

2026

Atividade larvicida do hidrolato de Lavandula dentata L. em larvas de Aedes aegypti L.

Vicentin, Jenifer Milena Cavalheiro

Universidade Estadual do Norte do Paraná

VICENTIN, Jenifer Milena Cavalheiro. Atividade larvicida do hidrolato de Lavandula dentata L. em larvas de Aedes aegypti L. Orientadora: Erika Cosendey Toledo Mello Peixoto. 2026. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Câmpus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2026.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/963>

Baixado de Repositório Institucional UENP



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO
PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA**

JENIFER MILENA CAVALHEIRO VICENTIN

**ATIVIDADE LARVICIDA DO HIDROLATO DE *Lavandula dentata* L. EM
LARVAS DE *Aedes aegypti* L.**

JENIFER MILENA CAVALHEIRO VICENTIN

**ATIVIDADE LARVICIDA DO HIDROLATO DE *Lavandula dentata* L. EM
LARVAS DE *Aedes aegypti* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do
Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientadora: Profa. Dra. Erika Cosendey Toledo
Mello Peixoto

Coorientador: Prof. Dr. Diego Resende Rodrigues

BANDEIRANTES/PR

2026

Vicentin, Jenifer Milena Cavaleiro
ATIVIDADE LARVICIDA DO HIDROLATO DE Lavandula dentata
L. EM LARVAS DE Aedes aegypti L. / Jenifer Milena
Cavaleiro Vicentin; orientadora: Erika Cosendey Toledo
de Mello Peixoto; coorientador: Diego Resende Rodrigues.
- Bandeirantes, 2026.
44 p.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Campus Luiz
Meneghel / Universidade Estadual do Norte do Paraná.
Bibliografia
Versão corrigida

1. Inseticidas botânicos. 2. Dengue. 3. Biopesticidas.
I. Peixoto, Erika Cosendey Toledo de Mello. II. Título.

JENIFER MILENA CAVALHEIRO VICENTIN

**ATIVIDADE LARVICIDA DO HIDROLATO DE *Lavandula dentata* L. EM
LARVAS DE *Aedes aegypti* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do
Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientadora: Profa. Dra. Erika Cosendey Toledo
Mello Peixoto

Coorientador: Prof. Dr. Diego Resende Rodrigues

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Diego Resende Rodrigues

Prof. Dra. Laila Herta Mihsfeldt

Dr. Enzo Monte Canedo

UENP

UENP

ICTA - INSTITUTO CIENTIFICO e
TECNOLÓGICO de AGRONEGÓCIO


Prof.ª Dr.ª Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto

Orientadora

Universidade Estadual do Norte do Paraná

Campus Luiz Meneghel

DEDICATÓRIA

Aos meus pais com carinho, por
incentivarem meus sonhos e
possibilitarem a realização dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meus pais, Edson e Valéria, por nunca duvidarem que eu era capaz e por incentivarem meus estudos, graças à eles eu cheguei aonde estou. A minha irmã, Stephanie, por ser meu porto seguro quando eu achava que não daria conta, mesmo longe se fez sempre presente. Aos meus irmãos, Yan e Stella, para quem eu quero ser exemplo.

Aos amigos que estiveram comigo durante essa fase, sendo base e apoio para que o mestrado se tornasse mais leve. Sem eles, eu não teria conseguido concluir essa fase, que ao mesmo tempo incrível, é árdua. Obrigada, Ana Beatriz de Oliveira Motta, Neto, Enzo, Jhonatan, Gabriela, Pedro, vocês foram extremamente importantes.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto, que esteve comigo desde o primeiro ano de graduação, que sempre acreditou no meu potencial e me motivou a continuar na pesquisa, me dando todas as orientações necessárias para que eu pudesse conquistar esse título, sendo minha maior inspiração na carreira acadêmica.

Ao professor Dr. Diego Resende Rodrigues, por me coorientar e me ajudar nos momentos de dificuldades.

EPÍGRAFE

"Não verifiquei se o mundo é maior que a
minha imaginação, mas sei que o
conhecimento me deu asas."

Malala Yousafzai

VICENTIN, Jenifer Milena Cavalheiro. **Atividade larvícida do hidrolato de *Lavandula dentata* L. em larvas de *Aedes aegypti* L.** 2026. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Câmpus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2026.

RESUMO

Com foco no *Aedes aegypti*, principal vetor de arboviroses como dengue, Zika, Chikungunya e febre amarela urbana, este estudo aborda a relevância epidemiológica desse inseto da família Culicidae. Foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, analisando-se o cenário de resistência farmacológica desse vetor a inseticidas sintéticos (como organofosforados e piretróides) e os consequentes impactos à saúde pública e ao equilíbrio ambiental. A literatura revisada destacou a necessidade urgente de inovações alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3, 12 e 15) da Agenda 2030 da ONU, fundamentando a utilização de produtos à base de metabólitos secundários vegetais como alternativas biodegradáveis e de baixo custo. Detalhou-se o perfil fitoquímico e a adaptabilidade da *Lavandula dentata* no Brasil, evidenciando o potencial larvícida de seus monoterpenos e sesquiterpenos. Constatou-se que o hidrolato, subproduto da hidrodestilação do óleo essencial, representa um recurso economicamente sustentável e com potencial bioativo para o controle vetorial. Para comprovar essa eficácia, foram realizados bioensaios larvicidas com larvas de 3º e 4º instar de *Aedes aegypti*. Como principal resultado desta pesquisa de mestrado, os bioensaios confirmaram o efeito larvícida do hidrolato de *Lavandula dentata*. A sistematização e a análise dos dados consolidaram a redação da dissertação de mestrado e culminaram na produção de um artigo científico a ser submetido a um periódico especializado, validando o uso de bioprodutos de origem vegetal no manejo do vetor *Aedes aegypti*.

Palavras-chaves: Biopesticidas. Culicidae. Dengue. Inseticidas botânicos. Lamiaceae.

VICENTIN, Jenifer Milena Cavaleiro. **Larvicidal activity of *Lavandula dentata* L. hydrolate on *Aedes aegypti* L. larvae.** 2026. Dissertation (Master's in Agronomy) - State University of Northern Paraná, *Campus Luiz Meneghel*, Bandeirantes, 2026.

ABSTRACT

Focusing on *Aedes aegypti*, the primary vector of arboviruses such as dengue, Zika, Chikungunya, and urban yellow fever, this study addresses the epidemiological relevance of this insect from the Culicidae family. A comprehensive literature review was conducted to analyze the landscape of pharmacological resistance of this vector to synthetic insecticides (such as organophosphates and pyrethroids) and the consequent impacts on public health and environmental balance. The reviewed literature highlighted the urgent need for innovations aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs 3, 12, and 15) of the UN 2030 Agenda, supporting the use of products based on plant secondary metabolites as biodegradable and low-cost alternatives. The phytochemical profile and adaptability of *Lavandula dentata* in Brazil were detailed, showcasing the larvicidal potential of its monoterpenes and sesquiterpenes. It was found that the hydrolate, a byproduct of essential oil hydrodistillation, represents an economically sustainable resource with bioactive potential for vector control. To demonstrate this efficacy, larvicidal bioassays were conducted using third- and fourth-instar larvae of *Aedes aegypti*. As the main result of this master's research, the bioassays confirmed the larvicidal effect of *Lavandula dentata* hydrolate. The systematization and analysis of the data consolidated the writing of the master's thesis and culminated in the production of a scientific article to be submitted to a specialized journal, validating the use of plant-derived bioproducts in the management of the *Aedes aegypti* vector.

Keywords: Biopesticides. Culicidae. Dengue. Botanical insecticides. Lamiaceae.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 <i>Aedes aegypti</i>	4
2.2 Inseticidas naturais.....	5
2.2.1 Óleo essencial	6
2.2.2 Hidrolato de <i>Lavandula dentata</i> (HLd)	7
2.3 <i>Lavandula dentata</i>	8
2.4 Inovação no controle de <i>Aedes aegypti</i> e bioprodutos.....	10
3 REFERÊNCIAS	11
 4 ARTIGO: HIDROLATO DE <i>LAVANDULA DENTATA</i> SOBRE LARVAS DE <i>AEDES AEGYPTI</i>	 15
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
Área de Estudo.....	19
Obtenção do Hidrolato de <i>Lavandula dentata</i> (HLd).....	20
Obtenção dos ovos	20
Seleção de larvas 3º e 4º ínstar para bioensaios	20
Bioensaio larvicida	21
Análise estatística	21
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO.....	29
AGRADECIMENTOS	29
REFERÊNCIAS	30
 ANEXO A	 34

1 INTRODUÇÃO

Insetos da família Culicidae apresentam importância epidemiológica, representando risco para a saúde pública. A dengue é provocada por sorotipos do vírus DENV que possui quatro sorotipos distintos em genética e interações com o plasma sanguíneo (Khan et al., 2023). Os sorotipos são classificados de acordo com genótipos e regiões geográficas, sendo eles: DENV-1 (I, II, III e IV genótipos), DENV-2 (classificados de acordo com a região de ocorrência), DENV-3 (I, II, III e IV genótipos) e DENV-4 (I, II, III e IV genótipos) (Chen e Vasilakis, 2011), sendo recentemente registrado o sorotipo DENV-5. A transmissão para humanos ocorre a partir da picada da fêmea infectada de *Aedes aegypti*, sendo também o principal vetor responsável pela transmissão de arboviroses como Malária, Zika, Chikungunya e Febre Amarela Urbana (Souza-Neto; Powell e Bonizzoni, 2019). O combate ao mosquito é considerado importante estratégia dentre as diversas medidas de combate (Silvério et al., 2020; Ribeiro et al., 2021; Aljameeli, 2023). Assim, epidemias de dengue exigem um programa eficaz de controle do vetor, sendo necessário realizar o monitoramento da resistência dos mosquitos aos inseticidas (Sene et al., 2021).

Inseticidas sintéticos tóxicos como organofosforados, carbamatos e piretróides são usados desde as primeiras epidemias de dengue (Lima et al., 2011; Zara et al., 2016; Owusu-Asenso et al., 2022) e ainda são utilizados no combate ao vetor, atuando principalmente na fase larval do *Aedes aegypti* (Zulfa et al., 2022). O uso prolongado desses inseticidas é nocivo à saúde e ao ambiente, além de favorecerem a resistência farmacológica mundialmente registrada (Maulana et al., 2021; Sene et al., 2021; Owusu-Asenso et al., 2022). Em relação especificamente ao *Aedes aegypti*, Algamdi; Mahyoub (2022) registraram resistência a quatro classes de inseticidas diferentes: piretróides, carbamatos, organofosforados e organoclorados. A resistência metabólica é complexa e envolve alterações comportamentais e fisiológicas no mosquito, ocorrendo devido ao tempo de exposição e concentração do princípio ativo (Sene et al., 2021).

Em contrapartida, considerando as necessidades e anseios da sociedade atual, no que se refere aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), preconizados pela Agenda 2030 (Organização das Nações Unidas, 2015), é de suma importância a busca por inovações naturais e eficientes para o controle de vetores de importância epidemiológica. O presente trabalho está alinhado aos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), pois busca

alternativas para o controle do *Aedes aegypti* e redução de arboviroses. A utilização do hidrolato de *Lavandula dentata* também abrange o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 15 (Vida Terrestre), ao promover o desenvolvimento de bioprodutos de menor impacto ambiental, reduzindo a dependência de inseticidas sintéticos e preservando a integridade dos ecossistemas.

Inseticidas naturais, especialmente aqueles de origem vegetal, contêm metabólitos secundários que são promissores por serem biodegradáveis (Silverio et al., 2020), minimizando o impacto ambiental e não afetando organismos não-alvo. A cadeia produtiva desses metabólitos é de baixo custo e por serem de origem vegetal são de fácil acesso sendo opção segura e sustentável, favorecendo a produção agrícola nacional (Coelho et al., 2019). Além disso, cabe ressaltar a facilidade de serem utilizados, considerando a ampla biodiversidade de espécies vegetais encontradas no mundo, e em praticamente todo território Brasileiro (Silverio et al., 2020).

Óleos essenciais provenientes de diversas famílias botânicas apresentam eficácia adulticida e larvicida em relação aos insetos (Chellappandian et al., 2018). Assim, estão sendo cada vez mais investigados, pela crescente necessidade do desenvolvimento de inseticidas eficazes e ao mesmo tempo seguros para a população e ambiente (Luz et al., 2020; Silverio et al., 2020). Dentre os compostos secundários, o acetato de linalol tem sido frequentemente associado a ação inseticida e repelente (Holtz et al., 2024), além de possuírem propriedades antimicrobianas (El-Abdali et al., 2022).

Pertencente à família Lamiaceae e ao gênero *Lavandula*, a espécie *Lavandula dentata* L. é originária do Mediterrâneo. Caracterizada como fanerógama perene, apresenta ampla adaptabilidade edafoclimática, demonstrando desenvolvimento pleno em regiões tropicais e solos brasileiros (Zuzarte et al., 2012). Com expressivo valor ornamental, é também explorada pela indústria farmacêutica e biotecnológica. Destacando o óleo essencial de *Lavandula dentata* que possui propriedades antibacterianas (Reis et al., 2022) e antifúngicas (Silva et al., 2024) já registradas.

Seu potencial bioativo como agente repelente e inseticida ocorre a partir da extração de seus metabólitos secundários, sendo o produto dessa extração, óleos essenciais e hidrolatos (Gonçalves e Romano, 2013). A eficácia no controle de vetores é fundamentada na presença de monoterpenos voláteis, que atuam como moduladores neurofisiológicos em insetos-alvo (WHO, 2005). Propriedades inseticidas foram evidenciadas por Pokajewicz e colaboradores (2023), e alto efeito larvicida foi associado a classe de monoterpenos e sesquiterpenos presentes nos óleos essenciais de *Lavandula*

(El-Kasem Bosly, 2022). As principais classes encontradas na composição do óleo essencial (OE) de *Lavandula dentata* correspondem aos monoterpenos e sequeiterpenos oxigenados e hidrocarbonados (Dob et al., 2005). Os óleos essenciais frequentemente são produzidos a partir do processo de hidrodestilação o que gera o hidrolato como subproduto. Até bem pouco tempo, o hidrolato era reconhecido como resíduo, sendo descartados, mesmo contendo substâncias aromáticas e compostos bioativos para diversas finalidades (Lima et al., 2006). Porém, atualmente tem sido utilizado como essência ou fragrâncias de produtos desinfetantes. Apesar deste aproveitamento, seu valor comercial permanece baixo, o que pode representar importante sustentabilidade econômica a partir de seu uso.

Hidrolatos também apresentaram ação larvicida, sendo eficazes no controle do *Aedes aegypti* (Santos et al., 2025), além de apresentarem rápida biodegradação, minimizando resíduos no ambiente, e consequentemente reduzindo toxicidade em mamíferos (Mercês et al., 2018). Dessa forma, o desenvolvimento de produtos naturais a base de hidrolatos pode representar importante estratégia natural para diminuir a resistência farmacológica, controlar a população de insetos vetores, e ainda favorecer a saúde pública e preservação do ambiente. Assim, o presente estudo objetivou avaliar atividade do hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd) sobre larvas de 3º e 4º instar de *Aedes aegypti*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Aedes aegypti*

Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) é originário do Egito e está distribuído nos trópicos e subtrópicos (Silvério et al., 2021) seu desenvolvimento é holometabólico, possuindo metamorfose completa: ovo, larva, pupa e adulto (Yang et. al, 2019). Em condições favoráveis, após a eclosão, o mosquito atinge a fase adulta em até 10 dias, já em condições desfavoráveis, os ovos podem permanecer no ambiente sem água por até 450 dias (Silvério et al, 2021). No contexto brasileiro, o *Aedes aegypti* é considerado o principal mosquito transmissor da dengue (Mendonça, 2020).

No Brasil, os primeiros casos clínicos foram registrados em 1916 ocorrendo na cidade de São Paulo, e a primeira epidemia confirmada no país ocorreu entre 1981 e 1982, em Roraima (Bezerra et al., 2021). Considerar seu desenvolvimento é essencial, pois cada fase do ciclo biológico apresenta diferentes resiliências em relação as condições desfavoráveis para seu desenvolvimento (Yang et al., 2019).

Por ser uma espécie antropofílica, o *Aedes aegypti* coexiste com as pessoas e se desenvolve preferencialmente em áreas urbanas e suburbanas, em países tropicais e subtropicais, facilitando o acesso aos humanos e favorecendo sua alimentação (Souza-Neto; Powell; Bonizzoni, 2019). Tendo quadruplicado sua incidência desde a década de 1970, a dengue agora representa grave ameaça para a população mundial. Sendo o principal meio de combate, o controle vetorial (Aljameeli, 2023).

A compreensão da ecologia do vetor e vírus é essencial para entender o comportamento da circulação viral da dengue (Mendonça, 2020). Em relação à dinâmica vetorial, é importante ressaltar que as mudanças climáticas podem aumentar eventos como secas e inundações o que tende a aumentar os focos artificiais de oviposição, pelo aumento de poças de remanescentes de água (Soek et al., 2023).

A abordagem mais eficaz para o controle dessas doenças é a eliminação do vetor, diminuindo assim a população dos mosquitos e minimizando o contágio. Diferentes alternativas existem para controlar a população de insetos vetores como métodos físicos, químicos, mecânicos e biológicos (Scott et al., 2018).

2.2 Inseticidas naturais

Produtos de origem vegetal têm se destacado entre os métodos alternativos ao controle químico convencional por ser considerado um método eficiente e seguro, capaz de conservar o equilíbrio do agroecossistema e podendo minimizar o uso de defensivos químicos (Santos et al., 2020).

As inovações dos métodos alternativos de controle de pragas têm sido favorecidas com os avanços científicos. O controle biológico proporciona acesso às tecnologias sustentáveis e a obtenção de produtos de qualidade que reduzam ou eliminam o uso de pesticidas sintéticos (Parra, 2023).

Os óleos essenciais são produtos complexos constituídos de substâncias voláteis, odoríferos e líquidos (Bizzo e Rezende, 2022), advindos de substâncias naturais de origem vegetal, portanto são considerados produtos com potenciais de biocontrole (Raveau; Fontaine e Sahraoui, 2020).

Os produtos químicos produzidos pelas plantas são classificados em dois grupos: metabólitos primários e secundários. Cada espécie vegetal possui constituintes diferentes em sua composição, sendo esse fator determinante das propriedades do óleo essencial (Gonçalves e Romano, 2013). Metabólitos primários são macromoléculas essenciais para a manutenção da vida da planta, sendo incluídos nesse grupo: glicídios, lipídios e proteínas (Simões, 2017). Os metabólitos secundários correspondem à macro e micromoléculas provenientes das rotas biossintéticas do metabolismo primário, apresentando baixo peso molecular e estrutura complexa, sendo encontrados em baixas concentrações nas plantas (Simões, 2017). Possuem diferentes atividades biológicas, como proteção dos órgãos vegetais contra micro-organismos fitopatogênicos, predadores diversos (Raveau; Fontaine e Sahraoui, 2020) e adversidades climáticas, e além disso apresentam propriedades capazes de evitar a herbivoria (Yang et al., 2019).

Metabólitos secundários são classificados em três grupos: compostos fenólicos, nitrogenados e terpenos (Taiz et al., 2022). Os terpenos, estruturalmente é a classe mais abrangente de produtos vegetais naturais. Terpeno deriva da palavra alemã *terpentin*, porque foram isolados pela primeira vez a partir da terebentina. Os terpenóides são classificados de acordo com o número de unidades de isopreno, C₅: hemiterpenos; C₁₀: monoterpenos; C₁₅: sesquiterpenos; C₂₀: diterpenos; C₃₀: triterpenos; C₄₀: tetraterpenos ou carotenoides; e unidades maiores: politerpenos (Yang et al., 2019). A classe majoritária dos metabólitos secundários corresponde aos monoterpenos, sendo

identificados 50 tipos, possuem baixo peso molecular e são comumente voláteis (Vizzoto; Krolow; Weber, 2010). Sesquiterpenos e diterpenos também são constituintes dos óleos essenciais (Yang et al., 2019), sendo a classe de sesquiterpenos os voláteis que auxiliam na defesa da planta contra pragas e doenças, atuando como fitoalexinas com ação antibiótica e de repelência (Vizzoto; Krolow; Weber, 2010).

Assim, devido à presença de monoterpenos, diterpenos e sesquiterpenos os óleos essenciais possuem propriedades inseticidas, acaricidas e larvicidas (Chellappandian et al., 2018); sendo esta última particularmente importante por determinar ação precoce inibitória sobre o ciclo reprodutivo dos insetos.

2.2.1 Óleo essencial

Segundo a norma 9235 da International Organization for Standardization (ISO, 2021) os óleos essenciais são definidos como produtos obtidos de matérias-primas de origem natural e vegetal submetidos a processos mecânicos, a partir do epicarpo de frutos cítricos, por destilação a vapor ou por destilação a seco. Essa definição é padronizada e seguida internacionalmente pela indústria e associações regulatórias do setor. Já os extratos voláteis são obtidos pelo uso de solventes, ceras e gorduras (Bizzo e Rezende, 2022).

As variações dos lotes e composição dos óleos essenciais são esperadas. Por se tratar de um produto natural, estão sujeitas as respostas do metabolismo secundário da planta (Bizzo e Rezende, 2022). Essas variações devem estar dentro das faixas de tolerância descritas na norma 9235 da International Organization for Standardization (ISO, 2021). O processamento do material vegetal, assim como o tipo de extração pode interferir nas propriedades biológicas dos óleos essenciais e hidrolatos (Cruz et al., 2015). Os métodos mais utilizados para produção dos óleos essenciais correspondem à hidrodestilação por arraste à vapor, extração por solventes, alta pressão e CO₂ supercrítico, que gera como subproduto o hidrolato. Assim, a padronização e qualidade desses produtos foram determinadas pela International Organization for Standardization (ISO).

Sendo derivados de plantas, os OEs apresentam alto custo-benefício sendo acessível na maioria dos países. É seguro para o uso humano e podem ser utilizados em áreas domésticas, esses produtos são promissores como inseticidas, visto que possuem potencial letal para as fases imaturas e maduras dos mosquitos (Njoroge; Berenbaum, 2019).

Óleos essenciais possuem metabólitos secundários com diferentes componentes bioativos que podem atuar diretamente sobre os insetos, promovendo seu controle. Propriedades inseticidas podem ser associadas a cânfora, acetato de linalila, linalol e eucaliptol, constituintes majoritários do óleo essencial de *Lavandula dentata*. No entanto, há uma lacuna científica sobre a bioatividade dos OEs de *L. dentata*, principalmente no que se refere ao controle de insetos (El-Abdali et al., 2022). Nos últimos anos, os óleos essenciais têm sido utilizados como opção alternativa aos inseticidas químicos sintéticos, principalmente por ser um produto caracterizado por compostos naturais de natureza lipofílica, de baixo peso molecular e alta volatilidade (Cartaxo et al., 2023). O que justifica a realização de pesquisas adicionais.

Em relação a resistência farmacológica nos insetos, os OE oferecem maior vantagem quando comparados aos inseticidas tradicionais, sendo naturalmente lipofílicos penetram com maior facilidade nas membranas celulares, interrompendo processos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais dentro do organismo (Sarma et al., 2019). Além disso são constituídos de componentes bioativos com combinações complexas, podendo atuar em múltiplos mecanismos do metabolismo, reduzindo a probabilidade dos mosquitos desenvolverem resistência farmacológica (Njoroge; Berenbaum, 2019).

2.2.2 Hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd)

Os hidrolatos também podem apresentar ação larvicida, sendo promissores no controle do *Aedes aegypti*, por serem subprodutos do processo de hidrodestilação dos óleos essenciais, correspondendo às soluções aquosas do respectivo óleo essencial que lhe deu origem. Seus compostos voláteis são hidrossolúveis e ricos em compostos bioativos (Baser e Buchbauer, 2012) pois durante a hidrodestilação o material vegetal tem contato direto com água em ebulição, favorecendo a liberação desses compostos, especialmente aqueles caracterizados como hidrofílicos (Cruz et al., 2015).

Cruz e colaboradores (2015) testaram hidrolatos obtidos de plantas do gênero *Croton* sobre larvas de *Aedes aegypti* e evidenciaram a atividade larvicida associada aos fenilpropanóides, monoterpenos e sesquiterpenos, presentes nos óleos essenciais da mesma espécie, essas substâncias podem estar associadas à ação larvicida.

Em contrapartida, a ação larvicida dos hidrolatos contra larvas de *Aedes aegypti*, demonstra alto potencial para o controle sustentável desse vetor (Cruz et al., 2015; Carvalho et al., 2015) considerando os aspectos relativos não somente à sustentabilidade ambiental, por serem produtos naturais, mas sobretudo pelos aspectos relativos à

sustentabilidade econômica, por serem subprodutos geralmente descartados ou subutilizados (Cruz et al., 2015; Carvalho et al., 2015). Mesmo que seja necessário o uso em maiores concentrações ou volume, quando comparados aos óleos, a grande vantagem econômica prevalece. Diante desse fator, a comercialização do hidrolato é economicamente sustentável quando comparado ao uso do seu respectivo óleo essencial (Carvalho et al., 2015).

Apesar de suas propriedades e crescente interesse por produtos naturais e sustentáveis, o uso dos hidrolatos ainda é limitado. A variabilidade química é influenciada pela espécie vegetal, condições de cultivo e método de obtenção, dificulta a tipificação e a aceitação comercial. Além disso, a ausência de regulamentações específicas para hidrolatos em muitos países cria incertezas sobre sua qualidade e segurança, restringindo sua inserção em mercados mais amplos (Adamuchio; Deschamps; Machado, 2017; Almeida et al., 2025).

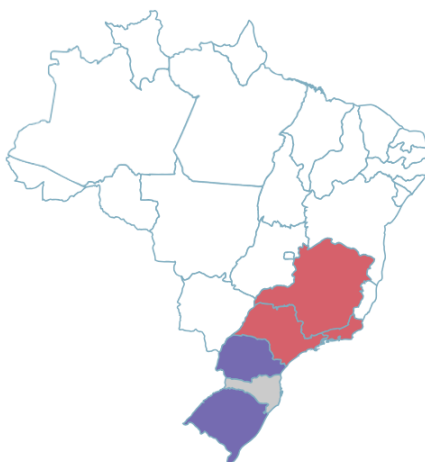
Outro desafio significativo é a falta de conhecimento técnico e científico sobre os hidrolatos, tanto por parte de produtores como de consumidores. Em suma, eles ainda são subvalorizados como produtos secundários de menor interesse comercial, enquanto a atenção do mercado permanece voltada para os óleos essenciais, limitando investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, necessários para comprovar seu potencial (Rao, 2012).

Por fim, a incorporação de hidrolatos em práticas sustentáveis reflete não apenas o aproveitamento integral dos recursos vegetais, mas também a valorização da biodiversidade e minimização da utilização de pesticidas sintéticos no combate a vetores.

2.3 *Lavandula dentata*

Pertencente à família Lamiaceae e ao gênero *Lavandula*, a espécie *Lavandula dentata* L., foi descrita por Linnaeus em 1753 na obra "*Species Plantarum*". O epíteto específico "dentata" deriva do latim e faz referência morfológica às suas folhas dentadas, sendo essa a principal característica da espécie. O táxon é classificado como: Reino Plantae, Classe Magnoliopsida e Ordem Lamiales (APG IV, 2016). De acordo com os dados de ocorrência registrados no sistema Re flora (Jardim botânico do Rio de Janeiro, 2026), a espécie ocorre nas regiões sul e sudeste do Brasil, evidenciando sua capacidade de aclimatização em biomas como mata atlântica e áreas de clima temperado (Figura 1).

Figura 1: Mapa de distribuição geográfica e ocorrência de *Lavandula dentata* L. no território brasileiro, destacado em vermelho a região sudeste e em roxo e cinza a região sul.



Fonte: Flora e Funga do Brasil (2026).

Morfológicamente, caracteriza-se por folhas sésseis e dentadas de coloração cinza-esverdeada e inflorescências do tipo espiga terminal, portando brácteas estéreis no ápice que podem ser observadas nos registros do *Herbari Virtual del Mediterrani Occidental* (2026), que destaca a coloração lilás intensa das inflorescências (FIGURA 2). Possui perfil fitoquímico com predominância de compostos canforados, responsáveis por propriedades biológicas e aromáticas distintas (DOB et al., 2005).

Figura 2: Características fenotípicas de *Lavandula dentata* L. e inflorescência em espiga e brácteas terminais.



Fonte: Herbari Virtual del Mediterrani Occidental (2026).

Com expressivo valor ornamental, é também explorada pela indústria farmacêutica e biotecnológica. O potencial bioativo na medicina tradicional e como

agente repelente e inseticida ocorre a partir da extração de seus metabólitos secundários, sendo o produto dessa extração, óleos essenciais e hidrolatos (Gonçalves e Romano, 2013).

Há estudos com a utilização de *Lavandula dentata* L. na bioprospecção de compostos larvicidas devido à sua adaptabilidade climática e perfil químico. Estudos recentes indicam que a variabilidade na composição de seus metabólitos secundários é influenciada pela genética, fatores abióticos e métodos de extração, como a hidrodestilação (Aljameeli, 2023).

Pesquisas avançadas em cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS) confirmam que o 1,8-cineol e a cânfora continuam sendo os compostos majoritários, porém, novos estudos destacam o papel adjuvante de sesquiterpenos minoritários na potencialização da toxicidade larval (Santos et al., 2025), sendo necessários estudos específicos para caracterizar quimicamente o perfil dos compostos e investigar a ação sinérgica dos mesmos.

2.4 Inovação no controle de *Aedes aegypti* e bioprodutos

No cenário atual da entomologia aplicada, a transição para métodos de controle ecológicos é impulsionada pela Agenda 2030 das Nações Unidas. O uso de hidrolatos, subprodutos da extração de óleos essenciais, tem ganhado destaque por sua menor toxicidade a organismos não-alvo e biodegradabilidade acelerada (Dusi et al., 2022). Adicionalmente, investigações recentes exploram o mecanismo de ação desses compostos sobre a enzima acetilcolinesterase larval por meio de ensaios de docking molecular, demonstrando uma afinidade de ligação superior dos componentes da *L. dentata* em comparação com isolados sintéticos (Ayala-Guerrero et al., 2025). Além disso, a literatura contemporânea enfatiza a importância de bioensaios padronizados para mitigar a resistência populacional, posicionando os derivados de *Lavandula* como candidatos promissores para formulações comerciais de biolarvicidas de baixo custo e alta eficácia.

3 REFERÊNCIAS

- ADAMUCHIO, L. G.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M. P. Aspectos gerais sobre a cultura da Lavanda (*Lavandula* spp.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 483-490, 2017.
- ALGAMDI, A. G.; MAHYOUB, J. A. Efficacy of certain conventional and non-conventional insecticides against a vector of dengue fever, the *Aedes aegypti* Mosquito in Saudi Arabia. *Entomological Research*, v. 52, n. 8, p. 345-355, 2022.
- ALJAMEELI, M. Larvicidal effects of some essential oils against *Aedes aegypti* (L.), the vector of dengue fever in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p. 103552, 2023.
- ALMEIDA, S. P. et al. Larvicidal and adulticidal activity of extracts and essential oil of *Hyptis dilatata* Benth against *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), *Anopheles* spp. and *Anopheles darlingi* Root, 1926. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 82, e233379, 2025.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- AYALA-GUERRERO, L. M. et al. Fumigant Toxicity of Essential Oils of the Lamiaceae Family Against *Spodoptera frugiperda* Larvae. *Insects*, [S. l.], v. 17, n. 2, 162, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects17020162>.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. CRC Press, 2012.
- BEZERRA, J. M. T. et al. Entry of dengue virus serotypes and their geographic distribution in Brazilian federative units: a systematic review. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 24, p. 10020, 2021.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. *Química Nova*, v. 45, n. 4, 2022.
- CARVALHO, K. S. et al. Atividade larvica dos extratos aquosos e do hidrolato das folhas de *Croton tetradenius* sobre o *Aedes aegypti*. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 308-316, 2015.
- CARTAXO, P. H. de A.; SANTOS, J. P. de O.; LOPES, G. N.; BATISTA, J. de L. Atraentes e repelentes para adultos de Diptera e Lepidoptera. *Vivências*, Erechim, v. 19, n. 39, p. 257-270, 2023. DOI: 10.31512/vivencias.v19i39.949.
- CHELLAPPANDIAN, M. et al. Botanical essential oils and uses as mosquitocides and repellents against dengue. *Environment International*, v. 113, p. 214-230, 2018.
- CRUZ, R. C. D. et al. Avaliação da atividade larvica de extratos aquosos e do hidrolato obtidos das folhas de *Croton argyrophyllus* sobre o *Aedes aegypti*. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 21, p. 2835, 2015.

- DOB, T. et al. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. **The International Journal of Aromatherapy**, n. 15, p. 110–114, 2005.
- DUSI, R. G. et al. Potential of garlic oil as a biopesticide against all *Aedes aegypti* life stages. **Industrial Crops and Products**, v. 181, p. 114780, 1 jul. 2022.
- EL-ABDALI, Y. et al. *Lavandula dentata* L.: Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antifungal and Insecticidal Activities of Its Essential Oil. **Plants** **2022**, Vol. **11**, Page **311**, v. 11, n. 3, p. 311, 25 jan. 2022.
- EL-KASEM BOSLY, H. A. Larvicidal and adulticidal activity of essential oils from plants of the Lamiaceae family against the West Nile virus vector, *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 8, 1 ago. 2022.
- GONÇALVES, S. e ROMANO, A. In vitro culture of lavenders (*Lavandula* spp.) and the production of secondary metabolites. **Biotechnology Advances**, v. 31, n. 2, p. 166-174, 2013.
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9235:2021**: Aromatic natural raw materials — Vocabulary. Geneva: ISO, 2021.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 23 abr. 2026.
- LIMA, J. B. P. et al. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates and pyrethroids, 2006. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 15, p. 1, 2006.
- LIMA, E. P. et al. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceará, Brazil. **Parasites and Vectors**, v. 4, n. 1, 2011.
- LUZ, T. R. S. A. et al. Essential oils and their chemical constituents against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvae. **Acta Tropica**, v. 212, p. 105705, 2020.
- MAULANA, S. et al. Larvicidal activity of *Lavandula* essential oils: a review. **International Journal of Mosquito Research**, v. 8, n. 4, 2021.
- MENDONÇA, F. A. Arboviroses: dengue, zika e chikungunya. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 1-5, 2020.
- MERCÊS, A. S. et al. Susceptibility of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to essential oils. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 15, n. 1, p. 45-52, 2018.
- NJOROGE, A. W.; BERENBAUM, M. R. Essential oils as green pesticides. **Annual Review of Entomology**, v. 64, p. 1-20, 2019.
- PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: state of art and perspectives. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 80, e20230080, 2023.
- POKAJEWICZ, K. et al. Biological Activities and Applications of Lavandin. **Molecules**, v. 28, 2023.

RAO, B. R. Hydrosols and water-soluble essential oils of aromatic plants: Future economic products. **Indian Perfumer**, v. 56, n. 3, p. 29-33, 2012.

RAVEAU, R. et al. Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, e365, 2020.

REIS, T. C.; PEREIRA, M. C.; GONÇALVES, C. P.; COSTA, F. E. de C. Avaliação do potencial antibacteriano e antifúngico do hidrolato e óleo essencial orgânicos de *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. e95111436076, 2022.

RIBEIRO, J. M. et al. Larvicidal activity of essential oils from Lamiaceae plants against *Aedes aegypti*. **Journal of Vector Ecology**, v. 46, n. 2, 2021.

SANTOS, A. B. da S. dos. et al. Essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* Blume and *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng as larvicides agents in front of the larvae of *Aedes aegypti*. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 22355–22369, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-413.

SANTOS, E. F. et al. Larvicidal Activity of Essential Oil, Hydrolate, and Aqueous Extract from Leaves of *Myrciaria floribunda* Against *Aedes Aegypti*. **Molecules**, v. 30, n. 15, 1 ago. 2025.

SARMA, R. et al. Essential oils as larvicidal agents against *Aedes aegypti*. **Experimental Parasitology**, v. 205, 2019.

SCOTT, J. G. et al. Resistance to insecticides in *Aedes aegypti*. **Pest Management Science**, v. 74, p. 1-10, 2018.

SENE, M. et al. Botanical insecticides for the control of *Aedes aegypti*. **Parasitology Research**, v. 120, p. 1-15, 2021.

SILVÉRIO, M. R. S. et al. **Plant natural products for the control of *Aedes aegypti*: The main vector of important arboviruses**. **Molecules MDPI AG**, , 1 ago. 2020.

SILVA, A. P. da; RODRIGUES, T. P.; KLAUCK, J. A. P.; RICARDO, L. L. Associação de antifúngicos comerciais com óleo essencial de *Lavandula dentata* L. frente à *Candida albicans* e *Candida tropicalis*. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos** , Brasil, São Paulo, v. 7, n. 14, p. e141251, 2024. DOI: 10.55892/jrg.v7i14.1251.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOEK, A. M. et al. Chemical composition of *Lavandula* hydrosols. **Journal of Essential Oil Research**, 2023.

SOUZA-NETO, J. A.; POWELL, J. R.; BONIZZONI, M. *Aedes aegypti* vector competence studies: A review. *Infection, Genetics and Evolution*, [S. l.], v. 67, p. 191-209, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.009>.

TAIZ, L.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A.; ZEIGER, E. Plant physiology and development. 7. ed. Oxford: Oxford University Press, 2022. Disponível em: <https://www.oxfordsciencetrove.com/view/10.1093/hesc/9780197614204.001.0001/isbn-9780197614204>.

VIZZOTTO, M. et al. Teor de óleos essenciais em lavanda. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 12, p. 1-5, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides**. Geneva: WHO, 2005.

YANG, Y. et al. Natural products for mosquito control. **Molecules**, v. 24, 2019.

ZULFA, A. et al. Essential oils of *Lavandula* species against mosquitoes. **Scientific Reports**, v. 12, 2022.

ZUZARTE, M. et al. Chemical composition and antifungal activity of *Lavandula* essential oils. **Molecules**, v. 17, 2012.

4 ARTIGO: HIDROLATO DE *LAVANDULA DENTATA* SOBRE LARVAS DE *Aedes Aegypti*

Resumo

O controle de arboviroses como Dengue, Zika e Chikungunya representa importante desafio para saúde pública, devido à resistência farmacológica do vetor *Aedes aegypti* aos inseticidas sintéticos convencionais. Nesse cenário, a busca por alternativas biodegradáveis e sustentáveis destaca os produtos de origem vegetal como fontes promissoras de bioinseticidas. A *Lavandula dentata*, adaptada ao clima brasileiro, apresenta em sua composição monoterpenos voláteis, que são associados a propriedades inseticidas e larvicidas. Assim, o presente estudo objetivou avaliar atividade do hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd) sobre larvas de 3º e 4º instar de *Aedes aegypti*. Os seguintes tratamentos foram avaliados em quintuplicada: HLd em concentrações variando de 15% a 50% (v/v); além do negativo (água destilada). Ovos, provenientes da Fiocruz, foram incubados e submetidos ao teste larvicida conforme Organização Mundial da Saúde, e a mortalidade foi contabilizada após 24 e 48 horas de exposição. Os resultados submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com validação pelo teste de qui-quadrado (χ^2). A regressão Probit foi utilizada para determinar as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. A atividade larvicida do HLd, em 24 horas, apresentou CL₅₀ de 28,13% e CL₉₀ de 40,53%. Após 48 horas, esses valores mantiveram-se estáveis, demonstrando rapidez do produto em atingir níveis letais. Além da eficácia biológica, o hidrolato demonstrou potencial para promover sustentabilidade econômica e ambiental, ao ser valorizado de subproduto de baixo custo a biolarvicida com rápida biodegradação.

Palavras-chaves: Biopesticidas. Culicidae. Dengue. Inseticidas botânicos. Lamiaceae.

Abstract

The control of arboviruses such as Dengue, Zika, and Chikungunya represents an important challenge for public health due to the pharmacological resistance of the vector *Aedes aegypti* to conventional synthetic insecticides. In this scenario, the search for biodegradable and sustainable alternatives highlights plant-derived products as promising sources of bioinsecticides. *Lavandula dentata*, adapted to the Brazilian climate, features volatile monoterpenes in its composition, which are associated with insecticide and larvicidal properties. Thus, the present study aimed to evaluate the activity of *Lavandula dentata* hydrolat (HLd) on 3rd and 4th instar larvae of *Aedes aegypti*. The following treatments were evaluated in quintuplicate: HLd in concentrations ranging from 15% to 50% (v/v), in addition to the negative control (distilled water). Eggs, provided by Fiocruz, were incubated and subjected to the larvicidal test according to the World Health Organization, and mortality was recorded after 24 and 48 hours of exposure. The results were submitted to the non-parametric Kruskal-Wallis test, with validation by the chi-square (χ^2) test. Probit regression was used to determine the lethal concentrations LC₅₀ and LC₉₀ and their respective 95% confidence intervals. The larvicidal activity of HLd at 24 hours presented an LC₅₀ of 28.13% and an LC₉₀ of 40.53%. After 48 hours, these values remained stable, demonstrating the product's rapidity in reaching lethal levels. In addition to biological efficacy, the hydrolat demonstrated potential to promote economic and environmental sustainability by being upvalued from a low-cost by-product to a biolarvicide with rapid biodegradation.

Keywords: Biopesticides. Culicidae. Dengue. Botanical insecticides. Lamiaceae.

INTRODUÇÃO

Insetos da família Culicidae apresentam importância epidemiológica, representando risco para a saúde pública. A dengue é provocada por sorotipos do vírus DENV que possui sorotipos distintos em genética e interações com o plasma sanguíneo (Khan et al., 2023). Os sorotipos são classificados de acordo com genótipos e regiões geográficas (Chen e Vasilakis, 2011), sendo eles: DENV-1 (I, II, III e IV genótipos), DENV-2 (classificados de acordo com a região de ocorrência), DENV-3 (I, II, III e IV genótipos) e DENV-4 (I, II, III e IV genótipos) e DENV-5. A transmissão para humanos ocorre a partir da picada da fêmea infectada de *Aedes aegypti*, sendo também o principal vetor responsável pela transmissão de arboviroses como Malária, Zika, Chikungunya e Febre Amarela Urbana (Souza-Neto; Powell e Bonizzoni, 2019). O combate ao mosquito é considerado importante estratégia dentre as medidas de combate (Silvério et al., 2020; Ribeiro et al., 2021; Aljameeli, 2023). Assim, epidemias de dengue exigem um programa eficaz de controle do vetor, sendo necessário realizar o monitoramento da resistência dos mosquitos aos inseticidas (Sene et al., 2021).

Inseticidas sintéticos tóxicos são usados desde as primeiras epidemias de dengue (Lima et al., 2011; Zara et al., 2016; Owusu-Asenso et al., 2022) e ainda são utilizados no combate ao vetor, atuando principalmente na fase larval do *Aedes aegypti* (Zulfa et al., 2022). Os usos prolongados desses inseticidas favorecem a resistência farmacológica mundialmente registrada (Maulana et al., 2021; Sene et al., 2021; Owusu-Asenso et al., 2022). Em relação ao *Aedes aegypti*, Algamdi e Mahyoub (2022) registraram resistência a quatro classes de inseticidas: piretroides, carbamatos, organofosforados e organoclorados. A resistência metabólica provoca alterações comportamentais e

fisiológicas no mosquito, ocorrendo devido ao tempo de exposição e concentração do princípio ativo (Sene et al., 2021).

Inseticidas naturais, de origem vegetal, contém metabólitos secundários que são promissores por serem biodegradáveis (Silvério et al., 2020), minimizando o impacto ambiental e não afetando organismos não-alvo. A cadeia produtiva desses metabólitos é de baixo custo e por serem de origem vegetal são de fácil acesso sendo opção segura e sustentável, favorecendo a produção agrícola nacional (Coelho et al., 2019). Assim, estão sendo cada vez mais investigados, pela crescente necessidade do desenvolvimento de inseticidas eficazes e ao mesmo tempo seguros para a população e ambiente (Luz et al., 2020; Silverio et al., 2020). Dentre os compostos secundários, o acetato de linalol tem sido frequentemente associado a ação inseticida e repelente (Holtz et al., 2024), além de possuírem propriedades antimicrobianas (El-Abdali et al., 2022).

Pertencente à família *Lamiaceae* e ao gênero *Lavandula*, a espécie *Lavandula dentata* é originária do Mediterrâneo. Caracterizada como fanerógama perene, apresenta ampla adaptabilidade edafoclimática, demonstrando desenvolvimento pleno em regiões tropicais e solos brasileiros (Zuzarte et al., 2012). Com expressivo valor ornamental, é também explorada pela indústria farmacêutica e biotecnológica. Destacando o óleo essencial de *Lavandula dentata* que possui propriedades diversas já comprovadas. Seu potencial bioativo como agente repelente e inseticida ocorre a partir da extração de seus metabólitos secundários, sendo o produto dessa extração, óleos essenciais e hidrolatos (Gonçalves e Romano, 2013).

A eficácia no controle de vetores é fundamentada na presença de monoterpenos voláteis, que atuam como moduladores neurofisiológicos em insetos-alvo (WHO, 2005). Propriedades inseticidas foram evidenciadas (Pokajewicz et al., 2023), e efeito larvicida associado a classe de monoterpenos e sesquiterpenos presentes nos óleos essenciais de

Lavandula (El-Kasem Bosly, 2022). Os óleos essenciais frequentemente são produzidos a partir do processo de hidrodestilação o que gera o hidrolato como subproduto. Até bem pouco tempo, o hidrolato era reconhecido como resíduo, sendo descartados, mesmo contendo substâncias aromáticas e compostos bioativos para diversas finalidades (Lima et al., 2006).

Hidrolatos também apresentaram ação larvícida, sendo eficazes no controle do *Aedes aegypti* (Santos et al., 2025), além de possuírem rápida biodegradação, minimizando resíduos no ambiente, e consequentemente reduzindo toxicidade em mamíferos (Mercês et al., 2018). Dessa forma, o desenvolvimento de produtos naturais a base de hidrolatos pode representar importante estratégia natural para diminuir a resistência farmacológica, controlar a população de insetos vetores, e ainda favorecer a saúde pública e preservação do ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia e propiciar a validação do uso do hidrolato de *Lavandula dentata* no controle do *Aedes aegypti*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O presente foi realizado na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Câmpus Luiz Meneghel (CLM), localizada em Bandeirantes na região norte do estado do Paraná (latitude 23.1067°S e longitude 50.3791°W).

Os bioensaios foram realizados no Laboratório do Núcleo de Ensino, Extensão e Pesquisa em Agroecologia, Sustentabilidade e Produção Orgânica (NEPASP) no CLM/UENP.

Obtenção do Hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd)

Por meio da parceria estabelecida entre o NEPASP e a empresa Ubuntu®, em 2022, o hidrolato de *Lavandula dentata* foi cedido pelo produtor. O hidrolato foi obtido por hidrodestilação de *Lavandula dentata* cultivada pela empresa PachaMama, em sistema Agroflorestal, em Ibiporã (PR).

Obtenção dos ovos

Os ovos de *Aedes aegypti* utilizados nos bioensaios foram adquiridos mediante solicitação formal ao Serviço de Referência em Vetores de Arboviroses do Instituto Aggeu Magalhães (FIOCRUZ-PE) que regula o fornecimento de espécimes de *Aedes aegypti* para fins de pesquisa científica e controle vetorial. Garantindo a procedência e linhagem dos ovos, mantendo a padronização genética e sanidade do material biológico.

Seleção de larvas 3º e 4º ínstar para bioensaios

Os ovos foram previamente observados em microscópio estereoscópio binocular para avaliar integridade e posteriormente transferidos para bandejas (polietileno branco, medindo 20x40cm) contendo um litro e meio de água destilada (WHO, 2005) para eclosão. Subsequentemente, as bandejas foram mantidas em estufa do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) com temperatura regulada em $27,5 \pm 1$ °C com fotoperíodo 12h (WHO, 2005). Após eclosão as larvas foram mantidas nas mesmas condições citadas e foram alimentadas com ração para peixes Alcon® até atingirem o terceiro instar e quarto ínstar.

Ao atingirem o estágio alvo (3º e 4º instar) de acordo com Consoli e Oliveira (1994), as larvas foram submetidas a critérios rigorosos de seleção e saúde. Aplicou-se o teste de fotofobia por meio de incidência luminosa artificial e os indivíduos que apresentaram resposta de fuga (fotofobia negativa) (Paiva et al., 2023) e motilidade ativa

foram considerados aptos, enquanto espécimes letárgicos foram descartados (WHO, 2005).

Bioensaio larvicida

Preconizado pelos protocolos da *World health organization* (2005) as larvas de terceiro e quarto instar foram mantidas por 24h em regime de privação alimentar, para evitar a interferência de matéria orgânica na biodisponibilidade do composto testado e assegurar que a mortalidade seja decorrente exclusivamente da ação do agente larvicida.

Para avaliação larvicida, a metodologia foi realizada conforme Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005). Em copos descartáveis foram adicionadas 25 mL das soluções em quintuplicada, de hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd), nas concentrações: 15; 23,75; 32,5; 41,25 e 50%, além do tratamento controle negativo (água destilada). Para cada repetição foram utilizadas 20 larvas, em terceiro e quarto instar de *Aedes aegypti*. Dessa forma, foram avaliadas 600 larvas no total.

Subsequentemente, os tratamentos foram incubados por 48h na BOD com temperatura $27,5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro (WHO, 2005).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software R (versão 4.3.1; R Core Team, 2023), por meio da interface RStudio, e as representações gráficas foram elaboradas com o pacote ggplot2. Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade de variâncias de Levene. Como os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade ($p < 0,05$) e homocedasticidade ($p < 0,05$), optou-se pela utilização de testes não paramétricos. Assim, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para avaliar diferenças entre as concentrações do hidrolato, com a

estatística baseada no qui-quadrado (χ^2). Quando detectadas diferenças significativas, foi realizado o teste post-hoc de Dunn, com correção de p-valores pelo método de Benjamini-Hochberg (BH), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

As concentrações letais necessárias para determinar mortalidade de 50% e 90% da população a ser avaliada (CL_{50} e CL_{90}) foram obtidas a partir da análise de Probit, utilizando o modelo de regressão logística para estimar a susceptibilidade das larvas de *Aedes aegypti* ao HLd em 24 e 48 horas.

RESULTADOS

A avaliação das diferentes concentrações do hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd) apresentaram relação dose-dependente. Em 24 horas de exposição, as concentrações de 41,25% e 50,00% (v/v) apresentaram alta eficácia (99,0% e 100,0%, respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Nas concentrações intermediárias de 23,75% e 32,50% foram registradas mortalidades de 30,0% e 53,0%, respectivamente.

No intervalo de 48 horas, observou-se progressão na letalidade para as concentrações intermediárias, a concentração de 23,75% apresentou 45% de mortalidade, enquanto a concentração de 32,50% atingiu 77,0% de mortalidade.

O controle negativo (água destilada) e a menor concentração testada (15,00%) apresentaram os menores índices de mortalidade em ambos os períodos, não diferindo entre si estatisticamente (Tabela 1). Importante ressaltar que o controle negativo não apresentou mortalidade, confirmando a ausência de interferências externas no bioensaio.

Tabela 1: Porcentagem de mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* submetidas à diferentes concentrações de hidrolato de *Lavandula dentata* no período de 24 e 48h.

Concentração (% v/v)	Mortalidade 24h (%)	Mortalidade 48h (%)
Controle (0%)	0,0 ^d	0,0 ^d
15,00%	5,0 ^d	10,0 ^d
23,75%	30,0 ^c	45,0 ^c
32,50%	53,0 ^b	77,0 ^b
41,25%	99,0 ^a	100,0 ^a
50,00%	100,0 ^a	100,0 ^a

*Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente (Dunn, $p > 0,05$).

Comparando os tempos de exposição, observou-se que no período de 24 horas, houve diferença altamente significativa ($\chi^2 = 28,079$; $df = 5$; $p < 0,001$), sendo registrados resultados semelhantes após 48 horas de exposição ($\chi^2 = 27,344$; $df = 5$; $p < 0,001$) (Tabela 2).

Tabela 2: Resultado do teste de Kruskal-Wallis para comparação da mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* submetidas a diferentes concentrações do hidrolato de *Lavandula dentata* nos períodos de 24 e 48 horas.

Período de Exposição	N	(χ^2)	(df)	(p-value)	Significância
24 Horas	30	28,079	5	$3,513 \times 10^{-5}$	$p < 0,001$
48 Horas	30	27,344	5	$4,882 \times 10^{-5}$	$p < 0,001$

N: total de unidades experimentais (6 concentrações x 5 repetições); (χ^2): Qui-quadrado; (df): Grau de Liberdade. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$.

As variações em função do tempo observado entre os tratamentos, apresentaram resultados significativos ($p < 0,001$). A análise de Kruskal-Wallis confirma que o potencial larvicida depende da concentração utilizada. Para identificar as concentrações que diferiram do controle negativo, utilizou-se o teste post-hoc de Dunn com ajuste de p-valor por Benjamini-Hochberg (BH).

No intervalo de 24h, as concentrações de 15% ($Z = -0,55$; $p = 0,6238$) e 23,75% ($Z = -1,65$; $p = 0,1647$) não apresentaram diferença estatística em relação ao controle. Já a concentração de 32,5% ($Z = -2,567$; $p = 0,0307$) apresentou diferença, sendo registrada a atividade larvicida a partir dessa concentração. Altos níveis de significância foram

atingidos em 41,25% ($Z = -3,85$; $p = 0,0008$) e 50% ($Z = -4,034$; $p = 0,0008$). Mesmo com níveis significativos em comparação ao controle, não houve diferença estatística significativa entre as concentrações de 41,25% e 50% ($Z = -0,183$; $p = 0,8545$), indicando o platô da eficiência em 41,25% (Tabela 3).

Tabela 3: Comparações múltiplas pareadas (Post-hoc de Dunn) entre as concentrações do hidrolato de *L. dentata* e o tratamento controle negativo após 24 horas de exposição.

Comparação entre concentrações [% v/v]	Estatística Z	Valor-p (Ajustado - BH)	Diferença Estatística
Controle - 15%	-0,55	0,6238	NS
Controle - 23,75%	-1,65	0,1647	NS
Controle - 32,5%	-2,567	0,0307	$p < 0,05$
Controle - 41,25%	-3,85	0,0008	$p < 0,05$
Controle - 50%	-4,034	0,0008	$p < 0,05$
41,25% - 50%	-0,183	0,8545	NS

Z: estatística do teste de Dunn; Valor-p (BH): probabilidade ajustada pelo método de Benjamini-Hochberg para múltiplas comparações; NS: não significativo; diferença estatística em relação ao controle ($p < 0,05$).

Os dados de 48 horas seguiram tendência similar de significância.

A análise de regressão Probit confirmou a alta suscetibilidade das larvas de *Aedes aegypti* às diferentes concentrações do HLd, exceto para 15%. Para o período de 24 horas, a concentração letal 50% (CL_{50}) foi estimada em 28,13% (IC 95%: 26,85 – 29,41) (v/v), enquanto a concentração necessária para eliminar 90% da população (CL_{90}) foi de 40,53% (IC 95%: 37,80 – 43,27) (v/v).

Após 48 horas de exposição, observou-se aumento na toxicidade do composto, com a redução dos valores das concentrações letais, a CL_{50} decresceu para 24,13% (IC 95%: 22,89 – 25,37) e a CL_{90} para 35,71% (IC 95%: 33,17 – 38,26) (Tabela 4).

Tabela 4: Valores de CL₅₀ e CL₉₀ (% v/v) do hidrolato de *Lavandula dentata* em larvas de *Aedes aegypti* nos períodos de 24 e 48 horas

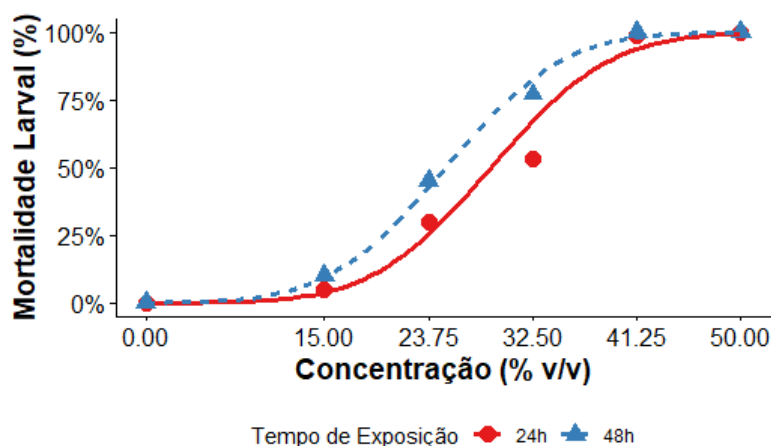
Período	Concentração letal	Estimativa (% v/v)	Erro Padrão	IC 95% (Inferior)	IC 95% (Superior)
24 Horas	CL ₅₀	28,13	0,65	26,85	29,41
	CL ₉₀	40,53	1,39	37,8	43,27
48 Horas	CL ₅₀	24,13	0,63	22,89	25,37
	CL ₉₀	35,71	1,29	33,17	38,26

CL₅₀ e CL₉₀: concentrações letais para 50% e 90% da população, respectivamente; IC 95%: Intervalo de Confiança a 95% de probabilidade (limites inferior e superior); Erro Padrão: erro padrão da média das estimativas.

Em 48 horas houve redução nas concentrações letais, evidenciando o efeito residual e a toxicidade progressiva dos compostos bioativos do hidrolato de *Lavandula dentata* sob as larvas, corroborado pelos índices de mortalidade total observados nas duas maiores concentrações (Tabela 1).

A Figura (1) evidencia a curva de concentração-mortalidade (modelo Probit) para as larvas de *Aedes aegypti*. Observa-se inclinação acentuada da curva entre as concentrações de 23,75% e 41,25%, intervalo no qual ocorre a transição CL₅₀ para CL₉₀. O deslocamento da curva de 48 horas para a região de menores concentrações em comparação à de 24 horas, demonstra efeito cumulativo da toxicidade.

Figura 1: Análise de regressão Probit demonstrando curva de mortalidade (dose-resposta) de larvas de *Aedes aegypti* em função do tempo e concentração de hidrolato de *Lavandula dentata*.



A comparação estatística entre as curvas dose-resposta confirmou que a toxicidade em 48h é significativamente superior à de 24h ($p < 0,001$), evidenciando o efeito residual e cumulativo do HLd sobre as larvas de *Aedes aegypti*.

Este perfil sigmoide é característico de substâncias bioativas, sugerindo que o hidrolato de *L. dentata* possui eficácia definida e altamente letal acima de 32,5% e que seu efeito residual é altamente eficaz quando testados em larvas de *Aedes aegypti* (Figura 2).

Figura 2: Larvas de *Aedes aegypti* mortas, observadas em microscópio estereoscópio, após tratamento com concentrações de hidrolato de *Lavandula dentata*.



Fonte: Autoria própria (2026)

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo com o hidrolato de *Lavandula dentata* (HLd) demonstrou atividade larvicida promissora. Os valores registrados com HLd superam os reportados por Da Rocha et al. (2026), que ao avaliarem o hidrolato da alga *Laurencia dendroidea* (% v/v) sobre larvas de 3º e 4º instar de *Aedes aegypti*, registraram CL₅₀ de 42,8% valor menor que o registrado para o presente estudo (CL₅₀ 28,13% e CL₉₀ 40,53%) com larvas da mesma espécie e instar.

Considerando a redução nos valores das concentrações letais em 48h, foi possível inferir que a toxicidade do HLd é dependente do tempo. Esse efeito cumulativo da toxicidade, corrobora com os achados de Machado et al. (2020), que ao testarem o

hidrolato de *Cyperus articulatus*, também verificaram que a mortalidade larval é potencializada com a exposição prolongada ao hidrolato. Contudo, a eficácia de *Lavandula dentata* em 24 horas mostrou-se superior à de *Cyperus articulatus*, cuja mortalidade total das larvas na concentração de 50% (% v/v), foi atingida após sete dias de exposição contínua. Diferentemente, para o presente estudo o HLd a 50% determinou 100% de mortalidade larval.

A eficácia observada para HLd pode ser atribuída à presença de constituintes químicos voláteis que permanecem na fase aquosa após a hidrodestilação. Trabalhos como os de Dob et al. (2005) e Martins et al. (2019) caracterizam a *L. dentata* pela presença de compostos como 1,8-cineol e cânfora. A ação desses monoterpenos no sistema nervoso dos insetos, está frequentemente associada à inibição da enzima acetilcolinesterase, mecanismo provável para a mortalidade observada, assemelhando-se aos resultados discutidos por Luz et al. (2020) sobre óleos essenciais da família *Lamiaceae*.

Óleos essenciais de *Lavandula spp* sobre larvas de *Culicidae* também apresentaram efeitos larvicidas, como no trabalho de El-Akhal et al. (2021). Esses pesquisadores registraram efeito larvicida do óleo essencial de diferentes espécies de lavanda em larvas de *Culex pipiens* e observaram CL₅₀ de 2,670 ppm (0,267%) para *Lavandula dentata*. Aljameeli (2023) avaliou diferentes espécies de plantas e seus efeitos em larvas de *Aedes aegypti* registrando a CL₅₀ 29.818 ppm (2,98%) com óleo essencial de *Lavandula spp*. El-Kasem Bosly (2022) avaliou o óleo essencial de *Lavandula angustifolia* em larvas de *Culex pipiens* e verificou CL₅₀ 301,1 ppm (0,030%).

Embora a literatura frequentemente foque nos óleos essenciais (El-Abdali et al., 2022; Aljameeli, 2023), o uso do hidrolato apresenta vantagens adicionais. Almeida et al. (2024) associaram a eficácia dos hidrolatos às moléculas orgânicas oxigenadas que

são frações hidrossolúveis de compostos voláteis, que mantêm propriedades inseticidas dispersas em água e, ao contrário dos óleos essenciais hidrofóbicos descritos por Baser e Buchbauer (2012), o hidrolato de *L. dentata* é hidrossolúvel.

A hidrossolubilidade facilita sua aplicação direta em criadouros domésticos, reduzindo custos (Rao, 2012). Apesar do óleo essencial ser ativo em doses menores (ppm), a aplicação do hidrolato em porcentagem (% v/v) é compensada pela solubilização em água, dispensando uso de solubilizantes químicos. O hidrolato também apresenta alto custo-benefício comparado ao seu óleo essencial correspondente. O valor comercial de 200 mL do hidrolato de *Lavandula dentata* corresponde à R\$ 26,00, enquanto que o mesmo volume de seu óleo essencial é comercializado por R\$ 840,00, ou seja, apresenta um custo 3.130,77% mais alto que o hidrolato (PACHAMAMA AGROECOLOGIA, 2026).

O hidrolato de *L. dentata*, como agente larvicida, pode representar um insumo de baixo impacto ambiental, minimizando riscos aos organismos não-alvo, conforme sugerido por Pino-Otín et al. (2019) em estudos com *Lavandula luisieri*. Adicional benefício do hidrolato de *L. dentata* refere-se à utilização do subproduto proveniente da hidrodestilação de óleos essenciais, alinhando-se com os objetivos de desenvolvimento sustentáveis estabelecidos pela Agenda 2030 (ONU, 2015), assim como os princípios do controle biológico frequentemente preconizados nas diferentes regiões brasileiras (Parra, 2023).

Em suma, os valores de CL₅₀ e CL₉₀ obtidos no presente estudo evidencia o potencial do hidrolato de *L. dentata* como agente larvicida eficaz contra larvas de *Aedes aegypti*. Sua capacidade letal é significativa em concentrações diluídas em água, sugerindo sua integração em programas de manejo de vetores, especialmente em áreas

onde a resistência a organofosforados e piretróides é realidade (Mashlawi et al., 2022; Sene et al., 2021).

CONCLUSÃO

O hidrolato de *Lavandula dentata*, mesmo diluído, apresentou atividade larvicida em larvas de *Aedes aegypti*. Esses resultados corroboram sua eficácia como biolarvicida e destacam seu potencial como alternativa sustentável para o controle de vetores, incluindo possível substituição de inseticidas sintéticos. Para validar seus efeitos e propiciar a substituição dos inseticidas convencionais se faz necessário estudos adicionais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço ao produtor Onaur Ruano da Pachamama Agroecologia por ter disponibilizado o hidrolato. E agradeço ao SRCCV (Serviço de Referência para o Controle de Culicídeos Vetores) do Departamento de Entomologia do IAM (Instituto Aggeu Magalhães - FIOCRUZ/PE) por disponibilizar os ovos de *Aedes aegypti*. E aos integrantes do NEPASP que me ajudaram no desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

ALGAMDI, Abdullah G.; MAHYOUB, Jazem A. Efficacy of certain conventional and non-conventional insecticides against a vector of dengue fever, the *Aedes aegypti* Mosquito in Saudi Arabia. *Entomological Research*, v. 52, n. 8, p. 345-355, 2022.

ALJAMEELI, Mohammed. Larvicidal effects of some essential oils against *Aedes aegypti* (L.), the vector of dengue fever in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p. 103552, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103552>.

ALMEIDA, H. H. S.; FERNANDES, I. P.; AMARAL, J. S.; RODRIGUES, A. E.; BARREIRO, M.-F. Unlocking the Potential of Hydrosols: Transforming Essential Oil Byproducts into Valuable Resources. *Molecules*, v. 29, n. 19, 4660, p. 1-56, set. 2024. DOI: [10.3390/molecules29194660](https://doi.org/10.3390/molecules29194660).

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. Handbook of essential oils. Science, technology, and applications CRC Press, 2012.

CHEN, R.; e VASILAKIS, N. Dengue-Quo tu et quo vadis? *Viruses*, set. 2011.

COELHO, A. G.; LEAL, E. R. e DE VASCONCELOS, J. F. S. Emprego de óleos essenciais como matéria-prima para a produção de repelentes de insetos. *Revista Contexto & Saúde*, v. 19, n. 37, p. 178–182, 17 dez. 2019.

CONSOLI, R. A. G. B. e OLIVEIRA, R. L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 228 p., 1994.

DA ROCHA, S. K. L. et al. Larvicidal activity, oviposition deterrence, enzymatic test and docking of essential oil of *Laurencia dendroidea* (Rhodophyta, Ceramiales) for control of the mosquito *Aedes aegypti* L. *Algal Research*, v. 93, 104498, jan. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2025.104498>.

DOB T., DAHMANE D.; TAYEB B. e CHELGHOUM C. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. *The International Journal of Aromatherapy* n.15, p.110–114, 2005.

EL-ABDALI, Y. et al. *Lavandula dentata* L.: Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antifungal and Insecticidal Activities of Its Essential Oil. *Plants*, Basel, v. 11, n. 3, 311, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants11030311>

EL-AKHAL, F. et al. Chemical composition and larvicidal activity of *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia* and *Lavandula dentata* spp. *dentata* essential oils against *Culex pipiens* larvae, vector of West Nile virus. *Psyche: A Journal of Entomology*, v. 2021, 2021.

EL-KASEM BOSLY, H. A. Larvicidal and adulticidal activity of essential oils from plants of the *Lamiaceae* family against the West Nile virus vector, *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 29, n. 8, 1 ago. 2022.

GONÇALVES, S. and ROMANO, A. In vitro culture of lavenders (*Lavandula spp.*) and the production of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, v. 31, n. 2, p. 166-174, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.09.001>.

HOLTZ, F. G.; ZAGO, H. B.; ATAÍDE, J. O.; DAMASCENA, A. P.; HUVER, A.; DEOLINDO, F. D.; HOLTZ, A. M.; SANTOS, M. R. Toxicity and repellency of essential oils against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae). *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 8, p. 9353, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-171.

KHAN, M. B. et al. Dengue overview: An updated systemic review. *Journal of Infection and Public Health*, Elsevier Ltd, 2023.

LIMA, E. P. et al. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceará, Brazil. *Parasites and Vectors*, v. 4, n. 1, 2011.

LIMA, M. G. A.; MAIA, I. C. C.; SOUZA, B. D.; MORAIS, S. M.; FREITAS, S. M. Effect of stalk and leaf extracts from *Euphorbiaceae* species on *Aedes aegypti* (diptera, culicidae) larvae. *Revista Inst. Med. trop. S. Paulo*, v. 48, n. 4, p. 211–214, 2006.

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

MACHADO, I. R.; MENDES, K. R.; DE PAULA, A. R.; ARÉVALO, M. R.; SILVA, A. S.; BARATA, L. E. S. Priprioca (*Cyperus articulatus* var. *nodosus*, Cyperaceae) Hydrolate as Larvicidal against *Aedes aegypti*. *Biodiversidade Brasileira*, Brasília, v. 10, n. 3, p. 91-98, 2020.

MARTINS, R. de P. et al. Chemical characterization of *Lavandula dentata* L. Essential oils grown in Uberaba-MG. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 49, n. 8, e20181033, 2019.

MASHLAWI, A. M. et al. Molecular analysis of knockdown resistance (kdr) mutations in the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* populations from Saudi Arabia. *Parasites & Vectors*, v. 15, e375, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05525-y>.

MAULANA, S., et al. Pengaruh biolarvasida daun tanaman sebagai kontrol vektor nyamuk *Aedes aegypti* penyebab demam berdarah: literature review. *Jurnal medika hutana*, v. 978-989, 2021.

MERCÊS, P. F. F.; BESSA, C. M. A. S.; MALAFIA, C. B.; CÂMARA, C. A. G.; SILVA, M. M. C. Caracterização fitoquímica e avaliação do potencial acaricida e inseticida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. var. *courbaril* sobre o ácaro-rajado e o gorgulho do milho. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v.3 p. 417-428, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>

OWUSU-ASENSO, C. M. et al. Spatiotemporal distribution and insecticide resistance status of *Aedes aegypti* in Ghana. *Parasites and Vectors*, v. 15, n. 1, 1 dez. 2022.

PAIVA, W. V. M. et al. Development of *Aedes aegypti* L. under the action of light radiation at different wavelengths. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, v. 45, 22 mar. 2023.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: state of art and perspectives. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 80, e20230080, 2023.

PINO-OTÍN, M. R. et al. Ecotoxicity of a new biopesticide produced by *Lavandula luisieri* on non-target soil organisms from different trophic levels. *Science of the Total Environment*, v. 671, p. 83–93, 25 jun. 2019.

POKAJEWICZ, K. et al. *Lavandula x intermedia*—A Bastard Lavender or a Plant of Many Values? Part II. Biological Activities and Applications of Lavandin. *Molecules*, 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Versão 4.3.1. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RAO, B. R. Hydrosols and water-soluble essential oils of aromatic plants: Future economic products. *Indian Perfum*, v. 56, n. 3, p. 29-33, 2012.

RIBEIRO, M. S.; Ferreira, D. F.; Azevedo, R. C.; Santos, G. B. G.; Andrade, M. R. et al. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de saúde pública*, v. 37, 2021.

SANTOS, E. F. et al. Larvicidal activity of essential oil, hydrolate, and aqueous extract from leaves of *Myrciaria floribunda* against *Aedes aegypti*. *Molecules*, v. 27, n. 13, e4181, 2025.

SENE, N. M.; MAVRIDIS, K.; NDIAYE, E.; DIAGNE, C. T.; GAYE, A.; NGOM, E. H.; BA, Y.; DIALLO, D.; VONTAS, J.; DIA, I.; DIALLO, M. Insecticide resistance status and mechanisms in *Aedes aegypti* populations from senegal. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 15, n. 5, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009393>

SILVÉRIO, M. R. S., ESPINDOLA, L. S., LOPES, N. P e VIEIRA, P. C. Plant natural products for the control of *Aedes aegypti*: The main vector of important arboviruses. *Molecules*, 2020. <https://doi.org/10.3390/molecules25153484>

SOUZA-NETO, J. A.; POWELL, J. R.; BONIZZONI, M. *Aedes aegypti* vector competence studies: A review. *Infection, Genetics and Evolution*, [S. l.], v. 67, p. 191-209, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.009>.

UBUNTU PACHAMAMA. Loja. Ibiporã-PR, 2026. Disponível em: <https://pachamamaagroecologia.com.br/loja/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. Geneva: WHO, 2005. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/69101>

ZARA, A. L. DE S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil, 2016.

ZULFA, R. et al. Updating the Insecticide Resistance Status of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. Tropical Medicine and Infectious Disease. MDPI, 1 out. 2022.

ZUZARTE, M. et al. *Lavandula luisieri* essential oil as a source of antifungal drugs. Food Chemistry, v. 135, n. 3, p. 1505-1510, 2012.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA

ANEXO A

Artigo Publicado



REVISTA
OBSERVATORIO
DE LA ECONOMÍA
LATINOAMERICANA

ISSN 1696-8352
revista@observatoriolatinoamericano.com

DECLARAÇÃO

OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, ISSN 1696-8352, declara para os devidos fins, que o artigo intitulado **Plantas medicinais como estratégias de controle do *Aedes aegypti*: integrando ações participativas em educação ambiental e em saúde** de autoria de Vitor Hugo do Nascimento Gobatto, Marcus Vinicius da Silva Rodrigues, Jenifer Milena Cavalheiro Vicentin, Isadora dos Santos Alves, Laura Bertolaso de Vecchi, Pedro Vitor Vaz Sartori, Willian Ortega Gonçalves, Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto, foi publicado no v.23, n.12, de 2025.

A revista é on-line, e os artigos podem ser encontrados ao acessar o link:

<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/issue/view/59>

DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n12-045>

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

Curitiba, 9 dezembro 2025

