

BOTÕES FLORAIS DO CRAVO-DA-ÍNDIA: extração e aplicação de seu óleo essencial como agente larvicida no combate à dengue

FLOWER BUDS OF CLOVE: extraction and application of its essential oil as a larvicidal agent against dengue

Vitória Cesar Mendes vitoriacesarm@gmail.com
Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Melissa Gabriel de Barros melissagabrielbarros@gmail.com
Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Valeska Soares Aguiar valeska.aguiar@facens.br
Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Submetido em: 12 abr. de 2021. Aceito em: 29 nov. 2021.

RESUMO

Com o aumento da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de doenças como a dengue, a febre amarela, a febre *Chikungunya* e o vírus da Zika, faz-se necessária a busca por métodos de combate ao mosquito. O uso intensivo de inseticidas comumente utilizados pelas organizações de vigilância sanitária tem provocado uma resistência e um problema no controle desses vetores. O presente projeto visa a extrair o óleo essencial de botões florais do cravo-da-índia para sua utilização como agente larvicida, por se tratar de um controle sobre a fase larval do mosquito e já eliminá-la antes mesmo da fase adulta. Primeiramente, ocorreu a preparação dos botões e a extração do óleo essencial pelo processo de hidrodestilação. Foram realizadas análises para definir as propriedades físico-químicas do óleo e, com isso, foi possível classificar sua pureza e qualidade. Além disso, foi realizada a cromatografia gasosa, método utilizado para identificar os componentes do óleo essencial do cravo-da-índia, na qual foram identificados dois constituintes, provavelmente, o eugenol e o β -cariofileno. Após tais análises, seguiu-se com o teste de toxicidade que foi aplicado nas larvas do *Aedes aegypti*, utilizando concentrações mais altas do que as encontradas na literatura. A partir dos resultados coletados, foi estabelecida a concentração letal do óleo essencial, em torno de $1,92 \text{ mg.mL}^{-1}$, evidenciando a resistência criada por esses vetores ao longo dos anos. O óleo essencial de cravo-da-índia não apresentou nocividade frente ao meio ambiente e aos seres vivos, sendo muito viável o seu uso.

Palavras-chave: Óleo essencial. *Aedes aegypti*. Larvicida natural.

ABSTRACT

With the proliferation of the mosquito *Aedes aegypti*, transmitter of the Zika virus and diseases such as dengue, yellow fever and *Chikungunya* fever, it is necessary to search for methods to combat the mosquito. The intensive use of insecticides commonly used by health surveillance organizations has caused some resistance and a problem in the control of these vectors. The present project aims to extract the essential oil of *Syzygium aromaticum* flower buds for its use as a larvicidal agent, controlling the larval phase of the mosquito and already eliminating it before their growth. First, it was performed the preparation of the flower buds and the extraction of the essential oil by hydrodistillation process. Analyzes were made to define the physicochemical properties of the oil, and then it was possible to classify on its purity and quality, which was satisfactory. In addition, Gas Chromatography was performed, and used to identify the essential oil components of *Syzygium aromaticum*, where two constituents had been identified, probably, eugenol and β -cariofileno. After these analyzes, the toxicity test was applied to *Aedes aegypti* larvae using higher concentrations than those found in the literature.

From the collected results, the lethal concentration of the essential oil was established, around 1.92 mg.mL^{-1} , evidencing the resistance created by these vectors over the years. The essential oil of clove does not present harmful to the environment and to the alive beings, being very viable its use.

Keywords: Essential oil. *Aedes aegypti*. Natural larvicide.

INTRODUÇÃO

A dengue, a febre *Chikungunya*, a febre amarela e o vírus da *Zika* são transmitidos pelo mosquito *Aedes aegypti*, sendo endemias que têm preocupado a população. O óleo essencial dos botões de cravo-da-índia possui componentes que contêm propriedades inseticidas, tendo um de seus principais componentes como sendo o eugenol, possuidor de uma alta atividade larvicida já no início do desenvolvimento do mosquito (AFFONSO et al., 2012).

O presente trabalho tem como objetivo principal caracterizar analiticamente, e investigar, o efeito do óleo essencial extraído de botões florais do cravo-da-índia como agente larvicida contra as larvas do *Aedes aegypti*.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*)

O termo óleo essencial pode ser definido como um líquido oleoso, volátil e dotado de aroma forte (NASCIMENTO, 2012). Estes óleos são obtidos a partir de técnicas de extração, sendo compostos encontrados em alguma parte específica, ou em todas as partes, de plantas denominadas aromáticas, uma vez que apresentam uma porcentagem de óleos essenciais, em relação a sua massa seca, de 0,01% a 10,00% (PEREIRA, 2010). O componente majoritário do cravo-da-índia é o eugenol. De acordo com estudos, ele e o óleo de *S. aromaticum* apresentam boa tolerabilidade quando em contato com a pele, bem como baixo índice de alergia quando adicionado a produtos de higiene pessoal, a produtos odontológicos e a perfumes, desde que as quantidades ministradas sejam feitas de maneira correta e em concentrações seguras (AFFONSO et al., 2012).

Aedes aegypti

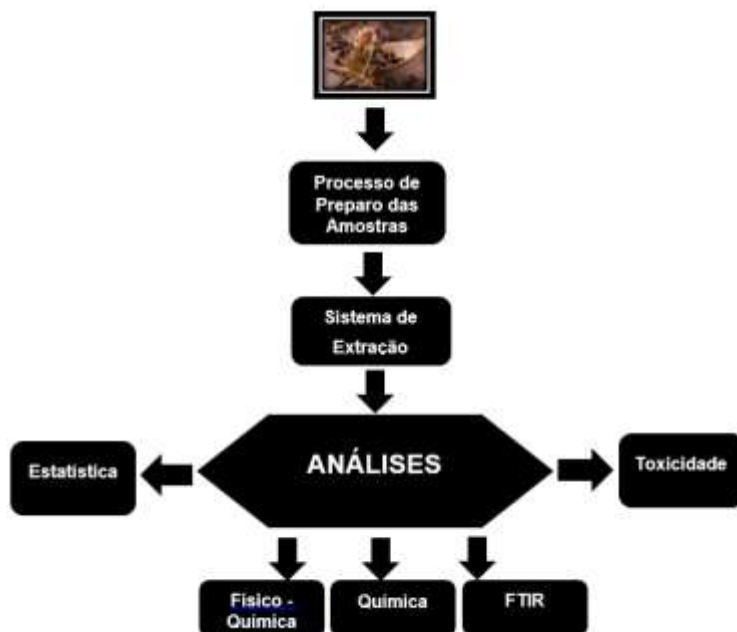
Originário da África, o mosquito *Aedes Aegypti* tem acompanhado o homem nas migrações e, atualmente, é mundialmente distribuído devido à sua facilidade em adaptar-se aos ambientes urbanos (BRAGA; VALLE, 2007). A dengue, a febre amarela, a *Chikungunya* e o *Zika* vírus são arboviroses transmitidas pelo mosquito e possuem como agente etiológico um vírus do gênero *Flavivirus*. O controle de tais endemias depende do controle de seu vetor, até mesmo no caso da febre amarela, a qual possui uma vacina preventiva (SINGHI; KISSOON; BANSAL, 2007).

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório do Centro Universitário Facens, em parceria com o Smart Campus. A Figura 1 apresenta o fluxograma de todos os processos e análises realizados ao decorrer do

projeto.

Figura 1 – Fluxograma de todos os processos e análises realizados ao decorrer do presente trabalho



Fonte: Elaborada pelas autoras (2018)

Processo de preparo das amostras

Os botões florais de cravo-da-índia foram comprados já desidratados na quantidade de 150 g. Triturou-se a amostra e os pedaços resultantes foram armazenados em um frasco de polietileno, longe da luz solar.

Processo de extração

Para a extração do óleo essencial foi utilizado o método de extração com arraste por vapor de água, a partir da hidrodestilação, realizada em triplicata. Em cada procedimento foi utilizada a quantidade de 50 g (gramas) dos botões florais de cravo-da-índia já moídos com 300 mL (mililitros) de água destilada. As 3 amostras de óleo extraídas foram secas por meio de percolação, em cerca de 10 g (gramas) de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4). O óleo essencial já seco foi armazenado em frasco de vidro âmbar sob refrigeração para evitar a perda por volatilização.

Análise por FTIR (espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier)

A espectroscopia no infravermelho é um método utilizado para caracterizar e identificar uma substância por meio da absorção de radiação infravermelha, definindo e traçando perfis atômicos únicos e exclusivos para cada substância. O teste foi feito com o intuito de analisar a existência de água nas amostras, por meio da inspeção das bandas de radiação emitidas, comparando-as com um espectro da literatura (LEITE; PRADO, 2012).

Análise físico-química do óleo essencial

As características físico-químicas determinadas foram: i. densidade, utilizando o método do picnômetro; ii. solubilidade em etanol, adicionando-se etanol até sua completa solubilização; iii. Cor; e iv. aparência.

Análise química do óleo essencial

Para determinação da composição química do óleo essencial foi utilizada a cromatografia gasosa com detecção por ionização em chama, técnica muito utilizada para separação e análise de misturas de substâncias voláteis.

Teste de toxicidade

O teste de toxicidade foi realizado com larvas no terceiro estágio de desenvolvimento. Foram testadas seis diferentes concentrações do óleo essencial com uma solução tensoativa não-iônica, a fim de analisar a eficácia perante a atividade larvicida. Em cada teste foram selecionadas 7 larvas, as quais foram colocadas em placas de Petri com aproximadamente 20 mL (mililitros) de água mineral. Após esse procedimento, foram aplicados os seis diferentes tipos de larvicidas e monitoraram-se as larvas durante o período de 24 horas. A Tabela 1 mostra as concentrações em mg.mL^{-1} (miligrama/mililitro) de cada larvicida.

É importante ressaltar que, quanto mais o tempo passa, mais o *Aedes aegypti* adquire resistência a esses larvicidas, bem como aos demais inseticidas comumente aplicados. Por conta disso, as concentrações encontradas na literatura foram aumentadas significativamente a fim de que a eficiência na atividade larvicida fosse alcançada. As concentrações foram definidas seguindo-se um padrão, qual seja o de duplicar os valores encontrados na literatura e, além disso, preparadas mais 3 concentrações com uma porcentagem alta do óleo essencial, a fim de analisar o tempo que os larvicidas levavam para causar a morte das larvas e, assim, avaliar a melhor concentração para ser aplicada.

Tabela 1 – Concentrações dos larvicidas em mg mL^{-1}

Larvicida 1	Larvicida 2	Larvicida 3	Larvicida 4	Larvicida 5	Larvicida 6
0,220	0,240	0,280	1,92	3,84	5,76

Fonte: elaborada pelas autoras, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do rendimento de extração do óleo essencial de cravo-da-índia

O processo de extração de cada amostra durou aproximadamente quatro horas. A Tabela 2 mostra o rendimento de óleo essencial alcançado, em termos de volume e em porcentagem volume/massa (% v/m), bem como os respectivos desvios da média, os quais foram calculados levando em consideração a massa vegetal utilizada em cada processo de extração. O rendimento atingido foi bastante satisfatório, visto que os volumes das amostras foram bem próximos e similares aos volumes alcançados na literatura, os quais estão entre 1,87 a 4,80% v/m (SILVESTRI et al., 2010; RAINA et al., 2001).

Tabela 2 – Dados dos rendimentos alcançados na extração

Óleo Essencial	Volume obtido / mL	Rendimento / % v/m
Amostra 1	(2,80 ± 0,05)	(5,6 ± 0,5)
Amostra 2	(2,50 ± 0,05)	(5,0 ± 0,1)
Amostra 3	(2,35 ± 0,05)	(4,7 ± 0,4)
Média:	(2,6 ± 0,2)	(5,1 ± 0,3)

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2018.

Parâmetros físico-químicos do *Syzygium aromaticum*

Foi necessário o dobro da quantidade de etanol para a completa solubilização do óleo, o que demonstra que o óleo obtido possui uma solubilidade consideravelmente baixa. Os resultados obtidos na caracterização físico-química do óleo essencial extraído estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Características físico-químicas do óleo essencial

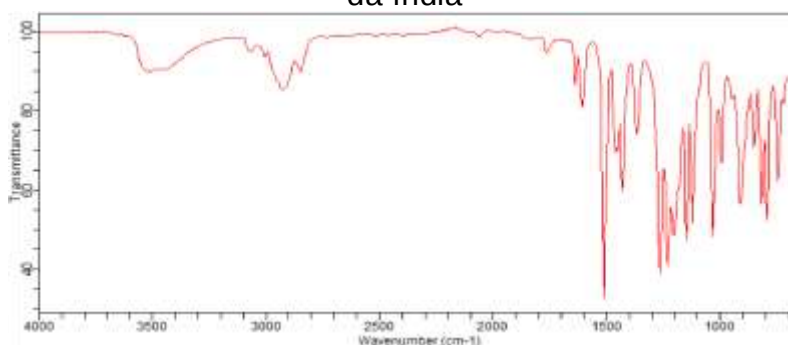
Densidade	0,960 g.mL ⁻¹
Solubilidade em etanol	1:2 v/v
Cor; pH	Transparente; 5,0
Aparência e odor	Límpido e cheiro característico

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2018.

Análise por espectroscopia no infravermelho (FTIR)

A Figura 2 apresenta o espectro obtido em uma das 3 amostras alcançadas na extração do óleo essencial de cravo-da-índia, as quais apresentaram espectros muito semelhantes.

Figura 2 – Espectro de infravermelho da amostra 1 de óleo essencial de cravo-da-índia



Fonte: Elaborada pelas autoras, 2018.

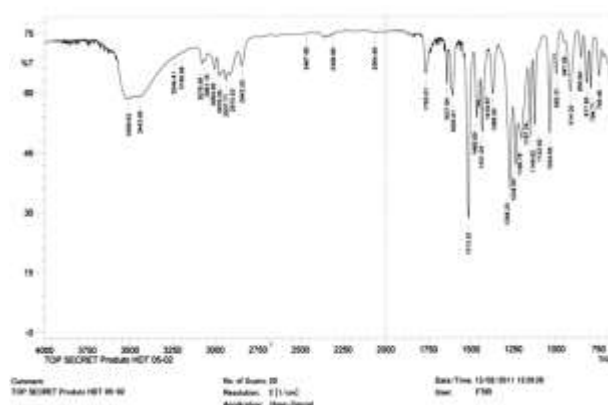
Ao analisar a banda localizada na região próxima à 3500 cm⁻¹, pode-se suspeitar da presença de água no óleo essencial, já que há um alongamento O – H, que, normalmente, é causado devido às ligações de hidrogênio que podem ser formadas. Provavelmente, a percolação com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) não foi suficiente para a retirada completa de água. Porém, como o óleo será aplicado em uma solução junto à água destilada e ao tensoativo, tal

ocorrência não interfere negativamente nos resultados de toxicidade (LOPES; FASCIO, 2004).

Seguindo o espectro, o pico em aproximadamente 1900 cm^{-1} indica uma flexão C – H em metileno, enquanto os picos seguintes, entre 1650 cm^{-1} e 1400 cm^{-1} , correspondem a vibrações de um anel fenil. O pico próximo a 1150 cm^{-1} é característico de dobramentos nas ligações C – H nos grupos fenil e metil. Os picos pontiagudos em cerca de 1250 cm^{-1} e 1020 cm^{-1} representam alongamentos de C – O nos grupos aromáticos e, na última região, no intervalo entre 950 cm^{-1} e 700 cm^{-1} , pode-se identificar uma curvatura de C – H em metileno. Todas os picos citados e suas características são fortes indícios de o óleo ser composto por eugenol, o componente do óleo essencial que possui maior efeito larvicida (YADAV; BALASUBRAMANIAN, 2014).

Para efeitos de comparação, é válido lembrar que quanto maior a quantidade de impurezas, mais divergente será o espectro obtido daquele utilizado como padrão de comparação (LEITE; PRADO, 2012). A Figura 3 apresenta o espectro de um óleo essencial de cravo-da-índia com alto teor de pureza produzido a partir da extração com arraste de vapor de água.

Figura 3 – Espectro no infravermelho do óleo essencial de cravo-da-índia tomado como referência



Fonte: Cunha, Lustosa e Conceição, 2011.

Comparando os resultados obtidos com o espectro tomado como exemplo (Figura 3), podem-se perceber pequenas diferenças nos valores de picos de transmitância, porém, a linha perfil característica do óleo essencial apresenta-se muito satisfatória, evidenciando que as amostras possuem uma quantidade pouco significativa de impurezas e água, e um alto teor de pureza e qualidade.

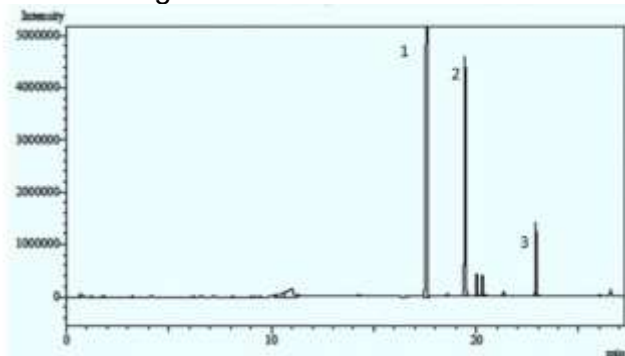
Composição química do óleo essencial

Para a determinação da composição química do óleo, foi utilizada a análise por meio da cromatografia gasosa com detecção por ionização em chama, sendo utilizado um cromatógrafo do modelo CG-2010 Plus fabricado pela Shimadzu, com uma coluna capilar HP-1, 100% dimetilpolissiloxano como fase estacionária. O gás de arraste foi o hidrogênio, com fluxo na coluna de 1 mL/min. Para a análise, foi injetada uma alíquota de 1 μL da amostra, fixando-se as seguintes condições: temperatura do injetor em $250\text{ }^{\circ}\text{C}$; temperatura do detector em $270\text{ }^{\circ}\text{C}$; razão de *split* de 1:50 v/v; programação de temperatura da coluna de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pelo tempo de 5,0 minutos e, posteriormente, a temperatura se

elevou até 250 °C, com taxa de aquecimento de 8 °C/min.

Foi observada, com o cromatograma da Figura 4, a eluição de dois constituintes do óleo essencial de cravo-da-índia (pico 2 e pico 3). Outras bandas observadas podem ser consideradas impurezas presentes no óleo.

Figura 4 – Cromatograma do óleo essencial de cravo-da-índia



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2018.

De acordo com a Figura 4, é possível identificar que o pico mais intenso corresponde ao solvente utilizado (pico 1), que se apresenta em excesso na amostra. O segundo pico corresponde ao componente em maior abrangência, isso se devendo ao fato de que esse composto é o que apresenta uma maior volatilidade e, conseqüentemente, uma menor afinidade com a fase estacionária. Com isso, é possível dizer que há uma grande probabilidade desse composto ser o eugenol.

Nascimento (2012) encontrou os seguintes componentes: o eugenol em 27,40 minutos de retenção e o β -cariofileno em 28,47 minutos, utilizando fase estacionária 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano. Já Ascensão e Mouchrek Filho (2013) encontraram em 27,40 minutos de retenção o eugenol e, em 29,47 minutos o β -cariofileno, utilizando também fase estacionária 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano. Na cromatografia realizada no presente trabalho, o tempo de retenção encontrado para o segundo pico foi de 17,50 minutos, sendo para o terceiro de 19,50 minutos.

Um dos fatores que pode interferir nesse parâmetro é o tipo de fase estacionária utilizada. Nas análises feitas pelos autores citados anteriormente, a coluna utilizada é composta por 95% dimetil e 5% difenilpolisiloxano. Há presença de anéis aromáticos na estrutura molecular da fase, representados pelos grupos funcionais difenil, o que aumenta a área superficial de interação com o analito e, conseqüentemente, aumenta o tempo em que a molécula do analito permanece retida (PICÓ, 2014). Sendo assim, é possível predizer que os picos 2 e 3 que aparecem no cromatograma da Figura 4 correspondem, muito provavelmente, ao eugenol e ao β -cariofileno, uma vez que a fase estacionária usada neste trabalho é formada apenas por radicais metila, o que reduz a área superficial de interação, diminuindo os valores para tempo de retenção encontrados para estes compostos.

Além disso, é importante ressaltar que o conteúdo do óleo essencial nas plantas aromáticas pode variar consideravelmente de espécie para espécie, por parâmetros climáticos e por fatores agrônômicos como fertilização, irrigação e período de colheita. Tais fatores podem influenciar significativamente na composição quantitativa e qualitativa do óleo essencial

(STEFFENS, 2010).

Obtenção e cultivo das larvas do mosquito da dengue

O trabalho contou com o apoio da Secretária Estadual de Saúde (SUCEN) de Sorocaba com informações sobre as formas de captura dos ovos, no auxílio da eclosão das larvas e na sua identificação. Para a captura das larvas do *Aedes aegypti*, foram confeccionadas 5 armadilhas distribuídas pelo Centro Universitário Facens, com o intuito de estudar o foco de incidência do mosquito no local, contemplando as seguintes áreas: próximo ao lago; próximo à secretaria; próximo ao prédio L; na mata próxima à sala de estudos e próximo ao banheiro do prédio A.

As larvas para o teste de toxicidade foram disponibilizadas pela SUCEN, devido à dificuldade encontrada em se capturar os ovos utilizando as armadilhas espalhadas pela Facens. Posteriormente foi realizada a eclosão das larvas e o monitoramento das mesmas até que atingissem o período entre o 2º e 3º estágios de desenvolvimento, quando então foram utilizadas para o teste da atividade larvicida do óleo essencial de cravo-da-índia.

Avaliação da taxa de mortalidade das larvas do *Aedes aegypti* nas diferentes concentrações testadas

O teste de toxicidade foi realizado com larvas do 2º e 3º estágio de desenvolvimento, com o intuito de se observar, experimentalmente, a resistência das mesmas no decorrer das etapas de seu desenvolvimento, bem como o tempo de ação que os larvicidas levam para ocasionar a morte de um número determinado de larvas, possibilitando verificar a resistência que essas possuem em relação aos larvicidas aplicados. Além disso, permite-se verificar o que ocorre quando a concentração de óleo essencial nos larvicidas é aumentada.

Nascimento (2012) encontrou a concentração letal em torno de 120 mg.mL⁻¹ para larvas do 3º estágio de desenvolvimento do *Aedes aegypti*. Já Rabêlo (2010) encontrou a concentração letal em torno de 0,080 a 0,250 mg.mL⁻¹ em culturas de bactérias, utilizando o óleo essencial de cravo-da-índia. Mediante tais constatações, é possível verificar que o óleo essencial de cravo-da-índia possui eficácia comprovada em causar a morte de certos patógenos e de larvas de alguns insetos.

A Tabela 4 demonstra os resultados obtidos com o teste de toxicidade, mostrando o número de larvas vivas e mortas, e também a taxa de mortalidade em porcentagem nas diferentes concentrações.

Tabela 4 – Mortalidade e sobrevivência das larvas nas diferentes concentrações testadas

Concentrações dos larvicidas / mg.mL⁻¹	Vivos	Mortos	Mortalidade / %
0,220	5	2	28,6
0,240	3	4	42,8
0,280	3	4	42,8
1,92	0	7	100
3,84	0	7	100
5,76	0	7	100

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2018.

Ao aplicar os larvicidas nas concentrações mais baixas de óleo, foi observado que as larvas mais próximas de se tornarem pupa apresentavam uma maior resistência, tendo sido essas que sobreviveram.

Pode-se observar que a toxicidade dos larvicidas, em concentrações acima de $1,92 \text{ mg.mL}^{-1}$, é alta, uma vez que, após uma hora de exposição, todas as larvas estavam mortas. Um período curto de tempo de exposição é fundamental para que não somente a larva não tenha a possibilidade de criar algum tipo de resistência como também se levem todas as larvas que estão em contato com o larvicida à morte.

Nas concentrações entre $0,220 \text{ mg.mL}^{-1}$ e $0,280 \text{ mg.mL}^{-1}$, após o período de 24 horas de exposição ainda havia larvas vivas, evidenciando a resistência criada por esses vetores ao longo dos anos, quando comparados esses resultados aos encontrados na literatura. Ao analisar a mortalidade de hora em hora foi constatado que nestas concentrações a ação do larvicida era bastante lenta. O número de larvas mortas nestas concentrações não foi satisfatório, não sendo, portanto, viável a utilização desses agentes em baixas concentrações pelo risco de as larvas criarem resistência por estarem em um tempo maior de contato, possibilitando o desenvolvimento de genes modificadores e tornando o óleo essencial de cravo-da-índia ineficaz para causar a morte das mesmas (FERREIRA, 2012).

Diante dos resultados alcançados, é possível afirmar que o óleo essencial de cravo-da-índia, devido ao seu componente majoritário, o eugenol, e também aos seus componentes em menor abrangência, como o acetato de eugenila e o β -cariofileno, é capaz de combater o desenvolvimento de mosquitos causadores de doenças. Ao mesmo tempo, os larvicidas à base deste óleo são seguros, uma vez que não são tóxicos ao meio ambiente e não oferecem risco à saúde dos seres vivos, além de serem biodegradáveis. Ademais, o uso do óleo essencial de cravo-da-índia é economicamente viável, pois uma pequena quantidade tem um efeito muito significativo em relação aos processos bioquímicos dos insetos que especificamente perturbam o seu equilíbrio endócrino. Assim, o óleo essencial de *Syzygium aromaticum* apresenta-se como um promissor larvicida natural que pode ser muito benéfico e eficaz no combate ao *Aedes aegypti* (NASCIMENTO, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescente aumento nos casos de doenças e vírus transmitidos pelo *Aedes aegypti*, faz-se necessário o desenvolvimento de novas alternativas de combate ao vetor, já que a única forma de controle da maioria das endemias transmitidas pelo mosquito é evitando sua reprodução. Embora existam métodos de combate como, por exemplo, a fiscalização de terrenos pela vigilância sanitária, a conscientização das pessoas, por meio de veículos de comunicação e a utilização de repelentes e inseticidas, percebe-se que tais recursos não se mostram suficientes para a erradicação do problema. Por isso, nesse trabalho, buscou-se uma nova forma de controle do mosquito antes de seu desenvolvimento biológico completo, utilizando o óleo essencial extraído dos botões florais do cravo-da-índia.

Ao identificar a composição do óleo extraído experimentalmente, por

meio da espectroscopia no infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), e da cromatografia gasosa, foi possível comprovar a existência de uma significativa porcentagem do composto mais importante para a ação larvicida: o eugenol. Ademais, o óleo apresentou características físico-químicas adequadas, comprovando sua qualidade e o bom rendimento do método de hidrodestilação, utilizado para a extração.

Além dos resultados anteriormente citados, o teste de toxicidade comprovou o desempenho satisfatório do óleo essencial como larvicida, bem como verificou um aumento da resistência do mosquito aos larvicidas no decorrer do tempo, já que para o teste foi utilizada uma concentração maior do que a encontrada na literatura. Tal fato reforça a importância da busca de métodos efetivos para o combate ao mosquito que, com o passar do tempo, torna-se cada vez mais difícil.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, R. S. et al. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 146-161, 2012. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/254>. Acesso em: 12 abr. 2021.

ASCENÇÃO, V. L.; MOUCHREK FILHO, V. E. Extração, caracterização química e atividade antifúngica de óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo-da-Índia). **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 20, n. especial, p.1-8, 2013; ISSN 2178-2229. Pró-reitoria de pesquisa, pós graduação e inovação da UFMA. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1769/1409>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 16, n. 4, p. 179-293, 2007. Disponível em http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400006&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 12 abr. 2021.

CUNHA, S.; LUSTOSA, D. M.; CONCEIÇÃO, N. D. Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo-da-Índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. **Química Nova**, Salvador, v. 35, n. 3, p.1-7, 2011. Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000300035&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 abr. 2021.

FERREIRA, V. **Pesquisa mostra os efeitos da resistência a inseticidas no mosquito da dengue**. Instituto Oswaldo Cruz. 2012. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-mostra-os-efeitos-da-resistencia-inseticidas-no-mosquito-da-dengue>. Acesso em: 12 abr. 2021.

LEITE, D. de O.; PRADO, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 2504-2513, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n2/v34n2a15.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

LOPES, A. W.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Química Nova**, Salvador, v. 27, n. 4, p. 670-673, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n4/20812.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

NASCIMENTO, A. A. **Óleo essencial dos botões florais do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*): extração, caracterização e atividade larvídica frente ao *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2012. Disponível em: https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/944/1/DISSERTACAO_ALEXANDRE.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

PEREIRA, M. A. A. **Estudo da atividade antimicrobiana de óleos essenciais extraídos por destilação por arraste a vapor e por extração super crítica**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Licenciatura em Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3383?mode=full>. Acesso em: 12 abr. 2021.

PICÓ, Y. **Análise Química de Alimentos: técnicas**. Rio de Janeiro: Campus, 2014. Tradução de: Chemical Analysis of food: techniques and applications. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 07 out. 2018.

RABÊLO, W. F. **Caracterização química, toxicidade e avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo da índia (*Syzygium aromaticum*)** 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010. Disponível em: https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/911/1/WALERIA_%20FERREIRA_%20RABELO.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

RAINA, V. K. et al. Essential oil composition of *Syzygium aromaticum* leaf from Little Andaman, India. **Flavour and Fragrance Journal**, Índia, v. 16, p. 334-336, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1005>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SILVESTRI, J. D. F. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 589-694, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000500004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 abr. 2021.

SINGHI, S.; KISSOON, N.; BANSAL, A. Dengue e dengue hemorrágico: aspectos do manejo na unidade de terapia intensiva. **Jornal de**

Pediatria, Porto Alegre, v. 83, n. 2, p. 22-35, 2007. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572007000300004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 abr. 2021.

STEFFENS, A. H. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Licenciatura em Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Cap. 3. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3155/1/423851.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

YADAV, R.; BALASUBRAMANIAN, K. Polyacrylonitrile/*Syzygium aromaticum* hierarchical hydrophilic nanocomposite as a carrier for antibacterial drug delivery systems. **Royal Society of Chemistry**, Índia, v. ?, n. 5, p. 3291-3298, 2014. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/ra/c4ra12755b>. Acesso em: 12 abr. 2021.