

# Óleos essenciais e extratos vegetais como ferramentas alternativas ao controle químico de larvas de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*

## Essential oils and plant extracts as alternative tools for chemical control of *Aedes spp*, *Anopheles spp*, and *Culex spp*

Demesson Mateus de Lima Silva<sup>1</sup> , Victor Emanuel Pessoa Martins<sup>2</sup> 

1. Discente do curso de Ciências Biológicas, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, CE, Brasil. 2. Docente do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, CE, Brasil.

### Resumo

**Objetivos:** Realizar um levantamento das contribuições científicas produzidas entre 2017 e 2021 acerca do efeito larvicida de óleos essenciais e extratos vegetais no controle de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*. **Métodos:** de setembro a outubro de 2022, foi realizado um levantamento de artigos científicos publicados entre os anos de 2017 e 2021, nas bases de dados Portal Periódicos Capes, Scielo, Science Direct e Scopus. Foram utilizados os descritores “larvicida”, “essential oil” e “plant extracts” com a interposição do operador booleano “AND”. **Resultados:** inicialmente, foram obtidos 246 artigos, dos quais 110 foram excluídos (68 não estavam disponíveis na íntegra e 42 apareceram em mais de uma base de dados). Dos 136 artigos restantes, 36 foram excluídos por não terem realizado ensaio larvicida. Dos 100 artigos remanescentes, 63 foram excluídos por não mencionarem valores de  $CL_{50}$ , enquanto 3 não especificaram a estrutura vegetal de obtenção dos produtos naturais, restando, portanto, 34 artigos para análise. Foram utilizadas 57 espécies vegetais para a obtenção dos produtos vegetais utilizados contra larvas de *Aedes spp*; 11 espécies nos ensaios contra *Anopheles spp*, e 36 espécies nos ensaios contra *Culex spp*. Os óleos essenciais predominaram nos ensaios contra *Aedes spp*, enquanto os extratos, contra *Anopheles spp*. A maior parte dos produtos testados exibiu  $CL_{50} < 100$  ppm. **Conclusão:** a atividade larvicida demonstrada por uma grande variedade de extratos vegetais e óleos essenciais representa uma alternativa promissora ao tradicional controle químico feito à base de inseticidas sintéticos em programas de manejo integrado de vetores.

**Palavras-chave:** Óleos Essenciais; Extratos Vegetais; Atividade Larvicida; Culicídeos.

### Abstract

**Objectives:** Conduct a survey of the scientific contributions produced between 2017 and 2021 on the larvicidal effect of essential oils and plant extracts in the control of *Aedes spp*, *Anopheles spp*, and *Culex spp*. **Methods:** from September to October 2022, a survey was carried out of scientific articles published between 2017 and 2021 in the Portal Periódicos Capes, Scielo, Science Direct, and Scopus databases. The descriptors “larvicida”, “essential oil” and “plant extracts” were used with the Boolean operator “AND”. **Results:** initially, 246 articles were obtained, of which 110 were excluded (68 were not available, and 42 appeared in more than one database). Of the remaining 136 articles, 36 were excluded because they did not perform a larvicide assay. Of the 100 remaining articles, 63 were excluded for not mentioning  $LC_{50}$  values, while three did not specify the plant structure for obtaining natural products, thus leaving 34 articles for analysis. A total of 57 plant species were used to obtain plant products used against *Aedes spp* larvae; 11 species in the tests against *Anopheles spp*, and 36 species in the tests against *Culex spp*. Essential oils predominated in the tests against *Aedes spp*, while extracts against *Anopheles spp*. Most of the products tested exhibited an  $LC_{50} < 100$  ppm. **Conclusion:** the larvicidal activity demonstrated by a wide variety of plant extracts and essential oils represents a promising alternative to traditional chemical control based on synthetic insecticides in integrated vector management programs.

**Keywords:** Essential Oils; Plant Extracts; Larvicidal Activity; Culicidae.

### INTRODUÇÃO

Os mosquitos são insetos dípteros pertencentes à família Culicidae; são encontrados, principalmente, em regiões tropicais e temperadas do planeta<sup>1</sup>. Muitas espécies de mosquitos, especialmente as pertencentes aos gêneros *Aedes*, *Anopheles* e *Culex*, atuam como vetores de patógenos, tais como vírus (Dengue, Chikungunya e Zika – *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*; Oropouche e Encefalite de Saint Louis – *Culex quinquefasciatus*), helmintos (*Wuchereria bancrofti* – *Culex quinquefasciatus*) e protozoários (*Plasmodium spp* – *Anopheles spp*), sendo responsáveis por elevadas taxas de morbidade e

mortalidade entre humanos<sup>2</sup>.

Devido à ausência de vacinas e de tratamento específico para muitas dessas doenças, as ações de combate aos seus insetos vetores têm sido o caminho mais eficiente para reduzir a transmissão desses patógenos às populações humanas. Essas ações visam, sobretudo, à redução dos criadouros, que abrigam suas formas imaturas, e à redução da densidade de suas populações (imaturas e adultos) por meio de métodos químicos, mecânicos ou biológicos<sup>3,4</sup>.

**Correspondente:** Victor Emanuel Pessoa Martins. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Campus Auroras. Rua José Franco de Oliveira s/n, Redenção, Ceará, 62.790-970, Brasil. E-mail: victormartins@unilab.edu.br

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Recebido em: 12 Dez 2022; Revisado em: 21 Dez 2022; 9 Jun 2022; Aceito em: 22 Dez 2022

## 2 Produtos vegetais no controle de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*

Neste sentido, inseticidas sintéticos, tais como os organoclorados, organofosforados e piretroides, têm sido amplamente utilizados para este fim, apesar de terem um elevado custo, atuarem na seleção de populações resistentes, apresentarem uma elevada toxicidade aos seres humanos e a outros organismos não alvos, além do elevado potencial contaminante do solo e da água<sup>5</sup>. Em face desses problemas advindos do uso sistemático dos inseticidas sintéticos, buscam-se novas alternativas para o controle de insetos vetores de patógenos, sendo os produtos naturais de origem vegetal – extratos vegetais e óleos essenciais – uma das mais promissoras, já que exibem, em sua composição, uma gama distinta de substâncias capazes de atuar em, praticamente, todas as fases do desenvolvimento dos insetos<sup>6</sup>.

Este estudo teve como objetivo a realização de um levantamento acerca das contribuições científicas produzidas no período compreendido entre os anos 2017 e 2021 acerca do efeito larvicida de óleos essenciais e extratos vegetais no controle populacional de espécies de *Anopheles*, *Aedes* e *Culex*.

### MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de artigos científicos relacionados ao uso de óleos essenciais e extratos vegetais no controle de populações de culicídeos vetores de patógenos. Para isso, buscaram-se artigos disponibilizados nas bases de dados Portal Periódico Capes, Scielo, Science Direct e Scopus, publicados no período de 2017 a 2021.

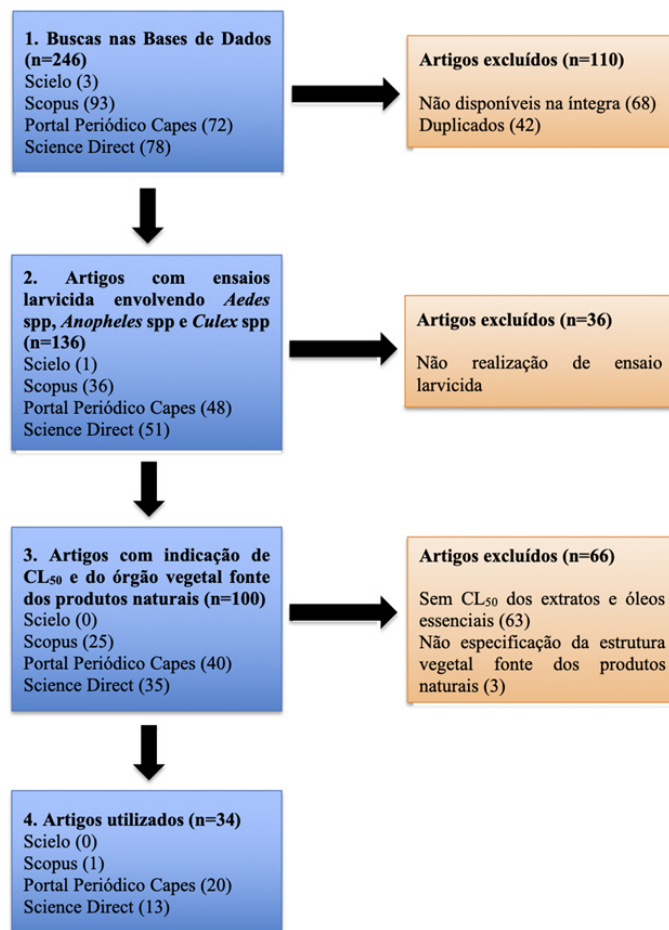
A busca dos artigos foi realizada nos meses de setembro e outubro de 2022, por meio de pesquisa avançada nas bases de dados, utilizando-se, como descritores controlados, os termos e as expressões “larvicida”, “essential oil” e “plant extracts”, com a interposição do operador booleano “AND”.

A seleção dos artigos pautou-se nos seguintes critérios de inclusão: artigos disponíveis on line na íntegra; mosquitos dos gêneros *Anopheles*, *Aedes* e *Culex* desafiados ao ensaio larvicida, fonte de obtenção dos óleos essenciais e extratos botânicos e definição da concentração letal dos produtos testados, que resultou na morte de 50% dos espécimes ( $CL_{50}$ ).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 246 artigos, dos quais 78 foram obtidos da base de dados Science Direct, 72 do Portal Periódicos Capes, 93 da Scopus e 3 da Scielo. Destes, 110 foram excluídos porque não estavam disponíveis na íntegra (68) e apareciam em mais de uma base de dados<sup>42</sup>. Dos 136 artigos resultantes desta primeira triagem, 36 foram excluídos devido ao fato de não fazerem menção à realização de ensaios larvicida. Dos 100 artigos remanescentes, 63 foram excluídos por não mencionarem os valores de  $CL_{50}$ , enquanto 03 não especificaram a estrutura vegetal de onde os óleos essenciais e os extratos foram obtidos, restando, ao final, 34 artigos utilizados neste estudo (figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma representativo da busca e seleção dos artigos



Os artigos analisados mostraram a utilização de 57 espécies vegetais, pertencentes a 21 famílias, para a obtenção dos extratos e óleos essenciais usados nos ensaios larvicida contra *Aedes spp* (*Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*), tendo como destaque as famílias Myrtaceae (10 espécies), Lauraceae (7 espécies) e Piperaceae (6 espécies) (tabela 1); 11 espécies de 8 famílias nos ensaios contra *Anopheles spp* (*An. stephensi* e *An. subpictus*), com a família Pteridaceae apresentando uma maior variedade de espécies testadas (4) (tabela 2), e 36 espécies de 18 famílias nos ensaios contra *Culex spp* (*Cx. quinquefasciatus*, *Cx. pipiens* e *Cx. tritaeniorhynchus*), tendo as famílias Myrtaceae e Lauraceae reunido uma maior variedade de espécies testadas (5) (tabela 3).

Os óleos essenciais foram os produtos vegetais mais utilizados nos ensaios larvicida contra *Aedes spp* (64,3%) (tabela 1), enquanto os extratos vegetais predominaram nos ensaios contra *Anopheles spp* (73,9%) (tabela 2). Contra *Culex spp*, não houve diferenças entre os quantitativos de óleos essenciais e os extratos vegetais utilizados (tabela 3). Embora distintas estruturas vegetais tenham sido utilizadas para a obtenção desses produtos, as folhas foram as mais utilizadas.

**Tabela 1.** Óleos essenciais e extratos vegetais testados contra larvas de *Aedes spp*, 2017-2021.

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>ANNONACEAE</b>					
<i>Annona mucosa</i>	<i>Ae. albopictus</i>	Semente	Extrato etanólico	0,55	Rodrigues et al., (2021) <sup>7</sup>
	<i>Ae. aegypti</i>			2,6	
<b>ASPARAGACEAE</b>					
<i>Dracaena loureiri</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Semente	Extrato etanólico	921,69	Thongwat et al., (2017) <sup>8</sup>
		Endocarpo		84,00	
			Extrato aquoso	1.067,53	
<b>ASTERACEAE</b>					
<i>Acmella oleracea</i>			Extrato hidroetanólico	11,41	Araújo et al., (2018) <sup>9</sup>
<i>Artemisia vulgaris</i>		Folha	Óleo essencial	74,22	Sundararajan e Kumari (2017) <sup>10</sup>
			Extrato aquoso com nanopartículas de ouro	43,01	
<i>Erechtites hieraciifolius</i>				10,58	Hung et al., (2019) <sup>11</sup>
	<i>Ae. aegypti</i>				
<i>Erechtites valerianifolus</i>		Folha e caule	Óleo essencial	12,56	
<b>BURSERACEAE</b>					
<i>Boswellia ovalifoliolata</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	66,24	Benelli et al., (2017a) <sup>12</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			89,80	
<b>CUCURBITACEAE</b>					
<i>Momordica charantia</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato etanólico	> 1000	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			795,4	

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>DIPSACACEAE</b>					
<i>Dipsacus asper</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Raiz	Óleo essencial	56,29	Lu et al., (2017) <sup>14</sup>
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Croton nepetaefolius</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	81,7	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			76,1	
<b>FABACEAE</b>					
<i>Acacia nilotica</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Vagem	Extrato de acetona	103,68	Vivekanandhan et al., (2018) <sup>15</sup>
			Extrato de acetato de etila	59,12	
			Extrato hexânico	169,25	
			Extrato clorofórmico	158,13	
			Extrato de benzeno de petróleo	45,32	
			Óleo essencial	3,17	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato etanólico	> 1000	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			> 1000	
<i>Bauhinia cheilantha</i>	<i>Ae. aegypti</i>		Óleo essencial	40,84	Silva et al., (2020) <sup>16</sup>
<b>JUGLANDACEAE</b>					
<i>Juglans regia</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Flor	Extrato metanólico	77,87	Ali et al., (2017) <sup>17</sup>
<b>LAMIACEAE</b>					
<i>Ocimum campechianum</i>		Parte aérea		23,73	Scalvenzi et al., (2019) <sup>18</sup>
		Folha		81,45	
<i>Ocimum carnosum</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Inflorescência	Óleo essencial	109,49	Ricarte et al., (2020) <sup>19</sup>
<i>Origanum vulgare</i>				31,66	Pereira et al., (2021) <sup>20</sup>
<i>Pogostemon cablin</i>		Folha		28,43	Santos et al., (2019) <sup>21</sup>
<i>Vitex agnus castus</i>				97,55	Ricarte et al., (2020) <sup>19</sup>

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>LAURACEAE</b>					
<i>Cinnamomum ovatum</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha		24,12	
	<i>Ae. albopictus</i>	Tronco		52,51	
<i>Cinnamomum polyadelphum</i>	<i>Ae. aegypti</i>			61,45	
	<i>Ae. albopictus</i>		Óleo essencial	23,41	Dai et al., (2020) <sup>22</sup>
<i>Cinnamomum tonkinensis</i>	<i>Ae. aegypti</i>			20,66	
	<i>Ae. albopictus</i>	Folha		17,44	
<i>Cinnamomum damhaensis</i>	<i>Ae. aegypti</i>			42,89	
	<i>Ae. albopictus</i>			21,43	
<i>Cinnamomum longepetiolatum</i>	<i>Ae. aegypti</i>			43,91	
<i>Ocotea nutans</i>	<i>Ae. aegypti</i>			64,20	
<i>Ocotea quixos</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Parte aérea		250	Betim et al., (2019) <sup>23</sup>
<b>LECYTHIDACEAE</b>					
<i>Couroupita guianensis</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato hexânico	175,33	
			Extrato clorofórmico	480,55	Maheswaran et al., (2019) <sup>24</sup>
			Extrato acetato etílico	820,07	
<b>LYCOPODIACEAE</b>					
<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato metanólico	388,66	Kamaraj et al., (2018) <sup>25</sup>
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Sterculia striata</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato etanólico	542,1	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			> 1000	

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Baeckea frutescens</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha		23,00	An et al., (2020) <sup>26</sup>
	<i>Ae. albopictus</i>			25,73	
<i>Callistemon citrinus</i>		Fruto	Óleo essencial	22,37	Manh et al., (2020) <sup>27</sup>
				17,27	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				33,7	
<i>Eucalyptus citriodora</i>		Folha		104,4	
<i>Eugenia astringens</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato metanólico	23,58	Carneiro et al., (2021) <sup>28</sup>
				7,40	
<i>Melaleuca leucadendra</i>		Casca do caule	Óleo essencial	17,14	An et al., (2020) <sup>26</sup>
		Fruto		13,90	
		Galho		21,99	
		Casca do caule		19,31	
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	<i>Ae. albopictus</i>	Fruto	Extrato metanólico	19,17	Carneiro et al., (2021) <sup>28</sup>
				Folha	
<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Botão floral		32,7	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
				138,1	
<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>Ae. albopictus</i>	Folha	Óleo essencial	66,71	Benelli et al., (2016) <sup>29</sup>
				55,11	
<i>Syzygium nervosum</i>	<i>Ae. aegypti</i>			28,63	An et al., (2020) <sup>26</sup>

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>PIPERACEAE</b>					
<i>Piper aduncum</i>		Folha		25	Pereira-Filho et al., (2021) <sup>30</sup>
		Parte aérea		23,73	Scalvenzi et al., (2019) <sup>18</sup>
<i>Piper arboreum</i>			Óleo essencial	53,95	
<i>Piper crassinervium</i>				61,84	Pereira-Filho et al., (2021) <sup>30</sup>
<i>Piper gaudichaudianum</i>				37,88	
				46,96	
<i>Piper longum</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato metanólico	1.428,35	
			Extrato acetato etílico	1.592,52	
			Extrato clorofórmico	1.645,5	
			Extrato hexânico	1.729,7	Yadav et al., (2019) <sup>31</sup>
			Extrato aquoso	1.685,6	
		Extrato aquoso com nanopartículas de prata	46,35		
<i>Piper marginatum</i>			Óleo essencial	42,46	Pereira-Filho et al., (2021) <sup>30</sup>
<b>POACEAE</b>					
<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>Ae. albopictus</i>			> 1000	Rodrigues et al., (2019) <sup>13</sup>
	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	120,6	Manh et al.,
<i>Cymbopogon winterianus</i>				38,8	(2020) <sup>27</sup>
<b>PTERIDACEAE</b>					
<i>Actiniopteris radiata</i>				37,47	
<i>Adiantum caudatum</i>				74,51	
<i>Cheilanthes swartzii</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Extrato metanólico	152,38	Kamaraj et al., (2018) <sup>25</sup>
<i>Hemionitis arifolia</i>				494,59	

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>RUTACEAE</b>					
<i>Citrus aurantifolia</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	188,59	Sarma et al., (2019) <sup>32</sup>
		Casca		128,81	
<b>VERBENACEAE</b>					
<i>Vitex gardneriana</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	28,8 – 121,7*	Silva et al., (2019) <sup>33</sup>
<b>ZINGIBERACEAE</b>					
<i>Alpinia zerumbet</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Folha	Óleo essencial	50,70	Santos-Júnior (2020) <sup>34</sup>
<i>Amomum subulatum</i>	<i>Ae. albopictus</i>			44,11	Govindarajan (2018) <sup>35</sup>
<i>Hedychium larsenii</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Rizoma		88,60	AlShebly et al., (2017) <sup>36</sup>

\* Valores obtidos em distintos meses durante o ano de 2016.

**Tabela 2.** Óleos essenciais e extratos vegetais testados contra larvas de *Anopheles spp*, 2017-2021.

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>BURSERACEAE</b>					
<i>Boswellia ovalifoliolata</i>	<i>A. stephensi</i>	Folha	Óleo essencial	61,84	Benelli et al., (2017a) <sup>12</sup>
	<i>A. subpictus</i>			82,26	
<b>FABACEA</b>					
<i>Acacia nilotica</i>	<i>A. stephensi</i>	Vagem	Extrato de acetona	62,86	Vivekanandhan et al., (2018) <sup>15</sup>
			Extrato acetato etílico	62	
			Extrato hexânico	152,36	
			Extrato clorofórmico	116	
			Extrato benzeno de petróleo	48,08	
			Óleo essencial	4,11	
<b>JUGLANDACEAE</b>					
<i>Juglans regia</i>	<i>A. stephensi</i>	Flor	Extrato metanólico	59,80	Ali et al., (2017) <sup>17</sup>
<b>LYCOPODIACEAE</b>					
<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>A. stephensi</i>	Folha	Extrato metanólico	177,76	Kamaraj et al., (2018) <sup>25</sup>



Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>A. stephensi</i>	Folha	Óleo essencial	51,20	Benelli et al., (2016) <sup>29</sup>
	<i>A. subpictus</i>			61,34	
<b>PIPERACEAE</b>					
<i>Piper longum</i>	<i>A. stephensi</i>	Folha	Extrato metanólico	1.508,41	Yadav et al., (2019) <sup>31</sup>
			Extrato acetato etílico	1.691,61	
			Extrato clorofórmico	1.592,52	
			Extrato hexânico	1.945,84	
			Extrato aquoso	2.465,33	
Extrato aquoso com nanopartículas de prata	25,06				
<b>PTERIDACEAE</b>					
<i>Actiniopteris radiata</i>	<i>A. stephensi</i>	Folha	Extrato metanólico	70,35	Kamaraj et al., (2018) <sup>25</sup>
<i>Adiantum caudatum</i>				112,12	
<i>Cheilanthes swartzii</i>				301,19	
<i>Hemionitis arifolia</i>				127,52	
<b>ZINGIBERACEAE</b>					
<i>Hedychium larsenii</i>	<i>A. stephensi</i>	Rizoma	Óleo essencial	82,02	AlShebly et al., (2017) <sup>36</sup>

Tabela 3. Óleos essenciais e extratos vegetais testados contra larvas de *Culex spp*, 2017-2021.

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>AMARYLLIDACEAE</b>					
<i>Pancratium triflorum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Parte aérea	Extrato de éter de petróleo	419,78	Johnson et al., (2018) <sup>37</sup>
			Extrato clorofórmio	318,42	
			Extrato de acetona	332	
			Extrato metanólico	357,47	

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>APIACEAE</b>					
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Parte aérea	Óleo essencial	20,6	Benelli et al., (2017b) <sup>38</sup>
<i>Pimpinella anisum</i>		Esquizocarpo		25,9	
<i>Smyrniolum olusatrum</i>		Inflorescência		17,5	
<i>Trachyspermum ammi</i>		Esquizocarpo		17,6	
<b>ASTERACEAE</b>					
<i>Acmella oleracea</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Extrato hidroetanólico	32,40	Araújo et al., (2018) <sup>9</sup>
<i>Erechtites valerianifolius</i>		Folha e caule	Óleo essencial	40,06	Hung et al., (2019) <sup>11</sup>
<i>Eupatorium odoratum</i>		Folha	Extrato Aquoso	396,8	Elemike et al., (2017) <sup>39</sup>
<b>BURSERACEAE</b>					
<i>Boswellia ovalifoliolata</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Óleo essencial	72,47	Benelli et al., (2017a) <sup>12</sup>
	<i>C. tritaeniorhynchus</i>			97,95	
<b>DIPSACACEAE</b>					
<i>Dipsacus asper</i>	<i>C. pipiens</i>	Raiz	Óleo essencial	47,49	Lu et al., (2017) <sup>14</sup>
<b>FABACEAE</b>					
<i>Acacia nilotica</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Vagem	Extrato de acetona	110	Vivekanandhan et al., (2018) <sup>15</sup>
			Extrato acetato etílico	48,32	
			Extrato de hexano	121,11	
			Extrato clorofórmico	118,80	
			Extrato de benzeno de petróleo	51,10	
			Óleo essencial	5,23	
<b>GERANIACEAE</b>					
<i>Pelargonium graveolens</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Florescência	Óleo essencial	98,4	Benelli et al., (2017c) <sup>40</sup>
<i>Pelargonium roseum</i>	<i>C. pipiens</i>	Folha		5,49	Tabari (2017) <sup>41</sup>
<b>HYPOXIDACEAE</b>					
<i>Molineria trichocarpa</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Parte aérea	Extrato éter de petróleo	313,11	Johnson et al., (2018) <sup>37</sup>
			Extrato clorofórmio	306,60	
			Extrato de acetona	352,04	
			Extrato metanólico	478,51	

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>JUGLANDACEAE</b>					
<i>Juglans regia</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Flor	Extrato metanólico	118,54	Ali et al., (2017) <sup>17</sup>
<b>LAMIACEAE</b>					
<i>Hyssopus officinalis</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Florescência	Óleo essencial	99,5	Benelli et al., (2017c) <sup>40</sup>
<i>Satureja montana</i>				25,6	
<b>LAURACEAE</b>					
<i>Cinnamomum ovatum</i>		Folha		34,19	
		Tronco		28,79	
<i>Cinnamomum polyadelphum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Óleo essencial	18,33	Dai et al., (2020) <sup>22</sup>
<i>Cinnamomum tonkinensis</i>				14,05	
<i>Cinnamomum damhaensis</i>				46,74	
<i>Cinnamomum longepetiolatum</i>				126,8	
<b>LECYTHIDACEAE</b>					
<i>Couroupita guianensis</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Extrato hexânico	166,13	Maheswaran et al., (2019) <sup>24</sup>
			Extrato clorofórmico	538,53	
			Extrato acetato etílico	832,59	
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Baeckea frutescens</i>		Folha		81,72	
<i>Callistemon citrinus</i>		Fruto		73,60	
		Folha		17,30	
<i>Melaleuca leucadendra</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Casca do caule	Óleo essencial	46,62	An et al., (2020) <sup>26</sup>
				21,35	
				26,20	
<i>Syzygium lanceolatum</i>	<i>C. tritaeniorhynchus</i>	Folha		43,69	Benelli et al., (2016) <sup>29</sup>
				60,01	
<i>Syzygium nervosum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>			72,24	
				46,09	An et al., (2020) <sup>26</sup>
<b>PINACEAE</b>					
<i>Pinus nigra</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Galho e folha	Óleo essencial	49,8	Benelli et al., (2017c) <sup>40</sup>

Família/Espécie vegetal	Insetos-alvo	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL <sub>50</sub> (ppm)	Referência
<b>PIPERACEAE</b>					
<i>Piper longum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Extrato metanólico	1.433,36	Yadav et al., (2019) <sup>31</sup>
			Extrato acetato etílico	1.628,5	
			Extrato clorofórmico	1.586,5	
			Extrato hexânico	2.702,5	
			Extrato aquoso	2.429,3	
			Extrato aquoso com nanopartículas de prata	45.3	
<b>POACEAE</b>					
<i>Dichanthium foveolatum</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Parte aérea	Extrato éter de petróleo	675,88	Johnson et al., (2018) <sup>37</sup>
			Extrato clorofórmico	277,03	
			Extrato de acetona	457,10	
<i>Leptochloa uniflora</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Parte aérea	Extrato metanólico	440,83	Johnson et al., (2018) <sup>37</sup>
			Extrato de éter de petróleo	648,84	
			Extrato clorofórmico	300,05	
			Extrato de acetona	686,11	
			Extrato metanólico	770,47	
<b>VERBENACEAE</b>					
<i>Aloysia citrodora</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Folha	Óleo essencial	65,6	Benelli et al., (2017c) <sup>40</sup>
<b>ZINGIBERACEAE</b>					
<i>Amomum subulatum</i>	<i>C. tritaeniorhynchus</i>	Folha		48,12	Govindarajan (2018) <sup>35</sup>
<i>Curcuma zedoaria</i>	<i>C. quinquefasciatus</i>	Rizoma	Óleo essencial	36,32	Sutthanont et al., (2019) <sup>42</sup>
<i>Hedychium larsenii</i>				96,40	AlShebly et al., (2017) <sup>36</sup>

A grande diversidade de atividades biológicas apresentadas por óleos essenciais e extratos vegetais, entre os quais, o efeito larvicida, deve-se à complexa mistura de metabólitos secundários presentes nesses produtos, a qual é influenciada por fatores como a espécie, parte utilizada e idade da planta, e, no caso específico dos extratos, o solvente usado na extração<sup>6</sup>. O seu uso, portanto, com vistas ao controle larvário de insetos transmissores de patógenos, oferece algumas vantagens em relação aos inseticidas sintéticos, como a sua biodegradabilidade, o fato de serem espécie-específicos com um mínimo de efeitos colaterais em organismos não alvos e reduzirem

as taxas de desenvolvimento de resistência nas populações de insetos-alvos<sup>43, 44, 45</sup>.

A categorização de óleos essenciais e extratos botânicos, como larvicidas naturais, ainda não dispõe de critérios bem definidos. Sua eficiência, como tal, é mensurada por meio de ensaios que comparam seus efeitos com os de outros inseticidas, geralmente sintéticos<sup>46</sup>, com base nos valores de CL<sub>50</sub> apresentados, levando muitos autores a estabelecerem seus próprios critérios de classificação. Komalamisra et al. (2005)<sup>47</sup>, por exemplo, classificaram-nos em ativos (CL<sub>50</sub> < 50 ppm), moderadamente ativos (50 ppm < CL<sub>50</sub> < 100

ppm), eficientes ( $100 \text{ ppm} < \text{CL}_{50} < 750 \text{ ppm}$ ) e inativos ( $\text{CL}_{50} > 750 \text{ ppm}$ ). Kiran et al. (2006)<sup>48</sup>, por outro lado, consideraram como significativos os efeitos larvicida apresentados pelos produtos naturais com  $\text{CL}_{50} < 100 \text{ ppm}$ . Nesta revisão, entretanto, chamaram a atenção os valores de  $\text{CL}_{50}$  obtidos nos ensaios com o extrato etanólico de *Annona mucosa* contra *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e com os óleos essenciais de *Protium heptaphyllum* contra *Ae. aegypti*, de *Acacia nilotica* contra *Ae. aegypti*, *An. stephensi* e *Cx. quinquefasciatus*, e de *Pelargonium roseum* contra *Cx. pipiens*, todos menores que 10 ppm.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Produtos de origem vegetal já são utilizados para o combate de pragas agrícolas. Entretanto, o seu uso destinado ao controle de

insetos vetores de patógenos aos humanos restringe-se ao efeito repelente exibido por um número limitado de substâncias<sup>49</sup>. A atividade larvicida demonstrada por uma grande variedade de extratos vegetais e óleos essenciais representa uma alternativa ao tradicional controle químico baseado em inseticidas sintéticos, utilizado nos programas de manejo integrado de vetores<sup>50</sup>. Deve-se, portanto, estimular as pesquisas centradas na prospecção desses produtos, estabelecendo-se protocolos-padrão que levem em consideração aspectos relacionados às espécies vegetais investigadas, como a coleta, a extração e a definição dos constituintes químicos, bem como dos insetos-alvo, como a procedência dos espécimes e o estágio do desenvolvimento<sup>51</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Harbach, RE, Howard TM. Index of currently recognized mosquito species (Diptera: Culicidae). European Mosquito Bulletin. 2007; 23: 1-66.
2. Klemperer MS, Unnasch TR, Hu LT. Taking a bite out of vector-transmitted infectious diseases. N Engl J Med. 2007 Jun; 356(25): 2567–2569. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMp078081>.
3. Zara ANSA, Santos SM, Fernandes-Oliveira ES, Carvalho RG, Coelho GE. *Aedes aegypti* control strategies: a review. Epidemiol Serv Saude. 2016; 25(2): 391–404. doi: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017>.
4. Dufour I, Vontas J, David JP, Weetman D, Fonseca DM, Corbel V, et al. Management of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses: Advances and challenges. PLoS Negl Trop Dis. 2019 Oct; 13(10): e0007615. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007615>.
5. Rosa CS, Veras KS, Silva PR, Lopes Neto JJ, Cardoso HLM, Alves LPL et al. Chemical composition and toxicity against *Aedes aegypti* L. and *Artemia salina* Leach of the essential oil from *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. leaves. Rev Bras Pl Med. 2016 Jan-Mar; 18(1): 19-26. doi: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_006](https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_006).
6. Shaalan EAS, Canyon DV, Younes MWF, Abdel-Wahab H, Mansour AH . A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. J Vector Ecol. 2005 Oct; 31(8): 1149-66. doi: 10.1016/j.envint.2005.03.003.
7. Rodrigues AM, Silva AA, Freitas JCC, Martins VEPM, Ferreira MAP, Ferreira ACS et al. Larvicidal activity of *Annona mucosa* Jacq. extract and main constituents rolliniastatin 1 and rollinicine against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Ind Crops Prod. 2021 Oct; 169: 113678. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113678>.
8. Thongwat D, Lamlerthton S, Pimolsri U, Bunchu N. Larvicidal activity of endocarp and seed crude extracts of *Dracaena loureiri* Gagnep against *Aedes aegypti* (L.) mosquito. Asian Pac J Trop Biomed. 2017 Mar; 7(3): 222-226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.12.005>.
9. Araújo IF, Araújo PHF, Ferreira RMA, Sena IDS, Lima AL, Carvalho JCT et al. Larvicidal effect of hydroethanolic extract from the leaves of *Acmella oleracea* L. R. K. Jansen in *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. S Afr J Bot. 2018; 117:134-140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.05.008>.
10. Sundararajan B, Kumari BDR. Novel synthesis of gold nanoparticles using *Artemisia vulgaris* L. leaf extract and their efficacy of larvicidal activity against dengue fever vector *Aedes aegypti* L. J Trace Elem Med Biol. 2017 Sep; 43: 187-196. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.008>.
11. Hung NH, Satyal P, Hieu HV, Chuong NTH, Dai DN, Huong LT et al. Mosquito larvicidal activity of the essential oils of *Erechtites* species growing wild in Vietnam. Insects. 2019 Feb; 10(2): 47. doi:10.3390/insects10020047.
12. Benelli G, Rajeswary M, Vijayan P, Senthilmurugan S, Alharby NS, Kadaikunnan S et al. *Boswellia ovalifoliolata* (Burseraceae) essential oil as an eco-friendly larvicide? Toxicity against six mosquito vectors of public health importance, non-target mosquito fishes, backswimmers, and water bugs. Environ Sci Pollut Res. 2018 Apr; 25(11): 10264-10271. doi: 10.1007/s11356-017-8820-0.
13. Rodrigues AM, Sampaio CG, Souza JSN, Campos AR, Silva ABR, Morais SM et al. Different susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae to plant-derived products. Rev Soc Bras Med Trop. 2019; 52: e20180197. doi: 10.1590/0037-8682-0197-2018.
14. Lu HY, Liu XC, Liu QZ, Liu ZL. Chemical composition of *Dipsacus asper* Wallich ex Candolle (Dipsacaceae) essential oil and its activity against mosquito larvae of *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. Trop J Pharm Res. 2017; 16(1): 179-184. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v16i1.24>.
15. Vivekanandhan P, Vienkatesan R, Ramkumar G, Karthi S, Senthil-Nathan S, Shivakumar MS. Comparative analysis of major mosquito vectors response to seed-derived essential oil and seed pod-derived extract from *Acacia nilotica*. Int J Environ Res and Public Health. 2018 Feb; 15(2): 388.. doi:10.3390/ijerph15020388.
16. Silva AMA, Silva HC, Monteiro AO, Lemos TLG, Souza SM, Militão GCG et al. Chemical composition, larvicidal and cytotoxic activities of the leaf essential oil of *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. S Afr J Bot. 2020 Jul; 131: 369-373. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.03.011>.
17. Ali SI, B. Gopalakrishnan B, Venkatesalu V. Larvicidal potential of *Juglans regia* male flower against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*, Nat Prod Res. 2019 May; 33(10): 1463-1466. doi: 10.1080/14786419.2017.1416374.
18. Scalvenzi L, Radice M, Toma L, Severini F, Boccoloni D, Bella A et al. Larvicidal activity of *Ocimum campechianum*, *Ocotea quixos* and *Piper aduncum* essential oils against *Aedes aegypti*. Parasite. 2019; 26: 23.. doi: <https://doi.org/10.1051/parasite/2019024>.
19. Ricarte LP, Bezerra GP, Romero NR, Silva HC, Lemos TLG, Arriaga AMC et al. Chemical composition and biological activities of the essential oils from *Vitex agnus castus*, *Ocimum campechianum* and *Ocimum carnosum*. An Acad Bras Cienc. 2020; 92(1): e20180569 doi: 10.1590/0001-3765202020180569.
20. Pereira APM, Martins TGT, Araújo Neto AP, Conceição, CEP, Conceição FOVA, Sousa RT et al. Chemical constituents and larvicide potential against *Aedes aegypti* of the essential oil of the *Origanum vulgare* L. Res Soc Dev. 2021; 10(9):

## 14 Produtos vegetais no controle de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*

e9910917683. doi: 10.33448/rsd-v10i9.17683.

21. Santos LM, Brandão LB, Martins RL, Rabelo EM, Rodrigues ABL, Araújo CMCV et al. Evaluation of the larvicidal potential of the essential oil Pogostemon cablin (Blanco) Benth in the control of *Aedes aegypti*. Pharmaceuticals. 2019 Apr; 12(2): 53. doi:10.3390/ph12020053.
22. Dai DN, Chung NT, Huong LT, Huong NH, Chau DTM, Yen NT et al. Chemical compositions, mosquito larvicidal and antimicrobial activities of essential oils from five species of Cinnamomum growing wild in north central Vietnam. Molecules. 2020 Mar; 25(6): 1303; doi: 10.3390/molecules25061303.
23. Betim FCM, Oliveira CF, Souza AM, Szabo EM, Zanin SMW, Miguel OG et al. Ocotea nutans (Nees) Mez (Lauraceae): chemical composition, antioxidant capacity and biological properties of essential oil. Braz J Pharm Sci.. 2019; ;55: e18284. doi; https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000118284.
24. Maheswaran R, Baskar K, Ignacimuthu S, Packiam SM, Rajapandiyan K. Bioactivity of Couroupita guianensis Aubl. against filarial and dengue vectors and non-target fish. S Afr J Bot. 2019 Sep; 125: 46–53. doi: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.020.
25. Kamaraj C, Deepak P, Balasubramani G, Karthi S, Arul D, Aiswarya D et al. Target and non-target toxicity of fern extracts against mosquito vectors and beneficial aquatic organisms. Ecotoxicol Environ Saf. 2018 Oct; 161: 221-230. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.062.
26. An NTG, Huong LT, Satyal P, Tai TA, Dai DN, Hung NH et al. Mosquito larvicidal activity, antimicrobial activity, and chemical compositions of essential oils from four species of Myrtaceae from central Vietnam. Plants. 2020 Apr; 9(4): 544. doi:10.3390/plants9040544.
27. Manh HD, Hue DT, Hieu NTT, Tuyen DTT, Tuyet OT. The Mosquito larvicidal activity of essential oils from Cymbopogon and Eucalyptus Species in Vietnam. Insects. 2020 Feb; 11(2): 128. doi:10.3390/insects11020128.
28. Carneiro VCS, Lucena LB, Figueiró R, Victório CP. Larvicidal activity of plants from Myrtaceae against *Aedes aegypti* L. and Simulium pertinax Kollar (Diptera). Rev Soc Bras Med Trop. 2021; 54: e00922020. doi: https://doi.org/10.1590/0037-8682-0092-2020.
29. Benelli G, Rajeswary M, Govindarajan M. Towards green oviposition deterrents? Effectiveness of Syzygium lanceolatum (Myrtaceae) essential oil against six mosquito vectors and impact on four aquatic biological control agents. Environ Sci Pollut Res. 2018 Apr; 25(11): 10218-10227. doi: 10.1007/s11356-016-8146-3.
30. Pereira AA Filho, Pessoa GCD, Yamaguchi L, Stanton MA, Serravite AM, Pereira RHM et al. Larvicidal activity of essential oils from Piper species against strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids. Front Plant Sci. 2021; 4; 12: 685864. doi: 10.3389/fpls.2021.685864.
31. Yadav R, Saini H, Kumar D, Pasi S, Agrawal V. Bioengineering of Piper longum L. extract mediated silver nanoparticles and their potential biomedical applications. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2019 Nov; 104: 109984; doi: https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109984.
32. Sarma R, Adhikari K, Mahanta S, Khanikor B. Insecticidal activities of Citrus aurantifolia essential oil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Toxicol Rep. 2019; 6:1091-1096; doi: https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.10.009.
33. Silva PT, Santos HS, Teixeira AMR, Bandeira PN, Holanda CL, Vale JPC et al. Seasonal variation in the chemical composition and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oils from Vitex gardneriana Schauer. S Afr J Bot, 2019 Aug; 124: 329-332; doi: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.036.
34. Santos OS Júnior, Everton GO, Rosa PVS, Souza LS, Conceição FOVA, Soares LBC. Larvicidal activity of Alpinia zerumbet essential oil in front of the larvae of the *Aedes aegypti* mosquito. Res Soc Dev. 2020; 9(8): e1945578. doi: https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5578.
35. Govindarajan M, Rajeswary M, Senthilmurugan S, Vijayan P, Alharbi N, Kadaikunnan S et al. Larvicidal activity of the essential oil from Amomum subulatum Roxb. (Zingiberaceae) against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae), and non-target impact on four mosquito natural enemies. Physiol Mol Plant Pathol. 2018 Jan; 101: 219-224; doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.pmp.2017.01.003.
36. AlShebly MM, AlQahtani FS, Govindarajan M, Gopinath K, Vijayan P, Benelli G. Toxicity of ar-curcumene and epi-β-bisabolol from Hedychium larsenii (Zingiberaceae) essential oil on malaria, chikungunya and St. Louis encephalitis mosquito vectors. Ecotoxicol Environ Saf. 2017 Mar; 137: 149-157. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.11.028.
37. Johnson M, Maharaja P, Murugesan S, Janakiraman N, Menezes IRA, Costa JGM et al. Larvicidal activity of some medicinal plant extracts against filariasis fever mosquito, *Culex quinquefasciatus* (Say.) (Diptera: Culicidae). Com Immunol Microbiol Infect Dis. 2018 Dec 61: 1-4. doi: https://doi.org/10.1016/j.cimid.2018.10.004.
38. Benelli G, Pavela R, Lannarelli R, Petrelli R, Cappellacci L, Cianfaglione K et al. Synergized mixtures of Apiaceae essential oils and related plant-borne compounds: larvicidal effectiveness on the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* Say. Ind Crops Prod. 2017 Feb; 96: 186-195. doi: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.059.
39. Elemike EE, Onwudiwe DC, Ekennia AC, Sonde CU, Ehiri RC. Green Synthesis of Ag/Ag2O Nanoparticles Using Aqueous Leaf Extract of Eupatorium odoratum and Its Antimicrobial and Mosquito Larvicidal Activities. Molecules. 2017 May; 22(5): 674. doi:10.3390/molecules22050674.
40. Benelli G, Pavela R, Canale A, Cianfaglione K, Ciaschetti G, Conti F et al. Acute larvicidal toxicity of five essential oils (Pinus nigra, Hyssopus officinalis, Satureja montana, Aloysia citrodora and Pelargonium graveolens) against the filariasis *Culex quinquefasciatus*: synergistic and antagonistic effects. Parasitol Int. 2017 Apr; 66(2): 166-171. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.parint.2017.01.012.
41. Tabari MA, Youssefi MR, Esfandiari A, Benelli G. Toxicity of β-citronellol, geraniol and linalool from *Pelargonium roseum* essential oil against the West Nile and filariasis vector *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). Res Vet Sci. 2017 Oct; 114: 36–40; doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.001.
42. Sutthanont N, Attrapadung S, Nuchprayoon, S. Larvicidal activity of synthesized silver nanoparticles from Curcuma zedoaria essential oil against *Culex quinquefasciatus*. Insects. 2019 Jan; 10(1): 27. doi:10.3390/insects10010027.
43. Isman MB. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 2000 Sep. 19(1): 603–608.
44. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar D. Biological effects of essential oils: a review. Food Chem Toxicol. 2008 Feb; 46(2): 446–475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106.
45. Pavela R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. Ind Crops Prod. 2015 Dec; 76: 174-187. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.050.
46. WHO. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. Geneva: WHO; 2005.
47. Komalamisra N, Trongtokit Y, Rongsriyarn Y, Apiwathasorn C. Screening for larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2005 Nov; 36(6): 1412–1422.
48. Kiran SR, Bhavani K, Devi PS, Rao BRR, Reddy KJ. Composition and larvicidal activity of leaves and stem essential oils of Chloroxylon swietenia DC against *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi*. Bioresour Technol. 2006 Dec; 97(18). doi:10.1016/j.biortech.2005.10.003.
49. Pavela R, Maggi F, Lannarelli R, Benelli G. Plant extracts for developing

## 15 Produtos vegetais no controle de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*

mosquito larvicides: from laboratory to the field, with insights on the modes of action. *Acta Trop.* 2019 May; 193: 236–71. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.01.019.

50. Gomes B, Ogélio H, Brant F, Pereira-Pinto CJ, Workman MJ, Costa M et al. High larvicidal efficacy of yeast-encapsulated orange oil against *Aedes aegypti*

strains from Brazil. *Parasit Vectors.* 2021 May; 14(1): 272. doi: <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04733-2>.

51. Dias CN, Moraes DFC. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: review. *Parasitol Res.* 2014 Feb; 113(2): 565-92 doi 10.1007/s00436-013-3687-6.

### Como citar este artigo/How to cite this article:

Silva DML, Martins VEPM. Óleos essenciais e extratos vegetais como ferramentas alternativas ao controle químico de larvas de *Aedes spp*, *Anopheles spp* e *Culex spp*. *J Health Biol Sci.* 2022; 10(1):1-15.