

Sandra Maria Torres^I

Nadine Louise Nicolau da Cruz^{II}

Vitor Pereira de Matos Rolim^{III}

Maria Inês de Assis Cavalcanti^{III}

Leucio Câmara Alves^{III}

Valdemiro Amaro da Silva
Júnior^{IV}

Mortalidade acumulativa de larvas de *Aedes aegypti* tratadas com compostos

Cumulative mortality of *Aedes aegypti* larvae treated with compounds

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar a eficácia de composto de óleos essenciais de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* e extrato fermentado de *Carica papaya* sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae).

MÉTODOS: O ensaio larvicida foi realizado em triplicata com 300 larvas para cada grupo experimental utilizando larvas de terceiro estágio, as quais foram expostas por 24h, em 2013. Os grupos foram: controles positivos com larvicida industrial (BTI) nas concentrações de 0,37 ppm (CP1) e 0,06 ppm (CP2); tratado com composto de óleos essenciais e extrato fermentado na concentração de 50,0% (G1); tratado composto e óleos essenciais e extrato fermentado na concentração de 25,0% (G2); tratado com composto de óleos essenciais e um extrato fermentado na concentração de 12,5% (G3); controle negativo com água (CN1) e controle dimetil sulfóxido (CN2). As larvas foram monitoradas a cada 60 min através de visualização direta.

RESULTADOS: Larvas dos grupos CN1 e CN2 não tiveram mortalidade durante o período de 24h de exposição, mas os grupos CP1 e CP2 apresentaram taxa de mortalidade de 100% em relação a CN1 e CN2. Os tratamentos G1, G2 e G3 exerceram atividade larvicida de 65,0%, 50,0% e 78,0%, respectivamente, quando comparados a CN1 e CN2.

CONCLUSÕES: A associação entre os três óleos essenciais de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* e extrato fermentado de *Carica papaya* foi eficiente em todas as concentrações testadas, podendo ser utilizado no controle de larvas de terceiro estágio de *A. aegypti* linhagem Liverpool.

DESCRITORES: *Aedes*, crescimento & desenvolvimento. Óleos Vegetais, toxicidade. Controle de Insetos. Vetores de Doenças.

^I Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, Brasil

^{II} Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, Brasil

^{III} Laboratório de Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos. Departamento de Medicina Veterinária. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, Brasil

^{IV} Laboratório de Histologia Animal. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, Brasil

Correspondência | Correspondence:

Sandra Maria Torres
Caixa Postal 41, Centro,
55825-000 Paudalho, PE, Brasil
E-mail: sandramariavet@yahoo.com.br

Recebido: 2/7/2013

Aprovado: 10/2/2014

Artigo disponível em português e inglês em:
www.scielo.br/rsp

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate the larvicidal activity of *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* essential oils and fermented extract of *Carica papaya* against *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae).

METHODS: The larvicide test was performed in triplicate with 300 larvae for each experimental group using the third larval stage, which were exposed for 24h. The groups were: positive control with industrial larvicide (BTI) in concentrations of 0.37 ppm (PC1) and 0.06 ppm (PC2); treated with compounds of essential oils and fermented extract, 50.0% concentration (G1); treated with compounds of essential oils and fermented extract, 25.0% concentration (G2); treated with compounds of essential oils and fermented extract, 12.5% concentration (G3); and negative control group using water (NC1) and using dimethyl (NC2). The larvae were monitored every 60 min using direct visualization.

RESULTS: No mortality occurred in experimental groups NC1 and NC2 in the 24h exposure period, whereas there was 100% mortality in the PC1 and PC2 groups compared to NC1 and NC2. Mortality rates of 65.0%, 50.0% and 78.0% were observed in the groups G1, G2 and G3 respectively, compared with NC1 and NC2.

CONCLUSIONS: The association between three essential oils from *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* and fermented extract of *Carica papaya* was efficient at all concentrations. Therefore, it can be used in *Aedes aegypti* Liverpool third larvae stage control programs.

DESCRIPTORS: *Aedes*, growth & development. Plant Oils, toxicity. Insect Control. Disease Vectors.

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu várias estratégias para o controle de populações de *Aedes aegypti*, particularmente a utilização de produtos químicos e biológicos integrados a programas de manejo ambiental capazes de eliminar formas larvais e insetos adultos.³¹

Os inseticidas químicos convencionais utilizados no controle de *Aedes aegypti* promovem a seleção de populações resistentes. É necessária a aplicação de dosagens crescentes, o que ocasiona efeitos tóxicos com acúmulo nos tecidos de animais e humanos e contaminação ambiental.^{4,30} A utilização contínua do controle biológico com toxina do *Bacillus thuringiensis*, variedade *israelenses* (BTI), também favorece seleção de populações de *A. aegypti* resistentes.²²

Os compostos oriundos de plantas são as principais fontes de novas moléculas com potencial para interações com sistemas biológicos.¹³ Os inseticidas naturais vêm suprir as necessidades de alternativas ao controle de populações resistentes de *Aedes aegypti*, vetor de

várias viroses. Agem em diferentes fases do desenvolvimento e apresentam diversos mecanismos de ação.¹⁸

Azadirachta indica e a *Carapa guianensis* são da família Meliaceae. Possuem vários compostos com ação larvicida sobre *Aedes aegypti*, *A. albopictus* e *Culex*,^{25,27} bem como ação inseticida, repelente, antifúngica, antimicrobiana, acaricida, antialimentar, regulador do crescimento, eficaz mesmo em baixa concentração e com baixa toxicidade para mamíferos.^{17,18}

Melaleuca alternifolia pertence à família Myrtaceae e é utilizada por sua ação antimicrobiana, antiviral, antifúngica, antisséptica, anti-inflamatória e cicatrizante.^{10,15} Os monoterpenos oxigenados presentes no óleo essencial da *M. alternifolia* possuem atividade tóxica sobre larvas de *Aedes albopictus* com concentração letal (LC₅₀) de 267,13 ppm.⁶

Carica papaya é da família da Caricaceae, possui ação bactericida e bacteriostática, além de uso como

vermífugo, facilitador de digestão, redutor de peroxidação lipídica e antioxidante.¹⁴ O extrato alcoólico da folha do *C. papaya* possui atividade larvicida, ovicida e repelente contra *Aedes aegypti*.⁹

Isoladamente, todos os componentes do composto estudado possuem atividade larvicida, mas quando associados em um único produto não há estudo sobre sua eficácia.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do composto de óleos essenciais de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* e extrato fermentado de *Carica papaya* sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae).

MÉTODOS

O composto de óleos essenciais e extrato fermentado é um produto comercial obtido junto à Gued S Biotecnologia®. Possui a seguinte formulação: óleo essencial da semente da *Azadirachta indica* 1,0%, óleo essencial do fruto da *Melaleuca alternifolia* 0,3%, óleo essencial da *Carapa guianensis* 1,0%, extrato fermentado bacteriano do fruto da *Carica papaya* 5,0%.

O composto de óleos essenciais e extrato fermentado é imiscível em água e forma uma película na superfície do recipiente que pode causar a morte das larvas por asfixia. Foi necessário diluí-lo em um solvente orgânico, que possibilitasse sua mistura com a água, o dimetil sulfoxido. Este foi testado separadamente para analisar sua ação tóxica sobre as larvas de *Aedes aegypti*.

As colônias de *Aedes aegypti* linhagem Liverpool foram estabelecidas a partir de linhagens existentes no insetário do Laboratório de Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2013. A sua manutenção foi realizada em sala climatizada com temperatura de 28°C (DP = 1), 80,0% (DP = 5,0) de umidade relativa do ar e ciclo natural de foto período 12/12h.

Cubas plásticas contendo dois litros de água deionada foram utilizadas para a eclosão das larvas. As larvas foram alimentadas com ração moída industrializada para gatos.

O ensaio toxicológico seguiu a metodologia preconizada pela OMS.^{11,31} Trezentas larvas foram capturadas e transferidas para recipiente descartável contendo 50 mL de água deionada (26°C a 28°C) ao atingirem o terceiro estágio larval. Cada teste foi realizado em triplicata, com 900 larvas para cada grupo experimental, totalizando 7.200 espécimes. As larvas foram expostas às soluções durante 24h, monitoradas a cada 60 min. As larvas sobreviventes ao ensaio larvicida ficaram em observação até sua emergência para pupa e adulto. Os parâmetros comportamentais das larvas foram observados durante o período experimental para

verificar alterações, como: movimento estereotipado, aglomerações, agitação, letargia, mudança de coloração, perda de exúvia e morte.

Os grupos experimentais tiveram a seguinte distribuição: tratados com composto de óleos essenciais de *A. indica*, *M. alternifolia*, *C. guianensis* e extrato fermentado bacteriano de *C. papaya* nas concentrações de 50,0% (G1), 25,0% (G2) e 12,5% (G3), controle positivo com larvicida industrial *Bacillus thuringiensis* sorovar *israelensis* (BTI) nas concentrações de CL₉₀ 0,37 ppm (CP1) e CL₅₀ 0,06 ppm (CP2), controle negativo com água deionada (CN1) e controle negativo com dimetil sulfoxido (CN2).

Os dados de eficácia do composto foram expressos por meio da estatística descritiva de tendência de centralidade e dispersão (média e desvio padrão). Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com *post-hoc* de Dunn, a fim de analisar a significância entre os resultados e quais grupos diferiram entre si. O teste não paramétrico do Qui-quadrado (χ^2) foi utilizado nas análises referentes ao comportamento das larvas durante o período de 24h. O programa computacional GraphPad Software, Inc., 2000 foi utilizado para tais análises com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Observaram-se alterações no comportamento das larvas com $p < 0,05$ nos grupos tratados G1, G2 e G3 durante o teste de atividade larvicida, quando comparadas aos grupos CN1 e CN2, 60 min após a exposição ao composto. Houve diminuição gradativa dos movimentos, aglomeração e estado de letargia, permanecendo imóveis ao estímulo do toque após três horas. As larvas dos grupos controle positivo CP1 e CP2 ficavam letárgicas após duas horas de exposição, permanecendo inertes ao estímulo ao toque e com a cápsula cefálica rígida e escura (Tabela).

As larvas dos grupos controle negativo CN1 e CN2 foram alimentadas e tiveram seu desenvolvimento em pupas e adultos até as 72h pós-experimentação. Entretanto, as larvas sobreviventes dos grupos G1 e G2 tiveram ausência na liberação de exúvia e inibição do desenvolvimento para pupas e adultos durante 21 dias de exposição. Os compostos nas concentrações de 50,0% e 25,0% inibiram seus desenvolvimentos.

As larvas dos grupos tratados com o composto (G1, G2 e G3) apresentaram taxa de mortalidade de 65,0%, 50,0% e 78,0%, respectivamente, nas primeiras dez horas de exposição, enquanto o controle positivo (CP1 e CP2) apresentou taxa significativa de mortalidade de 100%, com $p < 0,05$, em relação a CN1 e CN2. Houve mortalidade das larvas em todos os grupos tratados. No entanto, o grupo tratado que obteve melhor eficácia ao final de 24h foi o G3, em que houve mortalidade de 100% das larvas, semelhante aos grupos CP1 e CP2.

Tabela. Taxa de mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* avaliadas durante 24h e submetidas a tratamento com composto de óleos essenciais de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* e extrato fermentado bacteriano de *Carica papaya* em diferentes concentrações. Recife, PE, 2013.

Tempo (h)	Grupo experimental							
	G1	G2	G3	CP1	CP2	CN1	CN2	p
2	0 ^a	1 ^{ab}	2 ^{ab}	92 ^b	90 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	0,0032
6	21 ^{ab}	25 ^{ab}	66 ^{ab}	99 ^a	99 ^a	0 ^b	0 ^b	0,0028
10	65 ^{ab}	50 ^{ab}	78 ^{ab}	100 ^a	100 ^a	0 ^b	0 ^b	0,0028
16	68 ^{ab}	78 ^{ab}	97 ^a	100 ^b	100 ^b	0 ^b	0 ^b	0,0028
20	73 ^{ab}	79 ^{ab}	100 ^a	100 ^b	100 ^b	0 ^b	0 ^b	0,0028
24	83 ^a	81 ^a	100 ^b	100 ^b	100 ^b	0 ^b	0 ^b	0,0028

G1: Tratado composto 50,0%; G2: Tratado composto 25,0%; G3: Tratado composto 12,5%; CP1: BTI CL₉₀ 0,37 ppm; CP2: BTI CL₅₀ 0,06 ppm; CN1: Controle água; CN2: controle dimetil sulfóxido; p < 0,05 segundo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com *post-hoc* de Dunn.

Letras diferentes na mesma linha representam significância estatística.

Larvas dos grupos controle negativo com água (CN1) e dimetil sulfóxido (CN2) não tiveram mortalidade durante 24h de exposição. O dimetil sulfóxido utilizado na diluição do composto não promoveu mortalidade no grupo CN2, indicando que ele não influenciou no desenvolvimento larval ou na morte das larvas nos grupos tratados G1, G2 e G3.

A larva de *A. aegypti* foi susceptível ao composto de óleos essenciais de *A. indica*, *M. alternifolia* e *C. guianensis* e extrato fermentado de *C. papaya*, principalmente na concentração de 12,5%.

DISCUSSÃO

O composto de óleos essenciais e extrato fermentado bacteriano possui substâncias ativas hidrossolúveis capazes de atuar como larvicida de larvas de terceiro estágio de *Aedes aegypti* população Liverpool. A utilização de produtos com baixa toxicidade, pouca contaminação ambiental e elevada eficiência são os preferidos em estudos de controle larval de culicídeos.^{5,24}

A diminuição dos movimentos larvais é o primeiro sinal de um produto com atividade larvicida.²⁶ Arruda et al³ mostraram que larvas de *A. aegypti* tiveram redução dos movimentos ao serem tratadas com *Magonia pubescens*. Essa redução foi observada em larvas de *A. aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Anopheles albimanus* quando expostas ao BTI.²⁶

O óleo essencial da *A. indica* tem como princípio ativo a azadiractina, que tem ação larvicida sobre *A. Aegypti* e é reportada como causadora de alterações fisiológicas irreversíveis.⁷ Ndione et al¹⁹ pesquisaram a ação larvicida do óleo da *A. indica* constataram mortalidade de 64,0% das larvas de quarto estágio de *A. aegypti* na concentração de 8 mg/L (1,0%), e 82,0% das larvas quando a concentração foi reduzida para 3 mg/L (0,3%) em 24h de exposição. Esse dado apresentou o melhor desempenho larvicida no grupo G3 tratado com a menor concentração do composto.

Larvas de *A. aegypti* expostas a *A. indica* têm seu desenvolvimento comprometido. A azadiractina bloqueia a síntese e liberação de ecdisona,¹³ impede a liberação da exúvia e deteriora a cutícula,¹ além de bloquear os receptores proteicos do ecditeroide. Isso ocasiona a inibição do crescimento, má formação, esterilidade e morte das larvas.^{16,29}

Silva et al²⁸ estudaram a ação larvicida da *C. guianensis* sobre todos os estádios larvais de *A. aegypti*, colônia Rockefeller e constataram: que a CL₉₀ e a CL₉₅ foram de 164 ppm e 182 ppm após 48h para o primeiro estágio; de 212 ppm e 224 ppm para o segundo estágio; de 210 ppm e 226 ppm para o terceiro estágio; de 450 ppm e 490 ppm para o quarto estágio, respectivamente.⁸ Larvas de terceiro e quarto estágio de *Aedes albopictus*, *Culex* e *A. aegypti* também tiveram mortalidade com a utilização do óleo dessa planta em diferentes diluições.^{25,27}

A *Melaleuca* spp. possui várias espécies com atividade larvicida contra *A. aegypti*, dentre elas a *Melaleuca linariifolia*, *M. dissitiflora* e a *M. quinquenervia*, cujos óleos essenciais obtiveram mais de 80,0% de mortalidade na concentração de 0,1 mg/mL em 48h de exposição.²¹ No entanto, em estudo larvicida realizado por Amer & Mehlhorn,² o óleo da *M. quinquenervia* causou mortalidade de 30,0% das larvas de terceiro estágio de *A. aegypti* após 24h de exposição em solução de 50 ppm.

Rawani et al²³ testaram os extratos brutos de *Carica papaya*, *Murraya paniculata* e *Cleistanhus collinus* sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* e observaram melhor atividade larvicida na *Carica papaya*. Isso pode ser justificado pela presença de bioativos de metabólitos secundários de forma isolada ou em associação. Kovendan¹² testou o extrato bruto da folha de *C. papaya* isoladamente e obteve 92,0% de mortalidade sobre larvas de *A. aegypti* para a concentração de 500 ppm.

O controle de larvas e adultos de *A. aegypti* e larvas de *Culex quinquefasciatus* pelo extrato da semente da *C. papaya* ocorre devido à inibição da amilase, que reduz

o tempo de vida e a fecundidade dos adultos, além de promover a mortalidade das larvas.^{20,23}

Como nos estudos individuais anteriormente mencionados, neste artigo a atividade larvicida manteve-se mesmo com a associação dos óleos e extrato fermentado em baixas concentrações, encontradas no produto comercial puro, a saber: 1 mL possui 0,01 mg/L de *A. indica*, 0,003 mg/L de *M. alternifolia*, 0,01 mg/L de *C. guianensis* e 0,05 mg/L de *C. papaya*. Essa concentração está abaixo das encontradas nos periódicos indexados com

as substâncias isoladas, mesmo no composto puro, sem diluição. Assim, houve manutenção da eficácia larvicida.

Em conclusão, a associação dos óleos essenciais da *A. indica*, *M. alternifolia*, *C. guianensis* e extrato fermentado bacteriano da *C. papaya* atuou em sinergismo em todas as concentrações como larvicida de *Aedes aegypti*, população Liverpool, nas condições empregadas laboratorialmente. É necessário avaliar esse composto contra *A. aegypti* de populações de campo e em larvas de outros estádios.

REFERÊNCIAS

1. Aliero BL. Larvaecidal effects of aqueous extracts of *Azadirachta indica* (neem) on the larvae of *Anopheles* mosquito. *Afr J Biotechnol*. 2003;2(9):325-7.
2. Amer A, Mehlhorn H. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitol Res*. 2006;99(4):466-72. DOI:10.1007/s00436-006-0182-3
3. Arruda W, Oliveira GMC, Silva IG. Toxicidade do extrato etanólico de *Magonia pubescens* sobre larvas de *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2003;36(1):17-25. DOI:10.1590/S0037-86822003000100004
4. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. *Epidemiol Serv Saude*. 2007;16(4):295-302. DOI:10.5123/S1679-49742007000400007
5. Caser CRS, Carlos GA, Gasperazzo W, Cruz ZMA, Silva AG. Atividade biológica das folhas secas de Neem, *Azadirachta indica*, sobre larvas de *Aedes aegypti*. *Natureza on line* [Internet]. 2007 [citado 2014 mar 28];5(1):19-24. Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_CaserCRSetal_1924.pdf
6. Conti B, Flamini G, Cioni PL, Ceccarini L, Macchia M, Benelli G. Mosquitocidal essential oils: are they safe against non-target aquatic organisms? *Parasitol Res*. 2014;113(1):251-9. DOI:10.1007/s00436-013-3651-5
7. Dua VK, Pandey AC, Raghavendra K, Gupta A, Sharma T, Dash AP. Larvicidal activity of neem oil (*Azadirachta indica*) formulation against mosquitoes. *Malaria J*. 2009;8:124. DOI:10.1186/1475-2875-8-124
8. Emerick S, Prophiro J, Rossi J, et al. Resultados preliminares do efeito larvicida do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) (Meliaceae) em mosquitos do gênero *Culex* (Diptera: Culicidae). *Rev Soc Bras Med Trop*. 2005;41:44-45.
9. Govindarajan M. Bioefficacy of *Cassia fistula* Linn. (Leguminosae) leaf extract against chikungunya vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2009;13(2):99-103.
10. Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Antifungal effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its components on *Candida albicans*, *Candida glabrata* and *Saccharomyces cerevisiae*. *J Antimicrob Chemother*. 2004;53(6):1081-5. DOI:10.1093/jac/dkh243
11. Jang YS, Kim MK, Ahn YS, Lee HS. Larvicidal activity of Brazilian plant against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Agri Chem Biotechnol*. 2002;45(3):131-4.
12. Kovendan K, Murugan K, Kumar AN, Vincent S, Hwang JS. Bioefficacy of larvicidal and pupicidal properties of *Carica papaya* (Caricaceae) leaf extract and bacterial insecticide, spinosad, against chikungunya vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res*. 2012;110(2):669-78. DOI:10.1007/s00436-011-2540-z
13. Macías FA, Oliveros-Bastidas A, Marín D, Carrera C, Chinchilla N, Molinillo JMG. Plant biocommunicators: their phytotoxicity, degradation studies and potential use as herbicide models. *Phytochemistry Rev*. 2008;7(1):179-94. DOI:10.1007/s11101-007-9062-4
14. Mello VJ, Gomes MT, Lemos FO, Delfino JL, Andrade SP, Lopes MT, et al. The gastric ulcer protective and healing role of cysteine proteinases from *Carica candamarcensis*. *Phytomedicine*. 2008;15(4):237-44. DOI:10.1016/j.phymed.2007.06.004
15. Mondello F, De Bernardis F, Girolamo A, Cassone A, Salvatore G. In vivo activity of terpinen-4-ol, the main bioactive component of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree) oil against azole-susceptible and -resistant human pathogenic *Candida* species. *BMC Infect Dis*. 2006;6:158. DOI:10.1186/1471-2334-6-158
16. Murugan K, Hwang JS, Kovendan K, Kumar KP, Vasugi C, Kumar AN. Use of plant products and copepods for control of the dengue vector, *Aedes aegypti*. *Hydrobiologia*. 2011;666(1):331-8. DOI:10.1007/s10750-011-0629-0
17. Nakatani M, Abdelgaleil SAM, Saad MMG, Huang RC, Doe N, Iwagawa T. Phragmalin limonoids from *Chukrasia tabularis*. *Phytochemistry*. 2004;65(20):2833-41. DOI:10.1016/j.phytochem.2004.08.010
18. Navarro-Silva MA, Marques FA, Duque L JE. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. *Rev Bras Entomol*. 2009;53(1):1-6. DOI:10.1590/S0085-56262009000100002
19. Ndione RD, Faye O, Ndiaye M, Dieye A, Afoutou JM. Toxic effects of neem products (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 larvae. *Afr J Biotechnol*. 2007;6(24):2846-54.
20. Nunes NNS, Santana LA, Sampaio MU, Lemos FJA, Oliva ML. The component of *Carica papaya* seed toxic to *A.*

- aegypti* and the identification of tegupain, the enzyme that generates it. *Chemosphere*. 2013;92(4):413-20. DOI:10.1016/j.chemosphere.2012.12.078
21. Park HM, Kim J, Chang KS, Kim BS, Yang YJ, Kim GH, et al. Larvicidal activity of Myrtaceae essential oils and their components against *Aedes aegypti*, acute toxicity on *Daphnia magna*, and aqueous residue. *J Med Entomol*. 2011;48(2):405-10. DOI:10.1603/ME10108
 22. Paris M, Tetreau G, Laurent F, Lelu M, Despres L, David JP. Persistence of *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) in the environment induces resistance to multiple Bti toxins in mosquitoes. *Pest Manag Sci*. 2011;67(1):122-8. DOI:10.1002/ps.2046
 23. Rawani A, Haldar KM, Ghosh A, Chandra G. Larvicidal activities of three plants against filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res*. 2009;105(5):1411-7. DOI:10.1007/s00436-009-1573-z
 24. Resende MC, Gama RA. Persistência e eficácia do regulador de crescimento pyriproxyfen em condições de laboratório para *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2006;39(1):72-5. DOI:10.1590/S0037-86822006000100014
 25. Rossi JCN, Prophiro JS, Pedroso MF, Torquato MF, Emerick TV, Mendes S, et al. Uso do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* - Meliaceae) como larvicida de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Soc Bras Med Trop*. 2005;41:78.
 26. Ruiz LM, Segura C, Trujillo J, Orduz S. In vivo binding of the Cry11bB toxin of *Bacillus thuringiensis* subsp. *medellin* to the midgut of mosquito larvae (Diptera: Culicidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2004;99(1):73-9. DOI:10.1590/S0074-02762004000100013
 27. Silva OS, Romão PRT, Blazius RD, Prohiro JS. The use of andiroba *Carapa guianensis* as larvicide against *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc*. 2004;20(4):456-7.
 28. Silva OS, Prophiro JS, Nogared JC, Kanis L, Emerick S, Blazius RD, Romão PRT. Larvicidal effect of andiroba oil, *Carapa guianensis* (Meliaceae), against *Aedes aegypti*. *J Am Mosq Control Assoc*. 2006;22(4):699-701.
 29. Tateishi K, Kiuchi M, Takeda S. New cuticle formation and moult inhibition by RH- 5849 in the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl Entomol Zool*. 1993;28(2):177-84.
 30. Viegas Júnior C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Quim Nova*. 2003;26(3):390-400. DOI:10.1590/S0100-40422003000300017
 31. World Health Organization. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. Geneva; 1970. (Technical Report Series, 443).

Artigo baseado na tese de doutorado de Torres SM, intitulada: "Avaliação estrutural e ultraestrutural de larvas e adultos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) submetidos a tratamento com composto de óleos de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia*, *Carapa guianensis* e extrato fermentado bacteriano de *Carica papaya*", apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 2013.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.