



Atividade do óleo essencial de *Varrovia curassavica* Jacq. (Boraginaceae) contra *Aedes* spp. (Diptera: Culicidae)

Insecticidal activity of *Varrovia curassavica* Jacq essential oil. (Boraginaceae) on larvae of *Aedes* spp. (Diptera: Culicidae)

G. G. Pereira^{1*}; F. R. Azevedo²; D. M. A. F. Navarro³; E. F. Santos³;
S. R. Tintino⁴; C. D. M. Oliveira-Tintino⁵; E. L. Cândido²;
J. W. Almeida-Bezerra⁴; J. R. L. Silva¹

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável – PRODER, Universidade Federal do Cariri (UFCA), 63048-080, Crato-CE, Brasil

²Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Laboratório de Entomologia, Universidade Federal do Cariri (UFCA), 63048-080, Crato-CE, Brasil

³Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 50670-901 Recife-PE, Brasil

⁴Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri (URCA), 63105-000, Crato-CE, Brasil

⁵Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular, Universidade Regional do Cariri (URCA), 63105-000, Crato-CE, Brasil

*ginna.goncalves27@gmail.com
(Recebido em 20 de janeiro de 2025; aceito em 23 de julho de 2025)

Os inseticidas químicos sintéticos ainda são amplamente utilizados como principal forma de controle do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, chikungunya, febre amarela urbana e Zika. Apesar de eficazes, esses produtos causam sérios impactos ambientais e à saúde humana. Como alternativa, os inseticidas botânicos têm ganhado destaque por apresentarem menor toxicidade. Este estudo avaliou o potencial larvicida do óleo essencial de *Varrovia curassavica* Jacq. (erva-baleeira) contra larvas de *Aedes* spp.. Foram realizados bioensaios com 20 larvas em copos descartáveis contendo 25 mL de soluções do óleo em quatro concentrações diferentes, com quatro repetições cada. Utilizou-se um controle positivo com o inseticida sintético piriproxifeno (0,00001%) e um controle negativo com água destilada. Como emulsificante, foi utilizado dimetilsulfóxido (DMSO) a 1%. A análise química do óleo revelou predominância de sesquiterpenos, com destaque para o (E)-cariofileno como composto majoritário, além do biciclogermacreno e δ-cadineno. Na concentração de 0,125%, o óleo causou 100% de mortalidade larval em 24 horas. Em 0,0625%, a mortalidade foi de 77,5% (24h), 96,3% (48h) e 100% (72h). Na concentração de 0,0312%, observou-se mortalidade de 63,7%, 90% e 95% nas mesmas faixas de tempo. Já na menor concentração (0,0156%), a mortalidade foi de 37,5%, 51,2% e 25,5%, respectivamente. Os resultados evidenciam o efeito larvicida promissor do óleo essencial de *V. curassavica*, especialmente por se tratar de uma planta ainda pouco explorada com esse propósito.

Palavras-chave: saúde pública, inseto vetor, inseticidas botânicos.

Synthetic chemical insecticides are still widely used as the primary method of controlling the mosquito *Aedes aegypti*, the main vector of dengue, chikungunya, urban yellow fever, and Zika viruses. Although effective, these products cause serious environmental damage and pose risks to human health. As an alternative, botanical insecticides have gained attention for their lower toxicity. This study evaluated the larvicidal potential of the essential oil of *Varrovia curassavica* Jacq. (commonly known as "erva-baleeira") against *Aedes* spp. larvae. Bioassays were conducted using 20 larvae per disposable cup, each containing 25 mL of essential oil solutions at four different concentrations, with four replicates per concentration. A positive control with the synthetic insecticide pyriproxyfen (0.00001%) and a negative control with distilled water were used. Dimethyl sulfoxide (DMSO) at 1% was used as an emulsifier. Chemical analysis of the oil showed a predominance of sesquiterpenes, with (E)-caryophyllene as the major compound, followed by bicyclogermacrene and δ-cadinene. At the highest concentration (0.125%), the oil caused 100% larval mortality within 24 hours. At 0.0625%, mortality rates were 77.5% (24h), 96.3% (48h), and 100% (72h). At 0.0312%, mortality was 63.7% (24h), 90% (48h), and 95% (72h). At the lowest concentration (0.0156%), mortality rates were 37.5%, 51.2%, and 25.5% over the same time intervals. These results highlight the promising larvicidal effect of *V. curassavica* essential oil in controlling *Aedes* spp., especially considering the novelty of this data for this plant species.

Keywords: public health, vector insect, botanical insecticides.

1. INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) é de grande interesse à saúde pública por ser o principal transmissor dos vírus da dengue (DENV), Zika (ZIKV), chikungunya (CHIKV) e o vírus da febre amarela urbana (YFV) [1]. Segundo dados da Secretaria da Saúde do Ceará – SESA, até julho de 2024 foram notificados 46.973 casos de arboviroses no estado, destes, 44.331 de dengue, 680 de chikungunya e 1.962 de Zika no estado do Ceará [2].

Nessa conjuntura, o controle populacional de *Ae.aegypti* é comumente realizado com inseticidas químicos sintéticos. No entanto, esses causam danos à saúde humana e contaminação do meio ambiente. Embora o uso frequente desses inseticidas sejam eficazes, traz prejuízos a longo prazo, uma vez que selecionam populações resistentes de mosquitos, além de serem prejudiciais ao ambiente e à saúde pública [3, 4].

Assim, Tasca et al. (2023) [5] citam que uso de inseticidas naturais, como óleos essenciais de plantas, é uma alternativa sustentável para minimizar esses danos. O Brasil possui uma das maiores biodiversidades vegetais do planeta, sendo a Caatinga um domínio fitogeográfico exclusivamente brasileiro, rico em diversidade e endemismo, cujas plantas possuem uma gama de compostos bioativos que se mostram promissores para a produção de fármacos [6], dentre eles, os que possuem atividades inseticidas sobre *Ae.aegypti*. Os efeitos inseticidas podem ser observados por meio de testes com óleos essenciais das plantas, extraídos das partes aéreas, caules, sementes ou raízes, constituindo metabólitos secundários voláteis [7].

Entre as plantas da Caatinga que possuem efeito larvicida contra *Aedes* spp., destaca-se a *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, que possui compostos fenólicos e taninos, atuando na interrupção da absorção de alimentos e desenvolvimento das larvas [8]. Teixeira et al. (2024) [9] também constatam uma mortalidade significativa das larvas de *Aedes* spp. em 12 horas de exposição ao óleo essencial de *Croton tiglium* Baill.. Nunes et al. (2022) [10] destacam que os compostos de *Jatropha gossypiifolia* L. causam alterações morfológicas e mortalidade nas larvas de *Aedes* spp. já nas primeiras horas de exposição. Em testes com *Passiflora cincinnata* Mast., Santos et al. (2024) [11] constatam a presença de flavonoides e taninos, apresentados como responsáveis pelos efeitos tóxicos em larvas de *Aedes* spp. Outra espécie da Caatinga que mostrou-se promissora como larvicida natural foi a *Ruellia asperula* (Mart. & Nees) [8].

Rodrigues et al. (2023) [12] destacam que a *Varroa curassavica* Jacq., tem uso tradicional no Brasil e, popularmente conhecida como anti-inflamatória, tendo seu uso reconhecido em programas do Sistema Único de Saúde. Além dos efeitos farmacológicos, Oliveira et al. (2019) [13] ainda destacam que o óleo essencial da planta é eficaz no controle de formigas e mosquitos vetores, respectivamente. Dessa forma, com a presente pesquisa, buscou-se avaliar o efeito larvicida do óleo essencial de *Varroa curassavica* (erva-baleeira) sobre o *Aedes* spp., alcançando dados inéditos para esta espécie vegetal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção do material vegetal e identificação botânica

A coleta do material vegetal foi realizada no município de Jardim – Ceará (CE), Brasil (3°27'27"S; 39°3'3"W e 648 m de altitude) na região do Cariri, zona rural, sítio Gravatá, onde a espécie vegetal é abundante, sob número de licença de autorização para atividades com finalidade científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) 88370-1. Foram coletadas apenas as folhas de quinze indivíduos diferentes, entre os horários de 7:00 às 11:00 da manhã, para evitar a perda de compostos voláteis. A identificação botânica foi feita por Maria Arlene Pessoa da Silva, no Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima (HCDAL) da Universidade Regional do Cariri (URCA), campus Crato – Ceará (CE), sob o número de exsicata 15.291.

2.2 Local das pesquisas

As pesquisas foram conduzidas no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Cariri, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), no Crato-CE, sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa do ar ($70 \pm 10\%$), obtida por meio de um

termo higrômetro e fotofase de 12 horas em uma câmara climatizada do tipo B.O.D.(Demanda Bioquímica de Oxigênio), marca Eletrolab, EL202, São Paulo, Brasil.

2.3 Extração do óleo essencial de *Varrovia curassavica* e caracterização fitoquímica

O material vegetal de *Varrovia curassavica* (OEVC) foi armazenado em sacos plásticos escuros e, posteriormente, colocadas para secar à sombra por dois dias, para uma melhor obtenção do rendimento do óleo. Após este período, foram levadas para o Laboratório de Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Regional do Cariri (URCA), onde foi triturado com o auxílio de um triturador doméstico para obter melhor rendimento de óleo e pesado em uma balança de precisão AD2000 2010g - 0,01g Marte. Foram obtidos 471 g do material triturado.

O óleo essencial foi extraído pelo método de hidrodestilação em aparelho destilador da marca Rlabor, modelo Clevenger, sendo ao todo duas extrações. O rendimento do óleo essencial foi calculado baseado na relação massa/massa, obtida por meio do cálculo de densidade a partir do volume de cada óleo obtido por massa (g) da planta em estudo utilizada na extração [14].

As análises fitoquímicas do óleo essencial foram feitas no laboratório de química fundamental da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife-PE, via cromatografia gasosa acoplada ao espectro de massas (GC-MS). O equipamento utilizado nas análises via GC-MS foi do tipo quadrupolo Agilent, modelo 5977B, equipado com uma coluna capilar de sílica fundida HP-5ms não polar (Agilent J&W) (30 m × 0,25 mm i. d.; espessura do filme 0,25 mm).

2.4 Obtenção dos ovos e larvas de *Aedes spp.*

A coleta dos ovos do mosquito foi realizada no mês de abril de 2022. Foi realizada uma campanha com 30 armadilhas de oviposição, conhecidas como ovitrampas, instaladas no domicílio e peridomicílio de pontos estratégicos localizados no bairro Vila Alta ($7^{\circ}14'03''S$ $39^{\circ}24'34''W$), no município do Crato. A ovitrampa foi composta por um pequeno vaso preto, na qual foi colocado 298 mL de água da rede de abastecimento municipal e 2 mL da uma solução atrativa (6g de levedo de cerveja dissolvidos em 50 mL de água), além de uma palheta de Eucatex (10 x 3 cm) de textura porosa para a fixação dos ovos, fixada ao vaso por um prendedor de madeira. As armadilhas permaneceram por 10 dias, enquanto a solução e as palhetas foram trocadas após cinco dias.

Em seguida, os ovos coletados nas palhetas foram contados manualmente no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Cariri, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), Crato-CE, através de uma lupa estereomicroscópio binocular da marca Tecnival, modelo SQZ, e armazenados em bandejas plásticas forradas e cobertas com papel toalha. Para a eclosão, os ovos foram submersos em água e deixados à temperatura ambiente por cinco dias. As palhetas foram retiradas e as larvas alimentadas com ração para peixe Alcon Pet® até atingirem o 2º e 3º estádio (L₂ e L₃).

2.5 Avaliação larvicida do óleo essencial de *Varrovia curassavica*

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Conforme Silva et al. (2017) [15], com modificações, foram utilizadas as concentrações do óleo a 0,125; 0,0625; 0,0312 e 0,0156%, pelo controle negativo (água destilada) e o controle positivo (piriproxifeno na dosagem comercial de 0,001g/L). As larvas foram transferidas para copos plásticos descartáveis de 50 mL com o auxílio de uma pipeta de Pasteur. Cada recipiente possuía um volume de 25 mL e quatro réplicas com 20 larvas cada. Como emulsificante do óleo, foi utilizado o DMSO (dimetilsulfóxido) a 1%, adicionado também ao controle negativo. Após os períodos de 24, 48 e 72 horas de exposição das larvas aos tratamentos, foi observada a mortalidade, sendo consideradas mortas aquelas que não reagirem ao estímulo mecânico de um pincel fino. Foram avaliadas também as Concentrações Letais (CL) CL₁₀ (mínima), CL₅₀ (média) e CL₉₀ (máxima) do óleo sobre as larvas nos tempos de 24h, 48h e 72h, após tratamento com OEVC.

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) de uma via e post hoc de Dunnett, sendo considerados significativos valor $p < 0,05$. Também realizou-se uma regressão linear, cujos dados foram apresentados por meio de gráficos de dispersão, com Coeficientes de

correlação de Pearson (*r*) para verificar correlação positiva, onde valores mais próximos de 1 indicam correlação positiva forte, no software GraphPad Prism 5.0. A eficiência dos tratamentos foi avaliada pela fórmula de Abbott (1925) [16], que leva em consideração o número de larvas mortas e o número de indivíduos vivos em cada tratamento.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização fitoquímica do óleo essencial de *Varrovia curassavica*.

O óleo essencial obtido a partir da trituração e hidrodestilação das partes aéreas secas (a temperatura ambiente) da planta *V. curassavica* apresentou rendimento de 1,6 %.

Na análise fitoquímica foi possível quantificar 37 constituintes. Destes, 34 foram identificados, todos do grupo dos sesquiterpenos. O composto majoritário foi o (E)-Cariofileno, com conteúdo médio de 21,44%, e os constituintes secundários foram o Biciclogermacreno e δ-Cadinene, com 19,31 e 9,40% de conteúdo médio, respectivamente, como mostra a Tabela 1.

*Tabela 1: Constituintes do óleo essencial de *Varrovia curassavica* (OEVC), identificados na análise fitoquímica.*

Composto	Índice de retenção calculado	Índice de retenção da literatura*	Conteúdo médio (%)	S.D.
α-copaene	1373	1374	0,13	0,01
β-bourbonene	1382	1387	0,21	0,02
β-elemene	1389	1389	2,90	0,15
α-gurjunene	1407	1409	0,56	0,03
(E)-Caryophyllene	1417	1417	21,44	1,07
γ-elemene	1424	1434	traço**	-
trans-α-bergamotene	1432	1432	traço**	-
Muurola-3,5-diene <trans->	1440	1451	traço**	-
α-humulene	1451	1452	1,95	0,10
allo-aromadendrene	1458	1458	2,22	0,08
Cadina-1(6),4-diene<trans->	1470	1475	traço**	-
γ-muurolene	1473	1478	1,67	0,09
Germacrene D	1478	1480	9,04	0,35
β-selinene	1483	1489	traço**	-
δ-selinene	1488	1492	3,13	0,09
α-zingiberene	1491	1493	8,43	0,31
Bicyclogermacrene	1494	1500	19,31	2,64
α-muurolene	1496	1500	traço**	-
Germacrene A	1502	1508	traço**	-
γ-cadinene	1511	1513	traço**	-
7-epi-α-Selinene	1515	1520	traço**	-
δ-Cadinene	1519	1522	9,40	0,28
α-cadinene	1534	1537	traço**	-
cis-cadinene ether	1542	1552	traço**	-
Germacrene B	1555	1559	traço**	-
NI***	1568	-	1,73	0,15
Germacrene D-4-ol	1573	1574	7,84	0,35
Caryophyllene oxide	1581	1582	0,84	0,10
Globulol	1589	1590	0,79	0,31
NI***	1601	-	2,02	0,10
β-oplopenone	1606	1607	-	-
NI***	1624	-	1,52	0,06
epi-α-muurolol	1637	1640	1,91	0,17
α-muurolol	1641	1644	0,35	0,13
α-cadinol	1649	1652	1,89	0,09
Shyobunol	1688	1688	-	-
Methyl (2E,6E)-farnesoate	1778	1783	-	-

*Adams (2007)

**teor abaixo de 0,01%

***Composto não-identificado

Total identificado

94,01

Total não identificado

5,99

3.2 Atividade larvicida do óleo essencial de *Varrovia curassavica* sobre o *Aedes* spp.

Na concentração de 0,125% do óleo essencial de *V. curassavica* houve mortalidade de 100% das larvas em 24 horas de exposição. Já na concentração de 0,0625%, a mortalidade variou entre 77,5% em 24 horas, 96,25% e 100% em 24 h, 48 h e 72 h, respectivamente. A concentração 0,0312% causou 63,7% de mortalidade em 24 h e 90% de mortalidade em 48 h e 72 h. Para a concentração mais baixa (0,0156%), a mortalidade foi de 37,5% em 24 h e 51,2% em 48 h e 72 h. O piriproxifeno só apresentou mortalidade nos tempos de 48 h e 72 h, com 7,5% e 10% respectivamente. O controle negativo não apresentou mortalidade em nenhum dos tempos analisados.

O OEVC demonstrou atividade larvicida variada nas diferentes concentrações, nos períodos de exposição de 24, 48 e 72 horas. A Figura 1 demonstra o valor de r (correlação entre o tempo e mortalidade) em regressão linear em cada concentração nos três períodos de teste. Observou-se uma correlação positiva, onde as variáveis estão diretamente relacionadas, com valores de $r \geq 0,7$ e $r \leq 1$. O coeficiente de correlação de Pearson foi de $r = 0,85$ na concentração de 0,0156%; $r = 0,90$ na concentração de 0,0312%; $r = 0,86$ na concentração de 0,0625%; e $r = 0,77$ na concentração de 0,125%. O controle positivo piriproxifeno teve $r = 0,86$. Esses valores indicam forte correlação positiva, em todos os grupos testados, onde quanto maior a concentração de OEVC, maior a mortalidade causada nas larvas.

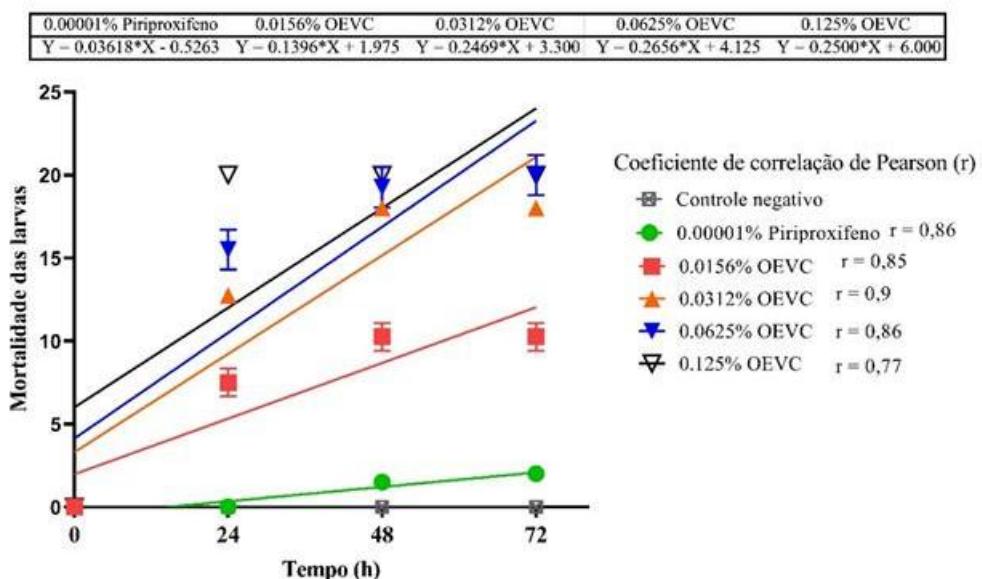
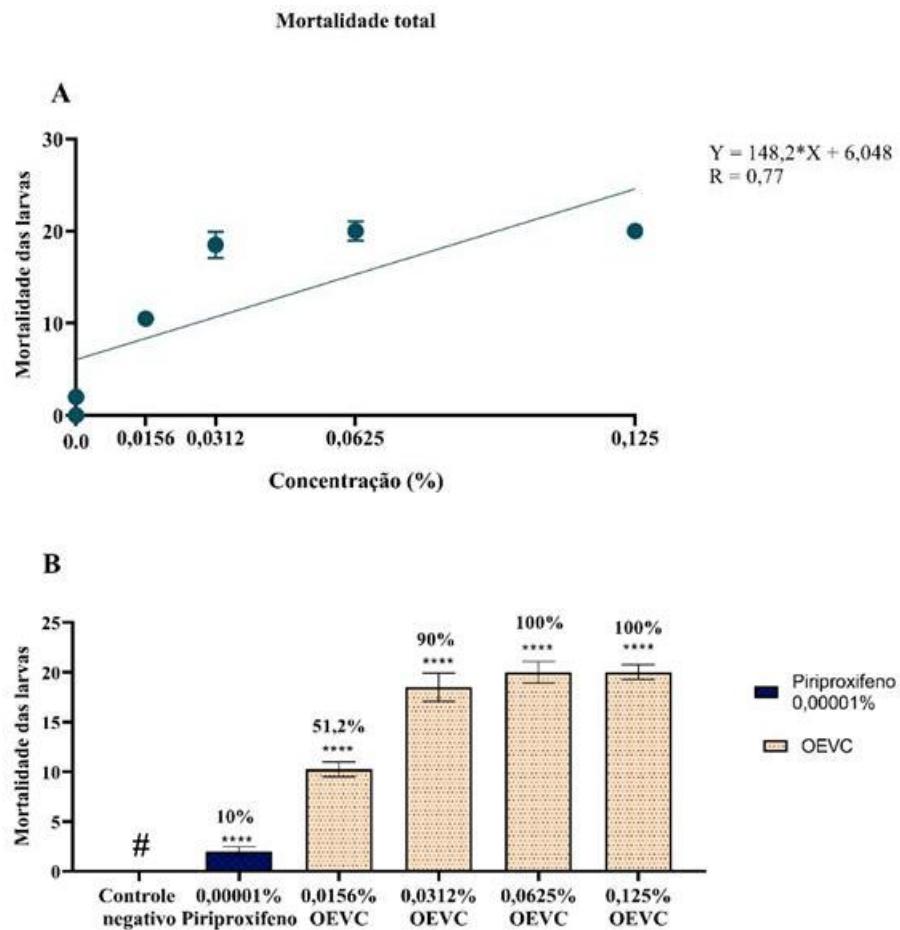


Figura 1: Ação do óleo essencial de *Varrovia curassavica* (OEVC) na mortalidade das larvas de *Aedes* spp. representada em regressão linear. Representa a mortalidade cumulativa ao longo de 24 h, 48 h e 72 h de tratamento.

A Figura 2A demonstra a relação entre as concentrações e mortalidade final das larvas de *Aedes* spp. através do gráfico de dispersão, tendo um coeficiente de correlação de Pearson $r = 0,77$, demonstrando uma alta correlação positiva entre as variáveis, ou seja, quanto maior a concentração, maior a mortalidade. A Figura 2B demonstra a mortalidade final em 72 h e avalia a significância do OEVC comparando seu efeito com o controle negativo (ausência de tratamento) nesses tempos de avaliação. A mortalidade final induzida pelo OEVC foi de 51,2%, 90%, 100% e 100%, respectivamente, para as concentrações de 0,0156%, 0,0312%, 0,0625% e 0,125% de OEVC, em relação ao controle negativo. No controle negativo não houve mortalidade. O piriproxifeno causou 10% de mortalidade final em relação ao controle negativo. Evidencia-se que o OEVC se mostrou efetivo, com ação significativa sobre as larvas de *Aedes* spp., apresentando porcentual de mortalidade superior aos controles negativos e piriproxifeno, considerando que a concentração do mesmo foi consideravelmente menor às concentrações usadas para o óleo.



*Figura 2: Ação do óleo essencial de Varronia curassavica na mortalidade final das larvas de Aedes spp. após 72 horas de tratamento. A = Gráfico de dispersão/regressão linear demonstrando a relação entre mortalidade total e concentração. B = Avaliação da significância do OEVC sobre mortalidade final das larvas Aedes spp., representado em média de número de larvas mortas (n). Acima consta a porcentagem de mortalidade de cada grupo em relação ao controle negativo. OEVC = Óleo essencial de Varronia curassavica; # = ausência de mortalidade; *** = $p < 0,0001$ vs controle negativo.*

As Concentrações Letais CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₀ do OEVC foram calculadas nos períodos de 24 h, 48 h e 72 h. Assim, foi possível observar que em 24 h a CL₁₀ foi de 0,005%, a CL₅₀ de 0,022% e a CL₉₀ de 0,094%, valores estes que estão, consideravelmente, abaixo das concentrações mínima, média e máxima (0,0156%, 0,0625% e 0,125%, respectivamente) do óleo testado. No tempo de 48 h observaram-se valores de CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₀ de 0,007%, 0,015%, e 0,031%, respectivamente. Ao avaliar 72 h observaram-se valores de CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₀ de 0,008%, 0,015% e 0,028% respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₀ do óleo essencial de Varronia curassavica avaliado nos tempos de 24h, 48h e 72h.

	24h	48h	72h
CL ₁₀	0,005%	0,022%	0,094%
CL ₅₀	0,007%	0,015%	0,031%
CL ₉₀	0,008%	0,015%	0,028%

4. DISCUSSÃO

Em estudo da análise química do óleo essencial de *V. curassavica* em Minas Gerais, realizado por Queiroz et al. (2016) [17], constatou-se que seu componente majoritário é o β -cariofileno, o mesmo encontrado nesta pesquisa. Em contrapartida, Oliveira et al. (2018) [18] constataram, através da análise do óleo essencial das folhas frescas e secas, respectivamente, da referida planta, coletada no período da manhã, que o componente majoritário é o α -pineno, sendo o cariofileno o segundo componente em maior quantidade na primeira pesquisa e o cienol na segunda, sugerindo-se, portanto, que se tratam de quimiotipos diferentes.

Alves et al. (2019) [19] destacam que plantas com quimiotipos diferentes podem ter morfologias distintas e seus óleos essenciais podem apresentar maior ou menor grau de variações, promovidas por fatores endógenos, exógenos e/ou genéticos, sendo este o principal deles. Porém, os óleos essenciais de plantas da mesma espécie, com quimiotipos diferentes, apresentam semelhanças interespecíficas. Melo et al. (2021) [20] também consideram que essas diferenças são atribuídas, além dos fatores intrínsecos e extrínsecos, aos métodos de extração do óleo, manuseio e tempo de armazenamento, pois os componentes do óleo são voláteis.

Por outro lado, todos os componentes encontrados nas ervas, mesmo sendo de quimiotipos diferentes, são do grupo dos sesquiterpenos. El Toghlobi et al. (2022) [21] destacam que este extenso grupo de moléculas orgânicas são produzidas pelo metabolismo secundário das plantas, com ação sobre microorganismos e danos provocados por agentes externos, bem como para atrair polinizadores e facilitar a comunicação vegetal. São classificados quimicamente como hidrocarbonetos insaturados e os terpenos possuem duas ligações carbono-carbono, sendo conhecidos como "alcenos naturais".

Gomes et al. (2018) [22] citam que o (E)-cariofileno, constituinte majoritário do óleo essencial de *V. curassavica* analisada neste trabalho, possui ação cicatrizante, anti-inflamatório, e diurético. Santos et al. (2021) [23] ainda observam que o composto pode causar mortalidade em insetos, via ingestão oral. Isso faz sentido, pois as larvas do *Aedes* spp. ingerem partículas de matéria orgânica contidas na água, o que pode ter sido o motivo da mortalidade observada. Marques (2021) [24], em seu estudo da ação deletéria de óleos essenciais da Caatinga sobre o *Ae. aegypti*, demonstraram que o composto é um dos componentes que está em maior frequência nos óleos essenciais e, possivelmente, é o responsável pela ação larvicida comprovada na presente pesquisa.

Como parte do processo de evolução, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa contra os insetos, necessária à sua sobrevivência, tais como os inibidores moleculares. São proteínas e enzimas produzidas por organismos e que desempenham funções variadas na estrutura das plantas, incluindo proteção contra insetos [25]. Santos et al. (2020) [26] ressaltam que, para que um constituinte tenha ação inseticida, é necessário possuir algumas propriedades associadas, como baixa toxicidade para organismos não alvos, biodegradabilidade e eficiência em baixas concentrações. Everton et al. (2020) [27] salientam que atividade de óleos essenciais em insetos podem se basear em formar coágulos nas proteínas do organismo e também em alterar a permeabilidade da membrana celular, cessando o transporte de elétrons e outras atividades vitais.

Consonantemente, o (E)-cariofileno, constituinte majoritário encontrado nesta pesquisa, foi relatado em óleos essenciais de outras espécies, agindo sinergicamente com outros componentes. De Oliveira et al. (2021) [28], por exemplo, destacam que esse e outros monoterpenos encontrados em seu trabalho podem ser responsáveis por inibir a síntese de quitina em *Aedes* spp. Oliveira et al. (2022) [29] ainda atribuem o colapso no sistema nervoso de insetos, como o caruncho (*Callosobruchus maculatus*), pela inibição de neurotransmissores à associação de monoterpenos encontrados em sua pesquisa.

O Biciclogermacreno e o β -cariofileno, encontrados como componentes majoritários na pesquisa de Costa et al. (2020) [30], foram associados à ação no retardo da eclosão das larvas de *Aedes* spp. e o Biciclogermacreno, segundo componente em maior quantidade na pesquisa de Santos et al. (2021) [23], foi relacionado com diminuição na oviposição de outros dípteros, através da ingestão do componente por via oral pelo inseto. Stringheta et al. (2024) [31] ressaltam que os efeitos positivos desses compostos podem estar relacionados com a ação sinérgica e não somente a um composto isolado.

Quanto à atividade larvicida, Santos et al. (2020) [26], em estudo com óleo essencial de duas espécies de plantas (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng e *Cinnamomum zeylanicum* Blume), obtiveram CL₅₀ de 41,7 mg.L⁻¹ e 38,2 mg.L⁻¹, respectivamente, sobre as larvas de *Aedes* spp.

Quando comparado aos valores encontrados nesta pesquisa, percebe-se uma concentração letal superior nos testes do estudo acima citado. Ambas as plantas possuem como componente majoritário o carvacrol, sendo *P. amboinicus* (61,5%) e *C. zeylanicum* (73,3%), sendo seus efeitos associados à mortalidade das larvas de *Aedes* spp.

Komalamisra et al. (2005) [32] determinam que os óleos essenciais efetivos (ativos) com efeito larvicida sobre *Ae.aegypti* são aqueles que possuem ação na concentração abaixo de 750 mg.L^{-1} (0,75%) e os inativos, aqueles com ação acima de 750 mg.L^{-1} , sendo considerado ativos todos que possuem um CL₅₀ menor que $50 \text{ } \mu\text{g.mL}^{-1}$ (0,05%). Aqueles que possuem um CL₅₀ entre $50 \text{ } \mu\text{g.mL}^{-1}$ e $100 \text{ } \mu\text{g.mL}^{-1}$ (0,1%) são moderadamente ativos. Dessa forma, na descrita classificação, pode-se considerar o óleo essencial de *V. curassavica* muito ativo, uma vez que o CL₅₀ possui valor de 0,014% ainda que a Organização Mundial da Saúde não tenha feito nenhuma consideração a respeito.

Vale ressaltar que, quando se compara os resultados encontrados em diversas análises de óleos essenciais com ação larvicida contra o *Aedes* spp., observa-se mudanças nas características dos óleos, tais como cor, transparência e fluidez, o que resulta na hipótese de variações na atividade larvicida por sazonalidade climática [33]. A composição química dos metabólitos, sendo o produto da interação entre planta e ambiente, também sofre interferências de acordo com variações ambientais e em decorrência do ritmo circadiano nas plantas [34].

Em relação à implantação comercial do óleo essencial de *V. curassavica*, pode torna-se viável e sustentável, pois a espécie é cultivável e a produção do óleo não põe a espécie vegetal em risco, uma vez que o óleo essencial possui um bom rendimento e para a obtenção das concentrações que causam mortalidade efetiva nas larvas de *Aedes* spp. é utilizado uma quantidade baixa do óleo. Além disso, torna-se uma alternativa econômica quando comparado ao valor comercial dos inseticidas sintéticos. Lima et al. (2021) [35] citam que o rendimento e produção dos óleos essenciais por parte das plantas pode ser afetado pelo manejo cultural, demonstrando que alguns fatores extrínsecos podem ser controlados para obtenção de uma maior quantidade de óleo essencial. Ressalta-se ainda que, para a implantação comercial, ainda sejam necessários testes em outros insetos e organismos não-alvos.

Uma das formas possíveis de aplicação prática do óleo seria diretamente na ovitrampa. Segundo Sousa et al. (2023) [36], são métodos secundários que podem ser aliados às medidas de controle reconhecidamente efetivas para maximizar o controle do vetor. Barreto et al. (2020) [37] ainda destacam que a ovitrampa é uma técnica econômica, segura e sustentável e que, através dela, também é possível determinar a sazonalidade e dispersão do vetor.

5. CONCLUSÃO

O óleo essencial de *Varrovia curassavica* da zona rural do município de Jardim - Ceará, Brasil, apresentou atividade larvicida, causando mortalidade variada sobre as larvas de *Aedes* spp. nas quatro concentrações testadas e nos tempos de exposição de 24, 48 e 72h; demonstrando-se ativo e com os respectivos CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₀ de 0,005; 0,022 e 0,094% em 24h, 0,007; 0,015 e 0,031% em 48h e 24h, 0,008; 0,015 e 0,028% em 72h.

Os constituintes majoritários encontrados no óleo de foram o (E)-Cariofileno, Biciclogermacreno e o δ-Cadinene, apontados como causadores da mortalidade das larvas de *Aedes* spp.

A presente pesquisa possibilita perspectivas de trabalhos futuros com o emprego operacional do óleo essencial de *Varrovia curassavica*. Além disso, estudos com compostos isolados, incluindo seus mecanismos de ação sobre o inseto, ainda são necessários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lwande OW, Obanda V, Lindström A, Ahlm C, Evander M, Näslund J, et al. Globe-trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2020 set;20(2):71-81. doi: 10.1089/vbz.2019.2486
2. Ceará. Secretaria Estadual da Saúde do Ceará. Boletim epidemiológico: Arboviroses urbanas. Fortaleza (CE): Governo do Estado do Ceará; 2024. Disponível em: https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/BOLETIM-No-06_2024.pdf.

3. Vargas LDL, Ferreira SMB, Souza MD, Silva CAL, Shimoya-Bittencourt W. Resistência das populações de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Insecta, Diptera, Culicidae) aos inseticidas utilizados para o controle: estado da arte do conhecimento. Rev Ciênc Méd Biol. 2022 jan./abr;21(1):98-116. doi: 10.9771/cmbio.v21i1.44458
4. Pigossi IF, Carniatto I. *Periplaneta americana* (L.): Ineficácia no controle, danos ambientais e na saúde pública com enfoque em educação ambiental. Intern Journ Env Res Res Sci. 2023 dez;6(1):1-11. doi: 10.48075/ijerrs.v5i2.32261
5. Tasca GM, Schabat FM, Ripke MO, Konflanz AL, Bauermann AC, Busato MA, et al. Extratos vegetais para controle de larvas do mosquito *Aedes aegypti*. Bol Mus Integr Roraima. 2023 ago;15(1):56-69. doi: 10.24979/bmirr.v15i1.1048
6. Oliveira AKM, Pauliquevis CF, Silva PG, Zanella DFP, Roel AR, Porto KR, et al. Efeito larvicida do extrato etanólico de *Piper umbellatum* sobre o mosquito *Aedes aegypti*. South Am J Bas Edu Tec Technol. 2021 jun;8(1):84-101.
7. Ribeiro SM, Bonilla OH, Lucena EMP. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. Iheringia. Sér Botânica 2018 jul;73(1):31-8. doi: 10.21826/2446-8231201873104
8. Pereira EBSS, Souza EM, Costa EC, Lorenzo VP, Jesus FN. Atividade larvicida do extrato aquoso e do hidrolato das folhas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan sobre o *Aedes aegypti*. Rev Semiárido Visu. 2022 abr;10(1):32-45. doi: 10.31416/rsdv.v10i1.25
9. Teixeira CR, Jesus MS, Carneiro AMD, Gonçalves GDS, Coutinho ML, Rocha MDS, et al. Composição química de duas espécies de crotos da caatinga brasileira e sua bioatividade sobre o *Aedes aegypti*. In: Ribeiro FV, Gonçalves M, organizadores. Química orgânica: conceitos, fundamentos e avanços. São Paulo (BR): Editora Científica Digital; 2024. p. 26-48. doi: 10.37885/240115593
10. Nunes RRB, Araújo JS, Silva RDSB. Efeito larvicida do látex da *Jatropha gossypiifolia*. In: IX Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão-CONEPE. Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia Editora; 2022. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/conepe/issue/view/303>.
11. Santos CM, Cordeiro AKP, Silva CMA, Mapeli AM, Moura Filho PRS, Magalhães Junior JT. Evaluación larvicida de extractos obtenidos de vegetación de transición Cerrado-Caatinga contra *Aedes aegypti*. Rev Cuba Plant Med. 2024;28(1):1-11.
12. Rodrigues VD, Cardoso FN, Baviera AM, Santos AG. In vitro antglycation potential of erva-baleeira (*Varrovia curassavica* Jacq.). Antioxidants. 2023 fev;12(2):522. doi: 10.3390/antiox12020522
13. Oliveira BM, Melo CR, Santos AC, Nascimento LF, Nízio DA, Cristaldo Paulo F, et al. Essential oils from *Varrovia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and α -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracius* (Formicidae: Dolichoderinae). Environ Sci Pollut Res. 2019 jan;26:6602-12. doi: 10.1007/s11356-018-4044-1
14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Farmacopeia brasileira. 6. ed. Brasília (DF): ANVISA; 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/VOLUME1FB6at2Errataappdfcomcapa.pdf>.
15. Silva TI, Alves ACL, Santos TM, Alves WS, Silva JS, Azevedo FR. Efeito larvicida de óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre larvas de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). Cultivando o saber. 2017 jan;10(1):122-30.
16. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol. 1925 abr;18(2):265-7. doi: 10.1093/jee/18.2.265a
17. Queiroz TB, Mendes ADR, Silva JCRL, Fonseca FSA, Martins ER. Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varrovia curassavica* Jaqc.) em função dos horários de coleta. Rev Bras Plantas Med. 2016 jan;18(1):356-62. doi: 10.1590/1983-084X/15_116
18. Oliveira JM, Orellana AS, Ávila MBR, Melo EC, Demuner AJ, Fonseca MCM. Influência da temperatura do ar de secagem no rendimento e na composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varrovia curassavica*). Rev Bras Plantas Med. 2018;20(3):230-5.
19. Alves MS, Silva LCP, Pereira EAD, Esposito EP, Fagundes L, Faria T, et al. Diversidade química de óleos essenciais de plantas do Jardim Botânico da UFRRJ e de outras localidades, com base em análise de imagens e estatística multivariada. Rev Virt Quím. 2019 nov;11(5):1635-56. doi: 10.21577/1984-6835.20190115
20. Melo AM, Silva EO, Marques DID, Quirino MR, Sousa S. Extração, identificação e estudo do potencial antimicrobiano do óleo essencial de Pimenta-Preta (*Piper nigrum* L.), biomonitorado por *Artemia salina* Leach. HOLO. 2021;1:1-16. doi: 10.15628/holos.2021.10663
21. El Toghlobi GS, Arantes GS, Knudsen BG, Tabach R, Pereira MAA, Carvalho, RG, et al. Usos clínicos do fitoterápico da erva-baleeira (*Varrovia curassavica* jacq.): revisão da literatura. Ijhm. 2022 jan;8(1):1-10. doi: 10.37497/ijhmreview.v8i1.300
22. Gomes PRB, Mouchrek Filho VE, Rabêlo WF, Nascimento AAL, Hilton C, Lyra WS, et al. Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*). Rccquifa. 2018 jan;47(1):37-52. doi: 10.15446/rccquifa.v47n1.70657

23. Santos OO, Oliveira RA, Santos EA, Bomfim JPA, Bittencourt MAL. Atividade de espécies botânicas (*Piperaceae* e *Myrtaceae*) na oviposição e mortalidade de adultos de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*. 2021 dez;25(4):424-31. doi: 10.17921/1415-6938.2021v25n4p424-431
24. Marques DM, Rocha JF, Almeida TS, Mota EF. Essential oils of Caatinga plants with deleterious action for *Aedes Aegypti*: a review. *Sajd*. 2021 dez;143:69-78. doi: 10.1016/j.sajb.2021.08.004
25. Barros FB, De Azevedo FR. Potencial inseticida das sementes como alternativa ao controle sustentável do *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). In: Silva CDD, Barbosa MS, Mota DA, editores. *Agenda da sustentabilidade no Brasil: conhecimentos teóricos, metodológicos e empíricos*. São Paulo (BR): Atena; 2021. p. 128-216. doi: 10.22533/at.ed.25921230812
26. Santos ABS, Everton GO, Carvalho Júnior RGO, Rosa PVS, Pereira APM, Souza LS, et al. Óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* Blume e *Plectranthus amboinicus* (lour.) Spreng como agentes larvicidas frente as larvas do *Aedes aegypti*. *Rev Bras Des*. 2020 abr;6(4):22355-69. doi: 10.34117/bjdv6n4-413
27. Everton GO, Mafra NSC, Sales EH, Rosa PVS, Farias WKS, Pinheiro FS. Óleo essencial das cascas descartadas do fruto de *Hymenaea courbaril* L. como larviciada frente *Aedes aegypti*. *Rsdjournal*. 2020 9(10):e1389108437. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8437
28. De Oliveira CBS, Barros AV, Melo KC, Costa TNBG, Campos DMO, Oliveira JIN. As riquezas da caatinga e seu potencial farmacológico: uma revisão sistemática. *South. Am J Bas Edu Tec Technol*. 2021 jun;8(1):771-9.
29. Oliveira CRF, Matos CHC, Silva AB, Santos PEM, Magalhães CRI. Toxicidade por contato do óleo essencial de *Croton pulegioidorus* Baill (Euphorbiaceae) sobre insetos de feijão armazenado. In: Cardoso R, Quintela JB, editores. São Paulo (BR): Editora Científica Digital; 2022. p. 1547-58. doi: 10.37885/220408505
30. Costa RKBS, Silva DC, Galberto AS, Da Silva PSD, Costa MAR. Composição química e atividade ovicida do óleo essencial das folhas de *Croton argyrophyllus* (euphorbiaceae) sobre o *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Periódico Tchê Química*. 2020 fev;17(36):85-99. doi: 10.52571/ptq.v17.n36.2020.101_periodico36_pgs_85_99.pdf
31. Stringheta PC, Rigolon TCB, Borges LLR, Costa MC, Barros FAR. Compostos bioativos e seus efeitos na saúde. In: Pires ACS, Leite Júnior BRC, Barros FAR, Vidigal MCTR, editores. *Tópicos avançados de pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos*. Recife (BR): Even3 Publicações; 2024. p. 147-76. doi: 10.29327/5444256.1-5
32. Komalamisra N, Trongtokit Yuwadee, Rongsriyam Y, Apiwathnasorn C. Screening for larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. *Southeast Asian J Trop Med*. 2005 nov;36(6):1412-22.
33. Machado Filho EA, Barbosa MDQ, Silva PL. Produção e aplicação do óleo de cravo da índia como alternativa do controle das larvas do mosquito *Aedes aegypti*. *Rev Acad Online*. 2020 jan;6:1-23. doi: 10.36238/23595787.artcient.2555052020
34. Da Silva ECV, Silva AS, Silva DF, Ferreira MDL, De Oliveira Filho AA, De Sousa AP. Análise química e antimicrobiana das plantas medicinais presentes no Horto das Faculdades Nova Esperança. *Sci Electronic Arch*. 2022 fev;15(3):58-70. doi: 10.36560/15320221518
35. Lima FJA, Sousa RO, Silva Filho FA, Mendes MRA, Val ADB. Characterization of the growth and production of essential oil from “erva baleeira” (*Varronia curassavica* Jaqc). *Rsdjournal*. 2021 jun;10(7):e5810716204. doi: 10.33448/rsd-v10i7.16204
36. Sousa GP, Ferreira RNC, Santos EP, Silva AG, Aquino JKF. Educação ambiental e sustentabilidade: roda de conversa sobre o *Aedes aegypti* e suas estratégias de controle com discentes do curso interdisciplinar em ciências naturais e matemática da Universidade Federal do Cariri-UFCa. *Recima21*. 2021 set;4(9):e494055. doi: 10.47820/recima21.v4i9.4055
37. Barreto E, Resende MC, Eiras AE, Demarco Júnior PC. Avaliação da armadilha ovitrampa iscada com atraente natural para o monitoramento de *Aedes* spp. em Dili, capital do Timor-Leste. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2020 fev;25(2):665-72. doi: 10.1590/1413-81232020252.12512018