



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VANESSA DE CASTRO LOPES

POTENCIAL LARVICIDA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DAS RAÍZES DE
Tagetes patula **SOBRE** *Aedes aegypti*

PEDRO II-PI/2025

VANESSA DE CASTRO LOPES

POTENCIAL LARVICIDA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DAS RAÍZES DE *Tagetes*
patula SOBRE *Aedes aegypti*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II

Orientadora: Prof^a. Ma. Esterfânia Araújo Barbosa
Farias

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

L864p Lopes, Vanessa de Castro
Potencial larvícida do extrato hidroalcoólico das raízes de tagetes patula sobre *Aedes aegypti* / Vanessa de Castro Lopes. - 2025.
53 f.: il. color.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II, 2025.
Orientadora : Profa Ma. Esterfânia Araújo Barbosa Farias.
1. *Aedes aegypti*. 2. *Tagetes patula*. 3. Larvícida. 4. Controle biológico.
I. Título.

CDD - 570

Elaborado por Wirllanna Naira da Silva Torres CRB 3/1088

VANESSA DE CASTRO LOPES

POTENCIAL LARVICIDA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DAS RAÍZES DE *Tagetes*
patula SOBRE *Aedes aegypti*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Ma. Esterfânia Araújo Barbosa Farias (orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Danillo Moretti Godinho Linhares
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^ª. Esp. Daniele da Silva Nascimento
Escola Família Agrícola Santa Ângela (Efasa)

RESUMO

O *Aedes aegypti* é um dos principais vetores de arboviroses no Brasil e seu controle enfrenta dificuldades devido à resistência aos inseticidas sintéticos e aos impactos ambientais desses produtos. Este estudo avaliou a atividade larvicida de extratos hidroalcoólicos das raízes frescas e secas de *Tagetes patula* sobre larvas de quarto ínstar de *A. aegypti*. O objetivo foi verificar o potencial larvicida dos extratos radiculares em *A. aegypti*. O experimento foi conduzido a partir do cultivo de coleta e do preparo das raízes, seguidos da maceração em solução hidroalcoólica. Foram testadas três concentrações (10, 50 e 100 mg/mL) em bioensaios com grupos de larvas, utilizando controles positivo (*Bacillus thuringiensis israelensis*) e negativo (água destilada). As larvas foram expostas por 48 horas e avaliadas em intervalos pré-definidos, considerando-se mortas as que atenderam aos critérios estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os dados foram analisados pelo Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), com estimativas de CL_{50} e CL_{90} . Os resultados demonstraram que a mortalidade larval foi dependente do tempo e da concentração dos extratos. A concentração de 100 mg/mL atingiu 100% de mortalidade em menos de 10 horas para o extrato de raízes frescas e em até 24 horas para o de raízes secas. Em concentrações intermediárias (50 mg/mL), o extrato de raízes frescas apresentou melhor desempenho (96,7%) em comparação ao de raízes secas (80,5%). Já em baixas concentrações (10 mg/mL), ambos os extratos mostraram baixa eficácia, com variações significativas entre repetições. A análise das CL_{50} evidenciou maior potência do extrato de raízes frescas ($\approx 9\text{--}10$ mg/mL em 24–48h), em contraste com valores mais elevados para as raízes secas ($\approx 37\text{--}85$ mg/mL). Conclui-se que as raízes de *T. patula* possuem compostos com atividade larvicida, mas estudos complementares são necessários para determinar quais são os compostos responsáveis por tais efeitos, além de estudos futuros para determinar se o efeito tóxico também é observado em organismos não-alvo.

Palavras chave: *Aedes aegypti*; *Tagetes patula*; extrato hidroalcoólico; larvicida; controle biológico.

ABSTRACT

Aedes aegypti is one of the main vectors of arboviruses in Brazil, and its control faces challenges due to resistance to synthetic insecticides and the environmental impacts of these products. This study evaluated the larvicidal activity of hydroalcoholic extracts from fresh and dried roots of *Tagetes patula* against fourth-instar larvae of *A. aegypti*. The objective was to assess the larvicidal potential of root extracts on *A. aegypti*.

The experiment was carried out through the cultivation, collection, and preparation of roots, followed by maceration in a hydroalcoholic solution. Three concentrations (10, 50, and 100 mg/mL) were tested in bioassays with larval groups, using positive (*Bacillus thuringiensis israelensis*) and negative (distilled water) controls. Larvae were exposed for 48 hours and evaluated at predefined intervals, considering as dead those that met the criteria established by the World Health Organization (WHO). Data were analyzed using a Generalized Linear Mixed Model (GLMM), with CL₅₀ and CL₉₀ estimates.

The results showed that larval mortality depended on both time and extract concentration. At 100 mg/mL, the fresh root extract reached 100% mortality in less than 10 hours, while the dried root extract required up to 24 hours. At intermediate concentrations (50 mg/mL), the fresh root extract performed better (96,7%) compared to the dried root extract (80,5%). At lower concentrations (10 mg/mL), both extracts showed low effectiveness, with significant variation among replicates. CL₅₀ analysis indicated greater potency of the fresh root extract ($\approx$ 9–10 mg/mL at 24–48h), in contrast to higher values for the dried roots ($\approx$ 37–85 mg/mL).

It is concluded that *T. patula* roots contain compounds with larvicidal activity, but further studies are needed to identify the compounds responsible for these effects, as well as to determine whether toxic effects are also observed in non-target organisms.

Keywords: *Aedes aegypti*; *Tagetes patula*; hydroalcoholic extract; larvicide; biological control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Parte do plantio de <i>Tagetes patula</i>	19
Figura 2	– Modelo de ovitrampa para captura de ovos de <i>Aedes aegypti</i>	20
Figura 3	– Localização das ovitrampas na cidade de Pedro II, Piauí	20
Figura 4	– Palhetas coletadas na primeira semana, identificadas com número e data	21
Figura 5	– Palhetas imersas em água para eclosão dos ovos	23
Figura 6	– Extrato bruto de raiz seca e fresca respectivamente	22
Figura 7	– Tratamentos do extrato de raiz fresca	23
Figura 8	– Tratamentos do extrato de raiz seca	24
Gráfico 1	– Evolução temporal de morte de larvas de <i>Aedes aegypti</i> por concentração	26
Gráfico 2	– Evolução da mortalidade de larvas de <i>Aedes aegypti</i> por tipo de extrato ...	27
Gráfico 3	– Médias marginais dos extratos após 48 horas	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE <i>Aedes aegypti</i>	15
2.2 MÉTODOS DE CONTROLE VETORIAL.....	16
2.3 COMPOSTOS BIOATIVOS COM POTENCIAL LARVICIDA.....	16
2.4 USO E PROPRIEDADE DE <i>Tagetes patula</i>	18
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 PLANTIO E COLETA E DO MATERIAL VEGETAL.....	19
3.2 MONTAGEM DAS OVITAMPAS.....	19
3.3 CAPTURA E ARMAZENAMENTO DOS OVOS.....	21
3.4 ECLOSÃO DOS OVOS E CRIAÇÃO DAS LARVAS.....	21
3.5 PREPARO DOS EXTRATOS.....	22
3.6 PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES-TESTE E BIOENSAIOS.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4.2 RESULTADOS.....	24
4.3 DISCUSSÃO.....	29
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE A – FICHA DE CONTROLE DE MORTALIDADE DAS LARVAS.....	34
APÊNDICE B – PLANTIO E COLETA DE <i>Tagetes patula</i>.....	35
APÊNDICE C – COLETA, CONTAGEM E ECLOSÃO DOS OVOS DE <i>Aedes aegypti</i>...	39
APÊNDICE D – PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS.....	45
APÊNDICE E – BIOENSAIOS.....	49

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Saúde, o *Aedes aegypti* é um mosquito de hábitos predominantemente diurnos, com listras brancas no tórax, cabeça e pernas, encontrado principalmente em áreas urbanas. Esse inseto é vetor de importantes arboviroses como dengue, zika e chikungunya, que representam um desafio constante para a saúde pública, sobretudo por sua alta taxa de mutações resultando a adaptações a diferentes hospedeiros (Donalísio; Freitas; Zuben, 2017, p. 2)

Tais doenças causam problemas econômicos e de saúde pública no Brasil todos os anos, pois as tentativas de combate ao mosquito transmissor são pouco eficazes e os casos continuam a aparecer frequentemente. Os métodos utilizados para controle do vetor dessas doenças vão desde a utilização de componentes químicos, geralmente da classe dos piretroides, organofosforados e carbamatos, até o uso de agentes biológicos como o bioinseticida *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 (Bti), peixes larvófagos das espécies *Gambusia affinis* e *Poecilia spp.*, além da melhoria no saneamento (Garcez *et al.*, 2013, p. 365).

Segundo Braga (2007), pelo fato de inseticidas químicos serem uma importante ferramenta no controle do vetor eles ainda continuam sendo utilizados. No entanto, o uso prolongado de inseticidas tem levado ao desenvolvimento de resistência por parte das populações de *A. aegypti*, além da continuidade dessa resistência ser passada para futuras gerações, o que reduz a eficácia dessas substâncias e favorece a reemergência de surtos (Vargas *et al.*, 2022, p. 99).

Estudos feitos há quase vinte anos como os de Lima *et al.* (2006) e Beserra *et al.* (2007) demonstraram a resistência de larvas do mosquito ao Temefós (larvicida organofosforado) em municípios do Ceará e da Paraíba. Além disso, outro problema em relação aos inseticidas sintéticos é que eles podem contaminar solo, água e ar, afetando também organismos não alvo e a saúde humana (Dharmagadda *et al.*, 2005, p. 1235).

Diante disso, cresce o interesse por alternativas menos agressivas ao meio ambiente, como o uso de compostos bioativos de origem vegetal com potencial inseticida. Espécies vegetais têm demonstrado atividade larvicida significativa, sendo investigadas como fontes promissoras para o controle do *A. aegypti* (Krzyzaniak *et al.*, 2017).

A planta *Tagetes patula*, pertencente à família Asteraceae, é conhecida por suas propriedades larvicidas, fungicidas, antivirais, nematicidas e inseticidas (Cornelius; Wycliffe, 2016). Embora estudos já tenham comprovado a eficácia de extratos preparados a partir de

folhas e flores da planta contra larvas de insetos (Dharmagadda *et al.*, 2005; Krzyzaniak *et al.*, 2017), o potencial larvicida das raízes da espécie em *A. aegypti* não foi muito explorado. Essa lacuna torna-se relevante, uma vez que estudos demonstram a presença de substâncias nematicidas e larvicidas presentes na raiz (Kubo; Machado; Oliveira, 2013, p. 150).

Considerando os impactos ambientais dos inseticidas sintéticos, a resistência crescente do vetor e o potencial pouco explorado das raízes de *T. patula*, este trabalho buscou avaliar o potencial larvicida de extratos hidroalcoólicos das raízes secas e frescas da planta sobre larvas de *A. aegypti*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE *Aedes aegypti*

De acordo com informações do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), instituição vinculada ao (MS) o mosquito *Aedes aegypti* é originário do Egito, na África, e foi descrito cientificamente pela primeira vez em 1762, com o nome *Culex aegypti*, que significa "mosquito egípcio". Até então, o gênero *Aedes* ainda não havia sido descrito, o que só ocorreu em 1818. Logo foi observado que o mosquito apresentava características morfológicas e biológicas mais semelhantes ao recente gênero *Aedes*, e não com o conhecido gênero *Culex*. Assim, foi instituído o nome *Aedes aegypti*.

Esse inseto se espalhou pelo mundo durante as migrações humanas entre continentes, permanecendo nas regiões tropicais e subtropicais onde o clima e as alterações antrópicas propiciaram a sua proliferação. No Brasil, ele foi introduzido durante o período colonial, provavelmente na época do tráfico de escravos. É importante ressaltar que esse vetor já foi erradicado do território brasileiro no ano de 1955, como resultado de medidas para controle da febre amarela. Entretanto, o relaxamento das medidas adotadas juntamente com a não erradicação da espécie pelos países vizinhos ocasionaram a reintrodução do mosquito no país. Atualmente, o *A. aegypti* é encontrado em todos os estados brasileiros (Consoli, 1994).

A fêmea desse mosquito tem hábito hematófago, portanto, é a responsável por transmitir dengue, zika e chikungunya através da picada, quando contaminada. Os hábitos hematófagos das fêmeas são preferencialmente diurnos, com maior pico de atividade ao amanhecer e pouco antes do anoitecer, mas podem atacar a qualquer hora do dia. Em relação aos criadouros, são preferencialmente artificiais com água acumulada em locais sombreados e em recipientes de fundo ou paredes escuras. (Consoli, 1994, p. 116).

Em geral os ovos que são postos na linha d'água eclodem assim que completam o

desenvolvimento embrionário que dura entre 30 a 40 horas. Esse desenvolvimento em ambiente úmido garante a resistência em ambiente seco por longos períodos que podem chegar à mais de um ano. As larvas de mosquitos possuem 4 fases antes de se tornarem pupa e apesar de viverem em ambiente aquático, dependem do oxigênio atmosférico para sobreviver, alcançando a superfície da água ou utilizando um sifão respiratório. Além disso, a dieta larval é pouco seletiva, o que favorece a eficácia de larvicidas que atuam por ingestão (Consoli, 1994).

2.2 MÉTODOS DE CONTROLE VETORIAL

O fumacê, também chamado de nebulização do Malation, é uma técnica que foi introduzida no Brasil por volta de 1960 e acontece por meio da diluição do organofosforado Malathion em óleo de soja ou água, disperso no ambiente com ajuda equipamentos de nebulização acoplado a veículos (Coleone; Paganini, 2017). Essa prática ainda existe e pode acarretar na contaminação da água e consequentemente intoxicação de espécies aquáticas não-alvo. O que é exemplificado no trabalho de Mello *et al.*, (2021), onde o Malathion foi extremamente tóxico para *Daphnia magna* (crustáceo), moderadamente tóxico para *Oreochromis niloticus* (peixe) e ligeiramente tóxico e *Lemna minor* (macrófita). Mas esse composto não é o único organofosforado usado no controle do mosquito.

O Temefós também é da classe dos organofosforados, sendo o único larvicida desse grupo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para ser utilizado em água potável (Braga; Valle, 2007, p. 284). Entretanto, o problema é a resistência do vetor a essa substância. Trabalhos de 2006 já comprovaram essa questão como o de Lima *et al.*, (2006). Os organofosforados surgiram como uma alternativa para substituir os organoclorados (Zara *et al.*, 2016). Os organoclorados como Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), Hexaclorobenzeno (BHC), Aldrin, Dieldrin e Clordano foram muito utilizados no período de 1950 a 1970 (Garcez *et al.*, 2013 p.365). Entretanto, foram proibidos em vários países devido a persistência de resíduos no ambiente, além do acúmulo em organismo de animais, inclusive humanos (Braga; Valle, 2007, p. 284).

Existem outros grupos de substâncias químicas também comumente utilizadas, entre elas os piretroides (cipermetrina e deltametrina). Estes, têm sido usados como alternativa para substituição dos organofosforados, devido à sua eficiência e menores quantidades. Entretanto a desvantagem destes está no alto custo (Zara *et al.*, 2016).

2.3 COMPOSTOS BIOATIVOS COM POTENCIAL LARVICIDA

O surgimento de pesquisas com foco na utilização de compostos naturais que possuem ação inseticida, têm crescido significativamente nos últimos anos. Isso porque essas substâncias bioativas possuem ótimas propriedades, como elevada seletividade, biodegradação e principalmente baixa toxicidade a organismos não-alvos. Dessa forma, os extratos e óleos essenciais são estudados, a fim de ser uma alternativa para o controle de insetos vetores (Viana; Sampaio; Martins, 2018). Esses óleos e extratos possuem fitoquímicos em sua composição, que são, predominantemente, metabólitos secundários sintetizados pelas plantas para proteção contra predadores, infecções microbianas, raios UV, além da atração de polinizadores e atuantes como agentes alelopáticos (Garcez *et al.*, 2013, p.368; Viana; Sampaio; Martins, 2018). Assim, existem trabalhos que buscam reunir o maior número possível de informações sobre esses componentes, a fim de ajudar no desenvolvimento de novos inseticidas que sejam menos danosos. O trabalho de Garcez *et al.*, (2013), destaca a forte presença de substâncias larvicidas vindas dos metabólitos secundários das plantas. Dentre elas, as quinonas (maior número de compostos bioativos), amidas, limonoides, estilbenos, cumarinas e sesquiterpenos. Além dessas, também há relatos de atividade larvicida vindas de flavonoides, alcaloides, rotenoides, terpenoides, alquilfenóis, saponinas, dentre outras. O artigo destaca ainda que a baixa concentração de substâncias da classe das amidas, lactonas, flavonoides e rotenoides, já possui poder suficiente para causar 50% de mortalidade na população de organismos submetidos aos testes.

O tiofeno é um metabólito secundário que tem efeito nematicida e inseticida. O estudo de Hasspieler (1989) relatou que o tiofeno (α -tertienil) possui excelente propriedade contra larvas de mosquitos dos gêneros *Culex*, *Anopheles* e *Aedes*, conforme demonstrado em ensaios de campo no Canadá e na África. Já Rajasekaran *et al.* (2004) constataram que culturas de raízes de *T. patula* produzem tal metabólito, (0,06% no 9º dia de cultivo) e que o extrato das raízes de *T. patula* teve resultados com valor muito próximo ao efeito dos tiofenos puros. Além disso, Hasspieler (1988 p. 479), afirma ainda que o tiofeno (α -tertienil) tem meia-vida de aproximadamente 4 horas, sendo rapidamente fotodegradado no ambiente. Isso indica uma permanência pequena no meio ambiente, característica essencial para compostos com potencial tóxico.

Em relação às informações sobre famílias de plantas já estudadas que possuem atividade larvicida para o gênero *Aedes*, o trabalho de Viana; Sampaio; Martins, (2018) reúne famílias de plantas onde já foram encontrados tais componentes bioativos. As famílias com mais espécies potencialmente utilizáveis para extração de substâncias são: Lamiaceae (18 espécies), Lauraceae (10 espécies), Myrtaceae (21 espécies), Rutaceae (15 espécies), com

destaque para Asteraceae (13 espécies), família que inclui a espécie objeto de estudo deste trabalho.

Considerando todos esses resultados, pode-se afirmar que as plantas têm um enorme potencial para fabricação de larvicidas alternativos a serem usados no controle de larvas de *A. aegypti*.

2.4 USO E PROPRIEDADE DE *Tagetes patula*

A *Tagetes patula*, popularmente conhecida como cravo de defunto, cravo, rojão, ou calêndula francesa, possui flores em tons de amarelo, vermelho e laranja e é nativa da América, com aproximadamente 20 a 30 cm de altura (Riaz *et al.*, 2020; Vieira; Terra, 2020). Ela produz substâncias, classificadas como metabólitos secundários, que são usadas na defesa do vegetal (Vieira; Terra, 2020). Os metabólitos secundários estão presentes em várias partes de uma planta, como folhas, flores e raízes (Correa; Fernanda Bortolini; Cristina Uber, 2017). Dentre eles está o α -tertienil, esse metabólito é um importante agente nematicida encontrado nas raízes de *T. patula*. É produzido em concentrações mais altas em culturas de raízes e é responsável por atividade nematicida significativa, sendo também eficaz no controle de outras pragas e patógenos, incluindo fungos, bactérias e insetos (Kyo *et al.*, 1990). Por essa razão ela é também utilizada junto ao plantio de hortas, afastando nematoides e insetos (Braz; Terra, 2017). Os extratos de calêndula são caracterizados pela presença de diversos compostos com diferentes propriedades como fenilpropanóides, carotenóides, flavonóides, tiofenos entre outros, sendo os flavonóides e tiofenos responsáveis por uma variedade de propriedades biocidas (Salehi *et al.*, 2018, p.2).

Com relação aos compostos que exibem propriedades larvicidas, especificamente contra o *Aedes aegypti*, substâncias como eugenol, limoneno, timol e cariofileno demonstram essa eficácia (Sutthanont *et al.*, 2010; Balbone' *et al.*, 2022). A planta contém esses compostos em várias estruturas anatômicas, com eugenol e timol encontrados no óleo essencial derivado das folhas, enquanto o limoneno e o beta-cariofileno estão presentes nas folhas e nos capítulos florais. (Salehi *et al.*, 2018; Sagar *et al.*, 2005).

Além disso, a planta possui também diversos usos medicinais, cosméticos, culinários e ornamentais. Seu uso medicinal está relacionado ao tratamento de dores de estômago, cólicas abdominais, prisão de ventre, além de ter propriedades diuréticas e tranquilizantes. O uso cosmético está na produção de fragrâncias, além de também ser usada como corante alimentar e possuir flores comestíveis (Pêgo, *et al.*, 2022; Riaz *et al.*, 2020). Além disso, essa planta também possui valor cultural. Em países orientais, as flores são usadas em guirlandas para

eventos sociais e fins religiosos, hindus decoram lugares sagrados e templos, além de usarem em cerimônias de casamento (Riaz *et al.*, 2020; Vasudevan; Kashyap; Sharma, 1997).

3 METODOLOGIA

3.1 PLANTIO E COLETA E DO MATERIAL VEGETAL

As raízes de *T. patula* foram obtidas a partir do cultivo de sementes do envelope da marca ISLA® e semeadas de acordo com as instruções da embalagem. Após a semeadura, as primeiras germinações ocorreram após cinco dias. Após a germinação, as plântulas foram transplantadas para um solo rico em matéria orgânica e bem drenado (figura 1). Foram regadas todo dia pela manhã e final da tarde e cultivadas até a inflorescência, que aconteceu em aproximadamente setenta dias. Após dez dias do surgimento das primeiras flores, uma parte das raízes foi coletada, lavada e deixada secar à sombra pelo período de dez dias. A porção restante foi colhida na semana seguinte.

Figura 1 – Parte do plantio de *Tagetes patula*



Fonte: Autores, 2025.

3.2 MONTAGEM DAS OVITRAMPAS

Todo o processo realizado em relação às ovitrampas teve como base a metodologia de Russel; Staunton; Burkot (2022). Para a montagem, foram utilizados cinquenta vasos plásticos pretos, com capacidade de 500 mL, cada um com furos posicionados a 7 cm de altura, devidamente identificados com nome e número (figura 2). Dentro de cada vaso foi fixada uma palheta de Eucatex com dimensões de 12×2,5 cm presa com o auxílio de um clipe na posição vertical com o lado rugoso voltado para fora.

Figura 2 – Modelo de ovitrampa para captura de ovos de *Aedes aegypti*



Fonte: Autores, 2025.

Antes de serem presas, as palhetas ficaram submersas em água de torneira por 48 horas para a remoção de impurezas. Em seguida, foram secas à temperatura ambiente por 24 horas e identificadas com o mesmo número do vaso e a data de instalação.

Para atrair as fêmeas de *A. aegypti*, foi utilizada uma solução aquosa de levedo de cerveja a 0,04%. Para o preparo dessa solução foram adicionados 6 g de levedo de cerveja em um tubo Falcon, acrescentado água sem cloro até o volume de 50 mL e agitou-se até atingir completa homogeneidade. Com o auxílio de uma pipeta, foi adicionado 1 mL da solução em cada vaso e acrescentado 300 mL de água sem cloro.

A instalação das ovitrampas se deu em três diferentes pontos da cidade de Pedro II, Piauí, conforme apresentado na imagem (Figura 3). Os critérios para a escolha dos locais incluíram: áreas protegidas da chuva, da luz solar direta e com baixa visibilidade, a fim de evitar interferências externas ou remoção acidental das armadilhas.

Figura 3 - Localização das ovitrampas na cidade de Pedro II, Piauí



Fonte: Google Earth, 2025.

3.3 CAPTURA E ARMAZENAMENTO DOS OVOS

Após a instalação das ovitrampas, as palhetas ficaram em imersão na solução atrativa pelo período de sete dias. Para evitar a eclosão e desenvolvimento dos ovos capturados, as palhetas foram substituídas. A cada sete dias elas eram coletadas, identificadas com data da coleta e número da ovitrampa correspondente (figura 4). Depois armazenadas e substituídas por novas devidamente identificadas da mesma forma, a solução atrativa também era trocada semanalmente a cada coleta. O período de realização dessa etapa durou quatro semanas.

A cada semana, durante toda a etapa de coleta, os ovos contidos nas palhetas eram contados com o auxílio de um estereomicroscópio, a fim de se ter a dimensão da quantidade capturada. Após o registro do número de ovos as palhetas foram armazenadas em uma caixa com sílica, a fim de evitar umidade excessiva e consequente proliferação de fungos.

Figura 4 - Coleta de palhetas

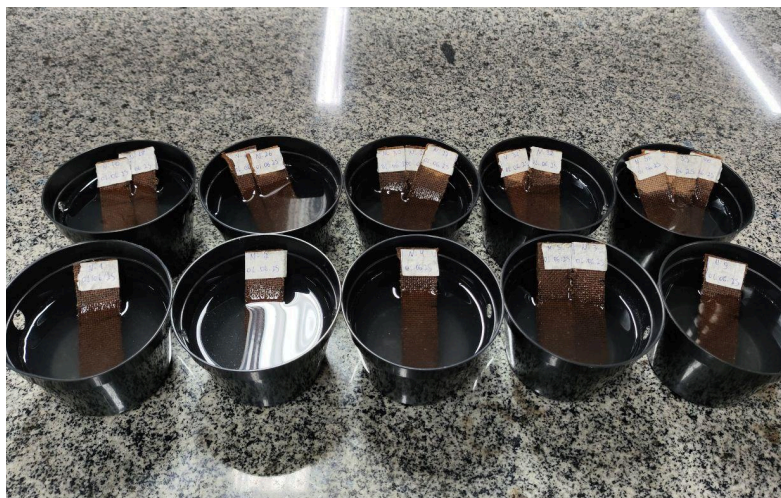


Fonte: Autores, 2025.

3.4 ECLOSÃO DOS OVOS E CRIAÇÃO DAS LARVAS

Os recipientes utilizados para a eclosão dos ovos foram os vasos das ovitrampas (figura 5). Para dar início à eclosão, as palhetas foram submersas em uma solução alimento a 0,04% de levedo de cerveja. A eclosão ocorreu em aproximadamente 24 horas. Considerando que a temperatura ideal para o desenvolvimento larval varia entre 24 e 28°C (temperatura ambiente do ar) e que variações de temperatura recorrentes podem ser prejudiciais ao desenvolvimento larvário (Consoli, 1994, p. 53), as larvas passaram todo o seu desenvolvimento, até chegar no estágio 4, em ambiente com temperatura controlada a 26°C.

Figura 5 - Palhetas imersas em solução-alimento para eclosão dos ovos



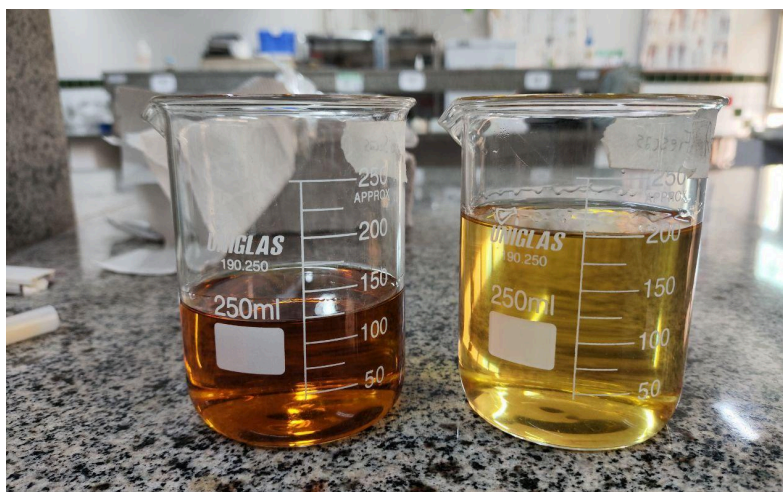
Fonte: Autores, 2025.

3.5 PREPARO DOS EXTRATOS

Após a coleta, as raízes foram lavadas com o auxílio de uma escova em água corrente até ficarem completamente limpas e sem indício de resíduos do solo. Foram separadas do caule, secas com papel toalha e trituradas com o auxílio de um almofariz e pistilo até a exsudação. As raízes secas também passaram pelo mesmo processo, exceto o de lavagem. O resultado obtido após a trituração foi 32,600g de raízes frescas e 17,159g de raízes secas.

A preparação do extrato seguiu metodologia semelhante à de Morais *et al.* (2020) e Krzyzaniak *et al.* (2017). A proporção utilizada para a preparação dos dois extratos hidroalcoólicos foi de 1:10 (uma parte de soluto para dez partes de solvente). O solvente utilizado foi uma mistura de álcool etílico e água destilada (70% e 30% respectivamente). As raízes trituradas foram misturadas ao solvente e armazenadas em frascos âmbar devidamente identificados e ficaram em maceração pelo período de 5 dias com uma leve agitação 2 vezes ao dia.

Figura 6 - Extrato bruto (após filtração) de raiz seca e fresca respectivamente.



Fonte: Autores, 2025.

Após o período de maceração, os extratos foram filtrados com o auxílio de um funil de vidro e papel filtro, colocados em um béquer (figura 6) e levados ao banho maria a uma temperatura entre 45° a 50°C pelo período de 11 horas, seguido de um resfriamento a uma temperatura de 0° por 15 horas e mais um período de banho maria por mais 4 horas e resfriados em temperatura ambiente por 2 horas. Os extratos foram nomeados como Extrato de Raízes Secas (ERS) e Extrato de Raízes Frescas (ERF).

3.6 PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES-TESTE E BIOENSAIOS

Para o teste dos dois extratos, foram utilizadas três concentrações (100 mg/mL, 50 mg/mL e 10 mg/mL), dois grupos controle (um positivo e um negativo), dez larvas de 4° ínstar por repetição e três repetições por tratamento, totalizando 30 tratamentos (Figura 7 e 8). Para o controle negativo foi utilizada apenas água destilada e para o controle positivo foi utilizado o larvicida biológico *VectoBac®WG*, um larvicida à base de *Bacillus thuringiensis israelensis* – BTI, cepa AM 65-52.

Figura 7 - Tratamento do extrato de raiz fresca



Fonte: Autores, 2025.

Figura 8 - Tratamento do extrato de raiz seca



Fonte: Autores, 2025.

As larvas foram submetidas às soluções teste por um período de 48 horas, sendo observado o número de indivíduos vivos e mortos nos períodos de 01h, 08h, 13h, 19h, 24h e 48h em cada tratamento, como mostra a tabela 1. Foram consideradas larvas mortas aquelas que não se moviam quando tocadas com uma agulha no sifão ou na região cervical, de acordo com critérios estabelecidos pela ficha de avaliação padrão fornecida pela OMS (2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar a mortalidade nos grupos tratados, foi necessário aplicar a correção de Abbott (1925), a fim de eliminar a influência da mortalidade natural observada no controle negativo. Essa correção permite estimar de forma mais precisa a mortalidade atribuída ao efeito larvicida dos extratos testados, excluindo a mortalidade natural das larvas. Posterior a isso, foi aplicado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) para determinar os valores da CL_{50} e CL_{90} (Concentração Letal para matar 50% e 90% das larvas).

4.2 RESULTADOS

Tabela 1 – Média de mortalidade das larvas ao longo das horas observadas

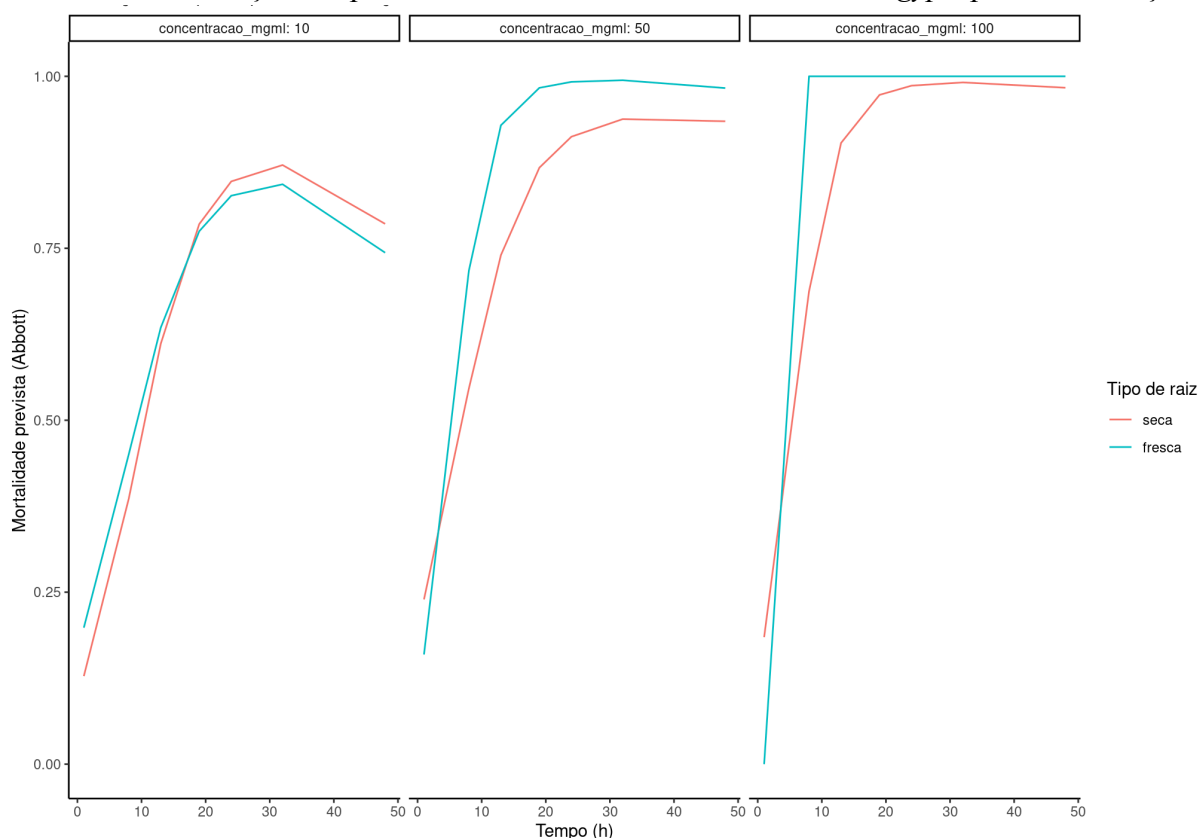
Raiz seca			Raiz fresca		
Concentração mg/mL	Horas	Média±ev	Concentração mg/mL	Horas	Média±ev
10	1	0 ± 0	10	1	0 ± 0

10	8	5.33 ± 0.33	10	8	6.33 ± 1.2
10	13	5.33 ± 0.33	10	13	6.67 ± 1.45
10	19	7.33 ± 0.67	10	19	7 ± 1.53
10	24	7.67 ± 0.88	10	24	6.67 ± 1.86
10	32	8 ± 0.58	10	32	7 ± 2
10	48	7.67 ± 0.67	10	48	7 ± 2.52
50	1	0 ± 0	50	1	0 ± 0
50	8	8 ± 0.58	50	8	9 ± 0
50	13	8 ± 0.58	50	13	9.33 ± 0.33
50	19	8 ± 0.58	50	19	9.67 ± 0.33
50	24	8 ± 0.58	50	24	9.67 ± 0.33
50	32	8.33 ± 0.88	50	32	9.67 ± 0.33
50	48	9.67 ± 0.33	50	48	10 ± 0
100	1	0 ± 0	100	1	0 ± 0
100	8	9 ± 0.58	100	8	10 ± 0
100	13	9 ± 0.58	100	13	10 ± 0
100	19	9.33 ± 0.33	100	19	10 ± 0
100	24	9.67 ± 0.33	100	24	10 ± 0
100	32	9.67 ± 0.33	100	32	10 ± 0
100	48	10 ± 0	100	48	10 ± 0

mg/mL – miligramas por mililitros; média+ev – média simples das repetições + estimativa de variação dos valores das médias

Fonte: Autores, 2025.

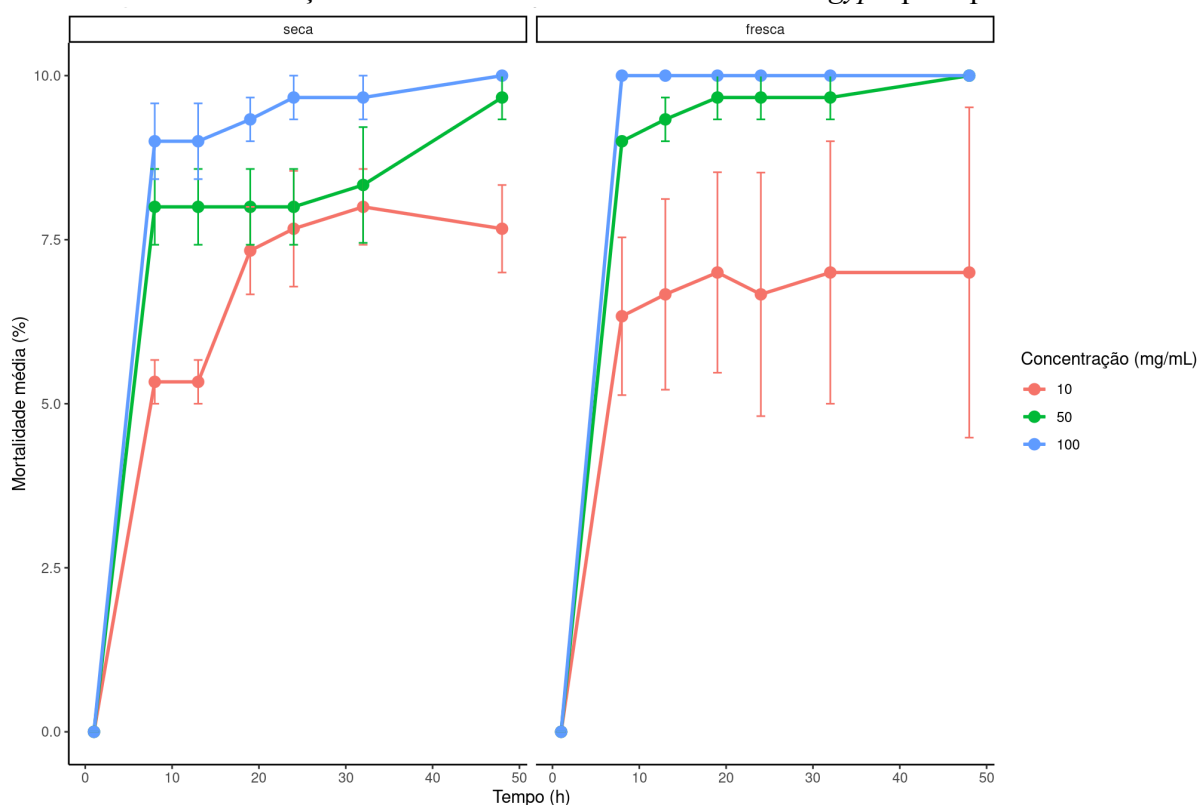
A tabela 1 mostra de forma geral o resultado dos bioensaios ao longo das 48 horas observadas, bem como o tipo de extrato, as concentrações e a média de morte das repetições de cada tratamento, com exceção dos controles positivo e negativo. Os valores das médias são acompanhados de uma estimativa de variação, onde os valores das médias podem variar para mais ou para menos.

Gráfico 1 – Evolução temporal de mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* por concentração

Fonte: Autores, 2025.

Com relação à diferença de eficácia das concentrações, o gráfico 1 mostra que nas concentrações mais elevadas o efeito foi mais significativo, especialmente na concentração de 100 mg/mL de raiz fresca, sendo essa a mais eficiente em relação ao tempo, atingindo 100% da mortalidade em menos de 10 horas de exposição das larvas. Na concentração intermediária (50 mg/mL), a mortalidade foi satisfatória, entretanto mais acentuada, aproximando-se de 100% entre 20 e 30h. Nesse caso, o ERF apresentou desempenho ligeiramente superior ao de raízes secas, onde o ERS não chegou aos 100%. Diferente do que acontece na concentração de 10 mg/mL, onde o ERS se sobressai ao de raiz fresca, não é significativo, mas o gráfico evidencia o indício dessa pequena diferença, que também pode ser constatada na tabela 1.

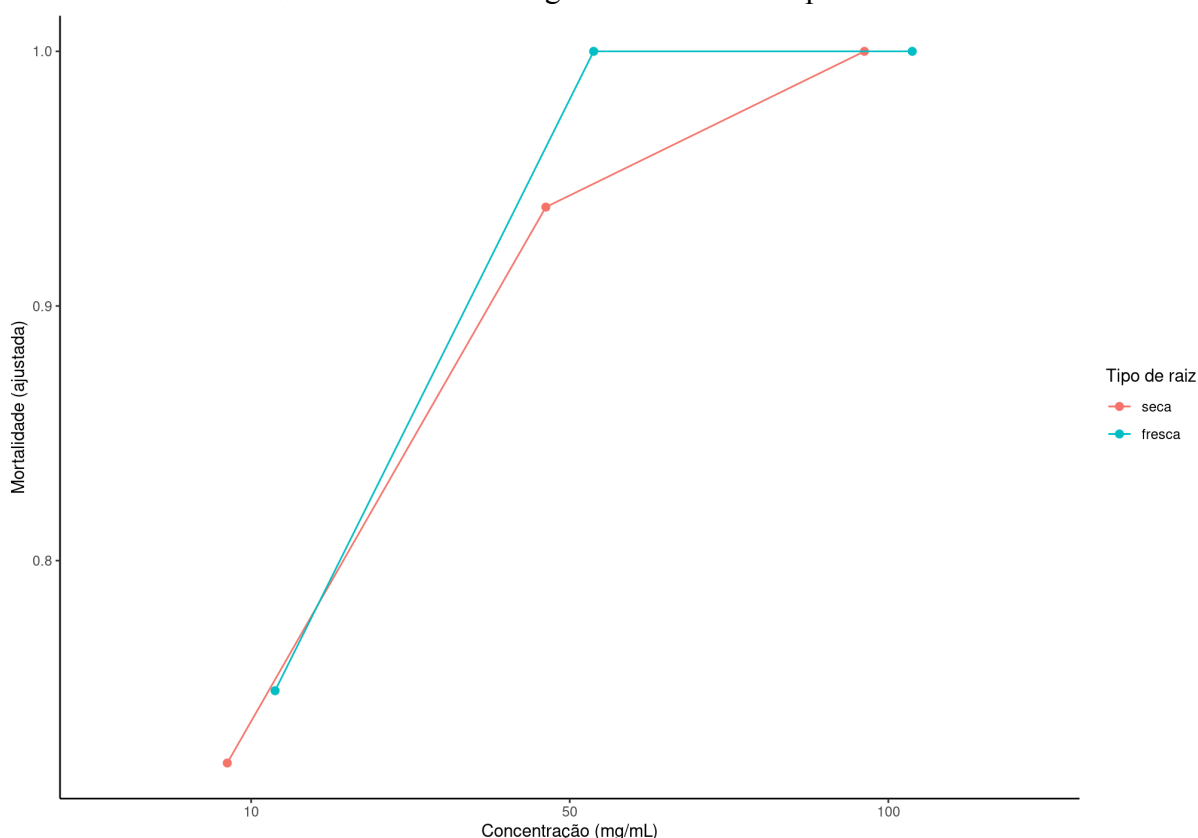
De forma geral, os extratos de 100 mg/mL e 50 mg/mL tiveram um desempenho satisfatório, com pequenas diferenças em relação ao tempo. O que difere é o extrato de 10 mg/mL que se mostra menos eficaz tanto em relação ao tempo quanto ao número de mortes das larvas.

Gráfico 2 – Evolução da mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* por tipo de extrato

Fonte: Autores, 2025.

Já em relação a diferença de eficácia entre ERS e ERF, o gráfico 2 mostra que não houve uma diferença significativa entre os extratos com mesma concentração, ou seja, os dois tipos de extratos se comportaram semelhantemente nas mesmas dosagens. As barras verticais indicam os intervalos de confiança (IC), ou seja, a variação entre as repetições. Observa-se que a dosagem de 100 mg/mL obteve os melhores resultados, com a menor variação no IR, chegando a zero, onde todas as repetições chegaram a 100% em aproximadamente 8 horas. Diferentemente do ERS, que alcançou valores próximos de 100% após um maior tempo de exposição. Em 50 mg/mL o ERF obteve uma mortalidade melhor que o ERS quase atingindo mortalidade máxima em poucas horas e com IC ligeiramente melhor, obtendo menores variações em comparação ao ERS. Já na concentração de 10 mg/mL os dois extratos tiveram mortalidade mais baixa e instável, com grande variação nos intervalos de confiança, principalmente o ERF, indicando tanto baixa eficácia quanto menor confiança de valores nessa concentração.

Gráfico 3 – Médias marginais dos extratos após 48 horas



Fonte: Autores, 2025.

O gráfico aponta as estimativas marginais. A diferença entre raiz fresca e seca é mais perceptível em 50 mg/mL, onde é possível observar que a mortalidade foi maior para raízes frescas (96,7%) do que secas (80,5%). Em 100 mg/mL, ambas atingiram a mortalidade máxima (100%).

Tabela 2 – Valores aproximados de CL_{50} e CL_{90} em 24 e 48 horas

Raiz seca			Raiz fresca		
Horas	CL_{50}	CL_{90}	Horas	CL_{50}	CL_{90}
24	≈ 84.9 mg/mL	≈ 148.1 mg/mL	24	≈ 9.7 mg/mL	≈ 40.0 mg/mL
48	≈ 37.2 mg/mL	≈ 62.9 mg/mL	48	≈ 9.1 mg/mL	≈ 16.4 mg/mL

CL_{50} – concentração letal necessária para matar 50% das larvas; CL_{90} – concentração letal necessária para matar 90% das larvas; mg/mL – miligramas por mililitro.

Fonte: Autores, 2025.

Observou-se que o extrato de raízes frescas apresentou CL_{50} menor (≈ 9–10 mg/mL em 24–48h) em comparação às raízes secas (≈ 37–85 mg/mL), sugerindo maior atividade larvicida. visualmente observa-se uma maior potência da raiz fresca em algumas concentrações, especialmente em 50 mg/mL. (tabela 1).

Os intervalos de confiança obtidos foram muito amplos, indicam que o nível de confiança de CL_{50} e CL_{90} são baixos, ou seja, o modelo não conseguiu calcular com precisão os resultados. No entanto, mesmo com os intervalos de confiança ainda largos, já mostra que a raiz fresca é muito mais tóxica que a seca em 24h (tabela 2).

4.3 DISCUSSÃO

De forma geral, os resultados indicam que a mortalidade está relacionada ao tempo e à concentração do extrato, ou seja, quanto maior a concentração menos tempo leva para ocorrer o efeito completo. Nas concentrações mais baixas (10 mg/mL), ambos os extratos apresentaram eficácia mais baixa, resultado semelhante ao relatado por Dharmagadda *et al.* (2005), que observaram necessidade de doses mais elevadas para garantir mortalidade significativa.

Em concentrações intermediárias, o ERF apresentou CL_{50} consideravelmente menor ($\approx$ 9–10 mg/mL) em 24 – 48 horas, comparado ao ERS que exigiu concentrações mais elevadas para obter efeito semelhante ($\approx$ 37–85 mg/mL), ou seja, apresentou desempenho melhor. Essa atividade larvicida já havia sido reportada por Krzyzaniak *et al.* (2017), que verificaram a presença de metabólitos secundários nas inflorescências da planta, com elevada toxicidade larval para *A. aegypti*. Garcez *et al.* (2013) também destacam que diversos compostos de origem vegetal, como flavonoides, cumarinas e sesquiterpenos, são capazes de provocar mortalidade em *A. aegypti*.

O efeito larvicida observado confirma a hipótese inicial de que as raízes, embora pouco investigadas em comparação às folhas e flores da espécie, possuem compostos capazes de interferir na fase larval do mosquito. Dessa forma, os resultados encontrados complementam a literatura existente, reforçando o potencial larvicida da espécie e ampliando o conhecimento para a parte radicular menos explorada.

A utilização de compostos vegetais como alternativa aos inseticidas sintéticos representa uma estratégia promissora em relação à resistência e impacto ambiental. Estudos como o de Braga e Valle (2007), apontam que o uso intensivo de organofosforados e piretroides no controle do *A. aegypti* tem resultado na seleção de populações resistentes, dificultando o controle vetorial. Além disso, Coleone e Paganini (2017) ressaltam os riscos ambientais associados ao Malation, incluindo toxicidade para organismos aquáticos.

Apesar da relevância dos achados, algumas limitações devem ser consideradas. Os intervalos de confiança obtidos foram amplos, devido ao fato de que não houve número de repetições suficiente para determinar com precisão CL_{50} e CL_{90} , entretanto, isso não indica

que os resultados do experimento sejam inválidos, indica apenas que o modelo estatístico não conseguiu distinguir com precisão os níveis de dosagem específicos para determinar tais valores, identificando apenas dosagens como altas ou baixas, (sendo o de 10 mg/mL baixo e 100 mg/mL alto).

Dessa forma, o presente estudo amplia o conhecimento sobre o potencial larvicida de *T. patula*, especialmente de suas raízes, parte ainda pouco explorada pela literatura. Em conjunto, esses dados reforçam a importância da investigação de plantas bioativas como fontes alternativas de inseticidas, com vistas ao desenvolvimento de soluções mais sustentáveis para o controle do *Aedes aegypti*.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que os extratos hidroalcoólicos das raízes de *Tagetes patula* apresentam atividade larvicida significativa contra larvas de *Aedes aegypti*.

Considerando a escassez de estudos envolvendo o uso do extrato das raízes de *Tagetes patula* no combate às larvas de *Aedes aegypti*, este trabalho propõe uma linha de investigação ainda pouco explorada. A hipótese de que as raízes de *T. patula* apresentam atividade larvicida se baseou em evidências do uso de outras partes da planta com esse fim e na presença de compostos bioativos nas raízes relatados em outras aplicações aqui já discutidas.

O presente trabalho também contribui para ampliar o debate sobre o aproveitamento integral de plantas no controle de vetores, propondo uma nova possibilidade de aplicação para as raízes de *T. patula*.

Apesar das limitações que ocorreram ao longo da pesquisa, os dados levantados indicam a viabilidade científica da proposta e destacam a necessidade de experimentações futuras para determinar com precisão as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀), além de estudos para determinar quais substâncias são responsáveis por tais efeitos observados e seu potencial de toxicidade para organismos não-alvo.

REFERÊNCIAS

- BALBONE', Mahamoudou *et al.* Essential Oils From Five Local Plants: An Alternative Larvicide for *Anopheles gambiae* s.l. (Diptera: Culicidae) and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Control in Western Burkina Faso. **Frontiers in Tropical Diseases**, v. 3, 6 jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fitd.2022.853405> Disponível em: . Acesso em: 23 ago. 2025.
- BESERRA, Eduardo B. *et al.* Resistência de populações de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) ao organofosforado temefós na Paraíba. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, abr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2007000200019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/Xw6Nm8z8bPm4nF7B3Mq5ZHg/?lang=pt> Acesso em: 14 jun. 2025.
- BRAGA, Ima Aparecida; VALLE, Denise. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 284-287, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742007000400006>. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400006&lng=p&t&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 21 jan. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Aedes aegypti**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024 Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti>. Acesso em: 20 out. 2024.
- COLEONE, Ana Carla e PAGANINI, Wanderley da Silva. Toxicidade aguda e risco ambiental do malation – emulsão aquosa, 44% – utilizado no combate ao mosquito aedes aegypti para organismos aquáticos. In: Congresso ABES/Fenasan 2017, **Anais**. São Paulo: ABES, 2017. DOI: <https://repositorio.usp.br/item/002865906>. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002865906>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- CONSOLI, Rotraut A. G. B. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Editora FIOCRUZ, 1994. *E-book* (225 p.). ISBN 8585676035. Disponível em: <https://cculi.fiocruz.br/docs/015.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2025.
- CORNELIUS, Wanjala W.; WYCLIFFE, Wanzala. Tagetes (*Tagetes minuta*) Oils. In: CORNELIUS, Wanjala W.; WYCLIFFE, Wanzala. **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. [S. l.]: Elsevier, 2016. p. 791-802. ISBN 9780124166417. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-416641-7.00090-0>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780124166417000900?via%3Dihub>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- DHARMAGADDA, V. S. S. *et al.* Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 11, p. 1235-1240, jul. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.020>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852404003815?via%3Dihub>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- DONALISIO, Maria Rita; FREITAS, André Ricardo Ribas; ZUBEN, Andrea Paula Bruno Von. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health.

Revista de Saúde Pública, v. 51, p. 2, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006889>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rsp/a/Nym8DKdvfL8B3XzmWZB7hJH/?lang=en>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **O mosquito *Aedes aegypti* faz parte da história e vem se espalhando pelo mundo desde o período das colonizações**. Instituto Oswaldo Cruz, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

GARCEZ, W. S. *et al.* Naturally Occurring Plant Compounds with Larvicidal Activity Against *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 365-368, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.5935/1984-6835.20130034>. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/276227224_Naturally_Occurring_Plant_Compounds_with_Larvicidal_Activity_Against_Aedes_aegypti. Acesso em: 20 jan. 2025.

HASSPIELER, B. M.; ARNASON, J. T.; DOWNE, A. E. Toxicity, localization and elimination of the phototoxin, alpha-terthienyl, in mosquito larvae. **Journal of the American Mosquito Control Association**, p. 479–484, 1988. Disponível em:

https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/JAMCA_V04_N4_P479-484.pdf. Acesso em: 26 ago. 2025.

KAZUHIRO KUBO, Roberto; CRISTINA ZAMBONI MACHADO, Andressa; MARCELO GONÇALVES OLIVEIRA, Claudio. Nematoides fitoparasitos da bananeira. **Bananicultura: manejo fitossanitário e aspectos econômicos e sociais da cultura**. São Paulo: [s. n.], 2013. v. 1, p. 136-163. Disponível em:

https://biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/files/pdf/livro_banana/capitulo8.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

KRZYZANIAK, Letícia Maria *et al.* Larvicidal Activity against *Aedes aegypti* and Chemical Characterization of the Inflorescences of *Tagetes patula*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, p. 1-8, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1155/2017/9602368>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2017/9602368>. Acesso em: 12 dez. 2024.

LIMA, Estelita Pereira *et al.* Resistência do *Aedes aegypti* ao temefós em Municípios do Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 3, p.

259-263, jun. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0037-86822006000300006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/mFHbWSSg5vmgWWGt79XTZCH/?lang=pt>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MELLO, Nicoli Paganoti de *et al.* Toxicidade aguda e risco ambiental do malathion aplicado em nebulização contra *Aedes aegypti* para organismos aquáticos / Acute toxicity and environmental risk of malathion applied in nebulization against *Aedes aegypti* for aquatic organisms. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p.

571-578, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-049>. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/24122/19312>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MORAIS, Hevilem L. M. do N. *et al.* Hydroalcoholic extract of *Caryocar brasiliense*

Cambess. leaves affect the development of *Aedes aegypti* mosquitoes. **Revista da Sociedade**

Brasileira de Medicina Tropical, v. 53, e20200176, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0176-2020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/MWRxzh5LJjsdvbP7St9tQmG/?lang=en>. Acesso em: 28 mar 2025.

PÊGO, Rogério Gomes *et al.* Postharvest of edible flowers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2022.v57.02953>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/X8g7hqHjdqFVZ8JJy4pc63h/?lang=en>. Acesso em: 19 mar. 2025.

RIAZ, Muhammad *et al.* Traditional uses, Phyto-chemistry and pharmacological activities of *Tagetes Patula* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 255, p. 112718, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112718>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874119311572?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2025.

RUSSELL, Tanya L. L.; Kyran STAUNTON; Thomas R. BURKOT. Standard Operating Procedure for assembly and deployment of ovitraps. **protocols. Io**. 20 jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.17504/protocols.io.14egn7r4pv5d/v1>. Disponível em: <https://www.protocols.io/view/standard-operating-procedure-for-assembly-and-depl-14egn7r4pv5d/v1>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SUTTHANONT, Nataya *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of edible plant-derived essential oils against the pyrethroid-susceptible and -resistant strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of vector ecology** : journal of the Society for Vector Ecology, v. 35, n. 1, p. 106-115, 1 jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2010.00066.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1948-7134.2010.00066.x>. Acesso em: 10 jan. 2025.

VARGAS, Luciana Dias Lemes *et al.* Resistência das populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) (Insecta, Diptera, Culicidae) aos inseticidas utilizados para o controle. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 21, n. 1, p. 98-116, 5 maio 2022. DOI: <https://doi.org/10.9771/cmbio.v21i1.44458>. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/44458>. Acesso em: 15 dez. 2024.

VASUDEVAN, Padma; KASHYAP, Suman; SHARMA, Satyawati. *Tagetes*: A multipurpose plant. **Bioresource Technology**, v. 62, n. 1-2, p. 29-35, out. 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(97\)00101-6](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(97)00101-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852497001016?via%3Dihub>. 05 set. 2024.

VIANA, Glautemberg De Almeida; SAMPAIO, Caroline De Goes; MARTINS, Victor Emanuel Pessoa. Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 449, 9 out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v6i4.2079.p449-462.2018>. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/2079>. Acesso em: 13 fev. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides**, Geneva, Dr M. Zaim/Vector ecology and management. 2005.

Disponível em:

<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CDS-WHOPES-GCDPP-2005.13>. Acesso em: 25 mar. 2025.

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio *et al.* Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1-2, jun. 2016. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v25n2/2237-9622-ess-25-02-00391.pdf>. Acesso em: 03 set. 2025.

APÊNDICE A – FICHA DE CONTROLE DE MORTALIDADE DAS LARVAS

Figura - Ficha de observação de acompanhamento de morte das larvas

EXTRATO DE RAÍZES SECAS							EXTRATO DE RAÍZES FRESCAS						
	CP	CN	C100mg/ml	C50mg/ml	C10mg/ml	Tempo		CP	CN	C100mg/ml	C50mg/ml	C10mg/ml	Tempo
T.M/ Repetição 1	90%	0%	0%	0%	0%	1 hora	T.M/ Repetição 1	90%	0%	0%	0%	0%	1 hora
T.M/ Repetição 2	50%	0%	0%	0%	0%		T.M/ Repetição 2	80%	0%	0%	0%	0%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	0%	0%	0%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	0%	0%	0%	
T.M/ Repetição 1	90%	0%	90%	90%	50%	8 horas	T.M/ Repetição 1	90%	0%	100%	90%	80%	8 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	70%	60%		T.M/ Repetição 2	90%	0%	100%	90%	70%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	80%	80%	50%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	90%	40%	
T.M/ Repetição 1	90%	10%	90%	90%	50%	13 horas	T.M/ Repetição 1	90%	0%	100%	100%	90%	13 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	60%	60%		T.M/ Repetição 2	90%	0%	100%	90%	70%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	80%	80%	50%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	90%	40%	
T.M/ Repetição 1	90%	10%	90%	90%	80%	19 horas	T.M/ Repetição 1	90%	0%	100%	100%	90%	19 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	70%	60%		T.M/ Repetição 2	90%	10%	100%	100%	80%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	90%	80%	80%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	90%	40%	
T.M/ Repetição 1	90%	50%	100%	90%	80%	24 horas	T.M/ Repetição 1	90%	0%	100%	100%	90%	24 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	70%	60%		T.M/ Repetição 2	90%	10%	100%	100%	80%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	90%	80%	90%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	90%	40%	
T.M/ Repetição 1	90%	70%	100%	100%	80%	32 horas	T.M/ Repetição 1	90%	0%	100%	100%	90%	32 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	70%	70%		T.M/ Repetição 2	90%	10%	100%	100%	90%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	90%	80%	90%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	90%	40%	
T.M/ Repetição 1	90%	70%	100%	100%	80%	48 horas	T.M/ Repetição 1	90%	40%	100%	100%	100%	48 horas
T.M/ Repetição 2	50%	0%	100%	90%	80%		T.M/ Repetição 2	90%	40%	100%	100%	90%	
T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	100%	90%		T.M/ Repetição 3	100%	0%	100%	100%	40%	

TM. = Taxa de Mortalidade

CP = Controle Positivo

CN = Controle Negativo

C100mg/ml = Concentração de 100 miligramas por mililitro

C50mg/ml = Concentração de 50 miligramas por mililitro

C10mg/ml = Concentração de 10 miligramas por mililitro

Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE B – PLANTIO E COLETA DE *Tagetes patula*

Figura 01 - Germinação das sementes de *Tagetes patula*



Fonte: Autores (2025).

Figura 02 - Floração parcial de *Tagetes patula*



Fonte: Autores (2025).

Figura 03 - Raízes da *Tagetes patula*



Fonte: Autores (2025).

Figura 04 - Raízes coletadas para a produção do extrato fresco



Fonte: Autores (2025).

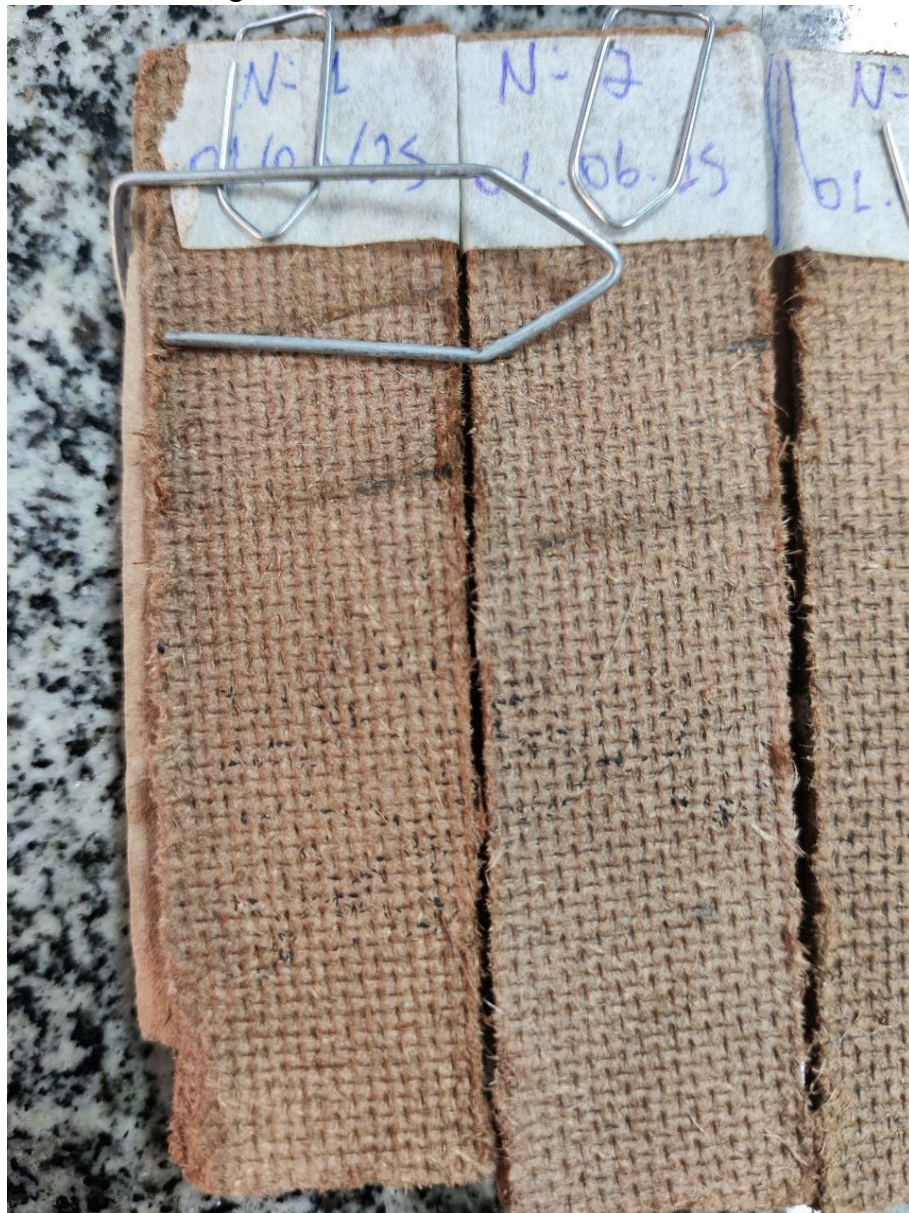
APÊNDICE C – COLETA, CONTAGEM E ECLOSÃO DOS OVOS DE *Aedes aegypti*

Figura 05 - Ovitrapas



Fonte: Autores (2025).

Figura 06 - Palhetas com ovos coletados



Fonte: Autores (2025).

Figura 07 - Contagem dos ovos de *Aedes aegypti* no estereomicroscópio



Fonte: Autores (2025).

Figura 08 - Palhetas imersas na solução-alimento para eclosão dos ovos



Fonte: Autores (2025).

Figura 09 - Larvas de *Aedes Aegypti*



Fonte: Autores (2025).

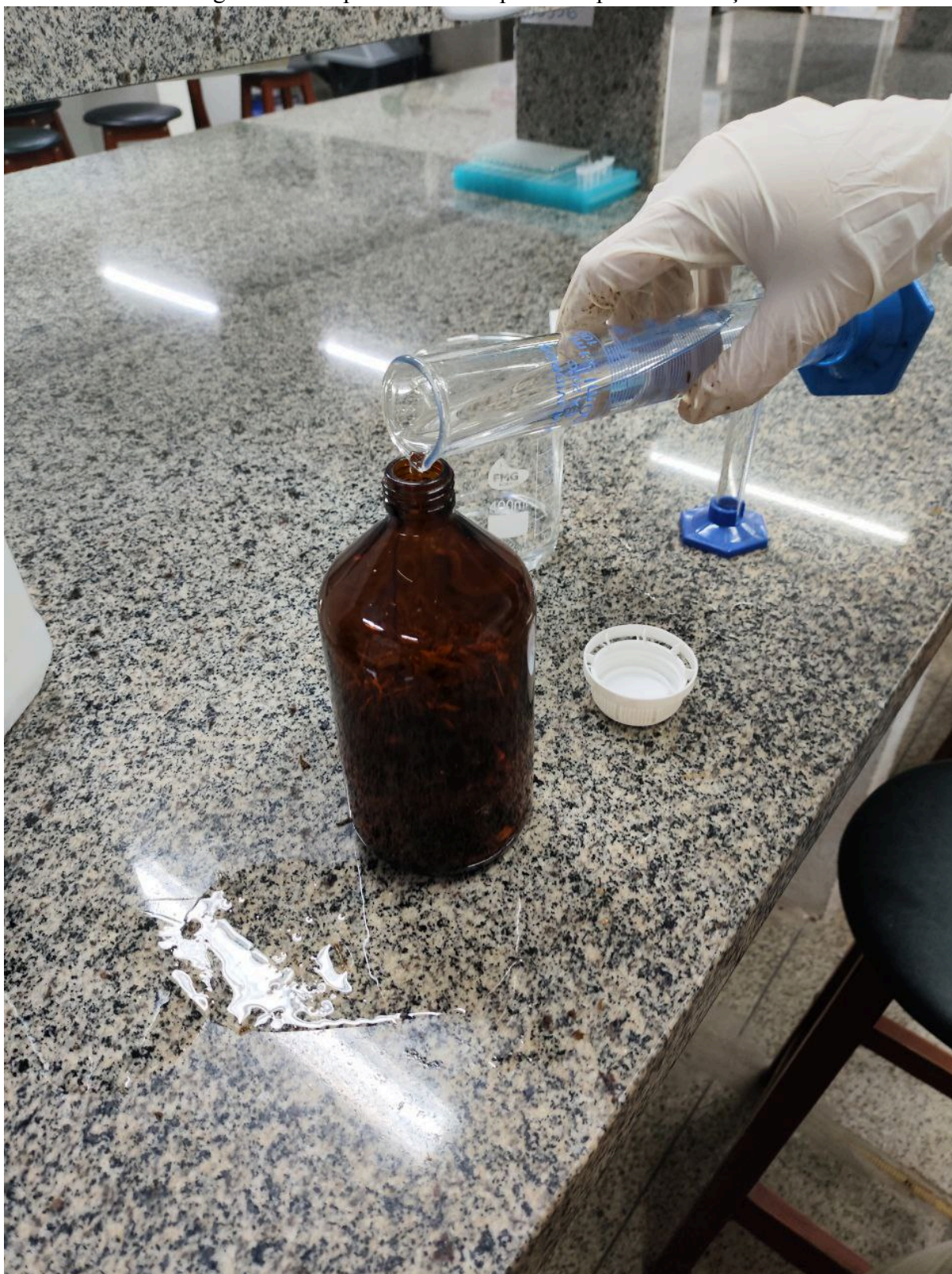
Figura 10 - Observação da larva no estereomicroscópio



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE D – PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

Figura 11 - Preparo das raízes para a etapa de maceração



Fonte: Autores (2025).

Figura 12 - Extratos de raízes secas e frescas armazenados em vidro âmbar



Fonte: Autores (2025).

Figura 13 - Processo de filtragem dos extratos



Fonte: Autores (2025).

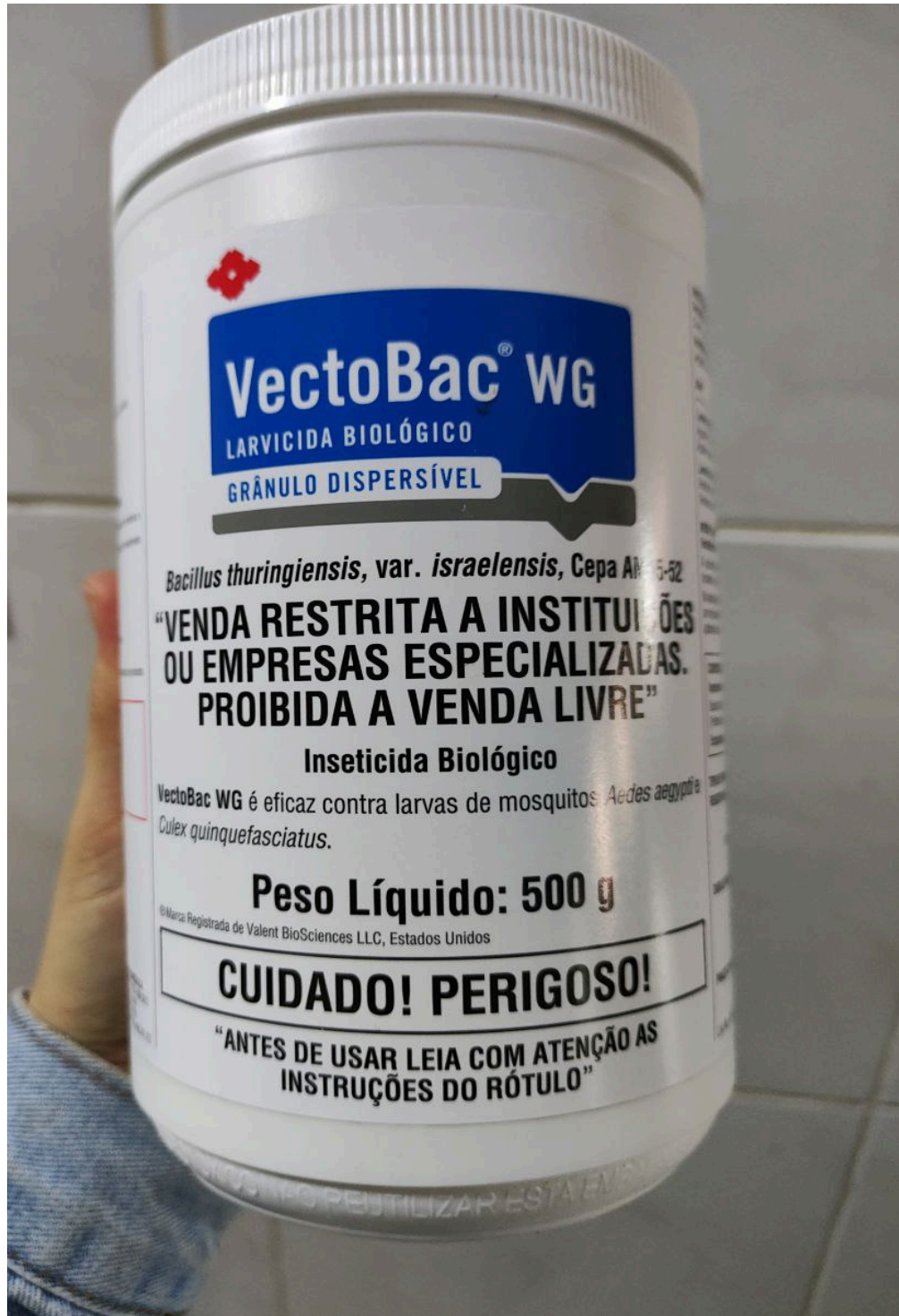
Figura 14 - Extratos em banho maria para redução



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE E – BIOENSAIOS

Figura 15 - Larvicida utilizado no controle positivo.



Fonte: Autores (2025).

Figura 16 - Pipetagem das concentrações



Fonte: Autores (2025).

Figura 17 - Separação de larvas para o bioensaio



Fonte: Autores (2025).

Figura 18 - Larvas imersas nos tratamentos do extrato de raízes frescas



Fonte: Autores (2025).

Figura 19 - Larvas imersas nos tratamentos do extrato de raízes secas

