

**Atividade larvívica de extratos vegetais de espécies do cerrado sobre
Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae)**

**Larvicidal activity of plant extracts from cerrado species on *Aedes
aegypti* L. (Diptera: Culicidae)**

DOI:10.34117/bjdv9n11-047

Recebimento dos originais: 20/10/2023

Aceitação para publicação: 20/11/2023

Lucas Dias Gonçalves

Mestre em Biotecnologia

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) - campus

Professor Darcy Ribeiro

Endereço: Avenida Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros - MG

E-mail: sandykarolline@gmail.com

Viviane de Oliveira Vasconcelos

Doutora em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) - campus

Professor Darcy Ribeiro

Endereço: Avenida Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros - MG

E-mail: vivianevasconcelos27@gmail.com

Alcinei Místico Azevedo

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
(UFVJM)

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Endereço: Avenida Universitária, Universitário, Montes Claros - MG, CEP: 39404-547

E-mail: alcineimistico@hotmail.com

Vanessa de Andrade Royo

Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) - campus

Professor Darcy Ribeiro

Endereço: Avenida Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros - MG

E-mail: vanroyo31@gmail.com

Thalyta Maria Vieira

Doutora em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) - campus

Professor Darcy Ribeiro

Endereço: Avenida Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros - MG

E-mail: thalyta.vieira@unimontes.br

Elytania Veiga Menezes

Doutora em Genética pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) - campus

Professor Darcy Ribeiro

Endereço: Avenida Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros - MG

E-mail: elytania.menezes@unimontes.br

RESUMO

O mosquito *Aedes aegypti* é um dos principais vetores de arbovírus, incluindo Dengue, Chikungunya e Zika. Sua adaptação aos ambientes urbanos das regiões tropicais e subtropicais expõe a riscos 2,5 milhões de pessoas. O controle desse vetor, através do uso de inseticidas sintéticos é uma estratégia importante para controle dessas doenças. Neste contexto, os inseticidas naturais constituem uma alternativa aos sintéticos, pois degradam-se facilmente, são menos nocivos ao meio ambiente e menos tóxicos para insetos não-alvo. Neste trabalho, avaliou-se a atividade larvicida de extratos de espécies do Cerrado contra o mosquito *Aedes aegypti*. Para tanto, larvas foram expostas à soluções, em diferentes concentrações, conforme protocolo da OMS, para avaliar suas toxicidades. A mortalidade foi verificada após 24 e 48 horas de exposição, os resultados foram analisados estatisticamente e as taxas de mortalidade determinadas. Os extratos obtidos das folhas de *Philodendron adamantinum*, *Xylopia emarginata* e *Schinopsis brasiliensis* e das cascas de caule de *Psidium cattleianum* e *Myracrodruon urundeuva* apresentaram, na concentração preliminar de 2000 mg/L e tempos de exposição, baixa (>30%) ou nenhuma atividade larvicida. Somente o extrato das folhas de *Magonia pubescens* apresentou taxa de mortalidade superior a 90% a 2000 mg/L e 48h de exposição. Contudo, somente na concentração de 500 mg/L e 48h de exposição foi observada atividade larvicida significativa, quando comparada ao controle positivo, porém inferior a 15%. Os resultados deste estudo não descartam, definitivamente, as espécies avaliadas de apresentarem atividade larvicida, pois testou-se apenas extratos hidroalcoólicos de uma única parte de cada planta.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, extrato, larvicida.

ABSTRACT

The mosquito species *Aedes aegypti* is one of the main vectors arboviruses, including Dengue, Chikungunya and Zika. Its adaptation to urban environments in tropical and subtropical regions exposes 2.5 million people to risks. This vector control, through the use of synthetic insecticides, is an important strategy for these vector-borne diseases control. In this context, natural insecticides are an alternative to synthetics one, since they degrade easily, are less harmful to the environment and less toxic to non-target insects. In this work, the larvicidal activity of extracts from Cerrado species against the *Aedes aegypti* mosquito was evaluated. For that, larvae were exposed to solutions, in different concentrations, according to the WHO protocol, to assess their toxicities. Mortality was verified after 24 and 48 hours of exposure, the results were statistically analyzed and mortality rates were determined. The extracts obtained from the leaves of *Philodendron adamantinum*, *Xylopia emarginata* and *Schinopsis brasiliensis* and from the stem bark of *Psidium cattleianum* and *Myracrodruon urundeuva*, at a preliminary concentration of 2000 mg/L and both exposure times, showed low (> 30%) or none larvicide activities. Only *Magonia pubescens* leaf extract showed a mortality rate greater than 90% at 2000 mg/L and 48 hours exposure. However, only at the concentration of 500 mg/L and 48h exposure, statistically significant larvicidal activity was observed, when compared to the

positive control, but less than 15%. The results of this study do not rule out, definitively, the species evaluated to have larvicidal activity, as only hydroalcoholic extracts from a single part of each plant were tested.

Keywords: *Aedes aegypti*, extract, larvicide.

1 INTRODUÇÃO

Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) é um mosquito cosmopolita, altamente domesticado e antropofílico. Originário da África, porém, atualmente, está distribuído e adaptado ao ambiente urbano de regiões tropicais e subtropicais do mundo (POWELL; TABACHNICK, 2013; BROWN et al., 2015). É um dos principais vetores de arbovírus como Dengue (DENV), Chikungunya (CHIV) e Zika (ZIKV), além do vírus amarelo. Essas doenças ressurgiram e se expandiram nas últimas décadas, com efeitos generalizados nas populações humanas (MUSSO; GUBLER, 2016).

Estima-se que ocorram anualmente 390 milhões de infecções somente pelo vírus da Dengue, em mais de 125 países endêmicos, colocando em risco 2.5 bilhões de pessoas da população mundial (BHATT et al., 2013; WHO, 2020). Somente no Brasil, em 2019, 1.668.680 casos prováveis de DENV, CHIV e ZIKV foram notificados (46ª semana epidemiológica), um aumento de mais de 500% quando comparado com o mesmo período de 2018. Desse total, 852 óbitos foram notificados e confirmados (BRASIL, 2019).

O mosquito *A. aegypti* se desenvolve através de metamorfose completa, e o seu ciclo de vida compreende quatro fases: ovo, larva, pupa e adultos (BRASIL, 2001). As larvas possuem quatro estágios evolutivos e a duração desta fase depende da temperatura, disponibilidade de alimento e densidade de indivíduos no criadouro (BHATT et al., 2013). A fase larvária dura, em média, cinco dias quando as condições são favoráveis. No entanto, baixa temperatura e escassez de alimento podem estender o 4º estágio larvário por várias semanas, antes de sua transformação em pupa (FONTANA et al., 2020). A fase larvária é a que apresenta maior vulnerabilidade, dado ao confinamento espacial. Além disso, as larvas não são seletivas na ingestão de partículas, conferindo aos larvicidas com ação digestiva um método potencial para controle destes vetores (LI et al., 2015; NUNES et al., 2015).

Dificuldades relacionadas à produção de vacinas eficazes contra os vírus DENV, CHIV e ZIKV levaram a uma ênfase maior no controle do vetor. Dessa forma, essa abordagem se tornou a principal estratégia para impedir a transmissão dessas arboviroses

(CAO-LORMEAU, 2014; RODRIGUES et al., 2019). Todos os anos, vários milhões de dólares são gastos na tentativa de erradicar o *A. aegypti* (CAO-LORMEAU, 2014). Segundo estudo realizado por Teich, Arinelli & Fahham (2017), no Brasil no ano de 2016, foram gastos aproximadamente 1,5 bilhões de reais no manejo do *A. aegypti*.

Atualmente, a principal estratégia adotado no controle vetorial é a aplicação de inseticidas sintéticos como os organofosforados (ex.: temefós e malation), os piretroides (ex.: cipermetrina e deltametrina) e os Reguladores do Crescimento (ou IGR, sigla derivada de Insect Growth Regulator) (ex.: diflubenzuron, methoprene e pyriproxyfen) (BRAGA; VALLE, 2007). Essas substâncias sintéticas têm sido bastante usadas na área da Saúde Pública. Porém, a partir da década de 1950, começaram a serem identificadas cepas resistentes do inseto para todas as classes de inseticidas. Isso, devido ao uso continuado e sem monitoramento. Esse evento afetou diretamente a reemergência das doenças transmitidas por vetores, uma vez que, os inseticidas químicos continuam sendo uma importante ferramenta dos programas integrados de controle (ROSE, 2001; BROGDON; MCALLISTER, 2005; BRAGA; VALLE, 2007; FERNANDES et al., 2019;)

A resistência é uma característica genética que ocorre, naturalmente, em uma pequena proporção de indivíduos, cujas mutações lhes permitem sobreviver sob doses de inseticidas normalmente letais. O inseticida não produz uma mudança genética, seu uso continuado, entretanto, pode selecionar indivíduos resistentes, eliminando apenas os indivíduos susceptíveis (BRAGA; VALLE, 2007).

A necessidade de superar as dificuldades impostas pela resistência aos inseticidas sintéticos despertou interesse em estudar alternativas naturais devido às suas características de seletividade, segurança, biodegradabilidade e baixo custo (FERNANDES et al., 2019).

Os produtos naturais são fontes de compostos bioativos biodegradáveis, que são, em sua maioria, metabólitos secundários, produzidos pelas plantas como meio de defesa contra insetos fitófagos, mosquitos, microrganismos e plantas concorrentes (MAIA; MOORE, 2011; MALECK et al., 2017). São substâncias tais como taninos, alcaloides, terpenoides, e flavonoides. Podem ser usados como fonte de compostos para controle de insetos e repelentes naturais, bem como modelo para o desenvolvimento de pesticidas comerciais (MAIA; MOORE, 2011).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade larvicida de espécies do Cerrado sobre larvas do mosquito *A. aegypti*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL VEGETAL

As plantas foram coletadas na região do Cerrado no norte de Minas Gerais, Brasil, de dezembro de 2011 a janeiro de 2019. Exsiccatas foram depositadas no Herbário MCMG da Universidade Estadual de Montes Claros, MG, Brasil.

Todas as espécies selecionadas (Tabela 1) não são protegidas e as coletas foram permitidas sem restrições nos locais de ocorrência natural. As autorizações de coleta, quando necessário, foram concedidas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF).

Todos os extratos utilizados neste trabalho foram cedidos por pesquisadores do Departamento de Biologia Geral da Unimontes. Para seleção dos extratos foram utilizados dois métodos: amostragem aleatória, ou seja, tomar qualquer extrato que apresentasse qualidade e quantidade suficientes; e o segundo método seguiu uma abordagem quimiotaxonômica, selecionando os extratos pertencentes às famílias específicas que foram relatadas em periódicos científicos como tendo propriedades larvicidas, inseticidas, antibióticas e medicinais.

Tabela 1. Relação das espécies selecionadas para avaliação da atividade larvicida contra o *Aedes aegypti*.

Família	Espécie/nome popular	Nº do Voucher MCMG	Local de coleta	Parte da Planta
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine (Araçá)	3533	Glaucilândia/MG	Cascas do caule
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil (Tingui)	106750	Montes Claros/MG	Folhas
Araceae	<i>Philodendron adamantinum</i> Schott (Imbé)	3818	São Gonçalo do Rio Preto/MG	Folhas
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i> Mart. (Pindaíba reta)	6774	Bonito de Minas/MG	Folhas
Anacardiaceae	<i>Schinopsis brasiliensis</i> (Braúna)	377	Montes Claros/MG	Folhas
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All (Aroeira)	3534	Glaucilândia/MG	Cascas do caule

Fonte: os autores, 2023

2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS HIDROALCOÓLICOS (EXTRAÇÃO)

As partes vegetais coletadas foram secas em estufa a 40 ° C (± 2 ° C) até a obtenção peso constante. Então, foram moídas, usando moinho tipo willey (Willey IKA A11B), armazenadas em sacos de papel e refrigerado a -10 °C, conforme metodologia definida por Alvarenga et al (2013) e Aguiar et al (2015).

Os extratos hidroalcoólicos foram preparados pelo método de maceração exaustiva, o qual consistiu em adicionar 100 g do material vegetal pulverizado em 1000 mL de etanol/água (7:3 v/v). Essa mistura foi armazenada no escuro em temperatura ambiente por 7 dias, com agitação ocasional. Este processo de extração foi repetido com o resíduo por três vezes. Após esse período, os extratos foram filtrados e o solvente removido, sob pressão reduzida, em um evaporador rotativo. Os extratos brutos resultantes foram armazenados em um freezer a -10° C até o ensaio (AGUIAR et al., 2015; ALVARENGA et al., 2013).

O rendimento da extração foi determinado pela razão entre o peso do extrato/peso seco do material vegetal, multiplicado por 100. (ALVARENGA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2019)

2.3 PROCEDÊNCIA DAS LARVAS

Cartelas, contendo ovos do mosquito *A. aegypti* (cepa Rockefeller) foram obtidas de colônia fechada, estabelecida no Laboratório de Fisiologia de Insetos Hematófagos, do Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB UFMG), Minas Gerais, Brasil.

Para a obtenção das larvas, as cartelas de ovos foram adicionadas à dois litros de água mineral e ração de peixe (Alcon), sendo que essa mistura foi preparada com 24 horas de antecedência. Foram usados recipientes de plástico (polipropileno), com capacidade para 5 litros, na cor branca. Após a eclosão, as larvas em 1^o estágio foram transferidas para recipiente de polietileno branco (capacidade de 5 litros), contendo água mineral e alimentadas com ração de peixe nas proporções descritas abaixo (Tabela 2 e 3) (WHO, 2005; ANJOLLETE; MARCORIS, 2016).

Os recipientes foram mantidos em temperatura ambiente ($28 \pm 2^{\circ}$ C), com Umidade Relativa (UR) em $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo natural de 12 horas de luz seguido de 12 horas de escuridão (12L:12E), até atingirem o terceiro e quarto estádios (5 dias de idade e 4-5 mm de comprimento) (WHO, 2005; RODRIGUES et al., 2019).

Tabela 2. Quantidade de ração por larvas de *Aedes aegypti* em estágio de L1 a L2

Larvas	Quantidade de água (L)	Quantidade de ração (mg)
Até 500 larvas	1 litro	100 mg
500 a 1000 larvas	2,5 litros	200 mg

Fonte: os autores, 2023

Tabela 3. Quantidade de ração por larvas de *Aedes aegypti* em estágio de L3 a L4

Larvas em estágio L3	Quantidade de água (L)	Quantidade de ração (mg)
300 a 500 L3	1 litro	100 mg
750 L3	2,25 litros	200 mg
1000 L3	2,5 litros	200 mg

Fonte: os autores, 2023

2.4 TRIAGEM PRELIMINAR PARA ATIVIDADE LARVICIDA

Foram realizados testes preliminarmente, em condições de laboratório, utilizando uma versão modificada do protocolo padrão da Organização Mundial da Saúde (OMS) a fim de verificar a atividade larvicida geral dos extratos contra o *A. aegypti* (WHO, 2005; DOHUTIA et al., 2015; INTIRACH et al., 2016;). Para tanto, 10 larvas no final do terceiro e no início do quarto estágio foram transferidas, com ajuda de uma pipeta de Pasteur, para recipientes descartáveis de poliestireno (capacidade para 100 mL), contendo 50 mL da solução teste, que foi preparada pela dissolução do extrato vegetal em 3 mL de etanol a 70% e preparada na concentração de 2000 mg/L com água mineral. Os testes preliminares foram realizados em duplicata.

Durante o experimento, não foi oferecido alimento às larvas e os ensaios foram realizados em temperatura ambiente (28 ± 2 °C), UR $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo natural de 12L:12E (WHO, 2005; ALI; GOPALAKRISHNAN; VENKATESALU, 2018). Os controles usados incluíram solução de etanol e água mineral (testemunho) e apenas água mineral (controle negativo) (MARQUES et al., 2017; PINEDA-CORTEL et al., 2019).

Após 24 e 48 horas de exposição, a mortalidade larval foi registrada. Todas as larvas moribundas do mosquito foram consideradas mortas. Larvas mortas são aquelas que não podem ser induzidas a se mover quando sondadas com uma agulha no sifão ou na região cervical. Larvas moribundas são aquelas incapazes de subir à superfície ou não mostrarem a característica reação de mergulho quando a água é perturbada (WHO, 2005). Os resultados foram avaliados como Taxa de Mortalidade (TM %), que foi obtida pelo produto da divisão entre o “Número de larvas mortas/moribundas” e o “Número total de larvas (n)”, multiplicado por 100.

2.5 BIOENSAIOS – QUANTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE LARVICIDA

Os tratamentos que apresentaram, no estudo preliminar, taxa de mortalidade superior a 90% foram selecionados para outros bioensaios em diferentes concentrações a fim de determinar a concentração necessária para matar 50% (CL50) e 90% (CL90) da população de larvas (SOGAN et al., 2018).

A quantificação da atividade larvicida foi realizada seguindo o protocolo padrão da OMS com modificações (WHO, 2005). Os extratos vegetais foram dissolvidos em 3 mL de etanol a 70% (LIU et al., 2016; DE ANDRADE PORTO et al., 2017; SOGAN et al., 2018) e preparados em concentrações crescentes de 200, 300, 400 e 500 mg/L com água mineral.

Para a quantificação da atividade larvicida, 20 larvas no final do terceiro ou no início do quarto estágio foram transferidas para recipientes descartáveis de poliestireno (capacidade para 300 mL), contendo 100 mL da solução teste. O larvicida organofosforado temefós a 1 mg/L (Abate®) foi usado como controle positivo, enquanto que como controle negativo do experimento foi empregado apenas água mineral e como testemunho utilizou-se solução de etanol e água mineral (CN) (LIU et al., 2016; DE CARVALHO et al., 2019; MARQUES et al., 2017; PINEDA-CORTELL et al., 2019). As larvas dos grupos testes e dos grupos controle foram mantidas em temperatura ambiente (28 ± 2 °C), UR de 60 a 80% e fotoperíodo natural de 12L:12E (HARI; MATHEW, 2018; LIU et al., 2019).

Após 24 e 48 horas de exposição a mortalidade larval foi registrada. Para cálculo da Taxa de Mortalidade (TM%) foram consideradas as larvas moribundas e mortas (WHO, 2005). Quando a taxa de mortalidade do grupo controle variou entre 5% e 20%, os valores obtidos para os grupos testes foram corrigidos, de acordo com a Fórmula 2, descrita por Abbott (1925) e conforme preconiza o protocolo da OMS (WHO, 2005; PUTHUR et al., 2018).

Fórmula 2.

$$TMC (\%) = X - Y/X \times 100$$

Onde:

TMC (%) = Taxa de Mortalidade Corrigida

X = Porcentagem de larvas vivas no grupo controle

Y = Porcentagem de larvas vivas no grupo teste

Todo o experimento foi realizado em triplicata (n = 60) para cada concentração e não foi oferecido alimento às larvas durante a avaliação (WHO, 2005; ALI; GOPALAKRISHNAN; VENKATESALU, 2018).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos nos ensaios biológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey com nível de significância de 5% por meio do programa Statistical Analysis Software SAS versão 9.1. Os gráficos foram plotados no SigmaPlot versão 11.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A triagem preliminar é considerada uma boa abordagem para avaliar o potencial larvicida dos compostos e extratos (AMER; MEHLHORN, 2006; MC; SAJITH; CC, 2015; SARMENTO et al., 2016). Essa abordagem, a 2000 mg/L, foi empregada neste estudo para determinar as propriedades larvicidas dos extratos hidroalcoólicos das seis espécies listadas na Tabela 1. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 4.

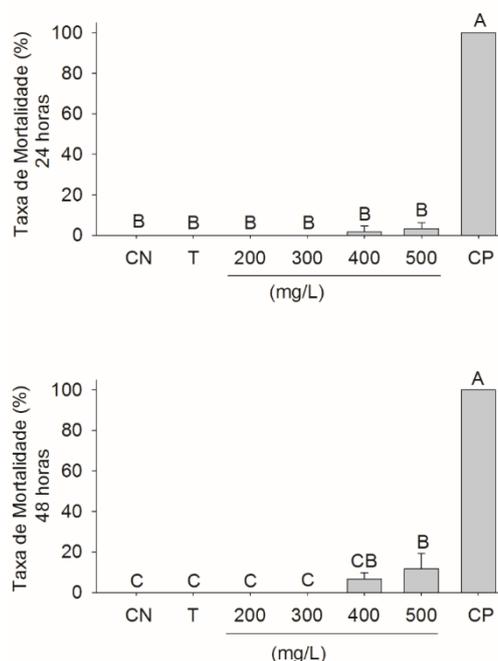
Tabela 4. Triagem preliminar da atividade larvicida (% de mortalidade) de extratos hidroalcoólicos de espécies do Cerrado, contra o *Aedes aegypti*.

Família	Espécie	Parte da Planta	Taxa de Mortalidade (%)	
			24 horas	48 horas
Myrtaceae	<i>P. cattleianum</i>	Cascas do caule	15	25
Sapindaceae	<i>M. pubescens</i>	Folhas	65	95
Araceae	<i>P. adamantinum</i>	Folhas	5	5
Annonaceae	<i>X. emarginata</i>	Folhas	0	0
Anacardiaceae	<i>S. brasiliensis</i>	Folhas	0	5
Anacardiaceae	<i>M. urundeuva</i>	Cascas do caule	0	0

Fonte: os autores, 2023

Na avaliação preliminar, somente o extrato de *M. pubescens* apresentou mortalidade larval superior a 90%, com tempo de exposição de 48 horas. Dessa forma, foram realizados novos ensaios, em diferentes concentrações, com esta espécie. Os resultados desses ensaios adicionais são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Atividade larvicida de extrato hidroalcoólico bruto de *Magonia pubescens* contra larvas de *Aedes aegypti*. CN = controle negativo, T = testemunho, CP = controle positivo. Barras com a mesma letra não são significativamente diferentes conforme determinado pelo teste de Tukey, 5%.



Fonte: os autores, 2023

De acordo com a Figura 1, o extrato hidroalcoólico de *M. pubescens*, com 24 horas de exposição, não apresentou atividade larvicida significativa em nenhuma das concentrações avaliadas. Já com 48 horas de exposição, apenas na concentração de 500 mg/L foi observada atividade larvicida estatisticamente significativa quando comparado com o controle negativo. No entanto, a atividade larvicida apresentada foi inferior a 15% e dessa forma não foi possível calcular o CL50. Conseqüentemente, o extrato não foi considerado promissor para testes posteriores como partição em solventes e isolamento de compostos puros (CHENG et al., 2003).

Embora, ainda não exista um valor especificado pela OMS para classificar um composto ou extrato quanto a sua atividade biopesticida, alguns autores definem como sendo considerados bons candidatos aqueles que apresentam $CL_{50} < 500$ mg/L; e ativos aqueles que apresentam $CL_{50} < 100$ mg/L (CHENG et al., 2003). Considerando esse enfoque, nenhuma das seis espécies nativas do Cerrado, investigadas no presente trabalho, apresentou atividade larvicida promissora.

Em estudo realizado por Rodrigues et al (2006), através do qual avaliou-se as atividades larvicidas de 190 extratos hexânico e etanólico de 27 espécies originárias do Cerrado, obtendo apenas 14 extratos de 7 espécies com taxa de mortalidade superior a

65%, dentre essas, a *X. aromática*, que apresentou CL50 de 384,37 mg/L, também não foi observada atividade larvicida para o extrato hexânico de folhas das espécie *X. emarginata* e *M. pubescens*. Diferentemente dos resultados obtidos em experimento que avaliou a atividade larvicida de três frações de extrato etanólico oriundo de cascas do caule de *M. pubescens*, e que observou CL50 variando entre 3,1 e 67,1 mg/L (ARRUDA; OLIVEIRA; SILVA, 2003).

Essa variação observada nos resultados obtidos por esses autores, bem como os obtidos no presente estudo, pode ser justificada pelo fato de que atividade larvicida dos extratos vegetais brutos é frequentemente atribuída à complexa mistura de compostos ativos, a qual pode variar, significativamente, dependendo da espécie vegetal, tecido vegetal, idade da planta, quimiotipos, condições geográficas e espécies de mosquito, além do tipo de solvente e método de extração empregado (OLIVEIRA et al., 2010; BALASUBRAMANIAN; SUBRAMANIAN; KALIYAN, 2015; WANG et al., 2016).

Com o esforço empreendido nos últimos anos, foi possível identificar diversos extratos e compostos considerados ativos (CL50 < 100 mg/L) e fortes candidatos para serem utilizados nos programas de manejo integrado de pragas (DE CARVALHO et al., 2019; PINEDA-CORTELL et al., 2019; RODRIGUES et al., 2019; SCALVENZI et al., 2019; SILVA et al., 2020). Todavia, em estudo realizado por Falkowski et al (2020), 452 extratos obtidos de 85 espécies originárias de 36 famílias botânicas foram testados contra cepas suscetíveis e naturais (resistentes a todos os inseticidas) de *A. aegypti*, porém, apenas 22 extratos de 15 famílias botânicas foram considerados ativos (CL50 < 100 mg/L com 48 horas de exposição) contra as cepas suscetíveis e apenas 11 extratos de 8 famílias botânicas foram considerados ativos contra cepas naturais; Garcez et al. (2009) observaram atividade larvicida em apenas 6 dentre as 30 espécies nativas do Pantanal e Cerrado do Mato Grosso do Sul, Brasil, testadas em seu estudo, mesmo considerando valores de CL50 menos restritivos - O resultado mais promissor foi 213,70 mg/L; Porto et al (2017) avaliou 50 espécies botânicas em estudo de triagem, sendo que apenas 11 apresentaram taxa de mortalidade superior a 50% a 500 mg/L ; e dos 36 extratos brutos avaliados por Sarmiento et al (2016), apenas aquele preparado a partir de sementes de *G. kunthiana* se mostrou ativo contra larvas de *A. aegypti* (LC50 = 169,93 mg/L). Nenhuma morte larval ocorreu com nenhum dos demais extratos, nem mesmo os preparados a partir da casca e polpa do fruto de *G. kunthiana*, que apresentou valores de CL50 superiores a 1000 mg/L.

Os resultados observados nos estudos anteriores, em termos de extratos considerados promissores, se assemelham estatisticamente aos obtidos no presente estudo, demonstrando o desafio dos estudos de prospecção; a importância dos estudos de triagem para otimizar a seleção de espécies consideradas bons candidatos a agentes larvicidas; e a importância da classificação dos extratos e dos compostos quanto à sua atividade larvicida.

4 CONCLUSÃO

Não foi observada atividade larvicida promissora em nenhum dos extratos avaliados no presente estudo. No entanto, esses resultados não descartam, definitivamente, os gêneros e espécies estudadas de apresentarem este tipo de atividade, uma vez que foram testados apenas extratos hidroalcoólicos oriundos de uma única parte de cada planta. Assim, atividade larvicida dessas espécies pode ser melhor elucidada, baseando-se no uso de diferentes partes das plantas, associadas à extração com vários solventes.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A METHOD OF COMPUTING THE EFFECTIVENESS OF AN INSECTICIDE. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265–267, 1925.

AGUIAR, M.M.R.; SANTOS, K.T.; ROYO, V.A.; MENEZES, E.V.; FONSECA, F.S.A.; SIMÕES, M.O.M.; OLIVEIRA, D.A.; JÚNIOR, A.F.M. Antioxidant activity, total flavonoids and volatile constituents of *Magonia Pubescens* A.St.-Hil. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 32, p. 1089–1097, 2015.

ALI, S. I.; GOPALAKRISHNAN, B.; VENKATESALU, V. Chicory (*Cichorium intybus*) and wormwood (*Artemisia absinthium*) extracts exhibit strong larvicidal activity against mosquito vectors of malaria, dengue fever, and filariasis. **Parasitology International**, v. 67, n. 6, p. 781–786, 2018.

ALVARENGA, F.Q.; MOTA, B.C.F.; LEITE, M.N.; FONSECA, J.M.S.; OLIVEIRA, D.A.; ROYO, V.A.; SILVA, M.L.A.; ESPERANDIM, V.; BORGES, A.; LAURENTIZ, R.S. In vivo analgesic activity, toxicity and phytochemical screening of the hydroalcoholic extract from the leaves of *Psidium cattleianum* Sabine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 150, n. 1, p. 280–284, 2013.

AMER, A.; MEHLHORN, H. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). **Parasitology Research**, v. 99, n. 4, p. 466–472, 2006.

ANJOLLETE, A. F. F.; MARCORIS, M. DE L. DA G. Técnicas para Manutenção de *Aedes aegypti* em Laboratório. **Informe técnico**, v. 13, n. 156, p. 19–29, 2016.

ARRUDA, W.; OLIVEIRA, G. M. C.; SILVA, I. G. DA. Toxicidade do extrato etanólico de *Magonia pubescens* sobre larvas de *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 1, p. 17–25, 2003.

BALASUBRAMANIAN, J.; SUBRAMANIAN, S.; KALIYAN, V. Effect of *Chloroxylon swietenia* Dc bark extracts against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, and *Anopheles stephensi* larvae. **Parasitology Research**, v. 114, n. 11, p. 4219–4223, 2015.

BHATT, S.; GETHING, P.W.; BRADY, O.J.; MESSINA, J. P.; FARLOW, A.W.; MOYES, CATHERINE L.; DRAKE, J.M.; BROWNSTEIN, J.S.; HOEN, A.G.; SANKOH, O.; MYERS, M.F.; GEORGE, D.G.; JAENISCH, T.; WINT, G.R.W.; SIMMONS, C.P.; SCOTT, T.W.; FARRAR, J.J.; HAY, S.I. The global distribution and burden of dengue. **HHS Public Access**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 3 maio 2013.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279–293, 2007.

BRASIL. Dengue, instruções para Pessoal de Combate ao Vetor. **Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde - Ascom/Pre/FUNASA**, p. 11–13, 2001.

BRASIL, S. V. S. **Boletim Epidemiológico. Influenza: Monitoramento até a Semana**

Epidemiológica 49 de 2019 Boletim Epidemiológico - Ministério da Saúde. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-respiratoria/influenza/doc/if16_influ17mar.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2021.

BROGDON, W. G.; MCALLISTER, J. C. Insecticide resistance and vector control. **Journal of Agromedicine**, v. 9, n. 2, p. 327–345, 2005.

BROWN, J.E.; EVANS, B.R.; ZHENG, W.; OBAS, V.; MARTINEZ, L.B.; EGIZI, A.; ZHAO, H.; CACCONE, A.; POWELL, J.R. Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. **Evolution**, v. 68, n. 2, p. 514–252, 2015.

CAO-LORMEAU, V. M. RE: Zika virus, French Polynesia, South Pacific, 2013. **Emerging Infectious Diseases**, v. 20, n. 11, p. 1960, 2014.

CHENG, S.S.; CHANG, H.T.; CHANG, S.T.; TSAI, K.H.; CHEN, W.J. Bioactivity of selected plant essential oils against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. **Bioresource Technology**, v. 89, n. 1, p. 99–102, 2003.

DE CARVALHO, G.H.F.; DE ANDRADE, M.A.; DE ARAÚJO, C.N.; SANTOS, M.L.; DE CASTRO, N.A.; CHARNEAU, S.; MONNERAT, R.; DE SANTANA, J.M.; BASTOS, I.M.D. Larvicidal and pupicidal activities of eco-friendly phenolic lipid products from *Anacardium occidentale* nutshell against arbovirus vectors. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 6, p. 5514–5523, 2019.

DOHUTIA, C.; BHATTACHARYYA, D. R.; SHARMA, S. K.; MOHAPATRA, P. K.; BHATTACHARJEE, K.; GOGOI, K.; GOGOI, P.; MAHANTA, J.; PRAKASH, A. Larvicidal activity of few select indigenous plants of north east india against disease vector mosquitoes (Diptera: culicidae). **Tropical Biomedicine**, v. 32, n. 1, p. 17–23, 2015.

FALKOWSKI, M.; JAHN-OYAC, A.; ODONNE, G.; FLORA, C.; ESTEVEZ, Y.; TOURÉ, S.; BOULOGNE, I.; ROBINSON, J.C.; BÉREAU, D.; PETIT, P.; AZAM, D.; COKE, M.; ISSALY, J.; GABORIT, P.; STIEN, D.; EPARVIER, V.; DUSFOUR, I.; HOUËL, E. Towards the optimization of botanical insecticides research: *Aedes aegypti* larvicidal natural products in French Guiana. **Acta Tropica**, v. 201, n. September 2019, p. 105179, 2020.

FERNANDES, D.A.; BARROS, RENATA P.C.; TELES, Y.C.F.; OLIVEIRA, L.H.G.; LIMA, J.B.; SCOTTI, M.T.; NUNES, F.C.; CONCEIÇÃO, A.S.; SOUZA, M.F.V. Larvicidal Compounds Extracted from *Helicteres velutina* K. Schum (Sterculiaceae) Evaluated against *Aedes aegypti* L. **Molecules**, v. 24, n. 12, p. 2315, 2019.

FONTANA, J.D.; FERREIRA, R.L.; ZUCCOLOTTO, T; DE BORBA DALLAGASSA, C; WIELEWSKI, L.P.; CHALCOSKI, B.M.S.; DA SILVA, M.A.N.; RICHARDI, V.S.; GOLART, J.; DE MELO RODOVALHO, C. Accelerating the Morphogenetic Cycle of the Viral Vector *Aedes aegypti* Larvae for Faster Larvicidal Bioassays. **BioMed Research International**, v. 2020, 2020.

GARCEZ, W.S.; GARCEZ, F.R.; DA SILVA, L.M.G.E.; HAMERSKI, L. Larvicidal activity against *Aedes aegypti* of some plants native to the West-Central region of Brazil. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 24, p. 6647–6650, 2009.

HARI, I.; MATHEW, N. Larvicidal activity of selected plant extracts and their combination against the mosquito vectors *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 9, p. 9176–9185, 2018.

INTIRACH, J.; JUNKUM, A.; LUMJUAN, N.; CHAITHONG, U.; JITPAKDI, A.; RIYONG, D.; WANNASAN, A.; CHAMPAKAEW, D.; MUANGMOON, R.; CHANSANG, A.; PITASAWAT, B. Antimosquito property of *Petroselinum crispum* (Umbelliferae) against the pyrethroid resistant and susceptible strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 23, p. 23994–24008, 2016.

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 Tropica**, v. 146, p. 36–41, 2015.

LIU, B.; JIAO, Z.; MA, J.; GAO, X.; XIAO, J.; HAYAT, M.A.; WANG, H. Modelling the potential distribution of arbovirus vector *Aedes aegypti* under current and future climate scenarios in Taiwan, China. **Pest Management Science**, v. 75, n. 11, p. 3076–3083, 2019.

LIU, X.C.; LAI, D.; LIU, Q. Z.; ZHOU, L.; LIU, Q.; LIU, Z.L. Bioactivities of a new pyrrolidine alkaloid from the root barks of *Orixa japonica*. **Molecules**, v. 21, n. 12, p. 1–8, 2016.

MAIA, M. F.; MOORE, S. J. Plant-based insect repellents : a review of their efficacy , development and testing PMD from *Lemon eucalyptus* (*Corymbia citriodora*) extract. **Malaria Journal**, v. 10, n. Suppl 1, p. 1–15, 2011.

MALECK, M.; HOLLANDA, P.O.; SERDEIRO, M.T.; SOARES, R.O.A.; HONÓRIO, N.A.; SILVA, C.G. Toxicity and Larvicidal Activity of Podophyllum-Based Lignans Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 1, p. 159–166, 2017.

MARQUES, A.M.; VELOZO, L.S.; CARVALHO, M.A.; SERDEIRO, M.T.; HONÓRIO, N.A.; KAPLAN, M.A.C.; MALECK, M. Larvicidal activity of *Ottonia anisum* metabolites against *Aedes aegypti*: A potential natural alternative source for mosquito vector control in Brazil. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 54, n. 1, p. 61–68, 2017.

MC, R.; SAJITH, U.; CC, H. Plant diversity for mosquito control : A preliminary study. **International Journal of Mosquito Research**, v. 2, n. 1, p. 29–33, 2015.

MOTA, B.C.F.; ROYO, V.A.; FONSECA, J.M.S.; DOS SANTOS, A.C.; JUNIOR, A.F.M.; MENEZE, E.V.; VIVIANE, R.E.; LAURENTIZ, R.S. Comparative studies between the chemical constituents and biological properties of the extracts from the

leaves and barks of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 6, p. 159–168, 2015.

MUSSO, D.; GUBLER, D. J. Zika Virus Fact Sheet. **WPRO Fact Sheets**, v. 29, n. 3, p. 1–3, 2016.

NUNES, F.C.; LEITE, J.A.; OLIVEIRA, L.H.G.; SOUSA, P.A.P.S.; MENEZES, M. C. MORAES, J.P.S.; MASCARENHAS, S.R.; BRAGA, V.A. The larvicidal activity of *Agave sisalana* against L4 larvae of *Aedes aegypti* is mediated by internal necrosis and inhibition of nitric oxide production. **Parasitology Research**, v. 114, n. 2, p. 543–549, 2015.

OLIVEIRA, P.V.; FERREIRA, J.C.; MOURA, F.S.; LIMA, G.S.; DE OLIVEIRA, F.M.; OLIVEIRA, P.ES.; CONSERVA, L.M.; GIULIETTI, A.M.; LEMOS, R.P.L. Larvicidal activity of 94 extracts from ten plant species of northeastern of Brazil against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research**, v. 107, n. 2, p. 403–407, 2010.

PINEDA-CORTEL, M.B.; CABANTOG, R.J.R.; CAASI, P.M.; CHING, C.AD; PEREZ, J.B.S.; GODISAN, P.G.M.; LATORRE, C.M.G. LUCERO, D.R.; SALONGA, R.B. Larvicidal and ovicidal activities of *Artocarpus blancoi* extracts against *Aedes aegypti*. **Pharmaceutical Biology**, v. 57, n. 1, p. 120–124, 2019.

PORTO, K.R.A.; MOTTI, P.R.; YANO, M.; ROEL, A.R.; CARDOSO, C.A.L.; MATIAS, R. Screening of plant extracts and fractions on *Aedes aegypti* (linnaeus, 1762) (culicidae) larvae found in the state of Mato Grosso do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v. 89, n. 2, p. 895–906, 2017.

POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*-a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, n. August, p. 11–17, 2013.

PUTHUR, S; ANOOPKUMAR, A. N.; REBELLO, S.; ANEESH, E.M. *Hypericum japonicum*: a Double-Headed Sword to Combat Vector Control and Cancer. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 186, n. 1, 2018.

RODRIGUES, A.M.; SAMPAIO, C.G.; DE SOUZA, J.S.N.; CAMPOS, A.R.; DA SILVA, A.B.R.; DE MORAIS, S.M.; MARTINS, V.E.P. Different susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae to plant-derived products. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, n. May 2018, p. 0–2, 2019.

ROSE, R. I. Pesticides and Public Health: Integrated Methods of Mosquito Management. **Emerging Infectious Diseases**, v. 7, n. 1, p. 17–23, 2001.

SARMENTO, U.C.; MIGUITA, C.H.; DE OLIVEIRA, L.H.A.; GABAN, C.R.G.; DA SILVA, L.M.G.E.; DE SOUZA, A.S.; GARCEZ, W.S.; GARCEZ, F.R. Larvicidal efficacies of plants from Midwestern Brazil: Melianodiol from *Guarea kunthiana* as a potential biopesticide against *Aedes aegypti*. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 7, p. 469–474, 2016.

SCALVENZI, L.; RADICE, M.; TOMA, L.; SEVERINI, F.; BOCCOLINI, D.; BELLA, A.; GUERRINI, A.; TACCHINI, M.; SACCHETTI, G.; CHIURATO, M.; ROMI, R.; LUCA, M.D. Larvicidal activity of *Ocimum campechianum*, *Ocotea quixos* and *Piper aduncum* essential oils against *Aedes aegypti*. **Parasite**, v. 26, 2019.

SILVA, R.L.; DEMARQUE, D.P.; DUSI, R.G.; SOUSA, J.P.B.; ALBERNAZ, L.C.; ESPINDOLA, L.S. Residual Larvicidal Activity of Quinones against *Aedes aegypti*. **Molecules**, v. 25, n. 17, 2020.

SOGAN, N.; KAPOOR, N.; SINGH, H.; KALA, S.; NAYAK, A.; NAGPAL, B. Larvicidal activity of *Ricinus communis* extract against mosquitoes. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 55, n. 4, p. 282–290, 2018.

TEICH, V.; ARINELLI, R.; FAHHAM, L. *Aedes aegypti* e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 9, n. 3, p. 267–276, 2017.

VIANA, G. D. A.; SAMPAIO, C. D. G.; MARTINS, V. E. P. Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 449, 2018.

WANG, Z.Q.; PERUMALSAMY, H.; WANG, M.; SHU, S.; AHN, Y.J. Larvicidal activity of *Magnolia denudata* seed hydrodistillate constituents and related compounds and liquid formulations towards two susceptible and two wild mosquito species. **Pest Management Science**, v. 72, n. 5, p. 897–906, 2016.

WHO. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. **World Health Organization**, p. 1–41, 2005.

WHO. Dengue Bulletin. **WHO South-East Asia**, v. 41, n. December, p. 202, 2020.