



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALLYSSON VINÍCIUS DE LIMA OLIVEIRA

**Atividade inseticida dos óleos essenciais de Alecrim, Cravo-da-Índia, Cedro-da-Virgínia e Toranja sobre *Sitophilus zeamais* em milho armazenado.**

Serra Talhada – PE

2023

ALLYSSON VINÍCIUS DE LIMA OLIVEIRA

**Atividade inseticida dos óleos essenciais de Alecrim, Cravo-da-Índia, Cedro-da-Virgínia e Toranja sobre *Sitophilus zeamais* em milho armazenado.**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Serra Talhada – PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O48a Oliveira, Allysson Vinícius de Lima  
Atividade inseticida dos óleos essenciais de Alecrim, Cravo-da-Índia, Cedro-da-Virgínia e Toranja sobre Sitophilus zeamais em milho armazenado. / Allysson Vinícius de Lima Oliveira. - 2023.  
49 f. : il.
- Orientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2023.
1. Óleos essenciais. 2. Controle alternativo. 3. Inseticidas naturais. 4. Milho armazenado. I. Oliveira,  
Carlos Romero Ferreira de, orient. II. Título

**Atividade inseticida dos óleos essenciais de Alecrim, Cravo-da-Índia, Cedro-da-Virgínia e Toranja sobre *Sitophilus zeamais* em milho armazenado.**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira (ORIENTADOR)

UFRPE/UAST

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira (2° TITULAR)

UFRPE/UAST

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Yasmin Bruna de Siqueira Bezerra (3° TITULAR)

FIS

Serra Talhada – PE

2023

***Dedico este trabalho ao Allysson  
de 8 anos, que sonhava em ser  
Biólogo... Conseguimos!***

## **AGRADECIMENTOS**

O agradecimento especial vai para minha mãe, Josiane, pelo suporte, incentivo e amor infinito. Sou fruto do esforço e cuidado dessa leoa.

Agradeço aos meus amigos de curso e de vida - Maria Eduarda, Nathália, Ericles, Lyvia, Marynara, Lucas, Vitória, Rayanna, Victor, Camila, Maíra, Beatriz, Bárbara e Ângela - pelas risadas, bebedeiras, confidências e desesperos compartilhados. Não seria a mesma coisa sem vocês... Amo cada um!

Agradeço aos integrantes do NEA, principalmente às minhas parceiras do núcleo de grãos, Jéssica e Priscila. Muito obrigado pela amizade e apoio, meninas, foi uma honra dividir os perrengues com vocês.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Carlos Romero Oliveira e à Profa. Cláudia Helena Oliveira pela oportunidade, compreensão e auxílio.

Agradeço à Patrick Emerson pela disponibilidade e ajuda.

Agradeço ao corpo docente da UFRPE/UAST pelos ensinamentos, e à todos os funcionários da unidade.

Agradeço ao Presidente Lula pelas políticas públicas que possibilitaram a existência de uma universidade federal no sertão pernambucano.

Por fim, agradeço à mim, por não desistir.

***“...mas quero encontrar a ilha desconhecida,  
quero saber quem eu sou quando nela estiver...”***

**- O Conto da Ilha Desconhecida (José Saramago)**

## RESUMO

O gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) é uma das principais pragas primárias na produção e armazenamento de milho, causando danos significativos aos grãos e facilitando a infestação de pragas secundárias. Sua capacidade reprodutiva, ciclo de vida longo e habilidade de sobreviver em grandes profundidades entre os grãos explicam seu potencial destrutivo. Diante dos danos causados por *S. zeamais*, torna-se necessário o uso de tecnologias pós-colheita para o controle desta praga e os óleos essenciais se apresentam como uma alternativa promissora, por não representarem ameaça à saúde humana e ambiental. O objetivo deste estudo foi avaliar a toxicidade dos óleos essenciais de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*), Cedro-da-virgínia (*Juniperus virginiana*) e Toranja (*Citrus paradisi*) contra *S. Zeamais*. Foram realizados testes de contato e ingestão para determinar as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) de cada óleo essencial e avaliar o efeito fumigante dos óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus*. Os experimentos de contato e ingestão foram conduzidos em placas de Petri contendo 20g de milho, nas quais diferentes concentrações dos óleos essenciais avaliados foram aplicadas com o auxílio de um pipetador automático. As placas foram agitadas manualmente para garantir que o óleo se espalhasse por entre os grãos e, em seguida, 10 adultos de *S. zeamais* foram confinados, em cada placa, por 48 horas. Após esse período, foi analisado o percentual de mortalidade dos insetos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de PROBIT, sendo estimadas as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) e as razões de toxicidade (RT). Cada concentração foi testada em cinco repetições. Para avaliar o efeito fumigante dos óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* sobre *S. zeamais*, foram aplicadas diferentes concentrações dos óleos em tiras de papel filtro, que foram posicionadas na superfície inferior da tampa de recipientes de vidro com volume equivalente a um litro. Uma barreira de tecido organza foi colocada para impedir o contato direto dos insetos com os óleos. Em cada câmara de fumigação foram confinados 10 adultos de *S. zeamais*, utilizando-se como substrato o milho. O experimento foi feito no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Após 48 horas, a mortalidade foi analisada e os resultados foram submetidos à análise de Probit. Os resultados obtidos demonstraram o efeito inseticida dos óleos essenciais de *C. paradisi*, *E. caryophyllus*,

*R. officinalis* e *J. virginiana* sobre *S. zeamais* pela via de contato e ingestão. As concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) estimadas para os óleos essenciais de *C. paradisi* (40,30 e 81,56µL/20g de milho, respectivamente), *R. officinalis* (8,00 e 12,92µL/20g de milho, respectivamente) e *J. virginiana* (39,42 e 102,20µL/20g de milho, respectivamente), no teste de contato, corroboram com a literatura. No entanto, não foi possível determinar as CLs de *E. caryophyllus*, uma vez que já na concentração mais baixa (0,5 µL/20g de milho) ocasionou mortalidade de 100% dos insetos. Como fumigantes, no entanto, os óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* não apresentaram atividade inseticida, uma vez que não causaram mortalidade significativa mesmo na maior concentração testada (280µL/L de ar). Dentre os óleos avaliados no presente estudo *R. officinalis* foi o que se mostrou mais promissor para o manejo de *S. zeamais*, uma vez que apresentou as menores concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) e a maior razão de toxicidade (RT).

**Palavras-chave:** Óleos essenciais, Controle alternativo, Inseticidas botânicos, Milho armazenado.

## ABSTRACT

The maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) is a major primary pest in maize production and storage, causing significant damage to grains and facilitating infestation by secondary pests. Its reproductive capacity, long life cycle, and ability to survive at great depths among the grain explain its destructive potential. Given the damage caused by *S. zeamais*, the use of post-harvest technologies to control this pest is necessary and essential oils are a promising alternative because they do not pose a threat to human health or the environment. The aim of this study was to evaluate the toxicity of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), clove (*Eugenia caryophyllus*), eastern red cedar (*Juniperus virginiana*), and grapefruit (*Citrus paradisi*) essential oils against *S. zeamais*. Contact and ingestion tests were conducted to determine the lethal concentrations (LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>) of each essential oil, and evaluate the fumigant effect of *C. paradisi* and *E. caryophyllus* essential oils. The contact and ingestion experiments were conducted in Petri dishes containing 20g of maize, in which different concentrations of the evaluated essential oils were applied using an automatic pipettor. The plates were manually shaken to ensure that the oil spread between the grains and then, 10 adults of *S. zeamais* were confined in each plate for 48 hours. After this period, the percentage of mortality was analyzed, the results were subjected to PROBIT analysis, and lethal concentrations (LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>) and the toxicity ratios (TR) were calculated. Each concentration was tested with 5 replicates. To evaluate the fumigant effect of *C. paradisi* and *E. caryophyllus* essential oils on *S. zeamais*, different concentrations of the oils were applied to filter paper strips, which were positioned on the bottom surface of the lid of glass containers with a volume equivalent to one liter.. In each fumigation chamber, 10 adults of *S. zeamais* were confined, using maize as substrate. An organza cloth barrier was placed to prevent direct contact of the insects with the oils. The experiment was carried out in an entirely randomized design with five repetitions. After 48 hours, mortality was analyzed and the results were submitted to Probit analysis. The results obtained demonstrated the insecticidal effect of *C. paradisi*, *E. caryophyllus*, *R. officinalis*, and *J. virginiana* essential oils on *S. zeamais* by contact and ingestion. The estimated lethal concentrations (LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>) for the essential oils of *C. paradisi* (40.30 and 81.56µL/20g maize, respectively), *R. officinalis* (8.00 and 12.92µL/20g maize, respectively), and *J. virginiana* (39.42 and 102.20µL/20g maize, respectively), in the contact test corroborate with the literature. However, it was not

possible to determine the LCs of *E. caryophyllus*, since already at the lowest concentration (0.5  $\mu\text{L}/20\text{g}$  maize) it caused 100% mortality of insects. As fumigants, however, the essential oils of *C. paradisi* and *E. caryophyllus* did not show insecticidal activity, since they did not cause significant mortality even at the highest concentration tested (280 $\mu\text{L}/\text{L}$  of air). Among the oils evaluated in this study, *R. officinalis* showed the most promise for the management of *S. zeamais*, since it presented the lowest lethal concentrations (LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub>) and the highest toxicity ratio (RT).

**Keywords:** Essential oils, Alternative control, Botanic insecticides, Stored maize.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Vista geral de um adulto de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	19
<b>Figura 2:</b> <i>Citrus paradisi</i> .....	25
<b>Figura 3:</b> <i>Eugenia caryophyllus</i> .....	26
<b>Figura 4:</b> <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	27
<b>Figura 5:</b> <i>Juniperus virginiana</i> .....	28
<b>Figura 6:</b> Criações de <i>Sitophilus zeamais</i> em condições de laboratório .....	29
<b>Figura 7:</b> Laudo cromatográfico do óleo essencial de toranja ( <i>C. paradisi</i> ).....	30
<b>Figura 8:</b> Laudo cromatográfico do óleo essencial de cravo-da-índia ( <i>E. caryophyllus</i> ) .....	30
<b>Figura 9:</b> Laudo cromatográfico do óleo essencial de alecrim ( <i>R. officinalis</i> ).....	31
<b>Figura 10:</b> Laudo cromatográfico do óleo essencial de cedro-da-virgínia ( <i>J. virginiana</i> ) .....	31
<b>Figura 11:</b> (A) Aplicação direta do óleo essencial sobre o milho; (B) arenas utilizadas nos testes de contato e ingestão, com milho tratado e infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> .....	33
<b>Figura 12:</b> (A) Aplicação do óleo essencial no papel filtro; (B) câmaras utilizadas no teste de fumigação dos óleos essenciais de <i>C. paradisi</i> e <i>E. caryophyllus</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i> .....	34
<b>Figura 13:</b> Concentrações letais (CL50 e CL90) dos óleos de <i>R. officinalis</i> , <i>C. paradisi</i> e <i>J. virginiana</i> estimadas para <i>Sitophilus zeamais</i> , pela via de contato e ingestão, em condições de laboratório. ....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Estudos acerca da atividade de óleos essenciais sobre <i>Sitophilus zeamais</i> . .....	22
<b>Tabela 2:</b> Razão de toxicidade das CL <sub>50</sub> e CL <sub>90</sub> dos óleos essenciais de <i>R. officinalis</i> , <i>C. paradisi</i> e <i>J. virginiana</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i> .....	37

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	15
2 Revisão de Literatura .....	16
2.1 O Milho .....	16
2.2 <i>Sitophilus zeamais</i> .....	17
2.3 Defensivos químicos sintéticos .....	19
2.4 Óleos essenciais como alternativa a inseticidas químicos sintéticos .....	21
2.4.1 Óleo essencial de toranja .....	24
2.4.2 Óleo essencial de cravo-da-índia .....	25
2.4.3 Óleo essencial de alecrim .....	26
2.4.4 Óleo essencial de cedro-da-virgínia .....	27
3 Metodologia.....	29
3.1 Criação de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	29
3.2 Obtenção dos óleos essenciais.....	29
3.3 Efeito de contato dos óleos essenciais de <i>C. paradisi</i> , <i>E. caryophyllus</i> , <i>R. officinalis</i> e <i>J. virginiana</i> sobre <i>S. zeamais</i> .....	32
3.4 Efeito fumigante dos óleos essenciais de <i>C. paradisi</i> e <i>E. caryophyllus</i> sobre <i>S. zeamais</i> .....	33
4 Resultados e Discussão .....	34
4.1 Via de Contato.....	34
4.2 Via de Fumigação .....	38
5 Conclusões.....	39
6 Referências .....	40

## 1 Introdução

Apontado como descendente do teosinto, o milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea de extrema importância econômica devido a sua utilização em várias indústrias - farmacêutica, química, têxtil e, principalmente, a alimentícia, em razão do seu alto valor energético (Contini et al., 2019). Tal relevância faz do milho o cereal mais cultivado do planeta e o Brasil se destaca no mercado por ser o terceiro maior produtor mundial, com a safra 2022/2023 estimada para 124,6 milhões de toneladas. A maior parte do volume produzido permanece no mercado interno e precisa ser armazenado (Conab, 2023). Neste contexto, a infestação por pragas se apresenta como um enorme obstáculo pois estima-se que 10% da produção total anual é arruinada em decorrência desta problemática (Champ e Dyte, 1976; Brasil, 1993).

Dentre as pragas que acometem a produção e armazenagem do milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1855) (Coleoptera: Curculionidae), conhecido como gorgulho-do-milho, se destaca por ser uma das principais pragas primárias, danificando partes vitais do grão e facilitando a instalação de pragas secundárias (Gallo et al., 2002). Seu comportamento é descrito pela penetração no grão sadio para se alimentar e ovipositar, e essa ação pode subtrair até 15% do peso da semente e diminuir até 93% do seu potencial germinativo (Canepelle et al., 2003; Santos et al., 1990). Fatores como ciclo de vida relativamente longo (140 dias), boa resposta a temperaturas entre 15 e 34°C, alta capacidade reprodutiva e aptidão para sobreviver em altas profundidades entre os grãos explicam o potencial destrutivo de *S. zeamais* e o tornam um grande adversário dos produtores de milho (Gallo et al., 2002; Lorini, 2008; Antunes et al., 2011).

Os inseticidas químicos sintéticos, que se popularizaram entre as décadas de 30 e 50, ainda são o meio mais comum de tecnologia pós-colheita para o controle de insetos de produtos armazenados (Veigas Junior, 2003). No entanto, o seu uso indiscriminado pode causar vários danos, tais como: seleção de populações resistentes, contaminação do solo e recursos hídricos e ameaçar a saúde humana (Ribeiro, 2001; Carneiro et al., 2015; Londres, 2012). A organização internacional do trabalho aponta que, por ano, ocorrem cerca de 70 mil intoxicações por agrotóxicos (Carneiro et al., 2015). Tais dados evidenciam a importância da busca por meios menos nocivos de controle de pragas e os óleos essenciais se apresentam como uma alternativa promissora (Silva et al., 2007; Silva et al., 2012).

Descritos como líquidos aromáticos, os óleos essenciais são compostos biossintetizados em estruturas vegetais e extraídos através dos métodos de destilação a vapor, destilação seca ou processos mecânicos sem aquecimento (Asbahani et al., 2015; Prates e Santos, 1999). São lipofílicos e constituídos por terpenos, sesquiterpenos e outras substâncias (álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas, éteres, etc), o que lhes confere alta toxicidade para insetos (Pichersky et al., 2006; Simões e Spitzer, 1999). O fácil manuseio e o fato de não apresentar grandes riscos à saúde humana e ambiental tem feito dos óleos essenciais objeto de estudo em várias pesquisas focadas no controle alternativo de pragas em grãos armazenados, já que tem se mostrado uma opção viável a inseticidas sintéticos convencionais (Silva et al. 2007; Silva et al. 2012).

Neste sentido, pesquisas utilizando produtos de origem vegetal devem ser estimuladas, já que a maioria dos inseticidas botânicos apresentam menor toxicidade a mamíferos, indicando ser um caminho mais sustentável, ao passo que se mostram como alternativas viáveis a alguns inseticidas tradicionais.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivos avaliar a toxicidade dos óleos essenciais de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Cravo-da-Índia (*Eugenia caryophyllus*), Cedro-da-Virgínia (*Juniperus virginiana*) e Toranja (*Citrus paradisi*) sobre *S. zeamais* pela via de contato e ingestão, estimar as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) de cada OE e avaliar o efeito fumigante do óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* sobre este coleóptero.

## **2 Revisão de Literatura**

### **2.1 O Milho**

Amplamente cultivado ao redor do mundo, o milho (*Z. mays*) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, originária de uma região que abrange o sul do México e o norte da Guatemala. Estudos genéticos reforçam a ideia de vários pontos de origens secundárias e domesticação no continente americano, mas acredita-se que o ancestral mais antigo do milho seja o Teosinto (*Zea mexicana* L.), datado de 7.000 a.C, no Vale do Tehuacan, no México, onde era conhecido pelos povos Maias como "alimento dos deuses" (Kistler et al., 2018; Souza e Pires, 2013). Tal qualificativo é explicado pelo alto valor energético do cereal, que é majoritariamente composto por carboidratos (amido) e lipídeos (óleos) que possuem uma constituição de ácidos graxos essenciais para a saúde humana (Paes, 2006).

O milho possui alta demanda de produção devido ao seu valor econômico, visto que é utilizado na indústria alimentícia (humana e animal), farmacêutica, química, têxtil e, ainda, como precursor da fabricação do etanol (Contini et al., 2019). Tal importância para o mercado faz o milho ser o cereal de maior volume de produção no planeta e coloca o Brasil no terceiro lugar dos maiores produtores, sendo precedido pelos Estados Unidos e China, e seguido da Argentina. Estes quatro países, juntos, representam 70% da produção mundial (FAO, 2020). No Brasil, para a safra 2022/2023, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estima que serão produzidos 124,6 milhões de toneladas de milho, 10,2% a mais que a safra de 2021/2022, numa área de 22 mil hectares e com a média de 5.658 kg/ha, que vem crescendo com o passar dos anos (Conab, 2023).

Proporcional a gigantesca produção, os números que correspondem as perdas anuais de grãos são bastante expressivos: estima-se que 10% da produção total de grãos no Brasil é arruinada em decorrência da infestação de pragas (Champ e Dyte, 1976; Brasil, 1993). Diante desta problemática, fica claro que medidas adequadas para a estocagem dos grãos são indispensáveis para minimizar o estrago causado e preservar a qualidade do produto, visto que a maior parte do volume produzido permanece no mercado interno (apenas cerca de 38% é exportado) e precisa ser armazenado para garantir disponibilidade e amortecer a variação de preço durante a entressafra (Faroni e Souza, 2006; Conab, 2023; Possamai et al., 2014).

## **2.2 *Sitophilus zeamais***

Conhecido como gorgulho-do-milho, *S. zeamais* é um coleóptero descrito por Motschulsky em 1885, pertencente à família Curculionidae, originária da Índia, e amplamente distribuído pela região tropical e temperada (Figura 1) (Rossetto, 1969; Tavares, 2002). É considerado um inseto de importância econômica por se apresentar como uma das principais pragas primárias da cultura do milho e outros cereais armazenados, pois penetra nos grãos sadios para se alimentar e ovipositar em seu interior, o que resulta na perda de peso e valor nutritivo dos grãos, redução do potencial germinativo e funciona, ainda, como facilitador para a instalação de pragas secundárias (Gallo et al., 2002; Lorini, 2003; Coitinho et al., 2011).

Na fase adulta, o *S. zeamais* possui entre 2,0 e 3,5mm de comprimento, tendo como característica principal a cabeça projetada para a frente e o rostro recurvado,

onde nas fêmeas, possui um formato mais alongado e estreito e, nos machos, menor e mais largo. Apresenta coloração castanha-escura e manchas mais claras nas asas anteriores, que são do tipo élitro (Lorini et al., 2015). O ciclo de vida adulta é relativamente longo, pode durar até 140 dias, enquanto o período de oviposição é de cerca de 104 dias, com a média de 282 ovos por fêmea. A incubação dura entre 3 e 6 dias e o ciclo do ovo até a eclosão leva 34 dias (Lorini, 2008).

Em relação a postura dos ovos, a fêmea perfura o grão com a mandíbula e deposita o ovo no interior. Em seguida, a cavidade é selada com uma secreção de aspecto gelatinoso que é produzida no seu aparelho ovipositor. No caso de mais de um ovo ser depositado em apenas um grão, as larvas passam por um processo de competição onde apenas a mais forte sobrevive, obedecendo o princípio de apenas um inseto por grão (Antunes e Dionello, 2010). A fase larval e pupal acontecem ambas dentro da semente, onde o inseto em desenvolvimento se alimenta, causando redução no peso e na qualidade fisiológica, nutricional e física do grão (Lazzari, 1997; Gallo et al., 2002). As larvas apresentam coloração esbranquiçada, cabeça bronzeada e são ápodas e encurvadas. Após a pupação, os insetos, já adultos, cavam a saída para o exterior do grão, deixando nele um furo característico da presença dessa praga em cereais armazenados (Faroni e Souza, 2006).

Alguns fatores como umidade, temperatura e luminosidade influenciam diretamente a postura dos ovos e o desenvolvimento de *S. zeamais*. O nível de umidade ideal está entre 14 e 16%, e valores abaixo desses podem afetar a taxa de mortalidade e influenciar no tempo de duração do ciclo larval (Gallo et al., 2002). Quanto à temperatura, apesar da condição ótima ser 28°C, eles se desenvolvem bem no intervalo entre 15° e 34°C, o que explica a vasta distribuição desses insetos ao redor do planeta, sobretudo na zona tropical (Antunes et al., 2011; Copatti et al., 2013). Em temperaturas acima de 35°C não há ampliação populacional, pois há aumento do metabolismo, que pode ocasionar a morte (Alves et al., 2008).

Algumas características de *S. zeamais* agem como intensificadoras do potencial destrutivo desse inseto na cultura e armazenamento de grãos: a alta capacidade reprodutiva, a aptidão para sobreviver em grandes profundidades por entre os grãos e a capacidade de infestação tanto no campo quanto no processo de armazenagem (Gallo et al., 2002). No milho armazenado, o ataque de *S. zeamais* pode subtrair até 15% do peso do grão e diminuir o potencial germinativo de 13 a 94% entre a postura do ovo e emergência do inseto adulto, em decorrência do dano causado as partes

vitais da semente, e, ainda, favorecer o surgimento de fungos nos orifícios de emergência, que agem como agravante da qualidade fisiológica do grão (Canepelle et al., 2003; Santos et al., 1990). A soma destes fatores resulta no prejuízo financeiro para os produtores de milho pois o valor de mercado diminui consideravelmente (Santos et al., 2002; Alencar et al., 2011).

No processo de comercialização, a presença de *S. zeamais* vivos supostamente desqualifica os grãos para consumo humano e estes são direcionados para o consumo animal, mas diante do cenário econômico brasileiro, na tentativa de diminuir o prejuízo de produção, muitas vezes o produto afetado é vendido para pessoas financeiramente vulneráveis por um valor menor (Potrich, 2006). Diante dos agravos decorrentes da infestação por *S. zeamais*, urge a necessidade do uso de tecnologias pós-colheita para contenção do ataque desta praga.

**Figura 1:** Vista geral de um adulto de *Sitophilus zeamais*



Fonte: <https://www.agrolink.com.br/upload/problemas/sitophilus-zeamais-03.jpg>

### **2.3 Defensivos químicos sintéticos**

A lei federal nº 7.802, de 1989, define os defensivos químicos sintéticos como compostos de substâncias químicas destinadas ao controle, destruição ou prevenção, direta ou indireta, de agentes patogênicos para plantas, animais ou pessoas.

Classificados a partir das suas funções, eles podem ser: inseticidas, herbicidas, desfolhantes, nematicidas, raticidas ou acaricidas, utilizados para controlar, respectivamente: insetos-praga, ervas daninhas, folhas indesejadas, nematódeos, roedores e ácaros (Lopes e Albuquerque, 2018; Ribas e Matsumura, 2009).

Os defensivos sintéticos surgiram e se popularizaram entre as décadas de 30 e 50, se apresentando como uma alternativa mais poderosa que os pesticidas naturais que eram utilizados naquela época (Veigas Junior, 2003). Desde então, o Brasil tem sido um dos países que mais os utiliza tornando-se em 2008 líder do ranking mundial por usar 700 mil toneladas desses produtos, o que representa 86% do consumo de defensivos sintéticos em toda a América Latina naquele ano (Borsoi et al., 2014). Mais tarde, em 2010, a comercialização no Brasil aumentou quase 100% em comparação ao resto do mundo (Ferreira e Viana Júnior, 2016).

No entanto, o uso indiscriminado de defensivos químicos sintéticos é precursor de diversas doenças. A OIT (Organização Internacional do Trabalho) afirma que, por ano, 70 mil intoxicações são causadas em decorrência da utilização de tais químicos e a gravidade das mesmas depende do produto usado, do tempo de exposição e da quantidade absorvida (Carneiro et al., 2015). As principais vítimas destas contaminações são agricultores e servidores das indústrias dos defensivos sintéticos, devido o contato direto com os produtos. Além dos danos à saúde humana, os agrotóxicos também representam uma ameaça para o meio ambiente através da contaminação do solo e de recursos hídricos. Diante de tais agravos, alguns desses produtos já foram proibidos em vários países (Carneiro et al., 2015; Londres, 2012).

No cenário brasileiro, as políticas de proibição de defensivos químicos sintéticos são mais flexíveis. De acordo com o dossiê da ABRASCO (Associação Brasileira de Saúde Coletiva) elaborado por Carneiro et al. (2015), 22 dos 50 defensivos mais utilizados no Brasil são proibidos em diversos locais do mundo. Em 2019, ano que marca o início do governo Bolsonaro, 503 novas substâncias tiveram o uso liberado em território nacional, dentre elas: 103 são avaliadas como extremamente tóxicas, 52 como altamente tóxicas e 170 como medianamente tóxicas (Benincá e Bonatti, 2020).

Tratando especificamente do controle - preventivo e curativo - para *S. zeamais* os inseticidas químicos sintéticos ainda são o método mais utilizado. Esses produtos são geralmente aplicados por meio de expurgo ou fumigação e se caracterizam pelo fácil manejo, baixo custo e alta taxa de efetividade (Tavares e Vendramim, 2005; Fazolin et al., 2010; Lorini et al., 2015). Porém, além dos riscos supracitados, existe também

a possibilidade de seleção das populações de insetos, decorrente da modificação genômica como mecanismo de resistência, que capacita os insetos a sobreviverem a concentrações de defensivos que antes seriam letais (Ribeiro, 2001). Então, diante das consequências do uso destes produtos para a saúde humana, ambiental e da problemática de tornar os insetos cada vez mais resistentes, fica evidente a importância da busca por métodos alternativos para o combate de pragas.

#### **2.4 Óleos essenciais como alternativa a inseticidas químicos sintéticos**

A utilização de plantas com propriedades inseticidas é uma prática que antecede a criação dos defensivos químicos e, no contexto das buscas por meios menos agressivos de controle de pragas em grãos armazenados, vem sendo pesquisada e tem se mostrado promissora devido ao fácil manuseio e por não apresentar tantos riscos como os agrotóxicos (Gallo et al., 2002; Almeida et al., 1999). Dentre as formas que os inseticidas botânicos podem ser utilizados, os óleos essenciais figuram uma das principais (Silva et al., 2007; Silva et al., 2012).

Caracterizados como líquidos aromáticos, os óleos essenciais são matéria prima fundamental para a indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética. Biossintetizados em diferentes partes do vegetais (desde flores até raízes) como compostos secundários e armazenados em células epidérmicas, canais, células secretoras, tricomas glandulares e cavidades, são constituídos por hidrocarbonetos (terpenos e sesquiterpenos) e outras substâncias (álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas, éteres, etc) (Asbahani et al., 2015; Pichersky et al., 2006; Simões e Spitzer, 1999). Sua composição lipofílica os proporciona alta toxicidade, afetando funções fisiológicas, bioquímicas e comportamentais dos insetos. A extração dos óleos essenciais se dá através da destilação a vapor, destilação seca ou por processo mecânico sem aquecimento e sua atuação pode ocorrer através do contato, fumigação ou ingestão (Prates e Santos, 1999; Coitinho et al., 2011).

Ao longo dos anos, vários estudos acerca do efeito de óleos essenciais de diversas espécies vegetais contra o gorgulho do milho têm sido desenvolvido (Tabela 1).

**Tabela 1:** Estudos acerca da atividade de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais*.

<b>Espécie vegetal</b>	<b>Família botânica</b>	<b>Teste</b>	<b>Autor e ano</b>
<i>Elletaria cardamomum</i>	Zingiberaceae	Contato e fumigação	Huang et al., 2000
<i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Lantana camara</i> e <i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae e Verbenaceae	Contato	Bouda et al., 2001
<i>Cupressus sempervirens</i> e <i>Eucalyptus saligna</i>	Cupressaceae e Myrtaceae	Contato e repelência	Tapondjou et al., 2005
<i>Piper aduncum</i> e <i>Piper hispidinervum</i>	Piperaceae	Contato e fumigação	Estrela et al., 2006
<i>Carapa guianensis</i> , <i>Copaifera sp.</i> , <i>Eucaliptus globulus</i> , <i>Eucaliptus citriodora</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Caryocar brasiliense</i> , <i>Lippia gracilis</i> e <i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae Fabaceae Myrtaceae Caryocaraceae Verbenaceae	Contato e repelência	Coitinho et al., 2006
<i>Tanaecium nocturnum</i>	Bignoneaceae	Contato e fumigação	Fazolin et al., 2007
<i>Tagetes patula</i>	Asteraceae	Contato e repelência	Restello et al., 2009
<i>Artemisia vestita</i>	Asteraceae	Contato e fumigação	Chu et al., 2010
<i>Ocimum basilicum</i> , <i>Ocimum americanum</i> , <i>Ocimum tenuiflorum</i> , <i>Citrus hystrix</i> , <i>Citrus aurantifolia</i> e <i>E. caryophyllus</i> .	Ociminae, Rutaceae e Myrtaceae.	Contato	Kerdchoechuen et al., 2010
<i>Achillea millefolium</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>R. officinalis</i> , <i>Helichrysum italicum</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> e <i>Lavandula angustifolia</i> .	Asteraceae, Myrtaceae, Lamiaceae e Apiaceae.	Contato e repelência	Bertoli et al., 2011
<i>P. hispidinervum</i> , <i>Eugenia uniflora</i> , <i>Cinnamomum zeylanicum</i> , <i>Piper marginatum</i> , <i>Schinus</i>	Piperaceae Myrtaceae Lauraceae Anacardiaceae	Contato e fumigação	Coitinho et al., 2011

<i>terebinthifolius</i> e <i>Melaleuca leucadendron</i>			
<i>Boenninghausenia</i> <i>sessilicarpa</i>	Rutaceae	Contato	Liu et al., 2012
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	Contato, fumigação e repelência.	Fernandes e Favero, 2013
<i>Pothomorphe umbellata</i>	Piperacea	Contato, fumigação e repelência.	Pauliquevis e Favero, 2015
<i>Eucalyptus globulus</i> e <i>Eucalyptus nitens</i>	Myrtaceae	Contato, fumigação e repelência.	González-Guiñez et al., 2016
<i>Hymenaea courbaril</i>	Leguminosae	Contato	Mercês et al., 2018
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	Contato e repelência	Rodrigues et al., 2019
<i>Anethum graveolens</i> , <i>Petroselinum crispum</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> e <i>Cuminum cyminum</i>	Apiaceae	Contato, fumigação e repelência	Rosa et al., 2019
<i>Mentha piperita</i> , <i>Mentha</i> <i>pulegium</i> e <i>Mentha</i> <i>spicata</i>	Lamiaceae	Fumigação	Ainane et al., 2019
<i>Anethum graveolens</i> e <i>Azadirachta indica</i>	Apiaceae	Fumigação	Albiero et al., 2019
<i>E. caryophyllus</i>	Myrtaceae	Contato	Nascimento et al., 2019
<i>Croton rudolphianus</i>	Euphorbiaceae	Contato, fumigação e repelência	Ribeiro et al., 2020
<i>Croton pulegioidorus</i>	Euphorbiaceae	Contato	Santos et al., 2019
<i>C. pulegioidorus</i>	Euphorbiaceae	Fumigação	Silva et al., 2019
<i>Cymbopogon winterianus</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Eucalyptus staigeriana</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>O.</i> <i>basilicum</i> , <i>Ocimum</i> <i>gratissimum</i> e <i>P.</i> <i>Hispidinervum</i>	Poaceae, Myrtaceae, Apiaceae, Lamiaceae e Piperaceae	Contato, fumigação e repelência	Araújo et al., 2019
<i>Cymbopogon flexuosus</i>	Poaceae	Contato e repelência	Filho et al., 2022
<i>C. pulegioidorus</i>	Euphorbiaceae	Fumigação	Santos et al., 2022

Quanto a aplicabilidade, os óleos essenciais se destacam pois são

financeiramente acessíveis, podem ser facilmente encontrados para compra e não apresentam grandes riscos de contaminação ambiental devido sua rápida degradação, além do processo de aplicação ser descomplicado (Silva et al. 2007; Silva et al. 2012).

#### **2.4.1 Óleo essencial de toranja**

Oriunda do caribe, a toranja *Citrus paradisi* L. (Rutaceae) é um fruto cítrico amplamente consumido devido seu sabor e valor nutricional, visto que é rico em vitaminas e minerais (Figura 2). Seu óleo essencial é extraído da casca através do processo de prensagem a frio e a análise da composição química indica que ele é 96,4% composto por limoneno, um terpenóide monocíclico que apresenta atividade inseticida, acaricida e antiparasitária. O contato com altas concentrações de limoneno pode desencadear irritações na pele, mas, no geral, o óleo essencial de toranja apresenta baixo risco a saúde humana (Pereira, 2017; Moreira et al., 2005). Os outros constituintes do óleo essencial de *C. paradisi* são: mirceno (1,5%),  $\alpha$ -pineno (0,4%),  $\beta$ -pineno (0,4%),  $\alpha$ -felandreno (0,4%), t-carveol (0,3%),  $\beta$ -cariofileno (0,3%),  $\alpha$ -copaeno (0,1%), nootkatona (0,1%) e outros (0,1%), de acordo com o laudo químico e cromatográfico realizado pela UFMG (Figura 7).

Estudos prévios apontam o efeito do óleo essencial de toranja sobre algumas espécies de insetos-praga de grãos, sendo elas: *Sitophilus oryzae* (Abdelgaleil et al., 2012), *Tribolium castaneum* (Heidari et al., 2017; Abdelgaleil et al., 2012), *Rhyzopertha dominica* (Abbas et al., 2012), *Trogoderma granarium* (Sagheer et al., 2013) e *Callosobruchus maculatus* (Dutra et al., 2016).

**Figura 2:** *Citrus paradisi*



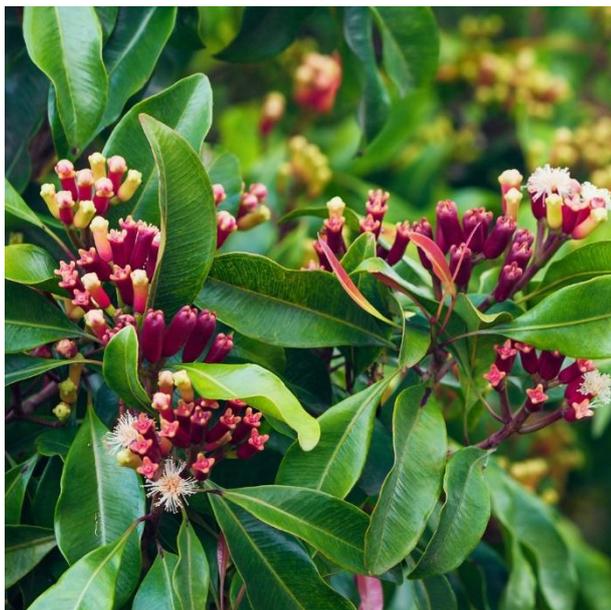
Fonte: <https://2.bp.blogspot.com/-fqZVYRRkYUk/UZ50PxrRpYI/AAAAAAAAAKng/0cdR8HbebyQ/s1600/Citrus+paradisi.jpg>

#### **2.4.2 Óleo essencial de cravo-da-índia**

O cravo-da-índia, *Eugenia caryophyllus* Spreng (Myrtaceae), é uma árvore aromática nativa das ilhas Molucas, na Indonésia. É conhecido, principalmente, pelos botões das suas flores, que são usados como especiarias e amplamente comercializado ao redor do mundo (Figura 3). O óleo essencial de cravo-da-índia é extraído das folhas através do processo de destilação e a análise química aponta que ele é composto principalmente por eugenol (81,5%), o principal responsável pelo cheiro característico, que é muito utilizado na indústria cosmética, farmacêutica e alimentícia, além de apresentar propriedades inseticidas (Uddin et al., 2017; Huang et al., 2002). Os outros constituintes do óleo essencial de *E. caryophyllus* são:  $\beta$ -cariofileno (8,3%),  $\alpha$ -copaeno (5,7%), humuleno (2%), isoeugenol (1,6%), metileugenol (0,4%), acetato eugenila (0,3%) e outros (0,3%), de acordo com o laudo químico e cromatográfico realizado pela UFMG (Figura 8).

Encontra-se na literatura alguns trabalhos que apontam o efeito do óleo essencial de cravo-da-índia sobre duas espécies de insetos-praga de grãos: *S. zeamais* (Nascimento et al., 2019; Kerdchoechuen et al., 2010) e *C. maculatus* (Matos et al., 2020).

**Figura 3:** *Eugenia caryophyllus*



Fonte: [https://www.ferquima.com.br/novo/produtos/o\\_essenciais/imagens/cravo%20botao.jpg](https://www.ferquima.com.br/novo/produtos/o_essenciais/imagens/cravo%20botao.jpg)

### 2.4.3 Óleo essencial de alecrim

O alecrim, *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), é uma planta aromática originária do Mediterrâneo que possui caráter subarborescente-lenhoso (Figura 4). Seu óleo essencial é extraído das partes aéreas através do processo de arraste à vapor, sendo composto, principalmente, por 1,8-cineol (31,6%),  $\alpha$ -pineno (14,9%) e cânfora (13,9%), e seus outros constituintes, presentes em menor quantidade, são: canfeno (7%),  $\beta$ -pineno (6,2%), limoneno (4,8%),  $\beta$ -cariofileno (2,9%), p-cimeno (2,5%), trans-verbenol (2,2%),  $\beta$ -mirceno (1,9%),  $\alpha$ -terpineol (1,9%), linalool (1,2%), acetato de bornila (1,1%), triciclono (0,9%), epóxido de humuleno II (0,7%),  $\alpha$ -bisabolol (0,6%), benzoato de benzila (0,6%), terpinen-4-ol (0,4%), citronelal (0,4%),  $\alpha$ -felandreno (0,3%), mirtenol (0,3%),  $\alpha$ -humuleno (0,2%),  $\beta$ -bisaboleno (0,2%), borneol (0,2%),  $\alpha$ -terpinoleno (0,2%),  $\delta$ -3-careno (0,2%),  $\alpha$ -tujeno (0,1%),  $\alpha$ -tujeno (0,1%), cis-dihidrocarveol (0,1%),  $\alpha$ -muuroleno (0,1%), trans-cadina-1,4-dieno (0,1%), óxido de cariofileno (0,1%) e outros (1%), de acordo com o laudo químico e cromatográfico realizado pela UFMG (Figura 9). Seu potencial abrange desde atividade inseticida até antioxidante, antisséptica, antifúngica, anti-inflamatória e antitumoral (Lorenzi e Matos, 2008; Wolffenbuttel, 2010).

Os estudos realizados acerca do óleo essencial de *R. officinalis* apontam que ele

é um bom fumigante e repelente para *Sitophilus granarius* (Yildirim et al., 2011; Teke e Mutlu, 2020; Laznik et al., 2012) e apresenta baixo potencial repelente e inseticida para *S. zeamais* (Nerio et al., 2009; Bertoli et al., 2011). Para *S. oryzae*, no entanto, os resultados são contraditórios. Yazdgerdian et al. (2015) afirmam que o OE de alecrim é o segundo melhor inseticida por contato, entre os 11 testados em sua pesquisa, e o segundo pior por fumigação. Já Shower et al. (2022) constataram que ele foi eficaz por ambas as vias. Por outro lado, Padin et al. (2000) não obtiveram bons resultados com o óleo essencial de alecrim, nem como inseticida nem como repelente, enquanto Khani et al. (2017) o apontam como bom fumigante e repelente.

**Figura 4:** *Rosmarinus officinalis*



Fonte: [https://cdn11.bigcommerce.com/s-ih8o56kgor/images/stencil/1280x1280/products/2955/8438/rosemary-1\\_\\_37848.1597934456.jpg?c=2](https://cdn11.bigcommerce.com/s-ih8o56kgor/images/stencil/1280x1280/products/2955/8438/rosemary-1__37848.1597934456.jpg?c=2)

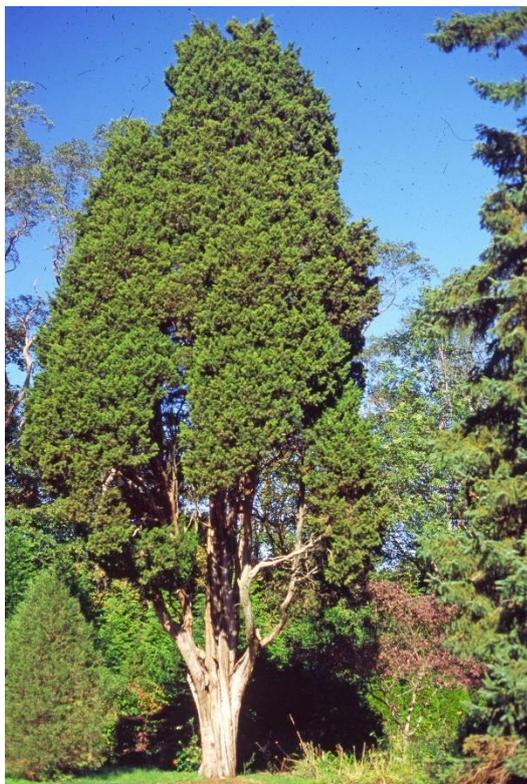
#### **2.4.4 Óleo essencial de cedro-da-virgínia**

O cedro-da-virgínia, *Juniperus virginiana* L. (Cupressaceae), é uma conífera aromática dióica de médio porte. Encontrada no leste dos Estados Unidos, se distribui desde o estado do Michigan até o sul da Flórida e oeste de Oklahoma e Kansas (Figura 5). Possui um histórico de uso como planta medicinal por diversos povos nativos americanos, de formas que variavam de chá a unguento, e era utilizado no tratamento de resfriados, doenças cutâneas, problemas reumáticos, edemas,

bronquite e azia (Stewart et al., 2014).

O óleo essencial de cedro-da-virgínia é extraído da madeira através de destilação e sua análise química indica que ele é composto majoritariamente por  $\alpha$ -cedreno (30,8%), cedrol (23,3%) e cis-thujopseno (19,8%), são outros constituintes são: chamigreno (3,9%),  $\beta$ -cedreno (3,1%), longipineno (2,8%),  $\beta$ -himacaleno (2,1%), cupareno (1,7%), widdrol (1,3%),  $\alpha$ -selineno (1,1%), isocedrenol (0,7%),  $\beta$ -elemeno (0,5%) e outros (8,8%), de acordo com o laudo químico e cromatográfico realizado pela UFMG (Figura 10). Tem se tornado um produto de importância econômica devido aos diversos estudos realizados a respeito dos seus potenciais. Em trabalhos acerca da sua ação contra insetos, foram obtidos resultados positivos nos testes do seu efeito sobre *S. oryzae* (Sighamony et al., 1986), *Anthonomus grandis* (Costa, 2021), *Musca domestica* (Klauck et al., 2017), *Anopheles stephensi* (Tahghighi et al., 2019), *Alabama argillacea* (Santos, 2019) e *Anopheles gambiae* (Yohana et al., 2022).

**Figura 5:** *Juniperus virginiana*



Fonte: <https://www.mountauburn.org/wp-content/uploads/Juniperus-virginiana-Habit.jpg>

### 3 Metodologia

#### 3.1 Criação de *S. zeamais*

Os insetos utilizados nessa pesquisa foram oriundos do laboratório do Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA/UAST/ UFRPE). Os indivíduos de *S. zeamais* foram mantidos em potes plásticos transparentes de 1L, fechados com tampa perfurada e revestida por organza, para possibilitar as trocas gasosas, sendo utilizado o milho como substrato alimentar. Todas as criações foram acondicionadas em câmaras do tipo B.O.D. sob condições controladas ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 5\text{UR}$  e escotofase 24h). Os insetos são mantidos

**Figura 6:** Criações de *Sitophilus zeamais* em condições de laboratório.

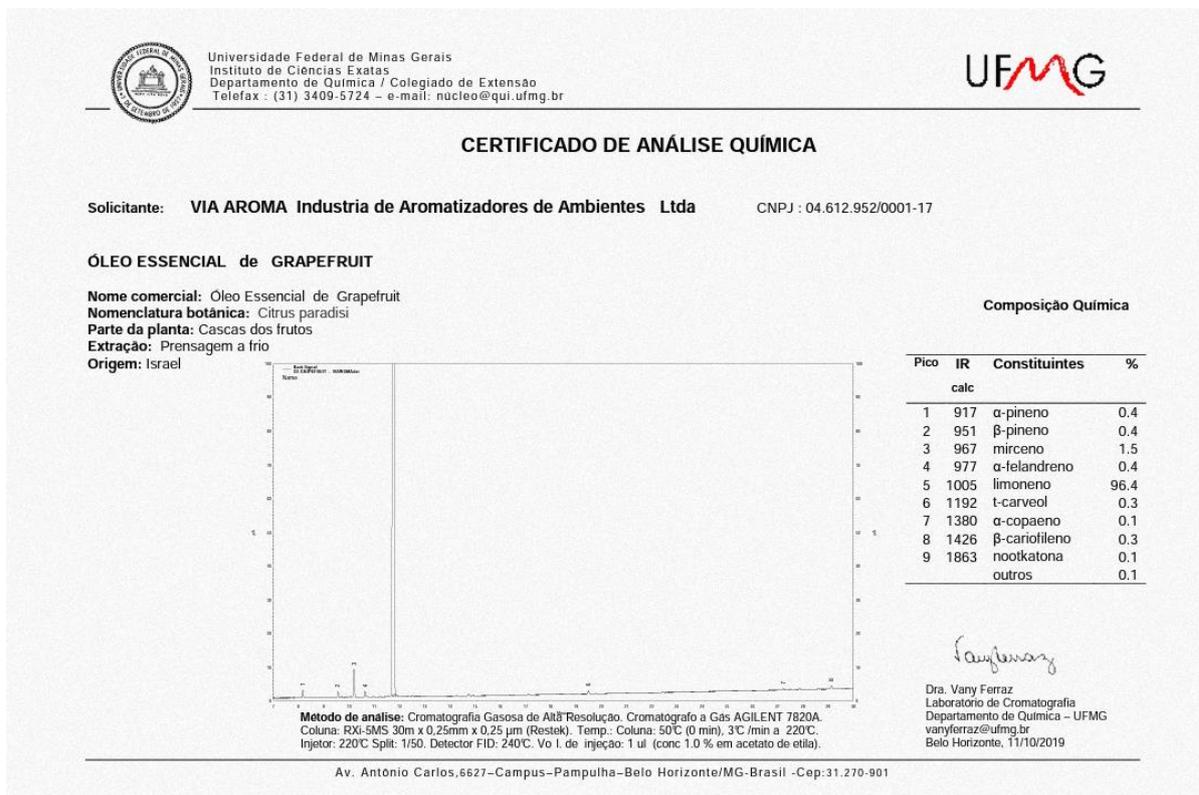


Fonte: OLIVEIRA, A. V. L., 2023

#### 3.2 Obtenção dos óleos essenciais

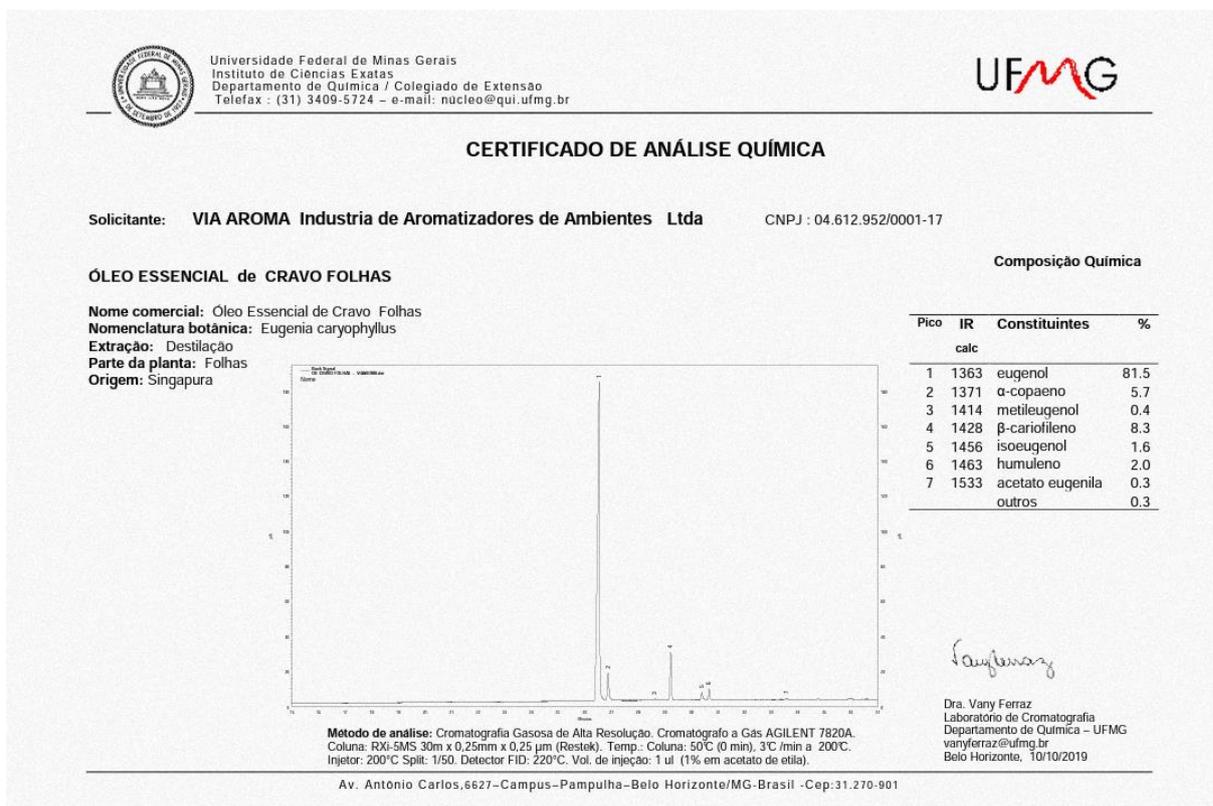
Os óleos essenciais utilizados neste trabalho - *Citrus paradisi*, *Eugenia caryophyllus*, *Rosmarinus officinalis* e *Juniperus virginiana* - foram produzidos pela empresa ViaAroma, os quais foram adquiridos junto à mesma. O processo de extração foi por destilação, prensagem a frio ou arraste à vapor e a emissão do laudo técnico da composição química e cromatografia dos produtos, realizada pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (Figuras 7, 8, 9 e 10)

**Figura 7:** Laudo cromatográfico do óleo essencial de toranja (*C. paradisi*)



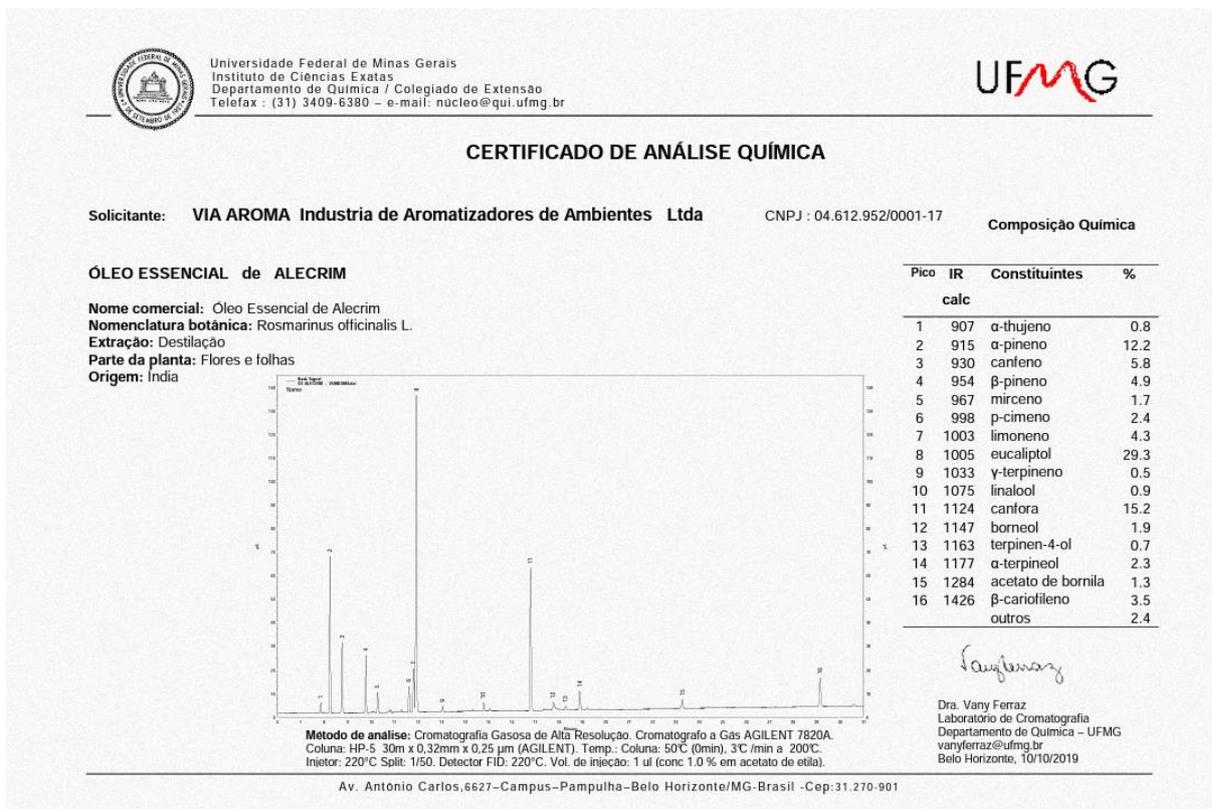
Fonte: <http://www.viaaroma.com.br/oleo-essencial-10ml-grapefruit/>

**Figura 8:** Laudo cromatográfico do óleo essencial de cravo-da-índia (*E. caryophyllus*)



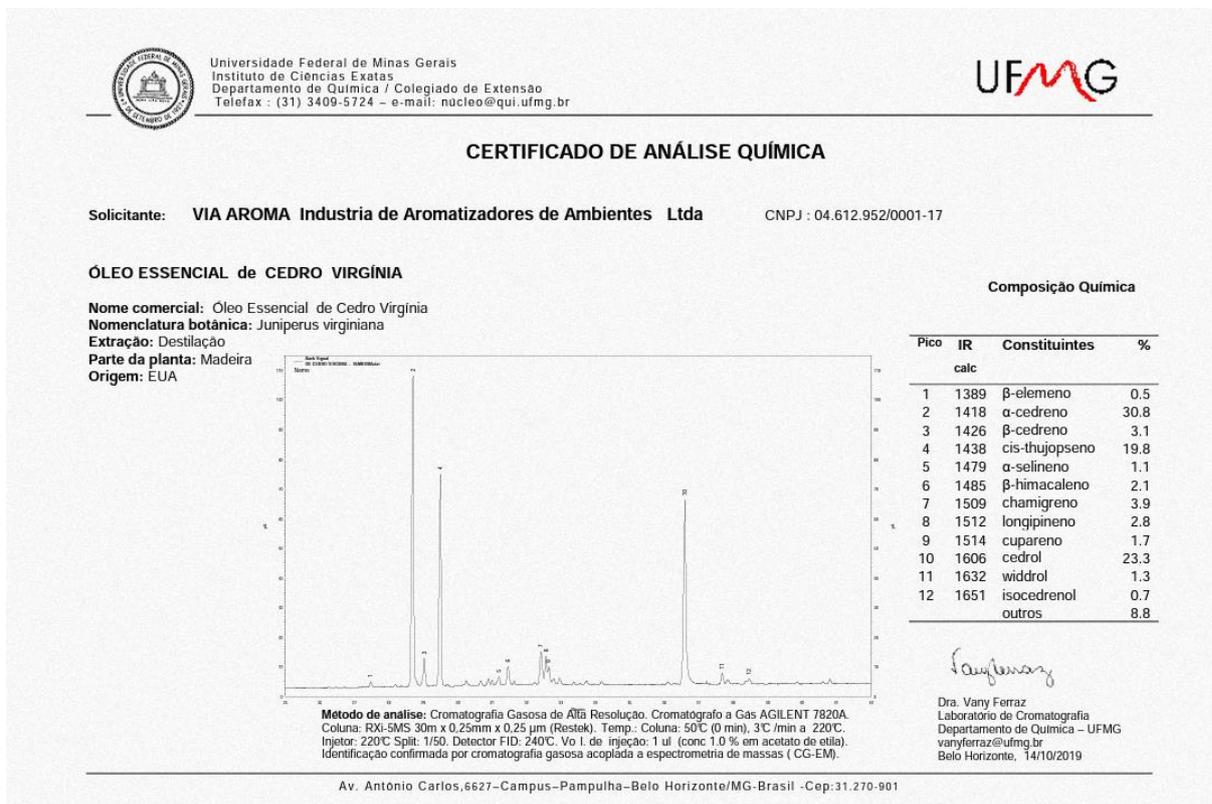
Fonte: <http://www.viaaroma.com.br/oleo-essencial-10ml-cravo-folhas/>

**Figura 9:** Laudo cromatográfico do óleo essencial de alecrim (*R. officinalis*)



Fonte: <http://www.viaaroma.com.br/oleo-essencial-10ml-alecrim/>

**Figura 10:** Laudo cromatográfico do óleo essencial de cedro-da-virgínia (*J. virginiana*)



Fonte: <http://www.viaaroma.com.br/oleo-essencial-10ml-cedro-da-virginia/>

### 3.3 Efeito de contato dos óleos essenciais de *C. paradisi*, *E. caryophyllus*, *R. officinalis* e *J. virginiana* sobre *S. zeamais*

Os experimentos foram realizados em placas de Petri de vidro contendo 20g de milho, nas quais foram aplicadas, com auxílio de um pipetador automático, diferentes concentrações dos óleos essenciais avaliados (Figura 11). Em seguida, as placas foram agitadas manualmente por dois minutos para que o óleo se espalhasse por entre os grãos, sendo inseridos posteriormente 10 indivíduos adultos não-sexados de idade conhecida (até 15 dias) de *S. zeamais*, que foram confinados por 48 horas. Após esse período foi feita a análise percentual de mortalidade.

Para determinar as concentrações letais CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> – que matam 50% e 90%, respectivamente, da população dos insetos - foram realizados testes com diferentes concentrações de cada óleo essencial, à princípio com intervalos de 5µL entre elas (5; 10; 15; 20; 25 µL / 20 g de milho). Após ser definido o intervalo onde o efeito do óleo se manifestou de forma mais expressiva, foram montadas mais baterias com intervalos menores (0,5µL) entre duas concentrações já testadas.

Desta forma, cada óleo foi testado, em cinco repetições, nas seguintes concentrações:

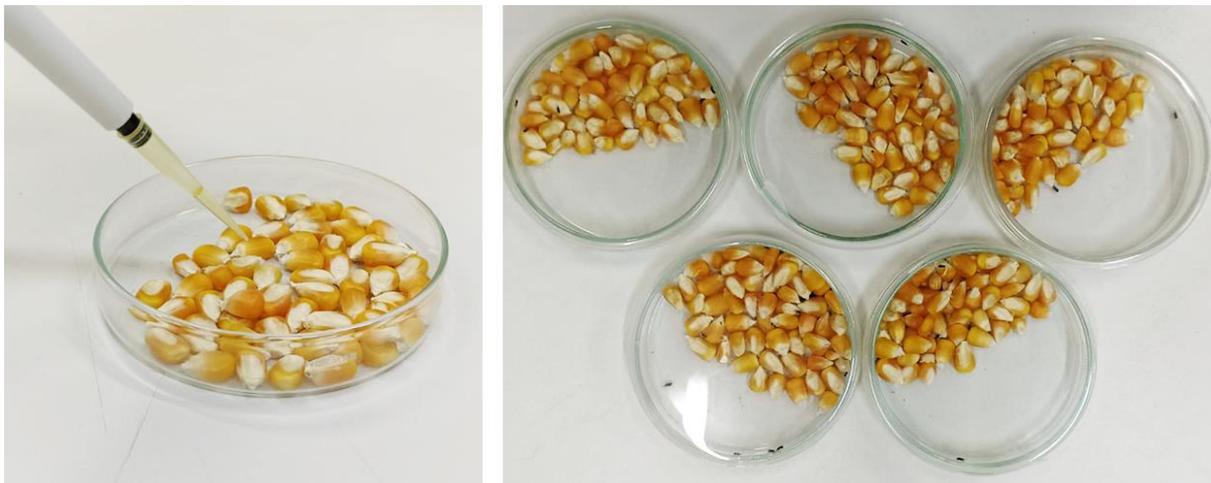
- Toranja (*Citrus paradisi*): 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 47,5; 48; 48,5; 49; 49,5; 50; 50,5; 51; 51,5 e 52µL/20g de milho;
- Cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*): 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 10; 15; 20 e 25µL/20g de milho;
- Alecrim (*Rosmarinus officinalis*): 5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 15; 20 e 25 µL/20g de milho;
- Cedro-da-virgínia (*Juniperus virginiana*): 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 e 50µL/20g de milho.

Os resultados foram submetidos à análise de Probit para a estimativa das concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>), para cada um dos óleos essenciais. Também foi calculada a Razão de Toxicidade (RT) das CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>, seguindo a metodologia proposta por Robertson e Preisler (1992), através da fórmula:

$$RT = \text{maior CL}_{50} \text{ dos óleos} / \text{CL}_{50} \text{ dos demais}$$

$$RT = \text{maior CL}_{90} \text{ dos óleos} / \text{CL}_{90} \text{ dos demais}$$

**Figura 11:** (A) Aplicação direta do óleo essencial sobre o milho; (B) arenas utilizadas nos testes de contato e ingestão, com milho tratado e infestado com *Sitophilus zeamais*.



Fonte: OLIVEIRA, A. V. L., 2023.

### **3.4 Efeito fumigante dos óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* sobre *S. zeamais*.**

Para os experimentos de fumigação, foram selecionados os óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus*. Câmaras de fumigação foram montadas utilizando recipientes de vidro com capacidade de 1L, onde foram confinados 10 adultos de *S. zeamais* não-sexados de idade conhecida (até 15 dias). Os óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* foram aplicados em diversas concentrações (20, 40, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260 e 280 $\mu$ L/L de ar), em tiras de papel filtro (5 x 2cm) que foram presas na superfície inferior da tampa dos recipientes. Um tecido tipo organza foi utilizado para criar uma barreira entre o recipiente e a tampa para que, assim, os insetos não entrassem em contato direto com o óleo (Figura 12). Após 48 horas foi feita a análise percentual de mortalidade dos insetos e os resultados foram submetidos a análise de Probit. Em cada câmara foram utilizados 20g de milho como substrato e cada concentração foi testada em cinco repetições.

**Figura 12:** (A) Aplicação do óleo essencial no papel filtro; (B) câmaras utilizadas no teste de fumigação dos óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* sobre *Sitophilus zeamais*.



Fonte: OLIVEIRA, A. V. L., 2023.

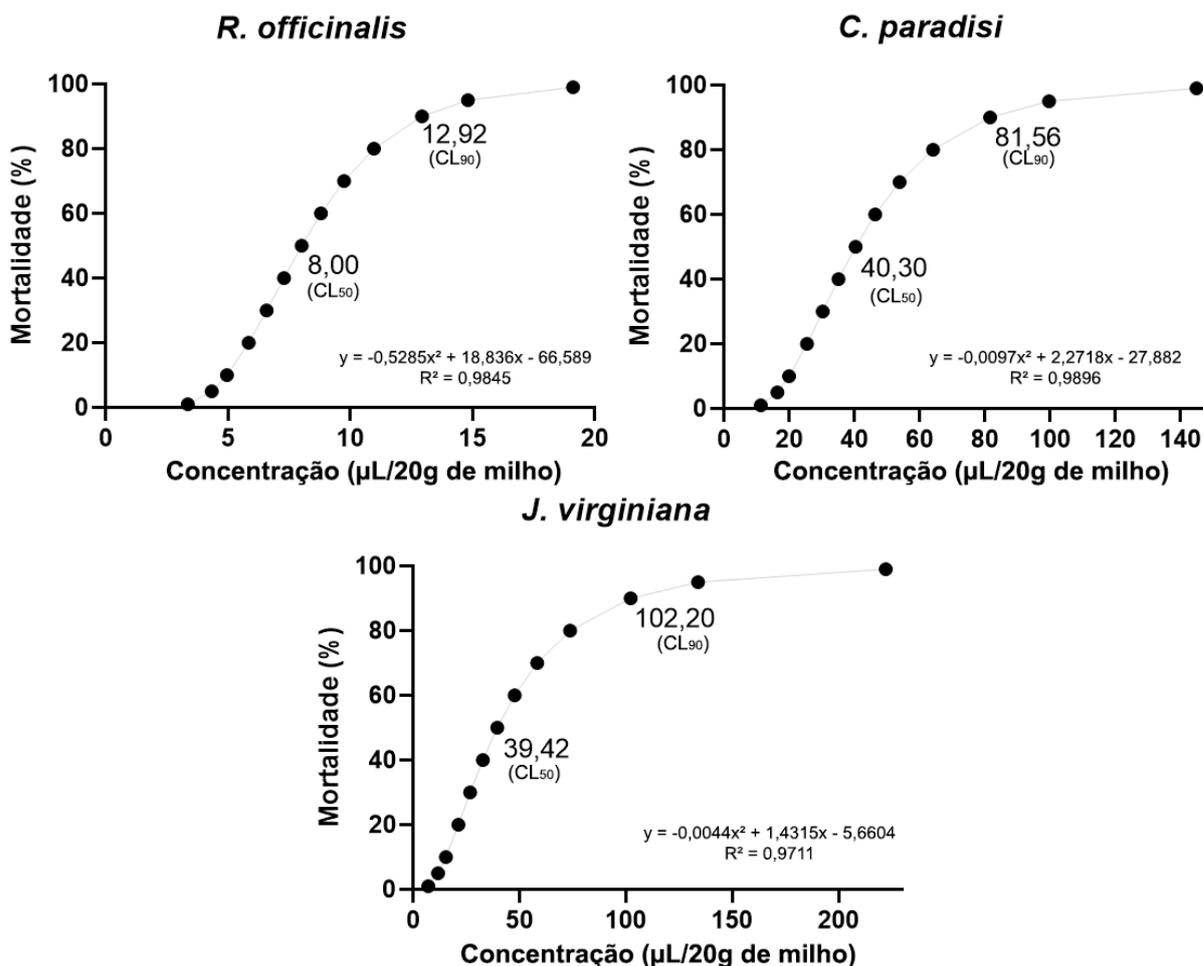
## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Via de Contato

Os óleos essenciais de *C. paradisi*, *E. caryophyllus*, *R. officinalis* e *J. virginiana* apresentaram potencial inseticida pela via de contato e ingestão ( $P < 0,05$ ) sobre *S. zeamais*. Nesse sentido, foram estimadas as concentrações letais ( $CL_{50}$  e  $CL_{90}$ ) dos óleos de *C. paradisi*, *R. officinalis* e *J. virginiana*. Entretanto, isso não foi possível para *E. caryophyllus*, que ocasionou letalidade máxima (100% de mortalidade) em *S. zeamais* até na menor concentração testada ( $0,5\mu\text{L}/20$  g de milho), sendo considerado o mais tóxico para este coleóptero.

Os resultados das curvas de concentração-mortalidade de adultos de *S. zeamais* expostos aos óleos essenciais de *R. officinalis*, *C. paradisi* e *J. virginiana* indicam a toxicidade desses óleos. O óleo essencial de *R. officinalis* foi o que apresentou os menores valores estimados de  $CL_{50}$  e  $CL_{90}$ , correspondendo a 8 e  $12,92\mu\text{L}/20$  g de milho, respectivamente (Figura 13). O óleo de *C. paradisi* apresentou a maior  $CL_{50}$  enquanto o de *J. virginiana* apresentou a maior  $CL_{90}$  (Figura 13).

**Figura 13:** Concentrações letais (CL50 e CL90) dos óleos de *R. officinalis*, *C. paradisi* e *J. virginiana* estimadas para *Sitophilus zeamais*, pela via de contato e ingestão, em condições de laboratório.



Algumas pesquisas relatam o potencial inseticida do óleo essencial de *E. Caryophyllus* (cravo-da-índia), corroborando com o observado neste trabalho. Kerdchoechuen et al. (2010) observaram que o óleo essencial de *E. caryophyllus* também apresentou ação inseticida, por contato, matando entre 96 e 100% dos insetos (*S. zeamais*) em todas as concentrações testadas (30 – 120µL) em apenas duas horas. Nos experimentos de Nascimento et al. (2019) este óleo se mostrou efetivamente tóxico contra *S. zeamais*, sendo que a CL50 foi estimada em 5,59 µL/20g de milho e a CL90 em 10,91µL/20g de milho. Já Matos et al. (2020) apontam a eficiência deste óleo no manejo de *C. maculatus*, tendo estimado as CL50 e CL95 em 1,27 e 11,95µL/20g de feijão, respectivamente. O potencial inseticida observado pode ser atribuído ao eugenol, principal constituinte (81,5%) do óleo de *E. caryophyllus* (Huang et al., 2002).

A CL<sub>50</sub> e a CL<sub>90</sub> do óleo de toranja (*C. paradisi*) foram estimadas em 40,30 e 81,56 µL/20 g de milho, respectivamente. A literatura ainda é carente de pesquisas acerca do efeito do OE de *C. paradisi* sobre *S. zeamais* pela via de contato, mas estudos realizados com outras espécies de insetos apoiam os resultados aqui obtidos. O efeito tóxico de óleos essenciais de plantas do gênero *Citrus* cultivadas no Brasil foi relatado sobre *C. maculatus* (Rotimi e Ekperusi, 2012). Em experimentos realizados por Abbas et al. (2012), foi avaliada a atividade inseticida do óleo de *C. paradisi* contra *R. dominica*, concluindo-se que este óleo é eficaz no controle desta praga. De maneira semelhante, Dutra et al. (2016) observaram que o óleo de *C. paradisi*, pela via de contato, foi eficiente no controle de *C. maculatus*. Sabe-se que óleos essenciais das espécies de *Citrus* se caracterizam pelo elevado percentual de limoneno (Araújo-Júnior et al., 2010), o qual é o principal constituinte do óleo de *C. paradisi* (96,4%), sendo possível atribuir a toxicidade observada nos trabalhos citados a este composto (Houda et al, 2020).

O óleo de alecrim (*R. officinalis*) apresentou as menores concentrações letais (CL<sub>50</sub> = 8,00 µL/20 g de milho; CL<sub>90</sub> = 12,92µL/20 g de milho) dentre os que tiveram as CLs estimadas, se destacando como o mais eficiente dos três óleos (*R. officinalis*, *C. paradisi* e *J. virginiana*). No entanto, a toxicidade do óleo essencial de *R. officinalis* observada no presente estudo discorda dos resultados verificados por Bertoli et al. (2011), também com *S. zeamais*. Os autores verificaram que este óleo demonstrou baixo potencial inseticida em comparação aos outros cinco óleos testados, apresentando apenas 15% de mortalidade na concentração de 0,75µL, após 48 horas de exposição. Para outras espécies de *Sitophilus*, porém, o OE de *R. officinalis* se mostrou mais promissor. Teke e Mutlu (2020) apontaram a eficiência deste óleo contra *S. granarius*, enquanto El-Bakry et al. (2019) e Shower et al. (2022) obtiveram resultados satisfatórios contra *S. oryzae*. Contra outros insetos-praga de grãos, o óleo de *R. officinalis* apresentou toxicidade por contato contra *R. dominica* (El-Bakry et al., 2019) e *T. castaneum* (Teke e Mutlu, 2020; Shower et al., 2022). Tal potencial é atribuível ao 1,8-cineol, terpeno que representa 31,6% da composição do óleo de *R. officinalis* e possui ação inseticida (Obeng-Ofori et al., 1997). Esses resultados indicam que o óleo essencial de *R. officinalis* pode ser eficaz no controle de diversas espécies de insetos, mas os resultados variam de acordo com a espécie testada e a forma de extração e aplicação do óleo.

As concentrações letais CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> do óleo de cedro-da-virgínia (*J. virginiana*)

foram estimadas em 39,42 e 102,20  $\mu\text{L}/20\text{g}$  de milho, respectivamente, e apesar de apresentar a menor toxicidade pela  $\text{CL}_{90}$  entre os óleos testados demonstrou resultados satisfatórios e que corroboram com a literatura científica para insetos-praga de importância agrícola e urbana. Na pesquisa de Sighamony et al. (1986), o óleo de *J. virginiana* se mostrou um inseticida mais eficiente, pela via de contato, contra *S. oryzae* do que contra *R. dominica*, tendo sido menos eficaz que os outros óleos avaliados. Há, também, resultados positivos sobre *Aedes aegypti* (Amer e Mehlhorn, 2006), *Musca domestica* (Klauck et al., 2017), *Anopheles gambiae* (Yohana et al., 2022) e *Anopheles stephensi* (Tahghighi et al., 2019), o qual apresentou potencial larvicida, pupicida, adulticida e repelente. Santos (2019) não obteve resultados satisfatórios por ingestão nas lagartas de *Alabama argillacea*, mas, em contrapartida, o óleo se mostrou tóxico por via de contato tópico. Já Costa (2021) aponta, ainda, a toxicidade e as mudanças morfológicas e histoquímicas decorrentes do contato direto com o óleo de *J. virginiana* sobre o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*). Vale salientar que foram identificados 39 componentes químicos para o óleo essencial de *J. virginiana*, o que corresponde a 98,06% dos componentes presentes, sendo que os majoritários são o  $\beta$ -cedrene (4,31%),  $\alpha$ -cedrene (18,49%), cedrol (25,61%) e cistujopsene (31,94%) (Santos, 2019).

Em relação à razão de toxicidade (RT), observou-se os maiores valores para o óleo essencial de *R. officinalis*, indicando que *S. zeamais* foi mais suscetível em comparação com os outros que tiveram as CLs estimadas (Tabela 2). Sabe-se que quanto maior a RT, menor a resistência do inseto ao óleo essencial (Santos et al., 2022). Desta forma, *R. officinalis* apresentou-se cerca de cinco vezes mais tóxico, pela  $\text{CL}_{50}$ , do que *J. virginiana* e quase oito vezes mais tóxico, pela  $\text{CL}_{90}$ , do que *C. paradisi*.

**Tabela 2:** Razão de toxicidade das  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  dos óleos essenciais de *R. officinalis*, *C. paradisi* e *J. virginiana* sobre *S. zeamais*.

OE	$\text{CL}_{50}$ $\mu\text{L}/20\text{g}$ de milho	$\text{CL}_{90}$ $\mu\text{L}/20\text{g}$ de milho	$\text{RT}_{50}$	$\text{RT}_{90}$
<i>R. officinalis</i>	8,00	12,92	5,03	7,91
<i>C. paradisi</i>	40,30	81,56	-	1,25
<i>J. virginiana</i>	39,42	102,20	1,02	-

Notas: OE = Óleo essencial; CL = Concentração letal; RT = Razão de toxicidade.

## 4.2 Via de Fumigação

Nenhum dos óleos essenciais testados – *C. paradisi* e *E. caryophyllus* – apresentou potencial inseticida contra o gorgulho do milho pela via de fumigação. Os testes foram realizados até a concentração de 280µL/L de ar e não houve mortalidade significativa ( $P \geq 0,05$ ), impossibilitando traçar uma curva de mortalidade. O experimento foi interrompido neste ponto, pois num cenário de utilização em larga escala, seria economicamente inviável o uso de uma quantidade tão alta de óleo essencial.

Esses resultados demonstram que, embora os óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* tenham apresentado efeito tóxico pela via de contato e ingestão, eles não possuem ação fumigante, pelo menos sobre a população do coleóptero *S. zeamais* avaliada. Em estudos realizados por Matos et al. (2020), foi observado que o óleo essencial de *E. caryophyllus* apresentou efeito fumigante sobre *C. maculatus*, com uma  $CL_{50}$  estimada em 20,27µL/L de ar.

Sabe-se que *E. caryophyllus* é sinônimo de *Syzygium aromaticum* e, nesse sentido, existem algumas pesquisas sobre o potencial deste OE sobre artrópodes de importância urbana e agrícola, como piolhos, mosquitos e cupins (Park e Shin, 2005; Yang et al., 2003; Trongtokit et al., 2005). Sobre pragas de produtos armazenados, este OE apresentou atividade inseticida, suprimindo o desenvolvimento da progênie de *T. castaneum* e *S. zeamais* com isoeugenol sendo particularmente ativo (Ho et al., 1994). Por outro lado, Gonzalez-Correa et al. (2015) avaliaram a toxicidade dos OE de cravo-da-índia (*S. aromaticum*) e de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre quatro populações brasileiras de *S. zeamais* com diferentes padrões de susceptibilidade a inseticidas. Os autores verificaram que a população resistente aos dois inseticidas se mostrou mais tolerante ao óleo essencial de *C. zeylanicum* e comentam que embora ambos OE tenham o potencial para controlar populações brasileiras de *S. zeamais*, aquelas que são resistentes a inseticidas tradicionais (por exemplo, piretróides e fosfina) podem compartilhar alguns mecanismos fisiológicos e comportamentais para atenuar as ações desses óleos essenciais.

Vários trabalhos têm investigado, também, a eficácia do óleo de toranja (*C. paradisi*) como um agente fumigante para o controle de diferentes espécies de insetos. Heidari et al. (2017) verificaram que o óleo de *C. paradisi* foi eficaz contra *T.*

*castaneum*, com uma CL<sub>50</sub> estimada em 7,70µL/L de ar. Abdelgaleil et al. (2012) também testaram o óleo de *C. paradisi* contra *T. castaneum* e *S. oryzae*, e relataram resultados positivos com as CL<sub>50</sub> estimadas em 33,37 e 29,92µL/L de ar, respectivamente. Além disso, Dutra et al. (2016) observaram a eficácia deste óleo sobre *C. maculatus*, determinando as CL<sub>50</sub> em 12,36µL/L de ar e CL<sub>90</sub> em em 14,86 µL /L de ar, respectivamente.

A baixa mortalidade pela via de fumigação observada nesta pesquisa pode ser explicada através dos mecanismos de defesa dos insetos, que reduzem suas taxas metabólicas no intuito de evitar a intoxicação pelos compostos presentes nos óleos (Ribeiro et al., 2003). Porém, diante dos dados encontrados na literatura acerca do potencial fumigante dos óleos essenciais de *C. paradisi* e *E. caryophyllus* sobre tantas espécies, fica evidente a necessidade de mais pesquisas utilizando tais óleos contra *S. zeamais*, já que o efeito tóxico varia de acordo com a composição do óleo e as concentrações testadas.

## 5 Conclusões

Os óleos essenciais de *C. paradisi*, *E. caryophyllus*, *R. officinalis* e *J. virginiana* apresentaram efeito inseticida sobre *S. zeamais* pela via de contato e ingestão.

As concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) dos óleos de *C. paradisi*, *R. officinalis* e *J. virginiana*, pela via de contato e ingestão, estimadas para *S. zeamais* estão dentro da faixa observada na literatura, mas não foi possível determinar as CLs de *E. caryophyllus*, tendo em vista que este óleo foi altamente tóxico em concentrações extremamente baixas.

O óleo essencial de *R. officinalis* se destacou dentre os que tiveram as CLs estimadas, apresentando os menores valores para CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> e a maior razão de toxicidade .

Em contraste com a literatura existente, os óleos de toranja (*C. paradisi*) e cravo-da-índia (*E. caryophyllus*) não apresentaram potencial quando aplicados por via de fumigação, tendo em vista que não ocasionaram mortalidades nem nas concentrações mais altas.

Novos estudos são necessários para avaliar a eficácia desses óleos essenciais, inclusive em combinação com outros óleos, a fim de aprimorar o conhecimento científico sobre seus efeitos no controle de pragas.

## 6 Referências

- ABBAS, S. K.; AHMAD, F.; SAGHEER, M.; UL-HASAN, M.; YASIR, M.; AHMAD, S.; MUHAMMAD, W.. Insecticidal and Growth Inhibition Activities of *Citrus paradisi* and *Citrus reticulata* Essential Oils Against Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). **World Journal Of Zoology**, v. 4, n. 7, p. 289-294, 2012.
- ABDELGALEIL, S. A.M.; BADAWEY, M. E.I.; MOHAMED, M. I.e.; SHAWIR, M. S.. Chemical Composition And Fumigant Toxicity Of Essential Oils Isolated From Egyptian Plants Against Stored Product Insects *Sitophilus oryzae* (L.) And *Tribolium castaneum* (Herbst). **Arber Professional Congress Services: Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products**, p. 50-57, 2012.
- AINANE, A.; KHAMMOUR, F.; KOUALI, M.; TALBI, M.; OUSSAID, A.; LEMHIDI, A.; OUSSAID, A.; AINANE, T. Evaluation of the toxicity of the essential oils of certain mints grown in the region of Settat (Morocco): *Mentha piperita*, *Mentha pulegium* and *Mentha spicata* against *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais*. **Journal Of Analytical Sciences And Applied Biotechnology**, v. 1, p. 1-10, 2019.
- ALBIERO, B.; FREIBERGER, G.; MORAES, R. P.; VANIN, A. B. Potencial inseticida dos óleos essenciais de endro (*Anethum graveolens*) e de nim (*Azadirachta indica*) no controle de *Sitophilus zeamais*. **Brazilian Journal Of Development**, v. 5, n. 10, p. 21443-21448, 2019.
- ALENCAR, E. R. de.; FARONI, L. R. D. A.; FERREIRA, L. G.; COSTA, A. R.; PIMENTEL, M. A. G. Qualidade de milho armazenado e infestado por *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. **Engenharia na agricultura**, v. 19, n. 1, p. 08-18, 2011.
- ALMEIDA, F. A. G.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.
- ALVES, W. M., FARONI, L. R. D. A., DE ALENCAR, E. R., & PAES, J. L. Influência do inseto-praga *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) na taxa respiratória e na perda de matéria seca durante o armazenamento de milho. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.16, n.3, p. 260-269, 2008.
- 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.
- ANTUNES, L. E. G., VIEBRANTZ, P. C., GOTTARDI, R., & DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p.615–620, 2011.
- ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. Bioecologia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae). 2010.
- ARAÚJO, A. M. N. de; OLIVEIRA, J. V.; FRANÇA, S. M.; NAVARRO, D. M. A. F.;

BARBOSA, D. R. S.; DUTRA, K. A. Toxicity and repellency of essential oils in the management of *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 5, p. 372-377, 2019.

ARAÚJO JÚNIOR, C. P.; CAMARA, C. A. G.; NEVES, I. A.; RIBEIRO, N. C.; GOMES, C. A.; MORAES, M. M.; BOTELHO, P. S. Acaricidal Activity against *Tetranychus urticae* and Chemical Composition of Peel Essential Oils of Three Citrus Species Cultivated in NE Brazil. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 3, p. 471-476, 2010.

ASBAHANI, A. E. et al. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, n. 1, p. 220–243, 2015.

BENINCÁ, D.; BONATTI, L. C. Agroecologia: uma opção de sustentabilidade no campo e na cidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p. 192, 2020.

BERTOLI, A.; CONTI, B.; MAZZONI, V.; MEINI, L.; PISTELLI, L. Volatile chemical composition and bioactivity of six essential oils against the stored food insect *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera Dryophthoridae). **Natural Product Research**, p. 1-9, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária. Perdas na agropecuária brasileira: relatório preliminar. v. 1. 1993.

BORSOI, A. et al. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 1, p. 86-100, 2014.

BOUDA, H.; TAPONDJOU, L.A.; FONTEM, D.A.; GUMEDZOE, M.y.D.. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). **Journal Of Stored Products Research**, v. 37, p. 103-109, 2001.

CANEPELLE, Maria A. B.; CANEPELLE, Carlos; LÁZZARI, Flávio A.; LÁZZARI, Sonia M. N. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.47, nº 4, p.625-630, 2003.

CARNEIRO, F. F. et al. Segurança Alimentar e nutricional e saúde. Parte 1. In CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. (org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CHAMP, B. R.; DYTE, C. E. Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. FAO. 297 p. 1976.

CHU, S. S.; LIU, Q. R.; LIU, Z. L. Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais*. **Biochemical Systematics And Ecology**, v. 38, n. 4, p. 489-492, 2010.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; G. JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G..

Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GODIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos Essenciais para *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1885 (coleoptera: curculionidae). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, v.10, n.6, p. 54-69, 2023.

CONTINI, E., MOTA, M. M., MARRA, R., BORGHI, E., DE MIRANDA, R. A., DA SILVA, A. F., MENDES, S. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Embrapa Milho e Sorgo- Nota Técnica/Nota Científica, p. 1-45, 2019.

COPATTI, C. E.; MARCON, R. K.; MACHADO, M. B. Avaliação de dano de *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Laemophloeus minutus* em grãos de arroz armazenados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 855–860, 2013.

COSTA, H. N.. Alterações histofisiológicas e nutricionais em populações de *Anthonomus grandis* submetidas aos óleos essenciais de *Juniperus virginiana* e *Melaleuca alternifolia* em comparação a beta-ciflutrina. In: COSTA, H. N. Bioquímica e fisiologia comparada de populações de *Anthonomus grandis* boheman (Coleoptera: Curculionidae) expostas a piretroides e óleos essenciais. Recife: Ufrpe, 2021. Cap. 3. p. 56-74.

DUTRA, K. A.; OLIVEIRA, J. V.; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R. S.; SANTOS, J. P. O. Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: chrysomelidae). **Journal Of Stored Products Research**, [S.L.], v. 68, p. 25-32, 2016.

EL-BAKRY, A. M.; YOUSSEF, H. F.; ABDEL-AZIZ, N. F.; SAMMOUR, E. A.. Insecticidal potential of Ag-loaded 4A-zeolite and its formulations with *Rosmarinus officinalis* essential oil against rice weevil (*Sitophilus oryzae*) and lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*). **Journal Of Plant Protection Research**, v. 59, n. 3, p. 324-333, 2019.

ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. Tecnologia de armazenagem em sementes. Campina Grande: UFCG, Cap. 7, v. 1, p. 371-402, 2006.

FAZOLIN, M.; COSTA, C. R.; DAMASCENO, J. E. O.; ALBUQUERQUE, E. S.; CAVALCANTE, A. S. S.; ESTRELA, J. L. V. Fumigação de milho para o controle do gorgulho utilizando caule de *Tanaecicum nocturnum* (Bignoniidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 1-6. 2010.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Atividade inseticida do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum

(Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: curculionidae). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 599-603, 2007.

FERNANDES, E. T.; FAVERO, S.. Óleo essencial de *Schinus molle* L. para o controle de *Sitophilus zeamais* Most.1855 (Coleoptera:Curculionidae) em milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 225-231, 2014.

FERREIRA, M. J. M.; VIANA JÚNIOR, M. M. A expansão do agronegócio no semiárido cearense e suas implicações para saúde, o trabalho e o ambiente. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 20, n. 58, p. 649-660, 2016.

FILHO, T. M. M. M.; CAMARGO, R. S.; MENEZES, C. W. G.; ZANUNCIO, J. C.; OSORIO, A. M. B.; FERRAZ, V. P.; BRITO, E. S. G.; ARAÚJO, C. R. R. Chemical composition of *Cymbopogon flexuosus* (Poaceae) essential oil, its insecticidal and repellency activity against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae). **International Journal Of Tropical Insect Science**, v. 42, n. 3, p. 2701-2708, 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 15 de agosto de 2022.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GONZALEZ CORREA, Y. D. C.; FARONI, L. R.A.; HADDI, K.; OLIVEIRA, E. E.; PEREIRA, Eliseu José G.. Locomotory and physiological responses induced by clove and cinnamon essential oils in the maize weevil *Sitophilus zeamais*. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, v. 125, p. 31-37, nov. 2015.

GONZÁLEZ-GUÍÑEZ, R.; SILVA-AGUAYO, G.; URBINA-PARRA, A.; GERDING-GONZÁLEZ, M. Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (Myrtaceae) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Chilean Journal Of Agricultural & Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 204-2016, 2016.

HEIDARI, F.; SARAILOO, M.; GHASEMI, V.; NADIMI, A. Toxic and oviposition deterrence activities of essential oils from *Citrus sinensis* (L.) Osbeck and *Citrus paradisi* (Macfarlane) fruit peel against adults of *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal Of Crop Protection**, v. 6, n. 1, p. 79-88, 2017.

HO, S.H.; CHENG, L.P.L.; SIM, K.Y.; TAN, H.T.W. Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. and Perry) as a grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Postharvest Biology And Technology**, v. 4, n. 1-2, p. 179-183, 1994.

HOUDA, A.; ALI, B.; AHMED, A.; SALAH,O.; YAZID, F. Chemical Composition, Antimicrobial And Insecticidal Activities Of *Citrus paradisi* Peel Essential Oil From Algeria. **Journal Of Microbiology, Biotechnology And Food Sciences**, v. 9, n. 6, p. 1093-1098, 2020.

HUANG, Y.; HO, S.; LEE, H.; YAP, Y. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol

and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: curculionidae) and *Tribolium castaneum* (herbst). **Journal Of Stored Products Research**, v. 38, n. 5, p. 403-412, 2002.

HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H.. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal Of Stored Products Research**, v. 36, p. 107-117, 2000.

KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; SINGKORNARD, S.; MATTA, F. B.. Essential Oils from Six Herbal Plants for Biocontrol of the Maize Weevil. **Hortscience**, v. 45, n. 4, p. 592-598, 2010.

KHANI, M.; MAROUF, A.; AMINI, S.; YAZDANI, D.; FARASHIANI, M. E.; AHVAZI, M.; KHALIGHI-SIGAROODI, F.; HOSSEINI-GHARALARI, A. Efficacy of Three Herbal Essential Oils Against Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: curculionidae). **Journal Of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 4, p. 937-950, 2017.

KISTLER, L.; MAEZUMI, S. Y.; SOUZA, J. G.; PRZELOMSKA, N. A. S.; COSTA, F. M.; SMITH, O.; LOISELLE, H.; RAMOS-MADRIGAL, J.; WALES, N.; RIBEIRO, E. R. Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. **Science**, v. 362, n. 6420, p. 1309-1313, 2018.

KLAUCK, V.; PAZINATO, R.; VOLPATO, A.; SANTOS, D. S.; SANTOS, R. C. V.; BALDISSERA, M. D.; SILVA, A. Sc.. Insecticidal effect of several essential oils against *Musca domestica*. **Comparative Clinical Pathology**, v. 27, n. 1, p. 167-172, 2017.

LAZNIK, Z.; VIDRIH, M.; TRDAN, S. Efficacy of four essential oils against *Sitophilus granarius* (L.) adults after short-term exposure. **African Journal Of Agricultural Research**, [S.L.], v. 7, n. 21, p. 3175-3181, 2012.

LAZZARI, F. A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Curitiba: Paranaset, 1997. 148 p.

LIU, Z. L.; LIU, S. L.; YANG, K.; CHU, S. S.; LIU, Q. Z.; DU, S. S. Chemical composition and toxicity of essential oil of *Boenninghausenia sessilicarpa* (Rutaceae) against two grain storage insects. **Journal Of Medicinal Plants Research**, v. 6, n. 15, p. 2920-2924, 2012.

LONDRES, F. Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Justiça Ambiental; Articulação Nacional de Agroecologia, 2012.

LOPES, C. V. A; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde debate*. 42(117): 518-534, 2018.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais do Brasil: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LORINI, I. et al. Manejo de pragas de armazenamento em grandes culturas. **Revista Cultivar**, 2003.

LORINI, I. Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados. Passo

Fundo: **Embrapa**, 2008.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. **Embrapa**, 2015.

MATOS, L. F.; BARBOSA, D. R. S.; LIMA, E. C.; DUTRA, K. A.; NAVARRO, D. M. A. F.; ALVES, J. L. R.; SILVA, G. N. Chemical composition and insecticidal effect of essential oils from *Illicium verum* and *Eugenia caryophyllus* on *Callosobruchus maculatus* in cowpea. **Industrial Crops And Products**, v. 145, 2020.

MERCÊS, P.; SILVA-BESSA, C. M. A.; MALAFAIA, C. B.; CÂMARA, C. A. G.; SILVA, M. M. C.; SILVA, P. C. B.; NAVARRO, D. M. A. F.; NAPOLEÃO, T. H.; CORREIA, M. T. S.; SILVA, M. V. Caracterização fitoquímica e avaliação do potencial acaricida e inseticida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. var. *courbaril* sobre o ácaro-rajado e o gorgulho do milho. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**, p. 417-428, 2018.

MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, E. M.; MORENO, S. C.; MARTINS, J. C.. Uso de Inseticidas Botânicos no Controle de Pragas. Controle Alternativo de Pragas e Doenças, p. 89-120, 2005.

NASCIMENTO, A. B. C.; REIS, D. M.; MENDES, D. R. A.; C. JUNIOR, E. S.; BARBOSA, D. R. S. Toxicidade por contato do óleo essencial *Eugenia caryophyllus* Spreng *Sitophilus zeamais*, p. 1-7, 2019.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. E. Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). **Journal Of Stored Products Research**, v. 45, n. 3, p. 212-214, 2009.

OBENG-OFORI, D.; REICHMUTH, Ch.; BEKELE, J.; HASSANALI, A.. Biological activity of 1,8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *Journal Of Applied Entomology*, v. 121, n. 1-5, p. 237-243, 1997.

PADIN, S.; RINGUELET, J. A.; BELLO, Dal; CERIMELE, E. L.; RE, M. S.; HENNING, C. P.. Toxicology and Repellent Activity of Essential Oils on *Sitophilus oryzae* L. And *Tribolium castaneum* Herbst. **Journal Of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 7, n. 4, p. 67-73, 2000.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Embrapa – Circular Técnica, Sete Lagoas, v. 75, p. 1-6, 2006.

PAIXÃO, M. F.; AHRENS, D. C.; BIANCO, R. OHLSON, O. C.; SKORA NETO, F.; SILVA, F. A.; CAIEIRO, J. T.; NAZARENO, N. R. X. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 3, 2009.

PAULIQUEVIS, C. F.; FAVERO, S. Atividade inseticida de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* sobre *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Engenharia**

**Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1192-1196, 2015.

PARK, I. K.; SHIN, S. C.. Fumigant Activity of Plant Essential Oils and Components from Garlic (*Allium sativum*) and Clove Bud (*Eugenia caryophyllata*) Oils against the Japanese Termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4388-4392, 2005.

PEREIRA, R. S. P. Toranja: benefícios e riscos para a saúde. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Nutrição, Faculdade Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2017.

PICHERSKY, E.; NOEL, J. P.; DUDAREVA, N. Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity. **Science**, v.311, p. 808-811, 2006.

POSSAMAI, J.P.; PESCADOR, A.; MAYERLE, S.F. Equilíbrio espacial de preços com estoque regulador. **Production**, v. 24, p. 861-871, 2014.

POTRICH, M. Associação de variedades resistentes de milho e fungos entomopatogênicos para o controle de *Sitophilus spp.* Marechal Cândido Rondon, PR, 2006, 131p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

PRATES, H.T.; SANTOS, J.P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. **Embrapa**. Sete lagoas.

RESTELLO, R. M.; MENEGATT, C.; MOSSI, A. J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 304-307, jun. 2009.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.

RIBEIRO, B. M. Resistência de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) a inseticidas: Detecção e mecanismos. 2001. f. 51. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

RIBEIRO, B.M.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E. E.; SANTOS, J. P. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.39, n.1. p. 21–31, 2003.

RIBEIRO, I. A. T. A.; SILVA, R.; SILVA, A. G.; MILET-PINHEIRO, P.; PAIVA, P. M. G.; NAVARRO, D. M. A. F.; SILVA, M. V.; NAPOLEÃO, T. H.; CORREIA, M. T. S. Chemical characterization and insecticidal effect against *Sitophilus zeamais* (maize weevil) of essential oil from *Croton rudolphianus* leaves. *Crop Protection*, v. 129, p. 105043, mar. 2020.

Robertson, J. L; Preisler, H. K. Pesticide bioassays with arthropods (127p). California: CRC Press. 1992.

RODRIGUES, A. C.; WIATER, G.; PUTON, B. M. S.; MIELNICZKI-PEREIRA, A. A.; PAROUL, N.; CANSIAN, R. L.. Atividade Repelente e Inseticida do Óleo Essencial de *Baccharis dracunculifolia* D.C. sobre *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. **Perspectiva**, v. 43, n. 161, p. 123-130, 2019.

ROSA, J. S.; OLIVEIRA, L.; SOUSA, R. M. O. F.; ESCOBAR, C. B.; FERNANDES-FERREIRA, M. Bioactivity of some Apiaceae essential oils and their constituents against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae). **Bulletin Of Entomological Research**, v. 110, n. 3, p. 406-416, 2019.

ROSSETTO, C. J. O complexo de *Sitophilus spp* (Coleoptera: Curculionidae) no Estado de São Paulo. *Bragantia*, v. 28, p. 127-148, 1969.

ROTIMI, J.; EKPERUSI, O.A.. Effectiveness of citrus oils as cowpea seed protectant against damage by the Cowpea Bruchid *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleopteran: Bruchidae). *Adv. Appl. Sci. Res.*, v. 3, n. 6, p. 3540-3544, 2012.

SAGHEER, M.; MANSOOR-UL-HASAN; ALI, Z.; YASIR, M.; ALI, Q.; ALI, K.; MAJID, A.; KHAN, F. Z. A. Evaluation Of Essential Oils Of Different Citrus Species Against *Trogoderma Granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) Collected From Vehari And Faisalabad Districts Of Punjab, Pakistan. **Pakistan Entomologist**, v. 35, n. 1, p. 37-41, 2013.

SANTOS, A.A. Interferência de Óleos Essenciais em Parâmetros Sensoriais, Biológicos e Reprodutivos de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Erebidae). 122 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal rural de Pernambuco. 2019.

SANTOS, A., K.; FARONI, Lêda R. D.; GUEDES, Raul N. C.; SANTOS, Jamilton P.; ROZAZDO, Adriano F. Nível de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 273-279, jul. 2002

SANTOS, J. P.; MAIA, J. D.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 25, n. 12 p. 1687- 1692, 1990.

SANTOS, P. E. M.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.. Susceptibility of *Sitophilus zeamais* populations to the essential oil from leaves of *Croton pulegioidorus*. **Acta Biológica Paranaense**, v. 51, p. 1-10, 2022.

SANTOS, P. E. M.; SILVA, A. B.; LIRA, C. R. I. M.; MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. Contact Toxicity of Essential Oil of *Croton pulegioidorus* Baill on *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 329-335, 2019.

SHAWER, R.; EL-SHAZLY, M. M.; KHIDER, A. M.; BAESHEN, R. S.; HIKAL, W. M.; KORDY, A. M. Botanical Oils Isolated from *Simmondsia chinensis* and *Rosmarinus officinalis* Cultivated in Northern Egypt: Chemical Composition and Insecticidal Activity Against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (herbst). *Molecules*, v. 27, n. 14, p. 4383, 2022.

SIGHAMONY, S.; ANEES, I.; CHANDRAKALA, T.; OSMANI, Z.. Efficacy of certain indigenous plant products as grain protectants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). **Journal Of Stored Products Research**, v. 22, n. 1, p. 21-23, 1986.

SILVA, D. F. G.; AHRENS, D. C.; PAIXÃO, M. F.; NETO, F. S.; ROMEL, C. C.; COMIRAN, F.; NAZARENO, N. R. X.; COELHO, C. J. Tratamento de milho em grão e

espiga com pós inertes no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 143-151, 2012.

SILVA, P. H.; TRIVELIN, P. C. O.; GUIRADO, N.; AMBROSANO, E. J.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; ARÉVALO, R. A. Controle alternativo de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae) em grãos de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 902-905, 2007.

SILVA, T. L.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; BADJI, C. A.; MORATO, R. P. Leaf Essential Oil from *Croton pulegioides* Baill Shows Insecticidal Activity Against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 354-363, 2019.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos essenciais. In: Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P.; Gosmann, G; Mello, J. C. P. Farmacognosia. Da planta ao medicamento, p.387-415, 1999.

SOUZA, A. W. A.; PIRES G. A. Revisão de literatura: Milho. Rio Branco, AC. 2013. p. 21.

STEWART, C. D.; JONES, C. D.; SETZER, W. N.. Essential oil compositions of *Juniperus virginiana* and *Pinus virginiana*, two important trees in Cherokee traditional medicine. **American Journal Of Essential Oils And Natural Products**, v. 2, n. 2, p. 17-24, 2014.

TAHGHIGHI, A.; MALEKI-RAVASAN, N.; DJADID, N. D.T; ALIPOUR, H.; AHMADVAND, R.; KARIMIAN, F.; YOUSEFINEJAD, S. GC–MS analysis and anti-mosquito activities of *Juniperus virginiana* essential oil against *Anopheles stephensi* (Diptera: culicidae). **Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine**, v. 9, n. 4, p. 168, 2019.

TAPONDJOU, A.L.; ADLER, C.; FONTEM, D.A.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C.. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal Of Stored Products Research**, v. 41, n. 1, p. 91-102, 2005.

TAVARES, M. A. G. C.. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae). 71 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2002.

TAVARES, M. A. G. C; VERDRAMIM, José D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, Piracicaba, v. 34, n. 2, p. 319-323, 2005.

TEKE, M. A.; MUTLU, Ç. Insecticidal and behavioral effects of some plant essential oils against *Sitophilus granarius* L. and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal Of Plant Diseases And Protection**, v. 128, n. 1, p. 109-119, 2020.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C.. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 4, p. 303-309, 2005.

UDDIN, Md. A.; SHAHINUZZAMAN, Md.; RANA, Md. S.; YAAKOB, Z. Study of

Chemical Composition and Medicinal Properties of Volatile Oil from Clove Buds (*Eugenia caryophyllus*). **International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research**, v. 8, n. 2, p. 895-899, 2017.

VEIGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Revista Química nova**, v. 26, n. 3, p.390-400, 2003.

WOLFFENBUTTEL, A. N. Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia: abordagem técnica e científica. São Paulo: Roca, 2010.

YANG, Y. C.; LEE, S. H.; LEE, W. J.; CHOI, D. H.; AHN, Y. J.. Ovicidal and Adulticidal Effects of *Eugenia caryophyllata* Bud and Leaf Oil Compounds on *Pediculus capitis*. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 51, n. 17, p. 4884-4888, 2003.

YAZDGERDIAN, A. R.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B.. Insecticidal effects of essential oils against woolly beech aphid, *Phyllaphis fagi* (Hemiptera: Aphididae) and rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal Of Entomology And Zoology**, v. 3, n. 3, p. 265-271, 2015.

YILDIRIM, E.; KORDALI, S.; YAZICI, G.. Insecticidal effects of essential oils of eleven plant species from Lamiaceae on *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Romanian Biotechnological Letters**, v. 16, n. 6, p. 6702-6709, 2011.

YOHANA, R.; CHISULUMI, P. S.; KIDIMA, W.; TAHGHIGHI, A.; MALEKI-RAVASAN, N.; KWEKA, E. J. Anti-mosquito properties of *Pelargonium roseum* (Geraniaceae) and *Juniperus virginiana* (Cupressaceae) essential oils against dominant malaria vectors in Africa. **Malaria Journal**, v. 21, n. 1, p. 1-15, 2022.