

Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Natural plant products as an alternative tool for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae control

Glautemberg de Almeida Viana¹ , Caroline de Goes Sampaio² , Victor Emanuel Pessoa Martins³ 

1. Discente do Programa de Pós-graduação em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentável pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção, CE, Brasil. 2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Maracanaú, CE, Brasil. 3. Docente do Programa de Pós-graduação em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentável pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção, CE, Brasil.

Resumo

Introdução: *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* são os principais vetores dos vírus Dengue, Zika e Chikungunya. Extratos vegetais e óleos essenciais vêm sendo utilizados em pesquisas como alternativas aos inseticidas sintéticos tradicionalmente utilizados nos programas de controle dessas doenças. **Métodos:** de julho a novembro de 2017, foi realizado um levantamento de artigos científicos publicados entre os anos 2000 e 2016 nas bases de dados Scielo, Science Direct e Scopus. Foram utilizados os descritores controlados “culicidae”, “óleos essenciais” e “extratos vegetais” com interposição do operador booleano “AND”. **Resultados:** inicialmente, foram obtidos 239 artigos. Dezesesseis artigos – cinco apareciam em mais de uma base de dados e 11, cujos conteúdos não estavam disponíveis na íntegra, foram excluídos. Dos 223 artigos resultantes, 112 foram excluídos por contemplarem outras espécies de culicídeos (63) e pela não realização de ensaio larvicida (49). Dos 111 artigos restantes, 42 não apresentavam valores referentes à CL_{50} , resultando em 69 artigos cujos conteúdos foram analisados. Foram identificadas 219 espécies vegetais, pertencentes a 43 famílias botânicas, com destaque para Lamiaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Cupressaceae, Asteraceae, Pinaceae e Lauraceae. Os óleos essenciais foram os produtos vegetais mais amplamente testados contra *Ae. aegypti* (158) e *Ae. albopictus* (43), bem como os que exibiram maior eficiência na mortalidade das larvas ($CL_{50} < 100\text{ppm}$). **Conclusões:** a busca por novas estratégias de controle de insetos vetores de patógenos que substituam os inseticidas sintéticos tradicionalmente utilizados vem ganhando destaque. Extratos vegetais e óleos essenciais com efeito larvicida significativo constituem promissoras alternativas ao controle de doenças transmitidas por esses artrópodes.

Palavras-chave: Produtos naturais. Atividade larvicida. *Aedes aegypti*. *Aedes albopictus*.

Abstract

Introduction: *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* are the main vectors of Dengue, Zika and Chikungunya viruses. Plant extracts and essential oils have been used as an alternative to synthetic insecticides commonly used in control programmes of these diseases. **Methods:** From July to November 2017 a survey of scientific articles published between 2000 and 2016 years was carried out in the databases Scielo, Science Direct and Scopus. The descriptors “culicidae”, “essential oils” and “vegetal extracts” were used with the input of the boolean operator “AND”. **Results:** A total of 239 articles were obtained. Sixteen articles - 5 that appeared in more than one database and 11 whose contents were not available in full - were initially excluded. Of the 223 resulting articles, 112 were excluded because they included other species of culicidae (63) and the non-performance of larvicidal tests (49). Of the 111 remaining articles, 42 presented no LC_{50} values, resulting, at the end of the selection, in 69 articles whose contents were analyzed. A total of 219 plant species belonging to 43 botanical families were identified, especially Lamiaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Cupressaceae, Asteraceae and Lauraceae. Essential oils were the most widely tested plant products against *Ae. aegypti* (158) and *Ae. albopictus* (43), as well as those that showed greater efficiency in the mortality of the larvae ($LC_{50} < 100\text{ppm}$). **Conclusions:** The search for new strategies for vector control that replace the traditional insecticides used has been highlighted. Plant extracts and essential oils with pronounced larvicidal effect are promising alternatives to the control of diseases transmitted by these arthropods.

Key words: Natural products. Larvicidal activity. *Aedes aegypti*. *Aedes albopictus*

INTRODUÇÃO

Os mosquitos desempenham um papel de destaque no cenário das doenças infectoparasitárias em virtude de sua atuação como vetores de uma grande variedade de organismos patogênicos¹. Mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, responsáveis pela transmissão da Dengue, Zika e Chikungunya, estão intimamente relacionados com episódios epidêmicos dessas arboviroses em diversos países,

sobretudo os situados nas zonas tropical e subtropical do planeta².

As dificuldades inerentes à produção de uma vacina realmente eficaz contra os sorotipos circulantes dos vírus Dengue, Zika e Chikungunya intensificaram as ações de combate aos seus vetores como a principal estratégia preventiva ao surgimento

Correspondência: Victor Emanuel Pessoa Martins. Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, Brasil. E-mail: victormartins@unilab.edu.br

Conflito de interesse: Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 2 Abr 2018; Revisado em: 10 Jun 2018; 27 Ago 2018; Aceito em: 31 Ago 2018

de novos casos dessas doenças. Durante muitos anos, o controle das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi feito por meio do uso de inseticidas sintéticos, tais como os organoclorados, organofosforados e piretroides. Entretanto, o uso frequente e indiscriminado dessas substâncias tem causado poluição ambiental, intoxicação em humanos e outros organismos não alvos e, sobretudo, acelerado o processo de seleção de populações resistentes desses mosquitos^{3,4}.

Na última década, pesquisas centradas na utilização de produtos naturais de origem vegetal com ação inseticida aumentaram significativamente, uma vez que são fontes de substâncias bioativas e facilmente biodegradáveis⁵. Nesse sentido, extratos e óleos essenciais obtidos de plantas vêm sendo testados para o controle de insetos em virtude de sua elevada seletividade, degradação a produtos não tóxicos ou de baixa toxicidade a organismos não alvos e ao meio ambiente⁶. Esses produtos, provavelmente, contêm fitoquímicos com ação inseticida, os quais são, predominantemente, metabólitos secundários produzidos em resposta a certas condições ambientais, podendo atuar, virtualmente, em todas as fases do desenvolvimento do inseto, inclusive no estágio adulto^{7,8,9}.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento acerca das contribuições científicas produzidas no período compreendido entre os anos 2000 e 2016 em relação à ação de produtos vegetais no controle populacional de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

MÉTODOS

Realizou-se um levantamento de artigos científicos cuja abordagem central estivesse relacionada com o uso de produtos naturais de origem vegetal no controle de populações de culicídeos vetores de patógenos. Para isso, buscaram-se artigos disponibilizados nas bases de dados Scielo, Science Direct e Scopus, publicados no período de 2000 a 2016.

A busca dos artigos foi realizada nos meses de julho a novembro de 2017, por meio de busca avançada nas bases de dados, utilizando-se, como descritores controlados, os termos e as expressões “culicidae”, “óleos essenciais” e “extratos vegetais”, com a interposição do operador booleano “AND”.

A seleção dos artigos pautou-se nos seguintes critérios de inclusão: artigos disponíveis on line na íntegra, nos idiomas português, inglês e espanhol; mosquitos das espécies *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus* desafiados ao ensaio larvicida e definição da concentração letal do(s) produto(s) testado(s) que resulta(m) na morte de 50% dos espécimes (CL_{50}).

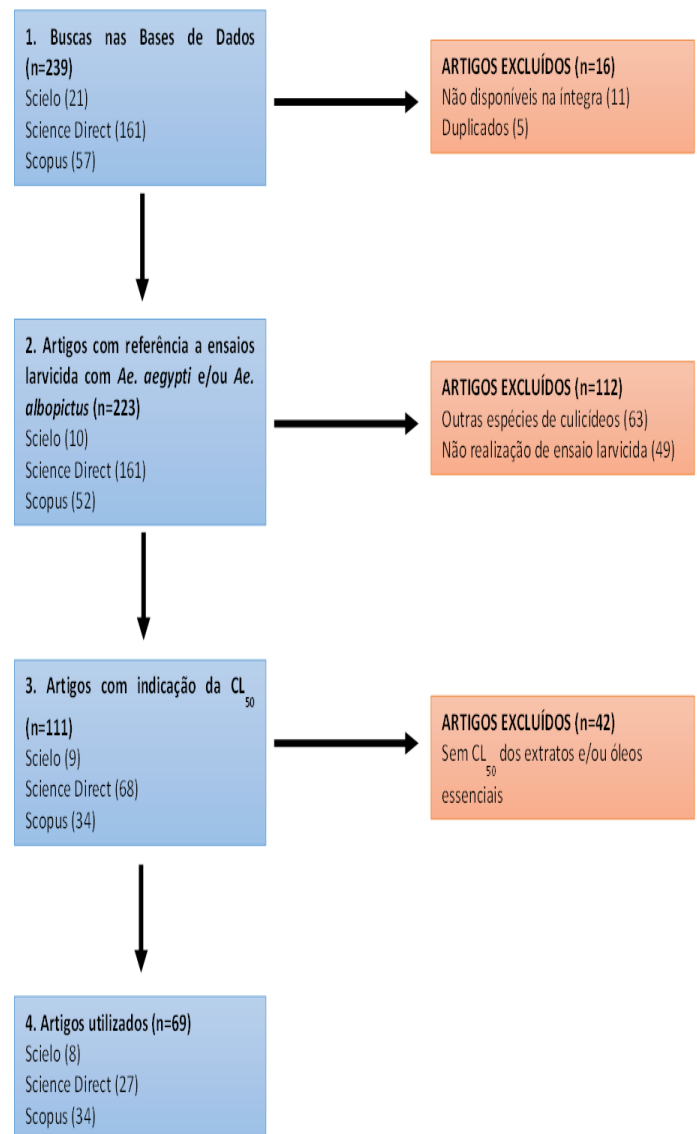
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da consulta realizada, foram obtidos 239 artigos, sendo 21 da base de dados Scielo, 161 da Science Direct e 57 da Scopus.

A partir da exclusão de 16 artigos (5 que apareciam em mais de

uma base de dados e 11 cujo conteúdo não estava disponível na íntegra), 223 artigos foram analisados quanto aos demais critérios de elegibilidade. Nesse sentido, 112 artigos foram excluídos dessa etapa de triagem por contemplarem outras espécies de culicídeos (63) e pela não realização de ensaio larvicida (49). Dos 111 artigos selecionados após essa triagem, 42 não apresentavam valores referentes à CL_{50} dos extratos vegetais e/ou óleos essenciais utilizados no desafio sobre larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, o que resultou na análise, ao final da seleção, de 69 artigos, conforme ilustra a figura 1.

Figura 1. Fluxograma representativo do processo de busca e seleção dos artigos.



A análise dos artigos selecionados mostrou a utilização de 219 espécies vegetais, pertencentes a 43 famílias distintas, com destaque para Lamiaceae (25 espécies), Myrtaceae (22 espécies), Rutaceae (20 espécies), Cupressaceae (16 espécies), Asteraceae (15 espécies), Pinaceae (11 espécies), Apiceae (10

espécies) e Lauraceae (10 espécies).

Em relação ao *Ae. aegypti*, foram testados 158 óleos essenciais, dos quais 141 (89,2%) exibiram um significativo efeito larvicida,

tendo, para isso, como parâmetro, valores de CL_{50} iguais ou inferiores a 100 ppm¹⁰. Já em relação aos extratos testados (67), 15 (22,3%) tiveram os valores da CL_{50} enquadrados no parâmetro acima mencionado (Tabela 1).

Tabela 1. Extratos e óleos essenciais obtidos de distintas partes vegetais e seu efeito larvicida sobre *Aedes aegypti*, 2000 a 2016.

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
ACANTHACEAE				
<i>Andrographis paniculata</i>	Folha	Extrato benzênico	119,5	Govindarajan, 2011 ¹⁷
		Extrato hexânico	146,3	
		Extrato acetato etílico	124,2	
		Extrato metanólico	110,1	
		Extrato clorofórmico	99,5	
		Extrato de éter de petróleo	143,2	Renugadevi et al., 2013 ¹⁸
<i>Andrographis lineata nees</i>		Extrato aquoso	129,3	
		Extrato de éter de petróleo	193,1	
		Extrato aquoso	152,2	
ACORACEAE				
<i>Acorus calamus</i>	Raiz	Óleo essencial	99,4	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
AMARANTHACEAE				
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Folha	Óleo essencial	9,1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
ANACARDIACEAE				
<i>Anacardium humile</i>	Folha	Óleo essencial	20,9	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Schinus molle</i>			9,6	
<i>Spondias purpurea</i>			39,7	
<i>Melanochyla fasciculiflora</i>	Folha e Caule	Extrato metanólico	619,2 – 753	Yousaf & Zuharah, 2015 ²⁰
<i>Gluta rengas</i>			418,8 – 634	
<i>Anacardium occidentale</i>			656,4 – 804,2	
<i>Mangifera indica</i>			523,9 – 697,3	
ANNONACEAE				
<i>Guatteria blepharophylla</i>	Folha	Óleo essencial	58,7	Aciole et al., 2011 ²¹
<i>Guatteria friesiana</i>			52,6	
<i>Guatteria hispida</i>			85,7	
<i>Rollinia leptopetala</i>	Caule		34,7	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
APIACEAE				
<i>Anethum graveolens</i>	Folha	Óleo essencial		Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Apium graveolens</i>	Semente		16,1	Kumar et al., 2014 ²²
<i>Carum carvi</i>			54,6	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Foeniculum vulgare</i>	Fruto		49,3	
<i>Heracleum pastinacifolium incanum</i>			71,8	
<i>Heracleum pastinacifolium transcaucasicum</i>			69,7	
<i>Heracleum sprengeianum</i>	Folha		37,5	Govindarajan & Benelli, 2016 ²³
<i>Pimpinella anisum</i>	Semente		<100	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Seseli diffusum</i>			126,13	Kabir et al., 2013 ²⁴
APOCYNACEAE				
<i>Tabernaemontana cymosa</i>	Semente	Extrato etanólico	35,1	Castillo et al., 2012 ²⁵
ARALIACEAE				
<i>Dendropanax morbifera</i>	Flor	Óleo essencial	35,1	Castillo et al., 2012 ²⁵
ARECACEAE				
<i>Cocos nucifera</i>	Fruto	Óleo essencial	294,9	Fazal et al., 2013 ²⁶
ARISTOLOCHIACEAE				
<i>Asarum heterotropoides</i>	Raiz	Óleo essencial	23,8	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
ASTERACEAE				
<i>Ageratum conyzoides</i>	Folha	Óleo essencial	61,5	Furtado et al., 2005 ²⁷
<i>Artemisia abrotamum</i>			620	Leyva et al., 2008 ²⁸
<i>Baccharis sp.</i>			14,7	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Coreopsis fasciculata</i>			26,8	
<i>Senecio adenophylloides</i>			43,4	
<i>Sphaeranthus indicus</i>		Extrato hexânico	966	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	869,3	
		Extrato de diclorometano	1559,5	
		Extrato acetato etílico	201,1	
<i>Tagetes erecta</i>		Óleo essencial	15,3	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Tagetes filifolia</i>			47,7	
<i>Tagetes minuta</i>			52,3	Lima et al., 2009 ³⁰
<i>Tagetes patula</i>			13,5	Dharmagadda et al., 2005 ³¹
<i>Tagetes pusilla</i>			14,1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Tridax procumbens</i>		Extrato de éter de Petróleo	219	Rajasekaran & Duraikannan, 2012 ³²
<i>Vanillosmopsis arborea</i>	Caule	Óleo essencial	15,9	Furtado et al., 2005 ²⁷
BORAGINACEAE				
<i>Auxemma glazioviana</i>	Caule	Óleo essencial	2,5	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Cordia curassavica</i>	Folha		87,7	
<i>Cordia leucomalloides</i>			63,1	
BURSERACEAE				
<i>Boswellia carteri</i>	Caule	Óleo essencial	10	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
CAESALPINIACEAE				
<i>Copaifera reticulata</i>	Caule	Óleo essencial	8,9	Silva et al., 2007 ³³
CARICACEAE				
<i>Carica papaya</i>	Folha e Semente	Extrato etanólico	107	Wahyuni, 2015 ³⁴
CONVOLVULACEAE				
<i>Ipomoea cairica</i>	Folha, Flor e Raiz	Extrato metanólico	12,2 - 37,5	Ishak et al., 2014 ³⁵
CUCURBITACEAE				
<i>Citrullus colocynthis</i>	Folha	Extrato hexânico	1087,6	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	1022,3	
		Extrato de diclorometano	515,6	
		Extrato acetato etílico	1212,9	
CUPRESSACEAE				
<i>Calocedrus formosana</i>	Caule	Óleo essencial	51,8	Cheng et al., 2003 ³⁰
<i>Callitris glaucophylla</i>			0,6	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Chamaecyparis formosensis</i>			38,6	
<i>Cryptomeria japonica</i>	Folha		28,4	
<i>Cunninghamia konishii</i>	Caule		85,7	
<i>Juniperus macropoda</i>	Fruto		<100	
<i>Juniperus virginiana</i>	Caule		1	
<i>Taiwania cryptomerioides</i>			79,8	
CYMOODOCEACEAE				
<i>Syringodium isoetifolium</i>	Raízes	Extrato etanólico	0,06	Ali et al., 2012 ³⁶
	Folha		0,06	
<i>Cymodocea serrulata</i>			0,07	
EUPHORBIACEAE				
<i>Cleistanthus collinus</i>	Folha	Extrato hexânico	1291,2	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	837,3	
		Extrato de diclorometano	755,2	
		Extrato acetato etílico	560,4	
<i>Croton argyrophylloides</i>		Óleo essencial	50	Lima et al., 2006 ³⁷
<i>Croton heliotropiifolius</i>			544	Dória et al., 2010 ³⁸
<i>Croton nepetaefolius</i>			66,4	Lima et al., 2006 ³⁷
<i>Croton pulegioides</i>			159	Dória et al., 2010 ³⁸
<i>Croton regelianus</i>			24,2	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Croton sonderianus</i>			54,5	Lima et al., 2006 ³⁷
<i>Croton zehntneri</i>			26,2	
FABACEAE				
<i>Bauhinia acuruana</i>	Folha	Óleo essencial	56,2	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Copaifera multijuga</i>	Caule e Folha	Extrato etanólico	81 – 166	Trindade et al., 2013 ³⁹
		Óleo essencial	18	
<i>Dalbergia oliveri</i>	Folha	Extrato hexânico	153,7	Pluempanupat et al., 2013 ⁴⁰
		Extrato de diclorometano	169,9	
		Extrato de acetato etílico	163,7	
		Extrato metanólico	255,6	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fruto	Óleo essencial	14,8	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Pongamia pinnata</i>	Caule	Extrato metanólico	118,2	Kolli et al., 2013 ⁴¹
		Extrato hidroalcoólico	128,3	
GUTTIFERAE				
<i>Hypericum polyanthemum</i>	Folha	Extrato de acetona	121	Silva et al., 2013 ⁴²
LAMIACEAE				
<i>Hyptis martusii</i>	Folha	Óleo essencial	18,5	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Hyptis suaveolens</i>		Extrato hexânico	543,6	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	1443,5	
		Extrato de diclorometano	1292,3	
		Extrato acetato etílico	853	
<i>Lavandula gibsoni</i>		Óleo essencial	48,3	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Leucas aspera</i>		Extrato hexânico	1359,2	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	927,6	
		Extrato de diclorometano	844,6	
		Extrato acetato etílico	483,2	

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Mentha piperita</i>		Óleo essencial	47,5	Kalaivani et al., 2012 ⁴³
			111,9	Kumar et al., 2011 ⁴⁴
<i>Mentha spicata</i>			56	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Mentha villosa</i>			45	Lima et al., 2014 ⁴⁵
<i>Ocimum americanum</i>			67	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Ocimum basilicum</i>	Caule		148,5	Kalaivani et al., 2012 ⁴³
	Folha		66,9	Furtado et al., 2005 ²⁷
<i>Ocimum gratissimum</i>			104,5	
<i>Ocimum lamiifolium</i>			8,6	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Ocimum sanctum</i>			29,7	
<i>Ocimum suave</i>			29,8	
<i>Ocimum tenuiflorum</i>			71,2	Furtado et al., 2005 ²⁷
<i>Origanum scabrum</i>			67,1	Govindarajan et al., 2016 ⁴⁶
<i>Plectranthus amboinicus</i>			51,8	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Plectranthus mollis</i>			25,3	
<i>Thymus vulgaris</i>			17,3	
LAURACEAE				
<i>Cinnamomum impressicostatum</i>	Folha	Óleo essencial	10,7	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Cinnamomum microphyllum</i>			6,7	
<i>Cinnamomum mollissimum</i>			10,2	
<i>Cinnamomum osmophloeum</i>			120	Cheng et al., 2003 ¹⁰
<i>Cinnamomum pubescens</i>			12,8	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Cinnamomum rhyncophyllum</i>			6	
<i>Cinnamomum scortechinii</i>			21,5	
<i>Cinnamomum sintoc</i>			41	
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>			79,7	
<i>Persea americana</i>	Semente	Extrato etanólico	16,4	Torres et al., 2014 ⁴⁷
		Extrato hexânico	9,8	
MALVACEAE				
<i>Abutilon indicum</i>	Folha	Extrato hexânico	261,3	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	1442,3	
		Extrato de diclorometano	1434,5	
		Extrato acetato etílico	898,8	
<i>Sida acuta</i>		Extrato metanólico	42	Govindarajan, 2010 ⁴⁸
MELIACEAE				
<i>Azadirachta indica</i>	Semente	Óleo essencial	117,1	Fazal et al., 2013 ²⁶
<i>Guarea humaitensis</i>	Folha		48,6	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Guarea scabra</i>			98,6	
<i>Trichilia hirta</i>	Semente	Extrato etanólico	219,2	Castillo et al., 2012 ²⁵
MYRTACEAE				
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Folha	Óleo essencial	31 – 55,3	Cheng et al., 2009 ¹³
	Semente		26,7	Lucia et al., 2008 ⁴⁹
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Folha		68,9	Fazal et al., 2013 ²⁶
<i>Eucalyptus dunnii</i>	Semente		25,2	Lucia et al., 2008 ⁴⁹
<i>Eucalyptus globulus</i>	Folha		52,9	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Eucalyptus grandis</i>			32,4	

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Eucalyptus gunnii</i>	Semente		21,1	Lucia et al., 2008 ⁴⁹
<i>Eucalyptus saligna</i>	Folha		22,1	
<i>Eucalyptus tereticornis</i>			22,1	
<i>Eucalyptus urophylla</i>			95,5	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Eugenia melanadenia</i>			85	
<i>Eugenia piauhiensis</i>			230	Dias et al., 2015 ⁵⁰
<i>Eugenia triquetra</i>			64,8	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Melaleuca leucadendron</i>			120	Leyva et al., 2008 ²⁸
<i>Myrtus communis</i>			50	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Pimenta dioica</i>			38,8	
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>			44,1	
<i>Pimenta racemosa</i>			27	
<i>Psidium guajava</i>			24,7	
<i>Psidium myrsinites</i>			292	Dias et al., 2015 ⁵⁰
<i>Psidium rotundatum</i>			63	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Syzygium aromaticum</i>			92,5	Fayemiwo et al., 2014 ⁵¹
PINACEAE				
<i>Pinus caribaea</i>	Folha	Óleo essencial	51	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Pinus kesiya</i>			57	Govindarajan et al., 2016 ⁵²
<i>Pinus sylvestris</i>			128,1	Fayemiwo et al., 2014 ⁵¹
<i>Pinus tropicalis</i>			42	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
PIPERACEAE				
<i>Piper aduncum</i>	Folha	Óleo essencial	46	Santana et al., 2015 ⁵³
	Fruto		30,2	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Piper arboreum</i>	Folha		55	Santana et al., 2015 ⁵³
<i>Piper auritum</i>			17	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Piper hostmanianum</i>			54	
<i>Piper klotzschianum</i>	Semente		13,2	
<i>Piper marginatum</i>	Folha		34	Santana et al., 2015 ⁵³
	Caule		19,9	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Piper nigrum</i>	Semente		9,1	
<i>Piper ovatum</i>	Raiz	Extrato etanólico	2,9	Kabir et al., 2013 ²⁴
	Caule		28	
	Folha		92	
<i>Piper permucronatum</i>		Óleo essencial	36	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
POACEAE				
<i>Cymbopogon citratus</i>	Folha	Óleo essencial	63,8	Furtado et al., 2005 ²⁷
<i>Cymbopogon winterianus</i>			54,6	
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Raiz		31,5	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
RANUCULACEAE				
<i>Nigella sativa</i>	Folha	Óleo essencial	32,1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
	Semente		99,9	Raj et al., 2015 ⁵⁴
RUTACEAE				
<i>Amyris balsamifera</i>	Caule	Óleo essencial	1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Chloroxylon swietenia</i>	Folha		16,5	
<i>Citrus limon</i>	Fruto		95,8	Furtado et al., 2005 ²⁷
<i>Citrus sinensis</i>	Folha	Extrato hexânico	446,4	Warikoo et al., 2012 ⁵⁵
<i>Clausena anisata</i>		Óleo essencial	130,1	Govindarajan, 2010 ⁴⁸
<i>Clausena dentata</i>		Óleo essencial	140,2	Rajkumar & Jebanesan, 2010 ⁵⁶
		Extratos metanólico, clorofórmico, benzênico e de acetona	0,16 – 1,2	Manjari et al., 2014 ⁵⁷
<i>Clausena excavata</i>		Óleo essencial	37,1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Feronia limonia</i>			11,5	
<i>Murraya exotica</i>			74,7	Krishnamoorthy et al., 2015 ⁵⁸
<i>Murraya koenigii</i>		Extrato hexânico	856,7	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	511,1	
		Extrato de diclorometano	1452,5	
		Extrato acetato etílico	1421	
<i>Ruta graveolens</i>		Óleo essencial	21,2	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Zanthoxylum armatum</i>	Semente		54	
<i>Zanthoxylum articulatum</i>	Folha		77,6	
<i>Zanthoxylum limonella</i>	Fruto		24,6	Pitasawat et al., 2007 ⁵⁹
<i>Zanthoxylum oxyphyllum</i>	Folha		7,5	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
SANTALACEAE				
<i>Santalum album</i>	Caule	Óleo essencial	10	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
SOLANACEAE				
<i>Datura stramonium</i>	Folha	Extrato de éter de petróleo	288	Rajasekaran & Duraikannan, 2012 ³²
SCROPHULARACEAE				
<i>Capraria biflora</i>	Folha	Óleo essencial	73,3	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Stemodia maritima</i>	Caule		22,9	
TAXODIACEAE				
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Caule	Óleo essencial	106,4	Cheng et al., 2003 ¹⁰
<i>Taiwania cryptomerioides</i>			79,8	
UMBELLIFERACEAE				
<i>Petroselinum crispum</i>	Fruto	Óleo essencial	43,2	Intirach et al., 2016 ⁶⁰
VERBENACEAE				
<i>Lantana camara</i>	Folha	Óleo essencial	42,3	Rajasekaran & Duraikannan, 2012 ³²
<i>Lippia adoensis</i>			47,1	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Lippia gracilis</i>			282	Dias et al., 2015 ⁵⁰
<i>Lippia sidoides</i>			45,4	Furtado et al., 2005 ²⁷
ZINGIBERACEAE				
<i>Alpinia purpurata</i>	Flor	Óleo essencial	80,7	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Curcuma aromatica</i>	Caule		36,3	
<i>Curcuma domestica</i>			20,9	
<i>Curcuma longa</i>			115,6	Kalaivani et al., 2012 ⁴³
<i>Curcuma xanthorrhiza</i>			74,2	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
<i>Curcuma zedoaria</i>			31,8	Pitasawat et al., 2007 ⁵⁹
<i>Etingera elatior</i>	Flor		26,6	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
<i>Zingiber nimmonii</i>	Caule		44,4	Govindarajan et al., 2016 ⁶¹
<i>Zingiber officinale</i>			40,5	Kalaivani et al., 2012 ⁴³
ZYGOPHYLACEAE				
<i>Peganum harmala</i>	Folha	Óleo essencia	60,9	Fazal et al., 2013 ²⁶
<i>Tribulus terrestris</i>		Extrato etanólico	376,4	El-Sheikh et al., 2016 ⁶²
		Extrato de acetona	173,2	
		Extrato de éter de petróleo	64,6	

No tocante ao *Ae. albopictus*, 43 óleos essenciais tiveram sua ação larvicida testada, dos quais 32 (74,4%) com valores de CL₅₀ iguais ou menores a 100ppm, ao passo que, dos 18 extratos testados, 6 (33,3%) exibiram valores de CL₅₀ dentro dos parâmetros acima considerados (Tabela 2).

Tabela 2. Extratos e óleos essenciais obtidos de distintas partes vegetais e seu efeito larvicida sobre *Aedes albopictus*, 2000 a 2016.

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
AMARYLLIDACEAE				
<i>Allium macrostemon</i>	Caule	Óleo essencial	72,8	Liu et al., 2014 ⁶³
ANACARDIACEAE				
<i>Melanochyla fasciculiflora</i>			474,7 – 727,6	
<i>Gluta rengas</i>	Folha e Caule	Extrato metanólico	240,1 – 589,6	Yousaf & Zuharah, 2015 ²⁰
<i>Anacardium occidentale</i>			638,4 – 791,1	
<i>Mangifera indica</i>			431,1 – 722,2	
APIACEAE				
<i>Coriandrum sativum</i>	Fruto	Óleo essencial	421	Benelli et al., 2013 ⁶⁴
ASTERACEAE				
<i>Achillea millefolium</i>	Folha	Óleo essencial	211,3	Conti et al., 2010 ⁶⁵
<i>Helichrysum italicum</i>			178,1	
CANNABACEAE				
<i>Cannabis sativa</i>	Folha	Óleo essencial	0,3	Bedini et al., 2016 ⁶⁶
<i>Humulus lupulus</i>			0,3	
CONVOLVULACEAE				
<i>Ipomoea cairica</i>	Folha, Flor e Raízes	Extrato metanólico	21,7 – 37,6	Ishak et al., 2014 ³⁵
COSTACEAE				
<i>Saussurea lappa</i>	Raiz	Óleo essencial	12,4	Liu et al., 2012 ⁶⁷
CUPRESSACEAE				
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>			47,9	Giropoulos et al., 2013 ⁶⁸
<i>Cupressus arizonica glabra</i>			64,8	
<i>Cupressus benthamii</i>			37,5	
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Folha	Óleo essencial	54,6	
<i>Cupressus sempervirens</i>			54,7	
<i>Cupressus torulosa</i>			57,1	
<i>Juniperus phoenicea</i>				
<i>Tetraclinis articulata</i>				
EUPHORBIACEAE				
<i>Ricinus communis</i>	Semente	Extrato de acetona	11,6	Mandal, 2010 ⁶⁹
FABACEAE				
<i>Tephrosia vogelii</i>	Folha	Extrato aquoso	1,1	Li et al., 2015 ⁷⁰

Família/Espécie	Estrutura vegetal	Produto obtido	CL50 (ppm)	Referência
LAMIACEAE				
<i>Coleus aromaticus</i>			67,9	Govindarajan et al., 2013a ⁷¹
<i>Hyptis suaveolens</i>			240,3	Conti et al., 2012 ⁷²
<i>Lavandula angustifolia</i>			>250	Conti et al., 2010 ⁶⁵
<i>Ocimum basilicum</i>			11,9	Govindarajan et al., 2013b ⁷³
<i>Ocimum gratissimum</i>	Folha	Óleo essencial	26,1	Sumitha & Thoppil, 2016 ⁷⁴
<i>Rosmarinus officinalis</i>			> 250	Conti et al., 2010 ⁶⁵
<i>Salvia dorisiana</i>			76,7	
<i>Salvia elegans</i>			46,4	Mathew & Thoppil, 2011 ⁷⁵
<i>Salvia splendens Blue Ribbon</i>			59,2	
<i>Salvia splendens Scarlet Sage</i>			92,7	
LAURACEAE				
<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	Folha	Óleo essencial	40,8	Cheng et al., 2009 ⁷⁶
MALVACEAE				
<i>Abutilon indicum</i>		Extrato hexânico	261,3	Tennyson et al., 2012 ²⁹
		Extrato de éter dietílico	1442,3	
		1434,5		
	Folha	Extrato de diclorometano	898,8	Govindarajan, 2010 ⁴⁸
		Extrato acetato etílico		
<i>Sida acuta</i>		Extrato metanólico	42,0	
MYRTACEAE				
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Folha		31,0 – 55,3	Cheng et al., 2009 ¹³
	Semente		26,7	Lucia et al., 2008 ⁴⁹
<i>Myrtus communis</i>	Folha	Óleo essencial	50	Dias & Moraes, 2014 ¹⁹
			> 250	Conti et al., 2010 ⁶⁵
<i>Syzygium guineense</i>	Raiz	Extrato etanólico	66,8	Francine et al., 2016 ⁷⁷
PINACEAE				
<i>Pinus brutia</i>			67	
<i>Pinus canariensis</i>			>200	
<i>Pinus halepensis</i>			70,2	
<i>Pinus nigra</i>				
<i>Pinus pinaster</i>	Caule	Óleo essencial	152,6	Koutsaviti et al., 2015 ⁷⁸
<i>Pinus stankewiczii</i>			>200	
<i>Pinus strobus</i>			81,6	
			127,9	
RUTACEAE				
<i>Citrus limon</i>		Óleo essencial	95,8	Furtado et al., 2005 ²⁷
			25,0	Giropoulos et al., 2012 ⁷⁹
<i>Citrus paradisi</i>	Fruto		37,03	
<i>Citrus sinensis</i>			28,6	
	Folha	Extrato hexânico	446,4	Warikoo et al., 2012 ⁵⁵
<i>Monodora myristica</i>	Fruto	Extrato etanólico	110,9	Francine et al., 2016 ⁷⁷
<i>Ruta chalepensis</i>		Óleo essencial	35,6	Conti et al., 2013 ⁸⁰
<i>Toddalia asiatica</i>	Raiz		69,0	Liu et al., 2013 ⁸¹
<i>Zanthoxylum heitzii</i>		Extrato etanólico	229	Francine et al., 2016 ⁷⁷
	Folha		288	
	Fruto		47,9	

Observa-se que a maior parte dos estudos realizados utilizou o *Ae. aegypti* como a espécie vetora mais desafiada nos ensaios larvicida com extratos vegetais e óleos essenciais (Tabelas 1 e 2). Isso se deve, certamente, ao fato de que este seja o vetor mais amplamente disseminado nos grandes centros urbanos, relacionado com a transmissão dos vírus Dengue, Chikungunya e Zika, embora estudos tenham demonstrado a gradativa domiciliação do *Ae. albopictus*, chegando, inclusive, a ter suas formas imaturas coexistindo nos mesmos criadouros que as do *Ae. aegypti* no intradomicílio dos imóveis pesquisados¹¹.

Os óleos essenciais apresentam-se como misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, de baixo peso molecular e geralmente odoríferas, tendo como constituintes majoritários, na maioria das vezes, moléculas de natureza terpênica¹². Por constituírem, muitas vezes, a fração ativa dos extratos vegetais, são importantes fontes naturais de moléculas bioativas, o que os torna os mais eficientes inseticidas vegetais¹³. Essa característica pode ser corroborada, entre as famílias com mais espécies estudadas, pelos valores das CL₅₀ obtidos a partir dos óleos essenciais de *Tagetes patula* (Asteraceae; 13,5 ppm), *Apium graveolens* (Apiaceae; 16,1 ppm), *Callitris glaucophylla* (Cupressaceae; 0,6 ppm), *Ocimum lamiifolium* (Lamiaceae; 8,6 ppm), *Cinnamomum rhyncophyllum* (Lauraceae; 6 ppm), *Eucalyptus gunii* (Myrtaceae; 21,1 ppm), *Pinus tropicalis* (Pinaceae; 42 ppm) e *Amyris balsamifera* (Rutaceae; 1 ppm) (Tabelas 1 e 2).

As plantas produzem uma quantidade imensurável de compostos bioativos, classificados como metabólitos secundários, os quais são dotados de estruturas químicas de altíssima complexidade e com um espectro de funções bastante complexo, uma vez que não cumprem um papel específico no metabolismo, no crescimento e na divisão celular do organismo produtor. Estão, por outro lado, intrinsecamente relacionados aos mecanismos de defesa do vegetal em face dos mais distintos fatores de pressão de seleção do ambiente, em especial aqueles voltados

contra o ataque de herbívoros¹⁴.

Diversos componentes químicos provenientes do metabolismo secundário de vegetais, como alcaloides, esteroides, terpenoides e fenólicos, desempenham um importante papel sobre vários insetos vetores de doenças⁷, seja inibindo a alimentação, reduzindo a oviposição, seja prejudicando o crescimento de suas formas imaturas ou atraindo inimigos naturais^{6,14}.

É importante destacar que a ação larvicida de um extrato vegetal ou óleo essencial pode variar de maneira significativa de acordo com a espécie de inseto a ser desafiada com tais produtos, a espécie e a idade da planta, a região geográfica de sua ocorrência (existência de quimiotipos), as estruturas utilizadas e a polaridade do solvente utilizado durante o processo de obtenção¹⁶.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novas estratégias que visem ao controle de insetos transmissores de doenças tem sido amplamente reforçada devido ao aumento de sua resistência aos inseticidas sintéticos tradicionalmente utilizados, bem como aos prejuízos ambientais advindos de seu uso indiscriminado⁵. Nessa perspectiva, produtos vegetais têm ganhado cada vez mais destaque em virtude da grande variedade e da quantidade de substâncias que exibem tal propriedade⁸².

A prospecção de extratos vegetais e óleos essenciais que exibem atividade larvicida contra *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e outras espécies de culicídeos de importância médica, como *Culex quinquefasciatus* e *Anopheles darlingi*, tem sido fortemente influenciada pelo aumento da prevalência/incidência das doenças por eles veiculadas, além da baixa eficiência das formulações dos produtos tradicionalmente destinados ao controle das formas aladas desses insetos⁸³.

REFERÊNCIAS

- Ghosh A, Chowdhury N, Chandra G. Plant extracts as potential mosquito larvicides. *Indian J Med Res.* 2012 May; 135(5) :581–598. PubMed PMID: 22771587.
- Klempner MS, Unnasch TR, Hu LT. Taking a bite out of vector-transmitted infectious diseases. *N Engl J Med.* 2007; 356:2567–2569. doi: 10.1056/NEJMp078081.
- Jirakanjanakit N, Rongnoparut P, Saengtharapit S, Chareonviriyaphap T, Duchon S, Bellec C, et al. Insecticide Susceptible / Resistance Status in *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* and *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand during 2003 – 2005. *J Econ Entomol.* 2007 Apr; 100(2): 545–550.
- Sarwar M, Ahmad N, Toufiq M. Host-plant-resistance-relationships in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hubner). *Pak J Bot.* 2009; 41(6): 3047-3052.
- Jantan IB, Yalvema MF, Ahmad NW, Jamal JA. Insecticidal activities of the leaf oils of eight *Cinnamomum* species against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Pharm Biol.* 2005; 43(6):526–532. doi: <https://doi.org/10.1080/13880200500220771>.
- Isman MB. Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. *Annu Rev Entomol.* 2006; 51(1):45–66. doi: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151146.
- Shaalán E, Canyon D, Faried MW, Abdel-Wahab H, Mansour A. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. *Environ Int.* 2005 Oct; 31(8):1149-1166. doi: 10.1016/j.envint.2005.03.003.
- Zhu J, Zeng X, O'Neal M, Schultz G, Tucker B, Coats J, et al. Mosquito larvicidal activity of botanical-based mosquito repellents. *J Am Mosq Control Assoc.* 2008 Mar; 24(1):161-168.
- Sharma P, Mohan L, Srivastava CN. *Amaranthus oleracea* and *Euphorbia hirta*: Natural potential larvicidal agents against the urban Indian malaria vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2009 Dec; 106(1): 171–176. doi: 10.1007/s00436-009-1644-1
- Cheng SS, Chang HT, Chang ST, Tsai KH, Chen WJ. Bioactivity of selected plant essential oils against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. *Bioresour Technol.* 2003 Aug; 89(1): 99–102. PubMed PMID: 12676507.
- Martins VEP, Alencar CHM, Facó PEG, Dutra RF, Alves CR, Pontes RJS, Guedes

- MIF. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2010 Jan-Fev; 43(1): 73-77. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822010000100016>.
12. Saito ML, Scramin S. Plantas aromáticas e seu uso na agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente; 2000. 48 p.
13. Cosimi S, Rossi E, Cioni PL, Canale A. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests, Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* Stephens and *Tenebrio molitor* L. *J Stored Prod Res.* 2009 Apr; 45(2): 125-132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.10.002>.
14. Simões CMO, Schenkel EP, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. Porto Alegre: UFSC/UFGRS; 2017.
15. Halfeld-Vieira BA, Marinho-Prado JS, Nechet KL, Morandi MAB, Bettiol W. Defensivos Agrícolas Naturais: uso e perspectivas. Brasília: EMBRAPA; 2016.
16. Cheng SS, Huang CG, Chen YJ, Yu JJ, Chen WJ, Chang ST. Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. *Bioresour Technol.* 2009 Jan; 100(1): 452-456. doi: [10.1016/j.biortech.2008.02.038](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.038).
17. Govindarajan M. Evaluation of *Andrographis paniculata* Burm. f. (Family: Acanthaceae) extracts against *Culex quinquefasciatus* (Say.) and *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Med.* 2011 Mar; 4(3):176-181. doi: [10.1016/S1995-7645\(11\)60064-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60064-3).
18. Renugadevi G, Ramanathan T, Shanmuga PR, Thirunavukkarasu P. Studies on effects of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) and *Andrographis lineata* nees (Family: Acanthaceae) extracts against two mosquitoes *Culex quinquefasciatus* (Say.) and *Aedes aegypti* (Linn.). *Asian Pac J Trop Med.* 2013 Mar; 6(3):176-179. doi: [10.1016/S1995-7645\(13\)60019-X](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60019-X).
19. Dias CN, Moraes DFC. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: Review. *Parasitol Res.* 2014 Feb; 113(2): 565-592. doi: [10.1007/s00436-013-3687-6](https://doi.org/10.1007/s00436-013-3687-6).
20. Yousaf A, Zuharah WF. Lethal response of the dengue vectors to the plant extracts from family Anacardiaceae. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2015 Oct; 5(10): 812-818. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.016>.
21. Aciole SDG, Piccoli CF, Duque LJE, Costa EV, Navarro-Silva MA, Marques FA, Maia B, Pinheiro MLB, Rabelo MT. Insecticidal activity of three species of *Guatteria* (Annonaceae) against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Colomb Entomol.* 2011 Jul-Dec; 37(2):262-268.
22. Kumar S, Mishra M, Wahab N, Warikoo R. Larvicidal, repellent, and irritant potential of the seed-derived essential oil of *Apium graveolens* against dengue vector, *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Front Public Health.* 2014 Sep; 2:147. doi: [10.3389/fpubh.2014.00147](https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00147).
23. Govindarajan M, Benelli G. Eco-friendly larvicides from Indian plants: Effectiveness of lavender acetate and bicyclogermacrene on malaria, dengue and Japanese encephalitis mosquito vectors. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2016 Nov; 133:395-402. doi: [10.1016/j.ecoenv.2016.07.035](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.07.035).
24. Kabir KE, Choudhary MI, Ahmed S, Tariq RM. Growth-disrupting, larvicidal and neurobehavioral toxicity effects of seed extract of *Seseli diffusum* against *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ecotoxicol Environ Saf.* 2013 Apr; 90: 52-60. doi: [10.1016/j.ecoenv.2012.12.028](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2012.12.028).
25. Castillo FD, Cardona SMM, Medina MC, González YP, Estrada HG. Actividad larvicida de extractos etanólicos de *Tabernaemontana cymosa* y *Trichilia hirta* sobre larvas de estadio III y IV de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Cuba Plantas Med.* 2012; 17(3):256-267.
26. Fazal S, Manzoor F, Latif AA, Munir N, Izza PM. Larvicidal activities of five essential oils against *Aedes aegypti* (L.) larvae (diptera: Culicidae). *Asian J Chem.* 2013; 25(18): 10212-10216.
27. Furtado RF, Lima MGA, Neto MA, Bezerra JNS, Silva MG. Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Neotrop Entomol.* 2005; 34(5): 843-847. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000500018](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000500018).
28. Leyva M, Tacoronte JE, Marquetti MC, Scull R, Montada D, Rodríguez Y, et al. Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas en larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Cubana Med Trop.* 2008 Jan-Abr; 60(1): 78-82.
29. Tennyson S, Ravindran KJ, Arivoli S. Bioefficacy of botanical insecticides against the dengue and chikungunya vector *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012; 2(3):1842-1844. doi: [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60505-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60505-X).
30. Lima WP, Neto FC, Macoris MLG, Zuccari DAPC, Dibo MR. Estabelecimento de metodologia para alimentação de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em camundongos swiss e avaliação da toxicidade e do efeito residual do óleo essencial de *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) em populações de *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2009 Dez; 42(6):638-641. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822009000600005](https://doi.org/10.1590/S0037-86822009000600005).
31. Dharmagadda VSS, Naik SN, Mittal PK, Vasudevan P. Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species. *Bioresour Tech.* 2005; 96(11): 1235-1240. doi: [10.1016/j.biortech.2004.10.020](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.020).
32. Rajasekaran A, Duraikannan G. Larvicidal activity of plant extracts on *Aedes aegypti* L. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012; 2(3):1578-1582. doi: [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60456-0](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60456-0).
33. Silva HHG, Geris R, Filho ER, Rocha C, Silva IG. Larvicidal activity of oil-resin fractions from the Brazilian medicinal plant *Copaifera reticulata* Ducke (Leguminosae-Caesalpinioideae) against *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev Soc Bras Med Trop.* 2007; 40(3): 264-267. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822007000300002](https://doi.org/10.1590/S0037-86822007000300002).
34. Wahyuni D. New bioinsecticide granules toxin from extract of Papaya (*Carica Papaya*) seed and leaf modified against *Aedes aegypti* larvae. *Procedia Environ Sci.* 2015; 23:323-328. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.047>
35. Ishak AR, Dom NC, Hussain H, Sabri NH. Biolarvicidal Potential of *Ipomoea* *Cairica* extracts against key dengue vectors. *Procedia Soc BehavSci.* 2014; 153:180-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.052>.
36. Ali MS, Ravikumar S, Beula JM. Bioactivity of seagrass against the dengue fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012 Jul; 2(7): 570-573. doi: [10.1016/S2221-1691\(12\)60099-9](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60099-9).
37. Lima MGA, Maia ICC, Sousa BD, Moraes SM, Freitas SM. Effect of stalk and leaf extracts from euphorbiaceae species on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2006 Jul-Ago; 48(4):211-214. PubMed PMID: 17119677.
38. Dória GAA, Silva WJ, Carvalho GA, Alves PB, Cavalcanti SCH. A study of the larvicidal activity of two *Croton* species from northeastern Brazil against *Aedes aegypti*. *Pharm Biol.* 2010 Jun; 48(6):615-620. doi: [10.3109/13880200903222952](https://doi.org/10.3109/13880200903222952).
39. Trindade FTT, Stabeli RG, Pereira AA, Facundo VA, Silva AA. *Copaifera multijuga* ethanolic extracts, oil-resin, and its derivatives display larvicidal activity against *Anopheles darlingi* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Braz J Pharmacog.* 2013 Maio-Jun; 23(3):464-470. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000038](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000038).
40. Pluempunapat S, Kumrungsee N, Pluempunapat WNK, Chavasiri W, Bullangpoti V, Koul O. Laboratory evaluation of *Dalbergia oliveri* (Fabaceae: Fabales) extracts and isolated isoflavonoids on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Ind Crops Prod.* 2013 Jan; 44: 653-658. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.006>
41. Kolli GR, Balakrishnan, Vijayan, Sundararajan R. Evaluation of larvicidal activity of *Pongamia pinnata* extracts against three mosquito vectors. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2013 Nov; 3(11):853-858. doi: [10.1016/S2221-1691\(13\)60168-9](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60168-9).

42. Silva OS, Silva FC, Barros FMC, Silva JLR, Bordignon SAL, Eiffler-Lima VL, von Poser GL, Prophiro JS. Larvicidal and growth-inhibiting activities of extract and benzopyrans from *Hypericum polyanthemum* (Guttiferae) against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Ind Crops Prod.* 2013 Feb; 45:236–239. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.025>.
43. Kalaivani K, Senthil-Nathan S, Murugesan AG. Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2012 Mar; 110(3):1261–1268. doi: [10.1007/s00436-011-2623-x](https://doi.org/10.1007/s00436-011-2623-x).
44. Kumar S, Wahab N, Warikoo R. Bioefficacy of *Mentha piperita* essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2011 Apr; 1(2): 85–88. doi: [10.1016/S2221-1691\(11\)60001-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60001-4).
45. Lima TC, Silva TKM, Silva FL, Barbosa JM Filho, Marques MOM, Santos RLC, et al. Larvicidal activity of *Mentha x villosa* Hudson essential oil, rotundifolone and derivatives. *Chemosphere.* 2014 Jun; 104:37–43. doi: [10.1016/j.chemosphere.2013.10.035](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.035).
46. Govindarajan M, Kadaikunnan S, Alharbi NS, Benelli G. Acute toxicity and repellent activity of the *Origanum scabrum* Boiss. & Heldr. (Lamiaceae) essential oil against four mosquito vectors of public health importance and its biosafety on non-target aquatic organisms. *Environ Sci Pollut Res.* 2016 Nov; 23(22):23228–23238.
47. Torres RC, Garbo AG, Walde RZML. Larvicidal activity of *Persea americana* Mill. against *Aedes aegypti*. *Asian Pac J Trop Med.* 2014 Sep; 7(1):167–170. doi: [10.1016/S1995-7645\(14\)60225-X](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60225-X).
48. Govindarajan M. Larvicidal and repellent activities of *Sida acuta* Burm. F. (Family: Malvaceae) against three important vector mosquitoes. *Asian Pac J Trop Med.* 2010; 3(9): 691–695. doi: [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60167-8](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60167-8).
49. Lucia AL, Licastro S, Zerba E, Masuh H. Yield, chemical composition, and bioactivity of essential oils from 12 species of *Eucalyptus* on *Aedes aegypti* larvae. *Entomol Exp App.* 2008 Sep; 129(1): 107–114. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00757.x>
50. Dias CN, Alves LPL, Rodrigues KAF, Brito MCA, Rosa CS, Amaral FMM, et al. Chemical composition and larvicidal activity of essential oils extracted from Brazilian legal Amazon plants against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015. doi: [10.1155/2015/490765](https://doi.org/10.1155/2015/490765).
51. Fayemiwo KA, Adeleke MA, Okoro OP, Awojide SH, Awoniyi IO. Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* against mosquitoes. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2014 Jan; 4(1): 30–34. doi: [10.1016/S2221-1691\(14\)60204-5](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(14)60204-5).
52. Govindarajan M, Rajeswary M, Benelli G. Ecotoxicology and Environmental Safety Chemical composition, toxicity and non-target effects of *Pinus kesiya* essential oil: An eco-friendly and novel larvicide against malaria, dengue and lymphatic filariasis mosquito vectors. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2016 Jul; 129: 85–90. doi: [10.1016/j.ecoenv.2016.03.007](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.03.007).
53. Santana HT, Trindade F, Stabeli RG, Silva AAE, Militão JSLT, Facundo VA. Essential oils of leaves of piper species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev bras plantas med.* 2015 Jan-Mar; 17(1):105–111. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_052](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_052).
54. Raj GA, Chandrasekaran M, Krishnamoorthy S, Jayaraman M, Venkatesalu V. Phytochemical profile and larvicidal properties of seed essential oil from *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae), against *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2015 Sep; 114(9): 3385–3391. doi: [10.1007/s00436-015-4563-3](https://doi.org/10.1007/s00436-015-4563-3).
55. Warikoo R, Ray A, Sandhu JK, Samal R, Wahab N, Kumar S. Larvicidal and irritant activities of hexane leaf extracts of *Citrus sinensis* against dengue vector *Aedes aegypti* L. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012 Feb; 2(2):152–155. doi: [10.1016/S2221-1691\(11\)60211-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60211-6).
56. Rajkumar S, Jebanesan A. Chemical composition and larvicidal activity of leaf essential oil from *Clausena dentata* (Willd) M. Roam. (Rutaceae) against the chikungunya vector, *Aedes aegypti* Linn. (Diptera: Culicidae). *J Asia-Pac Entomol.* 2010; 13(2):107–109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.02.001>.
57. Manjari MS, Karth S, Ramkumar G, Muthusamy R, Natarajan D, Shivakumar MS. Chemical composition and larvicidal activity of plant extracts from *Clausena dentata* (Willd) (Rutaceae) against dengue, malaria, and filariasis vectors. *Parasitol Res.* 2014 Jul; 113(7):2475–2481. doi: [10.1007/s00436-014-3896-7](https://doi.org/10.1007/s00436-014-3896-7).
58. Krishnamoorthy SCM, Raj GA, Jayaraman M, Venkatesalu V. Identification of chemical constituents and larvicidal activity of essential oil from *Murraya exotica* L. (Rutaceae) against *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2015 May; 114(5):1839–1845. doi: [10.1007/s00436-015-4370-x](https://doi.org/10.1007/s00436-015-4370-x).
59. Pitasawat B, Champakaew D, Choochote W, Jitpakdi A, Chaithong U, Kanjanapothi D, et al. Aromatic plant-derived essential oil: An alternative larvicide for mosquito control. *Fitoterapia.* 2007 Apr; 78(3): 205–210. doi: [10.1016/j.fitote.2007.01.003](https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.01.003).
60. Intirach J, Junkum A, Lumjuan N, Chaithong U, Jitpakdi A, Riyong D, et al. Antimosquito property of *Petroselinum crispum* (Umbelliferae) against the pyrethroid resistant and susceptible strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Environ Sci Pollut Res Int.* 2016 Dec; 23(23):23994–24008. doi: [10.1007/s11356-016-7651-8](https://doi.org/10.1007/s11356-016-7651-8)
61. Govindarajan M, Rajeswary M, Arivoli S, Tennyson S, Benelli G. Larvicidal and repellent potential of *Zingiber nimmonii* (J. Graham) Dalzell (Zingiberaceae) essential oil: an eco-friendly tool against malaria, dengue, and lymphatic filariasis mosquito vectors? *Parasitol Res.* 2016; 115(5):1807–1816. doi: [10.1007/s00436-016-4920-x](https://doi.org/10.1007/s00436-016-4920-x).
62. El-Sheikh TMY, Al-Fifi ZIA, Alabboud MA. Larvicidal and repellent effect of some *Tribulus terrestris* L., (Zygophyllaceae) extracts against the dengue fever mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Saudi Chem Soc.* 2016; 20(1):13–19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.05.009>
63. Liu XC, Liu Q, Zhou L, Liu ZL. Evaluation of larvicidal activity of the essential oil of *Allium macrostemon* Bunge and its selected major constituent compounds against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2014; 7: 184–188. doi: [10.1186/1756-3305-7-184](https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-184).
64. Benelli G, Flamini G, Fiore G, Cioni PL, Conti B. Larvicidal and repellent activity of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) fruits against the filariasis vector *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2013 Mar; 112(3):1155–1161. doi: [10.1007/s00436-012-3246-6](https://doi.org/10.1007/s00436-012-3246-6).
65. Conti B, Canale A, Bertoli A, Gozzini F, Pistelli L. Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2010; 107(6):1455–1461. doi: [10.1007/s00436-010-2018-4](https://doi.org/10.1007/s00436-010-2018-4)
66. Bedini S, Flamini G, Cosci F, Ascricchi R, Benelli G, Conti B. Cannabis sativa and Humulus lupulus essential oils as novel control tools against the invasive mosquito *Aedes albopictus* and fresh water snail *Physella acuta*. *Ind Crops Prod.* 2016 Jul; 85:318–323. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.008>
67. Liu ZL, He Q, Chu SS, Wang CF, Du SS, Deng ZW. Essential oil composition and larvicidal activity of *Saussurea lappa* roots against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2012 Jun; 110(6): 2125–2130. doi: [10.1007/s00436-011-2738-0](https://doi.org/10.1007/s00436-011-2738-0).
68. Giatropoulos A, Pitarokili D, Papaioannou F, Papachristos DP, Koliopoulos G, Emmanouel N, et al. Essential oil composition, adult repellency and larvicidal activity of eight Cupressaceae species from Greece against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2013 Mar; 112(3):1113–1123. doi: [10.1007/s00436-012-3239-5](https://doi.org/10.1007/s00436-012-3239-5)
69. Mandal S. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. *Asian Pac J Trop Med.* 2010 Aug; 3(8):605–609. doi: [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60147-2](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60147-2).
70. Li W, Huang C, Wang K, Fu J, Cheng D, Zhang Z. Laboratory evaluation of

- aqueous leaf extract of *Tephrosia vogelii* against larvae of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and non-target aquatic organisms. *Acta Trop.* 2015 Jun; 146: 36–41. doi: 10.1016/j.actatropica.2015.02.004.
71. Govindarajan M, Sivakumar R, Rajeswary M, Veerakumar K. Mosquito larvicidal activity of thymol from essential oil of *Coleus aromaticus* Benth. against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus*, and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2013 Nov; 112(11):3713–3721. doi: 10.1007/s00436-013-3557-2.
72. Conti B, Benelli G, Flamini G, Cioni PL, Profeti R, Ceccarini L, et al. Larvicidal and repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2012 May; 110(5): 2013–2021. doi: 10.1007/s00436-011-2730-8.
73. Govindarajan M, Sivakumar R, Rajeswary M, Yogalakshmi K. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). *Exp Parasitol.* 2013 May; 134(1): 7–11. doi: 10.1016/j.exppara.2013.01.018.
74. Sumitha KV, Thoppil JE. Larvicidal efficacy and chemical constituents of *O. gratissimum* L. (Lamiaceae) essential oil against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2016 Feb; 115(2):673–680. doi: 10.1007/s00436-015-4786-3
75. Mathew J, Thoppil JE. Chemical composition and mosquito larvicidal activities of *Salvia* essential oils. *Pharm Biol.* 2011 May; 49(5):456–463. doi: 10.3109/13880209.2010.523427.
76. Cheng SS, Liu JY, Huang CG, Hsui YR, Chen WJ, Chang ST. Insecticidal activities of leaf essential oils from *Cinnamomum osmophloeum* against three mosquito species. *Bioresour Technol.* 2009 Jan; 100(1):457–464. doi: 10.1016/j.biortech.2008.02.030.
77. Francine TN, Cabral BNP, Anatole PC, Bruno MM, Pauline N, Jeanne NY. Larvicidal activities of hydro-ethanolic extracts of three Cameroonian medicinal plants against *Aedes albopictus*. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2016 Nov; 6(11):931–936. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.09.004>.
78. Koutsaviti K, Giatropoulos A, Pitarokili D, Papachristos D, Michaelakis A, Tzakou O. Greek *Pinus* essential oils: larvicidal activity and repellency against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2015 Feb; 114(2):583–592. doi: 10.1007/s00436-014-4220-2.
79. Giatropoulos A, Papachristos DP, Kimbaris A, Koliopoulos G, Polissiou MG, Emmanouel N, Michaelakis A. Evaluation of bioefficacy of three *Citrus* essential oils against the dengue vector *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in correlation to their components enantiomeric distribution. *Parasitol Res.* 2012 Dec; 111(6):2253–2263. doi: 10.1007/s00436-012-3074-8.
80. Conti B, Leonardi M, Pistelli L, Profeti R, Ouerghemmi I, Benelli G. Larvicidal and repellent activity of essential oils from wild and cultivated *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae), an arbovirus vector. *Parasitol Res.* 2013 Mar; 112(3):991–999. doi: 10.1007/s00436-012-3221-2.
81. Liu XC, Dong HW, Zhou L, Du SS, Liu ZL. Essential oil composition and larvicidal activity of *Toddalia asiatica* roots against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 2013 Mar; 112(3):1197–1203. doi: 10.1007/s00436-012-3251-9.
82. Kamiabi F, Jaal Z, Keng CL. Bioefficacy of crude extracts of *Cyperus aromaticus* (Family: Cyperaceae) cultured cells, against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2013 Oct; 3(10):767–775. doi: 10.1016/S2221-1691(13)60153-7.
83. Beula JM, Ravikumar S, Ali MS. Mosquito larvicidal efficacy of seaweed extracts against dengue vector of *Aedes aegypti*. *Asian Pac J Trop Med.* 2011 Oct; (2, Suppl): S143–S146. doi: [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60143-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60143-3).

Como citar este artigo/How to cite this article:

Viana GA, Sampaio CG, Martins VEP. Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. *J Health Biol Sci.* 2018 Out-Dez; 6(4):449-462.