour-of-Aedes-aegypti-Diptera-Culicidae.pdf > Acesso em:25.FEV.2024.

ANJOLETTE, A. F. F; MACORIS, M.L.G. **Técnicas para manutenção de *Aedes aegypti* em laboratório**. Bepa - Boletim Epidemiológico Paulista, v. 13, n. 156, p. 19-29, dez. 2016.

Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/BEPA182/article/view/38044>. Acesso em: 2 out. 2024.

APERGIS, L. G. **Estudo e aplicação de uma estratégia de controle ótimo na dinâmica populacional do *Aedes***, 2021. (Trabalho de Conclusão de Curso). Disponível em: <

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/9d1656ff-91cc-43cb-8119-8b507bacf1cb/content>> Acesso em:24.JUN.2024.

ARAÚJO H. R. C. **Ultra-estrutura dos hemócitos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae)**. (Dissertação de Mestrado). Centro de Pesquisas Aggeu

Magalhães,2009. Disponível em: < <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14543> > Acesso em:24.JUN.2024.

ARAÚJO H. R. C. **Caracterização morfológica dos hemócitos do *Aedes aegypti* e do *Aedes albopictus* e a resposta imune dos hemócitos do *Aedes aegypti* após a infecção pelo Dengue vírus**, 2011. (Tese de Doutorado). Disponível em: <

<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20828> > Acesso em:23.JUN.2024.

ARAÚJO, R. A. F., UCHÔA, N. M., ALVES, J. M. B. Influência de variáveis meteorológicas na prevalência das doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 34, 439-447, 2019. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/ysPnBfM5cFp6hMNCCLVnyJf/?lang=pt&stop=next&format=html> > Acesso em: 11.FEV.2024

ARAÚJO, E. O. **As arboviroses e o uso de podcasts como ferramenta facilitadora no processo ensino aprendizagem e promoção a saúde na escola**. 2020. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em:

<<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40666>> Acesso em: 18.NOV.2022.

APELLA, G. C.; MAJEROWICZ, D; GONDIM, K. C. Metabolismo de lipídeos. **Tópicos Avançados em Entomologia Molecular; Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular: Rio de Janeiro, Brazil**, p. 1-22, 2012.

AZEVEDO, J. B. **Análise do ciclo biológico do *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) exposto a cenários de mudanças climáticas previstas pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**. 2015. Disponível em: < <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/12485> > Acesso em: 24.JUN.2024.

BARRETO, H. P. M. **Aspectos ecológicos de *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e *Culex quinquefasciatus*: uma revisão sistemática de literatura**, 2023 (Trabalho de conclusão de curso). Disponível em: < <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/4327> > Acesso em: 19. JULH. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. **Tabnet**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 03.JAN.2024

BUSATO, Maria Assunta et al. Potencial atrativo para oviposição de *Aedes aegypti* (diptera: culicidae), em condições de campo: produto sintético, bti e produtos naturais. In: **Congresso Internacional em Saúde**. 2019. Disponível em:< https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=POTENCIAL+ATRATIVO+PARA+OVIPOSI%C3%87%C3%83O+DE+AEDES+AEGYPTI+%28DIPTERA%3A+CULICIDAE%29%2C+EM+CONDI%C3%87%C3%95ES+DE+CAMPO%3A+PRODUTO+SINT%C3%89TICO%2C+BTI+E+PRODUTOS+NATURAIS1&btnG= > Acesso em: 26.FEV.2024.

BUZO, Laís Zorzo. **Modelos compartimentais para dengue: equações diferenciais com retardo e aplicações à educação**, 2023. (Tese de Doutorado). Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1338826>>. Acesso em: 02.JAN.2024.

CASTRO et al. Ciclos de vida comparados de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) do semiárido da Paraíba. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 118-123, 2013. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/isz/a/r8k5YrbfFYW8Vx8sQmSRJnP/?lang=pt> > Acesso em:24.JUN.2024.

CHAGAS, M. **Infodengue lança curso gratuito sobre dengue e mudanças climáticas em territórios periféricos**. Fiocruz, 2023. Disponível em:< InfoDengue lança e-book gratuito sobre dengue e mudanças climáticas em territórios periféricos (fiocruz.br) > Acesso em:11.FEV.2023.

COELHO, M. S.et al. Ecologia, monitoramento populacional e análise faunística de insetos: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 9, 2021. Disponível em:< <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1365> > Acesso em:11.FEV.2024.

COELHO, R. R. **Efeito da competição intraespecífica e da temperatura na atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório**, 2018. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. Disponível em: <

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6143/tde-11062018-104011/en.php> > Acesso em: 26.FEV.2024

COSTA, L.D. et al. Percepção da população sobre a atuação das autoridades e das comunidades no controle das arboviroses. **Saúde em Debate**, v. 46, p. 790-802, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/mFjBDQ4zP56KVZMtHHm4NHc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09.NOV.2022.

COSTA, M. M; SANTOS, F. L. P. Investigação dos Efeitos da Temperatura e da Mobilidade Humana na Dinâmica de Transmissão da Dengue. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 8, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://proceedings.sbmac.emnuvens.com.br/sbmac/article/view/135454>> Acesso em: 10.NOV.2022.

DORZABAN, H. et al. Mosquito surveillance and the first record of morphological and molecular-based identification of invasive species *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae), southern Iran. **Experimental Parasitology**, v. 236-237, p. 108235, maio 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014489422000297> > Acesso em: 11.FEV.2024.

ENNSER, J. R. P. **Avaliação do efeito dos compostos biológicos *Bacillus thuringiensis* var. israelensis e Espinosade na sobrevivência de larvas de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) sob condições de laboratório**, 2022. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo.

FAUSTINO, R. S. et al. **Relação das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade e precipitação) com casos de dengue no município de Lábrea-AM**, 2023. Disponível em: <https://www.rii.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6652/2/TCC_Rizoneide%20SouzaFaustino.pdf > Acesso em: 11.FEV.2024.

FERREIRA, A. C; NETO, F.C; MONDINI, A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, 2018. Disponível em: <scielo.br/j/rsp/a/Jtz4SCdqkZnHXk3zLQtZ6kD/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 11.FEV,2024.

FERNANDES, D.A. **Estudos fitoquímico e biológico de *Helicteres velutina* K. Schum (Sterculiaceae) nos estágios de desenvolvimento do *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae)**. Dissertação de doutorado Universidade Federal da Paraíba, 2021.

FREITAS, A.F.F.; SANTOS, J. S., VIANA, E.R. Os casos de *Chikungunya* e sua relação com as condições climáticas do município de João Pessoa, PB. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.07, 2019. 2595-2602. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/238537/34627>> Acesso em: 10.NOV.2022.

FLORIANO, S. **Influência da pluviosidade, temperatura ambiente e diversidade de criadouros no desenvolvimento de *Aedes aegypti* (linnaeus 1762) e *aedes albopictus* (skuse 1894) em três municípios do sul de Santa Catarina**. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/5776>> Acesso em: 10.NOV.2022.

HARBACH, R. E. The Culicidae (Diptera): **A review of taxonomy, classification, and phylogeny**. *Zootaxa*, v. 1668, p. 591-638, 2007.

HOPP, M.J.; FOLEY, J. A. Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. **Climatic change**, v. 48, p. 441-463, 2001. Disponível em : < <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010717502442> > Acesso em: 05.OUT.20214.

GENEROSO, L.A ; ARAÚJO, P. F.; CECÍLIO, A.B. Avaliação do efeito do óleo essencial da *Fridericia Chica* em diferentes fases de vida do mosquito *Aedes aegypti*. **Sinapse Múltipla**, v. 9, n. 1, p. 47-60, 2020. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/21107>> Acesso em: 09.NOV.2022.

GOMES, I. D. O. **O papel do fator de transcrição Zelda na regeneração de membros nas larvas do besouro *Tribolium castaneum***. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia)–Instituto de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé,2022aDisponível em: < <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/20513/1/IOGomes.pdf> > Acesso em: 22.JUN.24.

GONÇALVES, G. G. A. et al. **Caracterização da resposta imunológica de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* à infecção pelo sorotipo 1 do Dengue vírus** (Tese de Doutorado). Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, 2014. Disponível em: < <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14348> > Acesso em: 23.JUN.2024.

GOIS, A. W. V; ROCHA, A. M; LOPES, A. N. Prospecção sobre Armadilhas para Mosquitos *Aedes Aegypti* e Tecnologias Relacionadas. **Cadernos de Prospecção, Salvador**, v. 14, n. 4, p. 1.343-1.359, 2021. Disponível em: < <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/39299> > Acesso em:24.JUN.2024.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2024. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/janeiro-como-ser%C3%A1-o-clima-no-brasil-2>> Acesso em: 04.JAN.2024.

JORGE.J.P.S **Efeitos individuais e interativos do risco de predação, disponibilidade de recurso e tamanho do habitat no comportamento de seleção de habitat para oviposição do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus; Culicidae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte,2020. Disponível em:< [Efeitosindividuaisinterativos_SilvaJorge_2020.pdf \(ufrn.br\)](#)>Acesso em:11.FEV.2024.

JÚNIOR, O.C. **Análise ultraestrutural do desenvolvimento do sistema reprodutor masculino de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) exposto à radiação gama**. Tese de doutorado. 2019. Disponível em:< <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/51733> > Acesso em: 05.FEV.2024.

LAPORTA, G. Z. et al. Global distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a climate change scenario of regional rivalry. **Insects**, v. 14, n. 1, p. 49, 2023. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/1/49> > Acesso em:07.OUT.2024.

LEITE, E. S. **Análise temporal da relação entre dengue e variáveis climáticas na cidade de Uberlândia-MG.** (Tese de doutorado), 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37954> > Acesso em: 25.JUN.2024.

LIMA, L.D.L. **Climatologia e geografia da saúde: uma relação entre elementos climáticos com a incidência de casos de dengue no município de Juiz de Fora – MG,** 2019. (Monografia). Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/geografia/wp-content/uploads/sites/267/2022/08/TCC-Laura-Debortoli-Lage-Lima.pdf>> Acesso em: 09.NOV.2022.

LOMBARDO, M. A; FRUEHAUF, A. L.; PELLEGRINO, P. R. M. Clima urbano nas metrópoles e seus impactos ambientais Urban climate in metropolises and its environmental impacts. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 434-448, 2022.

LOPES, L. E; OLIVA, S. M.; FERREIRA, C. P. Ferreira. Competição de populações de mosquitos *Aedes aegypti* infectados e não infectados pela bactéria Wolbachia sob o efeito da Temperatura. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 9, n. 1, 2022. Disponível em: < <https://proceedings.sbmac.emnuvens.com.br/sbmac/article/view/3754> > Acesso em: 11.FEV.2024.

LÓPEZ R.G; FIGUEROLA J; PUENTE J.M. Methodological procedures explain observed differences in the competence of European populations of *Aedes albopictus* for the transmission of Zika virus. **Acta Trop.** 2023 Jan;237:106724. doi: 10.1016/j.actatropica.2022.106724. Epub 2022 Oct 19. PMID: 36270381. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X22004168>> Acesso em: 30.NOV.2022.

LUCAS M. Novas epidemias de Chikungunya incapacitam e matam no Brasil, revela estudo. **CNN Brasil.** São Paulo, 2023. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/novas-epidemias-de-chikungunya-incapacitam-e-matam-no-brasil-revela-estudo/> > Acesso em: 04. JAN.2024.

LUGÃO, P.H. G. **Modelagem e simulação da dinâmica populacional do mosquito *Aedes aegypti*.** (Dissertação de Mestrado). Instituto estadual de Campinas,2020. Disponível em:< https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_83f2a54d37778acd2d92d3f4910ab4a1 > Acesso em:11.FEV.2024.

MATIOLA, C.; RIBEIRO, E.A.W. Análise exploratória dos dados climáticos e sua influência no *Aedes aegypti*, no município de Chapecó/SC. **Revista Brasileira de Geografia**, 2019. Disponível em:< <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/51663>> Acesso em: 15.FEV.2024.

MESQUITA T. C. R; ROSA, A. P; BORGES, A. C. Mudanças Climáticas e Seu Impacto Na Incidência de Arboviroses: Uma Revisão Sistemática de Estudos Recentes. **Rev. Bras. Geogr. Física**, v. 14, p. 3361-3377, 2021. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe> > Acesso em:24.JUN.2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico** Vol.53 Nº18, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2022/boletim-epidemiologico-vol-53-no18/view>> Acesso em: 10.NOV.2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico** Vol.54 Nº13, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-13#:~:text=Em%202023%2C%20no%20per%2C%20da,3%2C4%20casos%2F100%20mil>> Acesso em: 02.JAN.2024.

MOURA, L. **Controle larvário de *Aedes aegypti* (Diptera Culicidae) com aplicação de Pyriproxyfen (Sumilarv 0.5G®): efeitos das variações térmicas de diferentes regiões brasileiras simuladas em laboratório.** 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-20042023-164832/>> Acesso em: 04 fev. 2024.

MOREIRA, A. B. **A vulnerabilidade socioespacial à ilha de calor urbana na Cidade de Recife–PE, Brasil.** 2021. (Trabalho de conclusão de curso). Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47059>> Acesso em:24.JUN.2024.

MURDOCK, C. C. et al. Rethinking vector immunology: the role of environmental temperature in shaping resistance. **Nature Reviews Microbiology**, v. 10, n. 12, p. 869-876, 2012. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrmicro2900>> Acesso em:24.JUN.2024.

NADAI, Barbara Lepretti de. **Estudo da frequência de batida das asas do mosquito *Aedes aegypti* utilizando sensores inteligentes: simulação de diferentes condições ambientais em laboratório.** (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo,2021. Disponível em:<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-23112021-151831/>> Acesso em: 11.FEV.2024.

NASCIMENTO, G.J. **Estudo da atividade inseticida e repelente do timol sobre as fases de vida do *Aedes aegypti*.** 2023. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <<https://www.cbitec.ufpb.br/cbitec/contents/tccs/2017.1/estudo-da-atividade-inseticida-e-repelente-do-timol-sobre-as-fases-de-vida-do-aedes-aegypti-1.pdf>> Acesso em: 22.JUN.2024.

NUNES, F.C. **Estudo da atividade larvicida da *Agave sisalana* contra *Aedes Aegypti*.** 2013. (Tese de doutorado). Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9693>> Acesso em:22.JUN.2024

PORTO, V.S. et al. **Interação ecológica entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (DIPTERA: CULICIDAE): Temperatura como fator modulador,** 2018 (Trabalho de

Conclusão de Curso). Disponível em: <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3473>> Acesso em: 10.NOV.2022.

QUEIROZ, C. M. **Avaliação dos níveis séricos de óxido nítrico e citocinas pró-inflamatórias em pacientes diagnosticados com dengue na Paraíba.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/15435> Acesso em: 13.JUN.2024.

RAGONHA, F.H.et al. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do MUDI**, v. 22, n. 1, p. 48-78, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/41521>> Acesso em: 03.JAN.2024.

RIBEIRO, I. A. T. D. A. (2020). **Óleos essenciais de Croton rudolphianus e Algrizea macrochlamys no combate às doenças negligenciadas: esquistossomose e dengue.** (Tese de Doutorado). Disponível em:< <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38475> > Acesso em:25.FEV.2024.

RIBEIRO et al. Desafios e Aprendizados na Aplicação do Projeto Índice de Positividade de Armadilhas (IPA): Um Estudo sobre o Controle do *Aedes aegypti* em Santa Catarina, Brasil. **Metodologias E Aprendizado**, 2023 Disponível em:<<https://doi.org/10.21166/metapre.v6i.4174>>Acesso em:24.JUN.2024.

RIBEIRO et al. Modelo preditivo para a proliferação do *Aedes aegypti* em Itajaí (Santa Catarina): Uma abordagem integrando fatores climáticos locais e globais. **Estrabão**, v. 5, p. 81-91, 2024. Disponível em: <<https://revista.estrabao.press/index.php/estrabao/article/view/207> > Acesso em:24.JUN.2024.

ROJAS T., et al. Temperatura mínima adequada para o desenvolvimento do ciclo de vida de *Aedes aegypti*. **Revista Científica de Salud UNITEPC**, v. 7, n. 1, p. 8-17, 2020. Disponível em:<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S252098252020000100001&script=sci_abstract&tlng=pt#:~:text=Incuba%C3%A7%C3%A3o%20larval%20interrompida%20a%20menos%20de%2014%20%C2%B0C> Acesso em: 10.NOV.2022.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. Zoologia dos Invertebrados: Uma Abordagem Funcional e Evolutiva. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2023.

SALVI, F. I. et al. Fatores ambientais e climáticos associados à ocorrência de *Aedes aegypti*. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, pág. e56410918544-e56410918544, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18544>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SANTANA, E.. et al. Substâncias fitoquímicas para o controle do *Aedes aegypti*: protocolo de scoping review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e39411629343-e39411629343, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29343>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SECRETARIA DE SAÚDE DA PARAÍBA. **Boletim Epidemiológico** N°1, 2024. Disponível em: < https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/arquivos-1/vigilancia-em-saude/boletim-epidemiologico-arbovirozes-urbanas-no-01-_12_01_24-ok.pdf > Acesso em: 04.FEV.24.

SANTOS, L. V. dos et al. **Expressão diferencial da lipase brummer e níveis de triacilglicerol em estágios de desenvolvimento e sob estresse alimentar em *Aedes aegypti*** (Diptera: Culicidae). 2020. Disponível em:< <https://tede.ufrjr.br/handle/jspui/6283> > Acesso em: 17.FEV.24.

SILVA, L.S.B. et al. Modelo Entomológico Determinístico sob Efeito da Pluviosidade para o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. **TEMA (São Carlos)**, v. 19, p. 289-303, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tema/a/y8SBz87CCzQRHBrJHqpDGfS/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SILVA, G.S. **Análise da variabilidade genética e influência da temperatura e concentração de CO2 em populações de *Aedes aegypti* na cidade de Manaus**, 2017. Disponível em: <<http://177.66.14.82/handle/riuea/2320>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SILVA, J. P. et al. A influência da febre do Pará e da temperatura sobre a ocorrência de febre Chikungunya no município de Belém do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 53, pág. 81-96, 2019a. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/download/243/489/2413> Acesso em: 10.NOV.2022.

SILVA, D. L. et al. Efeito da Salinidade (NaCl) no desenvolvimento larval de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). **Revista GeTeC**, v. 8, n. 21, 2019b. Disponível em: <<https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/1845> > Acesso em: 26.FEV.2024.

SILVA, N. S. *et al.* Avaliação da Relação Entre a Climatologia, as Condições Sanitárias (Lixo) e a Ocorrência de Arbovirozes (Dengue e *Chikungunya*) em Quixadá-CE no Período Entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 485-492, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/nhj6GhqGDnz9JwRCD3WKfcB/>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SILVA, L. B. **Eficácia e segurança do extrato de sementes de Angico (*Anadenanthera colubrina*) contra *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, em condições de laboratório e de campo**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022a. Disponível em: < <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/52184> > Acesso em: 11.FEV.2024.

SILVA, L.E.L da. **Pesquisa experimental com animais de laboratório no estudo da covid-19: uma revisão**. 2022b. (Trabalho de Conclusão de Curso). Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47862>> Acesso em: 27.MAI.2024.

SILVA W. L.; DERECZYNSKI, C. P. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/profile/Wanderson->

Silva2/publication/277615050_Caracterizacao_Climatologica_e_Tendencias_Observadas_eExtremos_Climaticos_no_Estado_do_Rio_de_Janeiro/links/56c8c3b608ae11063707893d/Cara-cterizacao-Climatologica-e-Tendencias-Observadas-em-Extremos-Climaticos-no-Estado-Rio-de-Janeiro.pdf > Acesso em: 24.JUN.2024.

SOARES, P. V., ARAÚJO, R. A. F. D., & ALMEIDA, M. E. A Influência das Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de Casos de Dengue em Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 36, 759-766, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/4q3RQPJ3TvCcZPsGd5n6mq/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 10.NOV.2022.

SOEK et al. Mudanças Climáticas e Infestação por *Aedes Aegypti* na Região Sul do Brasil. **Geo UERJ**, 2023. Disponível em: < <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/74550> > Acesso em: 24.JUN.2024.

SOUSA, S. S. S. et al. Características clínicas e epidemiológicas das arboviroses epidêmicas no Brasil: Dengue, Chikungunya e Zika. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 7, p. e13518-e13518, 2023. Disponível em: < <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/13518/7757> > Acesso em: 03.JAN.2024.

SOUZA, F. G. C. **Previsão de evasão e retenção escolar no ensino médio profissional: uma abordagem baseada em redes neurais artificiais**. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, 2021.

SOUZA, J. R.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, L. S. Ciclos de vida comparados de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 2, p. 101-107, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/isz/a/r8k5YrbfFYW8Vx8sQmSRJnP/>>. Acesso em: 30 set. 2024.

TASCA, G.M. et al. Extratos vegetais para controle de larvas do mosquito *Aedes Aegypti*. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 15, n. 1, p. 56-69, 2023. Disponível em: < <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/1048> > Acesso em: 03.JAN.2024.

TEICH, V; ARINELLI, R; FAHHAM, L. *Aedes aegypti* e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no Brasil. **JBES:Brazilian Journal of Health Economics/Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 9, n. 3, 2017.

VARELA, A. W. P. **Inter-relações entre variáveis ambientais e doenças de veiculação hídrica no município de Belém-PA**. (Dissertação de mestrado), 2022. Disponível em: < https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/15687/1/Dissertacao_InterrelacoesVariaveisAmbientais.pdf > Acesso em:25.JUN.2024.

VARIZA, P.F. **Ecoepidemiologia do Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762) e Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) no Brasil**, 2022. Disponível em: < <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/187654c3-87f5-47ba-b0bc-b84827b04f6a> > Acesso em:10.FEV.2024.

ZAPAROLI, I.C.V. B. et al. Resposta dos casos de dengue em função do clima no estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 28572-28587, 2021. Disponível em: <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/26707>> Acesso em: 10.NOV.2022.