POTENCIAL LARVICIDA DO EXTRATO AQUOSO DA RAIZ DE *ERUCA SATIVA* (BRASSICACEA) SOBRE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

¹Rafaela Brito Ribeiro Santos; ²Débora Cardoso da Silva; ²Simone Andrade Gualberto ³Mateus Sousa Porto; ¹Yane Neves Valadares;

¹Graduanda em Ciências Biológicas - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga, Brasil.

²Profa. Dra. Laboratório e Pesquisa de Inseticidas Naturais/ Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais - Departamento de Ciências Exatas e Naturas - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga, Brasil.

³Graduando em Química com Atribuições Tecnológicas - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga, Brasil.
dcardoso_rj@hotmail.com

Recebido em: 15/08/2021 – Aprovado em: 15/09/2021 – Publicado em: 30/09/2021

DOI: 10.18677/EnciBio_2021C39

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

RESUMO

O *Aedes aegypti* é o principal vetor dos vírus da Dengue, Zika e Chikungunya. Uma alternativa para auxiliar no controle deste vetor é o uso de inseticidas botânicos. Objetivou-se neste estudo avaliar a toxicidade dos extratos aquosos das raízes frescas e secas de *Eruca sativa*, sobre larvas de *A. aegypti*, e identificar seus principais constituintes químicos. Na extração utilizou-se os métodos de infusão, decocção e maceração; sendo extrato aquoso bruto (EB) e extrato aquoso diluído (ED) na proporção 1:1. Nos extratos com raízes frescas, com até 2h de exposição, no tratamento Infusão (EB), houve 99,33% de mortalidade, na Infusão (ED) 7,99% e nos demais tratamentos não houve mortalidade. Com 4h de exposição, nos extratos Infusão (EB e ED) houve 100% de mortalidade, e no tratamento Decocção (EB) com 48h de exposição, houve 41,33%. Nos extratos de raízes secas, com 24h de exposição, houve mortalidade de 71,99% e 71,33% na Decocção (EB e ED), respectivamente. Com 48h, na Decocção (EB) houve 74,66% de letalidade, a Decocção(ED) 71,33%, a Infusão (ED) 48,66% e a Infusão (EB), 31,99%. Na análise química foi observado carboidratos redutores nos tratamentos raiz fresca infusão, raiz seca infusão e raiz seca decocção, e saponinas em todos os extratos. Concluiu-se que os extratos aquosos das raízes frescas e secas de *Eruca sativa* são tóxicos para larvas do *Aedes aegypti* e que as saponinas estão envolvidas neste processo

PALAVRA-CHAVE: Arboviroses, Inseticidas botânicos, Parasitologia

LARVICIDE POTENTIAL OF THE AQUEOUS EXTRACT FROM THE ROOT OF *ERUCA SATIVA* (BRASSICACEA) ON *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

ABSTRACT

Aedes aegypti is the main vector of Dengue, Zika and Chikungunya viruses. An alternative to help control this vector is the use of botanical insecticides. The objective of this study was to evaluate the toxicity of aqueous extract of fresh and dried roots of *Eruca sativa* on *A. aegypti* larvae, and to identify its main chemical constituents. In the extraction, the methods of infusion, decoction and maceration were used; being crude aqueous extract (EB) and diluted aqueous extract (ED) in the proportion 1:1. In extracts with fresh roots, with up to 2h of exposure, in the Infusion treatment (EB), there was 99.33% mortality, in the Infusion (ED) 7.99% and in the other treatments there was no mortality. With 4h of exposure, in the Infusion extracts (EB and ED) there was 100% mortality, and in the Decoction treatment (EB) with 48h of exposure, there was 41.33%. In the extracts of dry roots, with 24h of exposure, there was a mortality of 71.99% and 71.33% in the Decoction (EB and ED), respectively. After 48h, in the Decoction (EB) there was 74.66% of lethality, the Decoction (ED) 71.33%, the Infusion (ED) 48.66% and the Infusion (EB) 31.99%. In the chemical analysis was observed for reducing carbohydrates in the treatments fresh root infusion, dry root infusion and dry root decoction, and saponins in all extracts. It was concluded that the aqueous extracts of fresh and dried roots of *Eruca sativa* are toxic to *Aedes aegypti* larvae and that saponins are involved in this process.

KEYWORDS: Arboviruses, Botanical Insecticides, Parasitology.

INTRODUÇÃO

O *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) é um mosquito originário da África, onde existem populações selvagens e domésticas. Originalmente descrita no Egito, a espécie tem acompanhado o homem em sua perdurável migração e sua distribuição é mundial. No Brasil é encontrado em todo o território nacional, sendo conhecido como o principal vetor dos vírus da Febre Amarela, Dengue, Chikungunya e Zika; podendo ocasionar enfermidades em áreas urbanas e levar a óbito (BRAGA; VALLE, 2007; CRUZ *et al.*, 2017; RAGONHA; NOWAK, 2018).

As doenças citadas possuem uma grande importância na saúde pública, principalmente nos últimos anos. Mesmo durante a crise sanitária de Covid, a dengue ainda é a arbovirose que possui maior número de mortes registradas no anos de 2019 e 2020 segundo o ministério da Saúde (BRASIL, 2020a, 2020b, 2020c) registrando 800 mortes em 2019 e em setembro de 2020 465 óbitos em todo o País (DOCILE *et al.*, 2020).

Até o momento, apenas a Febre Amarela e a dengue possuem vacina, porém estas medidas de controle ainda são restritas e a forma para minimizar a proliferação das demais doenças é o impedimento da proliferação do vetor. Para tal, existem basicamente três tipos de controle: mecânico, químico e biológico (SOUZA, 2018). A mecânica consiste na adoção de práticas através dos agentes comunitários, que eliminem criadouros e reduzam o contato do vetor com o homem. O controle biológico consiste na utilização de outros organismos para diminuir a população de larvas e adultos, bem como impedir a sua reprodução. No controle químico utilizam-se inseticidas e repelentes, que podem ser moléculas sintéticas ou naturais (ZARA *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2016).

O uso de moléculas sintéticas é a forma mais utilizada para a eliminação dos

insetos. Desde 1967 estes insetos têm sido expostos a diversas substâncias inseticidas, como os organofosforados (OP). A partir de 1990, com o surgimento dos primeiros casos de resistência ao temefós, o Ministério da Saúde, através da Rede Nacional de Monitoramento da Resistência do *Aedes aegypti* a Inseticidas, vem monitorando os principais inseticidas empregados (MACORIS *et al.*, 1999; VALLE *et al.*, 2019).

Com o objetivo de minimizar a poluição ambiental e a resistência de insetos aos inseticidas sintéticos, alternativas para o controle desses vetores vêm sendo estudadas dentre estes, o uso de compostos produzidos naturalmente pelas plantas tem sido investigado com frequência. Essas substâncias podem interferir no metabolismo dos insetos, causando efeitos variáveis, como a repelência evitando a herbivoria, e a morte de predadores (FREITAS *et al.*, 2019; ANDRADE *et al.*, 2021; SANTOS *et al.* 2020).

Os inseticidas botânicos podem ser mais uma alternativa no combate a estes vetores, em virtude de existir uma vasta flora, nativa e exótica, no Brasil que ainda não foi estudada, sendo as mesmas, fontes importantes de substâncias bioativas com estruturas moleculares distintas e com diversas atividades biológicas. Portanto, existe um arsenal de compostos que podem repelir naturalmente os insetos, com maior biodegradabilidade e com menor potencial de provocar resistência nos vetores alvo (VIANA *et al.*, 2018).

A família Brassicaceae destaca-se no âmbito econômico por possuir espécies como: couve-flor, brócolis, canola, repolho, couve e rúcula, que apresentam um alto teor nutricional e baixo custo, o que as tornam populares. Apresentam na sua composição química compostos fenólicos, glucosinolatos que dão sabor característico e protegem as plantas contra insetos (HONG *et al.*, 2008; SHANKAR *et al.*, 2019).

A *Eruca sativa* também chamada de rúcula ou mostarda persa, é de origem mediterrânea e foi introduzida no Brasil por imigrantes italianos nas regiões sul e sudeste e é consumida em todas as regiões (GRANGEIRO *et al.*, 2011), sendo bem adaptada ao clima do semiárido com um ótimo desenvolvimento (JAAFAR; JAAFAR, 2019). Conhecida como espécie terapêutica desde o Século I, era utilizada como anti-helmíntica. Atualmente, seu valor farmacológico é comprovado, possuindo propriedades antimicrobianas contra bactérias e fungos (JAAFAR; JAAFAR, 2019; RANI *et al.*, 2010), atividade antioxidante, propriedades antigenotóxicas, atividade antidiabética (SASTRY, 2003) e com efeitos inseticidas como anti-piolhos (MARWAT *et al.*, 2016; MATEV *et al.*, 2021). Segundo Khater e Shalaby (2008) foi demonstrado atividade larvicida em *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a atividade inseticida do extrato aquoso das raízes frescas e secas de *Eruca sativa* sobre larvas de *Aedes aegypti*, bem como identificar qualitativamente os constituintes químicos presentes nos extratos com bioatividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material Botânico

Foram coletados 160 pés de *Eruca sativa*, com 60 dias de idade, em uma horta comunitária da região de Itapetinga-BA, coordenadas geográficas - 15°14'20.9"S, -40°14'40.3"W. As mesmas foram cultivadas a partir de Sementes de Rúcula de Folhas Largas da marca HORTICERES® Linha Platina. Após a coleta as plantas foram encaminhadas para o Laboratório de Pesquisa de Inseticidas Naturais (LAPIN), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Preparação dos extratos

Para obtenção do extrato aquoso da raiz fresca, a planta foi lavada e feita a separação da raiz. Posteriormente, foram separadas três amostras de 100 g da raiz cortada com aproximadamente um cm, para a realização das extrações por infusão, decocção e maceração, usando um litro de água deionizada. Para a realização da infusão, a raiz foi colocada em um funil de separação e, posteriormente, adicionada a água deionizada, na temperatura de 100°C, deixando-se em repouso por 30 minutos. No processo de decocção, a raiz foi colocada em uma panela com água deionizada a temperatura de 100°C sobre uma placa aquecedora, mantendo-se em aquecimento por 30 minutos e, posteriormente, todo o conteúdo foi colocado em funil de separação. Para o processo de maceração/trituração a raiz foi triturada em um liquidificador industrial e armazenada em um funil de separação, onde foi adicionada a água deionizada em temperatura ambiente e deixado em repouso por 30 minutos. Todos os tratamentos foram resfriados em temperatura ambiente, por um período de 12 horas, quando foram realizados os bioensaios.

Para a preparação dos extratos aquosos da raiz seca, as raízes frescas foram espalhadas em bandejas em uma estufa de circulação de ar, e mantidas a temperatura de 50°C por 24h. Para cada tratamento (decocção, infusão e maceração) foi usada 50 g de raiz seca e realizada a mesma metodologia utilizada para a extração da raiz fresca, descrita no parágrafo anterior.

Após as extrações foram obtidos os seguintes extratos das raízes frescas e raízes Secas da *Eruca sativa*: Extrato Bruto Infusão (EBI), Extrato Bruto Decocção (EBD) e Extrato Bruto Maceração (EBM). Posteriormente, cada extrato bruto obtido foi diluído em igual parte de água deionizada, de forma a obter uma solução na proporção 1:1, que foram chamadas de Extrato Diluído Infusão (EDI), Extrato Diluído Decocção (EDD) e Extrato Diluído Maceração (EDM).

Dos extratos obtidos, foram separados a metade (cerca de 500mL) com 12 horas após a extração para a realização dos bioensaios. E a outra metade, para posterior análise química, foi armazenada em frascos âmbar e acondicionada por 60 dias em freezer a -5°C. Após este período os extratos foram descongelados em condições de laboratório, temperatura média de 24°C.

Ensaios biológicos

Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada com temperatura média de 27,7°C e Umidade Relativa do Ar média de 75%. As larvas de terceiro e quarto instar de *Aedes aegypti* foram oriundas de colônia estabelecida no Laboratório de Pesquisa de Inseticidas Naturais, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, a partir de ovos da linhagem *Rockefeller*, cedidos pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), do Rio de Janeiro.

Foram utilizadas 30 larvas por repetição, 5 repetições por tratamento. Foram acondicionados 30 mL dos diferentes extratos em recipientes de vidro, com capacidade para 60 mL. As larvas foram colocadas em contato com esses extratos por um período de 48 horas. Foram utilizados extratos brutos e diluídos (1:1) da raiz seca e raiz fresca da *Eruca sativa* obtidos por infusão, decocção e maceração, totalizando 13 tratamentos, incluindo o grupo controle que consistiu de água deionizada. As observações foram realizadas nos períodos de 2h, 4h, 6h, 8h, 10h, 24h e 48h de exposição das larvas aos diferentes extratos.

Prospecção fitoquímica do extrato aquoso de *Eruca sativa*

Para avaliar a presença de catequinas, gomas, mucilagens, taninos pirocatéquicos, taninos pirogálicos, heterosídeos antociânicos e saponinas, foi utilizada a metodologia de Castro *et al.* (2018). Para a análise de carboidratos redutores foi realizado o Teste do iodo, Teste de Benedict e Teste de *Seliwanoff*, segundo a metodologia de Pereira (2010). Estas análises foram realizadas com os extratos Brutos das raízes secas e frescas (Decocção e Infusão).

Análise estatística

O Delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para a avaliação da mortalidade larval utilizou-se o teste ANOVA e foi aplicado o pós-teste Tukey (P 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao ser avaliada a atividade larvicida dos extratos aquosos das Raízes Fresca observou-se que em até duas horas de exposição, no tratamento Infusão (EB), houve 99,33% de mortalidade, no tratamento Infusão (ED) houve 7,99% e nos demais tratamentos não houve mortalidade. Com quatro horas de observação, nos extratos Infusão (EB) e Infusão (ED) houve 100% de mortalidade. No tratamento decocção (EB) com oito horas, 24h e 48h de exposição, houve mortalidade de 2,66%, 6,66%, 37,99% e 41,33%, respectivamente. Com 48h de exposição observou-se menos de 1% de mortalidade larval no tratamento Decocção (ED). Com relação aos demais tratamentos, Maceração (EB), Maceração (ED) e controle, não houve mortalidade (Tabela 1).

TABELA 1: Percentual de mortalidade de larvas do *Aedes aegypti*, em relação ao tempo de exposição às diferentes concentrações dos extratos aquosos das Raízes Fresca de *Eruca sativa*, sendo EB (Extrato Bruto) e ED (Extrato Diluído).

Concentrações Raízes Frescas	Mortalidade (%) ¹						
	2h	4h	6h	8h	10h	24h	48h
Infusão EB	99,33 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a
Infusão ED	7,99 ^b	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a
Decocção EB	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b	2,66 ^b	6,66 ^b	37,99 ^b	41,33 ^b
Decocção ED	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,66 ^c	0,66 ^c	0,66 ^c
Maceração EB	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c
Maceração ED	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c
Controle	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Nas primeiras 10 horas de exposição das larvas de *A.aegypti* aos extratos aquosos das Raízes Secas, não foi observada mortalidade. A partir das 24 horas de exposição, foi observado que nos tratamentos Decocção (EB) e Decocção

(ED), houve mortalidade 71,99% e 71,33% respectivamente, não havendo diferença significativa. Com 48 horas de exposição observou-se que o tratamento Decocção (EB) alcançou 74,66% de letalidade e no tratamento Decocção (ED) 71,33%, não havendo diferença significativa entre estas, o tratamento Infusão (ED) alcançou 48,55% de mortalidade, seguido de Infusão (EB), 31,99%. Nos demais tratamentos não houve mortalidade superior a 6%. No controle não houve mortalidade (Tabela 2).

TABELA 2: Percentual de mortalidade de larvas de terceiro e quarto ínstar do *Aedes aegypti*, em relação ao tempo de exposição às diferentes concentrações dos extratos aquosos das Raízes Secas de *Eruca sativa*, sendo EB (Extrato Bruto) e ED (Extrato Diluído).

Concentrações Raízes Secas	Mortalidade (%) ¹						
	2h	4h	6h	8h	10h	24h	48h
Infusão EB	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	25,99 ^{bc}	31,99 ^{bc}
Infusão ED	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	39,99 ^b	48,66 ^{ab}
Decocção EB	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	71,99 ^a	74,66 ^a
Decocção ED	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	71,33 ^a	71,33 ^a
Maceração EB	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	2,00 ^c	5,33 ^c
Maceração ED	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	1,99 ^c
Controle	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

São escassos os trabalhos com raiz da espécie *Eruca sativa*, objeto deste estudo. No entanto existem trabalhos com outras partes da planta, Khater e Shalaby (2008) constataram a eficácia inseticida, quando utilizaram o extrato da folha desta planta em larvas *Culex pipiens*, (Diptera: Culicidae) e também relataram alterações morfológicas entre larvas e pupas nas maiores concentrações. Trabalhos de outras espécies da Família Brassicaceae demonstraram também o potencial inseticida. Rodrigues *et al.* (2019) utilizaram extratos etanólicos obtidos da colza (*Brassica napus* L.) apresentando 75% de mortalidade em larvas de *Aedes albopictus*. Castro Júnior (2008) também relatou atividade larvicida e redução da emergência de adultos em *Aedes aegypti* quando foram utilizados extratos das espécies *Barbarea vulgaris*, *Brassica nigra*, *Descurainia sophia*, *Raphanus sativus*, *Thlaspi arvense*.

Diante da análise química não foram identificados: Heterósídeos antocianícos, gomas, mucilagens, taninos, catequinas, taninos, taninos pirogálicos. Foram identificados apenas saponinas em todos os tratamentos e nos testes de caracterização de carboidratos foram identificados monossacarídeos, nos tratamentos de raiz fresca infusão, raiz seca infusão e decocção.

As saponinas identificadas nos testes de caracterização *in vitro*, geralmente, estão ligadas a açúcares e, portanto, encontram-se na forma de glicosídeos. As hidrólises das ligações glicosídicas desses compostos geram as agliconas das saponinas que, por sua vez, agem por mecanismos diferentes. Para verificar se as diferentes formas de obtenção dos extratos (infusão, decocção e maceração) influencia no teor de glicosídeos e agliconas de saponinas presentes no meio, foi

realizado o teste de Benedict com amostras desses extratos, com o objetivo de identificar os monossacarídeos liberados no meio, provocado pelas reações de hidrólise das ligações glicosídicas. O teste de Benedict tem como base as reações de oxiredução que ocorrem entre os íons cúpricos presentes na solução e os monossacarídeos redutores presentes no meio, originando íons cuprosos que, por sua vez, reagem com o oxigênio do ar produzindo um precipitado vermelho tijolo, usado para confirmar a presença destes compostos nas amostras analisadas.

Como pode ser visto na Figura 1, os tubos de ensaio descritos como DRS (decocção raiz seca) e IRS (infusão raiz seca) possuem uma coloração esverdeada, devido à presença do precipitado vermelho formado, em comparação com o tubo controle (C). Isso pode ser explicado em função da presença de moléculas de açúcares redutores, que surgem da hidrólise da ligação glicosídica da molécula de açúcar com a saponina, provocada pela temperatura elevada empregada na preparação dos extratos (PEREIRA, 2010).

A infusão preparada com a raiz fresca, denominada IRF, demonstrou uma coloração verde quase imperceptível, indicando a baixa formação de precipitado de óxido de cobre e a decocção raiz fresca (DRF) mostrou coloração idêntica ao controle, indicando que o processo de secagem do material vegetal também influencia na quantidade de açúcares livres presentes no meio. Demonstrando que a mesma possui mais moléculas com ligações glicosídicas e consequentemente mais eficientes para a mortalidade das larvas (ANDRADE, 2021).

FIGURA 1: Testes de identificação de monossacarídeos nos extratos

Fonte: Autores (2021)

Com relação ao mecanismo de ação das saponinas, estas substâncias possivelmente exerçam um papel importante interagindo com as brânquias lobuladas das larvas (que possuem função de regulação osmótica). Martinez *et al.* (2015), ao realizarem experimento com extratos etanólicos de *Sapindus saponaria* (Sapindaceae) constatou efeito letal sobre as larvas de *Aedes aegypti*, e atribuiu a ação das saponinas na desestruturação do exoesqueleto causando desorganização das células e provocando desequilíbrio na absorção de água e captação de sais por transporte ativo provocando asfixia, impossibilitando a respiração e o movimento das mesmas na busca por alimentos, levando a morte. Resultados semelhantes também foram discutidos por Andrade *et al.* (2021) quando utilizaram extratos aquosos da espécie *Phyllanthus acuminatus* (Phyllanthaceae) sobre larvas de *A. aegypti*.

Importante destacar que a parte anatômica utilizada, no presente trabalho, foi a raiz, e que esta parte normalmente é descartada pela população, quando normalmente são utilizadas as folhas. Demonstrando que poderia ser utilizado como mais uma ferramenta para o combate do *Aedes aegypti* sem custos adicionais, diminuindo a poluição ambiental e consequentemente contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos.

CONCLUSÃO

Os extratos aquosos da raiz fresca e seca da *Eruca sativa* são tóxicos para as larvas do *Aedes aegypti*, sendo as saponinas os constituintes químicos responsáveis por tal atividade. Portanto, esta espécie é uma alternativa promissora para ser utilizada no controle integrado do vetor. No entanto outros estudos devem ser realizados, como a avaliação da toxicidade em mamíferos, a concentração ideal, as formas de utilização, além da elucidação das estruturas dos compostos bioativos, objetivando o desenvolvimento de novos produtos.

REFERÊNCIA

- ANDRADE, J. N.; COSTA, N. E. M. ; BRANDÃO, H. N.; LUCCHESI, A. M.; NETO, E. B. N. Avaliação de extratos de *Phyllanthus acuminatus* Vahl (Phyllanthaceae) na mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Culicidae). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 5278-5295, 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-357>. DOI: 10.34117/bjdv7n1-357>.
- BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279-293, 2007. Disponível em:< <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/18453>>.
- BRASIL^a. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, chikungunya e Zika), semanas epidemiológicas 01 a 52, 2019. **Boletim Epidemiológico 2**; volume 51. 2020. Disponível em:< <https://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>>.
- BRASIL^b. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, Chikungunya e Zika), semanas epidemiológicas 01 a 34, 2020. **Boletim Epidemiológico 36**, v. 51. 2020 Disponível em: <https://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>>.
- BRASIL^c. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Especial - **Doença pelo Coronavírus COVID-19**. Boletim Epidemiológico 33. 2020. Disponível em:<<https://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>>.
- CASTRO JÚNIOR, L. C. **Perspectivas de uso e potencial de plantas no controle de culicíneos de importância em saúde pública**. 2008. 138 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical e Saúde Pública) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008. Disponível em:<<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3570>>.
- CASTRO, D. L.D.; BRUNO, M. L.; ALENCAR, G. K. S.; RUAS, L. V.; SILVA, A. A. Prospecção fitoquímica das flores de *Unxia kubitzkii*. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**. v. 10, p. 135-142, 2018. Disponível

em:<<http://dx.doi.org/10.22407/1984-5693.2018.v10.p.135-142>>.
10.22407/1984-5693.2018.v10.p.135-142.

DOI:

CRUZ, R. C. D.; SILVA, S. L. C. E.; SOUZA, I. A.; GUALBERTO, S. A.; CARVALHO, K. S. Toxicological evaluation of essential oil from the leaves of *Croton argyrophyllus* (Euphorbiaceae) on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Mus musculus* (Rodentia: Muridae). **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 4, p. 985-993, 2017. Disponível em:<<https://academic.oup.com/jme/article-abstract/54/4/985/2962068?redirectedFrom=fulltext>>. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw239>.

DOCILE, T.; CHAIBLICH, J. V.; MIYASHIRO, G. Dengue e outras arboviroses: os desafios de enfrentamento durante a pandemia da COVID-19. **Spatium Scientiarum**, v. 1, 2020. Disponível em:<<https://revista.castelobranco.br/spatiumscientiarum/article/view/7>>.

FREITAS, M. Z. D.; ALBINO, A. M.; SOUZA, P. G.; PIRES, L. S. S.; CUNHA, A. E. F. L. Avaliação da atividade larvídica do extrato etanólico dos frutos de *Solanum crinitum* LAM. (Solanaceae) para o controle de imaturos de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Biota Amazônia**, v. 9, n. 3, p. 20-23, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v9n3p20-23>. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v9n3p20-23.

GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F.; NEGREIROS, M.; MARROCOS, S.; LUCENA, R.; OLIVEIRA, R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p.11-16, 2011. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119018527002>>. DOI:10.5039/agraria.v6i1a634.

HONG, C. P.; KWON, S. J.; KIM, J. S.; YANG, T. J.; PARK, B. S. et al. Progress in understanding and sequencing the genome of *Brassica rapa*. **International Journal of Plant Genomics**, v. 2008. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1155/2008/582837>>. Doi:10.1155/2008/582837.

JAAFAR, N. S.; JAAFAR, I. *Eruca sativa* Linn.: Pharmacognostical and pharmacological properties and pharmaceutical preparations. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 12, n. 3, p. 39-45, 2019. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i3.30893>>.

KHATER, H. F.; SHALABY, A. A. Potential of biologically active plant oils to control mosquito larvae (*Culex pipiens*, Diptera: Culicidae) from an Egyptian locality. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 50, n. 2, p. 107-112, 2008. Disponível:<<https://doi.org/10.1590/S0036-46652008000200008>>. DOI: 10.1590/S0036-46652008000200008.

MACORIS, M. L. G.; TERESA, M.; LUIZ, M. A.; GLASSER, T. C. M.; GARBELOTO, V. C.; CIRI, V. C. B. Alteração da resposta de suscetibilidade do *Aedes aegypti* aos organofosforados em municípios do estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**. v. 33, n. 5, p. 521- 522, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101999000500013>. DOI: 10.1590/S0034-

89101999000500013.

MARTINEZ, L. E. R.; PACHECO, K. C. A.; ARAUJO P.; TEJEDOR, E. M. Evaluación del uso de *Sapindus saponaria* como Biocida de *Aedes aegypti* en condiciones in vitro. **Producción Más Limpia**, v. 10, n. 2, 2015. Disponível em:<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000200002>.

MARWAT, S. K.; REHMAN, F. U.; KHAN, A. A. Phytochemistry and Pharmacological Values of Rocket (*Eruca sativa* Miller) A Review. **International Journal of Horticulture**, v. 6, n. 16, 2016. Disponível:<<http://hortherbpublisher.com/index.php/ijh/article/html/2576/>. DOI: 10.5376/ijh.2016.06.0016.

MATEV, G.; DIMITROVA, P.; PETKOVA, N.; IVANOV, I.; MIHAYLOVA, D. Antioxidant activity and mineral content of rocket (*Eruca sativa*) plant from Italian and Bulgarian origins. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 8, n. 2, p. 759-759, 2021. Doi: 10.15414/jmbfs.2018.8.2.756-759.

PEREIRA, F. S. G. Biochemistry In A Chemical. **Research Gate**, v.1, p 26-28, 2010. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17251.14889>>. DOI: 10.13140/RG.2.2.17251.14889.

RAGONHA, F. H.; NOWAK, R. G. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do MUDI**, v. 22, n. 1, p. 48-78, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.4025/arqmudi.v22i1.41521>>. DOI: 10.4025/arqmudi.v22i1.41521.

RANI, I.; AKHUND S.; SUHAIL, M.; ABRO, H.; BOT, P. J. Antimicrobial potential of seed extract of *Eruca sativa*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 4, p. 2949-2953, 2010. Disponível em:<[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(4\)/PJB42\(4\)2949.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(4)/PJB42(4)2949.pdf)>.

RODRIGUES, A. M.; SAMPAIO, C. D. G.; SOUZA, J. S. N. D.; CAMPOS, A. R.; SILVA, A. B. R. et al. Different susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae to plant-derived products. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, 2019. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/Z8XGwTJJmCVZTFjGJptqBGB/abstract/?lang=en>>. Doi: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0197-2018>.

SANTOS, A. B. S. D.; EVERTON, G. O.; JUNIOR, R. G. O. C.; ROSA, P. V. S. PEREIRA, A. P. M. Óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* Blume e *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng como agentes larvicidas frente as larvas do *Aedes aegypti*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 22355-22369, 2020. Disponível em:< >. DOI: 10.34117/bjdv7n1-357.

SASTRY, E. V. Taramira (*Eruca sativa*) and its improvement—a review. **Agricultural Reviews**, v. 24, n. 4, p. 235-249, 2003. Disponível em:<<https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ar&volume=24&issue=4&article=001>>.

SHANKAR, S.; VS, R. D.; SATHIAVELU, M.; SEGARAN, G. Brassicaceae- A classical review on its pharmacological activities. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 55, n. 1, p. 107-113, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i3.30893>. DOI: 10.22159/ajpcr.2019.v12i3.30893.

SOUZA, K. R. Saberes e práticas sobre controle do *Aedes aegypti* por diferentes sujeitos sociais na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, p. 1-13, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0102-311X00078017>. DOI: 10.1590/0102-311X00078017.

VALLE, D.; BELLINATO, D. F.; MEDEIROS-VIANA, P. F.; LIMA, J. B. P.; JUNIOR, A. J. M. Resistance to temephos and deltamethrin in *Aedes aegypti* from Brazil between 1985 and 2017. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0074-02760180544>>. DOI: 10.1590/0074-02760180544.

VIANA, G. A; SAMPAIO, C. 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. 449-462, 2018. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v6i4.2079.p449-462.2018>>. DOI: 10.12662/2317-3076jhbs.v6i4.2079.p449-462.2018.

ZARA, A. L. D. S. A.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, E. S. F.; GIOVANINI, R. G. C. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 391-404, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017>. DOI: 10.5123/S1679-49742016000200017

ZHANG, H.; GEORGESCU, P.; HASSAN, A. S. Mathematical insights and integrated strategies for the control of *Aedes aegypti* mosquito. **Applied Mathematics and Computation**. v. 273, p. 1059-1089, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.10.066>. DOI: 10.1016/j.amc.2015.10.066.