

**ATIVIDADE LARVICIDA DE PRODUTOS NATURAIS E AVALIAÇÃO DA
SUSCEPTIBILIDADE AO INSETICIDA TEMEFÓS NO CONTROLE DO
Aedes aegypti (DIPTERA: CULICIDAE)**

Carin Guarda, Junir Antonio Lutinski, Walter Antônio Roman-Junior e Maria Assunta Busato

RESUMO

A utilização de extratos e substâncias isoladas de plantas medicinais são alternativas aos inseticidas sintéticos para o controle populacional dos insetos. Neste estudo avaliou-se o potencial larvicida do flavonoide rutina e dos extratos aquosos de *Heteropterys aphrodisiaca* O. Mach. (Malpighiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae) e *Eugenia uniflora* O. Berg. (Myrtaceae) sobre estágios larvários do mosquito *Aedes aegypti*. Foi investigada também a susceptibilidade deste inseto ao inseticida temefós. Os extratos aquosos das plantas e da solução de rutina foram preparados nas concentrações de 125, 250, 500, 750 e 1000 µg·ml⁻¹ (n=3). Os ensaios foram conduzidos em recipientes contendo 60ml de cada tratamento, onde foram inseridas nove

larvas de *A. aegypti* dos 2º e 3º estágios. Os resultados obtidos após 24h e 48h foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Duncan (p<0,05). O tratamento realizado com *H. aphrodisiaca* 500 µg·ml⁻¹ apresentou 100% de efeito larvicida em 24h enquanto na concentração de 250 µg·ml⁻¹ a eficiência foi 21%. O tratamento com a rutina 750 µg·ml⁻¹ apresentou eficiência de 97%. A população de *A. aegypti* apresentou total susceptibilidade ao temefós 0,1; 0,09; 0,08 e 0,07 g·l⁻¹. O efeito larvicida de *H. aphrodisiaca* é um resultado promissor e abre caminhos para novos estudos focados no isolamento e teste de compostos bioativos do vegetal. A eficiência da rutina a qualifica como uma opção para uso em programas de controle vetorial de *A. aegypti*.

Introdução

O mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) é vetor de vírus causadores das enfermidades conhecidas como dengue, chikungunya e zika (Vasconcelos, 2015). A dengue e a chikungunya têm sintomas

e sinais semelhantes, enquanto a dengue se destaca pelas dores nos corpo, a chikungunya é caracterizada por dores e inchaço nas articulações. Já a zika, apresenta febre mais baixa (ou ausência de febre), manchas na pele e coceira no corpo (Sesab, 2016).

O *Aedes aegypti* se desenvolve por meio de metamorfose completa (holometabolía) passando pelas fases de ovo, larva (4 estágios), pupa e adulto (Simas *et al.*, 2004; Neves, 2011; MS, 2016). As ações para o seu controle populacional são realizadas

principalmente nas fases larvais, quando se encontra mais vulnerável. O inseticida organofosforado temefós tem sido o produto recomendado e utilizado pelo Programa Nacional de Prevenção à Dengue no Brasil e pela Organização Mundial da Saúde (Carvalho

PALAVRAS CHAVE / Controle populacional / Dengue / Saúde Pública / Vetores

Recebido: 28/10/2014. Modificado: 18/02/2016. Aceito: 22/02/2016.

Carin Guarda. Bióloga e Mestranda em Ciências da Saúde, Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil.

Junir Antonio Lutinski. Biólogo, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Brasil.

Mestre em Ciências Ambientais, Unochapecó), Brasil. Doutor em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. Professor, Unochapecó, Brasil.

Walter Antônio Roman-Junior. Graduado em Farmácia, Univer-

sidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Julio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. Doutor em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Paraná, Brasil. Professor, Unochapecó, Brasil.

Maria Assunta Busato. Bióloga, Universidade de Passo Fundo, Brasil. Doutora em Biologia, Universidad de Barcelona, Espanha. Professora, Unochapecó, Brasil. e-mail: assunta@unochapeco.edu.br

LARVICIDAL ACTIVITY OF NATURAL PRODUCTS AND ASSESSMENT OF SUSCEPTIBILITY TO THE INSECTICIDE TEMEFÓS IN CONTROLLING THE *Aedes aegypti* (DIPTERA, CULICIDAE)

Carin Guarda, Junir Antonio Lutinski, Walter Antônio Roman-Junior and Maria Assunta Busato

SUMMARY

The use of isolated extracts and substances derived from medicinal plants is an alternative to the synthetic insecticides for the population control of insects. In this study, we assessed the larvicidal potential of the flavonoid rutin and of the aqueous extracts of *Heteropterys aphrodisiaca* O. Mach. (Malpighiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae) and *Eugenia uniflora* O. Berg. (Myrtaceae) on larval stages of the mosquito *Aedes aegypti*. The susceptibility of this insect to the insecticide temefos was also investigated. Aqueous extracts of the plants and rutin solution were prepared at concentrations of 125, 250, 500, 750 and 1000 µg·ml⁻¹ (n=3). The tests were performed in test tubes containing 60ml of each treatment, where

9 larvae of *A. aegypti* belonging to the 2nd and 3rd stages were inserted. The results obtained after 24 and 48h were submitted to variance analysis (ANOVA) and Duncan test (p<0.05). The treatment with *H. aphrodisiaca* at 500 µg·ml⁻¹ showed 100% larvicidal effect in 24h, whilst the efficiency was 21% at 250 µg·ml⁻¹. The treatment with rutin 750 µg·ml⁻¹ showed 97% efficiency. The *A. aegypti* population showed total susceptibility temefos at 0.1, 0.09, 0.08 and 0.07 g·l⁻¹. The larvicidal effect of *H. aphrodisiaca* is a promising outcome and opens pathways for new studies focused on isolation and test of the bioactive compounds of this plant species. The efficiency of rutin makes it an option for use in vector control programs against *A. aegypti*.

ATIVIDADE LARVICIDA DE PRODUTOS NATURAIS EN EL CONTROL DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) Y EVALUACIÓN DE RESISTENCIA AL INSECTICIDA TEMEFÓS

Carin Guarda, Junir Antonio Lutinski, Walter Antônio Roman-Junior y Maria Assunta Busato

RESUMEN

La utilización de extractos y sustancias aisladas de plantas medicinales son alternativas a los insecticidas sintéticos para el control poblacional de insectos. En este estudio fue evaluado el potencial larvicida del flavonoide rutina y de extractos acuosos de *Heteropterys aphrodisiaca* O. Mach. (Malpighiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae) y *Eugenia uniflora* O. Berg. (Myrtaceae) sobre estadios larvarios de *Aedes aegypti*. Se investigó también la susceptibilidad de la población de este insecto al insecticida temefós. Los extractos acuosos de las plantas y de la solución de rutina fueron preparados en las concentraciones de 125, 250, 500, 750 y 1000 µg·ml⁻¹ (n=3). Los ensayos fueron conducidos en recipientes con 60ml de cada tratamiento, don-

de fueron colocadas larvas de *A. aegypti* de 2° y 3° estadio. Los resultados obtenidos a las 24 y 48h fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan (p<0,05). El tratamiento realizado con *H. aphrodisiaca* 500 µg·ml⁻¹ presentó 100% de efecto larvicida en 24h, mientras en la concentración de 250 µg·ml⁻¹ la eficiencia fue de 21%. El tratamiento con rutina de 750 µg·ml⁻¹ presentó eficiencia del 97%. La población de *A. aegypti* presentó total susceptibilidad al temefós 0,1; 0,09; 0,08 y 0,07 g·l⁻¹. El efecto larvicida de *H. aphrodisiaca* abre caminos para nuevos estudios con foco en el aislamiento y test de compuestos bioactivos del vegetal. La eficiencia de la rutina la califica como una opción para su utilización en programas de control vectorial de *A. aegypti*.

et al., 2004; Crivelenti et al., 2011; DIVE, 2014). No entanto, já foram identificadas populações de mosquitos resistentes ao inseticida na Colômbia (Maestres et al., 2009) e em diversos estados do Brasil, como Ceará, Distrito Federal, Minas Gerais e Paraíba (Carvalho et al., 2004; Lima et al., 2006; Beserra et al., 2007; Horta et al., 2011). Além disso, a aplicação de inseticidas é de alto custo e normalmente tem duração residual de ~60 dias, o que faz com que seja necessário repetir com frequência a sua aplicação para poder manter o controle do vetor (Rey et al., 2010).

Em resposta aos ataques patogênicos, as plantas produzem

metabólitos secundários como os flavonoides, alcaloides e terpenoides que coevoluem com os insetos e micro-organismos, tornando-se fontes naturais de substâncias inseticidas (Marangoni et al., 2012; Simões et al., 2010). A utilização dessas matérias-primas na produção de extratos para o controle de vetores apresenta vantagens em relação aos inseticidas sintéticos. Seus princípios ativos apresentam uma taxa de biodegradabilidade maior e são geralmente menos prejudiciais para a saúde humana e para o meio ambiente (Viegas Júnior, 2003; Barreto, 2005). É nessa perspectiva que têm sido desenvolvidas pesquisas para obtenção de inseticidas naturais menos poluentes e

mais seletivos para o controle populacional de vetores (Silva et al., 2004; Bobadilla et al., 2005; Santiago et al., 2005; Guissoni et al., 2013).

A infestação pelo mosquito *A. aegypti* em Chapecó, município do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil, conta com um histórico de duas décadas (Lutinski et al., 2013). Nos últimos nove anos o município vem apresentando elevada infestação, alcançando índices de infestação predial (IIP) de 8% (DIVE, 2014). Segundo o Ministério da Saúde (Funasa, 2001), cidades com IIP >1% apresentam riscos reais de transmissão viral da dengue. Neste contexto, este estudo visou: 1) avaliar a atividade larvicida dos extratos

aquosos de plantas medicinais abundantes no oeste catarinense como a *Eugenia uniflora* O. Berg. (Myrtaceae) - pitangueira, *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae) - erva-lanceta, *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae) - guacatonga, a fração acetato de etila de *Heteropterys aphrodisiaca* O. Mach. (Malpighiaceae) - nó-de-cachorro, e do flavonoide rutina, presentes nestas espécies, frente ao *A. aegypti*; e 2) avaliar a susceptibilidade de uma população de *A. aegypti* frente ao inseticida temefós.

Material e Métodos

As amostras dos materiais vegetais (folhas) de *Casearia sylvestris* (26°58'36,06''S e

52°44'27,18''O), *Solidago chilensis* (27°06'38,83''S e 52°34'26,52''O) e *Eugenia uniflora* (27°05'41,43''S e 52°39'39,19''O) foram obtidas no interior do município de Chapecó, Santa Catarina, e identificadas no Museu Botânico Municipal de Curitiba, Paraná, pelo curador Osmar dos Santos Ribas. Amostras de *H. aphrodisiaca* foram coletadas em diferentes estações do ano em Santo Antônio do Levenger, Mato Grosso (30°28'31''S e 51°35'35''O). As amostras foram identificadas e depositadas no Instituto de Botânica da Universidade Federal do Mato Grosso. Todos os materiais vegetais foram desidratados à temperatura ambiente (25 ±3°C), protegidas de luz solar direta e de umidade.

As amostras desidratadas de *C. sylvestris*, *S. chilensis* e *E. uniflora* foram selecionados em tamis de 425µm (35 Tyler/ Mesh) e submetidos a um processo de extração por decocção (FB 5, 2010) com água destilada (1:20; p/v). Posteriormente, os extratos aquosos obtidos foram filtrados, liofilizados e estocados em freezer a -20°C até a realização dos ensaios. O extrato de *H. aphrodisiaca* foi obtido por turbolização (acetona 70% v/v; 500ml) utilizando 50g de material vegetal desseccado (FB 5, 2010). O extrato obtido foi concentrado em rotavapor sob pressão reduzida e liofilizado. O extrato liofilizado (50g) foi diluído com água (500ml) e a solução foi submetida à partição em funil de separação com 500ml de acetato de etila. A fração acetato de etila foi concentrada em rotavapor sob pressão reduzida e liofilizada, pesada, identificada e estocada em freezer a -20°C para posteriores ensaios. O flavonoide rutina (Rutin hydrate; lote BCBB6174, Sigma-Aldrich, EEUU) foi estocado em freezer a -20°C até a realização dos ensaios. O inseticida temefós (Abate®; lote 23512) foi cedido pelo Programa de Prevenção à Dengue da Secretaria de Saúde do município de Chapecó.

As larvas de *A. aegypti* foram obtidas a partir dos ovos

coletados com armadilhas do tipo ovitrampas (DIVE, 2015) no perímetro urbano do município de Chapecó. A eclosão dos ovos ocorreu no laboratório de ecologia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Os ovos contidos nas palhetas foram colocados em bandejas com 1 litro de água destilada. Após a eclosão, as larvas foram mantidas sob temperatura ambiente controlada (29 ±3°C), fotoperíodo de 12h e alimentadas com ração de peixe até atingirem o 2° e 3° estágio de desenvolvimento (Forattini, 2002).

As concentrações dos extratos foram definidas a partir de Coelho *et al.* (2009). Amostras dos extratos vegetais e rutina foram diluídas em água destilada para a produção das concentrações de 500, 750 e 1000µg·ml⁻¹ e submetidas a um banho de ultrassom para completa dissolução. O extrato de *H. aphrodisiaca* foi avaliado também nas concentrações de 125 e 250µg·ml⁻¹. O inseticida temefós (formulação comercial impregnada em grãos de areia) foi avaliado na concentração de 0,1g·l⁻¹ (Funasa, 2001) e em cinco concentrações menores (0,09; 0,08; 0,07; 0,06 e 0,05g·l⁻¹).

Os ensaios foram desenvolvidos em triplicatas, sendo inseridas nove larvas dos 2° e 3° estágios (Busato *et al.*, 2015) em frascos de 200ml contendo 60ml de cada tratamento e ração de peixe como alimento. Para o tratamento controle foi utilizado somente água destilada e alimento. Os resultados foram analisados após 24 e 48h da aplicação, considerando-se mortas as larvas que não apresentaram movimentos quando tocadas com estilete. Foram atendidos todos os cuidados relacionados à biossegurança durante os ensaios e as larvas foram eliminadas antes de alcançarem a fase de pupa.

Foi realizada uma análise de variância para comparar as médias de larvas vivas entre os tratamentos tendo como variável do estudo a taxa de sobrevivência (ANOVA). Os valores foram transformados previamente para log (x+1). As médias foram

comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de significância (p<0,05). A eficiência dos tratamentos foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Resultados

Durante o período experimental todas as larvas permaneceram vivas no grupo controle. Foi registrada diferença no número de larvas vivas entre os todos os tratamentos e tempos após a aplicação dos tratamentos (24h e 48h) em comparação (p<0,05) com o grupo controle (Tabela I). Não houve diferenças no número de larvas vivas nos tratamentos realizados com *E. uniflora*, *S. chilensis* e *C. sylvestris*

(500, 750 e 1000µg·ml⁻¹) em comparação (p>0,05) com o grupo controle. A fração acetato de etila de *H. aphrodisiaca* apresentou eficiente atividade larvicida nas concentrações de 250 e 500µg·ml⁻¹ (21 e 100%, respectivamente) no primeiro período de avaliação (24h) em comparação com o grupo controle (p<0,05). A rutina revelou atividade larvicida nas concentrações 500, 750 e 1000µg·ml⁻¹ (62, 97 e 25%, respectivamente comparadas com o grupo controle (p<0,05) em 48h. O inseticida temefós apresentou forte atividade larvicida (100%) nas concentrações de 0,07; 0,08; 0,09 e 0,1g·l⁻¹, no período de 48h (Tabela II).

TABELA I
ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO NÚMERO DE LARVAS DE *A. aegypti* VIVOS

Causas da variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	Valor de p
Tratamentos	23	6,17*	< 0,01
Horas após a aplicação	1	0,74*	< 0,01
Interação fatorial	23	0,2*	< 0,01
Coeficiente de variação 14,46%			

* Significância ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA II
TRATAMENTOS NAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES (N=3), NÚMERO DE LARVAS DE *Aedes aegypti* VIVAS E EFICIÊNCIA DE 21 TRATAMENTOS REALIZADOS EM LABORATÓRIO

Tratamentos	Concentração	Larvas de <i>A. Aegypti</i> vivas (médias ±DP)*	Eficiência (% - 48h)
Testemunha	-	9 ±0 a	0
<i>Eugenia uniflora</i>	500µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Eugenia uniflora</i>	750µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Eugenia uniflora</i>	1000µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Solidago chilensis</i>	500µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Solidago chilensis</i>	750µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Solidago chilensis</i>	1000µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	125µg·ml ⁻¹	9 ±0 a	0
<i>Casearia sylvestris</i>	1000µg·ml ⁻¹	8,6 ±0,1 a	2
<i>Casearia sylvestris</i>	500µg·ml ⁻¹	7,3 ±0,4 ab	10
<i>Casearia sylvestris</i>	750µg·ml ⁻¹	7,3 ±0,31 ab	12
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	250µg·ml ⁻¹	6,9 ±0,50 ab	21
Rutina	1000µg·ml ⁻¹	5,9 ±0,45 b	25
Temefós	0,05g·l ⁻¹	2,9 ±0,40 c	60
Rutina	500µg·ml ⁻¹	1,3 ±0,81 d	62
Temefós	0,06g·l ⁻¹	1,3 ±0,82 d	78
Rutina	750µg·ml ⁻¹	0,2 ±1,01 e	97
Temefós	0,07g·l ⁻¹	0 ±0 e	100
Temefós	0,08g·l ⁻¹	0 ±0 e	100
Temefós	0,09g·l ⁻¹	0 ±0 e	100
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	500µg·ml ⁻¹	0 ±0 e	100
Temefós	0,10g·l ⁻¹	0 ±0 e	100

* As letras que seguem as médias indicam a diferença pelo teste de Duncan (p<0,05). Eficiência (%) calculada pela fórmula Abbott (1925).

Discussão

Uma variedade de mosquitos atua como vetores de diversas doenças causando sérios problemas à saúde da população e uso continuado de inseticidas químicos no combate a estes vetores tem provocado danos à saúde do homem e ao meio ambiente, além de promover a seleção de resistência. A observação destes efeitos indesejáveis têm estimulado pesquisas com produtos naturais (Chariandy *et al.*, 1999). As plantas são fontes importantes de substâncias bioativas com componentes químicos diferentes e com diversas atividades contra insetos (Hollingworth, 1976).

Os flavonoides presentes nas plantas avaliadas neste trabalho são reconhecidos por apresentarem atividade larvicida (Ioset *et al.*, 1998). No entanto, é importante destacar que nos extratos brutos os constituintes ativos estão normalmente em pequenas concentrações (Bell e Charlwood, 1980). Isto pode explicar em parte a reduzida atividade dos extratos aquosos de *Eugenia uniflora*, *Solidago chilensis* e *Casearia sylvestris* comparados com a fração acetato de etila de *Heteropterys aphrodisiaca* (rica em flavonoides) e rutina.

De acordo com Garcia (2002) um produto é considerado eficiente para o controle populacional de uma espécie quando alcança uma redução $\geq 80\%$ dos indivíduos. Para a *H. aphrodisiaca*, na concentração de $500 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, observou-se máxima eficiência larvicida (100%) frente ao *A. aegypti* em um curto período experimental (24 h). A caracterização química de *H. aphrodisiaca* realizada por Marques *et al.* (2007) mostrou a presença de altos teores em polifenóis totais nos extratos, identificados compostos como flavonoides, substâncias antracênicas, esteroidais e taninos nas amostras de raízes. De acordo com Saito (2004) e Simões *et al.* (2010), essas substâncias são produzidas como metabólitos secundários e possuem reconhecidas atividades tóxicas sobre insetos. O potencial dos subprodutos desta

planta pode ser ainda maior diante da possibilidade da realização sistemática de testes combinando diferentes métodos de extração e partes da planta (Coelho *et al.*, 2009). Dessa forma, a atividade larvicida observada neste trabalho para a fração acetato de etila da planta, possivelmente está relacionada com a elevada concentração de flavonoides.

Carvalho *et al.* (2010) avaliaram a composição química em diferentes tecidos de *C. sylvestris* e identificaram a presença de diterpenos, alguns com reconhecida ação inseticida (Viegas Junior, 2003). Para os gêneros *Solidago* e *Eugenia*, Lorenzi e Matos (2008) descreveram a presença de substâncias químicas como terpenos, saponinas, ácidos fenólicos e altas concentrações de flavonoides, principalmente rutina e quercetina. Estes compostos são também reconhecidos por apresentarem atividade frente a insetos (Viegas Junior, 2003; Santiago *et al.*, 2005; Simões *et al.*, 2010). É reconhecido que a extração aquosa realizada neste trabalho retira preferencialmente compostos de elevada polaridade, reduzindo a concentração de várias moléculas. Dessa maneira, a ausência de eficácia dos extratos destas plantas possibilita inferir que os compostos ativos possivelmente não tenham sido extraídos nos extratos produzidos.

A rutina é um flavonóide extraído industrialmente de plantas como *Ruta graveolens* (Linnaeus, 1753) –arruda comum– e *Fagopyrum sculentum* (Moench, 1794) –trigo sarraceno– (Araújo, 2003). Neste estudo, seu potencial inseticida apresentando foi alto (97%), igualando-se estatisticamente com *H. aphrodisiaca* $500 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ e ao temefós $0,1\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. De acordo com Saito (2004) e Simões *et al.* (2010) os flavonoides constituem uma importante classe de polifenóis, que são encontrados em grande abundância entre os metabólitos secundários das plantas, nas quais são responsáveis por desempenhar diversas funções como inseticidas, repelentes e antimicrobianos.

Ainda, o processo de desenvolvimento de resistência nos insetos a estas substâncias é muito lento. Podem agir sobre os insetos de diferentes maneiras: causando repelência, inibição da oviposição e da alimentação, distúrbios no desenvolvimento, deformações infertilidade e mortalidade (Roel, 2001). Observou-se, ainda, que a maior concentração ($1000 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) apresentou menor eficiência (25%). Possivelmente o aumento da concentração causou redução na dissolução, influenciando o resultado, visto que a rutina possui menor solubilidade em água (Simões *et al.*, 2010).

Não foi verificada resistência da população de mosquitos de *A. aegypti* ao inseticida temefós. Foi observada susceptibilidade da população desses vetores à concentração do larvicida recomendada pelo Ministério da Saúde do Brasil. O mesmo foi constatado também para três concentrações menores ($0,09$; $0,08$ e $0,07\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). O princípio ativo do temefós (formulação comercial) encontra-se adsorvido em grãos de areia e a aplicação é feita diretamente nos depósitos (tratamento focal) onde podem ser encontradas as formas imaturas do mosquito *Aedes* (Lima *et al.*, 2006). O uso de inseticidas sintéticos pode representar riscos à saúde humana, dependendo da quantidade e das condições em que os indivíduos são expostos (Barreto, 2005). Podem gerar desequilíbrio ambiental, pois sua ação não se restringe à espécie alvo e ainda causar contaminação do solo e água (D'Amato *et al.*, 2002). Crivelenti *et al.* (2011) identificou efeito tóxico e residual do temefós em alevinos de *Poecilia reticulata* (Peters, 1859). Neste sentido, a avaliação constante da concentração mínima necessária se torna um imperativo, assim como, a busca por produtos alternativos.

O efeito larvicida de *H. aphrodisiaca* é um resultado promissor e abre caminhos para novos estudos focados no isolamento e teste de compostos bioativos do vegetal. A

eficiência da rotina a qualifica como uma opção para uso em programas de controle vetorial de *A. aegypti*. Os resultados de susceptibilidade do mosquito *A. aegypti* ao temefós não são conclusivos, pois o estudo não considerou as condições de campo; contudo, os resultados indicam que o produto pode estar sendo aplicado pelo Programa de Prevenção à Dengue em uma concentração maior do que a necessária.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Unochapecó pela disponibilização de uso dos laboratórios, à Vigilância Ambiental em Saúde do Município de Chapecó pela parceria na realização da pesquisa, e à bolsa do Programa Institucional de Iniciação Científica do CNPq, Edital N°278/Reitoria/2013.

REFERÊNCIAS

- Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Araújo M (2003) Farmacoterapia nas doenças vasculares periféricas. Em Pitta GBB, Castro AA, Burihan E (Eds.) *Angiologia e Cirurgia Vasculares: Guia Ilustrado*. UNCISAL/ECMAL e LAVA. Maceió, Brasil. <http://www.lava.med.br/livro>
- Barreto CF (2005) *Aedes aegypti* - Resistência aos inseticidas químicos e as novas alternativas de controle. *Rev. Eletrônica Fac.Montes Belos* 1: 62-73.
- Bell EA, Charlwood BV (1980) *Encyclopedia of Plant Physiology*. Springer. Berlin, Alemanha.
- Beserra EB, Fernandes CRM, Queiroga MFC, Castro-Junior FP (2007) Resistência de populações de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) ao organofosforado temefós na Paraíba. *Neotrop. Entomol.* 36: 303-307.
- Bobadilla M, Zavala F, Sisniegas M, Zavaleta G, Mostacero J, Taramona L (2005) Evaluación larvicida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus “guanábana” sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). *Rev. Peru. Biol.* 12: 145-152.
- Busato MA, Vitorello J, Lutinski JA, Dal Magro J, Scapinello J (2015) Potencial larvicida de *Melia azedarach* L. e *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.no controle de

- Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). *Ciênc. Nat.* 37: 277-282.
- Carvalho MSL, Caldas ED, Degallier N, Vilarinhos PTR, Souza LCKR, Yoshizawa MAC, Knox MB, OLIVEIRA Cde (2004) Suscetibilidade de larvas de *Aedes aegypti* ao inseticida temefós no Distrito Federal. *Rev. Saúde Públ.* 38: 623-629.
- Carvalho ES, Santos AG, Cavalheiro AJ (2010) Identificação de diterpenos clerodânicos em diferentes órgãos de *Casearia sylvestris* Swartz. *Rev. Ciênc. Farm. Bás. Apl.* 30: 277-284.
- Chariandy CM, Seaforth CE, Phelps RH, Pollard GV, Kambay BPS (1999) Screening of medicinal plants from Trinidad and Tobago for antimicrobial and insecticidal properties. *J Ethnopharmacol.* 64: 265-270.
- Coelho AAM, Paula JE de, Espindola LS (2009) Atividade larvívica de extratos vegetais sobre *A. aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório. *BioAssay* 4: 1-6.
- Crivelenti LZ, Guilherme LC, Morelli S, Borin S (2011) Toxicidade do inseticida organofosforado Abate® em alevinos de *Poecilia reticulata*. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 6: 65-68.
- D'Amato C, Torres JPM, Malm O (2002) DDT (dicloro difenil tricloroetano): Toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. *Quim. Nova* 25: 995-1002.
- DIVE (2014) *Informações Dengue*. Diretoria de Vigilância Epidemiológica, Superintendência de Vigilância em Saúde, Secretaria de Estado da Saúde. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/zoonoses/Vetores/dengue/A_Dengue_no_Brasil_e_SC_2012.pdf
- DIVE (2015) *Dengue: Orientações para Pessoal de Campo*. Diretoria de Vigilância Epidemiológica, Superintendência de Vigilância em Saúde, Secretaria de Estado da Saúde. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 111 pp.
- FB 5 (2010) *Farmacopeia Brasileira*. 5ª ed. Anvisa. Brasília, Brasil.
- Forattini OP (2002) *Culicidologia Médica: Identificação, Biologia, Epidemiologia*. Vol. 2. EDUSP. São Paulo, Brasil. 851 pp.
- Funasa (2001) *Dengue, Instruções para pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas*. Fundação Nacional de Saúde. Ministério de Saúde. Brasília, Brasil. 75 pp.
- Garcia FRM (2002) *Zoologia Agrícola: Manejo Ecológico de Pragas*. 2ª ed. Rigel. Porto Alegre, Brasil. 248 pp.
- Guissoni ACP, Silva IG, Geris R, Cunha LC, Silva HHG (2013) Atividade larvívica de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua toxicidade em *Rattus norvegicus*. *Rev. Bras. Pl. Med.* 15: 363-367.
- Hollingworth RM (1976) Chemistry, biological activity, and uses of formamidine pesticides. *Environ. Health Perspect.* 14: 57-69.
- Horta MAP, Castro FI, Rosa CS, Daniel MC, Melo AL (2011) Resistance of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) to Temephos in Brazil: A Revision and New Data for Minas Gerais State. *BioAssay* 6: 1-6.
- Ioset JR, Marston A, Gupta MP, Hostettmann K (1998) Antifungal and larvicidal meroterpenoid naphthoquinones and a naphthoxirene from the roots of *Cordia linnaei*. *Phytochemistry* 47: 729-734.
- Lima EP, Oliveira Filho AM de, Lima JWO, RAMOS Júnior AN, Cavalcanti LPG, Pontes RJS (2006) Resistência do *Aedes aegypti* ao temefós em municípios do Estado do Ceará. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 39: 259-263.
- Lorenzi H, Matos FJdeA (2008) *Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas*. 2ª ed. Plantarum. São Paulo, Brasil. 544 pp.
- Lutinski JA, Zanchet B, Guarda C, Constanci C, Friedrich DV, Cechin FTC, Bones IA, Souza MF, Balsan ST, Zarychta SM, Busato MA (2013) Infestação pelo mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) na cidade de Chapecó-SC. *Biotemas* 26: 143-151.
- Maestres R, Rey VG, Las Salas Aj, Vergara SC, Santacoloma VL, Goenaga OS, Carrasquilla FMC (2009) Susceptibilidad de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) a temefós en Atlántico-Colombia. *Rev. Col. Entomol.* 35: 202-205.
- Marangoni C, Moura NFde, Garcia FRM (2012) Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. *Rev. Ciênc. Amb.* 6: 95-112.
- Marques LC, Pieri Cde, Roman-Júnior WA, Cardoso MLC, Milaneze-Gutierrez MA, Mello JCP (2007) Controle farmacognóstico das raízes de *Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach. (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Farmacogn.* 17: 604-615.
- MS (2016) *Ministério da Saúde Investiga Casos Suspeitos de Microcefalia*. <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/noticias-svs/21894-ministerio-da-saude-investiga-3-448-casos-suspeitos-de-microcefalia>. (Cons. 08/02/2016).
- Neves DP (2011) *Parasitologia Humana*. 12ª ed. Atheneu. São Paulo, Brasil. 546 pp.
- Rey JR, Lounibos LP, Padmanabha H, Mosquera M (2010) Resurgência del dengue en América: pautas, procesos y prospectos. *Interciencia* 35: 800-806.
- Roel AR (2001) Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Rev. Int. Desenv. Local* 1: 43-50.
- Saito ML (2004) *As Plantas Praguicidas*: alternativa para o controle de pragas da agricultura. Embrapa Meio Ambiente. Brasil. 4 pp.
- Santiago GMP, Viana AF, Pessoa ODL, Pouliquen YBM, Arriaga AMC, Andrade-Neto M, Braz-Filho R (2005) Avaliação da atividade larvívica de saponinas triterpênicas isoladas de *Pentaclethra macroleoba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) e *Cordia piavehiensis* Fresen (Boraginaceae) sobre *Aedes aegypti*. *Rev. Bras. Farmacogn.* 15: 187-190.
- Sesab (2016) Perfil das doenças: Dengue, Zika e Chikungunya. Secretaria de Saúde. Governo do Estado da Bahia. Brasil http://www.saude.ba.gov.br/novoportal/index.php?option=com_content&view=article&id=9496&Itemid=17
- Silva HHG, Silva IG da, Santos RMG dos, Rodrigues Filho E, Elias CN (2004) Atividade larvívica de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. HIL. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 37: 396-399.
- Simas NK, Lima EdaC, Conceição SdaR, Kuster RM, Oliveira Filho AMde (2004) Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue-Atividade larvívica de *Myroxylon balsamum* (Óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. *Quim. Nova* 27: 46-49.
- Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR (2010) *Farmacognosia da Planta ao Medicamento*. 6ª ed. UFRGS/UFSC. Porto Alegre/Florianópolis, Brasil. 1104 pp.
- Vasconcelos PFC (2015). Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? *Rev. PanAmaz. Saúde* 6: 9-10.
- Viegas Junior C (2003) Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Quim. Nova* 26: 390-400.