

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

ROSANA CORPOLATO

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CRAVO DA ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*), ÓLEO
ESSENCIAL E SUAS PROPRIEDADES**

TOLEDO, PR

2023

ROSANA CORPOLATO

**REVISÃO BIBLIOGRAFICA: CRAVO DA INDIA (*Syzygium aromaticum*),
ÓLEO ESSENCIAL E SUAS PROPRIEDADES**

**LITERATURE REVIEW: CLOVE (*Syzygium aromaticum*), ESSENTIAL OIL
AND ITS PROPERTIES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos (COPEQ) Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, câmpus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientador: Ricardo Fiori Zara.

TOLEDO, PR

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ROSANA CORPOLATO

**REVISÃO BIBLIOGRAFICA: CRAVO DA INDIA (*Syzygium aromaticum*),
ÓLEO ESSENCIAL E SUAS PROPRIEDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, câmpus Toledo, como parte das exigências para obtenção do título de Tecnólogo em processos Químicos.

Toledo, 13 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

Ricardo Fiori Zara, Dr. (orientador)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Solange Maria Cottica, Dr.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Camila Vargas Neves, Dr.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

OBS: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Processos Químicos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado sabedoria e força para não desistir desta longa jornada que foi a graduação.

Agradeço a minha família pelo apoio e compreensão durante as abdições de atenção e plena dedicação, pois precisava focar nas atividades acadêmicas.

Agradeço as amizades que desenvolvi durante este período, de fato os únicos que compreendem todos os desafios que enfrentamos.

Agradeço ao meu orientador Ricardo Zara pela paciência e dedicação para a entrega deste trabalho, e aos membros da banca.

Agradeço também a todos os professores que me auxiliaram na graduação, não somente para formar bons profissionais, mas além disso, boas pessoas.

RESUMO

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* ou *Eugenia caryophyllata* Thunberg, *Myrtaceae*) é uma especiaria muito apreciada desde a antiguidade, não só por seu sabor e qualidades culinárias, mas também por suas utilizações terapêuticas. Várias aplicações desta especiaria na cultura popular têm sido relatadas na literatura bem como diversos estudos científicos sobre esses usos. O presente trabalho traz uma revisão bibliográfica e análise bibliométrica sobre pesquisas desenvolvidas sobre o cravo da Índia. A revisão bibliográfica foi realizada de forma a estruturar uma revisão mais completa, abordando desde características morfológicas até legislação comercial e suas aplicações. A análise bibliométrica foi realizada na plataforma *Web of Science* a fim de filtrar pesquisas confiáveis realizadas. Utilizando a expressão chave: "*Syzygium aromaticum*", obtendo 1.226 resultados, refinando a busca para "Essential oil" e "Antioxidant", obtive-se 473 resultados, selecionando apenas artigos, 405 resultados, que vão do ano 1980 a 2023. Os efeitos sinérgicos apresentados pelo eugenol ampliam o seu uso na indústria e na medicina. Muitas propriedades e atividades biológicas ainda não estão bem desenvolvidas, o que justifica os estudos que explorem as concentrações necessárias para atingir os objetivos, quais são os efeitos e mecanismos de ação do eugenol, os quais vem crescendo como evidenciado pela análise bibliométrica.

Palavras-chave: *Eugenia Caryophyllata* Thunberg; *Myrtaceae*; qualidade, bibliometria; especiarias.

ABSTRACT

Clove (*Syzygium aromaticum* or *Eugenia caryophyllata* Thunberg, *Myrtaceae*) is a spice that has been greatly appreciated since antiquity, not only for its flavor and culinary qualities, but also for its therapeutic uses. Several applications of this spice in popular culture have been reported in the literature as well as several scientific studies on these uses. The present work brings a bibliographic review and bibliometric analysis on research carried out on cloves. The bibliographic review was carried out in order to structure a more complete review, approaching from morphological characteristics to commercial legislation and its applications. Bibliometric analysis was performed on the Web of Science platform in order to filter out reliable research carried out. Using the key expression: "*Syzygium aromaticum*", obtaining 1,226 results, refining the search for "Essential oil" and "Antioxidant", 473 results were obtained, selecting only articles, 405 results, ranging from the year 1980 to 2023. synergistic effects presented by eugenol expand its use in industry and medicine. Many biological properties and activities are still not well developed, which justifies studies that explore the concentrations necessary to achieve the objectives, what are the effects and mechanisms of action of eugenol, which has been growing as evidenced by bibliometric analysis.

Keywords: *Eugenia Caryophyllata* Thunberg; *Myrtaceae*; quality; bibliometrics; spices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Árvores de cravo da Índia..... | 11 |
| Figura 2 - Fotografia A e B ilustrando as flores de cravo da Índia e os corimbos terminais..... | 12 |
| Figura 3 - Fotografia A e B ilustrando as flores de cravo da Índia colhidas e após a secagem o que de fato consome-se, o cravo seco..... | 12 |
| Figura 4 - Localização dos municípios produtores de cravo da Índia no estado da Bahia..... | 13 |
| Figura 5 - D-Limoneno, isoprenóide, de fórmula molecular $C_{10}H_{16}$ | 18 |
| Figura 6 - Citral, formado terpenóides com fórmula molecular $C_{10}H_{16}O$ | 18 |
| Figura 7 - Citronelal, monoterpénóide, de fórmula química $C_{10}H_{16}O$ | 18 |
| Figura 8 - Safrol, fórmula molecular $C_{10}H_{10}O_2$, é um alilbenzeno | 18 |
| Figura 9 - Mentol, monoterpénico cíclico de fórmula $C_{10}H_{20}O$ | 18 |
| Figura 10 - Eugenol, fórmula molecular é $C_{10}H_{12}O_2$, é um fenilpropenóide. | 18 |
| Figura 11 - Sistema básico de destilação por arraste de vapor | 20 |
| Figura 12 - Fluxograma de processo para definição de amostra | 23 |
| Figura 13 - Evolução das publicações da amostra ao longo do tempo | 24 |
| Figura 14 - Distribuição das publicações da amostra por país de origem.... | 25 |
| Figura 15 - Distribuição das publicações da amostra por periódico..... | 25 |
| Figura 16 - Nuvem de palavras-chave mais citadas pelos artigos da amostra | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Definição e conceitos das características de qualidade avaliadas..... | 15 |
| Tabela 2 - Número de pontos que definem cada tipo de cravo-da-índia, adaptado de MAPA (1981)..... | 16 |
| Tabela 3 - Como deve ser pontuada cada característica avaliada de cravo-da-índia para enquadramento em tipo, adaptado de MAPA (1981).. | 16 |
| Tabela 4 - Publicações mais citadas da amostra..... | 26 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 10 |
| 2.1 | Formas de revisão de literatura | 10 |
| 2.2 | Taxonômia da Planta De Cravo Da Índia | 11 |
| 2.3 | Legislação referente a comercialização do cravo da índia <i>in natura</i> e em óleo essencial | 14 |
| 2.4 | Óleos essenciais | 17 |
| 2.5 | Eugenol e suas aplicações | 19 |
| 3 | METODOLOGIA | 22 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5 | CONCLUSÃO | 30 |
| | REFERÊNCIAS | 31 |

1 INTRODUÇÃO

Existe um interesse grande, tanto por parte dos consumidores quanto pela indústria alimentícia, em buscar produtos mais seguros para reduzir riscos à saúde, que para garantir a qualidade microbiológica do alimento utilizam principalmente substâncias sintéticas. Consequentemente tem crescido a necessidade do uso de substâncias naturais, como óleos essenciais e seus componentes com potencial ação em alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Estes óleos essenciais (OEs) são classificados como um grupo diverso de compostos aromáticos voláteis, presentes principalmente em materiais vegetais, como metabólitos secundários por plantas aromáticas. São líquidos oleosos categorizados como GRAS (geralmente reconhecido como seguro) pela *Food and Drug Administration* (MANSO *et al.*, 2013; MAJEED *et al.*, 2015).

Dentre diversos óleos utilizados, o óleo essencial de cravo-da-índia se destaca como substituinte de conservantes alimentares sintéticos devido a sua propriedade antimicrobiana, a qual está atribuída a presença da alta concentração de eugenol. Neste sentido, o uso do eugenol de forma isolada tem sido observado em diversos estudos e constatado a sua eficácia contra as principais bactérias contaminantes de alimentos, como *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* e *Staphylococcus aureus*. Além disso, é destacada que a ação antimicrobiana do eugenol é mais eficaz contra cepas Gram-positivas como *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* (IRKIN e ESMER, 2015; RESENDE *et al.*, 2017).

Além da propriedade antibacteriana, o eugenol apresenta diversas atividades, como: anti-inflamatória, antioxidante, modulador de respostas imunes, anticarcinogênica, cardiovasculares, antinoceptiva e anestésica local (SANTOS *et al.*, 2014). Podem ser destacadas também atividade espasmolítica, antisséptica, anti-helmíntica em ruminantes, relaxante muscular e antipirética (SANTOS *et al.*, 2014). Assim, o presente trabalho tem como objetivo de conglomerar alguns estudos relevantes sobre o cravo da Índia e o óleo essencial e dispor uma análise bibliométrica por meio de pesquisa realizada na plataforma Web of Science.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Formas de revisão de literatura

Revisão da literatura é o processo de busca, análise e descrição de um grupo do conhecimento em busca de resposta a uma pergunta específica. “Literatura” cobre todo o material relevante que é escrito sobre um tema: livros, artigos de periódicos, artigos de jornais, registros históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações e outros tipos. Existem 3 tipos de revisão de literatura, sendo elas: Interrogativa, sistemática e narrativa, para justificar a escolha da forma de revisão deste trabalho, precisamos entender o que diferencia cada revisão (SILVEIRA e SILVA, 2020).

Quando se realiza uma revisão sistemática, podemos associar a uma forma de investigação científica. Essas revisões são consideradas estudos observacionais retrospectivos ou estudos experimentais de recuperação e análise crítica da literatura. Nela testam-se hipóteses, como objetivo levantar, reunir, avaliar criticamente a metodologia da pesquisa e sintetizar os resultados de diversos estudos primários. Busca responder a uma pergunta de pesquisa claramente formulada. Utiliza métodos sistemáticos e explícitos para recuperar, selecionar e avaliar os resultados de estudos relevantes (SILVEIRA e SILVA, 2020).

Como alternativa para revisar rigorosamente e combinar estudos com diversas metodologias, por exemplo, delineamento experimental e não experimental, e integrar os resultados surgiu a categoria de revisão denominada integrativa, com a intenção de promover os estudos de revisão em diversas áreas do conhecimento, mantendo o rigor metodológico das revisões sistemáticas (SILVEIRA e SILVA, 2020).

O terceiro tipo de revisão, a narrativa, não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. A busca pelos estudos não precisa esgotar as fontes de informações. Não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas. A seleção dos estudos e a interpretação das informações estão sujeitas à subjetividade do autor. Segundo Silveira e Silva (2020) é adequada para a fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses,

trabalhos de conclusão de cursos, sendo assim esta adotada para realização deste trabalho de conclusão de curso associada a uma pesquisa bibliométrica.

2.2 Taxonomia da Planta De Cravo Da Índia

Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L. M. Perry, sinônimo *Eugenia caryophyllata* Thunberg, pertence à família das mirtáceas (*Myrtaceae*), é uma planta aromática de porte arbóreo nativa das Ilhas Molucas na Indonésia Oriental que pertence atualmente a Indonésia (AFFONSO *et al.*, 2014).

É uma planta de porte arbóreo com copa alongada característica e que pode atingir em média 8-12 metros de altura (Figura 1). Suas folhas possuem características ovais, aromáticas e tem de 7-11 centímetros de comprimento (AFFONSO *et al.*, 2012), tem um ciclo de vida de até 100 anos, com relatos de árvores que chegaram a 150 anos (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

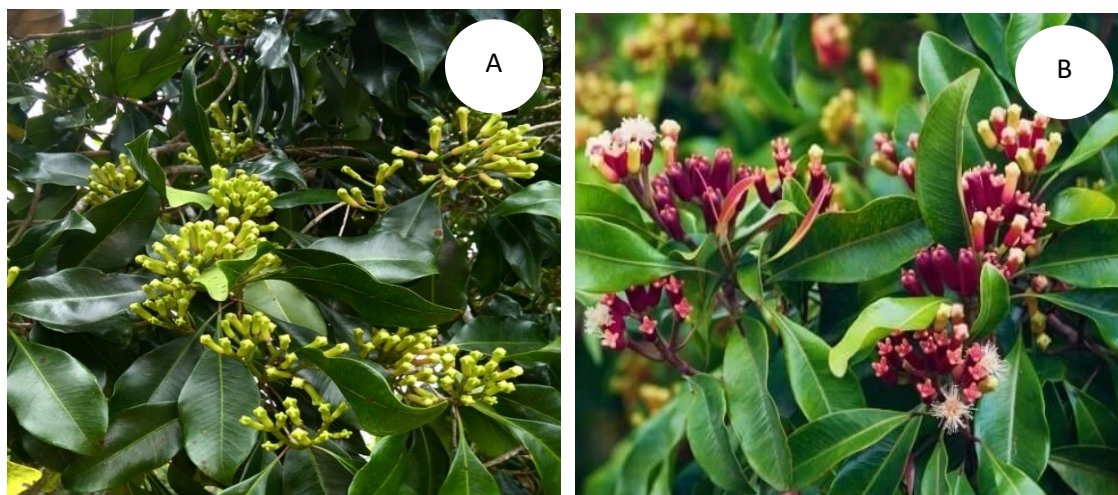
Figura 1 - Cultivo de cravo da índia.



Fonte: Guia de Jardinagem (2023).

A parte da árvore de cravo da Índia frequentemente usada é o botão floral seco (Figura 3, B), suas flores são pequenas, dispostas em corimbos terminais em um tom verde-amarelado (Figura 2), mais ou menos impregnado de vermelho, sendo que quanto mais próximas da cor avermelhada melhores estão para coleta. Os frutos são de drupa elipsoide com coloração avermelhada (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Figura 2 - Figura A e B ilustrando as flores de cravo da Índia e os corimbos terminais.



Fonte: Guia de Jardinagem (2023).

A colheita ocorre na forma de botão floral maduro (Figura 3 A) e a comercialização na forma de botão floral seco. Grande quantidade de folhas é derrubada durante o processo de colheita, seja mecânico ou manual, tornando um resíduo presente no produto. A qualidade do cravo com a cabeça proveniente de botão floral colhido, antes da abertura dos botões florais (antese), é primordial para obtenção dos melhores preços no mercado nacional e internacional, os botões florais são colhidos com pedicelo, e estes são eliminados durante o processo de detalhamento, para serem colhidos os botões devem apresentar uma coloração vermelho brilhante com um comprimento entre 1,5 e 2,0 cm (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Figura 3 - Fotografia A e B ilustrando as flores de cravo da Índia colhidas e após a secagem o que de fato consumimos, o cravo seco.



Fonte: Shutterstock, 2023.

As sementes de cravo-da-índia têm um aroma ativo e são delas que se extrai o ácido eugênico, incolor e de sabor picante. Sua composição química é constituída principalmente por eugenol, acetato de eugenol, betacariofileno, ácido oleânico, e substâncias das classes: triterpeno, ceras vegetais, cetonas, resinas, taninos e esteróis (ZHENG *et al.*, 1992).

Os principais produtos derivados do cravo da Índia disponíveis no mercado nacional hoje em dia são o óleo essencial puro ou produtos derivados dele, cuja principal aplicação é como anestésico local em odontologia, e o próprio botão floral seco que é usado como tempero (AFFONSO *et al.*, 2012).

O craveiro apresenta capacidade de ser cultivado em diferentes partes do mundo com clima tropical, tais como Tanzânia, Madagáscar, Filipinas, República da Maurícia, Seychelles, Sri Lanka, Índia, China, Indonésia, Malásia, Brasil, Jamaica, Pemba e Guiné (ZHENG *et al.*, 1992).

No Brasil, praticamente apenas a Bahia, na região do Baixo Sul (Valença, Ituberá, Taperoá, Camamu e Nilo Peçanha), produz esta especiaria na forma comercial. Essa região destaca-se como produtora do cravo-da-índia (Figura 4) (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Figura 4 - Localização dos municípios produtores de cravo da índia no estado da Bahia.



Fonte: IBGE, 2017.

No último censo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, o único estado produtor de cravo-da-índia é a

Bahia. O valor da produção do estado foi de 23.157 milhões de reais, correspondente a uma área de colheita de 5.187 mil hectares, com 626 mil pés de craveiro da Índia, que produzem cerca de 1.476 toneladas.

2.3 Legislação referente a comercialização do cravo da Índia *in natura* e em óleo essencial

Diversos países possuem normas técnicas com especificações de produto para os óleos essenciais e métodos para análise.

A *International Organization for Standardization* (ISO), por exemplo, possui atualmente, 143 normas publicadas referentes a óleos essenciais, esses documentos contêm as especificações técnicas para a maioria dos óleos essenciais com importância comercial, bem como seus métodos de análise e aspectos de rotulagem.

Já no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou normas para OE's desde a década de 1970. Entretanto, todas foram canceladas entre 2010 e 2011 e, no presente, não há normas nacionais vigentes para óleos essenciais (ABNT, 2023). Óleos produzidos no país em pequena escala, a partir de espécies nativas ou mesmo exóticas, não possuem especificações pré-definidas.

Somando-se a isso, a variação na composição dos metabólitos secundários de plantas em função de sua herança genética e das condições edafoclimáticas nas quais são cultivadas, não é raro encontrar OE's, supostamente da mesma espécie, de duas ou mais procedências com composições qualitativa e quantitativamente diferentes. Essa falta de uniformidade é, aliás, um dos principais problemas para os produtores e as indústrias interessadas no seu emprego.

Já para a comercialização *in natura* há uma Portaria, 249/1983 de 08 de setembro de 1983 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que regulamenta as normas e padrões a serem observadas na identidade, apresentação, qualidade e classificação do cravo-da-Índia para fins de comercialização.

A Lei nº 6.305, de 15 de dezembro de 1975, e no Decreto nº 82.110, de 14 de agosto de 1978 (MAPA), define normas de identidade, qualidade e

embalagem do cravo-da-índia, referente a qualidade há diversas características avaliadas/observadas, com diferentes conceitos, conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Definição e conceitos das características de qualidade avaliadas.

| CARACTERÍSTICA AVALIADA | DEFINIÇÃO |
|--------------------------------|---|
| Umidade | porcentagem de água contida na amostra |
| Odor | cheiro típico desejado da essência do cravo-da-índia, penetrante e aromático |
| Impurezas | detritos do próprio produto como: pedúnculos (talos) e folhas |
| Matérias Estranhas | grãos ou sementes de outros vegetais, bem como corpos estranhos de qualquer natureza não oriundos do produto e não nocivos à saúde humana. |
| CRAVOS AVARIADOS | |
| Cravos Amadurecidos ou Dentões | cravos que passaram do ponto de colheita, tendo caído o pequeno botão floral, vulgarmente denominado cabeça-de-cravo, dando lugar ao fechamento do cálice, ficando o cravo com o aspecto de um dente. |
| Cravos Ardidos | cravos inteiros ou quebrados, fermentados, apresentando coloração diferenciada do produto normal, geralmente acinzentada |
| Cravos Mofados | cravos inteiros ou pedaços de cravos que se mostram claramente afetados por fungos. |
| Cravos Danificados | cravos ou pedaços de cravos que se apresentam atacados por pragas e/ou afetados por processo de secagem ou qualquer outra causa mecânica ou fisiológica. |
| Cravos Imaturos | cravos que não atingiram completo desenvolvimento fisiológico |
| Cravos Murchos | cravos caídos das árvores e/ou que apanharam chuva no período de secagem. Apresentam modificações na cor, maior umidade, dobram sem quebrar ou se mostram claramente enrugados. |

Fonte: Adaptado de MAPA, 1978.

Para avaliação deve-se realizar uma amostragem por meio de extratores apropriados, no mínimo em dez por cento do lote, ao acaso, extraída uma quantidade mínima de trinta gramas por coleta. As amostras extraídas devem ser homogeneizadas, reduzidas e acondicionadas em três vias com o peso de 100g cada, devidamente identificadas, lacradas e autenticadas. Uma amostra pertence ao interessado na classificação e as outras duas ficam com o classificador. A metodologia para análise é toda descrita pela Lei nº 6.305, de 15 de dezembro de 1975, e no Decreto nº 82.110, de 14 de agosto de 1978.

Após as avaliações destes parâmetros, o cravo da Índia pode pertencer a diferentes “tipos”, faixas de classificação, dependendo dos resultados especificados na portaria 159/1981, contabilizados como pontos, dependendo da faixa em que o resultado obtido na análise se enquadrará (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Número de pontos que definem cada tipo de cravo-da-índia, adaptado de MAPA (1981).

| Total de Pontos | Enquadramento em Tipos |
|-----------------|-------------------------|
| 29 a 35 | Tipo Bahia 1 – Especial |
| 23 a 28 | Tipo Bahia 2 |
| 17 a 22 | Tipo Bahia 3 |
| 11 a 16 | Tipo Bahia 4 |

Fonte: Adaptado de MAPA, 1978.

Tabela 3 - Como deve ser pontuada cada característica avaliada de cravo-da-índia para enquadramento em tipo, adaptado de MAPA (1981).

| Cravos com Cabeça | Cravos Imaturos | Mofados e Ardidos | Murchos | Impurezas e/ou Danificados | Matérias Estranhas | Dentões |
|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------------|--------------------|---------------|
| Acima de 90% 5pt | até 4% 5pt | até 0,5% 5pt | até 1,5% 5pt | até 2% 5pt | até 1% 5p | até 0,5% 5pt |
| >80 a 90% 4pt | >4 a 8% 4pt | > 0,5 a 1,5% 4pt | >1,5 a 3% 4pt | >2 a 3% 4pt | >1 a 1,5% 4pt | >0,5 a 1% 4pt |
| >70 a 80% 3pt | >8 a 12% 3pt | > 1,5 a 2,5% 3p | >3 a 4,5% 3pt | >3 a 4% 3pt | >1,5 a 2% 3pt | >1 a 1,5% 3pt |
| >60 a 70% 2pt | >12 a 16% 2pt | > 2,5 a 3,5% 2pt | >4,5 a 6% 2pt | >4 a 5% 2pt | >2 a 2,5% 2pt | >1,5 a 2% 2pt |
| >50 a 60% 1pt | >16 a 20% 1pt | > 3,5 a 4,5% 1pt | >6 a 7,5% 1pt | >5 a 6% 1pt | >2,5 a 3% 1pt | >2 a 2,5% 1pt |

Fonte: Adaptado de MAPA, 1978.

Para efeito de comercialização, devem ser emitidos “Certificados de Classificação”, por órgãos, entidades ou classificadores autônomos, credenciados pelo Ministério da Agricultura, o resultado dessa classificação será válido pelo prazo de 120 dias, contados da data de sua emissão.

O cravo-da-índia *in natura* pode ser legalmente comercializado em sacos simples de aniação ou de rafia de polipropileno, limpos, resistentes, com capacidade de conter, adequadamente, o peso líquido de cinquenta quilogramas do produto.

Na marcação das embalagens/rótulos devem obrigatoriamente constar: Procedência; Nome ou Marca; Designação “Cravo-da-Índia” seguido do Tipo; Indicação Quantitativa: “Peso Líquido 50 quilogramas”; Safra (ano agrícola).

A legislação do produto *in natura* está bem mais definida no Brasil, do que a do produto processado, o óleo essencial, consequência da alta variedade na composição do produto, não é raro encontrar OEs, supostamente da mesma

espécie, de duas ou mais procedências com composições qualitativa e quantitativamente diferentes.

2.4 Óleos essenciais

Óleos essenciais (OE) apresentam propriedades específicas como volatilidade, baixa polaridade e lipofilicidade. Sua obtenção é realizada ao amanhecer ou no período noturno, pois, devido sua volatilidade, nos demais horários há uma perda quantitativa dos óleos pelas plantas (PINTO JUNIOR; SANTOS, 2021).

São extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor, na grande maioria das vezes, e pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos, que no Brasil dominam o mercado de exportação (BIZZO, *et al.*, 2009).

Segundo a norma 9235 da *International Organization for Standardization* (ISO), os óleos essenciais são definidos como “...produtos obtidos de matérias-primas naturais de origem vegetal, por destilação a vapor, por processos mecânicos a partir do epicarpo de frutos cítricos, ou por destilação a seco, após a separação da fase aquosa – se houver – por processos físicos”.

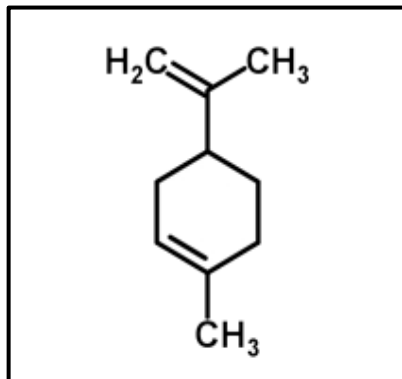
Essa definição é seguida internacionalmente pela indústria e associações científicas e regulatórias do setor. Logo, extratos contendo voláteis obtidos com solventes, ceras e gorduras, fluidos supercríticos, técnicas de *headspace* ou quaisquer outros meios não são óleos essenciais. Na mesma norma técnica são apresentadas as definições e designações para esses outros tipos de produtos aromáticos.

A composição dos óleos essenciais é principalmente de mono e sesquiterpenos e de fenilpropanoides, metabólitos que conferem suas características organolépticas. Advindos de flores, folhas, cascas, rizomas e frutos, como por exemplo, os óleos essenciais de rosas, eucalipto, canela, gengibre, cravo da Índia e laranja, possuem grande aplicação na perfumaria, cosmética, alimentos e como coadjuvantes em medicamentos (BIZZO, *et al.*, 2009).

São empregados principalmente como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais e comercializados na sua forma bruta ou beneficiada, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno

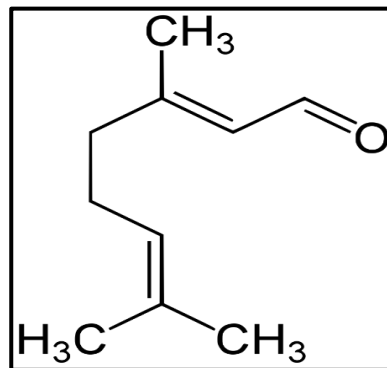
(Figura 5), citral (Figura 6), citronelal (Figura 7), safrol (Figura 8), mentol (Figura 9) e eugenol (Figura 10) (BIZZO, *et al.*, 2009).

Figura 5 - D-Limoneno, isoprenoide, de fórmula molecular $C_{10}H_{16}$.



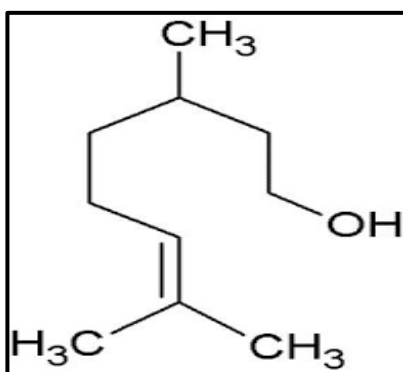
Fonte: Alves (2022).

Figura 6 - Citral, terpenoide, fórmula molecular $C_{10}H_{16}O$.



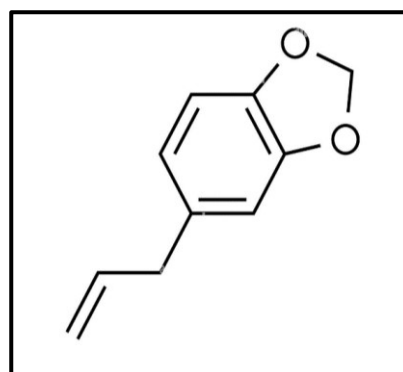
Fonte: Alam (2018).

Figura 7 - Citronelal, monoterpene, de fórmula química $C_{10}H_{18}O$.



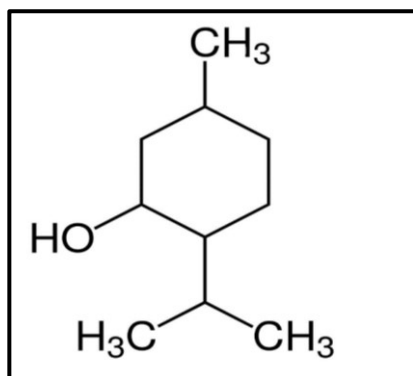
Fonte: Paula (2016).

Figura 8 - Safrol, fórmula molecular $C_{10}H_{10}O_2$, é um alilbenzeno.



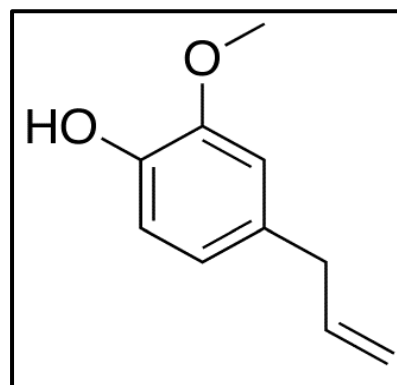
Fonte: Adaptado de Maar e Rosenbrock (2012).

Figura 9 - Mentol, monoterpene cíclico de fórmula $C_{10}H_{20}O$.



Fonte: Adaptado de Valente (2022).

Figura 10 - Eugenol, de fórmula química $C_{10}H_{12}O_2$, um fenilpropanoide.



Fonte: Santana *et al.*, (2021).

Há 300 OE de importância comercial no mundo, sendo os 10 principais: Laranja (Brasil); Menta Japonesa (Índia); Eucalipto (tipo cineol); Citronela; Hortelã-pimenta; Limão, Eucalipto (tipo citronela); Cravo da Índia; Cedro (EUA); Lima destilada (Brasil) (BIZZO e REZENDE, 2022).

O Brasil tem lugar de destaque na produção de OE, ao lado da Índia, China e Indonésia, que são considerados os 4 grandes produtores mundiais.

A posição do Brasil deve-se aos OE de cítricos, que são subprodutos da indústria de sucos. No passado, o país teve destaque como exportador de OE de pau-rosa, sassafrás e menta. Nos dois últimos casos, passou à condição de importador (BIZZO e REZENDE, 2022).

2.5 Eugenol e suas aplicações

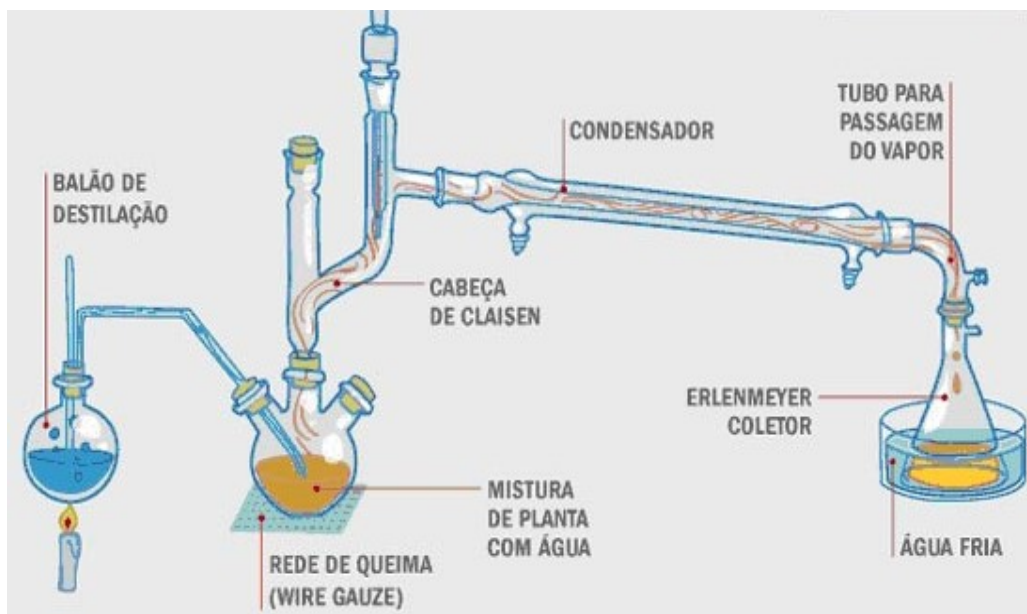
O eugenol é extraído do cravo-da-índia e responsável pelo seu aroma. O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), extração dos compostos voláteis a partir das folhas, caules e botões florais, tem como principal constituinte químico (70 a 90%) de eugenol (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Denominado como 4-Alil-2-Metoxifenol (Figura 10) de acordo a IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), o eugenol (C₁₀H₁₂O₂) é um óleo incolor ou amarelado com forte odor que apresenta peso molecular de 164,20 g/mol, densidade de 1,0664 g/L (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Este composto é classificado como um fenilpropanóide, sendo um ácido fraco pouco solúvel em água e solúvel em álcool etílico, éter, clorofórmio e óleo (FARMAKOLOJIK e ÖZELLIKLERI, 2017).

A sua extração, em escala laboratorial, é realizada por meio da hidrodestilação. O uso do sistema de destilação por arraste de vapor (Figura 11) é preferível quando a sua extração é realizada em escala industrial. Porém, métodos de extração com solventes e CO₂ supercrítico também podem ser aplicados quando se almeja resultados mais eficazes (CORTÉS-ROJAS *et al.*, 2014).

Figura 11 - Sistema básico de destilação por arraste de vapor.



Fonte: Da Silva (2023).

Em revisão bibliográfica realizada por Khalil *et al.*, (2017) e Santana *et al.*, (2021) evidencia-se diversas propriedades funcionais do Eugenol, dentre elas as atividades antioxidante, anti-inflamatória, antiviral, antifúngica, antiparasitária e antibacteriana.

Em pesquisa realizada por Dos Santos *et al.*, (2007), observou-se que o óleo essencial de *Syzygium aromaticum* reduziu o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani*. A inibição do crescimento micelial (ICM) ocorreu em todas as concentrações testadas na pesquisa, sendo que a partir de 500mg/Kg ocorreu a inibição total dos fungos.

De Souza *et al.*, (2022) avaliou a utilização do óleo essencial de cravo da Índia para inibir atividade antibacteriana *in vitro* e anti biofilme em superfície de aço inoxidável sobre linhagens de *S. aureus* multirresistentes, mesmo em baixas concentrações do óleo, é possível evidenciar o controle e demonstra o seu potencial uso (DE SOUZA *et al.*, 2022).

O óleo essencial de cravo da Índia em seu estado micro encapsulado apresentou efeitos antibiofilme mais eficazes quando comparado à utilização do óleo essencial em estado livre.

Tornando-se uma alternativa na utilização em indústrias de alimentos e de produtos sanitizantes, devido a conservação das suas características antimicrobianas e possibilidade de substituição de modo sustentável dos agentes químicos, ao diminuir a adesão do desenvolvimento de biofilmes nas superfícies de aço inox presente em indústria (DE SOUZA *et al.*, 2022).

Fungos têm sido evidenciados como micro-organismos de grande importância para os alimentos. O gênero *Aspergillus* são os principais deterioradores de alimentos, principalmente grãos, apresentando como principais metabólitos secundários tóxicos as aflatoxinas, sendo substâncias mutagênicas, teratogênicas e carcinogênicas.

Com intuito de controlar a contaminação fúngica e conseqüentemente seus metabólitos secundários, produtos naturais têm sido relatados na literatura científica como uma alternativa viável e eficaz no controle de fungos toxigênicos, Neto *et al.*, (2017) obteve êxito no controle de *Aspergillus flavus*, inibindo o crescimento visual da colônia de fungos.

3 METODOLOGIA

A Ciência e a Tecnologia vêm adquirindo uma enorme importância na sociedade, em parte devido à grande influência que exercem no desenvolvimento econômico, político e cultural dos países. Paralelamente tem surgido a necessidade de avaliar o desempenho da atividade científica e seu impacto na sociedade com o principal objetivo de adequar a alocação de recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento, considerando um elemento essencial à gestão e ao planejamento científico de qualquer instituição ou país para obter rentabilidade máxima nos investimentos nesse campo (VIOTTI, 2001).

A bibliométrica tem sido utilizada como um método de análise quantitativa para pesquisa científica. Os dados estatísticos elaborados por meio dos estudos bibliométricos mensuram a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas. Esses dados podem ser utilizados na representação das atuais tendências de pesquisa e na identificação de temas para novas pesquisas (SU; LEE, 2010).

A análise de citações é a parte de uma ciência que investiga as relações entre os documentos citados e os documentos citantes e, permite a identificação de uma série de padrões na produção do conhecimento científico. Através da análise de citações é possível identificar os autores mais produtivos e mais citados, procedência geográfica, idade média da literatura utilizada, elite de pesquisa e tipo de documento mais utilizado (ARAÚJO, 2006).

Para análise bibliométrica relacionada a pesquisas desenvolvidas sobre cravo da Índia a base de dados selecionada foi a *Web of Science*, uma plataforma abrangente que promove uma pesquisa com confiança a partir de quase 1,9 bilhão de referências citadas em mais de 171 milhões de registros, segundo próprio site.

Mais de 9.000 instituições acadêmicas, corporativas e governamentais, e milhões de pesquisadores confiam na *Web of Science* para produzir pesquisas de alta qualidade, obter insights e tomar decisões que orientam o futuro de sua instituição e da sua estratégia de pesquisa.

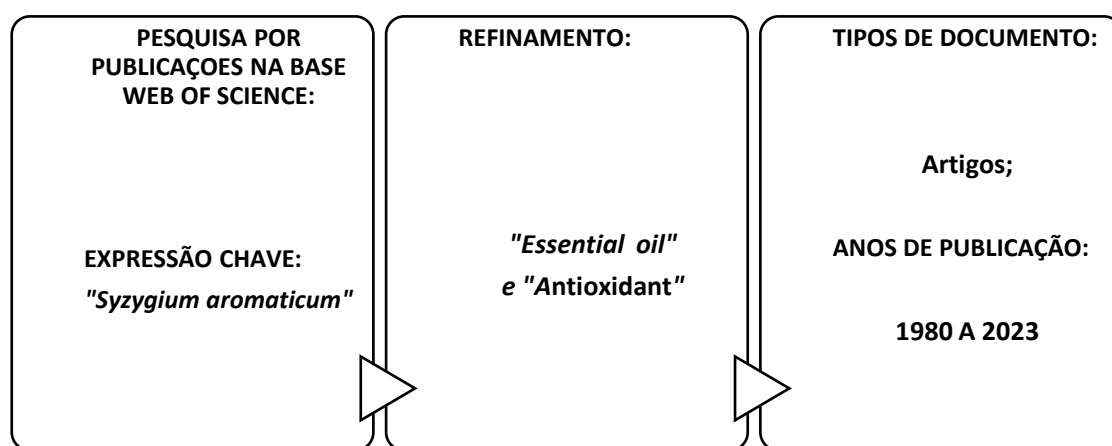
Neste trabalho esta plataforma foi utilizada para fornecer um conjunto relevante de informações para a análise bibliométrica, para dar início a pesquisa

inicialmente define-se as palavras chaves que norteiam o banco de dados, sendo elas *Syzygium aromaticum*, nome científico do cravo da Índia.

A base de dados possibilita realizar essa busca de diversas formas, sendo elas, por autor, por local onde foi produzido a pesquisa, ou palavras chaves em títulos, entre outras opções. A pesquisa em questão usou a busca por todos os campos, onde a plataforma faz o filtro buscando as palavras chaves nos títulos dos trabalhos, no resumo, nas palavras-chaves e em todo o texto.

Como a plataforma possibilita filtrar também o tipo de publicação, foram considerados apenas artigos acadêmicos, pois são considerados fontes seguras para pesquisas, por apresentar rigor metodológico para publicação e geralmente antecedem livros consagrados. Para maior clareza da metodologia utilizada segue fluxograma do processo na Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma de processo para definição de amostra.



Fonte: Autoria própria.

O tratamento bibliométrico dos registros coletados será apresentado por meio da estatística descritiva ilustrada por gráficos e tabelas gerados utilizando o *software Microsoft Excel®* e pela nuvem de palavras. O resultado destes dados tem como objetivo evidenciar o que seriam os princípios bibliométricos, sendo as três principais categorias:

1. Classificação por artigos mais citados;
2. Classificação dos periódicos mais consultados;
3. Classificação das expressões-chaves mais empregadas pelos autores.
- 4.

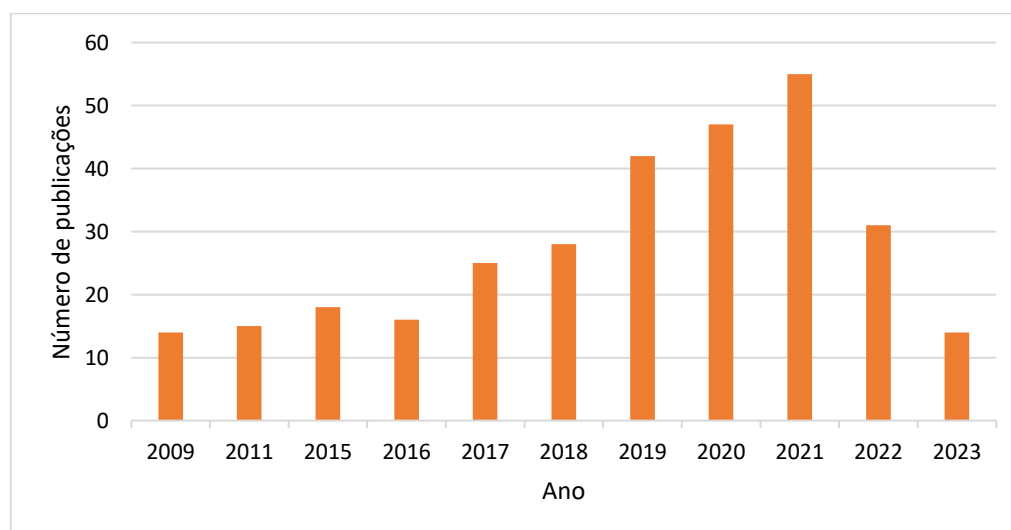
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizando a busca na plataforma Web of Science utilizando a palavra-chave "Syzygium aromaticum" obteve-se 1.226 fontes bibliográficas, para refinar estes resultados, direcionando para o tema desta revisão, escolheu-se a opção de refinar por óleo essencial e atividade antioxidante, no caso reduzindo para 473 trabalhos.

Como a plataforma possibilita filtrar também o tipo de publicação, foram considerados apenas artigos acadêmicos, pois são considerados fontes seguras para pesquisas, por apresentar rigor metodológico para publicação e geralmente antecedem livros consagrados, obtendo 405 artigos, considerando do ano de 1980 a 2023.

A primeira análise descritiva das publicações procurou identificar tendências de crescimento ou decréscimo no interesse de desenvolvimento de estudos relacionados ao cravo da Índia e o uso do óleo essencial, classificando os artigos da amostra de acordo com o ano de publicação (Figura 13).

Figura 13 - Evolução das publicações da amostra ao longo do tempo.

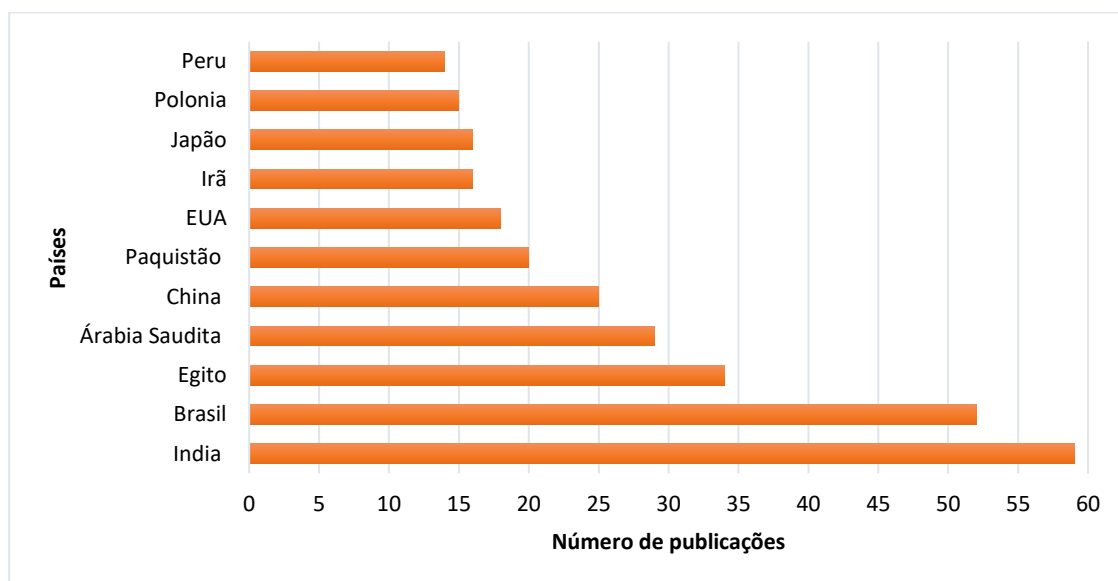


Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que as pesquisas passam a ser publicadas com maior frequência a partir de 2016, analisando o intervalo de 10 anos apresentado no gráfico, até 2023, mesmo sem o ano estar encerrado, podendo aparecer novas publicações, concentra-se 75,30% das publicações da amostra neste período, e o maior pico de publicações foi alcançado em 2021, com 55 publicações.

Uma segunda análise descritiva avaliou a dispersão dos trabalhos em relação aos países de origem, conforme indicado na Figura 14. A estratificação das publicações por país de origem demonstra um predomínio acentuado de publicações originárias da Índia, com 8 publicações, seguida do Brasil, com 7 publicações. A estratificação conta com todos os países da amostra com até 2 publicações.

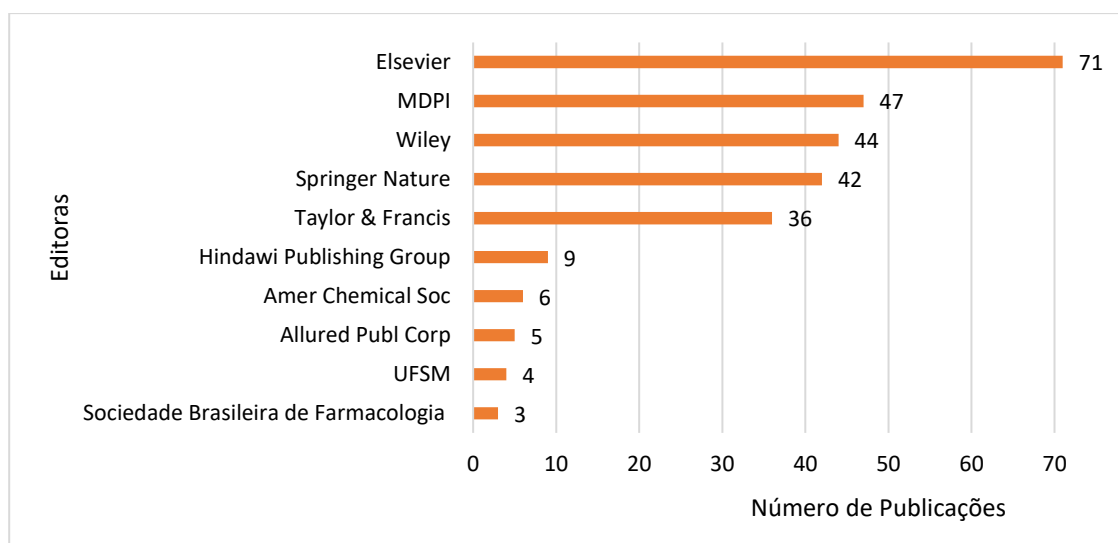
Figura 14 - Distribuição das publicações da amostra por país de origem.



Fonte: Autoria própria.

Quando se analisa em quais editoras há o maior número de publicações obtém-se os seguintes resultados observados na Figura 15.

Figura 15 - Distribuição das publicações da amostra por Editora.



Fonte: Autoria própria.

Observou-se que a editora com maior destaque em volume de publicação é Elsevier (fator de impacto de 4,129) com 17,53% do total de publicações seguido das editoras MDPI (fator de impacto de 3,344) com 11,60%, Wiley (fator de impacto de 2.500) com 10,86% e Springer Nature com 10,37%, editora que detém um dos maiores fatores de impacto, 4,755. Quando comparamos esses fatores de impacto com os artigos publicados nas editoras brasileiras notamos uma diferença exorbitante, no caso o fator de impacto da UFSM – Revista Ciência Rural é de 0,901.

Os artigos com os maiores números de citações da amostra são apresentados na Tabela 4. A análise de citações, em geral, se baseia na ideia de que autores citam documentos que consideram ser importantes para a sua própria investigação. Também apresenta o fator de impacto de cada periódico, apurado pelo *Journal Citation Report*, recurso que permite avaliar e comparar os periódicos e sua relevância em uma determinada área.

Tabela 4 – Publicações mais citadas da amostra.

| Título do Artigo | Número de citações | Editora |
|--|---------------------------|--|
| Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs | 1245 | ELSEVIER SCI LTD |
| Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: Susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains | 448 | AMER CHEMICAL SOC |
| <i>Antifungal activity of the clove essential oil from Syzygium aromaticum on Candida, Aspergillus and dermatophyte species</i> | 304 | ELSEVIER SCI LTD |
| Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases | 286 | ELSEVIER SCIENCE BV |
| Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen | 276 | ELSEVIER |
| Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard | 258 | ACADEMIC PRESS INC ELSEVIER SCIENCE |
| Antimicrobial Properties and Mechanism of Action of Some Plant Extracts Against Food Pathogens and Spoilage Microorganisms | 238 | FRONTIERS MEDIA SA |
| Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (<i>Syzygium aromaticum</i> , L.) essential oil | 120 | ELSEVIER SCI LTD |
| Eugenol oil nanoemulsion: antifungal activity against <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i> and phytotoxicity on cottonseeds | 77 | SPRINGER HEIDELBERG |
| Chemical composition and phytotoxic activity of clove (<i>Syzygium aromaticum</i>) essential oil obtained with supercritical CO ₂ | 43 | ELSEVIER SCIENCE BV |
| A comprehensive study of polyphenols contents and antioxidant potential of 39 widely used spices and food condiments | 40 | SPRINGER |

Fonte: Autoria própria.

O artigo com maior número de citações pertence a editora *Elsevier Sci LTD*, com 1245 citações, publicado no ano de 2007. Intitulado como “*Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs*”, são avaliados a capacidades antioxidante de equivalentes totais (TEAC) e os conteúdos fenólicos de 32 extratos de especiarias de 21 famílias botânicas cultivadas na Polônia, por diferentes métodos de análise, evidenciando que a umas das plantas com maior valor de TEAC, pertence ao cravo da Índia (A WOJDYLO *et al.*, 2007).

Com 304 citações o artigo intitulado “*Antifungal activity of the clove essential oil from Syzygium aromaticum on Candida, Aspergillus and dermatophyte species*”, publicado em 2009, investigou a composição e atividade antifúngica do óleo essencial de cravo-da-Índia (OE), obtido de *Syzygium aromaticu.*, Foram usadas para avaliar a atividade antifúngica do óleo de cravo e seu principal componente, o eugenol, contra *Candida*, *Aspergilluse* cepas clínicas de *dermatófitos e American Type Culture Collection*. O OE e o eugenol apresentaram atividade inibitória contra todas as cepas testadas e os autores indicam que o óleo de cravo e o eugenol, têm atividade antifúngica considerável contra fungos clinicamente relevantes, incluindo cepas resistentes ao fluconazol, merecendo uma investigação mais aprofundada para aplicação clínica no tratamento de infecções fúngicas.

Um dos artigos mais citado, intitulado como “*Antimicrobial Properties and Mechanism of Action of Some Plant Extracts Against Food Pathogens and Spoilage Microorganisms*”, pertence a editora *FRONTIERS MEDIA AS* com 238 citações foi publicado no ano de 2018. A pesquisa trata de avaliar o potencial antimicrobiano dos extratos *Hibiscus sabdariffa*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum*, *Thymus vulgaris*, sobre alguns patógenos alimentares e microrganismos deteriorantes. Obtendo resultados de controle em níveis ótimos para o cravo da Índia (GONELIMALI *et al.*, 2018).

Dos artigos da amostra, buscando o mais citado de autores brasileiros pode-se evidenciar o publicado na revista *TAYLOR & FRANCIS INC*, intitulado “*Antimicrobial activity of essential oils*”, com 117 citações. Andrade *et al.*, (2013), estabeleceram *in vitro* a atividade antimicrobiana de 27 diferentes óleos essenciais (OE), normalmente utilizados em terapias naturais contra cepas de *S.*

antibacteriana, antimicrobiana e antifúngica, principalmente advindo da sua forma processada, de óleo essencial e da sua composição química, que tem como destaque o eugenol.

Reforça o aspecto amplo das pesquisas, que vão desde a saúde direta ou indiretamente através da qualidade dos alimentos, para resolver doenças da agricultura.

5 CONCLUSÃO

Com a realização desta revisão bibliográfica, pode-se dizer que o eugenol tem sido usado para várias atividades, com uma alta diversidade de técnicas e aplicações, sejam elas na indústria alimentícia, direta ou indiretamente, bem como na área de saúde e na agricultura de modo geral.

Há eficácia do eugenol identificadas em estudos *in vitro* demonstram o seu potencial a ser utilizado como conservante alimentar natural, por exemplo, ou seu poder de inibir atividade antibacteriana *in vitro* e anti biofilme em superfície de aço inoxidável sobre linhagens de *S. aureus* multirresistentes.

Os efeitos sinérgicos apresentados pelo eugenol também ampliam o seu uso na indústria. Muitas propriedades e atividades biológicas ainda não estão muito bem desenvolvidas, o que requer mais estudos que explorem as concentrações necessárias, efeitos e mecanismos de ação do eugenol.

As possibilidades de utilização do cravo da Índia são diversas, como na utilização medicinal, em consequência das suas características antibacteriana, antimicrobiana e antifúngica, principalmente advindo da sua forma processada, de óleo essencial e da sua composição química, que tem como destaque o eugenol, bem como na agricultura como evidenciado em alguns trabalhos.

Com a análise bibliométrica pode-se concluir que os pesquisadores vêm dando bastante atenção as propriedades do cravo da Índia, a fim incluir sua utilização na indústria, para segurança alimentar e na medicina.

REFERÊNCIAS

- ABREU, David Pereira de; CRUZ, J. M.; LOSADA, Paseiro P. **Active and Intelligent Packaging for the Food Industry**. Food Reviews International, 2012.
- AFFONSO, Rafael; LESSA, Bruno; SLANA, Glaucia; BARBOSA, Larisa; ALMEIDA, Fernanda; LIMA, Antonio; SOUZA, Felipe; FRANÇA, Tanos. **Quantification and Characterization of the Main Components of the Ethanolic Extract of Indian Cloves, Syzygium aromaticum [I] Merr. et Perry**. Revista Virtual de Química, 2014
- AFFONSO, Rafael; RENNO, Magdalena; SLANA, Gláucia; FRANÇA, Tanos. **Chemical and Biological Aspects of the Essential Oil of Indian Cloves**. Revista Virtual de Química, 2012.
- ALAM, Md Flaze; VARSHNEY, Supriya; KHAN, Massod Alam; LASKAR, Amaj Ahmed; YOUNUS, HINA. **In vitro DNA binding studies of therapeutic and prophylactic drug citral**. International Journal of Biological Macromolecules, 2018.
- ANDRADE, Bruna Fernanda Murbach; BARBOSA, Lidiane Nunes; PROBST, Isabella da Silva; JUNIOR, Ary Fernandes. **Antimicrobial activity of essential oils**. Journal of Essential Oil Research, 2014.
- OLIVEIRA, Rosilene Aparecida de; OLIVEIRA, Faustino de; SACRAMENTO, Célio Kersul do. **Óleos essenciais: perspectivas para o agronegócio de especiarias na Bahia**. Bahia Agríc., v.8, n.1, 2007.
- OLIVEIRA, Rosilene Aparecida de; REIS, Tâmara Vieira; SACRAMENTO, Célio Kersul do; DUARTE, Lucienir Pains; OLIVEIRA, Fernando Faustino. **Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol**. In Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy (vol. 19), 2009.
- AZEDO, Sara. **DES hidrofóbicos à base de mentol e ácidos orgânicos naturais para utilização em tintas náuticas antifouling**. Departamento de Química, 2021.
- BIZZO, Humberto R.; HOVELL, Ana Maria C.; REZENDE, Claudia M. **Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. In Quim. Nova, 2009.
- BIZZO, Humberto R.; REZENDE, Claudia M. **The market of essential oils in brazil and in the world in the last decade**. Quimica Nova, 2022.
- BORBOREMA, Daniele Pereira de Souza; SOUZA, Cintya Neves de; CARVALHO, CAIRES, Carolina Magalhães; AGUILAR, Charles Martins; JUNIOR, Fernando Eustáquio de Matos; PEREIRA, Ulisses Alves; XAVIER, Ester Dias; XAVIER, Alessandra Rejane Ericsson de Oliveira; FARIA, Janaína Teles de; ALMEIDA, Anna Christina de. **Atividade antibacteriana e antibiofilme de óleo essencial de Syzygium aromaticum microencapsulado e não microencapsulado**. Research, Society and Development, 2022.
- GOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. In Quim. Nova, 2006.

GONELIMALI, Faraja D. **Antimicrobial properties and mechanism of action of some plant extracts against food pathogens and spoilage microorganisms.** *Frontiers in Microbiology*, 2018.

Guia de Jardinagem. **Como Plantar Cravo da Índia: Mais Fácil do que Você Imagina**, 2023. Acesso em 01 de julho de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**. Acesso em 01 de julho de 2023.

ALVES, André Luís. **Extração de limoneno empregando técnicas sustentáveis.** Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022

MAAR, Juergen Heinrich; ROSENBROCK, Ligia Cleia Casa. **A química fina que poderia ter sido: a extração de óleo de sassafrás e de safrol no alto e médio vale do Itajaí.** 2012.

MAJEED, Hamid. BIAN, Yuan-Yuan; ALI, Barkat; JAMIL, Anjum, MAJEED, Usman ; KHAN, Qaiser Farid, IQBAL, Khalid Javed; SHOEMAKERE, Charles F.; FANGA, Zhong. **Essential Oil Encapsulations: Uses, Procedures, and Trends.** RSC Advances, 2015.

MANSO, S.; CACHO-NERIN, F.; BECERRIL, R.; NERÍN, C. **Combined analytical and microbiological tools to study the effect on *Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging.** *Food Control*, 2013.

MOHAMMADI, Nejad; OZGUNES, Hilal; BASARAN, Nursen. **Pharmacological And Toxicological Properties Of Eugenol.** In *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2017.

OLIVEIRA, Juliana Guerra de; FILHO, Benício Alves de. **Propriedade antimicrobiana do eugenol frente às amostras de *Alicyclobacillus* isoladas de suco de laranja.** *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, 2012.

OLIVEIRA, Marival; MELHO, Gustavo; NIELLA, Ana Rosa; SILVA, Valdívia. **Black root rot caused by *Rosellinia pepo*, a new disease of the clove tree in Brazil.** *Tropical Plant Pathology*, 2008.

PAULA, Alessandra Ribeiro de. **Influência da condutividade elétrica sobre os teores de marcadores químicos do capim citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle),** 2016.

Pinto, Eugénia; VALE-SILVA, Luís, CAVALEIRO, Carlos; SALGUEIRO, Lígia. **Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species.** *Journal of Medical Microbiology*, 2009.

JUNIOR, José Elidney Pinto; SANTOS, Paulo Eduardo Telles Junior. **Óleos essenciais.** EMBRAPA, 2021.

RADUNZ, Marjana. **Óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*, L.): extração, encapsulação, potencial antimicrobiano e antioxidante.** 2017.

RESENDE, D. B. **Síntese de glicosídeos de eugenol e análogos e avaliação da atividade antibacteriana in vitro e em embalagens ativas.** 2016. 69 p. Tese

(Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CORTÉS-ROJAS, Diego Francisco. **Encapsulação de compostos bioativos de *Syzygium aromaticum* em carreadores lipídicos sólidos**. 2015. Tese (Doutorado em Medicamentos e Cosméticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

SANTANA, Marielly Saeli de; MACHADO, Erilane Castro de Lima; STAMFORD, Thayza Christina Montenegro; STAMFORD, Tânia Lúcia Montenegro. **Propriedades funcionais do eugenol e sua aplicação em alimentos**. Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 4 (pp. 59–73). Editora Científica Digital, 2021.

SANTOS, Luís Gustavo Martinez; CARDOSO, Maria das Graças; LIMA, Rafaela Karin de; SOUZA, Paulo Estevão; GUIMARÃES, Luiz Gustavo de Lima; ANDRADE, Milena Aparecida. **Avaliação do potencial fungitóxico do óleo essencial de *syzygium aromaticum*(l.) Merr & perry (cravo-da-índia)**. 2017.

Shutterstock. **Clove harvest livres de direitos**. 2023.

SILVA, Mayara Gobetti Fernandes da. **Atividade antioxidante e antimicrobiana in vitro de óleos essenciais e extratos hidroalcóolicos de manjerona (*Origanum majorana* L.) e manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2011. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

SU, Hsin-ning; LEE, Pei-Chun. **Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: A first look at journal papers in Technology Foresight**. Scientometrics, 2010.

NETO, Luiz Torres. **Avaliação da ação antifúngica do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* sobre *Aspergillus flavus***. 2017.

VIOTTI, Eduardo naumgratz; MACEDO, Mariano de Matos. **Indicadores de Inovação Tecnológica: fundamentos, evolução e sua situação no Brasil**. Brasília: Ministério Do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2001.

WOJDYLO, Aneta; OSZMIAŃSKI, Jan; CZEMERYS, Renata. **Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs**. Food Chemistry, 2007.

ZHENG, Guo-Qiang; KENNEY, Patrick; LAM, Luke K. T. **Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents**. 1992.