



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DO AÇAFRÃO-DA-TERRA
(*Curcuma longa*) FRENTE AO MOSQUITO *Aedes aegypti*
(DIPTERA: CULICIDAE)**

Kamila dos Santos Andrade

PETROLINA – PE
2025

KAMILA DOS SANTOS ANDRADE

**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DO AÇAFRÃO-DA-TERRA
(*Curcuma longa*) FRENTE AO MOSQUITO *Aedes aegypti*
(DIPTERA: CULICIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dra. Elizângela Maria de Souza

PETROLINA – PE
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A554 Andrade, Kamila dos Santos.

Uso do óleo essencial do açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) frente ao mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) / Kamila dos Santos Andrade. - Petrolina, 2025.
27 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2025.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Elizângela Maria de Souza.

1. Ciências Agrárias. 2. Arboviroses. 3. Fitolarvicida. 4. Sustentabilidade. I. Título.


CDD 630

KAMILA DOS SANTOS ANDRADE


**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DO AÇAFRÃO-DA-TERRA
(*Curcuma longa*) FRENTE AO MOSQUITO *Aedes aegypti*
(DIPTERA: CULICIDAE)**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheira
Agrônoma.


Aprovada em: 24 de Novembro de 2025.

 ELIZANGELA MARIA DE SOUZA
Data: 25/11/2025 10:05:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Elizângela Maria de Souza (Orientadora)
IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural

Documento assinado digitalmente
 ELIATANIA CLEMENTINO COSTA
Data: 25/11/2025 11:12:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Eliatania Clementino Costa
IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural

Leandro José  Assinado de forma digital por
Leandro José Uchôa Lemos
Dados: 2025.11.25 10:51:26
-03'00'

Prof. Dr. Leandro Jose Uchoa Lemos
IFPA, Campus Bragança

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e coragem para enfrentar cada etapa desta caminhada. Sem sua presença, nada disso teria sido possível.

Agradeço profundamente à minha família, que sempre acreditou em mim, me apoiou e foi meu alicerce nos momentos mais desafiadores. Cada gesto de amor e incentivo fez diferença na minha trajetória.

Ao IFSertãoPE – Campus Petrolina Zona Rural (CPZR), expresso minha gratidão por todo o conhecimento, oportunidades e experiências que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

À minha orientadora, Elizângela Maria, agradeço pela orientação dedicada, pelos ensinamentos e pela disponibilidade durante o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo de maneira significativa para a conclusão desta pesquisa.

De maneira muito especial, agradeço à Lindaiara Tereza, amiga que esteve comigo em absolutamente tudo. Sua ajuda constante, sua parceria e seu apoio incondicional foram essenciais para que este trabalho se tornasse possível. Minha gratidão por você é imensa.

A Sávio pela disponibilidade em ir comprar os açafrões-da-terra e das folhas-de-louro.

Agradeço também a Adaelton Rodrigues, que fez parte de toda a minha trajetória no IF – Campus Petrolina Zona Rural. Sua presença, seus conselhos e seu incentivo constante sempre me motivaram a seguir firme, sem desistir dos meus objetivos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta conquista. Cada palavra, gesto de apoio ou demonstração de carinho teve grande importância nesta caminhada.

Dedico este trabalho a um pequeno amor que passou por mim de forma suave e inocente, mas deixou marcas de ternura no meu coração. Que cada passo do meu caminho honre a doçura desse breve encontro que levarei comigo para sempre.

"A persistência é o caminho do êxito." — Charles Chaplin

RESUMO

A proliferação do *Aedes aegypti* representa um dos maiores desafios de saúde pública no Brasil, especialmente pela sua capacidade de transmitir arboviroses como dengue, zika e chikungunya. A resistência crescente do mosquito aos inseticidas sintéticos e os impactos ambientais associados ao seu uso reforçam a necessidade de alternativas mais sustentáveis e eficazes. Nesse contexto, produtos de origem vegetal têm ganhado destaque, especialmente aqueles derivados de plantas com propriedades bioativas já reconhecidas, como a *C. longa* (açafrão-da-terra). O objetivo geral deste estudo foi avaliar o potencial larvicida do óleo essencial de *C. longa* (OEC) frente às larvas do mosquito *A. aegypti*, identificando composição química, sua eficácia e possíveis aplicações como alternativas sustentáveis no controle do vetor. A pesquisa foi conduzida em laboratório de biologia do CPZR, utilizando rizomas adquiridos em Petrolina-PE. O OEC foi obtido por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger. Foram realizados bioensaios com larvas L2 e L3 de *A. aegypti*, expostas a concentrações crescentes dos produtos. O foi o componente majoritário encontrado no OEC. As avaliações de mortalidade ocorreram após 24 horas de exposição. Os testes foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (sete tratamentos em triplicata): o OEC foi diluído em solução aquosa de *Tween* 80 a 2%, nas seguintes concentrações: 2,5; 5; 10; 20; 40 e 80 mg L⁻¹ e controle consistiu apenas na solução de *Tween* 80 a 2%. A maior taxa de mortalidade do OEC frente as larvas do *A. aegypti* foi de 25% com uso das concentrações de 2,5 mg L⁻¹ e 10 mg L⁻¹. Contudo, sugere-se testar concentrações abaixo de 2,5mg L⁻¹, bem como fazer o próprio plantio do açafrão-da-terra obter e acompanhar parâmetros importantes que influenciam na composição do óleo essencial, como composição do solo, irrigação, temperatura e horário de coleta. Além disso embasar tecnicamente os resultados da atividade larvicida desse óleo.

Palavras-chave: arboviroses, fitolarvicida, saúde pública, sustentabilidade, Zingiberaceae.

ABSTRACT

The proliferation of *Aedes aegypti* represents one of the biggest public health challenges in Brazil, especially due to its ability to transmit arboviruses such as dengue, Zika, and chikungunya. The growing resistance of mosquitoes to synthetic insecticides and the environmental impacts associated with their use reinforce the need for more sustainable and effective alternatives. In this context, plant-based products have gained prominence, especially those derived from plants with already recognized bioactive properties, such as *Curcuma longa* (turmeric). The overall objective of this study was to evaluate the larvicidal potential of *C. longa* essential oil (OEC) against *A. aegypti* mosquito larvae, identifying its chemical composition, efficacy, and possible applications as sustainable alternatives in vector control. The research was conducted in a laboratory using rhizomes acquired in Petrolina-PE. The OEC was obtained by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus. Bioassays were performed with L2 and L3 larvae of *A. aegypti*, exposed to increasing concentrations of both products. Eucalyptol was the major component found in the OEC. Mortality assessments were performed after 24 hours of exposure. The tests were conducted in a completely randomized design (seven treatments in triplicate): OEC was diluted in a 2% aqueous solution of Tween 80 at the following concentrations: 2.5; 5; 10; 20; 40 and 80 mg L⁻¹, and the control consisted only of the 2% Tween 80 solution. The highest mortality rate of OEC against *A. aegypti* larvae was 25% using the 2.5 mg L⁻¹ concentration. However, it is suggested to test concentrations below 2.5 mg L⁻¹, as well as to carry out the planting of turmeric itself to obtain and monitor important parameters that influence the composition of the essential oil, such as soil composition, irrigation, temperature, and time of collection. This also provides a technical basis for the results of the larvicidal activity of this oil.

Keywords: arboviruses, plant-based larvicide, public health, sustainability, Zingiberaceae.

SUMÁRIO

	RESUMO.....	07
	ABSTRACT	08
1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4	MATERIAL E MÉTODOS	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
7	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) vem ganhando espaço no Vale do São Francisco, impulsionada pelo aumento da comercialização da especiaria nos mercados alimentício, cosmético e fitoterápico. Apesar desse crescimento, não há registros de estudos científicos que investiguem a *C. longa* na região, seja sobre suas características agrônômicas, potenciais produtivos, uso comercial ou impactos socioeconômicos. Essa ausência total de pesquisas evidencia uma lacuna importante no campo acadêmico, tornando o tema ainda mais relevante.

O Brasil reúne condições naturais que favorecem a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de doenças como dengue, zika e chikungunya. O clima quente e úmido, a grande extensão territorial, a vegetação abundante e os problemas relacionados ao saneamento básico e à habitação contribuem diretamente para esse cenário, transformando o país em um ambiente propício à expansão dessas arboviroses (Dias *et al.*, 2022).

O aumento da incidência está relacionado a fatores climáticos que aceleram o ciclo de reprodução do mosquito e também à falta de mobilização da população para manter cuidados contínuos. Frequentemente, as medidas preventivas são intensificadas apenas durante surtos, o que compromete a eficácia do controle e facilita a manutenção dos criadouros, perpetuando o ciclo de transmissão (Lorenz *et al.*, 2017).

As arboviroses tem aumentado ao passar dos anos, conforme o informe semanal de arboviroses referente às semanas epidemiológicas 1 a 4, foram contabilizados 139.241 casos prováveis, com coeficiente de incidência de 68,6 por 100 mil habitantes, além de 21 óbitos confirmados e outros em investigação (Ministério da Saúde, 2025). Atualizações subsequentes publicadas pela Agência Gov e pelo próprio Ministério apontam que o país ultrapassou 1 milhão de casos prováveis nos primeiros meses do ano, reforçando a necessidade contínua de vigilância, mobilização social e fortalecimento das estratégias de prevenção (Agência Gov, 2025; Brasil, 2025).

Nesse contexto, torna-se indispensável a busca por estratégias alternativas de controle. O uso de inseticidas químicos, embora apresente resultados satisfatórios em curto prazo, tem limitações importantes, como o

surgimento de populações resistentes e os efeitos tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana, o que restringe sua aplicação (Boyce *et al.*, 2013).

Essas dificuldades reforçam a necessidade de soluções inovadoras, sustentáveis e de baixo custo. Notoriamente, as plantas surgem como fontes promissoras de compostos naturais com ação inseticida. Além disso, esses compostos são biodegradáveis, possuem baixa toxicidade e causam menos impactos ambientais em comparação aos inseticidas sintéticos (Santoyo *et al.*, 2006; Ballen *et al.*, 2019).

Isso reforça a relevância da investigação de produtos vegetais já conhecidos e tradicionalmente utilizados, explorando novos usos com base científica. Nesse sentido, o uso de plantas se mostra não apenas viável, mas estratégico na perspectiva do controle vetorial integrado.

No caso do açafraão-da-terra, a combinação entre acessibilidade, propriedades bioativas e potencial larvicida cria uma oportunidade concreta de aplicação prática. Estudos já comprovaram a eficácia de óleos e extratos vegetais no combate a larvas de *A. aegypti*, demonstrando a viabilidade de seu uso em escala ampliada (Santoyo *et al.*, 2006).

O histórico de dificuldades no controle do mosquito no Brasil também justifica o investimento nesse tipo de pesquisa. Mesmo após décadas de ações, a erradicação do vetor não foi alcançada, e as epidemias seguem recorrentes, exigindo novas abordagens capazes de alterar esse cenário (Lorenz *et al.*, 2022).

Investigar o potencial larvicida do óleo essencial de *C. longa* ultrapassa o campo acadêmico e pode trazer benefícios diretos à saúde pública. A integração entre ciência, meio ambiente e sociedade é indispensável para a construção de soluções duradouras e eficazes (Barros; Mourão, 2018).

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o perfil fitoquímico e o potencial larvicida da *C. longa* frente às larvas do *A. aegypti*. Essa iniciativa pretende principalmente, ampliar o conhecimento científico disponível e propor alternativas mais seguras e sustentáveis no enfrentamento ao mosquito.

Assim, a proposta insere-se em um cenário de urgência sanitária e ambiental, no qual o desenvolvimento de métodos alternativos é fundamental para superar as limitações do controle químico e reduzir impactos negativos ao meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial larvicida do óleo essencial de *C. longa* frente às larvas do mosquito *A. aegypti*, identificando sua eficácia e possíveis contribuições para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis de controle do vetor.

2.2 Objetivos específicos

- Preparar e caracterizar o óleo essencial obtidos dos rizomas de *C. longa*.
- Realizar a análise cromatográfica do óleo essencial de *C. longa*.
- Realizar bioensaios laboratoriais para avaliar a mortalidade de larvas de *A. aegypti* (estágio L2-L3) após 24h expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. longa*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Mosquito *A. aegypti*

O mosquito *A. aegypti* (Diptera: Culicidae) é originário do Egito e está amplamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais, incluindo a América do Norte e a Europa. Do ponto de vista morfológico, o *A. aegypti* apresenta características externas que permitem sua identificação. O mosquito adulto possui coloração escura, com escamas brancas em forma de lira no tórax, além de pernas com anéis brancos (Barros et al., 2024).

As fêmeas por sua vez, possuem aparelho bucal adaptado à hematofagia, utilizado para a ingestão de sangue, necessário para o desenvolvimento dos ovos. Essa morfologia peculiar é fundamental para sua função como vetor de arbovírus, já que apenas as fêmeas realizam a picada em seres humanos (Barros et al., 2024).

O ciclo de vida do *A. aegypti* é holometábolo e compreende quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1). Os ovos são resistentes à

dessecação e podem permanecer viáveis por meses em ambiente seco, iniciando o desenvolvimento quando entram em contato com água. Quem eclode são as larvas, que passam por quatro estágios denominados ínstars, alimentando-se de matéria orgânica em suspensão.

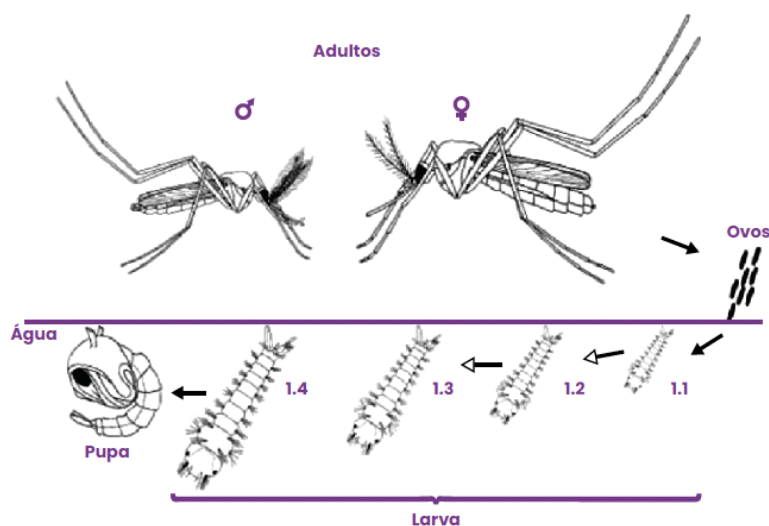


Figura 1. Ciclo biológico do *A. aegypti*. **Fonte:** Andrade e Serpa Filho, 2021.

O *A. aegypti* é predominantemente encontrado em ambientes urbanos, estabelecendo-se em depósitos de armazenamento de água e pequenas coleções temporárias, como pneus e recipientes plásticos não biodegradáveis. Esse cenário é favorecido por condições climáticas quentes e úmidas, além de problemas relacionados ao saneamento básico e à habitação, que contribuem diretamente para a proliferação do vetor (Sousa, 2021).

3.2 Controle do *A.aegypti*

3.2.1Químico

O controle químico, por sua vez, envolve a aplicação de inseticidas, como piretroides, organoclorados e organofosforados, que atuam diretamente no sistema nervoso do inseto (Braga, 2007). Nos últimos anos, passou-se a utilizar também o piriproxifem, um inseticida fisiológico juvenóide, que interfere no desenvolvimento dos imaturos e apresenta menor toxicidade ambiental quando comparado aos inseticidas neurotóxicos convencionais.

Contudo, esses produtos ainda são amplamente utilizados e prejudiciais aos organismos vivos e ao meio ambiente, e o uso de inseticidas sintéticos por meio de pulverização aérea contra adultos, como os piretróides, contribui para os problemas de resistência dos insetos (Benelli; Jeffries; Walker, 2016).

3.2.2 Controle autocida de insetos

Conforme Silvério *et al.*, (2020), o controle na fase adulta pode ser realizado por técnicas baseadas no comportamento reprodutivo dos mosquitos. Entre elas destacam-se: a Técnica do Inseto Estéril (TIE), a Técnica do Inseto Incompatível (TII) e a Liberação de Insetos Portadores de um Gene Letal Dominante (LILD).

Essas abordagens envolvem a esterilização de insetos por irradiação, a utilização de bactérias naturais patogênicas altamente específicas, como cepas de Wolbachia, ou ainda modificações genéticas capazes de produzir mosquitos machos estéreis. Além dessas estratégias, o uso de fungos entomopatogênicos das ordens Entomophthorales, Hypocreales e Pezizales tem se mostrado promissor devido à sua especificidade, facilidade de manipulação e alta infectividade para o hospedeiro.

O controle biológico na fase larval utiliza agentes como *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), uma bactéria que, ao ser ingerida pelas larvas do mosquito, libera endotoxinas letais, apresentando eficácia na redução da reprodução do *A. aegypti* e podendo persistir por até 12 semanas em criadouros (Nakazawa, 2020). Além disso, o uso de peixes larvívoros é uma prática consolidada em países como a Índia, contribuindo significativamente para a diminuição da população larval (Zaki, 2020).

3.2.3 Plantas (óleos essenciais)

A busca por alternativas sustentáveis tem ganhado destaque. Extratos vegetais e óleos essenciais têm sido investigados como potenciais larvicidas naturais. Algumas espécies botânicas comestíveis muito comuns, como: *C. longa* L., (Alçafrão-da-terra), *Petroselinum crispum* (salsinha), *Foeniculum vulgare* (funcho), *Mentha spicata* (hortelã-verde), *Ocimum gratissimum*

(alfavaca-cravo) e *Rosmarinus officinalis* (alecrim), são destacadas, especialmente na fase larval do *A. aegypti*, devido à sua possível baixa toxicidade para organismos não-alvo (Silvério *et al.*, 2020).

A *C. longa* L., conhecida popularmente como açafrão-da-terra ou cúrcuma, é uma planta herbácea perene da família Zingiberaceae, cultivada em regiões tropicais ao redor do mundo. Originária do sudeste asiático, especialmente da Índia, a cúrcuma é valorizada tanto por suas propriedades medicinais quanto pelo uso como condimento. O rizoma da planta, de coloração externa esbranquiçada e interna amarelada, é amplamente utilizado na culinária, como corante natural e ingrediente terapêutico (El-Saadony *et al.*, 2022).

Na composição química do rizoma, destaca-se a curcumina, um composto fenólico responsável pela coloração amarela e por grande parte das propriedades biológicas da planta. Além da curcumina, encontram-se outros curcuminoides, como a desmetoxicurcumina e a bisdesmetoxicurcumina, além de óleos essenciais como turmerona, atlantona e zingiberona. Esses componentes conferem à cúrcuma uma variedade de atividades biológicas, incluindo antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticancerígena (Kirmani *et al.*, 2024).

Estudos recentes evidenciam a eficácia da cúrcuma em diferentes contextos de saúde: efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, neuroprotetores, anticancerígenos, hepatoprotetores, cardioprotetores, imunomoduladores, antimicrobianos e antidepressivos da planta, reforçando sua aplicação em diversas condições clínicas (Sharifi-Rad *et al.*, 2020).

No âmbito da saúde pública, a cúrcuma tem sido estudada como alternativa aos inseticidas químicos no combate ao *A. aegypti*, transmissor de dengue, zika e chikungunya. Estudos demonstraram que extratos de cúrcuma e a curcumina apresentam atividade larvicida significativa, causando alterações ultramicroestruturais nas células do intestino médio das larvas e comprometendo funções essenciais à sobrevivência do mosquito (Khan *et al.*, 2025).

A crescente resistência do *A. aegypti* aos inseticidas sintéticos convencionais é um problema global que compromete a eficácia das estratégias de controle vetorial. Nesse cenário, os produtos naturais, como os derivados da cúrcuma, oferecem uma alternativa promissora, pois seus múltiplos compostos

bioativos atuam por diferentes mecanismos, dificultando o desenvolvimento de resistência por parte dos mosquitos (Abbas *et al.*, 2025).

Além disso, combinações da curcumina com metais como zinco, ferro e cobre revelaram efeito sinérgico, aumentando a mortalidade larval. Um estudo recente demonstrou que complexos de curcumina com zinco tiveram maior potência larvicida, sugerindo que essas formulações podem ser exploradas como bioinseticidas sustentáveis e eficazes (Lim *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2025;).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local da obtenção do material botânico

Os rizomas de açafrão-da-terra foram adquiridos na Feira da Areia Branca, situada nas coordenadas geográficas 9°23'04" S e 40°29'36" W.

4.2 Extração do óleo essencial de *C.longa* (OEC)

Os rizomas de açafrão-da-terra foram previamente triturados em liquidificador, a fim de aumentar a superfície de contato e otimizar a extração. A extração dos óleos essenciais foi realizada por hidrodestilação, utilizando aparelho do tipo Clevenger, conforme descrito por Brasil (2010). A extração de 4,12 kg de rizomas de açafrão-da-terra resultou em 5,9 mL de óleo. Os procedimentos ocorreram no Laboratório de Química do CPZR situado nas coordenadas geográficas 9°20'06.3"S 40°41'17,8"W.

4.3 Bioensaios com OEC

Para os testes de atividade inseticida, o óleo foi diluído em solução aquosa de Tween 80 a 2%, nas seguintes concentrações: 2,5; 5; 10; 20; 40 e 80 mg L⁻¹.

O controle consistiu apenas na solução de Tween 80 a 2%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos (seis concentrações com o controle), em triplicata. As unidades amostrais foram compostas por béqueres de 50 mL, contendo 25 mL da solução correspondente e, no controle, 25 mL da solução de Tween.

As larvas (L2-L3) de *A. aegypti*, igualmente fornecidas pela Moscamed Brasil, foram selecionadas com pipeta de Pasteur e transferidas para placas de Petri. Com o auxílio de um pincel nº 8, dez larvas foram colocadas em cada béquer contendo as soluções. A avaliação da mortalidade foi realizada após 24 horas, considerando-se mortas as larvas que não apresentavam reação ao estímulo com a pipeta. Os ensaios ocorreram no Laboratório de Biologia do CPZR situado nas coordenadas geográficas 9°20'06.3"S 40°41'17,8"W.

4.4 Análises cromatográficas

As análises cromatográficas do OEC foram realizadas no Laboratório de Química do Campus Petrolina (IFSertãoPE) situado nas coordenadas geográficas 9°21'43.7"S 40°32'22.4".

As análises foram realizadas utilizando um cromatógrafo gasoso, Agilent Technologies modelo 7820A GC system acoplado a um detector seletivo de massas, Agilent Technologies modelo 5977E MSD. A aquisição e processamento dos dados foram realizadas por meio do Software MassHunter Agilent Technologies™ (Santa Clara, CA, USA).

Para a análise cromatográfica, foi utilizado o modo Split com relação de 1:40 e divisão de fluxo de 20 mL/min a 240 °C no injetor. A coluna empregada foi Capillary Column HP5-MS (30 m x 0.25 mm x 0.25µm) (Agilent,USA), com fluxo de 1,2 mL/min de hélio 5.0. A temperatura do forno foram: 50 °C , rampa de aquecimento de 03 °C min⁻¹ até 240 °C, ficando por 2 minutos.

A temperatura do detector foi controlada em 230 °C e 190 °C no quadrupolo, e 240 °C na interface de transferência. As corridas foram realizadas no modo SCAN, verificando os tempos de retenção e íons específicos variando de 30 até 300, com energia de ionização de +70 eV. A identificação das moléculas foi complementada através da comparação dos resultados com a biblioteca de espectro Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias (NIST).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cromatografia do óleo essencial de *C. longa* (OEC)

A análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) do óleo essencial de *C. longa* (OEC) revelou uma composição fitoquímica variada, composta por 13 constituintes identificados (Tabela 1). Diferentemente de muitos registros presentes na literatura, o perfil cromatográfico obtido neste estudo evidencia que o composto majoritário é a turmerona, que representa 38,39% da área total dos picos.

Em seguida, aparecem quantidades expressivas de ar-turmerona (8,11%), 1,3-ciclohexadieno derivado (8,25%) e curlona (11,71%), todos sesquiterpenos característicos do rizoma de *C. longa*. Outro grupo relevante é formado pelos monoterpenos, como o eucaliptol (1,8-cineol), que corresponde a 2,92% da amostra, além de o-cimeno (1,62%) e outros compostos presentes em menores proporções (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de *C. longa* por cromatografia gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

Pico TR (min)	Área	Área (%)	Altura	Nome do Composto	Fórmula Química	Massa Molar (g/mol)	Nº CAS
4.427	564815.73	0.45	342405	α -Phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	136	99-83-2
6.139	18679447.11	14.84	2899633	—	—	—	—
6.703	2037193.49	1.62	941917	o-Cymene	C ₁₀ H ₁₄	134	527-84-4
6.834	1131988.82	0.90	457017	—	—	—	—
6.914	3672621.19	2.92	3316606	Eucalyptol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	470-82-6
7.776	632939.16	0.50	271761	—	—	—	—
8.769	1283715.13	1.02	509114	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	C ₁₀ H ₁₆	136	586-62-9
21.938	1129990.76	0.90	322666	—	—	—	—
24.612	3655842.72	2.90	994266	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	C ₁₅ H ₂₂	202	644-30-4

25.145	10383814.37	8.25	6152782	1,3-Cyclohexadiene ...	C15H24	204	495-60-3
25.641	1145185.39	0.91	322191	—	—	—	—
26.231	6368842.25	5.06	1761728	Cyclohexene ...	C15H24	204	20307-83-9
28.303	490334.62	0.39	124025	—	—	—	—
29.295	865633.29	0.69	197432	—	—	—	—
29.543	566312.91	0.45	112313	—	—	—	—
31.64	10203214.88	8.11	1431689	Ar-tumerone	C15H20O	216	—
31.845	48316158.6	38.39	8618788	Tumerone	C15H22O	218	180315-67-7
32.943	14732648.98	11.71	7013553	Curlone	C15H22O	218	87440-60-6

Fonte: Elaboração própria (2025).

A elevada concentração de turmerona (38,39%) observada neste estudo é um achado determinante, pois este sesquiterpeno é amplamente reconhecido na literatura por suas propriedades inseticidas, larvicidas e repelentes, fornecendo uma base química consistente para a atividade biológica observada nos bioensaios com o OEC.

A presença de outros sesquiterpenos e monoterpenos em menor proporção, como a curlona (11,71%), a ar-turmerona (8,11%), o derivado de 1,3-ciclohexadieno (8,25%), *o*-cimeno (1,62%) e o eucaliptol (1,8-cineol, 2,92%), sugere um possível efeito sinérgico que contribui para a eficácia larvicida total, mesmo que a turmerona seja o principal componente associado à bioatividade.

Assim, a caracterização química detalhada, como a apresentada, é essencial para a padronização do OEC e para o desenvolvimento de formulações mais estáveis, como nanoemulsões, que visam mitigar a volatilidade e otimizar a biodisponibilidade dos compostos ativos no ambiente aquático. Em síntese, os resultados do presente estudo, aliados à literatura científica recente, reforçam o potencial de *C. longa* e de outras espécies do gênero *Curcuma* como fontes promissoras de biolarvicidas contra *A. aegypti*.

Resultados de outras pesquisas divergem da composição química identificada no presente estudo. Aqui, foram encontrados 13 componentes,

sendo a turmerona o composto majoritário (38,39%), e não o eucaliptol, que corresponde a apenas 2,92% da constituição total do OEC.

Majolo *et al.*, (2014), por meio de CG-MS, identificaram 19 constituintes no óleo essencial de *C. longa*, correspondendo a aproximadamente 68,2% da composição total. Os compostos majoritários foram ar-turmerona (17,9%), α -turmerona (14,6%) e 1,8-cineol (14,2%).

Teramoto *et al.*, (2018), também utilizando CG-MS, identificaram 17 substâncias no OEC, representando 97% dos compostos presentes. Nesse estudo, os monoterpenos constituíram a maior fração (91 a 94,5%). O α -felandreno foi o composto predominante, variando entre 20,7% e 31,1%, seguido por *p*-cimeno (19,2% a 30,8%), terpinoleno (12,8% a 20,1%), 1,8-cineol (8,1% a 13,2%), limoneno (4,2% a 5,2%), β -pineno (2,4% a 4,8%), mirceno (2,4% a 3,4%), α -pineno (1,6% a 3,1%) e d-3-careno (1,2% a 1,6%).

Rodrigues *et al.*, (2023), através de CG-MS, caracterizaram 11 compostos voláteis no óleo essencial, destacando que as turmeronas corresponderam a 53% da composição total: 12,99% de ar-turmerona A, 30,6% de α -turmerona B e 9,22% de β -turmerona C. O eucaliptol (1,8-cineol) apresentou concentração de 9,81%.

As diferenças nas concentrações dos compostos químicos dos óleos essenciais podem ser atribuídas, inicialmente, ao fator genético das plantas. Contudo, diversos elementos ambientais incluindo a interação com micro-organismos, condições edafoclimáticas e relações ecológicas com outras plantas exercem influência direta na síntese de metabólitos secundários, podendo alterar significativamente o perfil químico final do óleo essencial.

Pesquisas apontam que uma ampla variedade de condições ambientais, entre elas o clima, o tipo de solo, a estação do ano, o método de cultivo, a adubação, o uso de defensivos agrícolas, a disponibilidade de água, além do tempo e das condições ambientais durante o desenvolvimento da planta, influencia diretamente a composição dos óleos essenciais.

Outros fatores, como a utilização de material fresco ou seco na colheita, horário de coleta, a poda, as técnicas de extração e a variação geográfica, também podem modificar significativamente o perfil químico desses óleos (Ribeiro; Bonilha; Lucena, 2018; Neves; Santana; Krepsky, 2021).

5.2 Mortalidade das larvas do *A.aegypti* com uso do Óleo essencial de *C.longa*

A mortalidade em 24 horas variou significativamente entre os tratamentos com o óleo essencial de cúrcuma (OEC). Sendo os tratamentos T2 e T4 responsáveis pela maior taxa de mortalidade das larvas do *A. aegypti* (Tabela 1).

O estudo em questão revelou que o óleo essencial de cúrcuma (OEC) demonstrou atividade larvicida contra *A. aegypti*, com variações na taxa de mortalidade em 24 horas. Conforme a Tabela 2, os resultados indicaram que o tratamento T2 (2,5 mg/L-1 de OEC) e T4 (10mg/L-1 de OEC) resultaram em 25% de mortalidade.

As concentrações do OEC utilizadas no presente estudo não foram suficientes para causar mortalidades acima de 50% o que é esperado para classificar um larvicida como eficiente, uma vez que foi encontrado no OEC alta concentração de Tumerone, que apresenta potencial larvicida.

Tabela 2. Mortalidade das larvas do mosquito *A. aegypti* após 24 horas de exposição em várias concentrações do óleo essencial de cúrcuma (OEC).

Tratamentos	Taxa de mortalidade (%) em 24h
1 (tween 80 2%)	0 ^e
2 (2,5mg/L ⁻¹ de OEC)	25 ^a
3 (5mg/L ⁻¹ de OEC)	8,37 ^d
4 (10mg/L ⁻¹ de OEC)	25 ^a
5 (20mg/L ⁻¹ de OEC)	16,62 ^b
6 (40mg/L ⁻¹ de OEC)	12,5 ^c
7 (80mg/L ⁻¹ de OEC)	12,5 ^c

Fonte: Elaboração própria (2025).

A identificação da tumerona (38,39%) como componente majoritário, juntamente com a presença de outros sesquiterpenos e monoterpenos em menor proporção, como a curlona, ar-turmerona é particularmente relevante para a discussão sobre o mecanismo de ação do OEC. Estes compostos voláteis são lipofílicos e capazes de penetrar rapidamente a cutícula das larvas, interferindo em seus sistemas nervoso e respiratório.

Supomos que a variabilidade na eficácia larvicida (baixa mortalidade das larvas) observada nos bioensaios, uma vez que a alta volatilidade do composto pode ter levado a perdas significativas durante a preparação ou exposição, afetando a reprodutibilidade dos resultados.

A literatura científica demonstra que diferentes espécies do gênero *Curcuma* possuem variados níveis de atividade larvicida, dependendo da espécie, da parte da planta utilizada, do método de extração e da composição química resultante. O estudo de Pereira *et al.*, (2022) com *C. xanthorrhiza* revelou uma LC50 de 25.94 mg.L⁻¹ para sua nanoemulsão de óleo essencial, classificando-o como ativo.

Embora o presente estudo tenha focado em *C. longa*, a comparação com outras espécies do gênero, como a *C. xanthorrhiza*, oferece insights sobre a diversidade de metabólitos secundários e suas potências larvicidas. Essa variabilidade destaca a necessidade de caracterização fitoquímica detalhada de cada extrato ou óleo essencial para otimizar sua aplicação e compreender as relações estrutura-atividade dos compostos bioativos (Luz *et al.*, 2020).

A composição química dos óleos essenciais e extratos é um fator determinante para sua atividade larvicida. O óleo essencial de *C. xanthorrhiza*, por exemplo, teve sua eficácia associada à presença de germacrone, xanthorrhizole e eucaliptol (Pereira *et al.*, 2022). A sinergia entre diferentes compostos fitoquímicos pode potencializar a ação larvicida, mesmo que individualmente alguns componentes não sejam tão tóxicos.

O óleo essencial de *C. aromatica* demonstraram alta atividade larvicida contra *A. aegypti* (L4) ocasionando a morte de 50% dos indivíduos em 24h com a concentração de 36,30ppm (Choochote *et al.*, 2020); A atividade larvicida da nanoemulsão do óleo essencial para *A.aegypti* apresentou 50% da mortalidade com 25,94 mg.L⁻¹ do OE, sendo definida pelos critérios de avaliação como ativa no controle e combate de *A. aegypti* (Pereira *et al.*, 2022).

Estudos realizados com o óleo essencial *C.domestica* Val. na concentração de 9,239 ppm diferiram do presente estudo, em 24h ocasionou a mortalidade de 50% de larvas de *A. aegypti* (Panghiyangani *et al.*, 2012).

A aplicação de óleos essenciais como larvicidas enfrenta desafios relacionados à sua volatilidade, baixa solubilidade em água e estabilidade. Nesse contexto, a nanotecnologia surge como uma ferramenta promissora para

superar essas limitações, permitindo o desenvolvimento de formulações mais estáveis, com liberação controlada e maior biodisponibilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, o estudo possibilitou compreender, de maneira cuidadosa e alinhada à realidade da saúde pública, que *C. longa* apresenta potencial para ser investigada como alternativa no contexto do controle de *A. aegypti*. Embora o óleo essencial da espécie demonstre propriedades químicas relevantes e já seja descrito na literatura como promissor, os resultados deste trabalho não evidenciaram eficácia larvicida nas concentrações testadas, impossibilitando afirmar desempenho biológico significativo nas condições experimentais adotadas.

Assim, o que se conclui não é a efetividade do óleo essencial de *C. longa*, mas sim a necessidade de aprofundamento, reforçando que a planta permanece como candidata de interesse científico, porém dependente de novos testes controlados e de ajustes metodológicos para validar seu real potencial.

Recomenda-se, portanto, a realização de experimentos com novas faixas de concentração, além de estudos que incluam o cultivo próprio do açafraão-da-terra, permitindo acompanhar variáveis que influenciam diretamente a composição química do óleo essencial, como tipo de solo, regime hídrico, temperatura, sazonalidade e horário de coleta. Também se faz necessária a ampliação do embasamento técnico da atividade larvicida por meio de análises químicas e biológicas complementares, de modo a esclarecer como diferentes perfis fitoquímicos podem interferir na resposta das larvas.

Em síntese, o estudo reforça que *C. longa* permanece como um recurso natural com potencial, mas cuja eficácia no controle larval ainda não pode ser confirmada, demandando novas investigações rigorosas para que se estabeleçam conclusões seguras e aplicáveis.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, M. G. et al. Chemical analysis, repellent, larvicidal, and oviposition deterrent activities of plant essential oils against *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae*, and *Culex quinquefasciatus*. *Frontiers in Insect Science*, v. 5, p. 1582669, 2025.
- AGÊNCIA GOV. Brasil ultrapassa 1 milhão de casos prováveis de dengue em 2025. Agência Brasil, 17 abr. 2025.
- BALLEN, C. J. et al. Smaller classes promote equitable student participation in STEM. *BioScience*, v. 69, n. 8, p. 669-680, 2019.
- BARROS, Emille Raulino de et al. Os impactos de diferentes temperaturas na sobrevivência e reprodução do mosquito *Aedes aegypti*. 2024.
- BARROS, S. C. V.; MOURÃO, L. Panorama da participação feminina na Educação Superior, no mercado de trabalho e na sociedade. *Psicologia & Sociedade*, v. 30, 2018.
- BENELLI, G.; JEFFRIES, CL; WALKER, T. Controle biológico de vetores de mosquitos: passado, presente e futuro. *Insects*, v.7, 2016.
- BOYCE, R. et al. *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) for the control of dengue vectors: systematic literature review. *Tropical Medicine & International Health*, v. 18, n. 5, p. 564-577, 2013.
- BRAGA, I. A. A.; VALLE, D. Controle do *Aedes aegypti*: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(4), 1-10, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Informe Semanal de Arboviroses – Nº 01/2025. Semanas Epidemiológicas 1 a 4. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Brasília: Ministério da Saúde, 2025.
- CHOOCHOTE, W., CHAIYASIT, D., KANJANAPOTHI, D., RATTANACHANPICHAI, E., JITPAKDI, A., TUETUN, B. AND PITASAWAT, B. (2005) Chemical composition and anti-mosquito potential of rhizome extract and volatile oil derived from *Curcuma aromatica* against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J. Vector Ecol.*, v.30(2), p. 302-309, 2005.
- DIAS, Ítala Keane Rodrigues et al. Ações educativas de enfrentamento ao *Aedes aegypti*: revisão integrativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 27, p. 231-242, 2022.
- EL-SAADONY, Mohamed T.; YANG, Tao. Impacts of turmeric and its principal bioactive curcumin on human health: Pharmaceutical, medicinal, and food applications. *Pharmaceuticals*, v. 15, n. 10, p. 1234, 2022.

KHAN, M. A.; ALI, M.; RAZA, M.; et al. Larvicidal activity of hydrogel beads based on Pickering emulsions for controlling *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Medical Entomology*, v. 62, n. 1, p. 123-130, 2025..

KIRMANI, F.; KHAN, M. A.; KHAN, S. A.; et al. Phytochemical investigation and antibacterial activity of *Curcuma longa* rhizome extracts. *Science Progress*, v. 107, n. 2, p. 003685042211019, 2024.

LIM, H.; KIM, H.; LEE, J.; et al. Mosquito larvicidal activity and cytotoxicity of the extracts from *Curcuma longa*, *Ocimum americanum*, and *Petroselinum crispum*. *Journal of Medical Entomology*, v. 60, n. 2, p. 456-463, 2023.

LIM, H. et al. Mosquito larvicidal activity and cytotoxicity of aromatic plants from Malaysia. *Insects*, v. 14, n. 6, p. 512, 2023.

LORENZ, C. et al. Sensoriamento remoto para mapeamento de risco de infestações por *Aedes aegypti*: é uma tarefa prática? *Acta Tropica*, v. 205, p. 1-7, 2020.

LUZ, T. R. S. A. et al. Essential oils and their chemical constituents against *Aedes aegypti* larvae. *Acta Tropica*, v. 212, p. 105705, 2020.

MAJOLO, C.; NASCIMENTO, V.P.; CHAGAS, E.C.; CHAVES, F.C.M. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Rosco) frente a salmonelas entéricas isoladas de frango resfriado. *Rev. Bras. Plantas Med.*v.16, 2014.

NAKAZAWA, M. M. Eficácia e persistência do *Bacillus thuringiensis israelensis* no controle de larvas de *Aedes aegypti*. *Biological Control*, 151, 104400, 2020..

NEVES, D. S. C.; SANTANA, G.N.; KREPSKY, P.B. Variação intraespecífica na composição e teor do óleo essencial de *Lippia thymoides*. *Rev Fitos [Internet]*. v.15(2), p.192-203, 2021.

PANGHIYANGANI, R. et al. Potential of turmeric rhizome essential oils Against *Aedes aegypti* larvae. *Universa Medicina*, v. 31, p.1-7, 2012.

PEREIRA, A. P. M. et al. Larvicidal effect of the essential oil of *Curcuma xanthorrhiza*. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 15, p. e36785, 2022.

RIBEIRO, S. M.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P.. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. *Iheringia, Série Botânica.*, 73(1), 31–38, 2018.

RODRIGUES, V.L.; ROCHA, N.C.M.; OLIVEIRA, D.H.; JACOB, R.G. Caracterização do óleo essencial de *Curcuma longa* Linn. obtido dos rizomas da planta comercializados em Pelotas. In: *Anais do XXXII Congresso de Iniciação Científica da UFPEL*. 2023.

SANTOYO, G.; OROZCO-MOSQUEDA, M. C.; GOVINDAPPA, M. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Biocontrol Science and Technology*, v. 26, n. 1, p. 1-22, 2016.

SANT'ANNA, M.W. *Mudanças climáticas, meio ambiente urbano e arboviroses em região tropical (Nordeste do Brasil)*. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Meio Ambiente – Universidade de São Paulo (USP). 2025, 144f..

SHARIFI-RAD, Javad; RAYESS, Yara E.; RIZK, Abdel-Aziz A.; et al. Turmeric and curcumin on health: bioactive effects and safety profiles. *Frontiers in Pharmacology*, v. 11, p. 1021, 2020.

SIMÕES, C. M. O. et al. (Orgs.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 6. ed. Porto Alegre: Editoras da UFRGS e UFSC, 2007. 1102 p.

SILVÉRIO, M. R. S.; SILVA, M. V. D.; OLIVEIRA, J. B. D. Plant natural products for the control of *Aedes aegypti*. *Molecules*, v. 25, n. 15, p. 3484, 2020.

SOUSA, S. C. Fatores associados à ocorrência de dengue no Brasil: uma revisão. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 45, e84, 2021.

SOUZA, M. T. *et al.* Chemical composition of essential oils of selected species of Piper and their insecticidal activity against *Drosophila suzukii* and *Trichopria anastrephae*. *Environmental Science and Pollution Research International*, Landsberg, v. 27, p. 13056-13065, 2020.

ZAKI, Z. A. Eficiência predatória de peixes larvívoros no controle de larvas de *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors*, 13(1), 1-9, 2020.