



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA JÉSSICA PEREIRA ALVES

**ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp.
SOBRE *Sitophilus zeamais* EM MILHO ARMAZENADO**

Serra Talhada – PE

2023

MARIA JÉSSICA PEREIRA ALVES

**ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp. 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: Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Coorientadora: Cláudia Helena Cysneiros Matos 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)

- A474a Alves, Maria Jéssica Pereira
Atividade inseticida de óleos essenciais de Citrus spp. sobre Sitophilus zeamais em milho armazenado /
Maria Jéssica Pereira Alves. - 2023.
57 f. : il.
- Orientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.
Coorientadora: Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2023.
1. Gorgulho-do-milho. 2. Curculionidae. 3. Toxicidade. 4. Contato e Ingestão. 5. Repelência. I. Oliveira,
Carlos Romero Ferreira de, orient. II. Oliveira, Claudia Helena Cysneiros Matos de, coorient. III. Título

MARIA JÉSSICA PEREIRA ALVES

**ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp. 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. Carlos Romero Ferreira de Oliveira (Presidente/Orientador)
UFRPE/UAST

Profa. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira (2° TITULAR)
UFRPE/UAST

Profa. Ana Maria Camelo da Silva Medeiros (3° TITULAR)
IF Sertão - PE

Serra Talhada – PE

2023

A Deus, por me manter fortalecida durante a caminhada, em especial aos meus pais por todo amor e apoio, a minha avó paterna e meu avô materno (*in memoriam*), cuja presença foi essencial na minha vida, aos meus irmãos, cunhadas, sobrinhos e amigos, por toda contribuição na minha formação pessoal e acadêmica.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força diária para enfrentar as adversidades da vida durante essa caminhada, por me manter empenhada apesar de muitas vezes pensar em desistir, pela coragem e desejo de finalizar esse ciclo.

Aos meus pais, Ivo Alves Barros e Claudete Pereira Campos Alves, por todo amor, incentivo, dedicação, e ajuda ao longo desses anos, simplesmente sou agraciada por tê-los em minha vida.

A Laís Maia por acreditar sempre em mim e extrair o melhor da minha pessoa, ela e o seu poder de ressignificar tudo.

Aos meus irmãos, cunhadas e sobrinhos, por revigorarem a minha alma, por nutrirem meu corpo e mente nos momentos em que mais precisei, quantas saudades eu senti e sinto todos os dias independentemente da distância.

Aos meus amigos de curso e de vida, em especial, Robson, Adão, Sara, Ashley, Daniele, Heitor, Amanda, Beatriz, Higor, Marcos, Ana Maria, Wilma, Mayara Paulla, pelas gargalhadas gostosas nos dias bons e ruins, confidências de cada um para comigo, companheirismo, bebedeiras, nada teria sentido sem vocês, amo todos.

Aos estagiários do NEA, principalmente aos meus amigos de grãos, Marynara e Aline pela recepção no grupo e pelos ensinamentos iniciais, Priscila e Allysson, por dividirmos choros, alegrias e perrengues diários, e por fim Lucas, por trazer leveza já nesse finalzinho de ciclo, sou grata a cada um pela construção de um laço afetivo que será para toda a vida.

Ao meu orientador, prof. Carlos Romero Oliveira, e a minha coorientadora profa. Cláudia Helena Oliveira, pela oportunidade, orientação e auxílio.

A Patrick Émerson pela disponibilidade e ajuda com os meus dados.

Aos docentes do curso, guardo admiração e ensinamentos de cada um, e a todos os funcionários da unidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante alguns anos, possibilitando, assim, o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

“Ainda bem que sempre existe outro dia. E outros sonhos. E outros risos. E outras pessoas. E outras coisas.”

- Clarice Lispector

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande valor econômico e social. Sua produção é destaque mundial, porém, ocorrem perdas significativas que são ocasionadas por ataques de insetos. Dentre os insetos que acometem os produtos armazenados, merece destaque o coleóptero *Sitophilus zeamais* (Curculionidae), o qual causa efeitos danosos aos grãos. Tendo em vista o uso indiscriminado de inseticidas sintéticos para o controle de insetos-pragas, métodos alternativos estão sendo cada vez mais estudados, como a utilização de compostos vegetais, destacando-se os óleos essenciais (OEs). Desse modo, este estudo teve por objetivo avaliar a toxicidade dos OEs de laranja amarga (*Citrus aurantium*), laranja doce (*Citrus sinensis*), tangerina (*Citrus reticulata*) e bergamota (*Citrus bergamia*) sobre *Sitophilus zeamais*. Os testes realizados foram pela via de contato e ingestão com a finalidade de estimar as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) de cada óleo. Com as concentrações estimadas, realizou-se posteriormente o teste de repelência com as CL₅₀ sobre o inseto. Foram avaliados os quatro OEs no teste de contato e ingestão utilizando diferentes concentrações (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 µL/20g) por um período de 48h, utilizando 10 insetos, 20g de milho, em 5 repetições. No teste de repelência aplicou-se as concentrações letais (CL₅₀) isoladamente dos quatro OEs, utilizando 10 insetos, 20g de milho, em 10 repetições, confinados por 48h. No teste de contato e ingestão, contabilizou-se as percentagens de mortalidade dos insetos e no teste de repelência os insetos atraídos, além do número de adultos emergidos em cada tratamento. No teste de contato e ingestão observou-se diferenças significativas nas menores concentrações, sendo os OEs mais tóxicos, laranja amarga (*C. aurantium*) e bergamota (*C. bergamia*). Pelo Índice de Repelência (IR) observou-se que os quatro OEs utilizados apresentaram efeito repelente em todas as concentrações testadas. Não houve diferença significativa na emergência de *S. zeamais* nos grãos de milho tratados, indicando que atuaram como inibidores para a oviposição e/ou apresentaram efeito ovicida/larvicida. Portanto, constatou-se que os OEs mostraram ser promissores para o manejo de *S. zeamais* em grãos armazenados.

Palavras-Chave: Óleos essenciais, *Citrus* spp., Efeito repelente, *Sitophilus zeamais*, Milho armazenado.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is a cereal of great economic and social value. Its production is a world highlight, but there are significant losses caused by insect attacks. Among the insects that affect stored products, the coleopteran *Sitophilus zeamais* (Curculionidae) stands out, which causes damaging effects to the grain. In view of the indiscriminate use of synthetic insecticides to control insect pests, alternative methods are being increasingly studied, such as the use of plant compounds, particularly essential oils (EOs). The aim of this study was to assess the toxicity of the EOs of bitter orange (*Citrus aurantium*), sweet orange (*Citrus sinensis*), mandarin (*Citrus reticulata*) and bergamot (*Citrus bergamia*) on *Sitophilus zeamais*. The tests were carried out by contact and ingestion in order to estimate the lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of each oil. Once the concentrations had been estimated, the repellency test was carried out with the LC₅₀ on the insect. The four EOs were evaluated in the contact and ingestion test using different concentrations (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 µL/20g) for a period of 48 hours, using 10 insects, 20g of maize, in 5 repetitions. In the repellency test, the lethal concentrations (LC₅₀) of the four EOs were applied alone, using 10 insects, 20g of maize, in 10 repetitions, confined for 48 hours. In the contact and ingestion test, the percentages of insect mortality were counted and in the repellency test the insects attracted, as well as the number of adults that emerged in each treatment. In the contact and ingestion test, significant differences were observed at the lowest concentrations, with the most toxic EOs being bitter orange (*C. aurantium*) and bergamot (*C. bergamia*). The Repellency Index (RI) showed that the four EOs used had a repellent effect at all the concentrations tested. There was no significant difference in the emergence of *S. zeamais* on the treated maize kernels, indicating that they acted as oviposition inhibitors and/or had an ovicidal/larvicidal effect. Therefore, it was found that the EOs were promising for the management of *S. zeamais* in stored grain.

Keywords: Essential oils, *Citrus* spp., Repellent effect, *Sitophilus zeamais*, Stored maize.

LISTA DE FIGURAS

Fundamentação Teórica

Figura 1.	Aspecto geral do milho (<i>Zea mays</i> L.)	5
Figura 2.	Aspecto geral do inseto adulto (<i>Sitophilus zeamais</i>)	6
Figura 3.	Aspecto geral de óleos essenciais cítricos (<i>Citrus</i> spp.)	8

Artigo

Figura 1.	Criações de <i>Sitophilus zeamais</i> em condições de laboratório.....	13
Figura 2.	(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>S. zeamais</i>	16
Figura 3.	Aspecto geral das arenas utilizadas nos testes de repelência.....	18
Figura 4.	Concentrações letais do óleo essencial de Laranja Amarga (<i>C. aurantium</i>), estimadas para <i>S. zeamais</i> , pela via de contato e ingestão	19
Figura 5.	Concentrações letais do óleo essencial de Laranja Doce (<i>C. sinensis</i>), estimadas para <i>S. zeamais</i> , pela via de contato e ingestão	19
Figura 6.	Concentrações letais do óleo essencial de Tangerina (<i>C. reticulata</i>), estimadas para <i>S. zeamais</i> , pela via de contato e ingestão	20
Figura 7.	Concentrações letais do óleo essencial de Bergamota (<i>C. bergamia</i>), estimadas para <i>S. zeamais</i> , pela via de contato e ingestão	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição química do óleo essencial de Laranja Amarga (<i>C. aurantium</i>)	14
Tabela 2.	Composição química do óleo essencial de Laranja Doce (<i>C. sinensis</i>)	14
Tabela 3.	Composição química do óleo essencial de Laranja Tangerina (<i>C. reticulata</i>)	15
Tabela 4.	Composição química do óleo essencial de Bergamota (<i>C. bergamia</i>)	15
Tabela 5.	Efeito repelente de <i>Citrus</i> spp. sobre adultos de <i>S. zeamais</i> , após 48 horas de exposição	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CL – Concentração letal

CL₅₀ – Concentração letal necessária para matar 50% dos insetos

CL₉₀ – Concentração letal necessária para matar 90% dos insetos

B.O.D – Demanda Bioquímica de Oxigênio

μL – Microlitro

g – Grama

OEs – Óleos essenciais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo Geral	3
2.2	Objetivos Específicos.....	3
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
3.1	O Milho (<i>Zea mays</i> L.)	4
3.2	<i>Sitophilus zeamais</i>	5
3.3	Óleos essenciais.....	7
3.4	Óleo essencial de Laranja Amarga.....	8
3.5	Óleo essencial de Laranja Doce	9
3.6	Óleo essencial de Tangerina	9
3.7	Óleo essencial de Bergamota.....	9
4.	ARTIGO	10
4.1	INTRODUÇÃO	11
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	13
4.2.1	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
4.2.2	CRIAÇÃO DOS INSETOS	13
4.2.3	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Citrus</i> spp.....	14
4.2.4	AVALIAÇÃO DO EFEITO DE CONTATO E INGESTÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Citrus</i> spp. SOBRE <i>S. zeamais</i>	16
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	
	ANEXO I	

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma gramínea que pertence à família Poaceae, uma das culturas de cereais mais produzida em todo o mundo, superando outras culturas como o trigo e o arroz. Sua relevância socioeconômica vem ganhando destaque cada vez mais, principalmente como fonte de alimento para humanos e animais. No Brasil, a demanda do milho ganha mais espaço nas regiões Centro Oeste, Sul e Sudeste, e sua importância é bastante ampla pois a produção desse cereal pode ocorrer por agricultores de subsistência, que armazenam os grãos por meses após a colheita, podendo ser cultivado e consumido diretamente, como em larga escala, na qual se utiliza do uso de inovações tecnológicas e mão-de-obra qualificada, sendo destinados a níveis nacionais e internacionais (Araújo, *et al.*, 2023; Silva, *et al.*, 2023; Pereira; Abud, Lima, 2023; Paterniani; Denucci, 2022).

Durante o armazenamento, os grãos de milho ficam propícios ao ataque de insetos-praga, e a praga principal que acomete essa cultura é o *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae), conhecido popularmente como gorgulho-do-milho. Esse coleóptero se destaca por causar efeitos danosos aos grãos íntegros e sadios, interferindo assim na qualidade para consumo. Os pequenos agricultores são os mais suscetíveis a terem perdas qualitativas e quantitativas quando ocorre uma infestação grave de insetos-praga, lhe restando na maioria das vezes fazer anúncios em mercados com preços mais baixos que o habitual, evitando perda total da colheita, contribuindo assim para a propagação desta praga. Desta forma, o comércio facilita efetivamente para a distribuição desta praga tanto local como mundialmente (Lopes, *et al.*, 2023; Baltzegar; Gould, 2023).

A utilização de inseticidas convencionais tem trazido danos ao meio ambiente e a saúde humana. Por isso, a fim de reduzir esses impactos negativos, se faz necessário buscas por novas alternativas promissoras, principalmente, visando os pequenos produtores. O método alternativo mais estudado nos últimos anos tem sido o uso de inseticidas botânicos, e países como Brasil e Chile, por exemplo, têm disparado significativamente quanto a utilização desses produtos (Isman, 2006; Lopes *et al.*, 2023).

Os óleos essenciais (OEs) e seus compostos, como alcalóides e flavonóides, oriundos do metabolismo da planta, têm sido importantes para o controle de insetos-praga, principalmente por terem rápida degradação no ambiente e baixa toxicidade

para o aplicador. Além disso, o uso de plantas com atividade inseticida, possibilita que os diversos tipos de alimentos não sejam contaminados, podendo ser consumido sem nenhum resíduo que prejudique ao ser humano, ou seja, tudo isso se torna promissor, sustentável e seguro (Steinhaus *et al.*, 2023).

A família Rutaceae, pertencente a ordem Sapindales, possui diversas espécies de plantas amplamente conhecidas, as quais são encontradas mundialmente, principalmente em regiões tropicais e temperadas. Partes específicas da planta, como a folha, casca, entre outros, são potencialmente aplicáveis na agroquímica e medicina a partir de seus compostos bioativos. Geralmente os OEs cítricos têm efeito inseticida sobre vários insetos, como *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae), *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Pei *et al.*, 2023).

O gênero *Citrus* spp. compõe um vasto número de árvores, arbustos e arrudas da família Rutaceae, e é encontrado geralmente na Ásia e Austrália. As principais plantas cítricas são as laranjas, sendo algumas delas, laranja amarga e laranja doce, além de limões, toranjas, limas e pomelo. Essas plantas são definidas pelo seu sabor, aroma e também pela fonte de nutrientes responsáveis por fornecerem energia na alimentação humana (Pasdaran *et al.*, 2023).

As espécies de plantas cítricas como a Laranja amarga (*Citrus aurantium* var. *amara*), laranja doce (*Citrus sinensis*), Tangerina (*Citrus reticulata*) e Bergamota (*Citrus bergamia*), são de grande valor econômico, e seus óleos essenciais tem se tornado alternativas viáveis a alguns inseticidas tradicionais. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a toxicidade pela via de contato e ingestão e o efeito repelente dos óleos essenciais de laranja amarga (*C. aurantium*), laranja doce (*C. sinensis*), tangerina (*C. reticulata*) e bergamota (*C. bergamia*) sobre *Sitophilus zeamais*.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a atividade inseticida pela via de contato e ingestão e o efeito repelente de óleos essenciais de *Citrus* spp. sobre *Sitophilus zeamais*.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito de contato e ingestão de óleos essenciais de *Citrus* spp. sobre *S. zeamais*.
- Determinar as concentrações letais de óleos essenciais de *Citrus* spp. sobre adultos de *S. zeamais*.
- Avaliar o efeito repelente de óleos essenciais de *Citrus* spp. sobre *S. zeamais*.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O Milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura muito explorada e adaptável, se destacando pela sua grande produção mundial, sendo considerado o segundo grão mais produzido e de maior relevância nas mais diversas indústrias espalhadas por todo o mundo. Sua utilização já tem cerca de 10 mil anos, desde então, esse cereal vem sendo cultivado principalmente para fins alimentícios (humanos e animais), desde rações, forragem conservada, derivados e matéria prima. Essa gramínea pertencente à família Poaceae, é semeada tanto pelos pequenos produtores em escala familiar quanto comercialmente em larga escala, ambos visam produções elevadas e o seu baixo custo. Os grãos de milho são valorizados pela sua composição, pois é rico em carboidratos (amido) e lipídeos (óleos), ambos compostos essenciais para os consumidores (Silva, *et al.*, 2019; Cristino, 2019; Minks, 2019; Borghi, *et al.*, 2017; Galvão, *et al.*, 2014; Paes, 2006).

Durante a armazenagem do milho, é necessária proteção contra o ataque dos insetos-praga, visto que sem condições adequadas, prejuízos podem ocorrer antes, durante e após a colheita (Tavares; Vendramim, 2005). Nesse sentido, cuidados e limpeza constante evita que ocorra perdas significativas de qualidade e afete diretamente a comercialização (Santos, 2006). Verificou-se que numa ocorrência de ataques aos grãos por insetos-pragas, estima-se que no Brasil cerca de 15% da produção seja comprometida (Pimentel, *et al.*, 2019). Sendo assim, o processo de armazenagem é uma das mais importantes etapas no que diz respeito à produção, garantindo que grãos com qualidade aceitável sejam comercializados (Campos, *et al.*, 2019; Cabral, 2011).

Dentre muitas causas que geram prejuízos à qualidade dos grãos inteiros, pode-se dizer que a principal é ocasionada pelos insetos-pragas e contaminações por fungos. Os fungos numa cultura de milho, são responsáveis por produzirem micotoxinas, essa contaminação de substâncias tóxicas (aflatoxinas), que possuem um histórico de danos à saúde do homem e animais domésticos. Diante disso, só é possível realmente prolongar o tempo de armazenagem do milho, se houver todo um processo de cuidados desde a semeadura até a colheita, além de avaliações

recorrentes, pois só dessa forma, evita-se a invasão de insetos e a perpetuação de fungos (Lahóz, 2008).

Figura 1. Aspecto geral do milho (*Zea mays* L.)



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

3.2 *Sitophilus zeamais*

Dentre as pragas associadas aos grãos armazenados, o gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) destaca-se como uma das mais importantes pragas, principalmente pela capacidade de sobreviver em expansões profundas na massa de grãos, pela grande quantidade de hospedeiros e pelo seu elevado potencial biótico (Carneiro, 2019; Albiero; Freiburger; Vanin, 2020; Vilarinho, 2012). Essa praga é conhecida popularmente pelos nomes caruncho ou gorgulho-do-milho, e um diferencial desse inseto-praga é a grande habilidade destrutiva que eles possuem, que vai desde a fase adulta até o estágio larval. Diferenças entre as fases são perceptíveis, podendo citar que os adultos geralmente causam danos aos grãos intactos e saudáveis, enquanto as larvas consomem diretamente o interior dos grãos (Almeida, *et al.*, 2006).

Em relação ao elevado potencial biótico que o gorgulho-do-milho possui, a fêmea por exemplo, durante a sua fase reprodutiva, passa por uma fase de postura dos ovos, depositando diretamente nos orifícios feitos nos grãos e que são realizados por ela mesma, além disso, também é responsável pela produção de uma substância considerada gelatinosa, que serve para fechar as lacunas (Brito, 2015). Seu ciclo

biológico médio de vida dura em torno de 142 dias para os machos e 140,5 dias para as fêmeas, as quais podem chegar a pôr em média 282,2 ovos cada. A incubação desse coleóptero varia entre 3 e 6 dias aproximadamente, e o ciclo de ovo e posteriormente emergência de insetos adultos é de 34 dias (Athié; Paula, 2002; Lorini, 2008).

O *S. zeamais* é considerado praga primária, podendo apresentar infestação cruzada, ou seja, podem infestar a cultura do milho tanto em armazéns quanto no campo. Dependendo da infestação, esse ataque traz prejuízos aos produtores e aos grãos. Os grãos sendo atacados, tem como consequência a redução de peso, baixo valor nutricional, deterioração dos grãos, fragmentos de insetos e a depreciação dos produtos e subprodutos. Essa ingestão do interior do grão por larvas e adultos podem trazer danos significativos, resultando em perdas mais complexas ou mesmo a perda total do cultivo (Lorini, *et al.*, 2015; Paixão, *et al.*, 2009).

Na fase adulta, *S. zeamais* possui diversas características que se estende desde o seu comprimento até a sua coloração. Seu comprimento por exemplo, varia entre 2,0 e 3,5mm, sua cabeça projeta-se numa direção para frente e o rostro é recurvado. Diferentemente dos machos, em que a cabeça e o rostro são menores e mais largo, nas fêmeas, esse rostro segue um formato um pouco mais alongado e estreito. Quanto a sua coloração, é de cor castanha- escura, e na região das suas asas anteriores é notável manchas mais claras, definidas por élitro. As larvas possuem uma coloração amarelo-clara e a cabeça de coloração marrom-escura, já as pupas são compreendidas por serem brancas (Lorini *et al.*, 2015; Lorini, 2008).

Figura 2. Aspecto geral do inseto adulto (*Sitophilus zeamais*)



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

3.3 Óleos essenciais

Na procura por métodos naturais, os óleos essenciais têm se mostrado uma medida alternativa para o manejo de pragas. Os mesmos possuem substâncias promissoras de atividade inseticida/repelente a diversas espécies de coleópteros. Os OEs são oriundos do metabolismo secundário da planta, que podem agir com eficiência ou não diretamente nas funções fisiológicas e bioquímicas do inseto (Pauliquevis; Favero, 2015, p. 1193). Muitos componentes ativos estão presentes nos OEs como atividade inseticida, dentre eles o cianeto, enxofre, monoterpênóides, sesquiterpênóides, entre outros (Rajendran; Sriranjini, 2008, p. 128). Sabe-se que o rendimento dos óleos essenciais pode diversificar de acordo com os fatores ambientais, principalmente em relação a parte específica da planta que vai ser usada, método de extração, localização geográfica, época da coleta, dentre outros, e tudo isso pode influenciar diretamente na composição química (Trapp; Croteau, 2001).

Os óleos essenciais são líquidos oleosos, utilizados para proteção e atração de polinizadores. Sua formação ocorre em cavidades definidas como secretoras ou em tricomas glandulares, tendo seu odor e sabor diferentes, principalmente pela estrutura específica da planta que os possuem, como na casca, caule, fruto, flor e semente, e as diversas variações de compostos (fenilpropanóides ou terpenóides) dependem da família botânica das quais são extraídos. A família Rutaceae, por exemplo, é conhecida por apresentar grande potencial no controle de insetos-praga, e os órgãos da planta que acumulam os OEs são definidas como bolsas lisígenas ou esquizolisígenas (Sandes, *et al.*, 2012; Nascimento, 2016). Pelo fato de os OEs serem voláteis, ou seja, rapidamente degradáveis na natureza, seus métodos de extrações se diferenciam em hidrodestilação, prensagem a frio, enfloração, destilação por arraste a vapor, entre outros.

O método de extração da enfloração por exemplo, costuma utilizar geralmente pétalas de flores. Essa parte da planta é inserida sobre uma camada de gordura por um certo período de tempo e é mantida em temperatura ambiente. Posteriormente, essa gordura é mantida em álcool, que após isso passa por um processo de destilação e mantém a mesma temperatura baixa, e isso possibilita que o OE seja adquirido (Simões, *et al.*, 2017).

O método de hidrodestilação geralmente utiliza um material vegetal que, conseqüentemente, é inserido na água destilada. Já o vapor que é a junção da água destilada mais o óleo, segue por um condensador ocorrendo um resfriamento, no qual, formou-se o líquido resultante de duas fases, as quais são separadas em seguida. Já a destilação por arraste a vapor, tem algumas diferenças em relação a essa extração, pois o material vegetal utilizado entra em contato direto com o vapor de água e junção do vapor da água mais o OE, passando por fim pelo condensador, ocorrendo a separação do OE e da água (Simões, *et al.*, 2017).

O método de prensagem a frio extrai óleos essenciais de frutos. Inicia-se pela prensagem dos frutos em uma prensa hidráulica, possibilitando o corte das glândulas, onde há presença de óleo, e posteriormente a separação da água e do OE se dá pelos processos de decantação, além de destilação e centrifugação (Simões, *et al.*, 2017).

Figura 3. Aspecto geral de óleos essenciais cítricos (*Citrus* spp.)



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

3.4 Óleo essencial de Laranja Amarga

A laranja amarga (*Citrus aurantium* var. *amara*) é uma fruta que geralmente não é consumida *in natura* devido ao seu sabor amargo. Quanto a indústria, alguns produtos são produzidos, sendo eles, a pectina, vinhos, sucos para exportação, entre outros (Özbek, 2023). Conhecido popularmente por laranja-amarga, laranja-azedo ou laranja-da-terra, *C. aurantium* var. *amara* possui diversas atividades bioativas, dentre elas, antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias. Isso é decorrente da existência de alguns compostos secundários, que são os flavonóides, as antocianinas e os ácidos hidroxicinâmicos (Bortoluzzi; Schmitt; Mazur, 2020).

3.5 Óleo essencial de Laranja Doce

A laranja doce, *C. sinensis*, é considerada a espécie de citros de maior importância econômica e industrial, sendo rica em calorias e micronutrientes, como vitamina C, folato, cálcio, fibra, potássio e tiamina (Obayelu; Dairo; Olowe, 2022). É uma frutífera bastante comercializada, e isso deve-se ao seu sabor e seus nutrientes. Sua origem é decorrente do cruzamento entre outras espécies, como a tangerina e pomelo (Song *et al.*, 2023).

3.6 Óleo essencial de Tangerina

No Brasil, a tangerina (*C. reticulata*) encontra-se na sétima posição mundial no que diz respeito a sua produção, principalmente nas cidades de São Paulo e Minas Gerais. As tangerinas em geral são ricas em vitaminas, fibras, carotenóides, etc (Ramos *et al.*, 2023). O óleo essencial da tangerina (*C. reticulata*) é utilizado como fonte aditiva em produtos, seja para dar sabor ou fazer com que os produtos alimentícios prolonguem a sua utilidade (Rashed *et al.*, 2023).

3.7 Óleo essencial de Bergamota

A bergamota (*C. bergamia*), é um fruto que tem grande valor, principalmente por possuir polifenóis bioativos não só nas folhas, como também na própria fruta, podendo ser utilizada alternativamente no desenvolvimento de suplementação alimentar, além de alimentos funcionais e nutracêuticos (Siqueira, 2023). Seus óleos essenciais têm diversas aplicações nas indústrias, além de alimentícia, estão inseridos nos produtos cosméticos (Remigante *et al.*, 2023).

4. ARTIGO

Os resultados dessa pesquisa são apresentados na forma de artigo.

ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp. SOBRE *Sitophilus zeamais* EM MILHO ARMAZENADO

INSECTICIDE ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS OF *Citrus* spp. ON *Sitophilus zeamais* IN STORED MAIZE

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a toxicidade dos óleos essenciais de laranja amarga (*Citrus aurantium*), laranja doce (*Citrus sinensis*), tangerina (*Citrus reticulata*) e bergamota (*Citrus bergamia*) sobre *Sitophilus zeamais*. Foram realizados testes pela via de contato e ingestão, com a finalidade de estimar as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) de cada óleo. Posteriormente, avaliou-se o efeito repelente das CL₅₀ estimadas para os óleos sobre *S. zeamais*. Foram avaliados os quatro OEs no teste de contato e ingestão, utilizando diferentes concentrações (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 µL/20g) por um período de 48 horas, sobre 10 insetos adultos, em 5 repetições. No teste de repelência aplicou-se as concentrações letais (CL₅₀) isoladamente dos quatro OEs, utilizando 10 insetos, 20g de milho, em 10 repetições. No teste de contato e ingestão contabilizou-se as percentagens de mortalidade dos insetos, e no teste de repelência os insetos atraídos, além do número de adultos emergidos em cada tratamento. No teste de contato e ingestão observou-se diferenças significativas nas menores concentrações, sendo os OEs mais tóxicos, laranja amarga (*C. aurantium*) e bergamota (*C. bergamia*). Pelo Índice de Repelência (IR) observou-se que os quatro OEs utilizados apresentaram efeito repelente em todas as concentrações testadas. Não houve emergência de *S. zeamais* nos grãos de milho tratados, indicando que atuaram como inibidores para a oviposição e/ou tem efeito ovicida/larvicida. Portanto, constatou-se que os óleos essenciais mostraram ser promissores para o manejo de *S. zeamais* em grãos armazenados.

Palavras-chave: Gorgulho-do-milho; Curculionidae; Toxicidade; Contato e Ingestão; Repelência.

ABSTRACT: The aim of this study was to assess the toxicity of bitter orange (*Citrus aurantium*), sweet orange (*Citrus sinensis*), mandarin (*Citrus reticulata*) and bergamot (*Citrus bergamia*) essential oils on *Sitophilus zeamais*. Contact and ingestion tests were carried out to estimate the lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of each oil. Subsequently, the repellent effect of the CL₅₀ estimated for the oils on *S. zeamais* was evaluated. The four EOs were evaluated in the contact and ingestion test, using different concentrations (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 µL/20g) for a period of 48 hours, on 10 adult insects, in 5 repetitions. In the repellency test, the lethal concentrations (LC₅₀) of the four EOs were applied alone, using 10 insects, 20g of maize, in 10 repetitions. In the contact and ingestion test, the percentages of insect mortality were counted, and in the repellency test the insects attracted, as well as the number of adults

that emerged in each treatment. In the contact and ingestion test, significant differences were observed at the lowest concentrations, with the most toxic EOs being bitter orange (*C. aurantium*) and bergamot (*C. bergamia*). The Repellency Index (RI) showed that the four EOs used had a repellent effect at all the concentrations tested. There was no emergence of *S. zeamais* on the treated maize kernels, indicating that they acted as oviposition inhibitors and/or had an ovicidal/larvicidal effect. Therefore, the essential oils proved to be promising for the management of *S. zeamais* in stored grain.

Keywords: Maize weevil; Curculionidae; Toxicity; Contact and Ingestion; Repellency.

4.1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado um dos cereais mais produzidos, sendo cultivado nas mais variadas partes do planeta. De grande importância econômica e social, fornece diversos produtos com aplicações distintas, desde rações, produtos industriais, até alimentação humana e animal (PATERNIANI; DENUCCI, 2022). Segundo a Conab (2023), partindo do somatório das safras 2022/2023, estima-se uma produção de 126,9 milhões de toneladas de milho.

O gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) é uma das mais importantes pragas associadas aos grãos armazenados. Este coleóptero é uma praga de infestação cruzada, ou seja, podem infestar tanto no armazém quanto no campo, possui alto potencial biótico, além da capacidade de penetrar na massa de grãos, onde as larvas se desenvolvem e se alimentam. Os *S. zeamais* são consideradas pragas primárias e secundárias, ou seja, causam danos aos grãos intactos e sadios ao realizarem perfurações para ovipositarem e se alimentarem (MARTINS et al., 2022; WENNECK et al., 2020; MEIRELES, 2019; FIGUEIREDO, 2018).

O controle químico utiliza protetores sintéticos, sendo definido como o método tradicional de controle de pragas, conhecido por gerar efeitos residuais no solo por muitos anos, além de contaminar as águas subterrâneas e a biota aquática (NGEGBA et al., 2022; PIMENTEL et al., 2020). A aplicação recorrente desses produtos traz consequências indesejadas, como o surgimento de populações de insetos resistentes, contaminação de aplicadores, danos a organismos não-alvo, e resíduos ativos nos grãos e subprodutos (RODRIGUES et al., 2019; ARAÚJO, 2018; MARSARO JÚNIOR et al., 2005).

Na busca por métodos naturais, os óleos essenciais (OEs) têm se mostrado uma medida alternativa para o manejo de pragas, possuindo muitas vantagens em relação ao controle químico. Os óleos essenciais são oriundos do metabolismo secundário da planta, que podem agir com eficiência ou diretamente nas funções fisiológicas e bioquímicas do inseto (PAULIQUEVIS; FAVERO, 2015). Com a utilização de substâncias de origem vegetal tem-se observado resultados promissores, ao agir na mortalidade do inseto, ou efeitos secundários, atuando diretamente na deformação de fases jovens (larvas e pupas), além de reduzir a longevidade, fecundidade, e inibir a oviposição e o crescimento do inseto (SPLETOZER et al., 2021; MINKS, 2019).

Rutaceae é uma das famílias de plantas cítricas mais antigas, comercializadas e conhecidas popularmente, principalmente pelos seus efeitos benéficos à saúde humana. Seu primeiro cultivo registrado no planeta é datado no ano de 2100 a.C., e essa família possui mais de 160 gêneros e 2000 espécies, com algumas de importância econômica, ecológica e medicinal, estando distribuídas geograficamente nas regiões tropicais e subtropicais (SUN et al., 2021; DOSOKY; SETZER, 2018). O Brasil ocupa lugar de destaque na produção de óleos essenciais de citros (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009), e os princípios ativos desta família são encontrados, principalmente, nas folhas e caules, prematuramente antes da floração (BRASIL, 2015).

Por outro lado, o gênero *Citrus* spp. constitui o grupo de plantas aromáticas mais familiar, e seus óleos essenciais são os mais conhecidos pelas suas propriedades. As espécies cítricas possuem frutíferas importantes no que diz respeito ao seu valor nutricional, e geralmente apresentam habilidades em cruzar, produzindo híbridos intra ou intergenéticos. Algumas dessas variações pertencem à tangerina, laranja doce, laranja amarga, pomelo, lima e limão (SOFIYANTI et al., 2022; VIANA et al., 2015).

Dentre as espécies da família Rutaceae, do gênero *Citrus* spp., a laranja amarga (*Citrus aurantium*), laranja doce (*Citrus sinensis*), Tangerina (*Citrus reticulata*) e Bergamota (*Citrus bergamia*) são as que mais se destacam pelas suas aplicações aromaterapêuticas, medicinais, nas indústrias alimentares, na produção de bebidas, na utilização de cosméticos para os seres humanos, além de desempenhar eficientemente no controle de pragas (DOSOKY; SETZER, 2018).

O presente trabalho tem como objetivos avaliar a toxicidade do efeito repelente dos óleos essenciais de laranja amarga (*Citrus aurantium*), laranja doce (*Citrus*

sinensis), tangerina (*Citrus reticulata*) e bergamota (*Citrus bergamia*) sobre adultos de *Sitophilus zeamais*, pela via de contato e ingestão.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Serra Talhada – PE. Para a condução dos experimentos foram utilizadas populações do coleóptero *S. zeamais* oriundos do município de Serra Talhada-PE.

4.2.2 CRIAÇÃO DOS INSETOS

As populações de *S. zeamais* utilizadas nos experimentos foram mantidas em câmaras de Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O), à temperatura de 27 ± 2 °C, 24 h de escotofase e $70\pm 5\%$ de umidade relativa (Figura 1). Todos os insetos foram mantidos em condições de laboratório. Para a realização dos testes, insetos adultos com até três dias de idade, foram introduzidos em milho, durante 15 dias para realizarem a postura dos ovos nos grãos sadios e íntegros. Posteriormente, esses insetos adultos foram retirados e os recipientes das criações foram mantidos até a emergência da próxima geração. Foram utilizados grãos de milho como substrato alimentar para *S. zeamais* e para a realização dos testes. O milho foi colocado em freezer sob temperaturas elevadas, por um período de três dias, para a eliminação de qualquer possível infestação.

Figura 1: Criações de *Sitophilus zeamais* em condições de laboratório.



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

4.2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus spp.***Tabela 1.** Composição química do óleo essencial de Laranja Amarga (*C. aurantium*).

Pico	IR calc	Constituintes	%
1	953	β -pineno	1.0
2	965	mirceno	2.2
3	975	α -felandreno	0.8
4	1002	limoneno	1.7
5	1011	Z- β -ocimeno	0.7
6	1023	E- β -ocimeno	1.7
7	1077	linalool	23.2
8	1175	α -terpineol	6.2
9	1249	acetato de linalila	52.2
10	1365	acetato de nerila	2.5
11	1386	acetato de geranila	4.0
12	1426	β -cariofileno	0.8
		outros	3.0

Fonte: Via Aroma (2019)

Tabela 2. Composição química do óleo essencial de Laranja Doce (*C. sinensis*).

Pico	IR calc	Constituintes	%
1	921	α -pineno	0.5
2	954	sabineno	0.4
3	957	β -pineno	0.1
4	970	mirceno	1.8
5	980	α -terpineno	0.2
6	987	δ -3-careno	0.1
7	1001	p-cimeno	0.1
8	1008	limoneno	95.2
9	1036	γ -terpineno	0.1
10	1079	linalool	0.5
11	1177	α -terpineol	0.1
12	1195	decanol	0.2
13	1266	geranial	0.1
14	1499	α -farneseno	0.1
		outros	0.3

Fonte: Via Aroma (2020)

Tabela 3. Composição química do óleo essencial de Tangerina (*C. reticulata*).

Pico	IR calc	Constituintes	%
1	916	α -thujeno	0.1
2	922	α -pineno	0.8
3	955	sabineno	0.3
4	957	β -pineno	0.6
5	970	mirceno	1.8
6	988	δ -3-careno	0.1
7	1002	p-cimeno	0.8
8	1008	limoneno	90.0
9	1036	γ -terpineno	3.7
10	1067	terpinoleno	0.2
11	1079	linalool	0.4
12	1178	α -terpineol	0.2
13	1195	decanol	0.1
14	1411	α -gurjuneno	0.1
15	1517	β -bisaboleno	0.2
		outros	0.6

Fonte: Via Aroma (2020)

Tabela 4. Composição química do óleo essencial de Bergamota (*C. bergamia*).

Pico	IR calc	Constituintes	%
1	918	α -pineno	1.2
2	952	sabineno	0.6
3	955	β -pineno	7.2
4	967	mirceno	0.9
5	977	α -felandreno	0.6
6	1004	limoneno	26.4
7	1034	γ -terpineno	6.0
8	1077	linalool	18.8
9	1177	α -terpineol	0.3
10	1249	acetato de linalila	32.8
11	1264	geranial	0.9
12	1366	acetato de nerila	0.5
13	1386	acetato de geranila	0.6
14	1442	α -bergamoteno	0.5
15	1516	β -bisaboleno	0.6
		outros	2.2

Fonte: Via Aroma (2019)

4.2.4 AVALIAÇÃO DO EFEITO DE CONTATO E INGESTÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp. SOBRE *S. zeamais*

Para a avaliação da atividade inseticida, via contato e ingestão, dos quatro óleos essenciais (laranja amarga, laranja doce, tangerina e bergamota) sobre as populações de *S. zeamais*, foram utilizados recipientes de vidro (Placas de Petri), no qual, os OEs foram impregnados aos grãos de milho com pipetador automático, sendo agitados manualmente durante dois minutos. Em seguida, cada parcela de milho foi infestada com 10 insetos adultos de *S. zeamais* não-sexados.

Os experimentos foram realizados no delineamento inteiramente casualizado, utilizando diferentes concentrações (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 $\mu\text{L}/20\text{g}$) em cinco repetições. Os recipientes foram mantidos em câmaras de Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O), à temperatura de 27 ± 2 °C, 24 h de escotofase e 70% de umidade relativa. Decorridas 48 horas de confinamento dos insetos, foram determinadas as percentagens de mortalidade dos insetos em cada um dos tratamentos, sendo os dados submetidos à análise de Probit no software estatístico livre R, para determinar as concentrações letais (CL_{50} e CL_{90}).

Figura 2: (A) Aplicação direta do óleo essencial sobre o milho; (B) arenas utilizadas nos testes de contato e ingestão, com milho tratado e infestado com *S. zeamais*.



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

1.2.5 AVALIAÇÃO DO EFEITO REPELENTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Citrus* spp. SOBRE *S. zeamais*

Para a avaliação da atividade repelente dos quatro óleos essenciais de laranja amarga (*C. aurantium*), laranja doce (*C. sinensis*), tangerina (*C. reticulata*) e bergamota (*C. bergamia*), sobre as populações de *S. zeamais*, foram utilizadas suas concentrações letais (CL_{50}), obtidas no teste de contato e ingestão. Para isso, foram utilizadas arenas compostas de dois recipientes plásticos, interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos. Em um dos recipientes plásticos foi colocado 20g de grãos, sem óleo (testemunha) e no outro a mesma quantidade de grãos tratados com cada óleo, separadamente. Na caixa central foram liberados 10 insetos adultos de *S. zeamais*, todos de idade conhecida. Cada óleo foi testado separadamente, constando cada experimento de 10 repetições (Figura 3).

Após dois dias (48h) da liberação na arena central, foi quantificado o número de insetos atraídos, os quais foram descartados e os grãos acondicionados em outros recipientes plásticos por mais 45 dias. Posteriormente, o número de adultos emergidos em cada tratamento foi contabilizado.

O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela fórmula: $IR = 2G / (G + P)$, onde $G = \%$ de insetos emergidos no tratamento e $P = \%$ de insetos emergidos na testemunha. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t Student.

Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que $IR = 1$ indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), $IR > 1$ indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e $IR < 1$ corresponde a maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente).

Para a obtenção das concentrações letais (CL), foram realizados experimentos preliminares com diferentes concentrações, e essas concentrações serviram para avaliar o efeito dos óleos essenciais sobre *S. zeamais* e determinar as concentrações necessárias para matar 50% (CL_{50}) e 90% (CL_{90}) dos insetos em um período de 48 h.

Figura 3: Aspecto geral das arenas utilizadas nos testes de repelência.



Fonte: Alves, M.J.P. (2023).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados nos experimentos de contato e ingestão demonstram que os óleos essenciais de laranja amarga (*C. aurantium*), laranja doce (*C. sinensis*), tangerina (*C. reticulata*) e bergamota (*C. bergamia*), foram eficazes, apresentando similaridades em relação ao padrão de mortalidade-concentração, sinalizando que a ação do óleo essencial aumenta em decorrência da concentração utilizada, ou seja, aumenta a toxicidade à medida que se aumenta as concentrações, ocasionando assim uma maior mortalidade dos insetos (Figuras 4 a 7).

Os quatro óleos essenciais avaliados apresentaram concentrações letais diferentes (CL_{50} e CL_{90}), tendo sido observado potencial inseticida pela via de contato e ingestão ($P < 0,05$). Neste sentido, foi possível estimar todas as CL 's, cujos valores para matar 50% da população do inseto foram $CL_{50}=8,82\mu\text{L}/20\text{g}$ para Laranja amarga (*C. aurantium*), $CL_{50}=27,13\mu\text{L}/20\text{g}$ para Laranja Doce (*C. sinensis*), $CL_{50}=19,04\mu\text{L}/20\text{g}$ para Tangerina (*C. reticulata*) e $CL_{50}=10,65\mu\text{L}/20\text{g}$ para Bergamota (*C. bergamia*). Em relação aos valores para matar 90% dos insetos, observou-se $CL_{90}=14,23\mu\text{L}/20\text{g}$ para Laranja Amarga (*C. aurantium*), $CL_{90}=41,44\mu\text{L}/20\text{g}$ para Laranja Doce (*C. sinensis*), $CL_{90}=30,94\mu\text{L}/20\text{g}$ para Tangerina (*C. reticulata*) e $CL_{90}=26,04\mu\text{L}/20\text{g}$ para Bergamota (*C. bergamia*) (Figuras 4 a 7).

Dentre os quatro óleos essenciais, Laranja amarga (*C. aurantium*) apresentou as menores CL_{50} e CL_{90} , enquanto para a Laranja doce foram observadas as maiores CL_{50} e CL_{90} . Em relação às curvas de comportamento não-linear presente nos gráficos (Figuras 4 a 7), observa-se que ocorreu uma letalidade máxima, ou seja, 100% de mortalidade dos insetos adultos de *S. zeamais*, e o OE de laranja amarga (*C. aurantium*) e bergamota (*C. bergamia*) foram os mais tóxicos para o coleóptero mesmo nas menores concentrações testadas ($CL_{50}=8,82\mu\text{L}/20\text{g}$ e $CL_{50}=10,65\mu\text{L}/20\text{g}$).

Figura 4: Concentrações letais do óleo essencial de Laranja Amarga (*C. aurantium*), estimadas para *S. zeamais*, pela via de contato e ingestão.

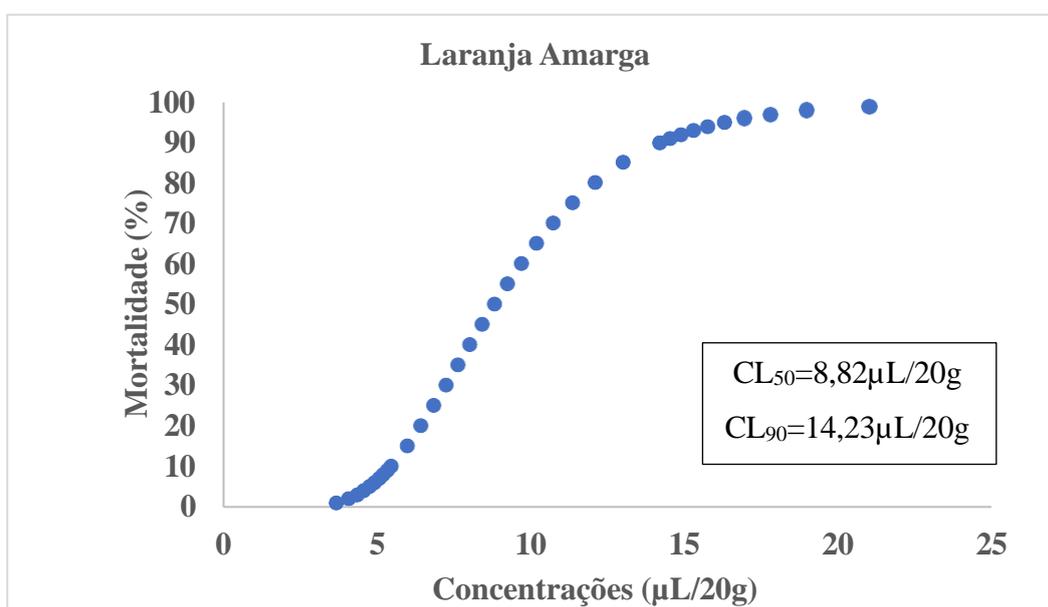


Figura 5: Concentrações letais do óleo essencial de Laranja Doce (*C. sinensis*), estimadas para *S. zeamais*, pela via de contato e ingestão.

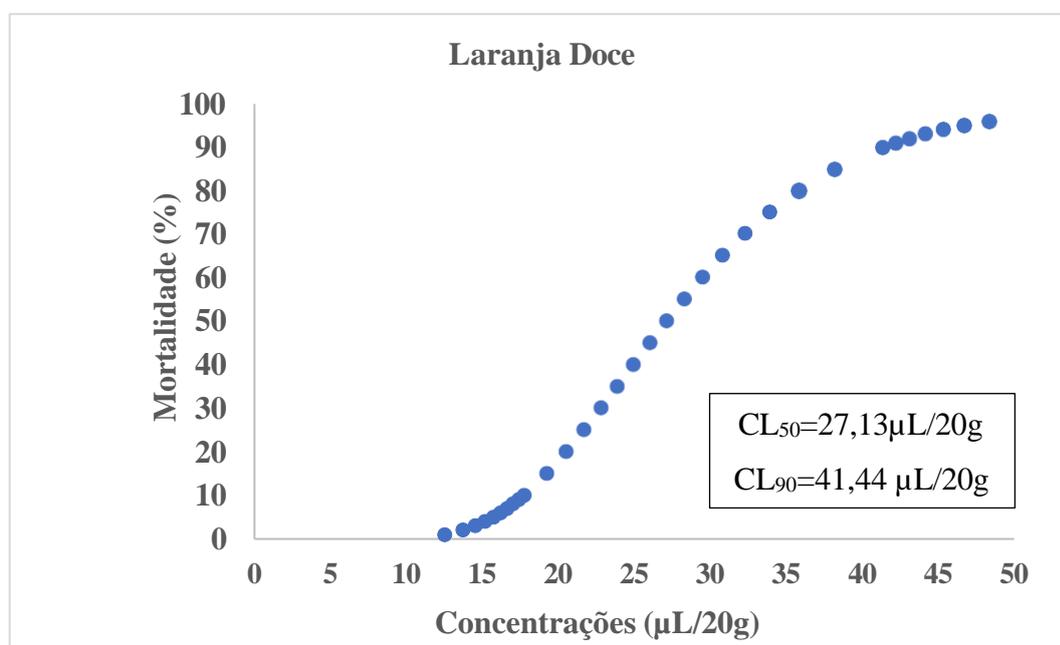


Figura 6: Concentrações letais do óleo essencial de Tangerina (*C. reticulata*), estimadas para *S. zeamais*, pela via de contato e ingestão.

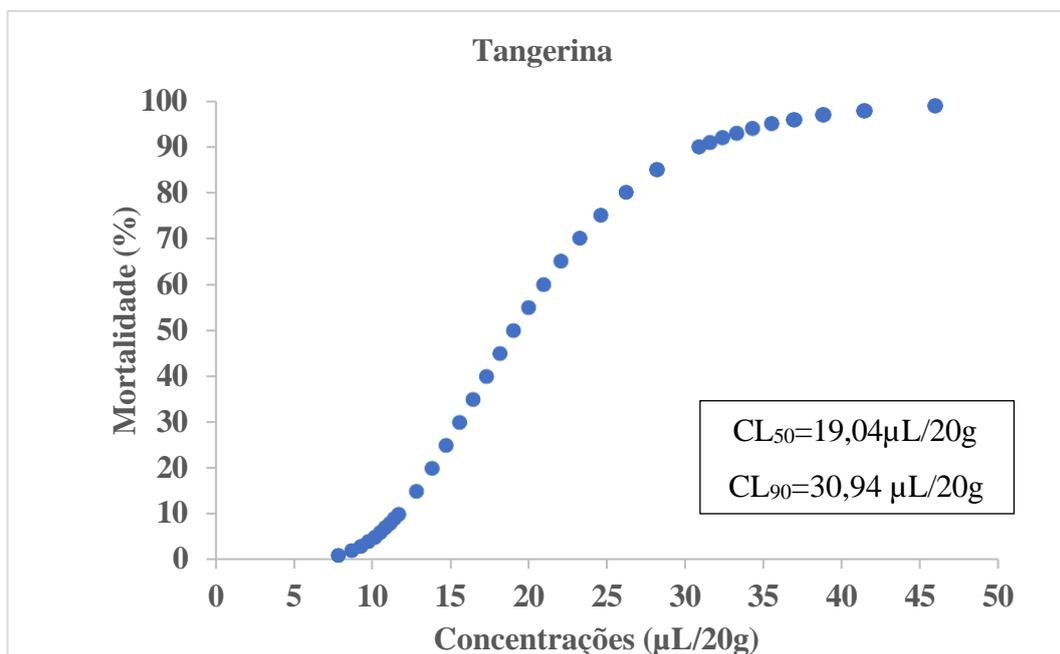
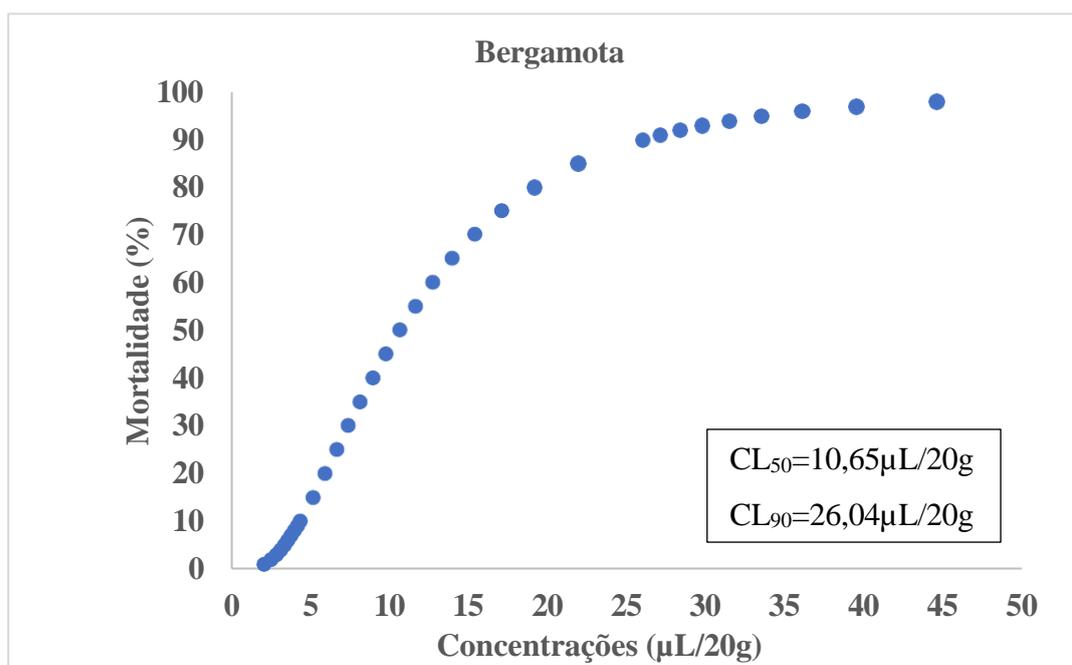


Figura 7: Concentrações letais do óleo essencial de Bergamota (*C. bergamia*), estimadas para *S. zeamais*, pela via de contato e ingestão.



Os princípios ativos dos óleos essenciais extraídos das plantas podem apresentar rendimento de até 100%, sendo que cada componente presente é pertencente à diferentes classes, como sesquiterpenos e monoterpenos. Segundo Viegas-Júnior (2003), a maior parte dos terpenos mostram-se efetivos quanto a ação de inibição, ou quando influencia diretamente no retardo de crescimento do inseto, além de efeitos danosos na maturação, na diminuição da capacidade reprodutiva, como supressores de apetite, podendo acarretar a morte por inanição ou por toxicidade direta.

Os principais compostos observados nos quatro OEs cítricos estudados no presente trabalho, foram os responsáveis pela ação inseticida. A cromatografia disponibilizada pela empresa Via Aroma (Tabelas 1, 2, 3 e 4), revelou mais de 12 compostos presentes no óleo essencial de laranja amarga (*C. aurantium* var. *amara*), dos quais o Acetato de linalila (52,2%), o Linalol (23,2%), o Acetato de geranila (4,0%), o Acetato de nerila (2,5%), o Mirceno (2,2%), o Limoneno (1,7%) e o E- β -ocimeno (1,7%) apresentam-se como os majoritários. Por outro lado, o óleo de laranja doce (*C. sinensis*) apresentou mais de 14 compostos, sendo predominante o Limoneno (95,2%), Mirceno (1,8%), Linalol (0,5%), α -pineno (0,5%), entre outros. Já o óleo de Tangerina e o Bergamota apresentam mais de 15 compostos, sendo eles os majoritários Limoneno (90%) e o Acetato de Linalila (32,8%).

Essadik et al. (2015) afirmam que o Limoneno foi o componente principal observado no óleo essencial de laranja amarga, diferentemente desse estudo, em que o limoneno teve um rendimento de 1,7%. Sabe-se que o Limoneno não é só um componente essencial no controle de pragas, pois ele também atua como fitopatogênico, ou seja, impede que ocorra o crescimento de fungos, a biossíntese de micotoxinas e também a contaminação de alimentos (ABO ELGAT et al., 2020).

Já Fouad e Camara (2017) encontraram componentes significativos semelhantes aos do presente estudo em tangerina (*C. reticulata*), sendo ele o linalol (3,7%), e em laranja lima comum (*C. aurantifolia*), referente ao α -terpineol (5,2%). A toxicidade ocasionada pelos óleos das laranjas e tangerinas, segundo Farias (2018), ocorre por causa do componente linalol, o qual foi tóxico por contato a *Ceratitis capitata* Wiedmann, *Bactrocera dorsalis* Hendel e *Bactrocera cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae).

Em estudos mais antigos, realizados por Estrela et al. (2006), os autores utilizaram OEs de *Piper aduncum* e *Piper Hispidinervum*, pela via de contato e ingestão, os quais mostraram-se tóxicos para adultos de *S. zeamais*. Porém, os autores seguiram

outro tipo de metodologia, ou seja, inseriram os insetos em Placas de Petri, no qual os OEs foram diluídos em acetona, sendo impregnados sobre papéis-filtro

As substâncias químicas oriundas do metabolismo secundário das plantas, exercem proteção ao ataque dos insetos-praga a vários tipos de cultura, como o milho, sorgo, arroz, entre outros, e isso resulta na redução de perdas tanto qualitativas quanto quantitativas. Esses princípios ativos são encontrados em diversas partes da planta, como folha, caule, raiz, fruto e semente. Nesse sentido, tem sido cada vez mais promissor utilizar esse mecanismo de defesa, principalmente em prol de novos produtos inseticidas, na tentativa de buscar eficácia e segurança, evitando efeitos danosos ao meio ambiente e a saúde humana (GONÇALVES; GUAZZELLI, 2014; TRANCOSO, 2013; BORN, 2012; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; MORAIS et al., 2006).

Sabe-se que, pela via de contato e ingestão, os compostos dos OEs agem diretamente no inseto através da absorção pela quitina e exoesqueleto, ou mesmo pelas vias respiratórias causando asfixia, além de agirem nos espiráculos dos insetos. Essa intoxicação pode ser de ação rápida, agindo sobre os bloqueadores do neurotransmissor octopamina, impedindo assim sua função e causando colapso em todo o sistema nervoso (SPLETOZER et al., 2021; SANTOS et al., 2017; BACCI et al., 2015; GOMES; FAVERO, 2011; CORRÊA; SALGADO, 2011; TRIPATHI et al., 2009; ISMAN, 2006).

Foram determinadas previamente as concentrações letais (CL_{50}) dos quatro óleos essenciais (OEs) avaliados (Figuras 4 a 7), sendo observados os valores de 8,82 ($\mu\text{L}/20\text{g}$) para laranja amarga (*C. aurantium*), 27,13 ($\mu\text{L}/20\text{g}$) para laranja doce (*C. sinensis*), 19,04 ($\mu\text{L}/20\text{g}$) para tangerina (*C. reticulata*) e 10,65 ($\mu\text{L}/20\text{g}$) para bergamota (*C. bergamia*), que implicaram em 50% de mortalidade de *S. zeamais* após 48 horas de exposição (Tabela 5).

De acordo com os valores de IR (Índice de repelência) encontrados neste estudo, observou-se que as concentrações letais (CL_{50}) utilizadas caracterizaram que os quatro óleos essenciais apresentaram atividade repelente ($P \leq 0,05$), já que significativamente mais insetos foram atraídos para a testemunha (grãos não-tratados) (Tabela 5). Assim, observou-se a capacidade do efeito repelente da (CL_{50}) dos óleos essenciais de laranja amarga (*C. aurantium*), laranja doce (*C. sinensis*), tangerina (*C. reticulata*) e bergamota (*C. bergamia*), já que esse efeito evidencia diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha.

Diante disso, observou-se que os óleos essenciais utilizados repeliram entre 93% e 96% dos insetos, já que preferiram ir para os recipientes contendo grãos não-tratados

(testemunha). Esses resultados são relevantes porque podem levar ao desenvolvimento de novos produtos para o controle de *S. zeamais*, reduzindo a dependência de inseticidas químicos convencionais.

Tabela 5. Efeito repelente de *Citrus* spp. sobre adultos de *S. zeamais*, após 48 horas de exposição.

Atração de Adultos					
Óleos Essenciais	CL ($\mu\text{L}/20\text{g}$)	Óleo $\mu\pm\text{DP}$	Testemunha $\mu\pm\text{DP}$	IR $\mu\pm\text{DP}$	IS
<i>C. aurantium</i>	(CL ₅₀) 8,82	0,4 \pm 0,51	9,6 \pm 0,51*	0,08 \pm 0,10	R
<i>C. sinensis</i>	(CL ₅₀) 27,13	0,5 \pm 0,70	9,5 \pm 0,70*	0,10 \pm 0,14	R
<i>C. reticulata</i>	(CL ₅₀) 19,04	0,7 \pm 1,63	9,3 \pm 1,63*	0,14 \pm 0,32	R
<i>C. bergamia</i>	(CL ₅₀) 10,65	0,4 \pm 1,26	9,6 \pm 1,26*	0,08 \pm 0,25	R

Tratamentos avaliados pelo teste t de Student ($p<0,05$): *= significativo.

IR = Índice de Repelência.

IS= Intervalo de Segurança, onde A= Atraente, N= Neutro e R=Repelente.

$\mu\pm\text{DP}$ = Média \pm Desvio-padrão.

O efeito repelente dos óleos essenciais é uma das características mais significativas no controle de pragas de grãos armazenados, já que implica numa diminuição da postura e, conseqüentemente, numa menor emergência de novos insetos (COITINHO et al., 2006). Sabe-se que os efeitos tóxicos dessas substâncias são mediados pela penetração no corpo do inseto através do sistema respiratório (via fumigante), da cutícula (por contato) ou do sistema digestivo (via ingestão).

Na última década algumas pesquisas sobre o potencial inseticida de óleos essenciais de plantas cítricas têm sido desenvolvidas, principalmente, sobre coleópteros-praga que atacam feijão (*Zabrotes subfasciatus*, *Callosobruchus maculatus* e *Acanthoscelides obtectus*) e cereais

armazenados (*Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* e *Rhyzopertha dominica*).

Para os besouros *Z. subfasciatus*, *C. maculatus* e *A. obtectus*, os óleos essenciais de laranja doce (*C. sinensis*), laranja amarga (*C. aurantium*), tangerina (*C. reticulata*) e limão (*Citrus limonum*) foram utilizados em testes de toxicidade, influência na oviposição, na emergência, na repelência, e na mortalidade por fumigação e contato (ZEWDE e JEMBERE, 2010; SAEIDI et al., 2011; TANDOROST & KARIMIPOUR, 2012; FRANÇA et al., 2012; KHELFA-NGOUCHEM et al., 2016; OBOH et al., 2017; ATAIDE et al., 2020).

Já em relação a *S. zeamais*, *T. castaneum*, *L. serricorne* e *R. dominica*, as pesquisas foram desenvolvidas principalmente com os óleos essenciais de laranja doce (*C. sinensis*), laranja amarga (*C. aurantium*) e tangerina (*C. reticulata*), versando sobre fumigação, repelência e susceptibilidade dos insetos aos óleos. No estudo de Tandorost e Karimipour (2012), o óleo essencial obtido das cascas secas dos frutos de laranja doce (*C. sinensis*) sobre as três pragas de grãos armazenados, *T. confusum*, *C. maculatus* e *R. dominica*, demonstraram resultados significativos a $P < 0,01$, pelo o efeito fumigante. Os valores das (CL_{50}) foram de 259,158 e 124 $\mu\text{l/l}$ de ar no período de 24h e os valores das (CL_{50}) durante 48 horas de exposição foram de 134, 106 e 93 $\mu\text{l/l}$ de ar. Já no estudo de Forouzan et al. (2013), no teste de fumigação, o óleo essencial de laranja amarga (*C. aurantium*) sobre a praga *R. dominica*, apresentou mortalidades inferior a 45% na concentração mais alta (50 $\mu\text{l/l}$). O estudo de Souza et al. (2016) versa com os resultados de Forouzan et al. (2013), pois para o teste de fumigação foi obtido aproximadamente 45% de mortalidade da praga *R. dominica*, necessitando de concentrações mais altas em estudos posteriores. Em seu estudo, Oboh et al. (2017), concluiu para o efeito fumigante, utilizando o óleo essencial de laranja doce (*C. sinensis*) sobre as pragas *T. confusum*, *C. maculatus* e *S. oryzae*, resultados importantes de efeitos tóxicos, e isso pode estar diretamente ligado as inibições consequentes do OE sobre a atividade da acetilcolinesterase e da $\text{Na}^+/\text{K}^+ \text{-ATPase}$, sendo promissor no controle desses insetos-pragas. Por fim, na pesquisa de Mahdi e Behnam (2018), utilizaram quatro concentrações diferentes do óleo essencial de laranja doce (*C. sinensis*), sendo elas, 0,1, 0,2, 0,41 e 0,83 $\mu\text{l/cm}^2$ para o teste de repelência sobre as pragas *R. dominica* e *L. serricorne*, seu efeito repelente foi avaliado por 24h, tendo no experimento os tratamentos e as testemunhas. Diante disso, foi obtido pós-tratamento resultados para as CL_{50} , com os valores de 90,15 e 235/75 $\mu\text{l/l}$ de ar, demonstrando assim que os insetos de *R. dominica* foram mais vulneráveis do que

os insetos de *L. serricorne* (TANDOROST e KARIMIPOUR, 2012; FOROUZAN et al., 2013; SOUZA et al., 2016; OBOH et al., 2017; MAHDI; BEHNAM, 2018).

No presente estudo observou-se que, mesmo após a exposição aos óleos essenciais por 48h, alguns insetos permaneceram vivos. Segundo Lopes et al. (2023), a depender das concentrações e dos óleos essenciais utilizados, mesmo que não ocorra mortalidade, os resultados devem ser levados em consideração, pois os inseticidas botânicos têm um papel importante nos efeitos subletais (fisiologia e comportamento) das pragas, como também no retardo do desenvolvimento larval e na emergência de adultos.

Também foi avaliado o número de adultos emergidos em cada tratamento (grãos tratados e não-tratados) por um período de 45 dias em armazenamento, sendo observado que não houve emergência de insetos adultos de *S. zeamais*. Nesse sentido, não houve diferença significativa pelo teste t de Student ($P \geq 0,05$) para a emergência de novos insetos em nenhum dos tratamentos. Isso indica que, provavelmente, os compostos presentes nos óleos essenciais podem ter afetado os estágios imaturos, ou seja, causando a inibição, impedindo-os de se desenvolverem e, conseqüentemente, emergirem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os OEs de laranja amarga (*C. aurantium*), laranja doce (*C. sinensis*), tangerina (*C. reticulata*) e bergamota (*C. bergamia*) apresentaram toxicidade pela via de contato e ingestão, causando mortalidade significativa (50% e 90%) em adultos do coleóptero *S. zeamais*, mesmo nas menores concentrações utilizadas.

Esses OEs avaliados apresentaram ação repelente até mesmo nas menores concentrações testadas, sendo eficazes em 48h, no qual, demonstrando que sua utilização pode ser eficiente até em pequenas quantidades para a proteção dos grãos de milho.

Não houve emergência de *S. zeamais* nos grãos de milho tratados com os quatro OEs, indicando que os OEs atuaram como inibidores do desenvolvimento dos insetos.

Esses resultados demonstraram que os quatro óleos essenciais utilizados apresentam potencial inseticida, no entanto, os OEs mais tóxicos foram o de laranja amarga (*C. aurantium*) e bergamota (*C. bergamia*), mostrando serem mais promissores por terem as Cls mais baixas e um excelente efeito significativo. Portanto, esses OEs podem ser utilizados como método alternativo em programas de manejo de *S. zeamais* em milho armazenado.

REFERÊNCIAS

- ABOT ELGAT, W. A. A. *et al.* *Eucalyptus camaldulensis*, *Citrus aurantium*, and *Citrus sinensis* Essential oils as antifungal activity against *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, and *Fusarium culmorum*. **Processes**, [s. l.], v. 8, n. 8, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/8/1003>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ALBIERO, B.; FREIBERGER, G.; VANIN, A. B. Atividade inseticida e repelente de extrato e pó de sementes de *Anethum graveolens* e *Azadirachta indica* frente ao *Sitophilus zeamais*. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/5420>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ALBRECHT, A. T. Métodos de extração dos óleos essenciais. In: ALBRECHT, A. T. **Blog Óleos Essenciais e Aromatologia**. [S. l.], 30 out. 2010. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20171103183313/http://aromatologia.net.br/blog/metodos-de-extracao-dos-oleos-essenciais/>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- ALMEIDA, R. R. *et al.* Detecção de resistência a inseticida em *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). In: Jornada Científica da Unitins, 13., 2006, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: Etnias, 2006. p. 37-41. Disponível em: https://www.unitins.br/portal/pesquisa/arquivos/pibic/anais_13_jornada_iniciacao_cientifica_unitins.pdf. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ANDRÉ, W. P. P. *et al.* Essential Oils and Their Bioactive Compounds in the Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminant. **Acta Scientiae Veterinariae**, [Porto Alegre], v. 46, n. 1522, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/81804>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ARAÚJO, D. R. *et al.* Variabilidade nutricional e física de variedades tradicionais de milho (*Zea mays* L.) cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 24, p. 1-8, 2023. Disponível em: www.scielo.br/j/cab/a/BCtjWqmwPRMWBLNjMfLbTwh/?lang=pt. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ARAÚJO, H. M. de. **Eficiência inseticida de *Croton sonderianus* muell sobre *Sitophilus zeamais*: contribuição para o desenvolvimento sustentável**. 2018. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadina, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/1971>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ATAIDE, J. O. *et al.* Toxicidade de *Rosmarinus officinalis*, *Myrocarpus frondosus*, *Citrus limonum* e *Mentha piperita* sobre pragas de grãos armazenados. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 12827-12840, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7734>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. de. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2002.
- BACCI, L. *et al.* Toxicity, behavior impairment, and repellence of essential oils from pepper-rosmarin and patchouli to termites. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [s. l.], v. 156,

n. 1, p. 66-76, 2015.

BALTZEGAR, J. F.; GOULD, F. Development of the first high-density linkage map in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **PeerJ**, [s. l.], v. 11, p. 1-14, 2023. Disponível em: <https://peerj.com/articles/15414/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 588- 594, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QwJBsdNzGmZSq4jKmhvVDnJ/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

BORGHI, E. *et al.* **Dez dicas para produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1081852. Acesso em: 05 ago. 2023.

BORN, F. S. **Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* KOCH e *Neoseiulus californicus* (MCGREGOR)**. 2012. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6048>. Acesso em: 25 jan. 2024.

BORTOLUZZI, M. M.; SCHMITT, V.; MAZUR, C. E. Effect of herbal medical plants on anxiety: a brief review. **Research, Society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 9, n. 1, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1504>. Acesso em: 25 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monografia da espécie *Ruta graveolens* L. (Arruda)**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.

BRITO, S. M. **Manejo de *Sitophilus Zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose**. 2015. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14119>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CABRAL, D. **Eficácia de *Piper nigrum* e *Chenopodium ambrosioides* no controle de inseto praga de grãos armazenados *Sitophilus zeamais***. 2011. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/3056>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CAMPOS, A. C. T. *et al.* **Danos causados em trigo armazenado por infestação de *Sitophilus oryzae* e de *Rhyzopertha dominica***. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 93). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206269/1/ID44800-2019BPD93.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CARNEIRO, Z. de F. **Resistência e variedades de milho crioulo ao Gorgulho-do-milho *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4103>. Acesso em: 25 jan. 2024.

COITINHO, R. L. B. de C. *et al.* Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/39>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CONAB. Conab prevê novo recorde na produção de grãos em 312,4 milhões de toneladas na safra 2022/23. **Portal da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB**, Brasília, DF, 6 out. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4774-conab-preve-novo-recorde-na-producao-de-graos-em-312-4-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. Acesso em: 03 abril 2023.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/d5SxQVKhnYNCcjYfphdPNgn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CRISTINO, J. dos S. **Produtividade de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) destinados à produção de silagem**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/24131>. Acesso em: 25 jan. 2024.

DOSOKY, N. S.; SETZER, W. N. Biological activities and safety of *Citrus* spp. Essential Oils. **International Journal Molecular Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 7, p. 1-25, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6073409/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ESSADIK, F. Z. *et al.* Antioxidant activity of *Citrus aurantium* L. var. *amara* Peel from western of Morocco, identification of volatile compounds of its essential oil by GC-MS and a preliminary study of their antibacterial activity. **International Journal of Innovation and Scientific Research**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 425-432, 2015. Disponível em: <https://ijisr.issr-journals.org/abstract.php?article=IJISR-15-095-02>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ESTRELA, J. L.V. *et al.* Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncume* *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 217-222, fev. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ZvdytXLjf3KR6ZBTbwTtbFb/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

FARIAS, A. P. **Quimiodiversidade e bioatividade dos óleos essenciais de copa de citrus *a mononychellus tanajoa* (acari: tetranychidae) e seletividade a seu predador**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11710>. Acesso em: 25 jan. 2024.

FIGUEIREDO, R. C.; ROCHA, W. C.; FREITAS, A. D. G. Efeito Inseticida do Óleo Essencial e Extratos Etanólicos das Folhas de Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) Sobre o Gorgulho do Milho (*Sitophilus zeamais* Mots). **Ensaio e Ciência**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 80-84, 2018. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaiociencia/article/view/5127>. Acesso em: 25

jan. 2024.

FOROUZAN, M. *et al.* Fumigant toxicity of essential oils from *citrus reticulata* Blanco fruit peels against *Rhyzopertha dominica* F. (Col.:Bostrichidae). **Scientia (Misc)**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 67-69, 2013.

FOUAD, H. A.; CAMARA, C. A. G. Chemical composition and bioactivity of peeloils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, [s. l.], v. 73, p. 30-36, 2017. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X1730200X. Acesso em: 25 jan. 2024.

FRANÇA, S. M. *et al.* Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 3, p. 381-386, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/WnbQ5B39MkNtbjPzHwKMbBM/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

GALVÃO J. C. C. *et al.* Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, supl., p. 819-828, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/N8fCSz8xJw7gy98s8nkTqmJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.

GOMES, S. P.; FAVERO, S. Avaliação de óleos essenciais de plantas aromáticas com atividade inseticida em *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera: Reduviidae). **Acta Scientiarum Health Sciences**, [Maringá], v. 33, n. 2, p. 147-151, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHealthSci/article/view/9531>. Acesso em: 25 jan. 2024.

GONÇALVES, A.; GUAZZELLI, M. J. **Agrofloresta e óleos essenciais**. Ipê, RS: Centro Ecológico, 2014. Disponível em: https://www.centroecologico.org.br/cartilhas/Cartilha_Oleos.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deter-rents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 51, p. 45-66, 2006. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>. Acesso em: 25 jan. 2024.

KHELFANE-GOUCHEM, K.; LARDJANE, N.; MEDJDOUB-BENSAAD, F. Fumigant and repellent activity of Rutaceae and Lamiaceae essential oils against *Acanthoscelides obtectus* Say. **African Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 11, n. 17, p. 1499-1503, 2016. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/2D7F54A58305>. Acesso em: 25 jan. 2024.

KUMAR, V. *et al.* Phytochemical profile, anti-oxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of *Pogostemon deccanensis* essential oils. **3Biotech**, [s. l.], v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6320326/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

- LAHÓZ, A. C. **Eficiência agronômica do Etofenprox no controle de *Sitophilus zeamais* Motsch., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados de milho e a relação entre o seu ataque e a variação de umidade e atividade de água dos grãos.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-26092008-092930/fr.php>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- LOPES, S. Z. B.; MONKOLSKI, A.; MONKOLSKI, J. G. F. Influência do óleo essencial de citronela na repelência e mortalidade de *Sitophilus zeamais*. **Scientific Electronic Archives**, [Rondonópolis], v. 16, n. 4, p. 15-22, 2023. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1692>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- LORINI, I. *et al.* **A. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129311/1/Livro-pragas.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/820511/1/LV0457.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- MAHDI, K. R.; BEHNAM, A. B. Fumigant Toxicity and repellency effect of orange leaves *Citrus sinensis* (L.) essential oil on *Rhyzopertha dominica* and *Lasioderma serricorne*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 577 -582, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2018.1442259>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- MARSARO JÚNIOR, A. L. *et al.* Inibidores de amilase em híbridos de milho como fator de resistência *aitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.3, p. 443-450, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/RR4qwchsn7y9WVWPpFKGMrg/>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- MARTINS, J. C. *et al.* Copaiba oil and Neem extract can be a potential alternative for the behavioral control of *Sitophilus zeamais*. **Brazilian Journal of Biology**, [São Carlos, SP], v. 84, p. 1-6, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/JKwN65vGkR57Syt3T4gCGqp/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- MEIRELES, I. L. de O. **Resistência de milho e ozonização no manejo do caruncho *Sitophilus zeamais*.** 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/35078?locale=en>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- MINKS, F. **Ação de óleos essenciais na persistência da mortalidade do gorgulho e sobre atributos de qualidade fisiológica de sementes de milho.** 2019. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3467>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MORAIS, L. A. S. de; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com atividade inseticida. *In*: HALFELD-VIEIRA, B. de A. *et al.* **Defensivos agrícolas naturais**: uso e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Cap. 19. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1061215>. Acesso em: 25 jan. 2024.

NASCIMENTO, A. F. **Atividade de óleos essenciais e compostos majoritários de plantas das famílias piperaceae, myrtaceae e rutaceae sobre *spodoptera frugiperda* (j.e. smith) (lepidoptera: noctuidae)**. 2016. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7758>. Acesso em: 25 jan. 2024.

NGEGBA, P. M. *et al.* Use of botanical pesticides in agriculture as an alternative to synthetic pesticides. **Agriculture**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/5/600>. Acesso em: 25 jan. 2024.

OBAYELU, O. A.; DAIRO, D. O.; OLOWE, O. O. What factors explain postharvest losses of orange fruit (*Citrus sinensis*) from farm to fork in the tropics? **Agricultura Scientia**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 7-15, 2022. Disponível em: <https://journals.um.si/index.php/agricultura/article/view/2041>. Acesso em: 25 jan. 2024.

OBOH, G. *et al.* Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against *Tribolium confusum*, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na⁺/K⁺-ATPase activities. **Phytoparasitica**, [s. l.], v. 45, p. 501-508, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-017-0620-z>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ÖZBEK, Ç. Bitterness masking effects of carob syrup in bitter orange (*Citrus aurantium*) jam production. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [s. l.], v. 17, p. 4603-4615, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-023-01989-3>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 75). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19619/1/Circ_75.pdf. Acesso em: 25 jan. 2024.

PAIXÃO, M. F. *et al.* Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 3, p. 67-75, 2009. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49036>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PASDARAN, A. *et al.* A review of citrus plants as functional foods and dietary supplements for human health, with an emphasis on meta-analyses, clinical trials, and their chemical composition. **Clinical Nutrition ESPEN**, [s. l.], v. 54, p. 311-336, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457723000396?via%3Dihub>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DENUCCI, S. History, development and market of maize cultivars with low seed cost in Brazil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [Sete Lagoas, MG], v. 21, 2022. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/1236>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PAULIQUEVIS, C. F.; FAVERO, S. Atividade insetistática de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* sobre *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 12, p. 1192-1196, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/xQVkh4bvQfY4MQmFy4CFSrg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PEI, T. H. *et al.* Preliminary study on insecticidal potential and chemical composition of five rutaceae essential oils against *Thrips flavus* (Thysanoptera: Thripidae). **Molecules**, [s. l.], v. 28, n. 7, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/7/2998>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PEREIRA, P. P. B.; ABUD, L. L. S.; LIMA, V. M. M. de. Diferentes dosagens de produto comercial enraizador na cultura do milho. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 16, n. 4, p. 1-5, 2023. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1690>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PIMENTEL, M. A. G. *et al.* **Eficiência de inseticidas alternativos para controle do caruncho-do-milho**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

PIMENTEL, M. A. G. *et al.* **Inseticidas recomendados, limites de resíduos e indicações técnicas para aplicação no controle de pragas durante o armazenamento de grãos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 267). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217756/1/Circ-Tec.267.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PINHEIRO, L. da S. *et al.* Análise de trilha dos atributos físicos de milho (*Zea mays* L.) em sistema de cultivo convencional. **Research, society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 10, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10832>. Acesso em: 24 jan. 2024.

RAJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 126-135, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X07000896>. Acesso em: 25 jan. 2024.

RAMOS, S. A. *et al.* Reaproveitamento de resíduos alimentares: Desenvolvimento e caracterização de farinha de casca de tangerina (*Citrus reticulata*). **Scientia Plena**, [s. l.], v. 19, n. 4, 2023. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/6912>. Acesso em: 25 jan. 2024.

RASHED, M. M. A. *et al.* Two-phase extraction processes, physicochemical characteristics, and autoxidation inhibition of the essential oil nanoemulsion of *Citrus reticulata* Blanco (Tangerine) leaves. **Foods**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/1/57>. Acesso em: 25 jan. 2024.

REMIGANTE, A. *et al.* Mechanisms underlying the anti-aging activity of bergamot (*Citrus bergamia*) extract in human red blood cells. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 14, p. 1-15, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2023.1225552/full>. Acesso em: 25 jan. 2024.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de *baccharis dracunculifolia* d.c. sobre *Sitophilus zeamais* mots., 1855. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 43, n. 161, p. 123- 130, 2019. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/161_755.pdf. Acesso em: 25 jan. 2024.

SAEIDI, M. *et al.* Insecticidal and repellent activities of *Citrus reticulata*, *Citrus limon* and *Citrus aurantium* essential oils on *Callosobruchus maculatus*. **Integrated Protection of Stored Products IOBC/WPRS Bulletin**, [s. l.], v. 69, p. 289-293, 2011.

SANDES, S. S. *et al.* Estruturas secretoras foliares em patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.]. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 1-6, 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/448/487>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SANTOS, A. A. *et al.* Sub-lethal effects of essential oil of *Lippia sidoides* on drywood termite *Cryptotermes brevis* (Blattodea: Termitoidea). **Ecotoxicology and environmental safety**, [s. l.], v. 145, p. 436-441, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651317304682?via%3Dihub>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SANTOS, J. P. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 84).

SILVA, E. A. J. **Óleo essencial das folhas de *psidium guajava*: controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja, atividade bactericida e anticariogênica**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/579>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SILVA, J. H. B. *et al.* Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays L.*): Uma revisão Use of biostimulants in corn (*Zea mays L.*): a review. **Scientific Electronic Archives**, [Rondonópolis], v. 16, n. 5, p. 7-14, 2023. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1664>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SILVEIRA, D. P. B. **Atividade larvicida sobre *Aedes Aegypti* L. (Culicidae) e composição química do óleo essencial de partes aéreas de *Baccharis trimera* Less D.C.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/2388>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SIMÕES, C. M. O. *et al* (org.). **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SIQUEIRA, J. S. **Efeito do extrato das folhas de bergamota (*Citrus bergamia*) sobre o estado RedOx-Inflamatório nos órgãos alvo da obesidade**. 2023. Dissertação (Mestrado em Patologia) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2023.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/242385>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SOFIYANTI, N. *et al.* Identification, morphology of *Citrus* L. (Aurantioideae-Rutaceae Juss.) and its traditional uses in Riau Province, **Biodiversitas**, [s. l.], p. 1038-1047, v. 23, n. 2, 2022. Disponível em: <https://smujo.id/biodiv/article/view/9877>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SONG, S. *et al.* Molecular cytogenetic map visualizes the heterozygotic genome and identifies translocation chromosomes in *Citrus sinensis*. **Journal of Genetics and Genomics**, [s. l.], v. 50, n. 6, p. 410-421, June 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1673852722002831. Acesso em: 25 jan. 2024.

SOUZA, V. N. de *et al.* Fumigation toxicity of essential oils against *rhyzopertha dominica* (f.) In stored maize grain. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 435-440, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/XSZVQsvhbNGwVDkLtNdprhD/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SPLETOZER, A. G. *et al.* Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 2, p. 974-997, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32244>. Acesso em: 25 jan. 2024.

STEINHAUS, J. C. *et al.* Produtividade, eficiência e opinião dos produtores sobre o uso de Galinha-de-Angola no controle biológico de cigarrinha-das pastagens em grama Tifton – 85. **Revista Extensão em Foco**, Palotina, n. 30, p. 141-156, jan./jul. 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/84428/pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SUN, K. *et al.* Comparative Analysis and Phylogenetic Implications of Plastomes of Five Genera in Subfamily Amyridoideae (Rutaceae). **Forests**, v. 12, n. 3, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/12/3/277>. Acesso em: 24 jan. 2024.

TANDOROST, R.; KARIMIPOUR, Y. Evaluation of fumigant toxicity of orange Peel *Citrus sinensis* (L.) essential oil against three stored product insects in laboratory condition. **Munis Entomology and Zoology**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 352-358, 2012. Disponível em: <https://www.munisentzool.org/yayin/vol7/issue1/352-358.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Atividade inseticida da erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 51-55, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/scp7BDqR335RLJ3LLsmgMXc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 jan. 2023.

TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 5, n. 9, p. 89-96, 2013. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/609>. Acesso em: 24 jan. 2024.

TRAPP, S. A.; CROTEAU, R. D. Genomic organization of plant terpene synthases and molecular evolutionary implications. **Genetic**, [s. l.], v. 158, n. 2, p. 811-32, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1461696/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

TRIPATHI, A. K. *et al.* A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest

management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, [s. l.], v. 1, n. 5, p. 52-63, 2009. Disponível em: www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1379417589_Tripathi%20et%20al.pdf. Acesso em: 24 jan. 2024.

VIANA, F. M. P. *et al.* Reação de cultivares de tangerineira à antracnose sob diferentes sistemas de irrigação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 2, p. 149-152, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/JjCgWcpxdXhSG4kYx8SFGZs/?lang=pt>. Acesso em: 24 jan. 2024.

VIEGAS-JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/LfHYRBBPMkjt9sYpNkdpHb/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

VILARINHO, M. K. C. **Inseticidas químicos e extratos vegetais aquosos no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho sob condições de armazenamento**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis, 2012. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/1117>. Acesso em: 23 jan. 2024.

WENNECK, G. S. *et al.* Deterrência à alimentação e à oviposição de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) pelo uso pós vegetais em milho armazenado. **Colloquium Agrariae**, [Presidente Prudente], v. 16, n. 2, p. 50- 59, 2020. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3062>. Acesso em: 23 jan. 2024.

ZEWDE, D. K.; JEMBERE, B. Evaluation of orange peel *Citrus sinensis* (L) as a source of repellent, toxicant and protectant against *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Momona Ethiopian Journal of Science**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 61-75, 2010. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/mejs/article/view/49652>. Acesso em: 23 jan. 2024.

ANEXO I

ARTIGO

(LINK: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/about/submissions>)

NORMAS DE PUBLICAÇÃO

Orientações Gerais:

A Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA publica somente artigos inéditos e originais, e que não estejam em avaliação simultânea em outro periódico. AUTORIA - A quantidade de autores aceitos na elaboração do artigo é, no máximo, de seis (06) autores; IDIOMA - Serão aceitas contribuições em: Português, Inglês ou Espanhol desde que estejam no formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (não ultrapassar 2MB); PROCESSO EDITORIAL - Todos os processos são executados eletronicamente. Acesse as "Instruções para submissão eletrônica" Aqui. Os manuscritos só iniciarão o processo de tramitação se estiverem de acordo com as "Condições para submissão e Normas gráficas".

1 - POLÍTICA DE ACESSO ABERTO

1.1- A RAMA, editada pela Universidade Cesumar - UniCesumar, possui acesso em formato de Acesso Aberto permitindo a leitura e download, bem como a cópia e disseminação de seu conteúdo de acordo com as políticas de copyright Creative Commons Attribution 4.0. **1.2 - TAXAS DE PROCESSAMENTO DE ARTIGO (ARTICLE PROCESSING CHARGE - APC) E SUBMISSÃO** 1.2.1 - A RAMA cobra dos autores a taxa de processamento de artigos e/ou taxa de publicação (APC).

1.2.2 - Valor cobrado é de R\$ 250,00 para artigos no formato: artigo original, artigo de revisão, relatos de caso ou técnicas.

1.2.2 - A taxa será cobrada dos artigos aprovados pelo Conselho Editorial, após as revisões por pares, conforme o item.

2.1.2 - O procedimento adotado para aceitação definitiva ver "Segunda etapa".

1.2.4 - Após a aprovação do artigo, os autores receberão instruções via e-mail de como proceder quanto às formas de efetuar o pagamento da taxa.

1.2.4.1 - Os artigos aprovados nos idiomas inglês e espanhol obrigatoriamente deverão passar por revisores certificados na língua estrangeira, indicados pela revista RAMA no item 2.2.2, e este serviço deverá ser custeado pelos autores. Após a revisão do artigo, os autores deverão enviar o arquivo final aprovado via sistema. Os autores receberão instruções via e-mail de como proceder com a transferência.

1.2.5 - Taxas de submissão - A RAMA não cobra taxas de submissão.

1.3 - POLÍTICA CONTRA PLÁGIO E MÁS CONDUTAS EM PESQUISA

1.3.1 - A RAMA em respeito a política de proteção e propriedade intelectual enfatiza aos futuros autores que desejam enviar suas pesquisas ao periódico que visitem o website da COPE (Committee on Publication Ethics) (<https://publicationethics.org/>) e leiam mais sobre as informações para autores quanto à ética em pesquisa, bem como plágio, más práticas, fraudes, possíveis violações de ética etc.

1.3.2 – Todas as novas submissões enviadas para a RAMA são verificadas quanto a: submissões duplicadas e/ou manuscritos já publicados. Caso identificado, os autores serão comunicados e a submissão retirada de fila para designação da avaliação.

1.3.3 - A RAMA informa que os artigos serão avaliados pelo sistema Cross Check logo após o recebimento da carta de aprovação, para verificação de plágio. Os artigos que atingirem um alto nível de similaridade de plágio serão encaminhados aos editores e ao conselho para emissão do deferimento de rejeição do artigo.

2 - TIPOS DE ARTIGOS ACEITOS

- **Artigos Originais:** divulgam os resultados de pesquisas inéditas e permitem a reprodução destes resultados dentro das condições citadas no trabalho. Para os artigos originais recomenda-se seguir a estrutura convencional, conforme as seguintes seções: Resumo; Abstract; Introdução; Metodologia; Resultados; Discussão; e Conclusão. A seção Agradecimentos é opcional. Desejável utilizar referências dos últimos 5 anos (pelo menos 50%);

- **Artigos de Revisão:** analisam e discutem trabalhos de outros autores, revisões bibliográficas etc. (ESTA "SEÇÃO" ESTÁ TEMPORARIAMENTE SUSPensa, DEVIDO À GRANDE QUANTIDADE DE SUBMISSÕES EM AVALIAÇÃO - 2021;

- **Relatos de Caso ou Técnicas:** apresentação da experiência profissional, baseada em estudo de casos peculiares e/ou de novas técnicas. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição. **Observação:** O Conselho Editorial informa que a partir de 2016 "Não serão aceitos trabalhos apresentados e/ou publicados em sua totalidade ou parciais em Eventos Científicos, Congressos, Encontros, Jornadas, Conferências, Simpósios e eventos similares".

2.1 - Somente serão aceitos para publicação na RAMA 02 (dois) trabalhos de cada autor por ano.

2.2.1 - A revista enfatiza ao(s) autor(es) que busque(m) assessoria linguística profissional (revisores certificados no idioma português, inglês e espanhol) antes de submeter(em) originais que possam conter incorreções e/ou inadequações morfológicas, sintáticas, idiomáticas ou de estilo.

2.3 - PROCEDIMENTOS PARA ACEITAÇÃO DOS ARTIGOS:

2.3.1 - O artigo deve ser original, isto é, não ter sido publicado em qualquer outro periódico no país;

2.3.2 - O procedimento adotado para aceitação definitiva será: - **Primeira Etapa:** A Equipe Editorial e o Conselho Editorial analisam se o manuscrito se encontra dentro das áreas definidas no link Foco e Escopo da revista, bem como se o artigo está dentro das normas de publicação.

- **Segunda Etapa:** Os artigos serão avaliados por no mínimo dois consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis.

2.4 - Em sendo aprovado nessas duas etapas, o artigo será publicado no primeiro número da revista com espaço disponível.

2.5 - O periódico não tem como critério exclusivo de publicação a ordem cronológica na qual recebe os textos, e sim sua aceitação nas etapas descritas acima.

2.6 - O Conselho Editorial não se compromete a devolver os originais enviados.

2.7 - Os direitos autorais pertencem exclusivamente aos autores. Os direitos de licenciamento utilizados pelo periódico é a licença Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0).

3 - INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

3.1 – A RAMA, E-ISSN 2176-9168 (on-line), é uma publicação trimestral da Universidade Cesumar - UniCesumar.

3.1.1 - Publica artigos originais que estejam vinculados às áreas: Meio ambiente, Agronegócio e Tecnologias Limpas e seus subtemas correlacionados descritos em Foco e Espoco, acesse aqui: **Abrir**.

3.1.2 - Artigos com temas fora dos informados no Foco e Escopo serão convidados a submeterem em outro periódico em que seu tema se enquadre melhor.

3.2 - Os autores serão convidados a declarar que o manuscrito é uma pesquisa original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outro periódico científico, bem como se possui Conflito de Interesses.

3.2.1 - Os conflitos de interesses podem surgir quando autores, revisores ou editores possuem interesses que, aparentes ou não, podem influenciar a elaboração ou avaliação de manuscritos. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. A confiabilidade pública no processo de revisão por pares e a credibilidade de artigos publicados dependem em parte de como os conflitos de interesses são administrados durante a redação, revisão por pares e tomada de decisões pelos editores.

Observação: É obrigatório que a autoria do manuscrito declare a existência ou não de conflitos de interesse. Mesmo julgando não haver conflitos de interesse, o(s) autor(es) deve(m) declarar essa informação no ato de submissão do artigo, **no Passo 2:** Transferência do manuscrito, e transferir o Modelo de declaração de conflito de interesse, assinada por todos os autores, para legitimar a idoneidade dos resultados do estudo submetido em formato de arquivo "PDF" como Documentos suplementares. Faça o download do MODELO - Declaração de Conflito de Interesse **AQUI**.

3.2.2 - Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do Conselho Editorial da revista.

3.3 - Para as submissões de artigos no idioma Inglês ou Espanhol, após a carta de aceite do arquivo final, deverão encaminhar o artigo para revisão do idioma, aos revisores credenciados pela revista (ver item 3.3.1), é de responsabilidade dos autores o custo das revisões. Os autores receberão instruções via e-mail de como proceder com a transferência no sistema do arquivo revisado.

3.3.1 - Revisores e/ou Tradutores Indicados

LD TRADUÇÕES - www.ldtraducoes.com.br; e-mail: contato@ldtraducoes.com.br
 American Journal Experts (AJE) São Paulo (SP) www.aje.com/pt/services Benchmark Software e Traduções - ERICA M. TAKAHASHI DE ALENCAR E-mail: : erica.tradutora@gmail.com e/ou Whatsapp: (41) 99679-4654 THOMAS BONNICI e-mail: : bonnici@wnet.com.br e Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2253237526673836>
 Observação: Os pesquisadores deverão assumir os custos da tradução, bem como solicitar uma declaração/certificado da tradução e encaminhar quando solicitado pela revista.

3.4 - NORMAS GRÁFICAS PARA ELABORAR O ARTIGO:

3.4.1 - São adotadas, neste periódico, as normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Recomenda-se a consulta às normas: - NBR 10.520/2002 - Citações em documentos - Apresentação; - NBR 6024/2012 - Numeração progressiva das seções de um documento; - NBR 6023/2018 - Referências - Elaboração; - NBR 6028/2003 - Resumos; - NBR 6022/2018 - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação; - Normas de Apresentação Tabular IBGE, 1993 para tabelas e quadros;

3.4.2 - Formatação do artigo: O artigo científico deverá conter entre o mínimo de 10 e o máximo de 20 páginas, incluindo referências bibliográficas;

3.4.3 - Layout - Papel: A4 (tamanho 21 cm X 29,70 cm);

- Margem: Margem Superior e Esquerda de 3 cm; - Margem: Margem Inferior e Direita de 2 cm;

- Parágrafo: Justificado com recuo de 1,25 cm na primeira linha;

- Espaçamento para o texto: Entre linhas 1,5 cm em todo o artigo, com exceção do resumo, referências, citações diretas, depoimentos, tabelas e quadros que deverão ter espaçamento simples;

- Fonte: Times New Roman, tamanho 12 no texto, com exceção das citações diretas acima de 3 linhas que a fonte deverá ser 10;

- Formato do arquivo: Word (.doc ou .docx), OpenOffice ou RTF (não ultrapassar 2MB);

- Serão desclassificados sumariamente os artigos apresentados em formato PDF

3.4.4 Estrutura do artigo deve ser a seguinte: TEXTO PRINCIPAL: Deve ser subdividido, em: INTRODUÇÃO, 2 MATERIAL E MÉTODOS, 3 RESULTADO E DISCUSSÃO, 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS, 5 AGRADECIMENTO (opcional) e REFERÊNCIAS.

- O texto deve ser escrito usando fonte tamanho 12;

- O espaçamento entre as linhas deve ser 1,5; - O alinhamento do texto deve ser justificado e a primeira linha do parágrafo deve ter recuo de 1,25 cm;

- Se, porventura, o trabalho utilizar termos em língua estrangeira, estes deverão ser escritos usando o modo itálico, exceto a palavra apud e et al; Exemplos: workaholic, gestalt, copenhagenerzimmtzöts.

TÍTULOS DAS SEÇÕES: Devem ter numeração progressiva, conforme NBR6024/2012, e alinhamento à margem esquerda, sem utilizar ponto, hífen, travessão ou qualquer outro sinal após o indicativo da seção ou de seu título. Exemplo de formatação das seções/títulos:

- **SEÇÃO PRIMÁRIA:** LETRA MAIÚSCULA e negrito;

- **SEÇÃO SECUNDÁRIA:** LETRA MAIÚSCULA e sem negrito; - Seção Terciária: Em Negrito e Somente o Início das Palavras em maiúsculo.

TÍTULO E SUBTÍTULO: - Deve conter título em português e em idioma estrangeiro (Inglês);

- Deve estar figurado no topo da página e centralizado, em letras maiúsculas em negrito, fonte Times New Roman, tamanho 14;

- Deverá conter obrigatoriamente 100 caracteres ou 14 palavras, ser claro, conciso e refletir a essência do artigo.

AUTORIA DO ARTIGO: Para assegurar a integridade do anonimato dos autores e garantir o processo de avaliação por pares às cegas, todas as informações sobre autoria NÃO devem constar no arquivo do artigo ou qualquer outra informação oculta que possa identificar os mesmos. Clique para saber como retirar essas informações pelo Exemplo.

- As informações relativas aos AUTORES deverão ser preenchidas no momento da submissão do artigo no 3º passo
- Dados da submissão - Lista de coautores. Clique [AQUI](#) para fazer o download do tutorial de apoio para cadastro de artigo;
- Preencher: nome completo, o número identificador (ID) do ORCID e ID Lattes, e-mail, filiação institucional e informar no campo "Biografia": última titulação acadêmica, curso/departamento/instituição ao qual pertence(m), cidade, estado e país;
- Não será aceita posteriormente à submissão a inclusão de nomes de autores que não foram preenchidos no passo Metadados, por isso sugerimos a máxima atenção para esse passo descrito no item acima.

RESUMO: - Após o título deve-se escrever a palavra Resumo em fonte tamanho 12, negrito, alinhado à esquerda, seguido de dois pontos. Deve-se ainda iniciar seu conteúdo logo em seguida da palavra RESUMO: que deve estar em um único parágrafo de, no máximo, 15 linhas ou 250 palavras, sem recuo na primeira linha. Deve ser usado espaçamento simples entre linhas, justificado, em fonte tamanho 12, sem citação de autoria.

PALAVRAS-CHAVE: - Estas NÃO devem estar presentes no título. Deve-se pular uma linha de 1,5 de espaçamento após o texto do resumo. Conter no mínimo 3 (três) e no máximo 5 (cinco) palavras-chave que identificam a área do artigo e sintetizam sua temática para indexação, com alinhamento justificado, separadas entre si por ponto e vírgula, seguido de inicial maiúscula.

ABSTRACT: - Em Inglês, com formatação igual à do Resumo. **KEYWORDS:** - Em Inglês, com formatação igual à das Palavras-chave.

CITAÇÕES: - As citações deverão seguir o sistema de chamada AUTOR/DATA (NBR 10520/2002). Quando a obra possuir até três (3) autores, indicam-se todos, na mesma ordem em que aparecem na obra, emprega-se (;) entre os autores. Quando a obra possuir mais de três (3) autores, menciona-se o primeiro, seguido da expressão et al.;

- As citações longas (que ultrapassam a três linhas) devem ser digitadas sem aspas, em tamanho 10, com recuo de 4 cm da margem esquerda, sem recursos tipográficos itálico ou negrito e com espaçamento entre linhas simples (1 cm);
- As citações curtas (com até três linhas) devem estar inseridas normalmente no texto, com uso de aspas duplas, sem recurso tipográfico itálico ou negrito e sem alteração do tamanho da letra. Em ambos os casos, não esquecer de citar o autor, ano e página de onde o texto foi retirado (NBR 10520/2002);

- Todas as citações devem aparecer na lista de referências e vice-versa.

ILUSTRAÇÕES: - As ilustrações desempenham o papel de auxiliar, ou seja, complementam ou apoiam a expressão de ideias do texto e pode-se utilizar como recursos ilustrativos: figura, fotos, quadros, fluxograma ou tabela etc;

- Será permitido por artigo o conjunto de 7 (sete) elemento gráficos, entre: figuras, tabelas, gráficos e quadros. Solicitamos que estas não ultrapassem uma página e, sejam inseridas no texto, logo após citadas;

- As Tabelas e Quadros devem ser elaborados no Word, caso necessite de correções;

- Para figuras e gráficos estas devem ser digitalizadas, deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravadas no formato jpg ou png. Ilustrações em cores serão aceitas para publicação.

AGRADECIMENTOS: (opcional) - Podem ser mencionadas colaborações de pessoas, instituições ou agradecimento por apoio financeiro, auxílios técnicos, que mereçam reconhecimento, mas não justificam a sua inclusão entre os autores.

REFERÊNCIAS: - As referências bibliográficas devem ser redigidas segundo a norma NBR 6023/2018 da ABNT e deverão ser listadas em ordem alfabética no final do artigo somente aquelas citadas no texto. Devem ser atualizadas contendo, preferencialmente, os trabalhos mais relevantes publicados nos últimos 5 (cinco) anos, sobre o tema.

4 - INSTRUÇÕES SOBRE AS REFERÊNCIAS

Deve-se seguir a Norma ABNT NBR 6023/2018. Nas referências deverão constar apenas autores e obras mencionados no texto. Devem ser elaboradas em espaço simples, alinhadas à margem esquerda do texto e separadas entre si por uma linha em branco de espaço simples.

4.1 - ORIENTAÇÕES GERAIS

4.1.1. Indicação de Responsabilidade - Sobrenome e prenomes: O sobrenome deve estar em caixa alta, e os prenomes abreviados conforme exemplo: SANTOS, A. L.;

- De um a três autores (deve-se indicar todos os autores separados por ponto e vírgula);

- De quatro ou mais autores, quando houver, convém indicar todos. A revista RAMA orienta que todos sejam informados, porém, permite-se que identifique apenas o primeiro, seguido da expressão et al.;
- Os títulos dos periódicos deverão ser abreviados conforme o Catálogo Coletivo Nacional do IBICT, em negrito, com o local de publicação;
- Nas novas diretrizes da revista as referências deverão conter o DOI, mesmo que na norma NBR 6023/2018, informe ser item complementar.

4.1.2 Exemplos:

ARTIGO EM PERIÓDICOS E/OU MATÉRIA DE JORNAL

SIMONS, R. Qual é o nível de risco de sua empresa? **HSM Management**, São Paulo, v. 3, n. 16, p. 122-130, set./out. 1999.

DANTAS, José Alves et al. Regulação da auditoria em sistemas bancários: análise do cenário internacional e fatores determinantes. **Rev. contab. finanç**, São Paulo, v. 25, n. 64, p. 7-18, jan./abr. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-70772014000100002>.

OTTA, L. A. Parcela do tesouro nos empréstimos do BNDES cresce 566% em oito anos. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, ano 131, n. 42656, 1 ago. 2010. Economia & Negócios, p. B1.

VERÍSSIMO, L. F. Um gosto pela ironia. **Zero Hora**, Porto Alegre, ano 47, n. 16.414, p. 2, 12 ago. 2010. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jsp?uf=1&action=flip>. Acesso em: 12 ago. 2010.

LIVRO

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.

CAPÍTULO DE LIVRO

FRIGOTTO, G. Os delírios da razão: crise do capital e metamorfose conceitual no campo educacional. In: GENTILI, A. H. **Pedagogia da exclusão: crítica ao neoliberalismo em educação**. Petrópolis: Vozes, 1995. p. 77-108.

CONGRESSO

SOUZA, L. S.; BORGES, A. L.; REZENDE, J. Influência da correção e do preparo do solo sobre algumas propriedades químicas do solo cultivado com bananeiras. In:

REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais** [...] Petrolina: Embrapa, CPATSA, 1994. p. 3-4.

CONGRESSO INTERNACIONAL DO INES, 8.; SEMINÁRIO NACIONAL DO INES, 14., 2009, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Educação de Surdos, 2009. 160 p. Tema: Múltiplos atores e saberes na educação de surdos.

LEGISLAÇÃO

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002.

Institui o Código Civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 jan. 2002. PL 634/1975.

JURISPRUDÊNCIA

BRASIL. Supremo Tribunal Federal (2. Turma). **Recurso Extraordinário 313060/SP**. Leis 10.927/91 e 11.262 do município de São Paulo. Seguro obrigatório contra furto e roubo de automóveis. Shopping centers, lojas de departamento, supermercados e empresas com estacionamento para mais de cinquenta veículos. Inconstitucionalidade. Recorrente: Banco do Estado de São Paulo S/A - BANESPA. Recorrido: Município de São Paulo. Relatora: Min. Ellen Gracie, 29 de novembro de 2005. Lex: jurisprudência do Supremo Tribunal Federal, São Paulo, v. 28, n. 327, p. 226-230, 2006.