

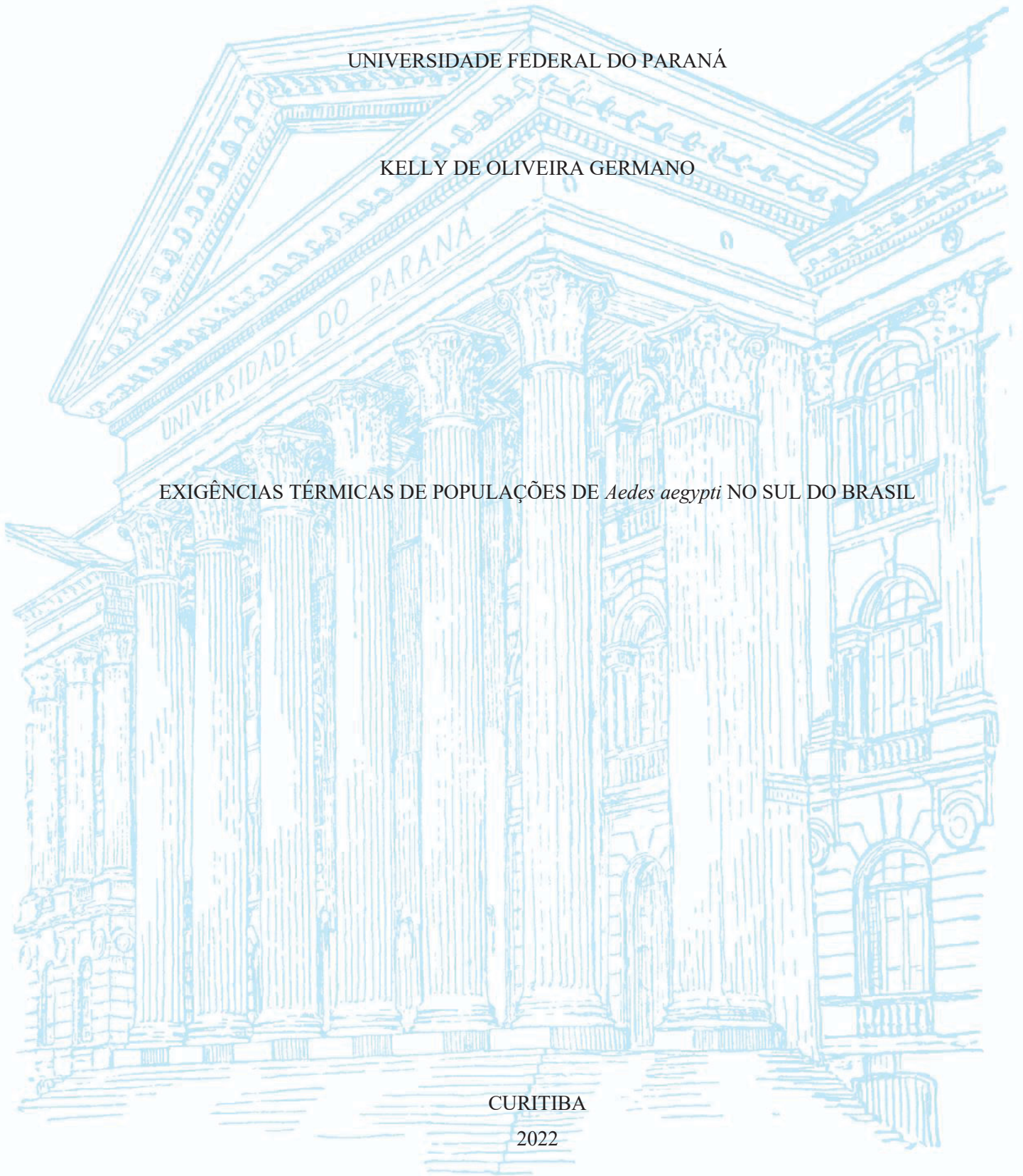
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KELLY DE OLIVEIRA GERMANO

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE POPULAÇÕES DE *Aedes aegypti* NO SUL DO BRASIL

CURITIBA

2022



KELLY DE OLIVEIRA GERMANO

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE POPULAÇÕES DE *Aedes aegypti* NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia, Setor de Ciências Biológicas Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Parasitologia.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Magda Clara Vieira da Costa Ribeiro

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Germano, Kelly de Oliveira.
Exigências térmicas de populações de *Aedes aegypti* no Sul do Brasil. – Curitiba,
2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.
Orientadora: Prof.^a Dra. Magda Clara Vieira da Costa Ribeiro.

1. *Aedes aegypti*. 2. Controle de Vetores de Doenças. 3. Desenvolvimento embrionário.
4. Controle de temperatura. I. Costa-Ribeiro, Magda Clara Vieira da, 1969-. II.
Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MICROBIOLOGIA,
PARASITOLOGIA E PATOLOGIA - 40001016044P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MICROBIOLOGIA, PARASITOLOGIA E PATOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **KELLY DE OLIVEIRA GERMANO** intitulada: **Exigências térmicas de populações de *Aedes aegypti* no Sul do Brasil**, sob orientação da Profa. Dra. MAGDA CLARA VIEIRA DA COSTA RIBEIRO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 01 de Dezembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

03/12/2022 12:48:06.0

MAGDA CLARA VIEIRA DA COSTA RIBEIRO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

02/12/2022 12:39:53.0

PEDRO AUGUSTO BREDAS FONTÃO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - DEP. DE GEOGRAFIA)

Assinatura Eletrônica

05/12/2022 15:13:15.0

TAMARA LIMA CAMARA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-990 - Tel: (41) 3361-1695 - E-mail: posmpp@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 239637

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 239637

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Aparecida de Oliveira Germano e ao meu pai Renato Germano.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, por ter me proporcionado sabedoria e forças para continuar em todas às ocasiões nos quais desanimei e por sempre estar ao meu lado.

A Santa Terezinha do Menino Jesus e Santa Edwiges por terem intercedido por mim no céu e terem me dado sabedoria e forças nessa caminhada tão importante na minha vida.

A minha mãe Maria Aparecida de Oliveira Germano, por permanecer comigo em todos os momentos, por sempre me apoiar em minhas decisões e por me inspirar a buscar o meu melhor a cada dia.

Aos meus irmãos Paulo Felipe Germano, Luiz Filipe de Oliveira Germano, Diego Germano e toda minha família.

Ao meu namorado Rafael Mocelin, por ter feito a minha vida mais colorida e por ter estado comigo em todos momentos e por ter me apoiado no início do doutorado, te amo meu amor.

Aos meus sogros, Débora e Manir Mocelin, e meu cunhado Lucas Mocelin, por terem me acolhido na família e por sempre torcerem por mim.

A minha professora orientadora Dra. Magda Clara Vieira da Costa Ribeiro, por ter aceitado a me orientar, por todo apoio, amizade, dedicação, parceria, conselhos e paciência no decorrer deste trabalho, por ter sido mais do que uma orientadora para mim.

Ao meu amigo Lucas de Souza, que ao decorrer desses dois anos sempre foi meu companheiro de coleta, de pesquisa e da vida acadêmica e pessoal, por estar comigo em todos os momentos, bons e ruins.

A minha amiga Leticia Morelli, por sempre estar disponível a me escutar e sempre ter uma palavra amiga, por todo apoio e amizade.

A professora Dra. Cláudia Ortolani, por ter cedido o laboratório de Embriotoxicologia para a padronização do protocolo de Trips.

A Mariliza Cristiane Vieira da Costa, por ter ajudado no protocolo de coloração dos ovos e por todo apoio e conselhos.

Aos moradores de Curitiba que permitiram que eu colocasse as armadilhas em suas residências, o que contribuiriam muito para meu trabalho.

A Secretaria Municipal de Saúde da cidade de Curitiba, na pessoa da Dra. Tatiana Faraco e Ma. Elydia por terem me ajudado na disponibilidade dos locais positivos para *Ae. aegypti* no município de Curitiba.

A Secretaria Municipal de Saúde da cidade de Foz de Iguaçu, na pessoa do André, pela doação dos de *Ae. aegypti* e por toda sua equipe.

Aos vereador Hernani da Silvia e seu assessor Cláudio Andrade, por ter me ajudado na abordagem de moradores na região do Bairro Alto.

A professora Camila Marcon, por ter ajudado na estatística do trabalho, além de toda atenção e ajuda.

A todos professores e alunos do Laboratório de Parasitologia Molecular, em especial ao professor Andrey José de Andrade por todos os momentos de conversa e conselhos.

A todos os professores (as) do PPGMPP, que me ajudaram a construir mais uma página da minha vida e por terem me inspirado a buscar ser uma pesquisadora e profissional melhor.

Aos técnicos de laboratório e todos os servidores da Universidade Federal do Paraná, por ter me ajudado na produção desse trabalho e por todos os ensinamentos.

As todas pesquisadoras do passado, que por meio da luta de cada uma, tornou-se possível a minha titulação de mestre e pesquisadora.

Ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

Ao Centro de Tecnologia Avançadas de Fluorescência, por ter me decido o local e os equipamentos para as imagens.

Ao Professor Gustavo Rezende, por ter cedido o protocolo de Trips, e por ter ajudado na análise das imagens.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por ter me concedido a bolsa.

Rir é um ato de resistência.

Paulo Gustavo (2021).

RESUMO

A espécie *Aedes aegypti* é o principal transmissor de arbovírus no Brasil. A temperatura exerce influência direta em seu desenvolvimento. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento das fases imaturas (ovo, larva e pupa) de *Ae. aegypti* sob temperatura de 9°C de populações provenientes dos municípios de Curitiba (CWB) e Foz do Iguaçu (FOI), Estado do Paraná, Brasil. Para a execução dos experimentos, foram coletados espécimes de *Ae. aegypti* por meio de ovitrampa no período do verão em ambas as cidades, e utilizada a geração F1. Para o experimento 1 (EXP1) (ovo a adulto), um *pool* de 50 ovos foi submetido a 5, 10 a 15 e 20 dias em temperatura de 9°C e URA de 70%- 80% (tratamento), e na sequência transferidos para a temperatura de 27°C-28°C e URA de 70%-80% (pós tratamento). Foi registrado no controle, tratamento e pós tratamento: i) o tempo inicial de eclosão das larvas (L1); ii) o número total de larvas (L1 a L4), pupas e adultos. Para o experimento 2 (EXP2), larvas L1 e pupa (de forma independente), foram submetidas a temperatura de 9°C e URA de 70%- 80%. Foi registrado no controle e tratamento: i) o tempo de desenvolvimento de larva a adulto e ii) o tempo de desenvolvimento de pupa a adulto. Para ambos os experimentos, o controle teve temperatura de 27°C-28°C e URA de 70%-80. Não houve eclosão de larva (L1) na temperatura de 9°C para ambas as populações estudadas, somente após serem transferidos os ovos para a temperatura de 27°C-28°C. Foi observada eclosão de larvas provenientes do 5º, 10º a 14º dias, sendo 31,6%, 4,4%, 10,8%, 2,8%, 0,8% e 3,6%, respectivamente. No controle o percentual de eclosão foi de 62,8%. Para a população de FOI, obteve-se um número superior de eclosão de larvas L1, pós o tratamento para T5 (48%) em relação ao controle (34%). Para os tratamentos (10 a 15 e 20 dias), houve eclosão, mas foram inferiores ao controle (34%). Não foi obtida larvas L1 na temperatura de 9°C, somente após 14 dias (CWB), e 15 dias (FOI) em condições ideais. Em relação ao EXP2, para as populações de CWB e FOI, as larvas desenvolveram até L2, com viabilidade de dois e seis dias, respectivamente, sob temperatura de 9°C. As pupas provenientes da população de CWB se mantiveram vivas até 15 dias, e de FOI, 13 dias. Os resultados aqui apresentados confirmam que a temperatura de 9°C influenciou de forma direta no desenvolvimento de *Ae. aegypti*. Contudo, cada população apresentou uma resposta diferenciada, após serem expostas às condições ideais. Este trabalho foi o primeiro verificar a exigência térmica de formas imaturas de populações de *Ae. aegypti* provenientes da região Sul. Dada a importância epidemiológica de *Ae. aegypti*, investigações sobre o seu desenvolvimento em condições ambientais que refletem a realidade das cidades brasileiras, são de suma importância para a adoção de medidas de controle e compreensão da dinâmica das arboviroses.

Palavras-chave: Limite térmico; *Aedes*; Quiescência; Embriogênese; Controle de vetores.

ABSTRACT

The species *Aedes aegypti* is the main arbovirus transmitter in Brazil. The temperature exerts a direct influence on its development. Thus, the objective of this study was to evaluate the development of the immature stages (egg, larva and pupa) of *Ae. aegypti* under a temperature of 9°C from populations from the municipalities of Curitiba (CWB) and Foz do Iguaçu (FOI), State of Paraná, Brazil. For the execution of the experiments, specimens of *Ae. aegypti* through ovitrap in the summer period in both cities, and the F1 generation was used. For experiment 1 (EXP1) (egg to adult), a pool of 50 eggs was subjected to 5, 10 to 15 and 20 days at a temperature of 9°C and 70%-80% RH (treatment), and subsequently transferred to the temperature of 27°C-28°C and RH of 70%-80% (post treatment). It was registered in the control, treatment and post treatment: i) the initial hatching time of the larvae (L1); ii) the total number of larvae (L1 to L4), pupae and adults. For experiment 2 (EXP2), L1 larvae and pupa (independently) were submitted to a temperature of 9°C and 70%-80% RH. It was registered in the control and treatment: i) the time of development from larva to adult and ii) the time of development from pupa to adult. For both experiments, the control temperature was 27°C-28°C and 70%-80 RH. There was no larval hatching (L1) at a temperature of 9°C for both populations studied, only after the eggs were transferred to a temperature of 27°C-28°C. Hatching of larvae from the 5th, 10th and 14th days was observed, being 31.6%, 4.4%, 10.8%, 2.8%, 0.8% and 3.6%, respectively. In the control, the hatching percentage was 62.8%. For the FOI population, a higher number of hatching larvae L1 was obtained, after treatment for T5 (48%) compared to the control (34%). For the treatments (10 to 15 and 20 days), there was hatching, but they were lower than the control (34%). L1 larvae were not obtained at a temperature of 9°C, only after 14 days (CWB) and 15 days (FOI) under ideal conditions. Regarding EXP2, for the populations of CWB and FOI, the larvae developed up to L2, with viability of two and six days, respectively, under a temperature of 9°C. Pupae from the CWB population remained alive for up to 15 days, and from FOI, 13 days. The results presented here confirm that the temperature of 9°C directly influenced the development of *Ae. aegypti*. However, each population presented a different response after being exposed to ideal conditions. This work was the first to verify the thermal requirement of immature forms of populations of *Ae. aegypti* from the southern region. Given the epidemiological importance of *Ae. aegypti*, investigations on its development in environmental conditions that reflect the reality of Brazilian cities, are of paramount importance for the adoption of control measures and understanding of the dynamics of arboviruses.

Keywords: Thermal limit; *Aedes*; Quiescence; Embryogenesis; Vector control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo biológico do <i>Ae. aegypti</i>	22
Figura 2	Mapa da localização da cidade de Curitiba.....	28
Figura 3	Mapa da localização da cidade de Foz do Iguaçu.....	29
Figura 4	Ovitampas expostas nos pontos de coletas em Curitiba.....	31
Figura 5	Sequência utilizada para obtenção dos adultos de <i>Ae. aegypti</i> a partir das armadilhas de oviposição.....	32
Figura 6	Recipientes usados para os experimentos das formas imaturas de <i>Ae. aegypti</i>	34
Figura 7	Esquema do experimento de exigência térmica para ovos de <i>Ae. aegypti</i>	34
Figura 8	Experimento de exigência térmicas para larvas de <i>Ae. aegypti</i>	36
Figura 9	Valores referente ao tempo em dias para o aparecimento de cada estágio de vida de <i>Ae. aegypti</i> coletados em Curitiba (CWB), Paraná após a temperatura de 9°C (tratamento) em temperatura de 27°-28°C (pós tratamento e controle).....	39
Figura 10	Valores referente ao tempo em dias para o aparecimento de cada estágio de vida de <i>Ae. aegypti</i> coletados em Foz do Iguaçu (FOI), Paraná após a temperatura de 9°C (tratamento) em temperatura de 27°-28°C (pós tratamento e controle).....	41
Figura 11	Sequências de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Curitiba.....	45
Figura 12	Sequências de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Curitiba.....	46
Figura 13	Sequências de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Curitiba.....	47
Figura 14	Sequências de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Curitiba.....	48

Figura 15	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	49
Figura 16	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	50
Figura 17	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	51
Figura 18	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	52
Figura 19	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	53
Figura 20	Sequencias de ovos dos tratamentos da população de <i>Ae. aegypti</i> do município de Foz do Iguaçu.....	54

LISTA DE TABELAS

1	Taxa de eclosão de larvas (L1) de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Curitiba (CWB) em temperatura de 27°C-28°C.....	38
2	Taxa de eclosão de larvas (L1) de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Foz do Iguaçu (FOI) em temperatura de 27°C-28°C.....	40
3	Taxa de sobrevivência de larvas (L1) de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Curitiba (CWB) em temperatura de 9°C.....	42
4	Taxa de sobrevivência de larvas (L1) de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Foz do Iguaçu (FOI) em temperatura de 9°C.....	43
5	Taxa de sobrevivência de pupas de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Curitiba (CWB) em temperatura de 9°C.....	43
6	Taxa de sobrevivência de pupas de populações de <i>Ae. aegypti</i> da população de Foz do Iguaçu (FOI) em temperatura de 9°C.....	44

ABREVIATURAS OU SIGLAS

CWB- Curitiba

Cfa Clima Temperado Úmido com Verão Quente

Cfb- Clima Temperado Úmido com Verão Temperado

FOI- Foz do Iguaçu

IIP- Índice de Infestação Predial

URA- Umidade Relativa do Ar

C/R- Claro e escuro

TMinMax- Temperatura mínima máxima

TMedMin-Temperatura média mínima

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	17
1.1	Justificativa.....	18
2.	Objetivos.....	20
2.1	Objetivo Geral.....	20
2.2	Objetivos específicos.....	20
3.	Revisão Bibliográfica.....	21
3.1	O vetor <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>	21
3.2	Estrutura dos ovos e a embriogênese.....	22
3.3	Dormência embrionária (Diapausa e Quiescência).....	24
2.4	Exigência térmica de <i>Ae. aegypti</i> e padrão climatológico do Paraná..	25
4.	Metodologia.....	28
4.1	Área do Estudo.....	28
4.2	Estabelecimento de colônias de <i>Ae. aegypti</i>	31
4.3	Experimento de exigências térmicas de <i>Ae. aegypti</i>	32
4.3.1	Experimento 1.....	33
4.3.1.1	Exigência térmica para os ovos a adulto de <i>Ae. aegypti</i>	33
4.4	Protocolo de <i>Trips</i> e análise dos ovos de <i>Ae. aegypti</i>	35
4.4.1	Experimento 2.....	35
4.4.1.1	Exigência térmica de larvas a adulto, e pupa a adulto de <i>Ae. aegypti</i> ..	35
5.	Análise de Resultados.....	37
6.	Resultados.....	38
6.1	Eclosão das larvas e desenvolvimento para pupas de <i>Ae. aegypti</i>	38
6.2	Experimento 2 de exigência térmica das larvas e pupas de <i>Ae. aegypti</i> ..	41
6.3	Análise dos ovos de <i>Ae. aegypti</i> pelo protocolo de <i>Trips</i>	45
7.	Discussão.....	55
8.	Conclusão Final.....	59
9.	Referências Bibliográficas.....	60
8.	Anexo.....	69

1. Introdução

O *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) é o principal transmissor dos vírus dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), Zika vírus (ZIKV) e febre amarela (YFV) no Brasil e no mundo (MCMENIMAN et al. 2010; CHOI et al. 2013; JIA et al. 2017; KRAMER et al. 2021). Este mosquito tem sua distribuição em regiões tropicais e subtropicais, o qual tem comportamento sinantrópico, antropofílico e endofílico (PEREZ et al. 2012; OLIVA et al. 2018; KRAMER et al. 2021).

Estudos mostram que diversos fatores ambientais influenciam de forma direta e indireta sobre o desenvolvimento e o hábito do *Ae. aegypti* (HANSON et al., 1993; HANSON et al., 1994; BROWN et al., 2014). Dentre os fatores ambientais, a temperatura é a que mais exerce influência sobre o desenvolvimento desse mosquito (BHATT et al., 2013; FISCHER et al., 2019; WHO., 2020).

A temperatura pode ter influência positiva e negativa sobre a reprodução e sobrevivência de *Ae. aegypti*, podendo interferir no tempo de vida dos adultos e desenvolvimento dos estádios larvais. Quando expostos as temperaturas ideais, é observado o aumento da densidade populacional de forma positiva, contribuindo assim, com surtos e epidemias de dengue (JIA et al., 2016; TREWIN et al., 2019; FOUQUE et al., 2019; TIPPELT et al., 2020; MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021). Contudo, quando as fêmeas de *Ae. aegypti* são expostas às temperaturas baixas, seu metabolismo é reduzido para não haver gasto de energia, tendo assim alguns processos fisiológicos reduzidos, como é o caso da fecundidade e reprodução (BESSERA et al., 2006). Neste contexto, dependendo das condições climáticas não favoráveis ao seu desenvolvimento, os mosquitos apresentam estratégias para sua sobrevivência e permanência na natureza (TAUBER et al., 1986; FISCHER, et al., 2019).

Diferentes estratégias de sobrevivência são descritas na literatura, as quais estão relacionadas a dormência embrionária (LACUOR et al., 2015; POELCHAU et al., 2014; FISCHER et al., 2019; DENLINGER et al., 2014). A dormência embrionária é um mecanismo, o qual se define por ser um processo fisiológico caracterizado pela pausa do desenvolvimento ou cessação da atividade metabólica, podendo ser dividida em diapausa e quiescência (GRATZ., 2004; DENLINGER et al., 2014; DEBLAUWE et al., 2015; DINIZ et al., 2018).

A diapausa é um processo considerado mais complexo, o qual depende de mecanismos genéticos para ser iniciado, esse mecanismo de sobrevivência é desencadeado por fatores externos, como variação de fotoperíodo, exclusivamente a falta de luz (URBASKI et al., 2010; POELCHAU et al., 2013; DENGLINGER et al., 2014; BATZ et al., 2017/2018/ 2019; DINIZ et al., 2018). Desta

forma, o embrião entra em um intervalo profundo no seu desenvolvimento até o ambiente apresentar condições favoráveis para o seu restabelecimento (LOUNIBOS et al., 2011; ALENCAR et al., 2014; HUANG et al., 2015).

A quiescência é outro mecanismo muito utilizado pelos mosquitos, principalmente pela espécie *Ae. aegypti*. Esse processo é considerado como dormência não programada geneticamente, e é desencadeada por fatores externos, como temperatura e umidade, onde o embrião irá diminuir seu metabolismo e a larva só irá eclodir quando o ambiente apresentar condições favoráveis (SILVA & SILVA. 1999; OLIVA et al., 2018; DINIZ et al., 2018). Sendo assim, é observado que as variáveis climáticas determinam a distribuição e estabelecimento de *Ae. aegypti* (BESSERA et al., 2006; JIA et al. 2016; TREWIN et al., 2019; FOUQUE et al., 2019; MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021).

Diante disso, a elucidação sobre a influência das variáveis climáticas, em especial da temperatura sobre o desenvolvimento de diferentes populações dessa espécie, é de suma importância para a adoção de medidas de controle e compreensão dos seus mecanismos e/ou estratégias de sobrevivência.

1.1 Justificativa

Os casos de DENV, CHIKV e ZIKV vêm aumentando a cada ano no Brasil (BARROSO et al., 2020; MISTRO et al., 2021). O índice de infestação de *Ae. aegypti* pode modular de forma direta o número de casos dessas arboviroses, já que, a principal forma de transmissão dos arbovírus no Brasil e o no Mundo é por meio da picada da fêmea dessa espécie (GRARD et al., 2014).

Segundo dados da Secretaria da Saúde do Estado do Paraná (SESA), o Estado teve em média 1,8% Índice de Infestação Predial (IIP) de *Ae. aegypti* entre o período de junho a julho de 2022. Os fatores climáticos (temperatura, umidade e precipitação) estão diretamente relacionados aos IIP, uma vez que podem influenciar de forma positiva e/ou negativa na distribuição e sobrevivência do vetor, como também na sua competência vetorial.

O Estado do Paraná, é dividido em três planaltos. Cada planalto, apresenta características geológicas e climatológicas distintas. A capital paranaense é considerada a capital mais fria do Brasil pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), está localizada no primeiro planalto e segundo a classificação do clima por Köppen (1901), em que, diz que a vegetação natural do local é a melhor forma de expressar o clima da região, possui clima Cfb (Clima Temperado Úmido com Verão Temperado), no qual, retrata temperatura média mínima mensal nos meses de inverno de 6°C e média mensal de umidade relativa do ar (URA) de 60% (SIMEPAR,2022). Segundo dados da SESA o IIP

foi de 0,9% do município de Curitiba entre o período de junho a julho de 2022, o que caracteriza o município como infestado de acordo com o Ofício nº 355/2021/CGARB/DEIDT/SVS/MS, de 13 de setembro de 2021 (Anexo 1) “*Informa que confirmada a presença de Aedes aegypti no município, seja por meio de pesquisa entomológica e/ou registros de casos autóctones, o município deve ser automaticamente considerado infestado*”.

O município de Foz do Iguaçu, é localizado no terceiro planalto, segundo a classificação do clima por Köppen (1901), com clima Cfa (Clima Temperado Úmido com Verão Quente) prevalente, e é considerado um clima favorável para o vetor, com temperatura e umidade elevadas, o que contribui para atual situação de infestação. A região no período de junho a julho de 2022 teve IIP de 4,2 %, sendo mais do que o dobro do Estado, o que contribui para a circulação e transmissão do DENV na região.

Estudos conduzidos por Gabriel e colaboradores (2018), Ajuz e colaboradores (2018) e Kramer e colaboradores (2020) demonstram como o mosquito *Ae. aegypti* exibe exigência térmica diferente dependendo da região, variáveis climáticas locais e a população do mosquito. No estudo de Gabriel e colaboradores (2018) a taxa de eclosão das larvas aumentou após exposição dos mosquitos em temperatura alta. Oposto a isto, nos trabalhos Ajuz e colaboradores (2018) e Kramer e colaboradores (2020) os quais submeteram populações de *Ae. aegypti* em temperaturas baixas, as mesmas do inverno da região, obtiveram uma taxa de eclosão estável. Esse fenômeno destaca como a temperatura afeta diretamente o ciclo de vida do mosquito.

Sendo assim, diante de cidades com perfis climáticos tão distintos, mas geograficamente na mesma latitude têm em comum, a presença do *Ae. aegypti* e a circulação do vírus DENV, objetivou-se nesse trabalho avaliar como as fases imaturas (ovo, larva e pupa) das populações de *Ae. aegypti* provenientes de Curitiba e Foz do Iguaçu se comportam sob a mediana da temperatura mínima de 9°C obtida em ambos os municípios nos últimos cinco anos.

Espera-se contribuir para a compreensão do desenvolvimento de diferentes populações de *Ae. aegypti* frente a influência da temperatura mínima observada nas cidades alvos desse estudo, assim como avaliar sua plasticidade térmica e estratégia de sobrevivência.

2. Objetivos

2.1 Geral

- Avaliar a exigência térmica no desenvolvimento das fases imaturas (ovo, larva e pupa) de *Aedes aegypti* sob temperatura de 9°C de populações provenientes dos municípios de Curitiba e Foz do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o tempo de início de eclosão das larvas (L1) no 5°, 10°, 11°, 12°, 13°, 14°, 15° e 20° dias de *Ae. aegypti* sob 9°C e URA de 70%-80% (tratamento) e sob 27°C-28°C e URA de 70%- 80% (pós tratamento).

- Descrever o número total de larvas, pupas e adultos no 5°, 10°, 11°, 12°, 13°, 14°, 15° e 20° dias de *Ae. aegypti* sob 9°C e URA de 70%-80% (tratamento) e sob 27°C-28°C e URA de 70%- 80% (pós tratamento).

- Avaliar o desenvolvimento das larvas L1 a adulto de *Ae. aegypti* sob estresse térmico de 9°C e URA de 70%-80%.

- Avaliar o desenvolvimento de pupa a adulto de *Ae. aegypti* sob estresse térmico de 9°C e URA de 70%-80%.

3. Revisão de Literatura

3.1 O vetor *Aedes (Stegomyia) aegypti*

O mosquito *Ae. aegypti* foi introduzido no Brasil nos séculos XVI e de XIX, por meio da entrada de pessoas oriundas da África para serem escravizadas (COSTA et al., 2010; BROWN et al., 2014; KRAEMER et al., 2015). Este mosquito pertence a ordem Diptera, família Culicidae, com distribuição em regiões tropicais e subtropicais, podendo ser encontrado na Europa, África, nas Américas e algumas regiões da Ásia (LACUOR et al., 2015; DEBLAUWE et al., 2015; JIA et al., 2016; KREB et al., 2016; PEREZ et al., 2012; OLIVA et al., 2018; KRAMER et al., 2021). No Brasil, é o principal transmissor dos arbovírus da dengue (DENV) chikungunya (CHIKV), Zika vírus (ZIKV) e febre amarela (YFV) (MCMENIMAN et al., 2010; CHOI et al., 2013; JIA et al., 2017; KRAMER et al., 2021).

Os adultos, machos e fêmeas, apresentam morfologia externa de coloração castanho escuro, com manchas brancas pelo corpo e um desenho em formato de “lira” em seu tórax (CONSOLI & OLIVEIRA., 1994; NATAL et al., 2002; BESSERA et al., 2010). Os alados apresentam comportamento sinantrópico e endofílico, os quais podem ser encontrados em regiões urbanas e semi-urbanas com constante fluxo de pessoas (CHRISTOPHERS et al., 1960; CROVELLO & HACKER., 1972; PEREZ et al., 2012; OLIVA et al., 2018; KRAMER et al., 2021).

Quando adultos, machos e fêmeas se alimentam de solução açucarada (laboratório) e néctar na natureza (YAN et al., 2021). No entanto, as fêmeas, após copularem com os machos, irão em busca de alimentação sanguínea, pois necessitam das proteínas contidas no sangue para a maturação de seus ovos (NATAL et al., 2002; YAN et al., 2021). As fêmeas da espécie *Ae. aegypti* depositam seus ovos na parede de criadouros, estes podem ser naturais, artificiais ou ainda quaisquer detritos sólidos capazes de armazenar água (PASSOS et al., 2022).

Após estes ovos serem depositados na parede dos criadouros e terem contato com a água, as larvas serão estimuladas a eclodir. A larva passa por quatro fases (L1, L2, L3 e L4), as quais são extremamente ativas e se alimentam. O próximo estágio é de pupa, as quais são ativas, mas não se alimentam. Nesta fase, ocorrerá o desenvolvimento do adulto (machos ou fêmeas) (PEREZ et al., 2013; JIA et al., 2016). O ciclo biológico do ovo a adulto, em condições de laboratório de 27°C e URA entre 75%-80% pode e completar entre sete a dez dias (BESSERA et al., 2006; PADMNABHA et al., 2011) (Fig.1).

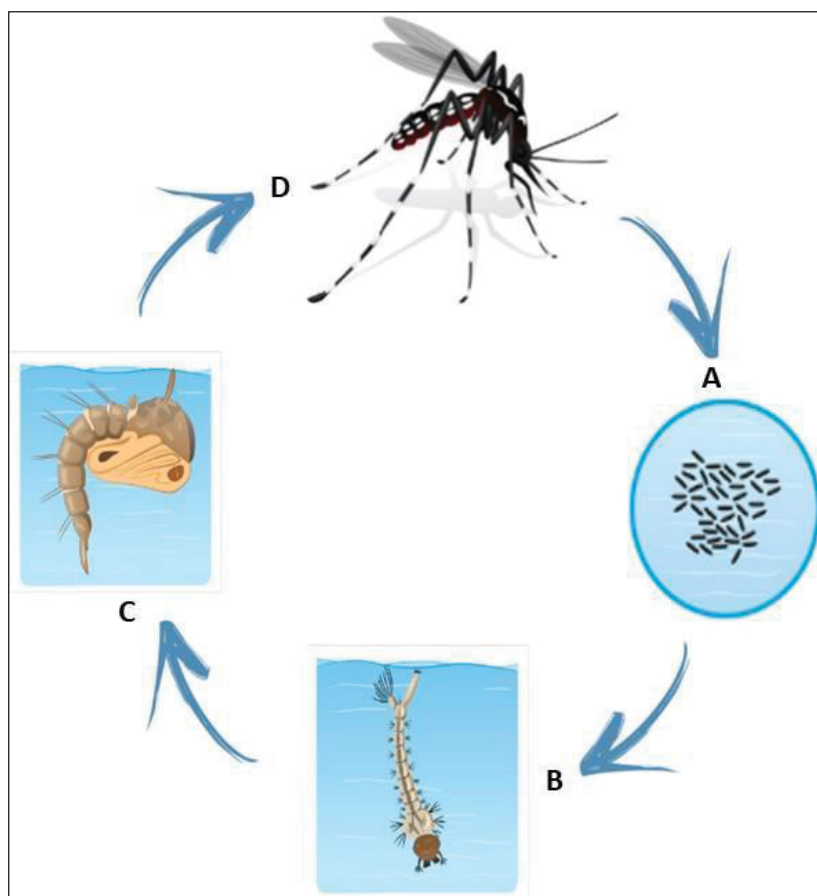


Fig. 1 Ciclo biológico do *Ae. aegypti*. a= oviposição dos ovos; b= eclosão das larvas (L1; L2; L3 e L4); c= pupa e d= emergência dos adultos (macho e fêmea).

Fonte: Autor

No entanto, o ciclo biológico do *Ae. aegypti* pode sofrer influência de forma direta e/ou indireta dos fatores climáticos (temperatura, umidade e fotoperíodo) e/ou socioambiental (deslocamento do ser humano e desmatamento) (ZARA et al., 2016). Dentre estes fatores, temperatura é a que mais exerce influência sobre o ciclo de vida desse mosquito, podendo desencadear estratégias de sobrevivência, como é o caso da dormência embrionária (BHATT et al., 2013; FISCHER et al., 2019; WHO., 2020). A dormência embrionária é dividida em, quiescência, a qual é utilizada pelo *Ae. aegypti*, e a diapausa, e ambas estratégias permitem que o mosquito mantenha sua prole no ambiente em condições não favoráveis (HANSON et al., 1993, 1994; JIA et al., 2016; TREWIN et al., 2019; TIPPELT et al., 2020; MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021).

3.2 Estrutura dos ovos e a embriogênese

Os ovos são os principais meios de dispersão do *Ae. aegypti*. Morfologicamente, podem se apresentar como alongados, simétricos, e de tamanho 0,4mm (CHRISTOPHERS, 1960, FIOCRUZ, 2022). Segundo Reinbold-Wasson e colaboradores (2021) as fêmeas podem ovipor até 300 ovos por dia. Por meio de comportamento característico da espécie, chamado de oviposição em saltos, a fêmea irá depositar uma quantidade de ovos em diversos criadouros, o que aumenta a distribuição da espécie no ambiente, e perpetuação da espécie.

Os ovos, por serem o principal meio de dispersão da espécie, retratam morfologia estrutural bem organizada relacionada à sobrevivência, ao desenvolvimento e proteção do embrião. Os ovos de *Ae. aegypti* são compostos por uma estrutura denominada córion, que, por sua vez, pode ser dividido entre exocórion (parte mais externa) e endocórion (parte mais interna) (CHRISTOPHERS., 1960; FARNESE et al., 2009; REZENDE et al., 2008). Ao serem ovipositados o exocórion será a primeira camada a ter contato com o meio externo. Essa camada se caracteriza por ser uma estrutura bem delicada, em que tem uma coloração transparente que, ao entrar em contato com oxigênio no ambiente, irá mudar para uma coloração mais escura (REZENDE et al., 2008; JACOBS et al., 2013).

No entanto, por mais que esta membrana seja delicada, os ovos do *Ae. aegypti* ainda podem contar com a endocórion, membrana mais densa e sólida que faz parte não somente da sua morfologia externa, mas confere resistência (JACOBS et al., 2013; VARGAS et al., 2014). Esta estrutura é extremamente importante para a sobrevivência e viabilidade dos ovos em momentos não favoráveis, como, por exemplo, a falta de umidade, pois no interior da endocórion existe uma membrana chamada serosa (CLEMENTS., 1992; REZENDE et al., 2008).

A serosa será responsável por secretar a cutícula serosa, formando assim uma terceira membrana extraembrionária, no qual permite que o ovo seja mais resistente à dessecação. Essa característica se dá pela sua composição de quitina e lipídios que impede a perda de água em seu interior favorecendo assim a embriogênese (CLEMENTS., 1992; REZENDE et al., 2008; JACOBS et al., 2013; VARGAS et al., 2014). Sabe-se que a embriogênese é um processo de enorme complexidade e requer diversos fatores para que ocorra com êxito e que ao final haja um embrião viável formado; esse processo é influenciado e também moldado por fatores climáticos, como temperatura e umidade.

A embriogênese de *Ae. aegypti* tem início quando o espermatozoide do macho fecunda o ovócito das fêmeas. Esses ovócitos irão passar pelo processo de clivagem, formação do blastoderma, em seguida temos a formação das membranas extraembrionárias (endocórion e exocórion) e, por fim, a geração do embrião e a diferenciação dos folhetos em órgãos propriamente ditos (CHRISTOPHERS., 1960; FONSECA et al., 2012).

Todo esse processo de embriogênese irá ocorrer por um período de 48 a 72 horas (REZENDE et al., 2008). Entretanto, dependendo das condições ambientais, esse processo pode ser reduzido ou retardado, o que implicará diretamente no desenvolvimento das larvas, pupas e adultos (TIPPELT et al., 2020; MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021).

3.3 Dormência embrionária (Diapausa e Quiescência)

A dormência embrionária é um mecanismo de sobrevivência que permite que o *Ae. aegypti* e outros mosquitos passem por períodos críticos, ou seja, ambientes em condições não favoráveis, sem sofrerem tanto prejuízo (HANSON et al., 1993, 1994; JIA et al., 2016; TREWIN et al., 2019; TIPPELT et al., 2020; MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021). Este mecanismo pode ser dividido em diapausa e quiescência, ambas permitem que determinada espécie diminua ou retarde o seu desenvolvimento em momentos não favoráveis. Anteriormente Christophers (1960), Lourenço de Oliveira (1994) e Silva & Silva e colaboradores (1998), acreditavam que esses dois eventos são desencadeados pelos mesmos fatores, entretanto, atualmente com os novos estudos, sabe-se que estes mecanismos são desencadeados por eventos diferentes (URBANSK et al., 2010; LOUNIBOS et al., 2011; DENLINGER et al., 2014,2016; LAUCOR et al., 2015)

A diapausa é um mecanismo de sobrevivência muito utilizado pelos mosquitos, no entanto, até o presente momento, não há nenhum registro na literatura descrito para o *Ae. aegypti* (DENLINGER et al., 2014). A diapausa permite que o mosquito entre em um intervalo/redução do seu desenvolvimento em condições climáticas não favoráveis (URBANSK et al., 2010; POELCHAU et al., 2013; DENGLINGER et al., 2014; BATZ et al., 2017;2018, 2019; DENIZ et al., 2018). Segundo Fischer e colaboradores (2019) esta estratégia é regulada por mecanismos genéticos e induzidas pelo meio. O processo de diapausa tem início por meio da estimulação das fêmeas ou das pupas quando expostas às alterações de fotoperíodo (dias curtos e noites longas). Somado as variações de queda da temperatura, queda da umidade e restrição de alimento, fazem com que a prole seja modulada geneticamente para a diapausa até surgirem condições viáveis para o seu desenvolvimento (TAUBER et al., 1986; DENLINGER et al. 2014).

A quiescência é outra forma de dormência embrionária, e é muito utilizada pelo *Ae. aegypti*. Essa estratégia tem como finalidade diminuir o metabolismo da larva no interior do ovo. Ela terá início quando o embrião receber estímulos externos de alterações extremas da temperatura e/ou queda brusca da umidade, fazendo com o que a larva no interior do ovo não ecloda até ter condições adequadas para o seu desenvolvimento (TAUBER et al., 1986; PEREZ et al., 2012; DENLINGER

et al., 2014; MONTOYA et al., 2015; DINIZ et al., 2018; OLIVA et al., 2018).

Os ovos, ao entrarem em quiescência, assim como na diapausa, são muito suscetíveis à perda de água, por isso, a camada serosa é de extrema importância e a deficiência desta pode trazer consequências para o desenvolvimento do ovo. Por meio dessa camada o ovo se mantém nutrido e protegido contra dissecação durante todo período da quiescência (DENLINGER et al., 2014; MONTOYA et al., 2015).

Estudos mostram que a quiescência permite que os ovos dos mosquitos passem por um longo período em locais secos, podendo ficar até 492 dias viáveis sem contato com água. No entanto, ao entrar em contato com água, somado à temperatura adequada, cerca de 10 a 15 minutos, os mesmos serão estimulados a eclodir a larva de primeiro estágio (PEREZ et al., 2012; ZARA et al., 2016; FISCHER et al., 2019; KRAMER et al., 2020).

Segundo os autores Lacour e colaboradores (2015), Denlinger e colaboradores (2014) e Tauber e colaboradores (1986), a quiescência e a diapausa podem ser diferenciadas por meio dos estímulos de reversão do estado de dormência embrionária. Para esses autores, enquanto na diapausa, o ovo só entra em processo de eclosão larvária quando há o desencadeamento de uma cascata de eventos moleculares aliada às condições favoráveis (temperatura e umidade adequada), para a sua finalização; na quiescência, os ovos entram em processo de eclosão larvária quando há condições ambientais favoráveis, ou seja, presença de água e temperatura adequada.

3.4 Exigência térmica de *Ae. aegypti* e padrão climatológico do Paraná

A espécie *Ae. aegypti* é frequentemente encontrada em áreas urbanas e periurbanas, em que a umidade, temperatura e pluviosidade são fatores fundamentais para a manutenção e desenvolvimento da espécie. As alterações nesses fatores podem afetar a oviposição, viabilidade dos ovos, desenvolvimento larval, fecundidade, longevidade e dispersão dos adultos (REYNOLDS et al., 2012; THOMAS et al., 2012; SERPA et al., 2013; LACOUR et al., 2014; JIA et al., 2016).

A temperatura do ambiente é de extrema importância para o mosquito, porque é por meio dela que ele regula a sua própria temperatura e desempenha diversas atividades fisiológicas (RODRIGUES, 2004). Os mosquitos da espécie *Ae. aegypti* tem seu desenvolvimento ótimo em temperaturas entre 27° C e 28°C e URA entre 70-80% (BESSERA et al., 2006).

As variações de temperatura podem influenciar de forma negativa limitando a entrada e o desenvolvimento do *Ae. aegypti* em algumas regiões (CARRINGTON et al., 2013; TREWIN et al., 2019). Além disso, podem promover a redução de seu metabolismo, alterações morfológicas,

fisiológicas e/ou comportamentais (MARTINS & BARBEITOS, 2000). Segundo Hanson e colaboradores (1993, 1994) e Jia e colaboradores (2016), as regiões com invernos extremos, como ocorre na Europa e América do Norte, podem limitar distribuição local do *Ae. aegypti*. No entanto, regiões como o Brasil que tem um clima tropical, podem beneficiar o desenvolvimento do *Ae. aegypti*, como também a sua permanência e dispersão (MENSCH et al., 2021; KRAMER et al., 2021).

Para Rowley & Graham (1968) e Dalatte e colaboradores (2009), a temperatura tem papel fundamental no ciclo biológico de *Ae. aegypti*, podendo reduzir ou prolongar o tempo de desenvolvimento do ovo até adulto. Gunay e colaboradores (2010), Carrington e colaboradores (2013), Alto e colaboradores (2013) e Spanoudis e colaboradores (2019) relatam que em temperaturas altas, o tempo de desenvolvimento embrionário, desenvolvimento dos estágios larvários e a emergência dos adultos podem reduzir de forma drástica, passando de quinze para sete dias. Isto pode viabilizar o aumento de índice de Infestação Predial (IIP), consequentemente aumento da dispersão dos mosquitos adultos e transmissão de arbovírus, já que a sua densidade populacional será maior (Gunay et al., 2013; Spanoudis et al., 2019).

Entretanto, sob temperaturas entre 10°C a 12°C, as fêmeas têm uma série de processos fisiológicos afetados devido a diminuição do seu metabolismo, como por exemplo, a fecundidade e reprodução. Os mesmos são reduzidos para não haver gastos de energia, e ser direcionado para a sua sobrevivência (BESSERA et al., 2006). BESSERA e colaboradores (2006) relatam que populações de campo de *Ae. aegypti* têm maior densidade populacional sob temperaturas entre 22 a 30°C. Já temperaturas menores de 18°C e maiores que 34°C podem ter efeitos negativos na taxa de eclosão, corroborando com GLASSER (1997) sobre a a temperatura atuar como fator importante para modulação da infestação de *Ae. aegypti*.

Segundo Readio e colaboradores (1999), em condições climáticas desfavoráveis, as fêmeas de *Ae. aegypti* não produzem o hormônio juvenil, responsável por viabilizar o desenvolvimento dos folículos ovarianos. Nesse caso, os mesmos permanecem atrofiados o que faz com as fêmeas reduzam o gasto de energia, e haja o aumento da procura de alimentação baseada em carboidratos, aumentando, assim, sua reserva energética em um período crítico. Esse comportamento implica na redução da procura de hospedeiros vertebrados para o repasto sanguíneo.

Já no caso de temperaturas elevadas, pode-se observar que há maior atividade hematofágica, influenciando assim, na transmissão de arbovírus como o DENV, o CHIKV, e ZIKV. Segundo Coita e colaboradores (2019) e Alto e colaboradores (2013), em temperaturas elevadas de 30°C a 32°C, a fêmea de *Ae. aegypti* é capaz de se tornar apta a transmitir o vírus entre cinco dias,

enquanto em temperaturas amenas, de 25°C a 26°C, ele se torna competente para transmitir o vírus em nove dias. Ainda, em temperatura de 30°C, há aumento da atividade reprodutiva, conseqüentemente a oviposição e aumento da densidade populacional (CIOTA et al., 2019; CARRINGTON et al., 2013).

De acordo com Nimer e colaboradores (1989), no Brasil cada região tem sua própria característica climatológica, tendo assim influência direta ou indireta na modulação da densidade populacional de *Ae. aegypti* no país (JIA et al., 2016). A região Sul do país tem um clima regional bem homogêneo em relação a pluviometria e ao ritmo estacional do seu regime, além disso, a elevada umidade da região faz com que a mesma seja considerada uma região de clima mesotérmico do tipo temperado (CERA et al., 2015). Ajuz e colaboradores (2014), relatam que no Sul do país há cidades que apresentam fatores climáticos que favorecem o desenvolvimento de *Ae. aegypti*.

Segundo Mendonça (2003), Paula (2005) e Oliveira (2006), na região Sul há cidades geograficamente localizadas em pontos que beneficiam o desenvolvimento do *Ae. aegypti*. Contudo, esses autores afirmam que as cidades dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, são localizadas em pontos mais quentes da região e caracterizadas por apresentarem verão mais úmido e chuvas intermitentes, temperaturas entre 25°C e 29°C e intervalo de chuvas entre 07 a 10 dias.

Segundo Santos e colaboradores (2006) e Almeida (2012) o Estado do Paraná é dividido em três planaltos: o primeiro planalto, também conhecido como planalto de Curitiba, tem como característica ser o mais alto, podendo chegar altitudes de 1300 a 850 metros. No entanto, o menor quando se trata de extensão e seu relevo tem como particularidade ondulações e Mata Atlântica como vegetação prevalente; o segundo planalto ou planalto de Ponta Grossa, apresenta altitudes entre 1200 a 300 metros e relevo ondulado com vegetação composta por Araucárias e Campos; o terceiro e último planalto, é considerado o maior em extensão e tem como características, altitudes que podem variar entre 1200 a 900 metros, e vegetação composta por Floresta Tropical e Mata de Araucárias.

Em relação ao clima, o estado do Paraná apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, climas: Cfa, o qual é caracterizado por clima temperado úmido e com verões quente, no qual, para Araujo (2010) este é um clima ideal para o desenvolvimento de *Ae. aegypti*, e Cfb, em que, apresenta padrões de clima temperado, com verão moderadamente quente e chuvas uniformes, podendo apresentar temperaturas não tão favoráveis para o desenvolvimento de *Ae. aegypti* (SMA, 2023).

4. Metodologia

4.1 Área do estudo

O Estado do Paraná está localizado na região sul do Brasil entre o trópico de Capricórnio e latitudes média, o que caracteriza o Estado com um clima tropical quente e temperado mesotérmico, sendo dividido em três planaltos (SIMEPAR, 2021). Devido à sua localização da região sul do País, é observado que as variações entre as temperaturas nas estações de verão e inverno são maiores, tendo regiões com temperaturas elevadas e outras baixas em uma mesma estação.

A capital paranaense, Curitiba (CWB), fica localizada na região leste do Estado e tem cerca de 1.917.185 habitantes (IBGE, 2022) (Fig. 2). A região de Curitiba localiza-se no primeiro plano. Segundo a classificação do clima por Köppen (1901), o município possui um clima Cfb (Clima Temperado Úmido com Verão Temperado), o qual apresenta um clima subtropical úmido. A temperatura máxima mensal, em meses de verão e primavera é de 27°C a 29°C e a mínima mensal, em meses de outono e inverno, varia de 5°C a 6°C, URA mensal de 80% e precipitação mensal de 60mm a 180mm (SIMEPAR, 2021).

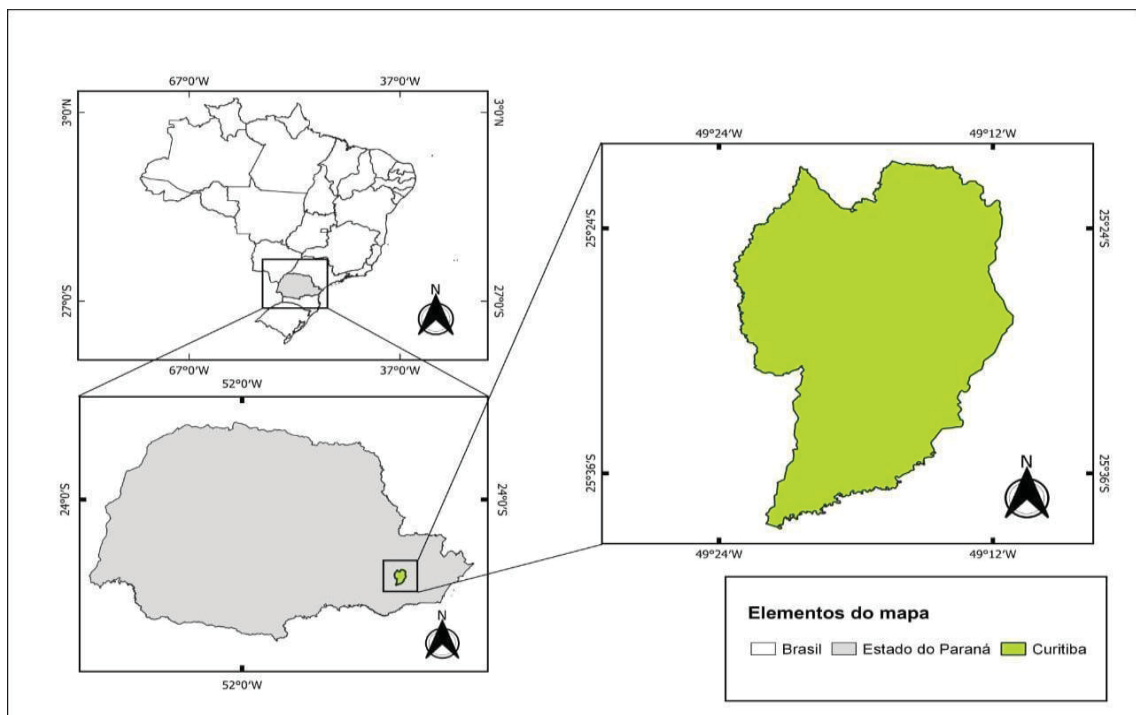


Fig. 2 Mapa da localização da cidade de Curitiba (CWB), Estado do Paraná, Brasil.
FONTE: AUTOR

O município de Foz do Iguaçu (FOI) está localizado na região oeste do Estado do Paraná e tem cerca de 257.971 de habitantes (IBGE, 2021) (Fig. 3). A região de FOI se localiza no terceiro planalto. Segundo a classificação do clima por Köppen (1901), com clima Cfa (Clima Temperado Úmido com Verão Quente), o qual apresenta um clima subtropical úmido, com temperatura máxima mensal de 29°C a 32°C e a mínima mensal de 12°C a 15°C, URA de 70%-80% e precipitação mensal que pode variar entre 100mm e 199 mm (SIMEPAR, 2021).

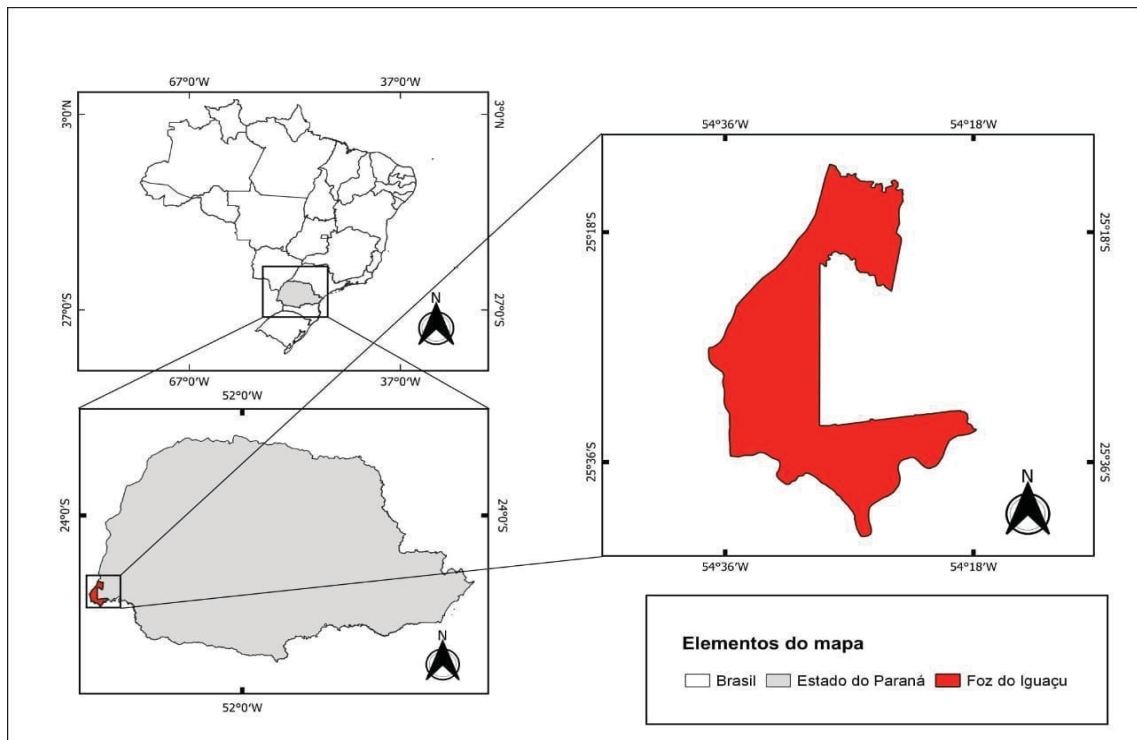


Fig. 3 Mapa da localização da cidade de Foz de Iguaçu (FOI), Estado do Paraná, Brasil.

FONTE: AUTOR

Os municípios de CWB e FOI foram escolhidos para o desenvolvimento deste projeto devido à: a) características climáticas opostas em relação às temperaturas mínima e máxima mensal conforme descrito para a área de estudo item 3.1, e b) circulação do DENV autóctone. A circulação de DENV autóctone é caracterizada quando a doença é adquirida na zona da residência do paciente e, o indivíduo não pode ter viajado no período de até 15 dias; c) índice de infestação predial (IIP) acima de 0,1%. O valor do índice de infestação predial foi determinado por meio do Ofício nº 355/2021/CGARB/DEIDT/SVS/MS, de 13 de setembro de 2021, que detém que o município que confirmar a presença de *Ae. aegypti*, ou seja, acima de 0,1%, é diretamente considerado infestado. Ambas as cidades são consideradas infestadas.

Para a realização das coletas, foram selecionadas áreas com registro confirmado de *Ae. aegypti* pela Secretaria de Saúde de Curitiba e de Foz de Iguaçu. Além disso, foram considerados os locais que não havia soltura de mosquito transgênico e/ ou aplicação de inseticidas. As coletas foram conduzidas entre os meses de fevereiro a abril (90 dias) de 2022 no período do verão, por meio de armadilhas de oviposição (ovitampa), com adaptação do modelo de Fay e Eliason (1965). Esta armadilha consiste em um recipiente de plástico de coloração preta com dimensões de 9x10 cm, que comporta uma palheta, madeira do tipo Eucatex medindo 14x3 cm, a qual ficou fixada verticalmente por um clipe, parcialmente submerso em 300mL de água não clorada (Fig.4).

As armadilhas foram georreferenciadas nos locais de coletas e posicionadas com distância de aproximadamente 1km, uma vez que o raio de voo dos alados pode chegar a 800 metros, caso a fêmea não encontre locais apropriados para oviposição (REITER, 1996). Ainda, essa conduta maximiza a chance de variabilidade de oviposição das fêmeas de *Ae. aegypti* entre os pontos de coleta.

No município de CWB, foram instaladas 23 armadilhas, distribuídas em três localidades: Jardim das Américas (5 armadilhas), Bairro Alto (12 armadilhas) e Bigorriho (6 armadilhas).

Para o município de FOI, 30 armadilhas foram instaladas em 15 pontos diferentes, sendo duas armadilhas por localidade: Vila C, Vila Maracana, Lot Witt, Lot Jardim Colombelli, Novo Mundo, Residencial Lagoa Duradoura, Pilar Parque Campestre, Parque Marumbii, Jardim Morenita, Jardim das Flores, Portal da Foz, Jardim Marisa, Jardim Naipi, Profilurb II, Vila Yolanda.

Para a realização das coletas tivemos a colaboração da Secretaria Municipal de Saúde da cidade de Curitiba e Foz de Iguaçu. Para ambas cidades, foi determinado um protocolo para as coletas e, visou a redução do risco da eclosão das larvas, sendo: o tempo de permanência das armadilhas foi de três dias para inspeção, troca da água destilada, e da palheta. As palhetas eram transportadas para o insetário Professor Ênio Luz da Universidade Federal do Paraná (Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Patologia Básica), em uma bandeja forrada com algodão e papel filtro, ambos umedecidos, para que não fosse interrompida a embriogênese do inseto.

As armadilhas eram colocadas em locais de peridomicílio em uma altura de até um metro e meio do chão quando necessário, onde havia sombreamento evitando a evaporação rápida da água e próximo a locais de circulação de pessoas, o que garantia a oviposição da fêmea após a realização do repasto sanguíneo (Fig. 4).



Fig. 4 Ovitrapas (indicadas pelas setas) expostas em alguns pontos de coletas em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.

Fonte: Autor

4.2 Estabelecimento de colônias de *Ae. aegypti*

A partir dos ovos provenientes do campo, todas as palhetas foram analisadas com auxílio de microscópio estereoscópico para observação da presença de ovos. Após as palhetas com ovos foram submersas em água destilada contendo 1 μg de ração para estimular a eclosão das larvas. Na sequência, os adultos foram identificados quanto a espécie e sexo, e transferidos para as gaiolas de criação sem separação do sexo para permitir a cópula. Nas gaiolas foi oferecida alimentação açucarada para ambos os sexos de *Ae. aegypti* (Fig. 5). Após a cópula dos adultos, as fêmeas nulíparas tiveram a solução açucarada removida 24h antes de serem expostas ao repasto em camundongo. Posteriormente, foi oferecido recipiente com papel filtro para oviposição e obtenção da geração F1. A utilização de camundongos para o repasto das fêmeas foi autorizada pela Comissão de Uso de Animais do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (CEUA/UFPR) sob o nº1334.

As fases imaturas (ovos, larvas e pupas) foram mantidas em condições laboratoriais para o desenvolvimento dos mosquitos (Temperatura $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; URA 70% a 80% e fotoperíodo de 12:12 h Claro/Escuro (C/E)) para o estabelecimento de colônias e geração (F1).

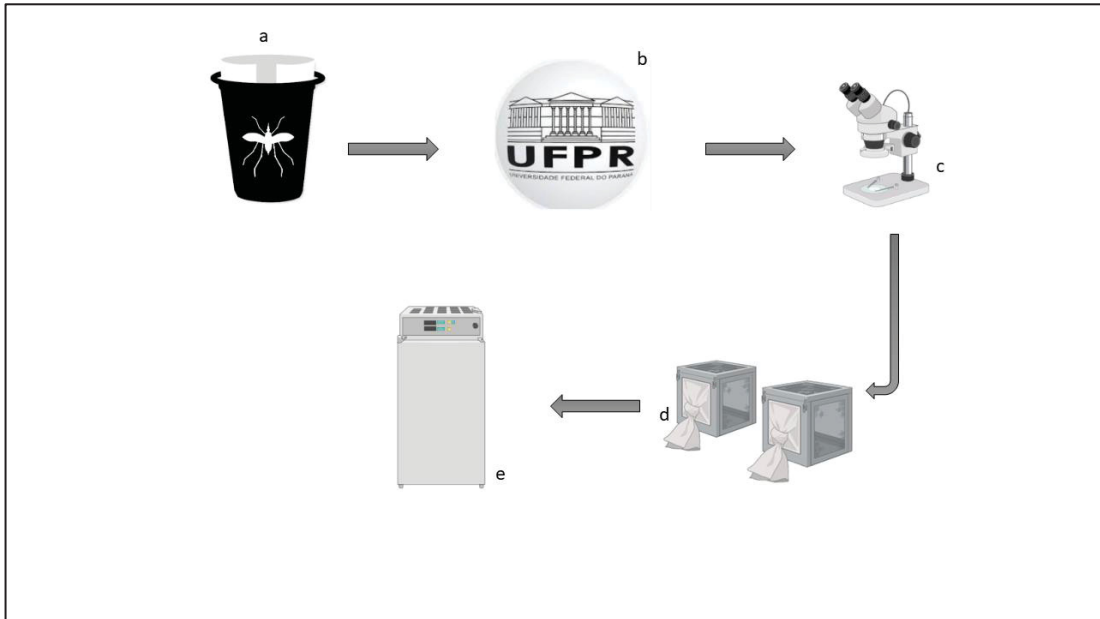


Fig. 5 Sequência utilizada para obtenção dos adultos de *Ae. aegypti* a partir das armadilhas de oviposição, ovitrampa. A= armadilha ovitrampa; b= Laboratório de Parasitologia Molecular da Universidade Federal do Paraná, para a análise das palhetas; c= análise das palhetas providas de campo; d= colônias das populações de *Ae. aegypti* das cidades de FOI e CWB; e= Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D) para manutenção das colônias.

FONTE: Autor

4.3 Experimento de exigências térmicas de *Ae. aegypti*

Para realização dos experimentos, uma pesquisa prévia foi feita sobre a temperatura mínima máxima (TMinMax), temperatura média mínima (TMedMin) e temperatura mínima mínima (TMinMin) mensal dos meses referente ao inverno, dos últimos cinco anos das cidades de CWB e FOI, por meio dos dados obtidos da SIMEPAR para análise da média e mediana destas temperaturas. A mediana obtida TMinMin em CWB e FOI foi de 8,7°C e 9,3°C, respectivamente. Sendo assim, como mediana da TMinMin ficou em torno de 9°C e não tendo conseguido a diferença de 0,3°C na câmara climatizada, adotou-se essa temperatura os experimentos de exigência térmica de *Ae. aegypti* para ambas as cidades.

Para os experimentos, ficou estabelecido a TMinMin de 9°C, URA de 70%-80% e fotoperíodo 12h/12h (C/E). Como controle, foi utilizada a temperatura de aproximadamente, 27°C-28°C e URA de 70%-80%, as quais são consideradas adequadas para o desenvolvimento do

mosquito. Foram realizados dois experimentos, divididos em:

Experimento 1: Observação do desenvolvimento de ovo a adulto.

Para o experimento 1 (ovo a adulto), o ovo embrionado foi submetido aos diferentes períodos: 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20 dias sob a temperatura de 9°C e URA de 70%-80% (tratamento), e, na sequência, transferidos para a temperatura de 27°C-28°C e URA de 70%-80% (pós tratamento), sendo as mesmas condições do controle. Nesse experimento foram registrados no controle, tratamento e pós tratamento: i) o tempo inicial de eclosão das larvas (L1); ii) o número total de larvas (L1, L2, L3 e L4), pupas e adultos (fêmea e macho).

Experimento 2: Observação do desenvolvimento da larva L1 a adulto, e da pupa a adulto. Para o experimento 2 (larva L1 a adulto e pupa a adulto), as larvas e pupas foram submetidas à temperatura de 9°C e URA de 70%-80% e acompanhadas em relação ao controle 27°C- 28°C e URA de 70%-80%. Nesse experimento foram registrados no controle e tratamento: i) o tempo de desenvolvimento de larva L1 a adulto e ii) o tempo de desenvolvimento de pupa a adulto (fêmea e macho).

O período de tempo de 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20 dias foi determinado em função do tempo de desenvolvimento de ovo a adulto que a espécie *Ae. aegypti* apresentou em laboratório, após a realização de um piloto inicial. Para realização dos experimentos, foram utilizadas a geração F1 e feitas avaliações diárias.

4.3.1 Experimento 1

4.3.1.1 Exigência térmica para os ovos a adulto de *Ae. aegypti*

Para a avaliação da exigência térmica de ovos a adultos de *Ae. aegypti* foram utilizados 2250 ovos da geração F1, sendo 50 ovos para cinco réplicas (N=250) submetidos a temperatura de 9°C nos tempos (dias): 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20. No controle foram utilizados (N=250) ovos a temperatura de 27°C-28°C e URA de 70%-80% e observados até a fase alada. Os 250 ovos destinados ao tratamento foram submetidos a temperatura de 9°C por 5, 10, 11,12,13,14,15 e 20 dias e em seguida, após cada tempo determinado, os mesmos foram transferidos para temperatura considerada ideal 27°C- 28°C e URA de 70%-80% (pós tratamento) e observados até a fase alada.

Os ovos foram separados com auxílio de microscópio estereoscópio e pincel, os quais, eram contados e transferidos de um papel filtro para outro de forma manual. Os ovos foram colocados em recipiente de plástico polipropileno contendo 40ml de água destilada e 2 μ g de ração por ovo/larva (Fig. 6). A cada 48h a água era trocada e a quantidade de ração adicionada foi equivalente ao número

de larvas eclodidas (Fig. 7).

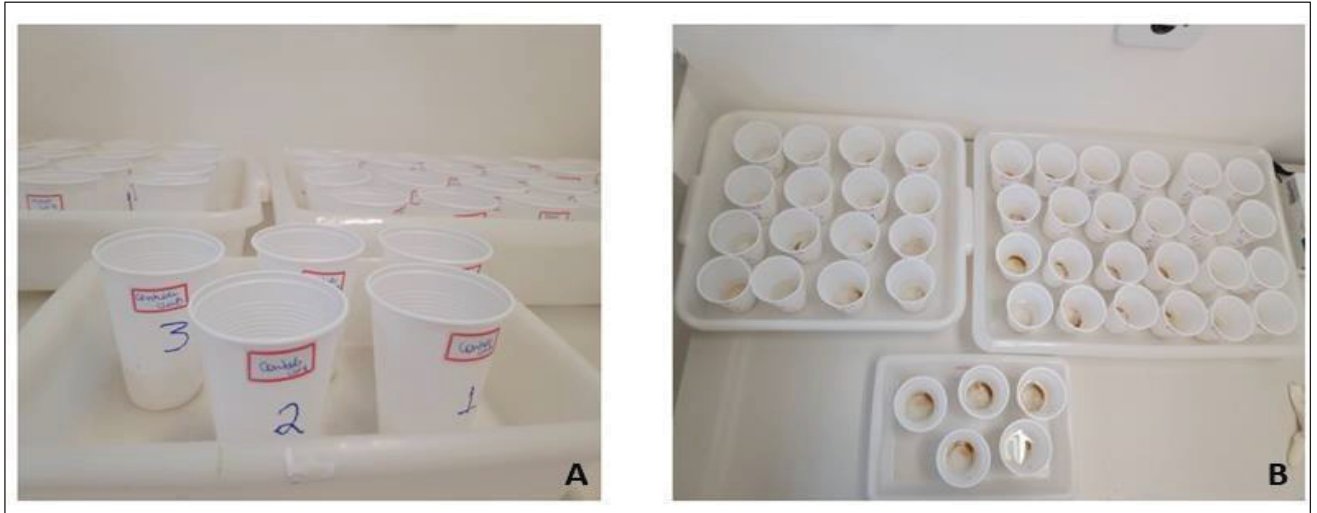


Fig.6 Recipientes de plásticos polipropileno usados para os experimentos das formas imaturas de *Ae. aegypti* sob temperatura de 9°C e controle (27°-28°C). A= recipientes (contendo 40mL de água) contendo ovos (controle); B= recipientes (contendo 40mL de água) contendo ovos (experimentos).

Fonte: Autor

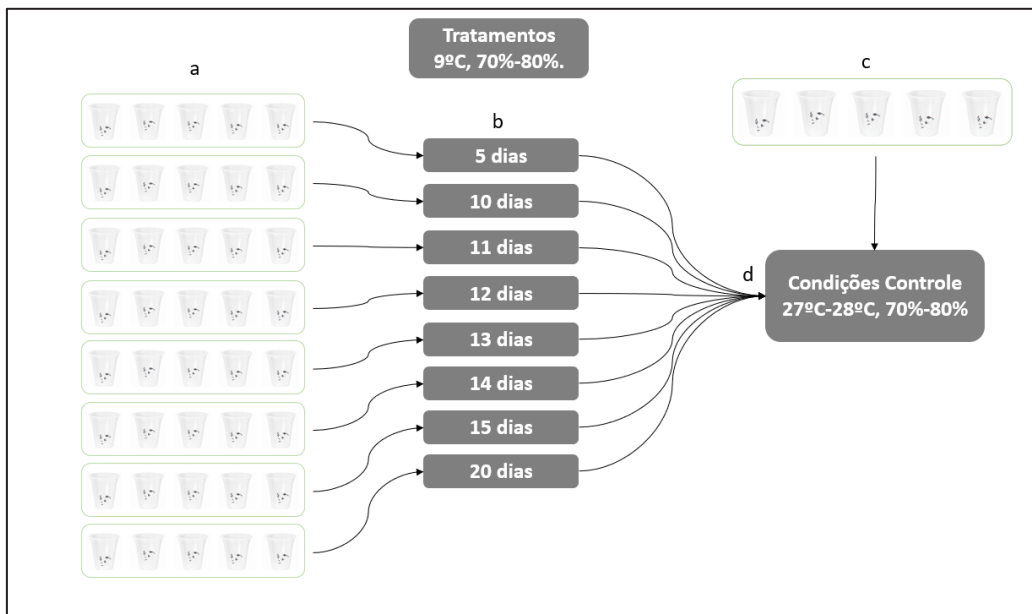


Fig. 7 Esquema do experimento de exigência térmica para ovos de *Ae. aegypti*. a= recipientes plásticos de polipropileno contendo ovos de *Ae. aegypti* para o tratamentos; b= período determinado para exposição dos ovos na temperatura de

9°C; c= recipientes plásticos de polipropileno contendo ovos de *Ae. aegypti* para o controle; d= transferência dos recipientes contendo os ovos em temperatura 27°/28°C e URA 70%-80%.

Fonte:Autor

4.4 Protocolo de *Trips* e análise dos ovos de *Ae. aegypti*

Após os experimentos de exigência térmica, os ovos que não eclodiram foram acondicionados a seco. Posteriormente a isso, foram separados em tubos de 2ml de acordo com cada tratamento e submetidos à solução de *Trips* modificada. Os ovos foram incubados por 24h nessa solução ao abrigo da luz. Em seguida, os ovos foram lavados com *Phosphate Buffered Saline* (PBS) 1X e incubados em Calcofluor@ por 24h.

Para visualização, os ovos foram montados em lâminas com glicerina e levadas ao Microscópio BX51 Olympus e Confocal A1R MP+ Nikon para visualização do embrião. Este protocolo foi conduzido para confirmação se ovo não eclodido tinha completado ou não sua embriogênese.

4.4.1 Experimento 2

4.4.1.1 Exigência térmica de larvas a adulto, e pupa a adulto de *Ae. aegypti*

Para obtenção das larvas e pupas, foram colocados os ovos provenientes de CWB e FOI em recipiente de plástico polipropileno contendo 100ml de água destilada e 2 μ g de ração por ovo (OLIVI et al., 2018) em temperatura de 27°-28°C.

Para os experimentos de avaliação da exigência térmica das larvas, foram utilizadas 60 larvas L1 para o tratamento (20 larvas/recipiente), e 60 larvas L1 para o controle (20 larvas/recipiente). Foram feitos três experimentos em triplicata. Para os experimentos com as pupas, foram utilizadas 30 pupas para o tratamento (10 pupas/recipiente) e 30 pupas para o controle (10 pupas/recipiente). Foram feitos três experimentos em triplicata. Para o controle e tratamento, as formas imaturas foram submetidas a 27°C-28°C e URA 70%-80% e a 9°C e URA de 70%-80% respectivamente (Fig. 8).

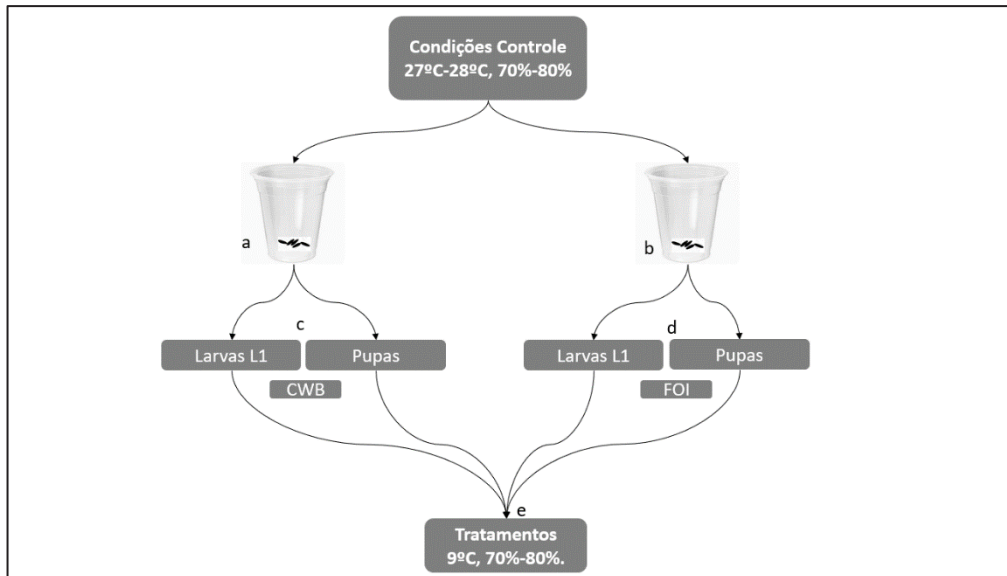


Fig. 8 Experimento de exigência térmica para larvas de *Ae. aegypti*. a= recipiente contendo ovos em temperatura controle para o experimente de larva L1 a adulto, e de pupa a adulto da população de Curitiba; b= recipiente contendo ovos em temperatura controle para o experimente de larva L1 a adulto, e de pupa a adulto da população de Foz de Iguaçu; c= larvas L1 e pupas que serão utilizadas no tratamento de 9°C da população de Curitiba; d= larvas L1 e pupas que serão utilizadas no tratamento de 9°C da população de Foz do Iguaçu; e= transferência dos imaturos para temperatura de tratamento.

Fonte: Autor

5. Análises de resultados

Para análise dos resultados, foram realizados quatorze modelos lineares mistos generalizados (GLMM) para cada população estudada (CWB e FOI), considerando as seguintes variáveis respostas: No experimento 1: i) o tempo inicial de eclosão das larvas (L1); ii) o número total de larvas (L1, L2, L3 e L4), pupas e adultos. No experimento 2: i) o tempo de desenvolvimento de larva L1 a adulto e ii) o tempo de desenvolvimento de pupa a adulto. A não eclosão de larvas e/ou não desenvolvimento de larvas levou à exclusão do tratamento T20 de todos os modelos. Pelo mesmo motivo, o tratamento T15 foi excluído das análises em todos os modelos, exceto para números larvas L1 eclodidas para Foz do Iguaçu. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Stata® e as comparações par-a-par dos efeitos dos tratamentos sobre cada resposta, com correção do teste de tukey dos p-valores, sendo adotados um valor de significância de 0,05.

Para os experimentos foram estabelecidas duas hipóteses: a) Hipótese H0 a temperatura de 9°C diminui o tempo da eclosão das larvas e retarda o desenvolvimento das larvas e pupas das populações de *Ae. aegypti* de CWB e FOI e b) Hipótese H1 a temperatura de 9°C não influencia o tempo da eclosão das larvas e no desenvolvimento das larvas e pupas das populações de *Ae. aegypti* de CWB e FOI.

6. Resultados

6.1 Eclosão das larvas e desenvolvimento para pupas de *Ae. aegypti*

Nenhuma larva, de ambos os municípios (CWB e FOI) eclodiu na temperatura de 9°C no tempo de 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 20 dias. Para ambas as populações o tratamento T20 inviabilizou a eclosão, sendo assim eles foram excluídos de todas análises estatísticas.

Para CWB houve menor eclosão das larvas L1 em relação ao controle (62.8%), sendo: 31,6 % (T5), 4,4% (T10), 10,8% (T11), 2,8 % (T12), 0,8 % (T13) e 3,6% (T14). Todos os valores para a taxa de eclosão (%) dos ovos foram estatisticamente significativos. Não houve morte das larvas nos estádios de L1 a L4 tanto para o controle quanto para os tratamentos de 5, 10-14 dias. Não houve eclosão para o T15, sendo este excluído das análises estatísticas (Tabela. 1).

Tabela 1. Taxa de eclosão de larvas (L1) das populações de *Ae. aegypti* de Curitiba (CWB) em temperatura de 27°C-28°C.

Tratamento	Taxa de eclosão	Desvio padrão	Valor de p <0.05
Controle	62.8%	25.072	0.0199
T5	31.6%	25.072	0.0199
T10	4.4%	34.199	0.0010
T11	10.8%	31.399	0.0015
T12	2.8%	34.656	0.0014
T13	0.8%	32.263	0.0017
T14	3.6%	34.437	0.0011

Controle; T5=tempo de 5 dias; T10= tempo de 10 dias; T11= tempo de 11 dias; T12= tempo de 12 dias; T13= tempo de 13 dias; T14= tempo de 14 dias; T15= tempo de 15 dias;

Em relação ao tempo de duração entre as fases de desenvolvimento (ovo, L1, L2, L3, L4, pupa e adulto) para CWB o controle e o tratamento T5, obtiveram o mesmo tempo em dias para o aparecimento da primeira L1, sendo de um dia. Os demais tratamentos ficaram entre 2 a 3 dias para a eclosão da primeira L1. Para os demais estádios, o tratamento que obteve o maior tempo entre eles foi o T14, sendo que para o aparecimento das primeiras L2, L3, L4 e pupa o tempo foi de 5,6,7,10 e 12 dias, respectivamente. Em relação ao tempo total de ovo a adulto, o controle obteve o menor tempo, sendo de 8 dias para o aparecimento do primeiro adulto. O tratamento que mais demorou entre as fases de ovo a adulto foi o T14, o qual durou 14 dias para o aparecimento do primeiro adulto. Os demais tratamentos ficaram entre 9 e 10 dias (Fig. 9).

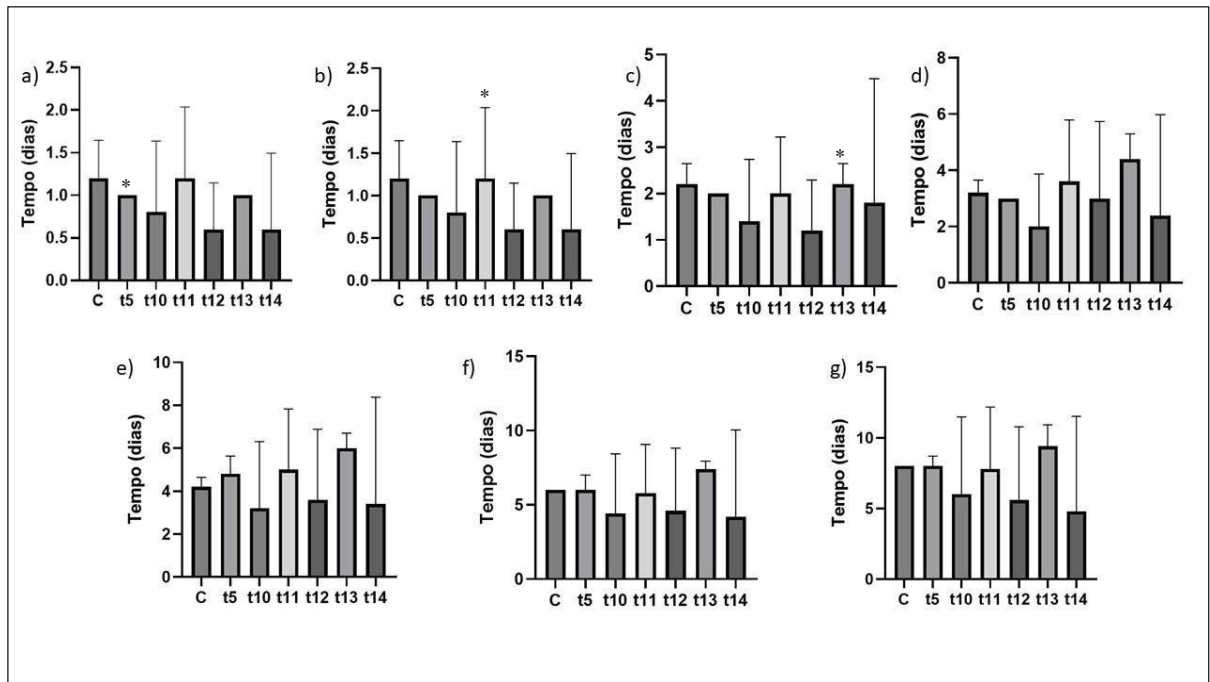


Fig. 9 Tempo de duração (dias) para o aparecimento de larvas *Aedes aegypti* coletados em Curitiba (CWB), Paraná após a temperatura de 9°C (tratamento) em temperatura de 27°-28°C (pós tratamento e controle). Legenda: Controle; T5=tempo de 5 dias; T10= tempo de 10 dias; T11= tempo de 11 dias; T12= tempo de 12 dias; T13= tempo de 13 dias; T14= tempo de 14 dias; T15= tempo de 15 dias; a= fase de ovo; b= aparecimento da primeira L1; c= aparecimento da primeira L2; d= aparecimento da primeira L3; e= aparecimento da primeira L4; f= aparecimento da primeira pupa; g= aparecimento do primeiro adulto; *- p<0,05.

Em relação ao estágio de pupa, no controle foi obtido 61,6% e 30,7% para T5. Os mesmos valores foram para a emergência dos adultos (Tabela 1).

Para FOI, quando incubados os ovos em temperatura adequada (27°C-28°C), após 10 (T10), 11 (T11), 12 (T12), 13 (T13), 14 (T14) e 15 (T15) dias após a temperatura de 9°C, houve menor eclosão das larvas L1 em relação ao controle (33,6%), sendo: 48% (T5), 3,2% (T10), 0,8% (T11), 1,6% (T12), 2,0% (T13), 8,0% (T14) e 0,4% (T15), respectivamente. Todos os valores para a taxa de eclosão (%) dos ovos foram estatisticamente significativos em relação ao controle. Não houve mortalidade das larvas nos estádios de L1 a L4 tanto para o controle quanto para os tratamentos de 5, 10 a 14 dias. Houve morte de L1 para o T15 (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de eclosão de larvas (L1) de populações de *Ae. aegypti* da população de Foz do

Iguaçu (FOI) em temperatura de 27°C-28°C.

Tratamento	Taxa de eclosão	Desvio padrão	Valor de p <0.05
Controle	34.0%	13.408	0.9501
T5	48.0%	13.408	0.9501
T10	3.2%	18.428	0.0020
T11	0.8%	19.437	0.0019
T12	1.6%	19.077	0.0020
T13	2.0%	18.926	0.0019
T14	8.0%	17.568	0.0041
T15	0.4%	(-)	(-)

Legenda: Controle; T5=tempo de 5 dias; T10= tempo de 10 dias; T11= tempo de 11 dias; T12= tempo de 12 dias; T13= tempo de 13 dias; T14= tempo de 14 dias; T15= tempo de 15 dias; -=não houve desvio padrão.

Em relação ao tempo de duração entre as fases de desenvolvimento (ovo, L1, L2, L3, L4, pupa e adulto) para FOI o controle e o tratamento T5 obtiveram o mesmo tempo em dias para o aparecimento da primeira L1, o equivalente a um dia. Os demais tratamentos ficaram entre 2 a 3 dias para a eclosão da primeira L1. Para os demais estádios, o tratamento que obteve o maior tempo entre eles foi o T12, sendo que para o aparecimento das primeiras L2,L3,L4 e pupa o tempo foi de 6,8,9,10 e 12 dias, respectivamente. Em relação o tempo total de ovo a adulto o controle obteve o menor tempo, sendo de 8 dias para o aparecimento do primeiro adulto. O tratamento que mais demorou entre as fases de ovo a adulto foi o T12, o qual durou 13 dias para o aparecimento do primeiro adulto. Os demais tratamentos ficaram entre 9 e 10 dias (Fig. 10).

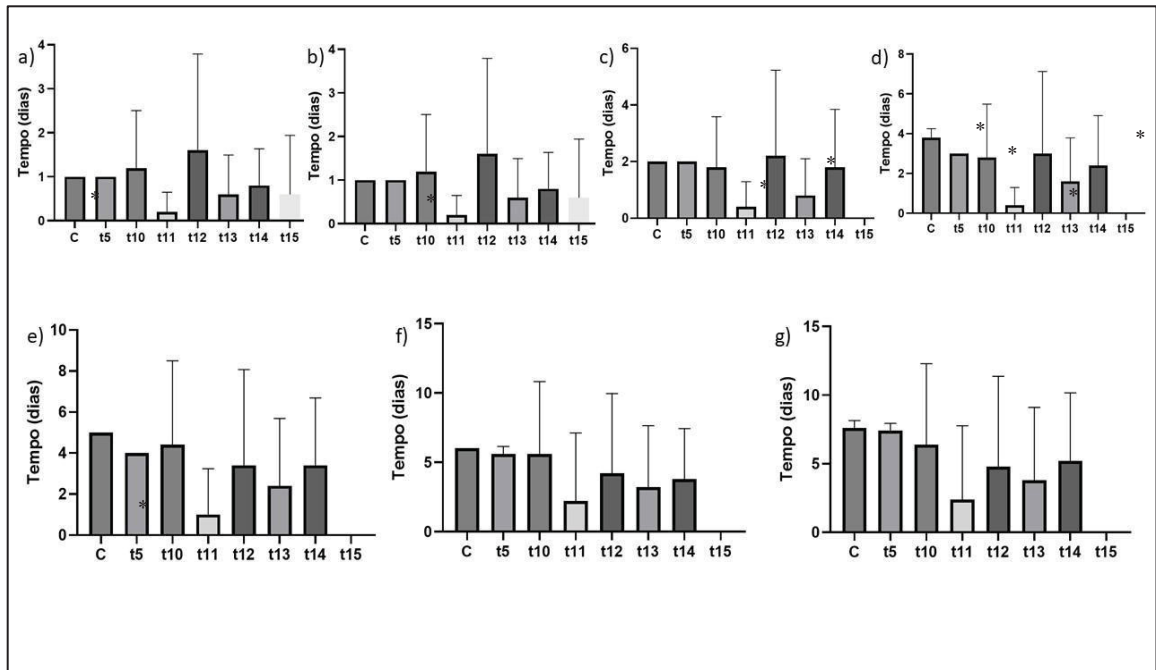


Fig. 10 Valores referente ao tempo em dias para o aparecimento de cada estágio de vida de *Aedes aegypti* coletados em Foz do Iguaçu (FOI), Paraná após a temperatura de 9°C (tratamento) em temperatura de 27°-28°C (pós tratamento e controle). Legenda Controle; T5=tempo de 5 dias; T10= tempo de 10 dias; T11= tempo de 11 dias; T12= tempo de 12 dias; T13= tempo de 13 dias; T14= tempo de 14 dias; T15= tempo de 15 dias; a= valores em dias para o tempo (dias) em fase de ovo; b= valores para o tempo (dias) para o aparecimento da primeira L1; c= valores para o tempo (dias) para o aparecimento da primeira L2; d= valores para o tempo (dias) para o aparecimento da primeira L3; e= valores para o tempo (dias) para o aparecimento da primeira L4; f= valores para o tempo (dias) para o aparecimento da primeira pupa; g= valores para o tempo (dias) para o aparecimento do primeiro adulto; *- p<0,05.

Em relação ao estágio de pupa, no controle foi obtido 32,8% em relação a 45,6% para T5. Nos tempos: T10 (3,2%), T11 (0,8%), T12 (1,6%), T13 (2,0%), T14 (8,0%) e T15 (0,4%). Os mesmos valores foram para a emergência dos adultos (Tabela 2).

Para FOI, quando incubados os ovos em temperatura adequada (27°C-28°C), após 10 (T10), 11 (T11), 12 (T12), 13 (T13), 14 (T14) e 15 (T15) dias após a temperatura de 9°C, houve menor eclosão das larvas L1 em relação ao controle (33,6%), sendo: 48% (T5), 3,2% (T10), 0,8% (T11), 1,6% (T12), 2,0% (T13), 8,0% (T14) e 0,4% (T15), respectivamente. Todos os valores para a taxa de eclosão (%) dos ovos foram estatisticamente significativos em relação ao controle. Não houve mortalidade das larvas nos estádios de L1 a L4 tanto para o controle quanto para os tratamentos de

5, 10 a 14 dias. Houve morte de L1 para o T15 (Tabela 2, Fig. 10).

O tempo de eclosão das larvas (L1) pós tratamento, ou seja, após permanecer o período de 5, 10 a 15 dias em temperatura de 9°C, apresentou diferenças entre as populações estudadas. Para a população de *Ae. aegypti* proveniente de CWB, o tempo de eclosão de L1 pós tratamento para T5, T10 a T14 dias foi de um dia, o mesmo tempo observado para o controle. Para a população de FOI, o tempo de eclosão transcorreu de um a cinco dias, sendo um dia para T5, dois dias para T10, T11, T13, T14 e T15 e cinco dias para T12. No controle foi um dia.

6.2 Experimento 2 de exigência térmica das larvas e pupas de *Ae. aegypti*

Nenhuma larva e/ou pupa conseguiu chegar até a fase adulta na temperatura de tratamento de 9°C. Para a população de CWB, todas as larvas chegaram até o segundo instar, no entanto, a partir do segundo dia, neste estágio, todas morreram. No controle 100% das larvas desenvolveram até adulto (Tabela 3).

Para população de FOI, as larvas desenvolveram até o segundo instar quando expostas a temperatura de 9°C e permaneceu por seis dias seguidos nesse estágio. A partir do sétimo dia, houve mortalidade de 100% das larvas. No controle 100% das larvas desenvolveram até adulto (Tabela 4).

Tabela 3: Taxa de sobrevivência de larvas (L1) de populações de *Ae. aegypti* da população de Curitiba (CWB) em temperatura de 9°C.

Controle				Tratamento			
Dia	Instar	Sobrevivência		Dia	Instar	Sobrevivência	
		V	M			V	M
1	L1	100%	-	1	L1	100%	0%
2	L2	100%	-	2	L2	100%	0%
3	L3	100%	-	3	L2	3%	97%
4	L3	100%	-	4	L2	0%	100%
5	P	100%	-	5	-	-	-
6	P	100%	-	6	-	-	-
7	A	100%	-	7	-	-	-
8	-	-	-	8	-	-	-
9	-	-	-	9	-	-	-
10	-	-	-	10	-	-	-

Legenda: dia = número de dias do experimento; instar= fase imatura do mosquito; sobrevivência V =percentual de indivíduos vivos; sobrevivência M= percentual de indivíduos mortos; -= não houve evolução no desenvolvimento

Tabela 4: Taxa de sobrevivência de larvas (L1) de populações de *Ae. aegypti* da população de Foz do Iguaçu (FOI) em temperatura de 9°C.

Controle				Tratamento			
Dia	Instar	Sobrevivência		Dia	Instar	Sobrevivência	
		V	M			V	M
1	L1	100%	-	1	L1	100%	0%
2	L2	100%	-	2	L2	100%	0%
3	L3	100%	-	3	L2	3%	97%
4	L3	100%	-	4	L2	8%	12%
5	P	100%	-	5	L2	0%	100%
6	P	100%	-	6	-	-	-
7	P	100%	-	7	-	-	-
8	A	100%	-	8	-	-	-
9	-	-	-	9	-	-	-
10	-	-	-	10	-	-	-

Legenda: dia= número de dias do experimento; instar= fase imatura do mosquito; sobrevivência V= percentual de indivíduos vivos; sobrevivência M= percentual de indivíduos mortos; -= não houve evolução no desenvolvimento.

As pupas provenientes da população de CWB permaneceram 15 dias, e de FOI 13 dias em temperatura de 9°C. Para ambas as cidades não houve emergência de adulto (Tabela 5 e Tabela 6).

Tabela 5: Taxa de sobrevivência de pupas de populações de *Ae. aegypti* da população de Curitiba (CWB) em temperatura de 9°C.

Controle				Tratamento			
Dia	Instar	Sobrevivência		Dia	Instar	Sobrevivência	
		V	M			V	M
1	P/A	100%	-	1	P	100%	0%
2	P/A	100%	-	2	P	100%	0%

3	A	100%	-	3	P	100%	0%
4	-	100%	-	4	P	100%	0%
5	-	100%	-	5	P	100%	0%
6	-	100%	-	6	P	100%	0%
7	-	100%	-	7	P	100%	0%
8	-	100%	-	8	P	50%	50%
9	-	-	-	9	P	50%	50%
10	-	-	-	10	P	43%	57%
11	-	-	-	11	P	43%	57%
12	-	-	-	12	P	10%	90%
13	-	-	-	13	P	6%	94%
14	-	-	-	14	P	4%	96%
15	-	-	-	15	P	0	100%

Legenda: dia= número de dias do experimento; P= Pupa; A= Adulto;V= percentual de indivíduos vivos; M= percentual de indivíduos mortos; -= não houve evolução no desenvolvimento.

Tabela 6: Taxa de sobrevivência de pupas de populações de *Ae. aegypti* da população de Foz de Iguaçu (FOI) em temperatura de 9°C.

Controle				Tratamento			
Dia	Instar	Sobrevivência		Dia	Instar	Sobrevivência	
		V	M			V	M
1	P/A	100%	-	1	P	100%	0%
2	P/A	100%	-	2	P	100%	0%
3	A	100%	-	3	P	100%	0%
4	-	100%	-	4	P	80%	20%
5	-	100%	-	5	P	80%	20%
6	-	100%	-	6	P	50%	50%
7	-	100%	-	7	P	50%	50%
8	-	100%	-	8	P	30%	70%
9	-	-	-	9	P	30%	70%
10	-	-	-	10	P	5%	95%
11	-	-	-	11	P	1%	99%
12	-	-	-	12	P	1%	99%
13	-	-	-	13	P	0%	100%

Legenda: dia= número de dias do experimento; P= Pupa; A= Adulto;V= percentual de

indivíduos vivos; M= percentual de indivíduos mortos; -= não houve evolução no desenvolvimento.

6.3 Análise dos ovos de *Ae. aegypti* pelo protocolo de *Trips*

Por meio das análises feitas pelo protocolo de *Trips*, observa-se que os ovos não eclodidos nos tratamentos T5, T10, T12, T13, T14, T15 e T20, de ambas as populações estavam embrionados, como observado no controle (Fig 11 e 16, A-1, A-2, e A-3). Os parâmetros utilizados para confirmação da embriogênese completa foi a presença da cabeça, os oito segmentos abdominais, presença do sifão respiratório e os três seguimentos torácicos de acordo com Farnesi et al. (2009) (Fig. 11 a 19).

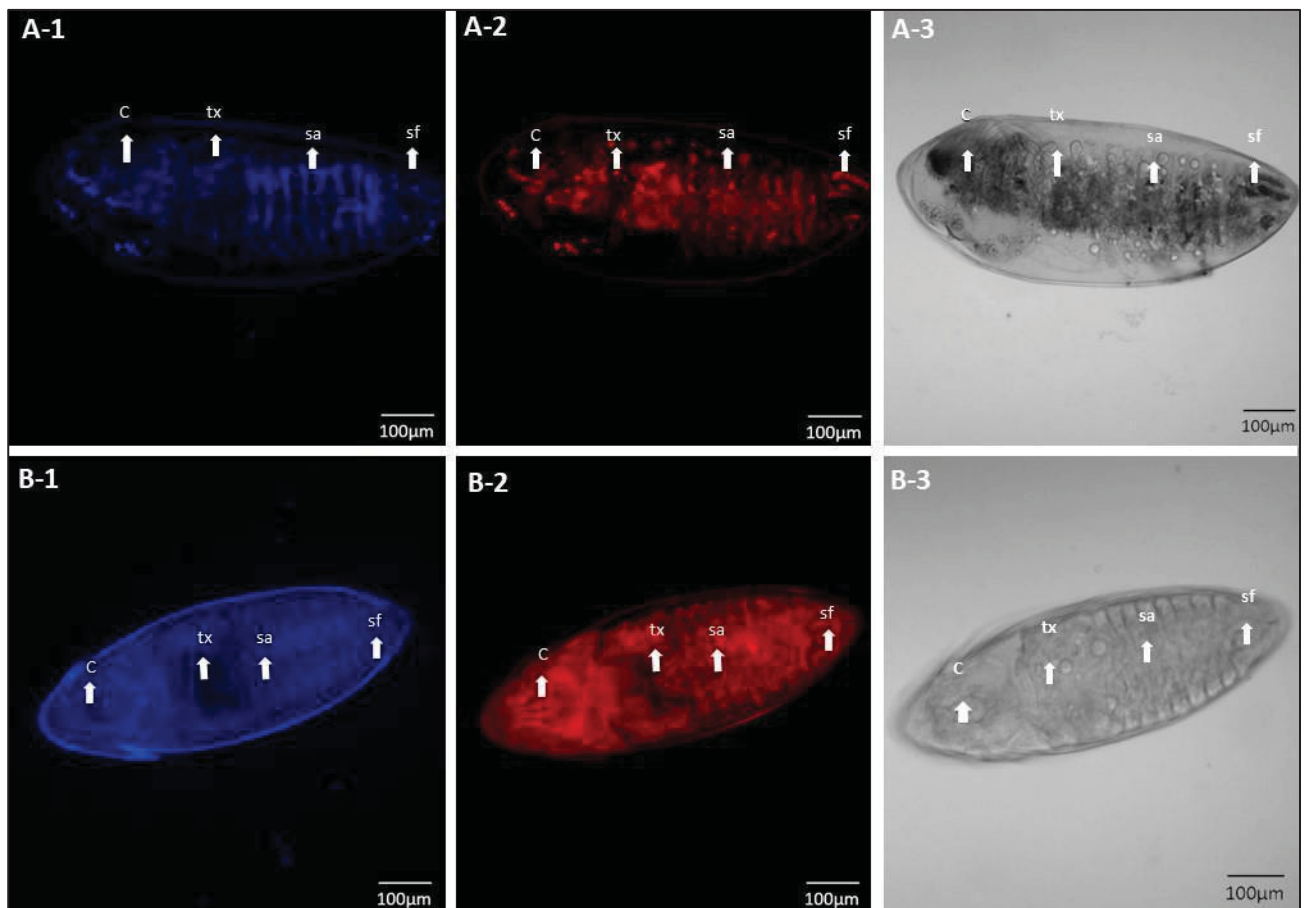


Fig. 11 Ovos da população de *Ae. aegypti* do município de Curitiba (CWB). Tempo 5 dias: A-1= controle; B-1 (T5): ovos em calcofluor; A-2= controle; B-2=ovos com a própria fluorescência do embrião; A-3= controle; B-3= imagem negativa. Legenda: c cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

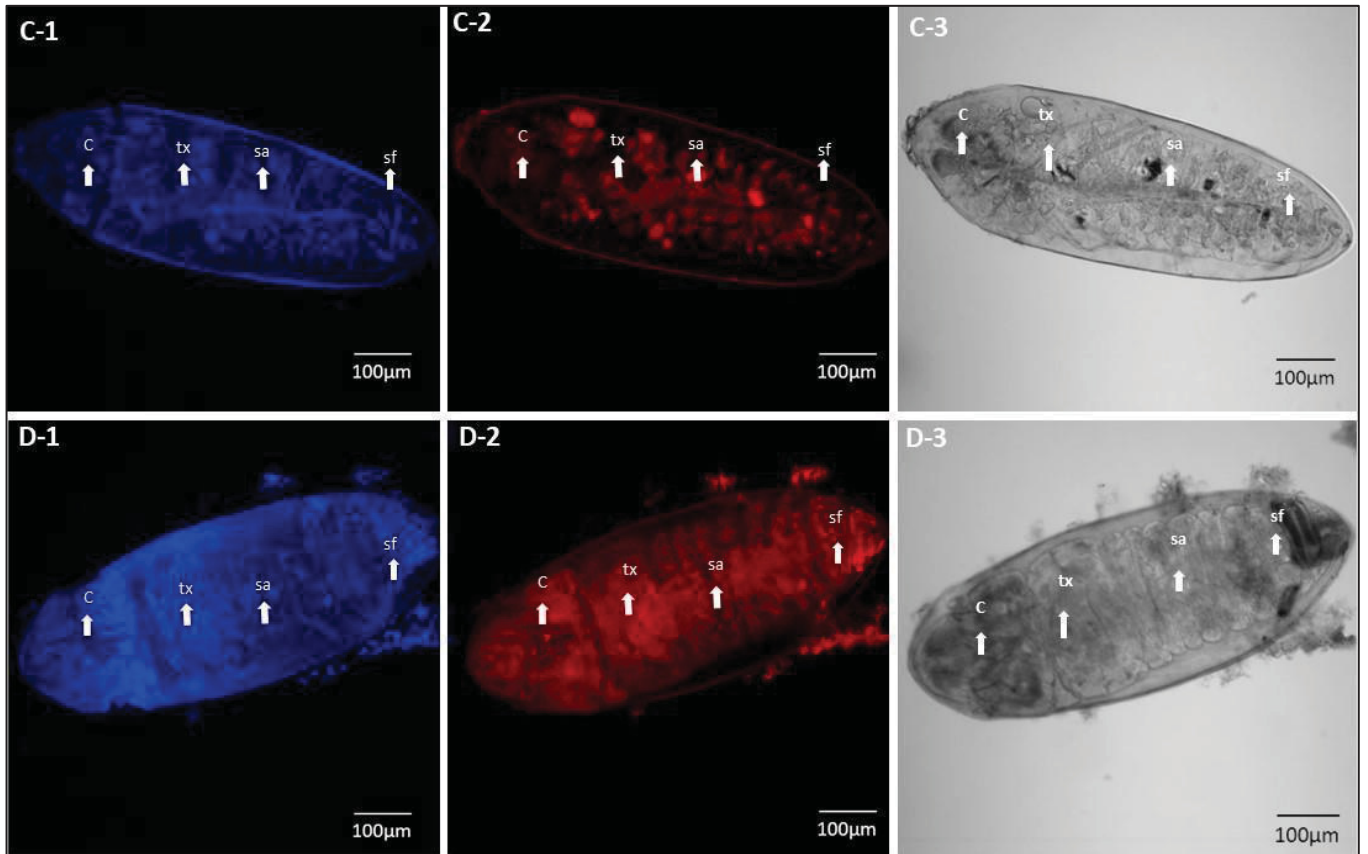


Fig. 12 Ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Curitiba do tempo 10 e 11. C1 (T10)/D1 (T11)= ovos em calcofluor; C2 (T10)/D2 (T11)= ovos com a própria fluorescência do embrião; C3 (T10)/D3 (T11)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

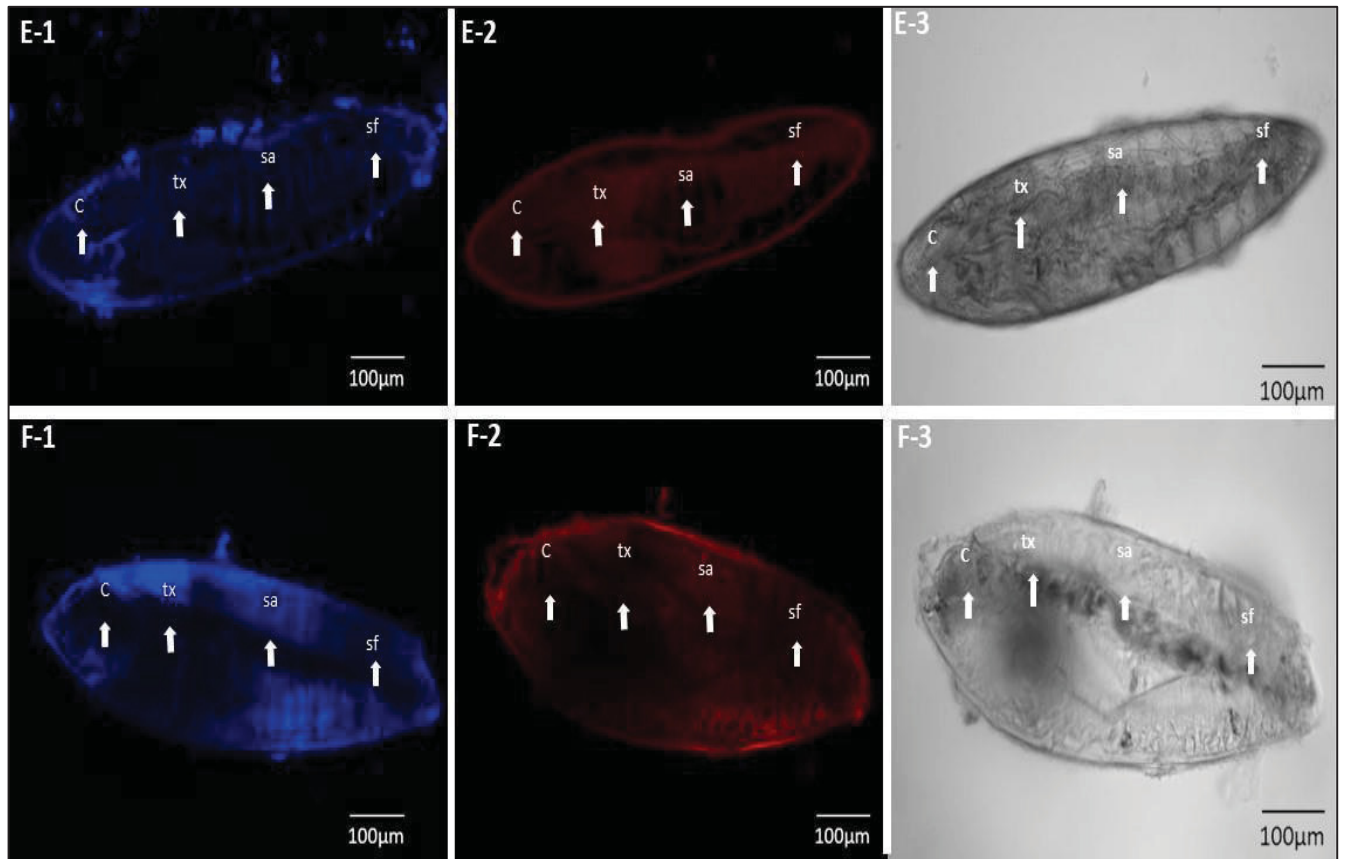


Fig. 13 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Curitiba do tempo 12 e 13 dias. E-1(T12)/F-1 (T13) = ovos em calcofluor; E-2 (T12)/F-2 (T13) = ovos com a própria fluorescência do embrião; E-3 (T12)/F-3 (T13)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

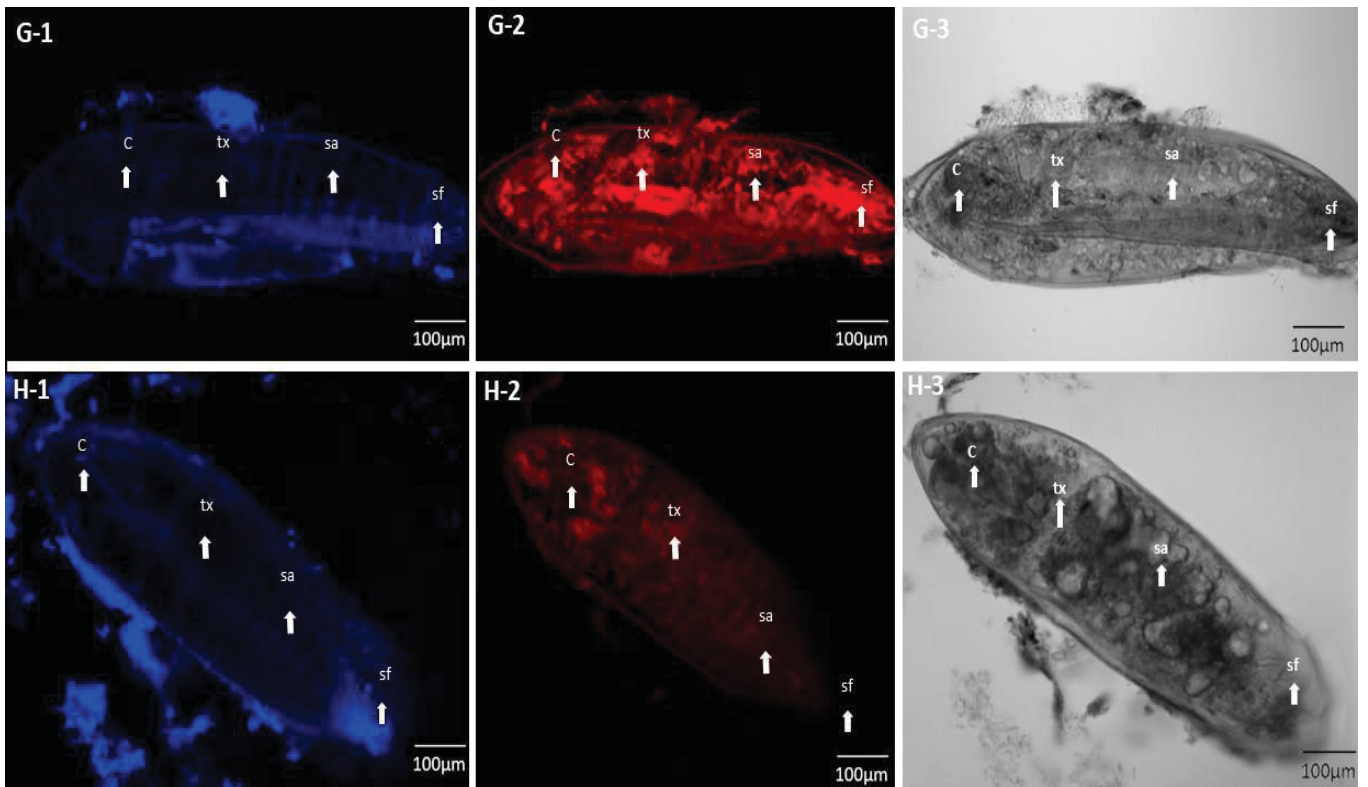


Fig. 14 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Curitiba do tempo 14 e 15. G-1(T14)/H-1 (T15)= ovos em calcofluor; G-2 (T14)/H-2 (T15)= ovos com a própria fluorescência do embrião; G-3 (T14)/H-3 (T15)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

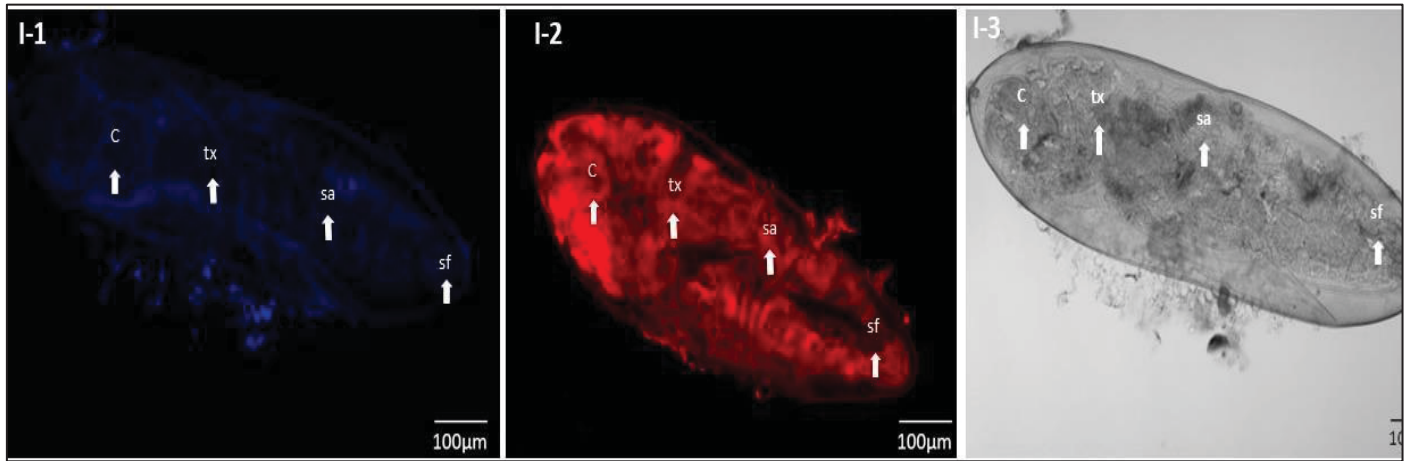


Fig. 15 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Curitiba do tempo de 20 dias. I-1 (T20) = ovos em calcofluor; I-2 (T20)= ovos com a própria fluorescência do embrião; I-3 (T20)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

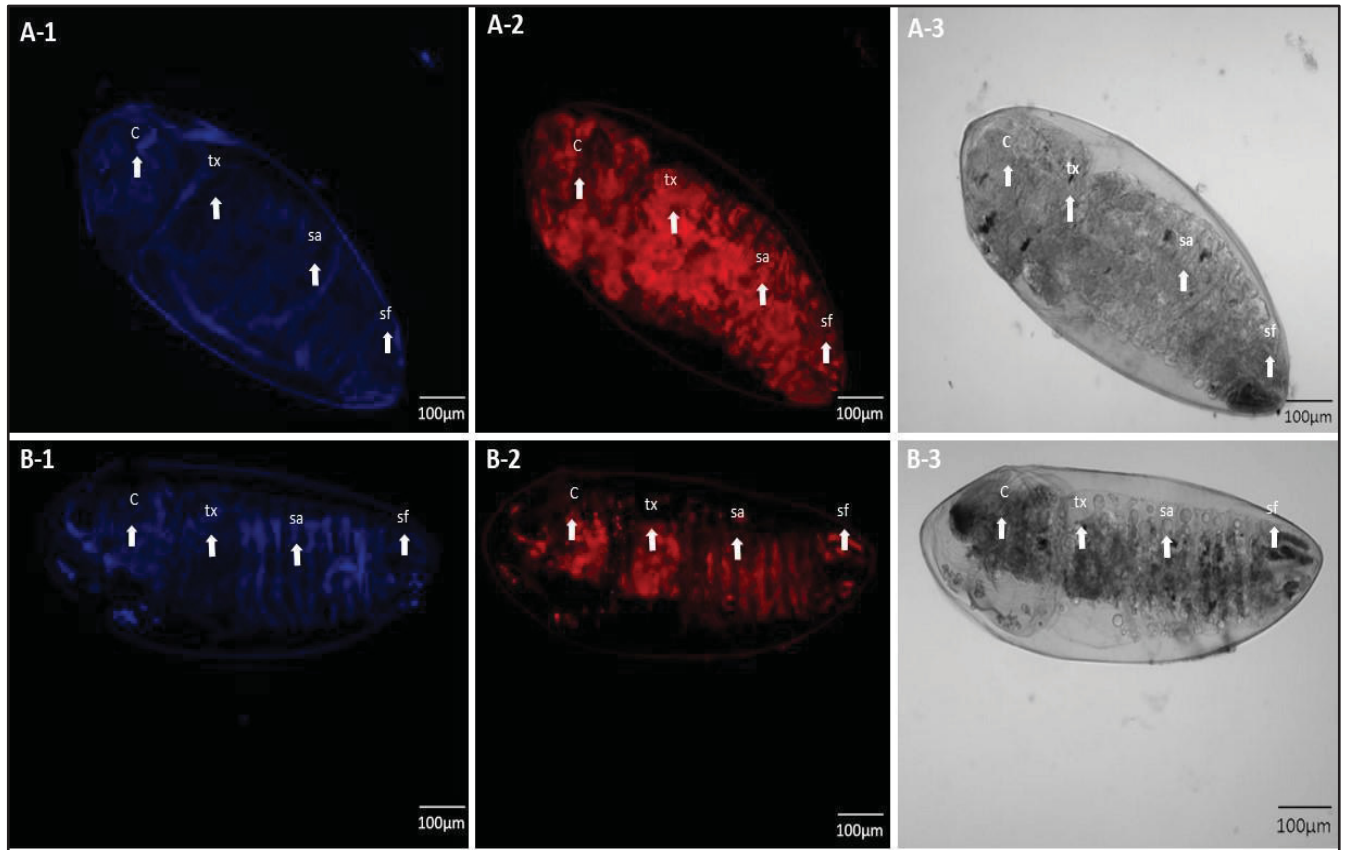


Fig. 16 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Foz do Iguaçu do controle e do tempo de 5 dias. A-1 (controle) /B-1 (T5)= ovos em calcofluor; A-2 (controle)/B-2 (T5)= ovos com a própria fluorescência do embrião; A-3 (controle) /B-3 (T5)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

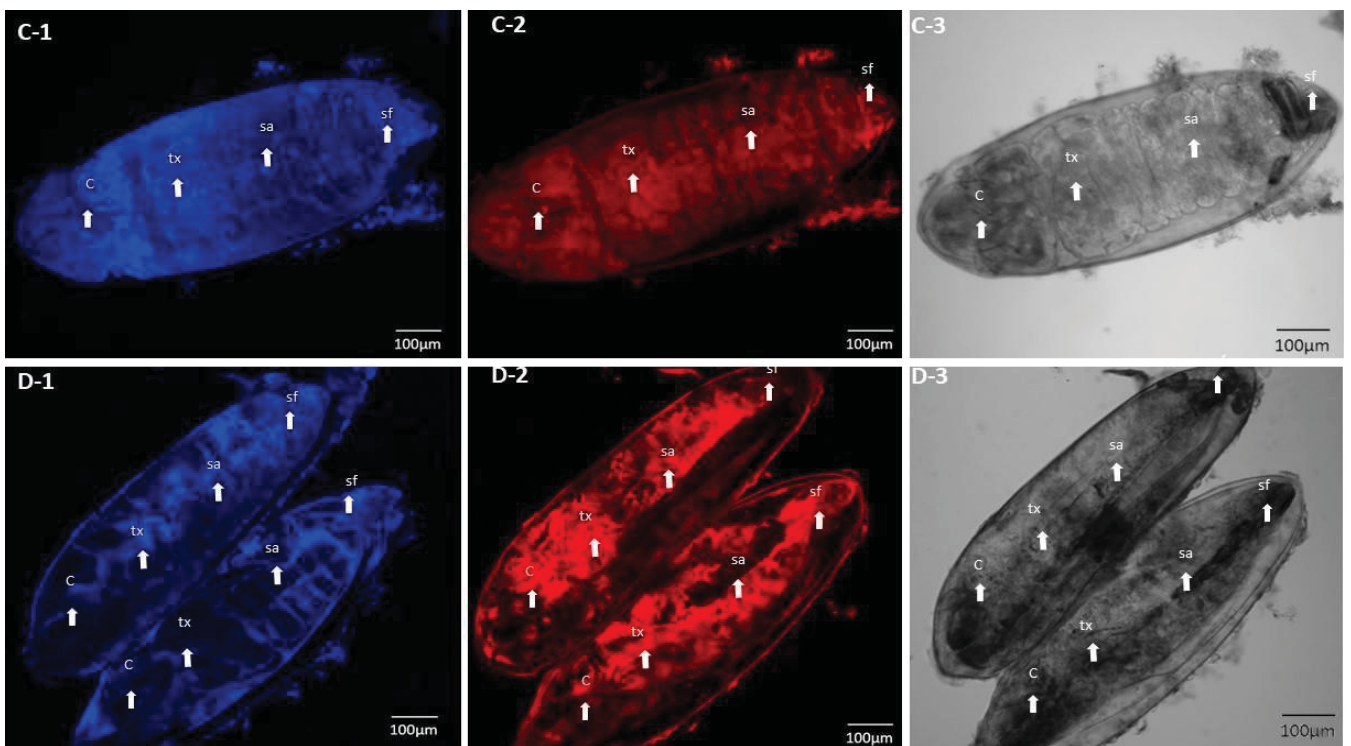


Fig. 17 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Foz do Iguaçu do tempo de 10 e 1 dias . C-1 (T10)/D-1 (T11)= ovos em calcofluor; C-2 (T10)/D-2 (T11)= ovos com a própria fluorescência do embrião; C-3 (controle)/D-3 (T11)= imagem negativa. Legenda:c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf- sifão respiratório.

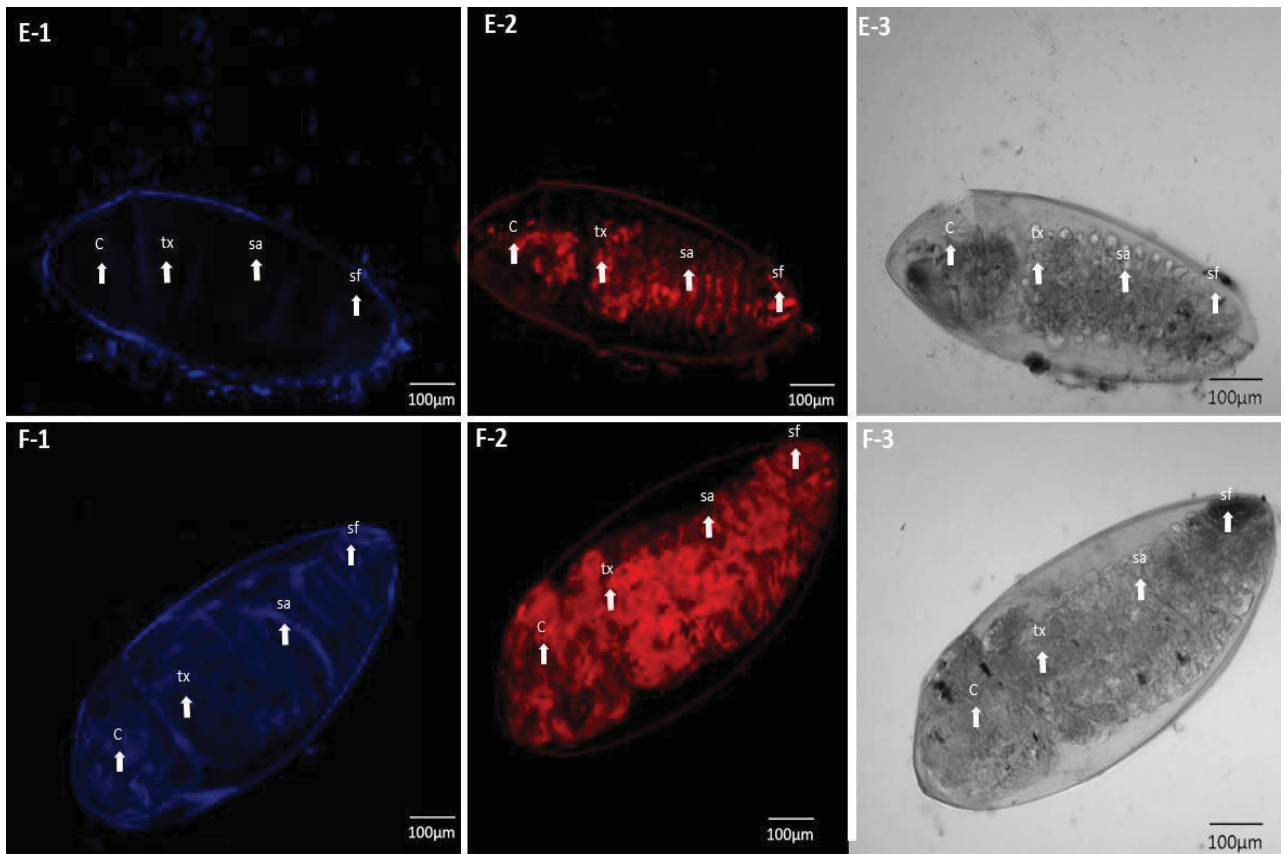


Fig. 18 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Foz do Iguaçu do tempo de 12 e 13 dias. E- 1 (T12) /F-1 (T13)= ovos em calcofluor; E-2 (T12) /F2 (T13)= ovos com a própria fluorescência do embrião; E3 (T12) /F3 (T13)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

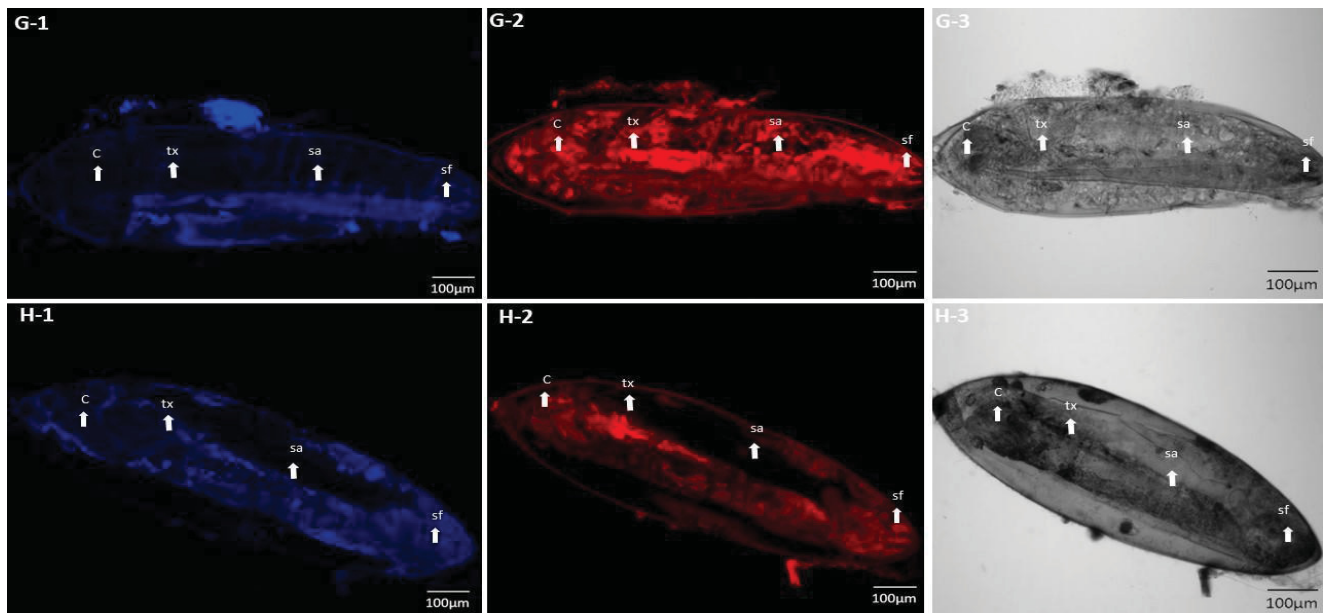


Fig. 19 Ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Foz do Iguaçu do tempo de 14 e 15 dias. G-1 (T14) /H-1 (T15)= ovos em calcofluor; G-2 (T14) /H-2 (T15)= ovos com a própria fluorescência do embrião; G-3 (T14)/H-3 (T15)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

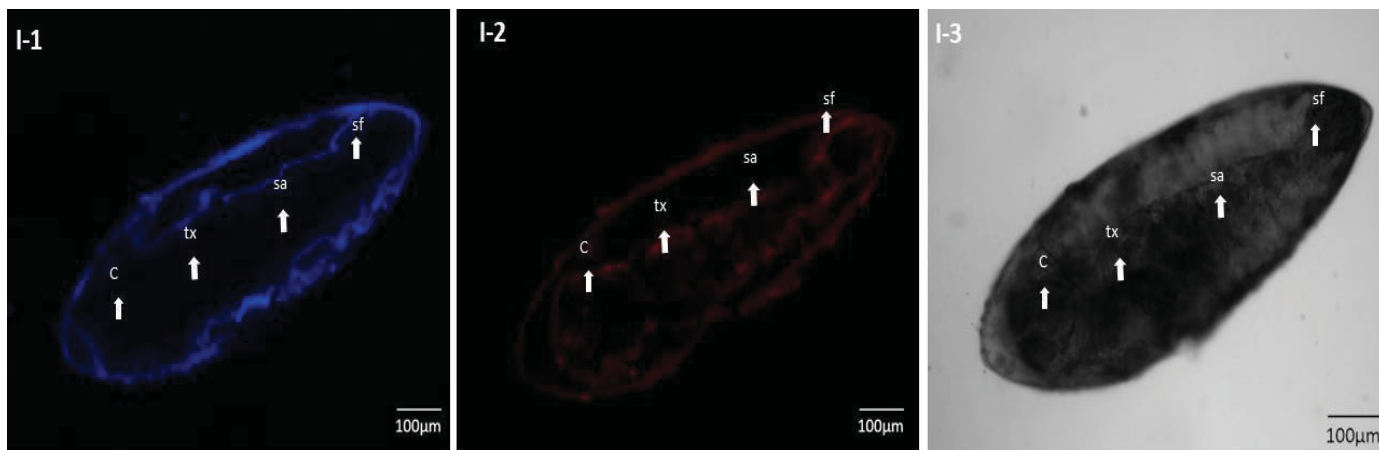


Fig. 20 Sequência dos ovos dos tratamentos da população de *Ae. aegypti* do município de Foz do Iguaçu do tempo de 20 dias. I-1 (T20)= ovos em calcofluor; I-2 (T20)= ovos com a própria fluorescência do embrião; I-3 (T20)= imagem negativa. Legenda: c= cabeça; tx= tórax; sa= segmentos abdominais; sf= sifão respiratório.

7. Discussão

Não foi observado desenvolvimento de ovo a adulto das populações de *Ae. aegypti* provenientes dos municípios de CWB e FOI sob a temperatura de 9°C. Contudo, quando transferidos esses mesmos ovos para a temperatura de 27°C-28°C, houve eclosão das larvas. Os resultados divergiram em relação à origem das populações deste mosquito. Para a população de CWB, houve eclosão de larvas L1 nos tempos de 5, 10-14 dias; para a população de FOI, as larvas eclodiram a partir do 5º dia, como em CWB, mas no 15º dia também teve eclosão de larvas, diferente da população de CWB.

Na população de FOI, a exposição dos ovos por cinco dias em temperatura de 9°C parece ter influenciado de forma positiva para a eclosão das larvas quando expostos a temperatura de 27°C. Tendo sido observado que o percentual de eclosão das larvas foi superior ao do controle. O que não ocorreu para a população de CWB.

Possivelmente, a explicação para tal fenômeno é que a população de Curitiba está mais adaptada às temperaturas médias mínimas mensais de 9°C, permitindo, assim, que eclosão de larvas (L1) pós tratamento e controle fossem semelhantes. O mesmo foi visto por Ajuz et al. (2013) para a população de *Ae. aegypti* do município de Guarapuava-PR, região com temperatura média mínima 18°C. Quando esses autores expuseram a população a temperatura de 18°C e controle 27°C, a taxa de eclosão das larvas foi similar. Kramer et al (2020) ao exporem diferentes populações de *Ae. aegypti* provenientes de regiões frias às temperaturas de 13°C e 18°C, não observaram diferença na eclosão das larvas entre o tratamento e controle.

Para a espécie *Culex quinquefasciatus* de Pelotas- RS, Ribeiro et al. (2004) observaram que em temperatura de 15°C, na região de Pelotas, a taxa de eclosão das larvas foi igual ao do controle, o que indica segundo os autores que essa população estava adaptada ao clima da região. No caso da população de FOI, o elevado número de eclosão de larvas (L1) em condição adequada, pós condição inóspita de 9°C, pode ser atribuída ao fenômeno observado na transição das estações de inverno e verão. Segundo Mendonça e colaboradores (2003) quando os ovos se encontram em um ambiente não adequado, como no caso do inverno, o qual se tem temperaturas abaixo daquelas consideradas ideais para o seu desenvolvimento, com a chegada do verão, o qual é caracterizado por altas temperaturas e chuvas, observa-se maior número de larvas eclodidas

Gabriel e colaboradores (2018) observaram o aumento de 80% na eclosão dos ovos de *Ae. aegypti* na cidade de Ribeirão Preto (SP) na transição do inverno para o verão. Resultado semelhante a este foi visto por Da Silvia Correia et al. (2016), os quais relatam que existe relação entre o maior

número de larvas eclodidas com a transição de temperaturas, corroborando assim com os resultados obtidos no tempo de cinco dias (T5) para a população de FOI. Esse resultado é interessante, uma vez que as medidas de controle são dirigidas, em geral, na metade do verão, quando o IIP é muito elevado. Partindo do princípio que as populações de *Ae. aegypti* podem se manter durante o inverno no estágio de ovos e ter suas larvas eclodidas em maior quantidade em temperatura elevada na primavera, seria indicado que os esforços para o controle dessa espécie fossem direcionados nessa estação.

O fato de ambas as populações de *Ae. aegypti* (CWB e FOI) terem larvas eclodidas quando oportunizada temperatura adequada, pode ser atribuído ao mecanismo de dormência embrionária, nesse caso, a quiescência. O fenômeno da quiescência é um mecanismo de sobrevivência no qual é caracterizado pela queda do metabolismo da larva no interior do ovo, o que leva a não eclosão das larvas até o ambiente ter condições adequadas (Diniz et al., 2017).

Resultados semelhantes à deste estudo foram observados por Fischer colaboradores (2019), em que os ovos de *Ae. aegypti* foram expostos a temperatura de 13°C e, no entanto, só houve eclosão de larvas (L1) após os ovos serem expostos a temperatura de 27°C, ao qual, os autores atribuem este fato à quiescência.

Quando observado os tratamentos T10, T11, T12, T13 e T14 da população de CWB, foi visto que houve um declínio da eclosão de larvas L1 em relação ao controle. Para a população de FOI, observou-se que os tratamentos T10, T11, T12, T13, T14 e T15, também apresentaram declínio da eclosão de larvas L1 em relação ao controle.

Para o município de CWB, foi observado que nos últimos cinco anos, a temperatura variou entre 9°C e 10°C no inverno. Para FOI e outras cidades com temperaturas mais elevadas do Paraná, dificilmente haverá 10 dias de temperaturas abaixo de 10°C. Para Trips & Shemanchuk (1970) isso ocorre devido ao comprometimento da viabilidade dos embriões, em função de maior gasto de energia para sua manutenção no ambiente. Além de que, em temperaturas baixas, os fluidos dos insetos podem congelar e ficar num estado de anabiose irreversível, levando, assim, à morte do animal (Rodrigues, 2004).

Para o tratamento T14, foi observado que o número de larvas (L1) eclodidas para a população de CWB foi inferior aos tratamentos de 12 e 13 dias, o mesmo não foi observado para a população de FOI, o qual o número de larvas (L1) eclodidas no tratamento de 14 dias foi superior aos dos tratamentos 12 e 13 dias. Este resultado pode ser explicado por: a) serem de diferentes populações, conseqüentemente cada população terá uma resposta diferente a determinada temperatura e ambiente e b) amplitude térmica de cada região e adaptabilidade do mosquito, no qual, a amplitude térmica, ou seja, a diferença entre a temperatura máxima e mínima registradas em um

mesmo lugar durante um certo período (hora, dia, semana, mensal e anual) é diferente entre as populações investigada neste estudo.

De acordo com Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), a cidade de FOI apresenta a maior amplitude térmica diária e mensal do Estado do Paraná, a qual, em um mesmo período registra queda significativa na temperatura. Sendo assim, isso pode explicar porque o tratamento de quatorze dias da população de FOI teve maior eclosão, demonstrando que a população de *Ae. aegypti* se adaptem às quedas abruptas de temperatura.

Os experimentos T15 e T20 foram letais para os ovos de *Ae. aegypti* para ambas as populações, mesmo que somente uma larva de FOI tenha eclodido no T15, uma vez que sua viabilidade foi curta, o equivalente a dois dias. Tal resultado mostra a influência da temperatura sob o desenvolvimento dos ovos de *Ae. aegypti*. No entanto, vale ressaltar que mais do que a temperatura baixa, é importante analisar o tempo de exposição destes ovos à determinada temperatura, no qual, para este estudo o tempo de exposição de 15 e 20 dias a uma temperatura baixa (9°C) foi deletéria para os ovos.

Para exclusão da possibilidade de que os ovos não haviam eclodido devido á ausência de embrião ou com um retardo no seu desenvolvimento, o protocolo de *Trips* apontou a presença de embrião para todos os ovos, confirmando que a temperatura influenciou na viabilidade dos ovos.

Segundo Christophers (1960), a viabilidade dos ovos está relacionada com o tempo de exposição à temperatura baixa. Ovos expostos por 24 horas a temperatura de 1°C eclodiram quando colocados 27°C-28°C, no entanto, quando expostos a 11 dias a temperatura de 7°C somente 25% dos ovos eclodiram quando colocados a temperaturas de 27°C-28°C, corroborando assim com os resultados desse estudo.

A região Sul é a mais fria do Brasil. Todavia, vale ressaltar que a temperatura de 9°C não é encontrada de forma constante nessa região. Entretanto, a análise de temperatura mediana mínima mensal realizada nos últimos cinco anos de ambas as cidades (CWB e FOI) durante o inverno, estão nesta faixa térmica. Isso favorece que os ovos entrem em dormência embrionária, neste caso, quiescência e, ao serem oportunizados condições climáticas adequadas, pode haver a eclosão das larvas (L1).

Quando observado o desenvolvimento das larvas L1 a adulto na temperatura de 9°C, ambas as populações chegaram até o segundo estágio. Contudo, a população de FOI teve maior viabilidade do que CWB, chegando ao 6º dia, mas sem mudar de estágio, diferente do controle. Na fase de pupa, a população de CWB resistiu 15 dias e FOI, 13 dias.

A fase de larva demonstrou maior vulnerabilidade às condições inóspitas, como observado por Bessera et al. (2009). Esses autores relatam que larvas de *Ae. aegypti* expostas a temperatura de

18°C não se desenvolveram até a fase adulta. Buriol e colaboradores (2009) descreveram resultados semelhantes. Ao exporem larvas de populações de *Ae. aegypti* do Rio de Janeiro a temperatura de 5°C e 18°C as mesmas não conseguem completar o seu desenvolvimento. Os mesmos argumentam que as larvas dessa espécie só desenvolvem em ambiente com condições térmicas favoráveis.

Para o desenvolvimento de ovo a adulto, a temperatura de 9°C durante 15 e 20 dias foi limitante para a viabilidade dos ovos. Para os tempos de 5, 10 a 14 dias foi observado que a viabilidade variou de 1,6% a 31% para CWB e de 0,4% a 48% para FOI sendo que períodos mais longos, acima de cinco dias foram prejudiciais ao desenvolvimento do *Ae. aegypti*.

É possível afirmar que na temperatura proposta neste estudo pelo período de 5, 10 a 14 dias, essa espécie entra em quiescência como estratégia de sobrevivência. Portanto, este estudo mostra que mesmo não tendo um período constante em temperatura de 9°C, ambas as regiões podem manter a população de *Ae. aegypti* após o tempo de 14 dias, para a fase de ovo. Esse resultado é importante porque mostra que em cidades frias que apresentam circulação do vírus, possivelmente, mesmo em períodos de baixa temperatura, o ovo pode se manter viável, no entanto é necessário estudos que avaliem se o DENV se mantém nesse ovo, ou ainda, qual seria efetivamente a taxa de viabilidade.

Este trabalho foi o primeiro verificar a exigência térmica de formas imaturas (ovo, larva e pupa) de populações de *Ae. aegypti* provenientes da região Sul.

Diante destes resultados, é possível afirmar que a temperatura de 9°C teve influência direta no desenvolvimento de *Ae. aegypti*, no entanto, cada população apresentou uma resposta diferenciada quando expostas a condições ideais, sinalizando que há fatores condicionantes de cada população que modula sua resposta em relação ao ambiente. O tempo de quatorze dias sob temperatura de 9°C foi limítrofe para o desenvolvimento dessa espécie, no qual foi observado dormência embrionária, denominada quiescência, estratégia de sobrevivência descrita para *Ae. aegypti*.

Dada a importância epidemiológica de *Ae. aegypti*, investigações sobre o seu desenvolvimento em condições ambientais que reflitam a realidade das cidades brasileiras, são de suma importância para a adoção de medidas de controle e compreensão da dinâmica das arboviroses que ocorrem no País.

8. Conclusão Final

Neste estudo não foi observado eclosão de larvas à 9°C. Quando transferidos os ovos para as condições ideais, foi evidenciado que o tempo de início de eclosão das larvas (L1) de *Ae. aegypti* foi diferente para as populações investigadas. Para CWB o tempo de eclosão foi de dois dias, já para a população de FOI foi de dois dias no T5, T10, T11, T13, T14 e T15, e de cinco dias, no T12. O percentual de larvas obtidas na população de CWB foi de 31% (T5), 4,4% (T10), 10,4% (T11), 1,6% (T12), 7,6% (T13) e 3,6% (T14), sendo que no T15 e T20 não houve eclosão.

Para população de FOI o percentual de larvas foi de 48% (T5), 3,2% (T10), 0,8% (T11), 1,6% (T12), 2,0% (T13), 8,0% (T14) e 0,4% (T15), sendo que para T20 não houve eclosão. O número total de pupas e adultos obtidos para população de CWB foi de 30,7 % (T5), 4,4% (T10), 10,4% (T11), 1,6% (T12), 7,6% (T13) e 3,6% (T14) e FOI foi de 45,6 % (T5), 3,2% (T10), 0,8% (T11), 1,6% (T12), 2,0% (T13), 8,0% (T14) e 0,4% (T15).

No experimento 2 as larvas se desenvolveram até L2 e nenhuma pupa conseguiu chegar até a fase adulta na temperatura de tratamento de 9°C. Para população de CWB todas as larvas chegaram até o segundo instar, no entanto a partir do segundo dia, neste estágio, todas morreram. Para população de FOI as larvas desenvolveram até o segundo instar quando expostas a temperatura de 9°C e permaneceu por seis dias seguidos nesse estágio. A partir do sétimo dia, houve mortalidade de 100% das larvas. No controle 100% das larvas desenvolveram até adulto, para ambas as populações.

As pupas provenientes da população de CWB permaneceram 15 dias nesse estágio a 9°C, e de FOI, 13 dias. Para ambas as cidades não houve emergência de adulto.

Diante destes resultados, é possível afirmar que a temperatura de 9°C teve influência direta sobre o desenvolvimento de *Ae. aegypti*.

9. Referências

- AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 1-18, 2014.
- ALENCAR, J.; GLEISER, R. M.; MORONE, F.; MELLO, C. F. D.; SILVA, J. D. S.; SERRA-FREIRE, N. M.; GUIMARÃES, A. É. A comparative study of the effect of multiple immersions on Aedini (Diptera: Culicidae) mosquito eggs with emphasis on sylvan vectors of yellow fever virus. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 109, p. 114-117, 2013.
- ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. Temperature and dengue virus infection in mosquitoes: independent effects on the immature and adult stages. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 88, n. 3, p. 497, 2013.
- BARROSO, I. L. D.; DOS SANTOS SOARES, A. G.; DA SILVA SOARES, G.; VIANA, J. A.; LIMA, L. N. F.; DA CONCEIÇÃO SOUSA, M.; DE MOURA DINIZ, R. Um estudo sobre a prevalência da dengue no Brasil: Análise da literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 61878-61883, 2020.
- BATZ, Z. A.; BRENT, C. S.; MARIAS, M. R.; SUGIJANTO, J.; ARMBRUSTER, P. A. Juvenile Hormone III but not 20-Hydroxyecdysone regulates the embryonic diapause of *Aedes albopictus*. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1352, 2019.
- BATZ, Z. A.; ARMBRUSTER, P. A. Diapause-associated changes in the lipid and metabolite profiles of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*. **Journal of Experimental Biology**, v. 221, n. 24, p. jeb189480, 2018
- BATZ, Z. A.; GOFF, A. C.; ARMBRUSTER, P. A. MicroRNAs are differentially abundant during *Aedes albopictus* diapause maintenance but not diapause induction. **Insect molecular biology**, v. 26, n. 6, p. 721-733, 2017.
- BESERRA, E. B.; CASTRO Jr, F. P. D.; SANTOS, J. W. D.; SANTOS, T. D. S.; FERNANDES, C. R. Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 853- 860, 2006.
- BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A. W.; MOYES, C. L.; HAY, S. I. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.
- BROWN, J. E.; EVANS, B. R.; ZHENG, W.; OBAS, V.; BARRERA-MARTINEZ, L.; EGIZI, A.; POWELL, J. R Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the

- dengue and yellow fever mosquito. **Evolution**, v. 68, n. 2, p. 514-525, 2014.
- BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; GRACIOLI, M. D. S. A.; FANTINELI, D. G.; CHAGAS, Á. C. D. Zoneamento climático das condições para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 3, n. 2, 2009.
- CARRINGTON, L. B.; ARMIJOS, M. V.; LAMBRECHTS, L.; BARKER, C. M.; SCOTT, T. W. Effects of fluctuating daily temperatures at critical thermal extremes on *Aedes aegypti* life-history traits. **PloS one**, v. 8, n. 3, p. e58824, 2013.
- CARRINGTON, L. B.; SEIFERT, S. N.; ARMIJOS, M. V.; LAMBRECHTS, L.; SCOTT, T. W. Reduction of *Aedes aegypti* vector competence for dengue virus under large temperature fluctuations. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 88, n. 4, p. 689, 2013.
- CAVALCANTI, I. F. A. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos, 2016.
- CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, p. 81-88, 2015.
- CHOI, M. Y.; ESTEP, A.; SANSCRAINTE, N.; BECNEL, J.; VANDER MEER, R. K. Identification and expression of PBAN/diapause hormone and GPCRs from *Aedes aegypti*. **Molecular and cellular endocrinology**, v. 375, n. 1-2, p. 113-120, 2013.
- CHRISTOPHERS S. R. *Aedes aegypti* (L.): the yellow fever mosquito: its life history, bionomics and structure [Internet]. London: Cambridge University Press; 1960 [cited 2016 Feb 28]. 750 p. Disponível em:
http://www.dpi.inpe.br/geocxnets/wiki/lib/exe/fetch.php?media=wiki:christophers_1960.pdf
- CIOTA, A. T.; KEYEL, A. C. The role of temperature in transmission of zoonotic arboviruses. **Viruses**, v. 11, n. 11, p. 1013, 2019.
- CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, 1994.
- COSTA, Z. G. A.; ROMANO, A. P. M.; ELKHOURY, A. N. M.; FLANNERY, B. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 2, n. 1, p. 16-16, 2011.
- CROVELLO, T. J.; HACKER, C. S. Evolutionary strategies in life table characteristics among feral and urban strains of *Aedes aegypti* (L.). **Evolution**, p. 185-196, 1972.
- DA SILVA CORRÊA, F.V.; PALHARES, J. M. Aumento de Casos de Dengue Relacionados com Fatores Climáticos e o meio socioambiental no município de **Oiapoque- Ap- Brasil**: Período De 2008 A 2013.

- DA SILVA, H. H.; DA SILVA, I. G. The effect of the period of egg quiescence on the life cycle of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) under laboratory conditions. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 4, p. 349-355, 1999.
- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS),
Disponível em:<<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/denguebpr.def>>
Acesso em 31 ago. 2021
- DEBLAUWE, I.; DEMEULEMEESTER, J.; DE WITTE, J.; HENDY, A.; SOHIER, C.; MADDER, M.
Increased detection of *Aedes albopictus* in Belgium: no overwintering yet, but an intervention strategy is still lacking. **Parasitology research**, v. 114, n. 9, p. 3469-3477, 2015.
- DENLINGER, D. L.; ARMBRUSTER, P. A. Mosquito diapause. **Annual review of entomology**, v. 59, p. 73-93, 2014.
- DINIZ, D. F. A.; DE ALBUQUERQUE, C. M. R.; OLIVA, L. O.; DE MELO-SANTOS, M. A. V.;
AYRES, C. F. J. Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2017.
- FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Embryonic development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): influence of different constant temperatures. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 124-126, 2009.
- FARNESI, L. C.; MENNA-BARRETO, R. F. S.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L.
Physical features and chitin content of eggs from the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: Connection with distinct levels of resistance to desiccation. **Journal of Insect Physiology**, v. 83, p. 43-52, 2015.
- FAY, R. W.; ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosquito News**, v. 26, n. 4, 1966.
- FISCHER, S.; DE MAJO, M. S.; DI BATTISTA, C. M.; MONTINI, P.; LOETTI, V.; CAMPOS, R. E.
Adaptation to temperate climates: evidence of photoperiod-induced embryonic dormancy in *Aedes aegypti* in South America. **Journal of insect physiology**, v. 117, p. 103887, 2019.
- FISCHER, S.; ALEM, I. S.; DE MAJO, M. S.; CAMPOS, R. E.; SCHWEIGMANN, N. Cold season mortality and hatching behavior of *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) eggs in Buenos Aires City, Argentina. **Journal of Vector Ecology**, v. 36, n. 1, p. 94- 99, 2011.
- FOUQUE, F.; Reeder, J. C. Impacto of past ongoing changes on climate and weather on vector-borne diseases transmission: look at the evidence. **Infect. Dis. Poverty** 8,51. 2019.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, FIOCRUZ.2022 Acessado em: 22 outubro 2022.
<https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/opportunista.html>

- GABRIEL, A. F. B.; ABE, K. C.; GUIMARÃES, M. D. P.; MIRAGLIA, S. G. E. K. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, p. 446- 452, 2018.
- GRARD, G.; CARON, M.; MOMBO, I. M.; NKOGHE, D.; MBOUI ONDO, S.; JOLLE, D.; LEROY, E. M. Zika virus in Gabon (Central Africa)–2007: a new threat from *Aedes albopictus*?. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 8, n. 2, p. e2681, 2014.
- GRATZ, N. G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. **Medical and veterinary entomology**, v. 18, n. 3, p. 215-227, 2004.
- GUNAY, F.; ALTEN, B.; OZSOY, E. D. Estimating reaction norms for predictive population parameters, age specific mortality, and mean longevity in temperature-dependent cohorts of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **Journal of Vector Ecology**, v. 35, n. 2, p. 354-362, 2010.
- HANSON, S. M.; MUTEBI, J. P.; CRAIG Jr, G. B.; NOVAK, R. J. Reducing the overwintering ability of *Aedes albopictus* by male release. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 9, n. 1, p. 78-83, 1993.
- HANSON, S. M.; CRAIG Jr, G. B. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs: field survivorship during northern Indiana winters. **Journal of Medical Entomology**, v. 32, n. 5, p. 599-604, 1995.
- HANSON, S. M.; CRAIG JR, G. B. Cold acclimation, diapause, and geographic origin affect cold hardiness in eggs of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 31, n. 2, p. 192-201, 1994.
- HANSON, S. M.; CRAIG JR, G. B. Relationship between cold hardiness and supercooling point in *Aedes albopictus* eggs. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 11, n. 1, p. 35-38, 1995.
- HAWLEY, W. A.; PUMPUNI, C. B.; BRADY, R. H.; CRAIG Jr, G. B. Overwintering survival of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana. **Journal of Medical Entomology**, v. 26, n. 2, p. 122-129, 1989.
- HAWLEY, W. A.; REITER, P.; COPELAND, R. S.; PUMPUNI, C. B.; CRAIG Jr, G. B. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. **Science**, v. 236, n. 4805, p. 1114-1116, 1987.
- HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus*. **Journal of the American Mosquito Control Association. Supplement**, v. 1, p. 1-39, 1988.
- HUANG, X.; POELCHAU, M. F.; ARMBRUSTER, P. A. Global transcriptional dynamics of diapause induction in non-blood-fed and blood-fed *Aedes albopictus*. **PLoS neglected tropical diseases**,

v. 9, n. 4, p. e0003724, 2015.

JACOBS, C. G.; REZENDE, G. L.; LAMERS, G. E.; VAN DER ZEE, M. The extraembryonic serosa protects the insect egg against desiccation. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1764, p. 20131082, 2013.

JIA, P.; LU, L.; CHEN, X.; CHEN, J.; GUO, L.; YU, X.; LIU, Q. A climate-driven mechanistic population model of *Aedes albopictus* with diapause. **Parasites & vectors**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2016.

JIA, P.; CHEN, X.; CHEN, J.; LU, L.; LIU, Q.; TAN, X. How does the dengue vector mosquito *Aedes albopictus* respond to global warming?. **Parasites & vectors**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2017.

JIANG, Y. Survival of overwintering *Aedes albopictus* eggs under natural conditions in North- Central Florida. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 34, n. 4, p. 255- 259, 2018.

KRAEMER, M. U.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; MYLNE, A. Q.; SHEARER, F. M.; BARKER, C. M.; HAY, S. I. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLife**, v. 4, p. e08347, 2015.

KRAMER, I. M.; KREß, A.; KLINGELHÖFER, D.; SCHERER, C.; PHUYAL, P.; KUCH, U.; MÜLLER, R. Does winter cold really limit the dengue vector *Aedes aegypti* in Europe? **Parasites & vectors**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2020.

KRAMER, I. M.; PFEIFFER, M.; STEFFENS, O.; SCHNEIDER, F.; GERGER, V.; PHUYAL, P.; MÜLLER, R. The ecophysiological plasticity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* concerning overwintering in cooler ecoregions is driven by local climate and acclimation capacity. **Science of the Total Environment**, v. 778, p. 146128, 2021.

KREß, A.; OPPOLD, A. M.; KUCH, U.; OEHLMANN, J.; MÜLLER, R. Cold tolerance of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* and its response to epigenetic alterations. **Journal of insect physiology**, v. 99, p. 113-121, 2017.

LACOUR, G.; CHANAUD, L.; L'AMBERT, G.; HANCE, T. Seasonal synchronization of diapause phases in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **PloS one**, v. 10, n. 12, p. e0145311, 2015.

LACOUR, G.; VERNICHON, F.; CADILHAC, N.; BOYER, S.; LAGNEAU, C.; HANCE, T. When mothers anticipate: effects of the prediapause stage on embryo development time and of maternal photoperiod on eggs of a temperate and a tropical strain of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 71, p. 87-96, 2014.

LOUNIBOS, L. P.; ESCHER, R. L.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Asymmetric evolution of photoperiodic diapause in temperate and tropical invasive populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 96, n. 4, p. 512-518, 2003.

- LOUNIBOS, L. P.; ESCHER, R. L.; NISHIMURA, N. Retention and adaptiveness of photoperiodic egg diapause in Florida populations of invasive *Aedes albopictus*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 27, n. 4, p. 433, 2011.
- MARTINS, R. P.; BARBEITOS, M. S. Adaptações de insetos a mudanças no ambiente: ecologia e evolução da diapausa. **Oecologia Brasiliensis**, v. 8, n. 1, p. 6, 2000.
- MCMENIMAN, C. J.; O'NEILL, S. L. A virulent Wolbachia infection decreases the viability of the dengue vector *Aedes aegypti* during periods of embryonic quiescence. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 4, n. 7, p. e748, 2010.
- MEDLEY, K. A.; WESTBY, K. M.; JENKINS, D. G. Rapid local adaptation to northern winters in the invasive Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: a moving target. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, n. 11, p. 2518-2527, 2019.
- MENDONÇA, F. 2003. Aquecimento global e saúde: Uma perspectiva geográfica- notas introdutórias. **Revista Terra Livre**, ano 19, vol.1, n. 20, jan/julho, pp.205-221.
- MENSCH, J.; DI BATTISTA, C.; DE MAJO, M. S.; CAMPOS, R. E.; FISCHER, S. Increased size and energy reserves in diapausing eggs of temperate *Aedes aegypti* populations. **Journal of Insect Physiology**, v. 131, p. 104232, 2021.
- MISTRO, V. B.; MISTRO, V. B.; BELZUNCES, V. C.; DO AMARAL KREMER, G.; MARINHEIRO, J. C. Características Epidemiológicas da Dengue no Brasil entre 2014 A 2021. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 26, p. 102485, 2022.
- MONTOYA, J. F. A.; LOAIZA, A. M.; MUNOZ, C. A. A. Population dynamics of *Aedes aegypti* considering quiescence. **Applied Mathematical Sciences**, v. 9, n. 74, p. 3659-3668, 2015.
- NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, v. 64, n. 2, p. 205-207, 2002.
- OLIVA, L. O.; LA CORTE, R.; SANTANA, M. O.; ALBUQUERQUE, C. M. D. Quiescence in *Aedes aegypti*: Interpopulation differences contribute to population dynamics and vectorial capacity. **Insects**, v. 9, n. 3, p. 111, 2018.
- OLIVE, M. M.; BALDET, T.; DEVILLERS, J.; FITE, J.; PATY, M. C.; PAUPY, C.; ROIZ, D. The COVID-19 pandemic should not jeopardize dengue control. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 14, n. 9, p. e0008716, 2020.
- OLIVEIRA, F. M. **Condicionantes sócio-ambientais urbanos da incidência da dengue em Londrina / PR. Curitiba/PR** 2006. Dissertação de Mestrado. IPCC – International Panel on Climate Change. www.ipcc.ch. Acessado em novembro de 2022.
- PADMANABHA, H.; LORD, C. C.; LOUNIBOS, L. P. Temperature induces trade-offs between development and starvation resistance in *Aedes aegypti* (L.) larvae. **Medical and veterinary**

- entomology**, v. 25, n. 4, p. 445-453, 2011.
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION 2022. <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>
Accessed 22 Fev 2022.
- PASSOS, W. L.; ARAUJO, G. M.; DE LIMA, A. A.; NETTO, S. L.; DA SILVA, E. A. Automatic detection of *Aedes aegypti* breeding grounds based on deep networks with spatio-temporal consistency. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 93, p. 101754, 2022.
- DE PAULA, E. V. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no estado do Paraná (1993-2003)**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- PEREZ, M. H.; NORIEGA, F. G. *Aedes aegypti* pharate 1st instar quiescence affects larval fitness and metal tolerance. **Journal of insect physiology**, v. 58, n. 6, p. 824-829, 2012.
- PEREZ, M. H.; NORIEGA, F. G. *Aedes aegypti* pharate 1st instar quiescence: A case for anticipatory reproductive plasticity. **Journal of insect physiology**, v. 59, n. 3, p. 318-324, 2013.
- POELCHAU, M. F.; REYNOLDS, J. A.; DENLINGER, D. L.; ELSIK, C. G.; ARMBRUSTER, P. A. A de novo transcriptome of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* to identify candidate transcripts for diapause preparation. **BMC genomics**, v.12, n.1-19 2011.
- POELCHAU, M. F.; HUANG, X.; GOFF, A.; REYNOLDS, J.; ARMBRUSTER, P. An experimental and bioinformatics protocol for RNA-seq analyses of photoperiodic diapause in the Asian Tiger mosquito, *Aedes albopictus*. **JoVE(Journal of Visualized Experiments)**, n. 93, p. e51961, 2014.
- POELCHAU, M. F.; REYNOLDS, J. A.; ELSIK, C. G.; DENLINGER, D. L.; ARMBRUSTER, P. A. Deep sequencing reveals complex mechanisms of diapause preparation in the invasive mosquito, *Aedes albopictus*. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1759, p. 20130143, 2013.
- POELCHAU, M. F.; REYNOLDS, J. A.; ELSIK, C. G.; DENLINGER, D. L.; ARMBRUSTER, P. A. RNA-Seq reveals early distinctions and late convergence of gene expression between diapause and quiescence in the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, n. 21, p. 4082-4090, 2013.
- POELCHAU, M. F.; REYNOLDS, J. A.; ELSIK, C. G.; DENLINGER, D. L.; ARMBRUSTER, P. A. Transcriptome sequencing as a platform to elucidate molecular components of the diapause response in the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. **Physiological entomology**, v. 38, n. 2, p. 173-181, 2013.
- READIO, J.; CHEN, M. H.; MEOLA, R. Juvenile hormone biosynthesis in diapausing and nondiapausing *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 36, n. 3, p. 355-360, 1999.
- REINBOLD-WASSON, D. D.; REISKIND, M. H. Comparative skip-oviposition behavior among

- container breeding *Aedes* spp. mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 58, n. 6, p. 2091-2100, 2021.
- REITER, P. Oviposition and dispersion of *Aedes aegypti* in an urban environment. **Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique (1990)**, v. 89, n. 2, p. 120-122, 1996.
- REYNOLDS, J. A.; POELCHAU, M. F.; RAHMAN, Z.; ARMBRUSTER, P. A.; DENLINGER, D. L. Transcript profiling reveals mechanisms for lipid conservation during diapause in the mosquito, *Aedes albopictus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, n. 7, p. 966-973, 2012.
- REZENDE, G. L.; MARTINS, A. J.; GENTILE, C.; FARNESI, L. C.; PELAJO-MACHADO, M.; PEIXOTO, A. A.; VALLE, D. Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: presumptive role of the chitinized serosal cuticle. **BMC developmental biology**, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2008.
- RIBEIRO, P. B.; COSTA, P. R.; LOECK, A. E.; VIANNA, É. E.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, p. 177-180, 2004.
- RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.
- ROWLEY, W. A.; GRAHAM, C. L. The effect of temperature and relative humidity on the flight performance of female *Aedes aegypti*. **Journal of Insect Physiology**, v. 14, n. 9, p. 1251- 1257, 1968.
- SERPA, L. L. N.; MONTEIRO MARQUES, G. R. A.; DE LIMA, A. P.; VOLTOLINI, J. C.; ARDUINO, M. D. B.; BARBOSA, G. L.; DE LIMA, V. L. C. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. **Parasites & vectors**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2013.
- SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)(Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, p. 349-355, 1999.
- SISTEMA DE TECNOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PARANÁ (SIMEPAR), Disponível em < <http://www.simepar.br/>> Acesso 30 ago. 2021
- SPANOUDIS, C. G.; ANDREADIS, S. S.; TSAKNIS, N. K.; PETROU, A. P.; GKEKA, C. D.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Effect of temperature on biological parameters of the West Nile virus vector *Culex pipiens* form 'molestus'(Diptera: Culicidae) in Greece: constant vs fluctuating temperatures. **Journal of medical entomology**, v. 56, n. 3, p. 641-650, 2019.
- TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; MASAKI, S. **Seasonal adaptations of insects**. Oxford University Press on Demand, 1986.

- THOMAS, S. M.; OBERMAYR, U.; FISCHER, D.; KREYLING, J.; BEIERKUHNLIN, C. Low-temperature threshold for egg survival of a post-diapause and non-diapause European aedine strain, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Parasites & vectors**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2012.
- TIPPELT, L.; WERNER, D.; KAMPEN, H. Low temperature tolerance of three *Aedes albopictus* strains (Diptera: Culicidae) under constant and fluctuating temperature scenarios. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2020.
- TREWIN, B. J.; DARBRO, J. M.; ZALUCKI, M. P.; JANSEN, C. C.; SCHELLHORN, N. A.; DEVINE, G. J. Life on the margin: Rainwater tanks facilitate overwintering of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in a sub-tropical climate. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0211167, 2019.
- TRPIŠ, M.; SHEMANCHUK, J. A. Effect of constant temperature on the larval development of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) 1. **The Canadian Entomologist**, v. 102, n. 8, p. 1048-1051, 1970.
- URBANSKI, J. M.; BENOIT, J. B.; MICHAUD, M. R.; DENLINGER, D. L.; ARMBRUSTER, P. The molecular physiology of increased egg desiccation resistance during diapause in the invasive mosquito, *Aedes albopictus*. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 277, n. 1694, p. 2683-2692, 2010.
- VARGAS, H. C. M.; FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Serosal cuticle formation and distinct degrees of desiccation resistance in embryos of the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of insect physiology**, v. 62, p. 54-60, 2014.
- World Health Organization. Dengue and severe dengue. Disponível < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>> Accessed 22 Jan 2022.
- YAN, J.; KIBECH, R.; STONE, C. M. Differential effects of larval and adult nutrition on female survival, fecundity, and size of the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. **Frontiers in zoology**, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2021.
- ZARA, A. L. D. S. A.; SANTOS, S. M. D.; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 391-404, 2016.



RESOLUÇÃO SESA Nº 21/2022

Institui o Grupo Técnico para verificação de infestação por *Aedes aegypti* nos municípios de Colombo, Curitiba, Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais por meio de monitoramento mensal por armadilhas ovitrapas.

O Secretário de Estado da Saúde, gestor do Sistema Único de Saúde do Paraná, no uso da atribuição que lhe confere o art. 4º, incisos VI e XIII, da Lei Estadual nº 19.848, de 3 de maio de 2019, e o art. 8º, inciso IX, do anexo 113060_30131, do Decreto Estadual nº 9.921, de 23 de janeiro de 2014, Regulamento da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná, além do disposto na Lei Estadual nº 13.331, de 23 de novembro de 2001, Código de Saúde do Estado e,

- considerando o disposto na Lei Federal nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, no seu Art. 17, Inciso III, e na alínea “a” do Inciso IV;

- considerando o Decreto nº 7.508/2011, que regulamenta a Lei nº 8.080/1990, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a organização do Sistema Único de Saúde – SUS, o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, e dá outras providências;

- considerando a Lei Estadual nº 13.331/2001, que dispõe sobre a organização, regulamentação, fiscalização e controle das ações dos serviços de saúde no Estado do Paraná;

- considerando as Diretrizes para Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue, que categoriza os municípios em 02 estratos, em função da presença ou não do vetor, sendo que no estrato I os municípios infestados com disseminação e manutenção do vetor nos domicílios;

- considerando a Portaria nº 3.129, de 28 de dezembro de 2016, que estabelece os critérios para levantamento de índice e monitoramento por armadilhas nos municípios;

- considerando a Resolução de Consolidação CIT nº1, de 30 de março de 2021, que torna obrigatório o levantamento entomológico de Infestação por *Aedes aegypti* pelos municípios e o envio da informação para as Secretarias Estaduais de Saúde e destas, para o Ministério da Saúde;

- considerando o Ofício nº 355/2021/CGARB/DEIDT/SVS/MS, de 13 de setembro de 2021, o qual informa que sendo comprovada a infestação do município pelo *Aedes aegypti* com pesquisa entomológica e/ou registros de casos autóctones, o município é automaticamente considerado infestado;

- considerando a pactuação na 5ª Reunião da Comissão Intergestores Bipartite, em data de 08 de dezembro de 2021, que estabeleceu quais municípios farão monitoramento por armadilhas ovitrapas para determinar se há infestação por *Aedes aegypti*, visto não estarem

GABINETE DO SECRETÁRIO

Rua Piquiri, nº 170 – Rebouças – CEP: 80.230-140 – Curitiba – Paraná – Brasil – Fone: (41) 3330-4400
www.saude.pr.gov.br – gabinete@sesa.pr.gov.br

Assinatura Qualificada realizada por: **Carlos Alberto Gebrim Preto** em 19/01/2022 17:20. Inserido ao protocolo **18.467.720-2** por: **Raquel Steimbach Burgel** em: 19/01/2022 14:27. Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/splweb/validarAssinatura> com o código: **26bfad18a2a8ef0c3d61830c8b3dafa**.