



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA  
DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Suélen Seledes Rodrigues

**Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica*):** Prospecção do seu potencial bioativo e tecnológico

Florianópolis

2022

Suélen Seledes Rodrigues

**Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica*):** Prospecção do seu potencial bioativo e tecnológico

Proposta de Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina apresentado como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Acácio Antonio Ferreira Zielinski

Coorientadora: Dra. Laís Benvenuto

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rodrigues, Suélen Seledes  
Pimenta Jamaica (Pimenta dioica) : prospecção do seu  
potencial bioativo e tecnológico / Suélen Seledes Rodrigues  
; orientador, Acácio Antônio Ferreira Zielinski,  
coorientador, Laís Benvenutti, 2022.  
65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Alimentos. I. Zielinski, Acácio Antônio  
Ferreira. II. Benvenutti, Laís . III. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Alimentos.  
IV. Título.

Suélen Seledes Rodrigues

**Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica*):** Prospecção do seu potencial bioativo e tecnológico

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Alimentos.

Florianópolis, 22 de Março de 2022.

---

Prof. Dr. João Borges Laurindo  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Acácio Antônio F. Zielinski  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dra. Laís Benvenutti  
Coorientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profª Dra. Patricia Poletto  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dra. Kátia Suzana Andrade  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha mãe, Lidia Seledes.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha mãe, Lidia Seledes, por todo o amor incondicional, incentivo e apoio em todos os momentos da minha vida. Seus ensinamentos, valiosas conversas, sorrisos e abraços energizantes foram fundamentais para que os desafios do caminho fossem superados com segurança, força e determinação.

Aos familiares, Sônia, Ana, Mariana, Ivo, Jefferson e Girlane por todo carinho e apoio. Sempre estiveram presentes, me incentivando e vibrando comigo a cada conquista. Agradeço de todo meu coração.

Às grandes amigas de infância, Kethrin e Jessyka, pelas conversas, fortes abraços e amizade imensa.

Às grandes amigas Monick, Azita, Carol, Jaine e Beatriz, que a universidade me presenteou. Agradeço muito por todos os nossos momentos especiais, de alegrias e de superações.

Aos amigos Diogo, Neudimar, Emiliana, Sindy, Janaina, Professor Gustavo e equipe do Centro de Metrologia e Instrumentação da Fundação CERTI. Agradeço muito por todo o apoio dentro do ambiente de desenvolvimento profissional, que esteve concomitante e complementar aos estudos da universidade.

Ao Professor Alésio, estudioso das plantas medicinais, que apresentou-me a *Pimenta dioica* pela primeira vez em uma de suas lindas aulas no Jardim Botânico.

Aos grandes professores da universidade, pelo compartilhamento dos saberes ao longo de toda a minha formação acadêmica, em especial ao Professor Acácio, pela confiança e orientação no presente trabalho. À Laís, por sua coorientação e contribuições positivas.

À Professora Patrícia e Dra Kátia, pela disponibilidade em participarem da banca de avaliação.

Ao departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos e ao Centro Tecnológico pelo acesso às aulas, tecnologias educacionais, eventos acadêmicos, culturais, cursos, palestras, visitas técnicas e todo o contato com o incrível universo da engenharia.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela grande oportunidade de conviver em um sistema educacional de excelência, que possibilita o desenvolvimento e aperfeiçoamento constante do precioso conhecimento.

Por fim, agradeço a todos aqueles que participaram da minha caminhada durante o período acadêmico e contribuíram de forma construtiva para minha formação pessoal e profissional.

“O conhecimento lhe dará a oportunidade de fazer a diferença.”

(FAGIN, 2016)



## RESUMO

A *Pimenta dioica*, comumente conhecida como pimenta Jamaica ou *allspice*, é uma planta originária da América Central e amplamente distribuída por diferentes países que possuem condições climáticas favoráveis para sua produção. Seu aroma intrigante apresenta um misto de cravo, canela e noz-moscada, o que a torna uma especiaria muito interessante para culinária. Muitos compostos fitoquímicos têm sido identificados e isolados de suas diferentes partes (caule, folhas e frutos), tais como, fenilpropanóides, taninos, glicosídeos e óleos essenciais. Em sua composição, o eugenol é o componente majoritário presente nos óleos essenciais, seguido do metil-eugenol. Além destes componentes, também se destaca a presença de quercetina, ácido ferúlico e rutina, componentes que contribuem para a bioatividade da *Pimenta dioica*. Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial bioativo e tecnológico da *Pimenta dioica* por meio de uma revisão de literatura associada à análise bibliométrica. As pesquisas apontaram resultados promissores e indicaram que a *Pimenta dioica* pode atuar na prevenção e combate ao desenvolvimento de muitas doenças. Apresenta potencial anti-inflamatório, antioxidante, antibacteriano, antifúngico, antiproliferativo, hipoglicemiante, hipotensivo, antiofídico, larvicida e inseticida. Assim, suas propriedades bioativas justificam aplicações tecnológicas em diversas indústrias, tais como alimentícia, farmacêutica, cosmética e de perfumes.

**Palavras-chave:** *Pimenta dioica*. Pimenta Jamaica. Atividade biológica. Potencial bioativo. Eugenol. Quercetina. Indústria de alimentos.

## ABSTRACT

The *Pimenta dioica*, commonly known as Jamaican pepper or allspice, is a plant originating in Central America and widely distributed in different countries that have favorable climatic conditions for its production. Its intriguing aroma presents a mix of cloves, cinnamon and nutmeg, which makes it a very interesting spice for cooking. Many phytochemical compounds have been identified and isolated from their parts (stem, leaves and fruits), such as phenylpropanoids, tannins, glycosides and essential oils. In its composition, eugenol is the major component present in essential oils, followed by methyl-eugenol. In addition to these, there is also the presence of quercetin, ferulic acid and rutin, components that contribute to the bioactivity of *Pimenta dioica*. Therefore, the objective of this work was to evaluate the bioactive and technological potential of *Pimenta dioica* through a literature review associated with bibliometrics. Research shows promising results and indicates that *Pimenta dioica* can act in preventing and combating the development of many diseases. It has anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, antifungal, antiproliferative, hypoglycemic, hypotensive, anticancer, antiophidic, larvicidal and insecticidal potential. Thus, its properties justify technological applications in various industries, such as food industry, pharmaceutical, cosmetics and perfumes.

**Keywords:** *Pimenta dioica*. Jamaica pepper. Biological activity. Bioactive potential. Eugenol. Quercetin. Food industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore da <i>Pimenta dioica</i> .....	19
Figura 2 - Árvore da <i>Pimenta dioica</i> em floração. ....	20
Figura 3 - Frutos da <i>Pimenta dioica</i> .....	21
Figura 4 - Relação do número de publicações por ano relacionadas ao termo “ <i>Pimenta dioica</i> ” disponíveis no Banco de dados SCOPUS durante o mês de abril de 2021. ....	25
Figura 5 - Publicações de acordo com as áreas do conhecimento. ....	26
Figura 6 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os países de acordo com a coautoria. ....	28
Figura 7 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os autores e coautores. ....	30
Figura 8 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os autores e coautores com maior produção científica acerca da <i>Pimenta dioica</i> . ....	31
Figura 9 - Estrutura química do eugenol. ....	40
Figura 10 - Estrutura química da quercetina. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação taxonômica da <i>Pimenta dioica</i> . .....	18
Tabela 2 - Documentos publicados de acordo com a língua. ....	26
Tabela 3 - Instituições com maior número de publicações sobre a <i>Pimenta dioica</i> . ....	27
Tabela 4 - Países com maior número de publicações sobre a <i>Pimenta dioica</i> . ....	28
Tabela 5 - Autores com maior número de publicações sobre a <i>Pimenta dioica</i> . ....	29
Tabela 6 - Compostos identificados na <i>Pimenta dioica</i> . ....	33
Tabela 7 - Composição química e nutricional do fruto da <i>Pimenta dioica</i> . ....	34
Tabela 8 - Composição química do óleo essencial dos frutos da <i>Pimenta dioica</i> . ....	38
Tabela 9 - IC <sub>50</sub> (DPPH) para o óleo de <i>Pimenta dioica</i> e outros antioxidantes. ....	43
Tabela 10 - Estudos sobre atividade biológica da <i>Pimenta dioica</i> . ....	49
Tabela 11 - Aplicações da <i>Pimenta dioica</i> em alimentos. ....	54
Tabela 12 - Aplicações farmacológicas da <i>Pimenta dioica</i> . ....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	Sal de diamônio 2,2'-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BR	Brasil
BHT	Butil-hidroxi-tolueno
AAc	Ácido Ascórbico
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CL <sub>50</sub>	Concentração Letal Média
CMS	Carne Mecanicamente Separada
COVID-19	Coronavírus 19
DL <sub>50</sub>	Dose Letal Média
DM	Diabetes Mellitus
DMSO	Dimetilsulfóxido
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FTIR	<i>Fourier transform infrared</i>
GRAS	<i>Generally Recognized as Safe</i>
HDC	Histidina Descarboxilase
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
MTT	brometo de 3-(4,5-dimetil tiazol-2-il)-2,5-difenil tetrazólio
OE	Óleo Essencial
OMS	Organização Mundial da Saúde
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3</b>	<b>PIMENTA DIOICA: DESCRIÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CULTIVO .</b>	<b>18</b>
3.1	PRODUÇÃO MUNDIAL .....	22
3.2	PRODUÇÃO BRASILEIRA.....	22
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOMÉTRICA .....</b>	<b>24</b>
4.1	METODOLOGIA DA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA .....	24
4.2	RESULTADOS .....	25
4.2.1	Análise das publicações: ano, linguagem e área do conhecimento.....	25
4.2.2	Análise das publicações: instituições, países e autores .....	27
4.2.3	Patentes.....	32
<b>5</b>	<b>POTENCIAL BIOATIVO E TECNOLÓGICO DA PIMENTA DIOICA ....</b>	<b>32</b>
5.1	COMPOSIÇÃO QUÍMICA .....	32
5.1.1	Composição química do fruto.....	34
5.1.2	Composição química das folhas.....	36
5.1.3	Óleos essenciais .....	37
5.2	ATIVIDADE BIOLÓGICA .....	41
5.2.1	Potencial antioxidante .....	41
5.2.2	Potencial antibacteriano e antifúngico .....	43
5.2.3	Potencial anti-inflamatório .....	45
5.2.4	Potencial antiproliferativo .....	46
5.2.5	Potencial hipoglicemiante .....	47
5.2.6	Toxicidade da Pimenta dioica.....	50
5.3	APLICAÇÕES DA PIMENTA DIOICA .....	51

<b>5.3.1</b>	<b>Aplicações em alimentos.....</b>	<b>52</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Aplicações farmacológicas .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>





## 1 INTRODUÇÃO

Mudanças nos padrões de consumo de alimentos vêm sendo estudadas ao longo dos últimos anos e demonstram que a busca por produtos funcionais, saudáveis, sustentáveis e de qualidade está em rápida expansão em todo o mundo. Consumidores estão adquirindo hábitos mais saudáveis e se tornando mais conscientes dos efeitos da alimentação na prevenção de doenças (KEARNEY, 2010; STANCIU, 2020), reforçando assim, a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) de que o acesso a alimentos nutritivos e seguros oportunizam a manutenção da vida e promovem uma boa saúde (WHO, 2021).

Questões como estas se tornaram ainda mais destacadas com o advento da pandemia de Coronavírus 19 (COVID-19), aumentando então, a demanda por alimentos nutritivos que além de desempenharem papel importante na manutenção da fisiologia do corpo humano, também possam atuar no aumento da imunidade e na eficácia contra infecções virais (THIRUMDAS et al., 2021).

Nesse contexto, para atender as expectativas do mercado, os pesquisadores e especialistas do setor alimentício enfrentam grandes desafios no desenvolvimento de produtos funcionais inovadores que contenham em sua composição ingredientes bioativos que promovam a saúde dos consumidores (GALANAKIS, 2020). Assim, um fruto que se enquadra neste cenário e apresenta grande potencial de utilização é a *Pimenta dioica*, popularmente conhecida como pimenta Jamaica.

A *Pimenta dioica* (L.) Merr. é uma pimenta nativa da região do Caribe, utilizada há muitos anos como uma importante especiaria, tanto pelas suas qualidades culinárias quanto pelas propriedades medicinais. Apresenta um aroma peculiar, similar a uma mistura de especiarias como cravo, noz-moscada e canela. Sua composição é variável, apresentando alguns compostos já isolados, tais como: fenilpropanóides, taninos, glicosídeos e outros constituintes específicos dos seus óleos essenciais. Na gastronomia, pode ser utilizada para marinar carnes, temperar o arroz e conferir seu aroma típico em pratos salgados (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

Muitos benefícios biológicos e farmacológicos estão associados ao seu consumo, tais como, atividade antiproliferativa, antifúngica, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória e hipoglicemiante. As propriedades desta pimenta são muito promissoras e, devido à isto, a *Pimenta dioica* vem sendo pesquisada pela comunidade acadêmica, ressaltando a proposta de

que seus ativos sejam utilizados em alimentos e produtos farmacêuticos (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

Portanto, o presente trabalho tem o intuito de reunir as principais informações científicas acerca da *Pimenta dioica*, suas características fitoquímicas, principais compostos bioativos, potenciais biológicos, benefícios do seu consumo à saúde humana e seu potencial tecnológico e industrial nos segmentos alimentício e farmacêutico. Além disso, esta revisão busca contribuir positivamente para a divulgação e aprimoramento da utilização da *Pimenta dioica*. Assim, através de uma análise estatística, como a análise bibliométrica, combinada com a revisão da literatura, busca-se correlacionar as informações obtidas até o momento e apresentar uma revisão inédita sobre a *Pimenta dioica*.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial bioativo e tecnológico da *Pimenta dioica* por meio de uma revisão de literatura associada à análise bibliométrica.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir uma revisão bibliométrica acerca das publicações científicas sobre a *Pimenta dioica*;
- Realizar uma revisão da literatura sobre as propriedades fitoquímicas, nutricionais e principais benefícios à saúde decorrentes do consumo da *Pimenta dioica*;
- Apresentar os principais aspectos tecnológicos da *Pimenta dioica* e o seu potencial para aplicação em alimentos;
- Analisar o panorama atual da produção de *Pimenta dioica* no Brasil e no mundo.

### 3 PIMENTA DIOICA: DESCRIÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CULTIVO

*Pimenta dioica* é uma planta pertencente à família *Myrtaceae* e seu nome científico é designado como *Pimenta dioica* (L.) Merr. (MERRILL, 1947). Sua classificação taxonômica detalhada pode ser consultada na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação taxonômica da *Pimenta dioica*.

Unidades de Classificação Lineana	Denominação taxonômica
Reino	<i>Plantae</i>
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i>
Super-divisão	<i>Spermatophyta</i>
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sub-classe	<i>Rosidae</i>
Ordem	<i>Myrtales</i>
Família	<i>Myrtaceae</i>
Sub-família	<i>Myrtoideae</i>
Gênero	<i>Pimenta</i> Lindl.
Espécie	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.

Fonte: USDA PLANTS.

Esta especiaria apresenta diversos nomes populares, tais como: pimenta Jamaica (do inglês, *Jamaica pepper*), pimenta inglesa, pimenta de coroa, malagueta, *allspice*, *pimento*, *pimienta gorda* (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

A denominação “*Pimenta*” é derivada da palavra espanhola “*pimiento*”, utilizada para designar primeiramente as plantas do gênero *Piper*, como a pimenta preta (*Piper nigrum*). Algumas características da *Pimenta dioica* assemelham-se às características de plantas do gênero *Piper*, assim, sua denominação também adotou este termo, embora não possua pungência nos seus frutos (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

À medida que os espanhóis apresentaram esta especiaria à Europa, no século XVI, o nome “*pimiento*”, e posteriormente “*Pimenta*”, foi assim disseminado. O termo “*dioica*”, presente no nome da espécie, vem do grego “*di*” que deriva de “*dyo*” = dois, e “*oikos*” = casa, indicando que os sistemas reprodutores masculino e feminino crescem em plantas diferentes (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

Com relação às suas características botânicas, apresenta-se como uma árvore perenifólia polígamo dioica, de até 15 metros de altura, como se observa na Figura 1. Seu

tronco é formado por uma casca de cor marrom clara e suas folhas são oblongas em formato elíptico, com (6-20) cm de comprimento (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

Figura 1 - Árvore da *Pimenta dioica*



Fonte: Produzido pela autora.

Possui glândulas pelúcidas nas folhas e ao serem pressionadas exalam um aroma peculiar que remete à mistura de canela, cravo e noz-moscada. Esta mistura de aromas, lhe conferiu a denominação popular de “*allspice*” (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012). As flores também são aromáticas, com 4 pétalas brancas e estigma amarelo, conforme apresenta-se na Figura 2. Fisiologicamente atuam com funções dióicas, como mencionado. Assim, as árvores que não dão frutos são consideradas masculinas e aquelas que dão os frutos são as árvores femininas. Sua floração é anual dentro do período de março a junho e seus frutos amadurecem de 3 a 4 meses depois da floração (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

Figura 2 - Árvore da *Pimenta dioica* em floração.



Fonte: Produzido pela autora.

A árvore é originária da Jamaica, região historicamente denominada como Índias Ocidentais. No entanto, também pode ser encontrada em outros países da América Central (México, Honduras, Guatemala, Costa Rica e Cuba) e nas ilhas vizinhas do Caribe. Em regiões tropicais, as condições climáticas e do solo possibilitam um ótimo crescimento destas árvores. Devido a estes aspectos favoráveis, países como: Índia, Sri Lanka, Fiji, Malásia, Cingapura, Indonésia (Java, Sumatra) e Brasil também cultivam *Pimenta dioica*. (REMA; KRISHNAMOORTHY, 2012).

Com relação a sua propagação, ocorre tradicionalmente através de sementes, mas a propagação vegetativa também é adotada. Ao adotar a propagação pelas sementes, é importante notar que elas perdem sua vitalidade logo após a colheita e devem ser plantadas imediatamente após a retirada do ramo. Caso isto não seja possível, uma alternativa seria mantê-las em armazenamento entre 21°C e 30 °C, o que diminuiria sua viabilidade em 50% (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

O espaço de plantio das sementes deve estar protegido da luz solar direta, receber água regularmente e deve ser coberto por palhas e folhas para acelerar o desenvolvimento. Sua germinação inicia em cerca de 9 a 10 dias após a introdução no solo e o transporte das mudas para a área florestal ocorre entre 9 a 10 meses, quando a planta está com altura em torno de 25 cm a 40 cm (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).



Para a propagação vegetativa, por sua vez, utiliza-se a técnica de propagação clonal, que produz árvores de alto rendimento. Neste caso, mantém-se o enraizamento de estacas de *Pimenta dioica* por um período de 7 a 8 meses. Além disso, podem-se construir camadas soltas de brotos fibrosos ao redor da estaca, permitindo o contato entre o ar e os brotos (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

Na Jamaica, a pimenta se desenvolve naturalmente nas florestas de calcário, onde o solo apresenta pH entre 6 e 8, é bastante irrigado e composto por calcário argiloso. Com estas condições, há uma boa adaptabilidade da cultura da pimenta e ela responde com resultados produtivos. Mas, seu crescimento também é favorecido em florestas semitropicais de várzea que apresentam temperatura média entre 18 °C e 24 °C e recebem precipitação anual de 150 cm a 170 cm de chuva distribuída uniformemente ao longo do ano (REMA; KRISHNAMOORTHY, 2012).

Com relação aos grãos, também denominados de frutos, apresentam aspecto globular, contendo sementes em seu interior, como mostra a Figura 3. Para atender padrões comerciais, devem apresentar entre 6,5 mm e 9,5 mm de diâmetro, coloração castanha média a castanho escuro, odor característico da especiaria e um rendimento aproximado de 13 frutos/g. Para o consumo como tempero (inteiro ou moído), precisa ser colhido quando está completamente desenvolvido, mas com a coloração ainda verde (REMA; KRISHNAMOORTHY, 2012).

Figura 3 - Frutos da *Pimenta dioica*



Fonte: Produzido pela autora.

### 3.1 PRODUÇÃO MUNDIAL

A produção global de pimentas cresceu 40 vezes de 1980 a 2011, gerando um total de US \$14,4 bilhões no comércio internacional. Este aumento pode ser atribuído à melhoria da renda per capita das populações, maior conscientização dos consumidores com relação à alimentação saudável e aumento da industrialização nos países em desenvolvimento. (ALVES et al., 2016).

Com relação ao comércio exterior somente da *Pimenta dioica*, suas transações acumulam um montante de 3.000 a 4.000 toneladas anuais, sendo que a Jamaica é o país com maior volume de exportação - contemplando cerca de 70% - seguido por México, Honduras, Guatemala, Brasil e Belize - que contribuem com os 30% restantes. Países como Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido, Suíça, Finlândia e Canadá são importadores primários (PROSEA, 2019).

A *Pimenta dioica* possui cotação no mercado internacional semelhante a outros temperos alimentícios. Seu custo aproximado é estimado de US \$7,7 a US \$27,0 USD por quilograma (PROSEA, 2019).

A produção média anual de óleo das folhas da pimenta é de 30 a 60 toneladas. Seu cultivo ocorre principalmente na Jamaica, em países da América Central e Cuba. A Jamaica domina a produção, mas países como Honduras, Guatemala, México, Brasil, Belize, Índia, Sri Lanka, Indonésia, Malásia e Singapura também a produzem, pois possuem condições climáticas e de solo favoráveis para o cultivo e produção da *Pimenta dioica* (USDA, 2022).

### 3.2 PRODUÇÃO BRASILEIRA

O cultivo, a produção e a comercialização de pimentas se estendem por todo o território brasileiro, do Rio Grande do Sul a Roraima, com ampla variedade em características como tamanho, cor, sabor, aroma e pungência. Os maiores destaques na produção e comercialização são as pimentas: Malagueta, Habanero, Jalapeno, Bode e Biquinho (ALVES et al., 2016).

No Brasil, a área de cultivo de pimentas chega a aproximadamente 5 mil hectares. Comparativamente, a China e a Índia possuem mais de 1.000.000 hectares cultivados somente



com a pimenta *Capsicum*. Os estados com maior produção de pimentas destinadas ao processamento, são Espírito Santo e Pará, sendo que a pimenta-do-reino é a variedade com maior expressividade na produção, chegando a 17.000 toneladas/ano. Em geral, a produção anual brasileira de pimentas é de aproximadamente 75.000 toneladas, das quais, exporta cerca de 9 toneladas de pimenta já processada (PELVINE, 2019).

Quando nos referimos à produção de pimentas e demais especiarias consumidas em todo o mundo, o Brasil recebe destaque para produção de: pimenta-do-reino, cravo-da-índia, gengibre, canela, baunilha, *Pimenta dioica*, cardamomo e noz moscada. Sendo que, exportamos as três primeiras e importamos as demais especiarias (OLIVEIRA et al., 2009). Dentre estas especiarias, a *Pimenta dioica* caracteriza-se por ser produzida no Sul da Bahia (na faixa litorânea entre Valença e Una) sendo cultivada, principalmente, em sistema de agricultura familiar, onde atende primordialmente o mercado interno (OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, F. F.; SACRAMENTO, 2007).

Seu principal produto é o fruto seco (grão), comercializado como matéria-prima, semelhante aos frutos da pimenta-do-reino. E como as demais especiarias, quando se encontra em transações comerciais, a *Pimenta dioica* fica sujeita às oscilações de preços do mercado. Geralmente ocorre a competição com produtos importados provenientes de países que possuem custos de produção muito inferiores aos do Brasil ou que possuem ausência de legislações trabalhistas (OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, F. F.; SACRAMENTO, 2007). Esta desvantagem em preço acaba contribuindo para a permanência do consumo interno desta pimenta.

Uma das formas de agregar valor aos produtos da *Pimenta dioica* ocorre através da obtenção e comercialização dos óleos essenciais de suas folhas, cascas e frutos, que podem ser direcionados para indústrias de alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos. No Brasil, entretanto, a maior parte dos óleos essenciais é importada a altos preços, desfavorecendo a sua produção interna (OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, F. F.; SACRAMENTO, 2007).

Assim, observamos que carecemos de maiores investimentos para a produção de pimentas em geral e, também, para a *Pimenta dioica* via agricultura familiar dentro do Brasil. Investimentos estes, que também poderiam atuar como propulsores do desenvolvimento de tecnologias inovadoras para extração dos óleos essenciais por parte de instituições associadas aos produtores.

## 4 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

A diversidade de espécies de pimentas cultivadas no Brasil e no mundo é muito expressiva. Cada país possui a sua produção voltada para um determinado tipo de pimenta. Entretanto, ainda existem muitas espécies pouco cultivadas e exploradas cientificamente, como a *Pimenta dioica*.

Assim, com o intuito de ampliar a visão sobre as pesquisas e informações existentes, este trabalho visa coletar dados estatísticos e realizar uma análise bibliométrica acerca da *Pimenta dioica*.

De acordo com Rodríguez et al, 2019, esta análise é considerada um método estatístico utilizado para avaliar a influência de autores, instituições e periódicos publicados dentro de uma determinada área do conhecimento (RODRÍGUEZ-ROJAS et al., 2019). Com estas informações, é possível mapear as principais redes colaborativas da área e selecionar de forma mais assertiva o potencial campo de pesquisa.

### 4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

A revisão bibliográfica realizada neste trabalho possui metodologia mista, uma análise bibliométrica seguida de uma revisão da literatura. De acordo com Pluye e Hong (2014), os métodos mistos combinam técnicas quantitativas e qualitativas, com intuito de associar os dados numéricos com as explicações que os validam e complementam (PLUYE; HONG, 2014). Dessa forma, busca-se correlacionar as informações da literatura já obtidas até o momento sobre a *Pimenta dioica* e apresentar uma revisão inédita neste segmento.

Os dados coletados foram obtidos através da base de dados SCOPUS no mês de abril de 2021. O termo aplicado no item de busca que inclui palavra-chave, título e resumo foi “*Pimenta dioica*”. Nenhum outro filtro foi aplicado, permitindo assim, um maior número de resultados fidedignos possíveis.

Foram obtidas 208 publicações, incluindo: artigos de pesquisa e revisão, capítulos de livros e notas. Todas as publicações foram consideradas na análise, uma vez que esta área ainda é pouco estudada.

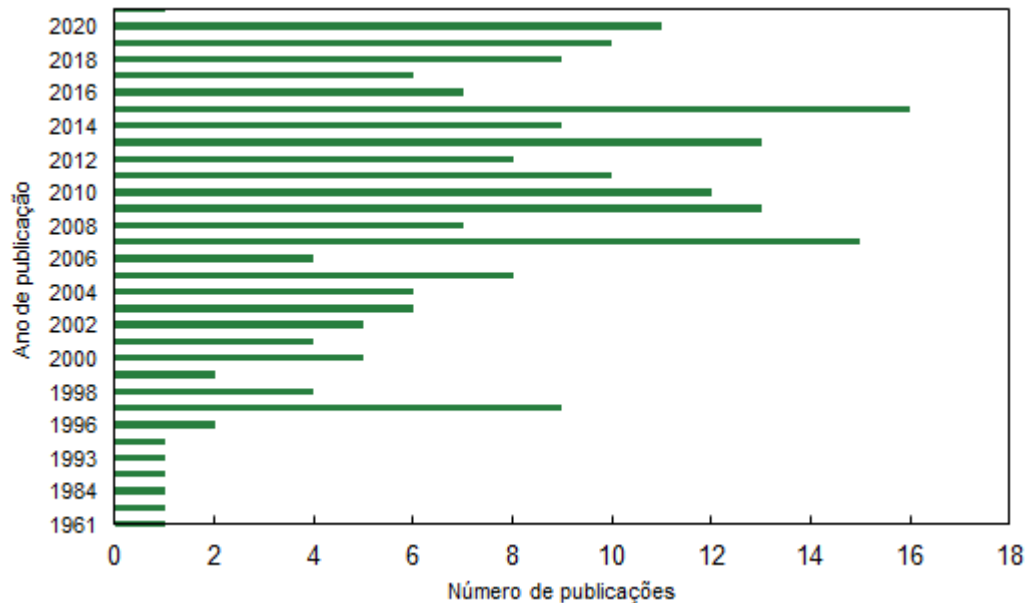
Os dados foram processados através do software VOSviewer versão 1.6.16 (Java versão 8.0.2910.10), utilizando as forças de ligações entre as coautorias, instituições e países de origem das publicações.

## 4.2 RESULTADOS

### 4.2.1 Análise das publicações: ano, linguagem e área do conhecimento

O documento mais antigo disponível na base de dados SCOPUS sobre a *Pimenta dioica* data do ano de 1961. Depois disso, o número de publicações aumentou lentamente, sendo que, o ano com maior número de publicações foi 2015, com 16 publicações, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Relação do número de publicações por ano relacionadas ao termo “*Pimenta dioica*” disponíveis no Banco de dados SCOPUS durante o mês de abril de 2021.



Fonte: Base de dados SCOPUS.

Os dados obtidos da base de dados SCOPUS, mostraram que os documentos sobre a *Pimenta dioica* foram publicados em 6 línguas diferentes. A Tabela 2 mostra o número de publicações de acordo com a língua.

Tabela 2 - Documentos publicados de acordo com a língua.

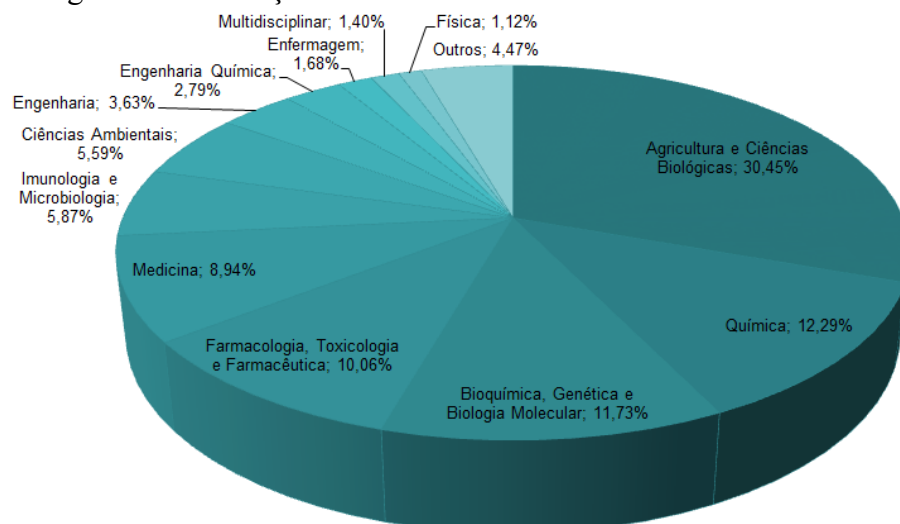
Língua da publicação	Número de publicações
Inglês	190
Espanhol	11
Japonês	3
Português	3
Alemão	2
Russo	1

Fonte: Base de dados SCOPUS.

Com isso, podemos notar que a maioria das publicações contidas na base de dados são escritas em inglês, seguidas da língua espanhola e o menor número de publicações ocorre em russo.

Quando analisamos as áreas do conhecimento, observamos um total de 19 áreas, como mostra a Figura 5. Agricultura e Ciências Biológicas é a área com maior porcentagem de publicações sobre a *Pimenta dioica* (30,45 %), seguida da Química (12,29 %) e Bioquímica, Genética e Biologia Molecular (11,73%). Áreas da saúde, como Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica (10,05 %); Medicina (8,94 %) e Imunologia e Microbiologia (5,87 %) também apresentam publicações. Outras áreas com menor porcentagem, tais como Ciência dos Materiais e Veterinária, também contribuem para porcentagem total.

Figura 5 - Publicações de acordo com as áreas do conhecimento.



Fonte: Base de dados SCOPUS.

#### 4.2.2 Análise das publicações: instituições, países e autores

De acordo com os resultados, 160 instituições que representam os autores e coautores publicaram documentos sobre a *Pimenta dioica*. Destas instituições, 11 são brasileiras, sendo que, a instituição brasileira com maior número de publicações é a Universidade Federal de Minas Gerais, com 3 publicações. Com relação ao todo, o maior número de publicações é proveniente da Universidade das Índias Ocidentais - The University of the West Indies, sediada na Jamaica. Considerando que a *Pimenta dioica* é nativa desta região, este maior quantitativo pode estar relacionado com a facilidade de acesso desta pimenta aos pesquisadores locais.

Entre as dez primeiras instituições com maior número de publicações, cada uma delas esteve envolvida em pelo menos 4 publicações relacionadas com a *Pimenta dioica*, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Instituições com maior número de publicações sobre a *Pimenta dioica*.

Posição	Instituição	Número de documentos
1	The University of the West Indies	8
2	Universidad Autónoma del Estado de México	7
3	Universidad de Costa Rica	7
4	United States Department of Agriculture	6
5	Universidad Nacional Autónoma de México	6
6	Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEM-UNAM	6
7	Osaka City University	5
8	Universitat Wien	5
9	USDA Agricultural Research Service	4
10	ICAR - Indian Institute of Spices Research	4

Fonte: Base de dados SCOPUS.

Podemos observar que, embora a instituição com o maior número de publicações esteja sediada na Jamaica, outros países também contribuem com os estudos, como mostra a Tabela 4. Dentre os 52 países envolvidos nas publicações sobre a *Pimenta dioica*, os Estados Unidos lidera o número de publicações (36).

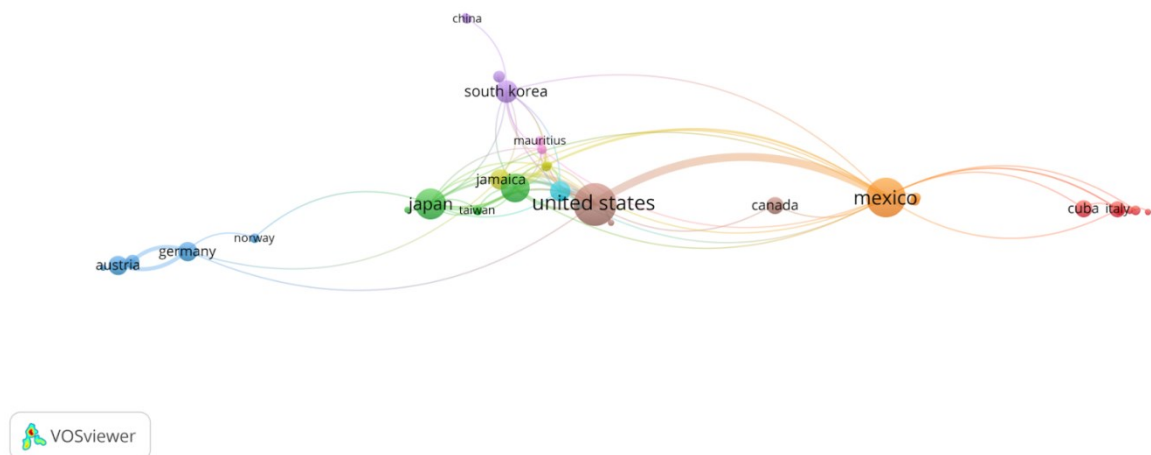
Tabela 4 - Países com maior número de publicações sobre a *Pimenta dioica*.

Posição	País	Número de documentos
1	Estados Unidos	36
2	México	33
3	Índia	24
4	Japão	19
5	Brasil	16
6	Coréia do Sul	10
7	Turquia	9
8	Costa Rica	8
9	Jamaica	8
10	Alemanha	7

Fonte: Base de dados SCOPUS.

Corroborando com estas informações, é possível analisar a relação de interação acadêmica entre os países, como mostra a Figura 6. O tamanho dos círculos está relacionado com o número de publicações de um país e frequência de suas cooperações internacionais. Quanto maior o seu tamanho, maior é o número de publicações realizadas em cooperação com os demais países. A espessura das linhas de conexão refere-se à frequência de interações entre os países, sendo que, quanto maior a interação entre eles, mais espessa é esta linha. A cor dos círculos diferencia os grupos de países em clusters com maior interação entre si.

Figura 6 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os países de acordo com a coautoria.



Fonte: Base de dados SCOPUS e VOSviewer.

Dessa forma, os resultados obtidos apresentam um total de 36 países que cooperam com seu próprio cluster e com os demais. A maioria dos países apresentados está em concordância com os países mais produtivos, sendo que o México mostra-se o país mais ativo internacionalmente nas publicações, contendo 18 interações (links) com diferentes países. O segundo país mais ativo, Estados Unidos, apresenta 16 interações com países de diferentes continentes, tais como México, Canadá, Costa Rica, Jamaica, Alemanha e Brasil.

O Brasil possui 12 conexões com países da Europa, Ásia, Oceania, América Central e América do Norte, assim como a Jamaica, que possui interação entre países dos diferentes continentes. Em um total de 11 interações, a Jamaica interage com a África do Sul, Japão, Brasil, Austrália, Estados Unidos, Costa Rica, México e outros.

É importante destacar que as interações acadêmicas dentro do tema abordado não apresentam barreiras territoriais entre os continentes. Nota-se que existe uma significativa interação entre os países das América do Norte, Central e Sul, região na qual, tem-se a origem da pimenta estudada e onde ela é cultivada.

Com relação aos autores, os dados mostram que o autor com maior número de publicações (7) é o Cruz-Olivares, da Universidad Autónoma del Estado de México - Toluca, México, conforme Tabela 5. Suas pesquisas são voltadas para estudo da umidade de frutos da *Pimenta dioica* durante a secagem em leito fluidizado (PÉREZ-ALONSO et al., 2011); Modelagem da biossorção de chumbo (II) por resíduo de pimenta em coluna de leito fixo (CRUZ-OLIVARES et al., 2013) e outras pesquisas dentro das áreas de Química, Engenharia Química e Engenharia de Processos envolvendo a *Pimenta dioica*.

Tabela 5 - Autores com maior número de publicações sobre a *Pimenta dioica*.

<b>Posição</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de documentos</b>
1	Cruz-Olivares, J.	7
2	Barrera-Diaz, C	5
3	Kikuzaki, H.	5
4	Nakatani, N.	5
5	Park, I. K.	4
6	Pérez-Alonso, C.	4
7	Alinkina, E. S.	3
8	Ciccio, J. F.	3
9	Érgun, S.	3
10	Estrada, A.	3

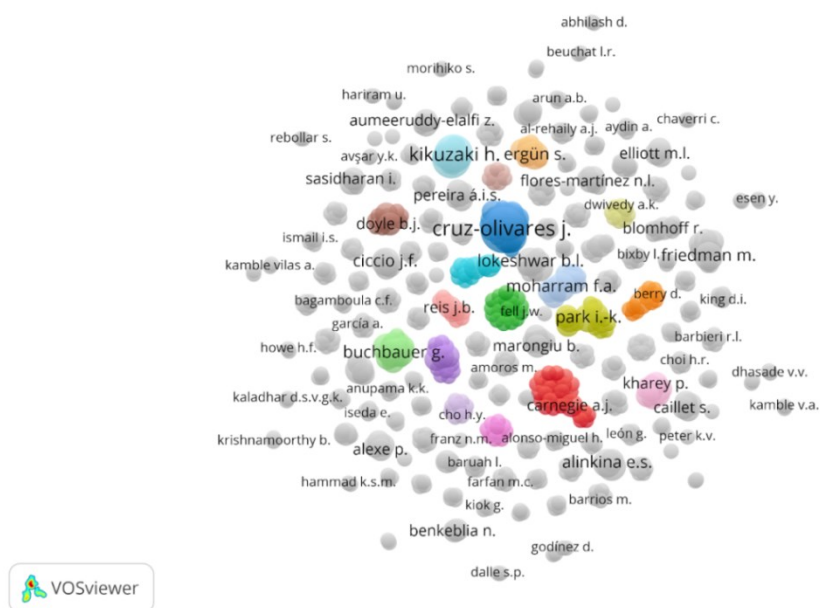
Fonte: Base de dados SCOPUS.

Hiroe Kikuzaki, por sua vez, possui 5 artigos publicados e aborda aspectos fitoquímicos dos frutos da *Pimenta dioica* e seu potencial biológico. Um dos seus artigos, inclusive, investiga compostos presentes nos extratos dos frutos de *Pimenta dioica* quanto à sua ação inibidora de histidina descarboxilase, sendo um indicativo de prevenção à inflamações relacionadas à formação de histaminas no corpo humano (NITTA; KIKUZAKI; UENO, 2009).

Além deste trabalho, Hiroe Kikuzaki e sua equipe também demonstram que a quercetina e os glicosídeos extraídos da *Pimenta dioica* apresentam atividade antioxidante notável, atuação na eliminação de radicais e inibição da peroxidação de lipossomas (MIYAJIMA et al., 2004). Outra pesquisa deste mesmo autor aponta que os extratos contendo fenilpropanóides também podem atuar como antioxidantes (KIKUZAKI et al., 1999). Neste contexto, estudos como estes, contribuem para ressaltarmos o potencial bioativo presente na *Pimenta dioica*.

Ao analisarmos as redes de interação entre os autores e coautores como um todo, notamos que existem muitos pesquisadores na área (Figura 7), contudo, muitos destes grupos não se encontram conectados, indicando que até o momento, poucos clusters interativos de pesquisas sobre o tema foram formados. Este fato pode ser atribuído aos diferentes perfis e abordagens de pesquisas que não coincidem para realização de trabalhos cooperados.

Figura 7 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os autores e coautores.

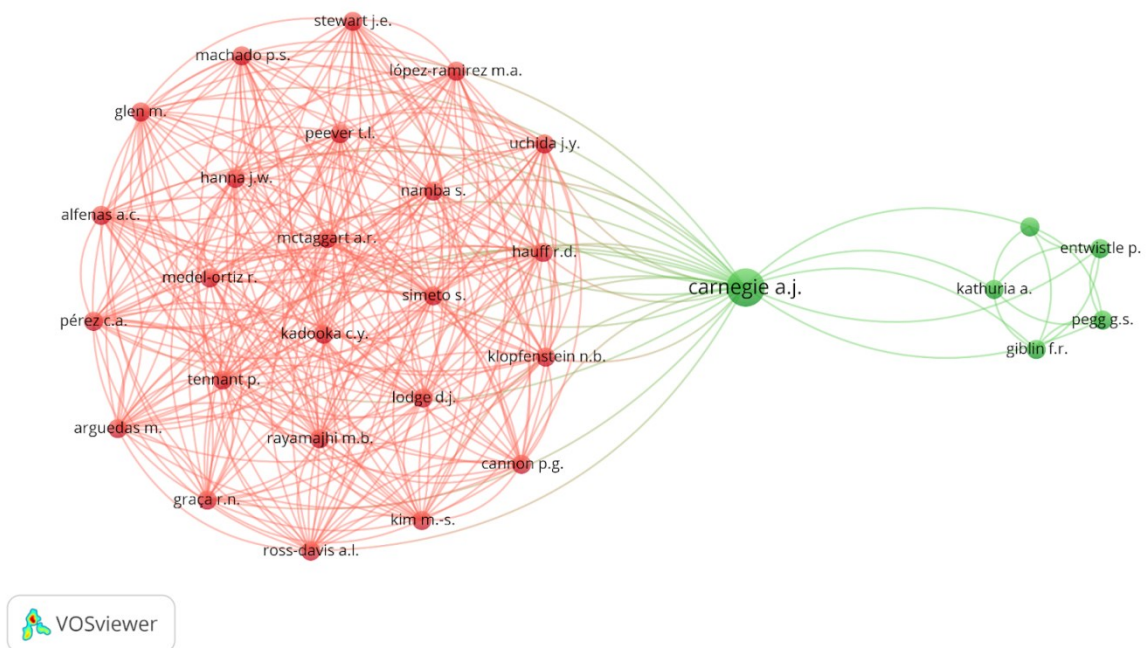


Fonte: Base de dados SCOPUS e VOSviewer.



Dentre os clusters formados, dois possuem maior destaque, pois seus autores apresentam interação mais ativa internacionalmente, como observado na Figura 8. Estas duas redes distintas são indicadas por cores diferentes: a rede representada pela cor vermelha está interconectada, indicando que seus autores estão realizando trabalhos em conjunto de forma ativa. A segunda rede, na cor verde, é formada por diversos autores, mas apenas um deles, Carnegie A. J., interconecta as duas micro-redes. Esta conexão pode ser atribuída ao interesse em comum publicado a respeito da *Pimenta dioica* que coincide com os outros grupos. Sobre Carnegie A. J., da NSW Department of Primary Industries, Forest Science - Austrália, conta com um total de 2 documentos, 29 interações e é classificado com a maior participação colaborativa internacional nas publicações.

Figura 8 - Mapa de relações acadêmicas colaborativas entre os autores e coautores com maior produção científica acerca da *Pimenta dioica*.



Fonte: Base de dados SCOPUS e VOSviewer.

### 4.2.3 Patentes

Com o intuito de compreender o envolvimento da *Pimenta dioica* em tecnologias inovativas realizou-se uma consulta à base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para patentes que abordam este tema.

Os títulos “Pimenta Jamaica” e “*Pimenta dioica*” foram utilizados no filtro de pesquisa e nenhum resultado foi obtido, ou seja, até a data de 22 de fevereiro de 2022 não há registro de patente vinculada ao INPI relacionado a estes títulos.

Diante disso, observa-se um cenário de oportunidades para empresas e instituições desenvolverem estudos acerca das propriedades bioativas da *Pimenta dioica*, suas aplicações em diferentes produtos e tecnologias que envolvam as extrações de seus componentes fitoquímicos.

## 5 POTENCIAL BIOATIVO E TECNOLÓGICO DA PIMENTA DIOICA

### 5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição de cada uma das partes da planta - raiz, caule, folhas e frutos - pode variar de acordo com fatores intrínsecos do vegetal (fisiologia, genética) e extrínsecos (índice pluviométrico, radiação ultra-violeta, composição atmosférica, altitude, temperatura, micro e macronutrientes disponíveis no solo de cultivo). Portanto, cada uma destas partes apresenta um perfil diferenciado, que as direciona para aplicações distintas (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Com relação aos componentes encontrados nas plantas do gênero *Pimenta*, um dos grupos de metabólitos de grande interesse medicinal pelos estudiosos e setores industriais é o grupo dos óleos essenciais. Muitos pesquisadores dedicam-se a isolar e quantificar os componentes dos OE de espécies desse gênero. Outros metabólitos secundários também têm sido identificados, tais como: saponinas, flavonoides e taninos (PAULA et al, 2010). Esta variação na composição também pode ser encontrada nos frutos e folhas da *Pimenta dioica*, como observa-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Compostos identificados na *Pimenta dioica*.

(continua)

Parte da planta	Metabólito secundário	Compostos identificados em maior teor percentual	Referência
Fruto	Fenilpropanóides	Treo-3-cloro-1-(4-hidroxi-3-metoxifenil)propano-1,2-diol; 3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)propane-1,2-diol.	Kikuzaki et al. (1999)
		(4S)- $\alpha$ -terpineol 8-O- $\beta$ -D-(6-Ogaloil) glucopiranosídeo; (4R)- $\alpha$ -terpineol 8-O- $\beta$ -D-(6-O-galoil)glucopiranosídeo; 3-(4-hidroxi-3-metoxifenil)propano-1,2-diol 2-O- $\beta$ -D(6-Ogaloil)glucopiranosídeo.	Kikuzaki et al. (2000)
	Compostos fenólicos	(2-hidróxi-3-metóxi-5-alil)fenil $\beta$ -D-(6-O-Esinapoil) glucopiranosídeo; (1'R,5'R)-5-(5-carboximetil-2-oxiciclopentil)-3Z-pentenil $\beta$ -D-(6-O-galoil)glucopiranosídeo; (S)- $\alpha$ -terpinil [ $\alpha$ -L-(2-O-galoil)arabinofuranosil]-(1,6)- $\beta$ -Dglucopiranosídeo; (R)- $\alpha$ -terpinil [ $\alpha$ -L-(2-Ogaloil)arabinofuranosil]-(1,6)- $\beta$ -Dglucopiranosídeo.	Kikuzaki; Miyajima; Nakatani, (2008)
Folha	Taninos	Galoilglicosídeos e taninos C-glicosídicos.	Marzouk et al. (2007)
	Flavonóides	Quercetina e catequina; Quercetina 3-O- $\beta$ -Dglucoronide 6'' metil ester e Quercetina 3-O-(2-O-galoil) glicosídeo.	Castro et al. (1999) Nitta; Kikuzaki; Ueno, (2009)
		Óleos essenciais	Eugenol (66,38-79,24%); $\beta$ -cariofileno (0,97-7,10%);

Tabela 6 - Compostos identificados na *Pimenta dioica*.

(conclusão)

Parte da planta	Metabólito secundário	Compostos identificados em maior teor percentual	Referência
Folha	Óleos essenciais	Eugenol (31,14%); 1-8,cineol (14,69%); $\alpha$ -humuleno (10,12%);	Hernández et al. (2003)
		Eugenol (77,9%);	Marongiu et al. (2005)
		Eugenol (48%); mirceno (27%); geraniol (10%).	Oussalah et al. (2006, 2007)

Fonte: adaptado de PAULA et al., 2010.

### 5.1.1 Composição química do fruto

A *Pimenta dioica* é uma boa fonte de nutrientes, vitaminas e minerais. Como pode ser observado na Tabela 7. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2019), o consumo de 100 g de seus frutos fornece 21,6 g de fibras, que correspondem a 86,40 % do Valor Diário Recomendado (VDR) pela Instrução Normativa IN-75 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020). Os teores de fibras desta pimenta são superiores aos teores de algumas hortaliças ou frutas, por exemplo, o tomate, que possui 1,2 % de fibras alimentares (TACO, 2011).

Com relação aos minerais, destacam-se os teores de: manganês (2,943 mg/100 g do fruto seco) que corresponde a 98,10 % do VDR; cálcio (661 mg/100 g do fruto seco) com VDR de 66,10 %; e ferro (7,06 mg/100 g do fruto seco) referente a 50,43 % do VDR. Além destes, outros minerais em menores teores também são encontrados nesta pimenta, tais como, fósforo, potássio, sódio, zinco, cobre e selênio.

Para os frutos da *Pimenta dioica*, a seguinte composição química e nutricional é apresentada:

Tabela 7 - Composição química e nutricional do fruto da *Pimenta dioica*.  
(continua)

Componente	Quantidade por 100 g	VDR
Valor energético	1099,00 kJ	13,13 %
Água	8,46 g	n.i.
Proteínas	6,09 g	12,18 %
Gorduras Totais	6,60 g	10,15 %

Tabela 7 - Composição química e nutricional do fruto da *Pimenta dioica*.  
(conclusão)

<b>Componente</b>	<b>Quantidade por 100 g</b>	<b>VDR</b>
Cinzas	4,65 g	-
Carboidratos	52,80 g	17,60 %
Fibras	21,60 g	86,40 %
<b>Minerais</b>		
Cálcio	661,00 mg	66,10 %
Ferro	7,06 mg	50,43 %
Magnésio	135,00 mg	32,14 %
Fósforo	113,00 mg	16,14 %
Potássio	1044,00 mg	29,83 %
Sódio	77,00 mg	3,85 %
Zinco	1,01 mg	9,18 %
Cobre	0,55 mg	0,06 %
Manganês	2,94 mg	98,10 %
Selênio	2,70 µg	0,005 %
<b>Vitaminas</b>		
Ácido ascórbico total	39,20 mg	39,20 %
Vitamina B1 - Tiamina	0,10 mg	8,42 %
Vitamina B2 - Riboflavina	0,06 mg	5,25 %
Niacina	2,86 mg	19,07 %
Vitamina B6	0,21 mg	16,15 %
Ácido fólico total	36,00 µg	0,01 %
Vitamina A	27,00 µg	0,003 %
<b>Lipídeos</b>		
Gorduras saturadas	2,55 g	12,75 %
Ácido graxo mirístico	0,02 g	n.i.
Ácido graxo palmítico	0,49 g	n.i.
Ácido graxo esteárico	1,99 g	n.i.
Gorduras monoinsaturadas	0,66 g	3,30 %
Ácido graxo oleico	0,66 g	n.i.
Gorduras poli-insaturadas	2,36 g	11,80 %
Ácido graxo linoleico	2,29 g	n.i.
Ácido graxo linolênico	0,07 g	n.i.
Fitoesterol	61,00 mg	n.i.

Fonte: USDA. FoodData Central (2019); ANVISA (2020).

n. i: valor não informado pela ANVISA (2020).

Além destes componentes que atuam como fonte nutricional, outros constituintes fitoquímicos também foram identificados nos frutos da *Pimenta dioica* e apresentados na Tabela 6.

Com base em sua estrutura química, os fitoquímicos podem ser classificados em grupos, tais como: polifenóis, carotenóides, alcalóides, grupos contendo enxofre, terpenos e

terpenóides Em sua maioria, os compostos fitoquímicos atuam como metabólitos secundários não nutritivos, e muitas vezes apresentam outras propriedades funcionais, como por exemplo, atividade antimicrobiana contra uma ampla gama de microrganismos presentes nos alimentos. (PRAKASH et al., 2020).

### 5.1.2 Composição química das folhas

As folhas da *Pimenta dioica* possuem uma composição diferente dos seus frutos. Segundo Marzouk et. al (2007), através de análises fitoquímicas do extrato das folhas de *Pimenta dioica* identificou-se a presença de glicosídeos, alcalóides, carboidratos, flavonóides, taninos e proteínas. Assim como, metil-eugenol, eugenol, mirceno,  $\beta$ -cariofileno, cineol e limoneno.

Murali et al. (2021), por sua vez, identificaram a presença de diversos fitoquímicos nas folhas da pimenta através da análise de Infravermelho por Transformada de Fourier (do inglês, *Fourier transform infrared*) (FTIR). O perfil fitoquímico para o extrato etanólico indicou a presença de proteínas, carboidratos, alcalóides, esteróides, flavonóides, fenóis e terpenóides. O extrato de éter dietílico, apresentou os seguintes componentes: proteínas, fenóis e terpenóides; enquanto o extrato aquoso apresentou: carboidratos, alcalóides, esteróides, flavonóides, saponinas, taninos e terpenóides. Além disso, de forma complementar, foram identificados os grupos funcionais: ácido carboxílico, haletos de alquila e alcanos.

Neste contexto, Oliveira et. al (2009), aponta ainda, que a composição química dos frutos secos da *Pimenta dioica* é mais complexa quando comparada com a composição das suas folhas. O maior teor do componente eugenol, considerado um dos principais fitoquímicos presentes na *Pimenta dioica*, é encontrado em sua maioria, nas folhas verdes. Para este estudo, identificou-se um teor de 82,56 % de eugenol nas folhas ainda verdes.

Demais componentes presentes nas folhas da *Pimenta dioica* foram identificados por diferentes pesquisadores e são apresentados na Tabela 6.

### 5.1.3 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são líquidos voláteis extraídos da casca, broto, flor, fruto, folha, raiz e tronco das plantas. Mais de 50 componentes fitoquímicos como terpenos, terpenóides, constituintes aromáticos e alifáticos podem ser isolados e identificados a partir da extração de um óleo essencial (OE), sendo que, geralmente, um a três componentes apresentam-se em maior porcentagem com relação ao volume total, enquanto os demais somam cerca de 1% deste volume (MARIOD, 2016).

Esta composição variada fornece um perfil químico muito distinto para cada OE. Inclusive, para uma mesma espécie cultivada em regiões diferentes, com substratos e solos diferentes, distintas variações de temperatura e umidade de cultivo, pode-se obter perfis diferenciados. Ou seja, as condições regionais e locais influenciam na composição e a partir destas composições distintas, busca-se aplicações específicas. Portanto, é importante destacar que os OEs possuem funções variadas, conforme a sua composição (MARIOD, 2016).

Dentro da indústria de alimentos, os OEs têm sido utilizados como aromatizantes e ingredientes funcionais conferindo sabores, aromas e realçando as propriedades organolépticas em uma ampla variedade de alimentos, como bebidas, carnes, iogurtes e produtos de confeitaria (KALANTARI; BARZEGAR; HAMIDI-ESFAHANI, 2012).

Assim, os OEs provenientes de ervas e especiarias, como a *Pimenta dioica*, também podem ser amplamente utilizados em produtos alimentícios como aditivos e ingredientes funcionais. Contudo, é importante ressaltar que, semelhante ao uso das essências sintéticas, a sua utilização implica na apresentação de dados referentes a sua segurança toxicológica e aprovação regulatória (KALANTARI; BARZEGAR; HAMIDI-ESFAHANI, 2012).

Dentro deste contexto, os OEs podem ser extraídos das cascas, folhas e frutos da *Pimenta dioica* e apresentam rendimentos variáveis, de 0,97 % a 1,41 % (OLIVEIRA et. al, 2009), com possibilidades de aplicações em uma ampla gama de alimentos, tais como: agente aromatizante em produtos cárneos, sopas, grãos refogados, no preparo de infusões, e também, na confeitaria. Além destas aplicações, o OE da *Pimenta dioica*, também apresenta muitas atividades biológicas e pode ser utilizado na perfumaria e na farmacologia (REMA; KRISHNAMOORTHY, 2012).

Para uma maior compreensão do perfil constitucional dos óleos provenientes dos frutos da *Pimenta dioica*, apresenta-se a Tabela 8, que utiliza como referência dois métodos distintos de extração do óleo.

Tabela 8 - Composição química do óleo essencial dos frutos da *Pimenta dioica*.

Componente	Referência	
	Dima et.al (2014)	Oliveira et.al (2009)
$\alpha$ -pineno	+	+
octen-3-ol	-	+
octan-3-ona	-	+
mirceno	+	+
octan-3-ol	-	+
$\alpha$ -felandreno	+	+
$\alpha$ -terpineno	-	+
p-cimeno	+	+
limoneno	+	-
$\beta$ -felandreno	+	+
1,8-cineol	+	-
(Z)-cimeno	-	+
(E)-cimeno	+	+
trans- $\beta$ -ocimeno	+	-
terpinoleno	+	+
linalol	+	-
terpinen-4-ol	-	+
$\alpha$ -terpineol	-	+
chavicol	+	+
eugenol	+	+
$\alpha$ -copaeno	-	+
metil-eugenol	-	+
iso-eugenol	+	-
(E)-cariofileno	-	+
$\alpha$ -humuleno	+	+
$\gamma$ -muuroleno	-	+
$\beta$ -selineno	+	-
$\gamma$ -terpineno	+	+
germacreno-D	-	+
$\alpha$ -(E,E)-farneseno	+	-
$\gamma$ -cadineno	+	+
miristicina	-	+
$\delta$ -cadineno	-	+
trans-nerolidol	+	-
cembreno	-	+

Fonte: Produzido pela autora.

(+) : componente presente; (-) : componente ausente.

Oliveira et.al (2009) aplicou a técnica de hidrodestilação para extração do óleo essencial dos frutos secos da *Pimenta dioica* cultivados na região Sul da Bahia (BR) e obteve um teor de 0,97 % de óleo essencial. Em seguida, realizou a análise da composição química deste óleo através de Cromatografia Gasosa - Espectrometria de Massa (CG-EM). O resultado

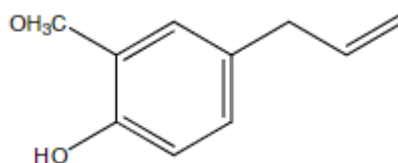


desta análise cromatográfica pode ser observado na Tabela 8, no qual identificou-se um total de 26 compostos, sendo que os componentes majoritários são do grupo dos monoterpenos oxigenados (82,80 %). Dentro da composição total, o eugenol é o composto em maior teor (75,07 %), seguido do mirceno (8,19 %) e do chavicol (6,35 %). O (Z)-cimeno foi o componente encontrado em menor quantidade (0,03 %).

Dima et.al (2014) por sua vez, obteve o óleo essencial dos frutos da *Pimenta dioica* através da técnica de extração supercrítica utilizando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A extração do óleo essencial foi realizada em uma planta piloto, na qual foram introduzidos 300 g de frutos moídos no vaso de extração. A pressão utilizada foi de 400 bar para o primeiro separador e 150 bar para o segundo. Ambos os separadores foram mantidos em temperatura de 45 °C e o fluxo de massa foi de 17,6 kg/h. O extrato coletado do primeiro extrator apresentou-se semi-sólido e com coloração marrom. Já o extrato proveniente do segundo extrator, resultou em um óleo de coloração amarelo-esverdeada. As análises foram conduzidas utilizando-se o óleo do segundo extrator e o rendimento da extração do óleo essencial da *Pimenta dioica* foi de 0,46 %. De acordo com os resultados da análise cromatográfica, foram identificados um total de 23 compostos. Destes, o componente em maior teor, assim como para Oliveira et.al (2009), é o eugenol (68,06 %). O segundo componente em maior teor é o metil-eugenol (9,37 %).

Dessa forma, conforme a Tabela 8, o eugenol, cuja fórmula molecular é C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub> e massa molar de 164,20 g/mol, apresenta-se como o principal componente presente no OE dos frutos da *Pimenta dioica*. A nomenclatura de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (do inglês, *International Union of Pure and Applied Chemistry*) (IUPAC) para este componente é 4-Alil-2-Metoxifenol e devido à sua estrutura química (Figura 9) é classificado como um fenilpropanóide. Exibe atividade comprovada como: antibacteriano, antifúngico, anti-inflamatório, anestésico, antiséptico, repelente, antioxidante, antiproliferativo e anti-biofilme bacteriano. Compõe de 60 % a 90 % do óleo essencial dos frutos da *Pimenta dioica* (DIMA et. al, 2014; GOBBO-NETO, LOPES, 2007; ZHANG, LOKESHWAR, 2012).

Figura 9 - Estrutura química do eugenol.



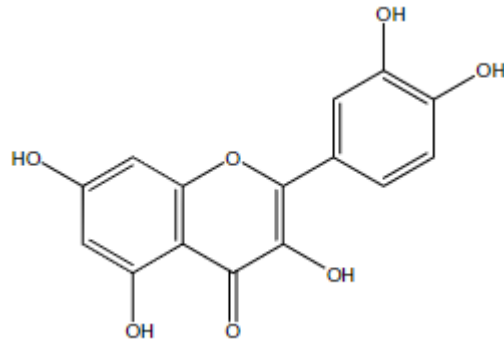
Fonte: Produzido pela autora.

Além do eugenol, outros componentes de grande destaque estão presentes no óleo essencial da *Pimenta dioica*, tais como: quercetina, ácido gálico e ericifolin (SHAMALADEV et al, 2013; ZHANG, LOKESHWAR, 2012).

A quercetina, apresenta a seguinte nomenclatura IUPAC: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-chromen-4-one; fórmula molecular C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub> e massa molar de 302,24 g/mol. De acordo com a sua estrutura, caracteriza-se como um flavonóide, como pode ser observado na Figura 10. É um polifenol encontrado em muitos vegetais, tais como, maçã, cebola e brócolis. Além destes, pode ser isolado dos frutos da *Pimenta dioica*. Apresenta algumas propriedades comprovadas, tais como: antiviral, cardioprotetora, anti-inflamatória (através da inibição da expressão de citocinas inflamatórias) e antiproliferativa. Uma grande parte dos estudos realizados com a quercetina ressaltam seus efeitos antiproliferativos na prevenção da formação de tumores e prevenção de danos ao DNA. Foram reportados mecanismos de atuação da quercetina na indução à apoptose em muitas linhagens de células cancerígenas (ZHANG; LOKESHWAR, 2012).

Embora a quercetina não seja o componente majoritário da *Pimenta dioica*, desempenha um ótimo efeito antioxidante, atuando na eliminação de radicais livres e redução de danos ao DNA. Com isso, contribui também, para a potencial atividade antiproliferativa da *Pimenta dioica* e seus extratos (ZHANG; LOKESHWAR, 2012).

Figura 10 - Estrutura química da quercetina.



Fonte: Produzido pela autora.

## 5.2 ATIVIDADE BIOLÓGICA

### 5.2.1 Potencial antioxidante

Compostos antioxidantes são substâncias que inibem a ação de oxidação de um determinado substrato oxidável (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Podem ser classificados de acordo com a sua função: removedores/inativadores de radicais livres, removedores/inativadores de agentes oxidantes não radicais, compostos que inibem a geração de oxidantes, agentes quelantes de metais de transição, e compostos que são capazes de estimular a produção de outros compostos antioxidantes. Com relação ao mecanismo de ação em membranas celulares, atuam principalmente por três vias: transferência de átomos de hidrogênio, transferência de elétrons e capacidade de quelar metais de transição (BREWER, 2011).

Os antioxidantes estão presentes na constituição de muitos óleos essenciais, conferindo a estes uma grande capacidade de resistir à degradação oxidativa. Quando nos referimos ao OE da *Pimenta dioica*, os principais antioxidantes naturais presentes na sua constituição são os compostos fenólicos eugenol e o metil-eugenol, derivados do metabolismo secundário da planta (DIMA et. al, 2014).

Padmakumari; Sasidharan; Sreekumar (2011) avaliaram a ação antioxidante do óleo essencial extraído dos frutos da *Pimenta dioica* com relação à eliminação de radicais livres através da utilização de: 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH); sal de diamônio 2,2'-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico) (ABTS) e ânion superóxido. Os resultados das análises foram apresentados por meio do IC<sub>50</sub> - que representa a concentração de óleo

essencial de *Pimenta dioica* necessária para a diminuição de 50 % dos radicais nas condições experimentais - e demonstraram que os óleos possuem alta atividade de eliminação de radicais. O valor de IC<sub>50</sub> para DPPH na amostra denominada P1, foi de  $4,82 \pm 0,08$  µg/mL, IC<sub>50</sub> para ABTS de  $2,27 \pm 0,16$  µg/mL, IC<sub>50</sub> superóxido de  $17,78 \pm 1,31$  µg/mL. Os resultados mostram que os OEs possuem maior atividade antioxidante quando comparados ao eugenol puro, que apresentou os valores: IC<sub>50</sub> para DPPH de  $5,37 \pm 0,06$  µg/mL, IC<sub>50</sub> para ABTS de  $2,57 \pm 0,02$  µg/mL, IC<sub>50</sub> superóxido de  $34,12 \pm 1,03$  µg/mL. De acordo com Zheng; Wang (2001), o potencial antioxidante dos óleos é superior ao do eugenol puro devido ao efeito sinérgico de outros compostos fenólicos oxigenados que também estão presentes no óleo.

Dima et al. (2014), por sua vez, avaliaram a capacidade antioxidante *in vitro* por DPPH do óleo essencial de *Pimenta dioica* encapsulado em microesferas de quitosana e quitosana/k-carragenina. Os resultados foram comparados com a atividade antirradicalar de dois antioxidantes sintéticos, o butil-hidroxi-tolueno (BHT) e o ácido ascórbico (AAc), utilizados no processo de preparo de produtos cárneos. Observou-se que o valor de IC<sub>50</sub> (DPPH) para o óleo essencial da *Pimenta dioica* é significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que o valor de IC<sub>50</sub> (DPPH) para BHT e para AAc. Os valores de IC<sub>50</sub> foram: para o óleo essencial de *Pimenta dioica* obteve-se  $2,36 \pm 0,18$  µg/mL; para mistura (1:3 em massa) de quitosana e óleo essencial de *Pimenta dioica* obteve-se  $1,87 \pm 0,13$  µg/mL; para BHT o valor obtido foi de  $4,47 \pm 0,11$  µg/mL e para AAc obteve-se  $4,20 \pm 0,17$  µg/mL. Os resultados obtidos demonstraram um importante efeito antioxidante do óleo essencial de *Pimenta dioica* e também, da mistura de quitosana e óleo essencial de *Pimenta dioica* para os radicais livres DPPH. A influência da k-carragenina, por sua vez, na atividade antioxidante do óleo essencial da *Pimenta dioica* não foi identificada.

A tabela abaixo resume os resultados obtidos a partir dos estudos apresentados para atividade antioxidante do óleo da *Pimenta dioica* comparado a outros antioxidantes frente ao DPPH.

Tabela 9 - IC<sub>50</sub> (DPPH) para o óleo de *Pimenta dioica* e outros antioxidantes.

Ensaio	Amostra	IC <sub>50</sub> (µg/mL)	Referência
DPPH	OE dos frutos da <i>Pimenta dioica</i>	4,82 ± 0,08	Padmakumari; Sasidharan; Sreekumar (2011)
DPPH	OE dos frutos da <i>Pimenta dioica</i> + quitosana	2,36 ± 0,18	Dima et al. (2014)
DPPH	Eugenol	5,37 ± 0,06	Padmakumari; Sasidharan; Sreekumar (2011)
DPPH	BHT	4,47 ± 0,11	Dima et al. (2014)
DPPH	AAc	4,20 ± 0,17	Dima et al. (2014)

Fonte: Produzido pela autora.

OE: Óleo essencial;  
DPPH: 1,1-difenil-2-picrilhidrazil;  
BHT: butil-hidroxi-tolueno;  
AAc: ácido ascórbico.

É importante ressaltar que, estudos apontam o surgimento de muitas doenças devido aos danos celulares causados por radicais livres (MARTINS; BARROS; FERREIRA, 2015). Então, a presença de eugenol e metil-eugenol com seus potenciais antioxidantes, podem contribuir para eliminação dos radicais livres, auxiliando, portanto, na prevenção de doenças (DIMA et. al, 2014).

### 5.2.2 Potencial antibacteriano e antifúngico

Dentre as propriedades da *Pimenta dioica*, destacam-se, também, as antibacterianas e antifúngicas, que são relatadas em muitos estudos com resultados promissores. A seguir serão apresentados alguns destes resultados, que contribuem para ampliar o espectro de bioatividade da *Pimenta dioica*.

Através do método de difusão em ágar, Bara; Vanetti (1998) avaliaram a ação antibacteriana do extrato alcoólico dos frutos da *Pimenta dioica* e obtiveram inibição do crescimento da bactéria *Yersinia enterocolitica* - com halo de inibição de 3,5 mm. Romero et al. (2005), por sua vez, relataram atividade antibacteriana do extrato aquoso dos frutos da *Pimenta dioica* (45 µg/µL) contra *Staphylococcus aureus*; e Oussalah et al. (2006, 2007) identificaram a atividade antibacteriana frente à *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* e *Pseudomonas* isolada de amostras de carne. E todos estes resultados foram atribuídos ao alto teor de eugenol presente nos frutos da *Pimenta dioica*.

É importante ressaltar, que a *Salmonella* está associada à doenças do sistema digestivo que acometem muitos casos de internações médicas referentes à doenças alimentares. A suscetibilidade da *Salmonella* aos efeitos da *Pimenta dioica* trazem perspectivas positivas para a diminuição da frequência e severidade desta doença (LOWE et al., 2017).

Mérida-Reyes et al. (2020) avaliaram o efeito do OE das folhas da *Pimenta dioica* contra bactérias gram + (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis*) e gram - (*Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium*), obtendo maior atividade contra *Bacillus subtilis* - com halo de inibição de 23 mm. Já Martinelli et. al (2017) obtiveram maior atividade contra *Staphylococcus aureus* quando comparado com os ensaios para *Escherichia coli* e *Bacillus cereus*.

Quando tratamos da atividade antifúngica, podemos observar que o eugenol também atua de forma protagonista. Sua atividade antidermatofítica foi comprovada através de testes *in vitro* realizados por Hernández et al. (2003), no qual, identificou-se a ação efetiva do OE das folhas da *Pimenta dioica* contra os dermatófitos: *Microsporum canis*, *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton rubrum*. A Concentração Inibitória Mínima (CIM) de *Pimenta dioica* foi de 0,31 mg/mL para as três espécies de fungos, sendo que, para o eugenol puro obteve-se a CIM de 0,33 mg/mL ; 0,33 mg/mL e 0,16 mg/mL para os respectivos fungos.

Também foi identificada a ação fungicida efetiva do extrato em metanol e acetato de etila das folhas da *Pimenta dioica* contra a produção de *Aspergillus flavus* através da inibição da produção de ergosterol (componente da membrana celular dos fungos) (SARATHAMBAL; RAJAGOPAL; VISWANATHAN, 2021) e contra *Candida albicans* (CIM de 0,63 mg.L-1) (LOWE et al., 2017).

Além destas, demais espécies de fungos patogênicos e toxigênicos também foram testadas frente à ação antifúngica de 25 plantas medicinais, incluindo a *Pimenta dioica*. Os óleos essenciais de cada uma das plantas foram obtidos através da hidrodestilação. Dentre os óleos analisados, o OE da *Pimenta dioica* apresentou atividade antifúngica mais significativa como inibidora do crescimento micelial contra os fungos: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Penicillium expansum*, *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigatus*. O valor de CIM médio para pimenta foi de 0,6 µL/mL , que pode ser comparado aos valores de CIM de fungicidas sintéticos utilizados para o tratamento de

micoses humanas (ZABKA; PAVELA; SLEZAKOVA, 2009). Importante salientar também, que os fungos *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* são considerados de grande importância para a produção de alimentos, sendo combatidos pelos programas de *food safety* devido à sua produção de micotoxinas (D'MELLO et al., 1998).

Diante disto, verificamos que a *Pimenta dioica* apresenta potenciais propriedades antibacteriana e antifúngica, as quais merecem atenção especial no que tange a pesquisa e desenvolvimento para sua aplicação em produtos que necessitam do combate a estes microrganismos. Sabe-se que muitos produtos sintéticos antifúngicos e bactericidas possuem toxicidade e diversos efeitos colaterais que impactam na saúde dos consumidores (LUMBRERAS; LIZASOAIN; AGUADO, 2003). Assim, a utilização da *Pimenta dioica* neste contexto, apresenta grande potencial para ser uma alternativa natural e segura, visto que não apresenta toxicidade aguda de acordo com pesquisas realizadas para esta finalidade. Inclusive, alguns estudos demonstram seu efeito citoprotetor significativo (Al-REHAILY et al., 2002; NAYAK; ABHILASH, 2008).

### 5.2.3 Potencial anti-inflamatório

O extrato aquoso dos frutos da *Pimenta dioica* foi estudado em modelos *in vivo* por Al-Rehaily et al (2002) devido ao seu efeito anti-inflamatório, analgésico, antipirético, anti úlcera gástrica e citoprotetor. Para avaliação da atividade anti-inflamatória, utilizou-se o teste do edema agudo induzido em patas de ratos, que é um teste aplicado com frequência para avaliar os efeitos anti-edematosos de produtos naturais e seu potencial anti-inflamatório. Observou-se que o extrato aquoso reduziu significativamente a formação de granulomas nos ratos, sugerindo a eficácia da sua ação anti-inflamatória. O extrato analisado, também apresentou atividade antipirética e analgésica quando aplicado em ratos. Devido à união destas atividades da *Pimenta dioica*, suas propriedades assemelham-se às dos anti-inflamatórios não esteroides.

Outro estudo conduzido por Lorenzo-Leal et al. (2019), aplicou o OE dos frutos da *Pimenta dioica*, a uma concentração de 7,5 µg/mL, em células macrófagas humanas do tipo THP-1. Os resultados desta pesquisa mostraram que o OE da pimenta foi capaz de aumentar significativamente o nível de citocina IL-10 anti-inflamatória. Indicando então, a ausência de atividade inflamatória quando os macrófagos humanos foram expostos ao OE. Esta atividade foi atribuída à ação do componente eugenol, presente em alto teor no OE utilizado. Os autores

avaliaram também, atividades antibacterianas, antifúngicas, citotoxicidade da *Pimenta dioica* e sugerem que o OE pode ser usado não só para aplicações tópicas como agente anti-inflamatório, mas também, como antibacteriano, em produtos antissépticos, como enxaguatórios bucais, cremes e géis tópicos.

Uma pesquisa recente, realizada por Gizawy et al. (2021), buscou avaliar constituintes bioativos extraídos do extrato (em acetato de etila) de folhas da *Pimenta dioica*, que exercem potencial anti-inflamatório e atividade citotóxica contra *SARS-CoV-2*, através de simulação molecular dos mecanismos bioquímicos, estudos *in vitro* e *in vivo*. Os compostos bioativos avaliados foram: ácido ferúlico, rutina, ácido gálico e ácido clorogênico. Os resultados demonstraram potencial antiviral, através da atividade anti-*SARS-CoV-2* com IC<sub>50</sub> nos valores de 31 g/mL, 108 g/mL, e 360 g/mL, respectivamente. Com relação ao potencial anti-inflamatório avaliado em ratos, notou-se a redução dos níveis de TNF-, IL-1, IL-2, G-CSF e mRNA155. Além disso, obteve-se a regulação dos níveis de IL-10 e expressão do gene mRNA21-3p, que provocaram efeitos protetores pulmonares contra a toxicidade pulmonar induzida. Sendo que, os melhores resultados foram obtidos com os bioativos ácido ferúlico e rutina.

Em decorrência da COVID-19, o organismo humano apresenta uma resposta imunológica através da liberação de citocinas, que podem levar ao desconforto respiratório e até mesmo, risco de vida atrelado à infecção (GIZAWY et al., 2021). Assim, diante da necessidade urgente de conter a doença do COVID-19, este estudo mostrou-se promissor, explorando os potenciais anti-*SARS-CoV-2* e anti-inflamatório da *Pimenta dioica*.

#### **5.2.4 Potencial antiproliferativo**

Marzouk et al. (2007) avaliaram a atividade antiproliferativa *in vitro* do extrato das folhas da *Pimenta dioica* extraídas com metanol diante de células humanas cancerígenas do tipo carcinoma de mama (Hep-G2 e MCF-7), carcinoma de cólon (HCT-116), linhagem 1301 de células cancerígenas de leucemia linfoblástica e células de macrófagos RAW 264.7, pelo método de redução do brometo de 3-(4,5-dimetil tiazol-2-il)-2,5-difenil tetrazólio (MTT).

Foi verificado que o extrato com concentração de 10 µg/mL apresentou um baixo efeito citotóxico contra células MCF-7 e a uma concentração de 48,81 µg/mL apresentou



efeito linfoproliferativo para células imunes utilizando a linhagem 1301 (linfócitos T), sendo este, o dobro do valor apresentado para a amostra de controle (MARZOUK et al, 2007).

A aplicação também foi realizada com os seguintes compostos isolados: 1-O-galloyl-4,6-(S)-hexahydroxydiphenoyl-( $\alpha$ )-d-glucopyranose; 4,6-(S)-hexahydroxydiphenoyl-( $\alpha$ )-d-glucopyranose; 3,4,6-valoneoyl-( $\alpha$ )-d-glucopyranose; castalagina e grandinina. Estes, apresentaram efeito citotóxico para as células Hep-G2 e HCT-116. E o composto pedunculagina (tanino) apresentou a maior citotoxicidade (com menores valores de IC<sub>50</sub> - inibição de 50% do crescimento das células) contra as linhagens de células tumorais analisadas (exceto RAW 264.7), sendo o menor valor de IC<sub>50</sub> de  $4,37 \pm 0,84 \mu\text{g/mL}$  para HCT-116. Seu efeito indutor de proliferação foi identificado para as células RAW 264.7, com 133,8 % do controle - células tratadas com Dimetilsulfóxido (DMSO). Já o composto grandinina, apresentou a indução proliferativa de células imunes para a linhagem 1301 em menor concentração,  $10,39 \pm 1,2 \mu\text{g/mL}$  (MARZOUK et al, 2007).

Assim, de forma geral, o estudo mostrou que o extrato metanólico das folhas da *Pimenta dioica* agiu como um agente citotóxico em nível baixo para as diferentes linhagens de células cancerígenas analisadas. Contudo, apresentou um potencial linfoproliferativo significativo contra as células da linhagem 1301 de leucemia linfoblástica (MARZOUK et al, 2007).

Demais estudos avaliaram a atividade antiproliferativa da *Pimenta dioica* diante de diferentes linhagens de células cancerígenas, tais como: células afetadas pelo câncer de próstata (SHAMALADEVI et al., 2013); câncer de mama, hepático e cervical (YOUSSEF et al., 2021); câncer de mama (ZHANG et al., 2015) e obtiveram resultados promissores. Ressalta-se então, a importância do desenvolvimento de novos estudos avaliando os efeitos antiproliferativos da *Pimenta dioica* sobre diversas linhagens de células cancerígenas, visto que há potencial de descobertas de novas informações e aplicações nesta área.

### **5.2.5 Potencial hipoglicemiante**

Diabetes Mellitus (DM) caracteriza-se como uma síndrome metabólica em que há uma diminuição na produção do hormônio insulina pelo pâncreas ou a incapacidade de a insulina agir corretamente nos mecanismos bioquímicos de metabolização da glicose. Esta metabolização deficiente gera um desequilíbrio na concentração de glicose no organismo e resulta no aumento efetivo das taxas de açúcares no sangue, denominado de hiperglicemia. A

sua origem pode ser variada, sendo que, cerca de 90 % dos pacientes que possuem diabetes, apresentam o tipo 2, que está associado à resistência do organismo frente à ação da insulina e deficiência na sua secreção (BRASIL, 2009).

Dentro deste contexto, uma das formas de reduzir a hiperglicemia pós-prandial em diabetes do tipo 2, é através da inibição de enzimas hidrolisadoras de carboidratos, como a  $\alpha$ -amilase e a  $\alpha$ -glicosidase, conforme descreve Loizzo et al. (2014). Assim, utilizando esta metodologia, estes autores avaliaram o potencial hipoglicêmico *in vitro* do extrato da *Pimenta dioica* através da inibição destas enzimas mencionadas e obtiveram resultados promissores. As atividades inibidoras das enzimas hidrolisadoras de carboidratos resultaram em: IC<sub>50</sub>  $\alpha$ -amilase de  $147,9 \pm 3,1 \mu\text{g/mL}$ ; IC<sub>50</sub>  $\alpha$ -glicosidase de  $152,8 \pm 2,9 \mu\text{g/mL}$ , indicando o potencial uso da *Pimenta dioica* como um agente antidiabético.

Broadhurst; Polansky; Richard (2000), por sua vez, avaliaram a atividade hipoglicemiante de 49 extratos de ervas, especiarias e plantas medicinais através de ensaios *in vitro* de adipócitos do epidídimo de rato. A análise foi realizada através da quantificação da liberação de CO<sub>2</sub> pelas células em resposta à insulina ou ao extrato vegetal, gerando assim uma razão entre a atividade proveniente do extrato e atividade do controle (insulina). Dentre os extratos avaliados, a *Pimenta dioica* apresentou um aumento de 16,1 (para diluição de 1:2) da atividade insulino-dependente no metabolismo da glicose medida a partir das células expostas aos extratos vegetais quando comparado ao valor de controle. De acordo com a metodologia aplicada, efeitos significativos são definidos para atividades com valores maiores do que 2. Assim, corroborando com o estudo anterior, a *Pimenta dioica* mostrou-se promissora quanto à atividade hipoglicemiante contra diabetes.

Assim, pelo contexto mencionado, ressalta-se que a *Pimenta dioica* apresenta uma perspectiva promissora quanto ao seu potencial hipoglicemiante.

Apresenta-se a seguir a Tabela 10, contendo um resumo das principais atividades biológicas da *Pimenta dioica*.

Tabela 10 - Estudos sobre atividade biológica da *Pimenta dioica*.

(continua)

<b>Parte da planta</b>	<b>Extrato ou metabólito secundário</b>	<b>Metodologia experimental</b>	<b>Atividade Biológica</b>	<b>Referência</b>
<b>Frutos</b>	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antioxidante	Sarathambal; Rajagopal; Viswanathan (2021); Chaudhari et al. (2020)
	extrato aquoso	<i>in vitro</i>	Antioxidante	Kikuzaki et al. (2008)
		<i>in vitro</i>	Hipoglicêmica	Broadhurst; Polansky; Richard (2000)
		<i>in vitro</i>	Hipoglicêmica	Loizzo et al. (2016)
	extrato aquoso	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Romero et al. (2005)
	extrato alcoólico	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Bara; Vanetti (1998)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Chaudhari et al. (2020); Lorenzo-Leal et al. (2019); Alrashidi et al. (2022)
	óleo essencial	<i>in situ</i>	Antifúngica e anti-aflatoginogênica	Chaudhari et al. (2022)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antifúngica	Sarathambal; Rajagopal; Viswanathan (2021); Lorenzo-Leal et al. (2019); Achimon et al. (2021)
	extrato aquoso	<i>in vitro e in vivo</i>	Antiproliferativo	Shamaladevi et al. (2013)
	extrato aquoso	<i>in vivo</i>	Antiproliferativo e quimiopreventivo	Zhang et al. (2015)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Anti-inflamatório	Lorenzo-Leal et al. (2019)
extrato aquoso	<i>in vivo</i>	Anti-inflamatório	Al-Rehaily et al (2002)	
<b>Folhas</b>	extrato aquoso	<i>in vivo</i>	Hipotensivo	Suarez; Ulatel; Ciccio (2000), Zhang; Lokeshwar, (2012)
	extrato alcoólico	<i>in vitro e in vivo</i>	Antinociceptiva e antipirética	Benítez et al. (1998)
	taninos	<i>in vitro</i>	Antiproliferativo e antioxidante	Marzouk et al (2007)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antiproliferativo	Youssef et al. (2021)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antioxidante	Sarathambal; Rajagopal; Viswanathan (2021)
	extrato alcóolico	<i>in vitro</i>	Antioxidante	Murali et al. (2021).
	extrato aquoso	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Murali et al. (2021)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Oussalah et al. (2006, 2007); Mérida-Reyes et al. (2020); Martinelli et. al (2017)

Tabela 10 - Estudos sobre atividade biológica da *Pimenta dioica*.

(conclusão)

Parte da planta	Extrato ou metabólito secundário	Metodologia experimental	Atividade Biológica	Referência
Folhas	óleo essencial	<i>in vitro e in vivo</i>	Antibacteriana, antibiofilme	Ismail et al. (2020)
	extrato alcóolico	<i>in vitro</i>	Antibacteriana	Lowe et al. (2017)
	extrato alcóolico	<i>in vitro</i>	Antifúngica	Lowe et al. (2017)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antifúngica	Hernández et al. (2003)
	óleo essencial	<i>in vitro</i>	Antifúngica	Sarathambal; Rajagopal; Viswanathan (2021), Kamble; Patil (2008)
	extrato em acetato de etila	<i>in vivo</i>	Antiviral	Gizawy et al. (2021)
	extrato aquoso	<i>in vivo</i>	Anti-inflamatória	Gizawy et al. (2021)

Fonte: Produzido pela autora.

As atividades biológicas da *Pimenta dioica* apresentadas na Tabela 10 podem estar relacionadas com diversas aplicações industriais, tais como: produção de alimentos funcionais contendo os bioativos da *Pimenta dioica* para atuarem em mecanismos biológicos específicos; e aplicações farmacológicas que permitem a produção de medicamentos, produtos terapêuticos e cosméticos. Na seção 5.3, utilizando-se das informações apresentadas na Tabela 10 e demais tabelas da própria seção, serão apresentadas estas aplicações mencionadas.

### 5.2.6 Toxicidade da *Pimenta dioica*

Estudos sobre a toxicidade da *Pimenta dioica* estão sendo conduzidos por diversos grupos de pesquisa e mostram-se promissores. A toxicidade oral aguda da *Pimenta dioica* foi avaliada por Benítez; Tillán; Cabrera, (1998) e Parra et al. (2001) através de testes com ratos, onde foram aplicadas três doses de extratos fluídos da pimenta em concentrações diferentes. A dose letal média (DL<sub>50</sub>) obtida para ambos os estudos foi de 2,56 g/kg permitindo então, a classificação do extrato da *Pimenta dioica* como não tóxico. Estes valores, inclusive, foram equivalentes aos valores obtidos através do bioensaio com *Artemia salina* Leach, sugerindo

que os testes *in vitro* podem ser uma alternativa eficaz, mais simples, de menor custo e sem a utilização de animais.

Everton et al. (2020) também realizaram o ensaio de toxicidade com *Artemia salina* Leach, porém, utilizou-se o OE das folhas da *Pimenta dioica*, obtendo uma concentração letal de 141,3 mg/L. Neste caso, a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) indica o ponto em que o número de animais vivos é igual ao número de animais mortos e segundo o critério de Dolabela, o valor obtido na pesquisa, assume a classificação de OE moderadamente tóxico. Com este resultado, suas aplicações biológicas são seguras e aceitáveis.

Outra forma de avaliar a toxicidade do OE da *Pimenta dioica* foi demonstrada por Narayanankutty et al. (2021), no qual, peixes guppy (*Poecilia reticulata*) foram expostos a diferentes doses de OE por 48 horas e continuamente observados por este período. Por fim, não foi observado qualquer tipo de mudança comportamental nos peixes. Assim, os resultados confirmaram que o OE é seguro em termos de toxicidade do organismo não-alvo. Este mesmo estudo também avaliou a fitotoxicidade em grãos tratados com doses de OE da *Pimenta dioica*, simulando a utilização desta planta como um pesticida. Os resultados apontaram que não houve variação significativa no poder de germinação das sementes, confirmando a segurança ecológica do OE analisado.

Diante das pesquisas apresentadas, observa-se baixa toxicidade nos ensaios experimentais *in vivo* e *in vitro* para *Pimenta dioica*, o que justifica a continuidade das pesquisas para esta espécie.

### 5.3 APLICAÇÕES DA PIMENTA DIOICA

A *Pimenta dioica* é um alimento muito comum na culinária caribenha, particularmente na Jamaica, mas também chegou ao Oriente Médio e áreas da América do Sul e do Norte. Devido ao seu sabor distinto, esta especiaria é utilizada na gastronomia como ingrediente para o preparo de pratos salgados, tais como sopas, molhos, carnes, condimentos e até mesmo em pratos doces, pudins, geleias, compotas e sobremesas. Na ilha de Cuba, é utilizada como ingrediente em uma bebida denominada “Pru”, considerada refrescante e com propriedades medicinais (REMA; KRISHNAMOORTHY, 2012). Os Maias utilizavam a *Pimenta dioica* como conservante em diversos alimentos e assim como outros povos sul-

americanos, a utilizavam no preparo de bebidas de cacau (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

Na medicina natural, populações da América Central e do Caribe utilizam as folhas para o tratamento da hipertensão arterial, diabetes, obesidade, transtornos digestivos, dismenorréia e dores abdominais (SUAREZ; ULATEL; CICCIO, 1997). Utilizada também, como antisséptico, anti-inflamatório, carminativo e estimulante. Já o extrato e óleo essencial das folhas enriquece a formulação de perfumes e cosméticos (RAO; NAVINCHANDRA; JAYAVEERA, 2012).

Quando nos referimos às aplicações industriais, o setor alimentício representa 65 % a 70 % das indústrias que utilizam a *Pimenta dioica* como matéria-prima, seguido do setor farmacêutico e perfumaria. Os três principais produtos desta pimenta são os frutos inteiros ou moídos, óleos essenciais dos frutos e óleos das folhas. Estes produtos são importantes e geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) pela Food and Drug Administration (FDA), dos Estados Unidos (PREMACHANDRAN; MURTH, 2022).

O fruto seco e maduro da *Pimenta dioica* apresenta aplicações na indústria alimentícia como aromatizante em biscoitos, condimentos e conservante em produtos cárneos, salsichas e conservas. A forma moída em pó é aplicada, principalmente, para aromatizar sopas, molhos, carnes cozidas, peixes, salgados assados, bolos de frutas, produtos de confeitaria, saladas e legumes. Na indústria farmacêutica, entretanto, seguem-se as pesquisas científicas para elucidar sistematicamente os componentes ativos e suas propriedades farmacológicas, para que seja aplicada em produtos. Na perfumaria já é utilizada para produção de perfumes, velas, cosméticos, sabonetes e loções (PREMACHANDRAN; MURTH, 2022).

A seguir, serão apresentadas algumas aplicações recentes de pesquisa e desenvolvimento dos produtos contendo a *Pimenta dioica* e uma breve perspectiva inovativa destas aplicações.

### **5.3.1 Aplicações em alimentos**

O consumo consciente de alimentos que satisfaçam cada vez mais requisitos de saudabilidade, nutrição, funcionalidade e segurança é crescente entre os consumidores. Em vista disso, muitos estudos sobre o uso de aditivos e ingredientes naturais na indústria de

alimentos estão sendo apresentados. Inclusive, o uso da *Pimenta dioica* contribui para que muitos destes estudos tenham resultados promissores, como apresentado na Tabela 11.

Dentre esses estudos, uma aplicação da *Pimenta dioica* foi conduzida por Dima et al. (2014), os quais realizaram o microencapsulamento do OE dos frutos da pimenta em microesferas de quitosana/k-carragenina e o estudo da liberação controlada do OE. A técnica mostrou-se promissora para conservação das propriedades bioativas e funcionais do OE da *Pimenta dioica*. Além disso, os autores sugerem a aplicação do método na indústria alimentícia com o intuito de aumentar a funcionalidade de aditivos em produtos cárneos.

Na indústria de alimentos, a micro e a nanoencapsulação têm sido utilizadas em matrizes alimentares com o intuito de transportar de forma eficaz e proteger agentes voláteis, como os OEs. O encapsulamento pode ser realizado em bases vegetais constituídas de celulose, pectina, amido e goma guar. Estruturas como estas, podem ser uma ótima alternativa para manter as propriedades bioativas dos componentes dos OEs (PRAKASH et al., 2020).

Neste contexto, Chaudhari et al. (2022) aumentou a estabilidade e a bioeficácia de liberação do OE da *Pimenta dioica* através do encapsulamento em nanoemulsão de quitosana (produzida através da técnica de gelificação iônica), na qual apresentou atividade antifúngica e anti-aflatoxinogênica mais efetiva contra *Aspergillus flavus* em doses mais baixas (1,6 µL/mL e 1,0 µL/mL) do que o OE puro (2,5 µL/mL e 1,5 µL/mL). Além disso, observou-se a inibição da peroxidação de lipídeos e inatividade da aflatoxina B1 em alimentos à base de milho, sem alteração nas propriedades sensoriais durante o armazenamento pós-colheita. Com isso, os autores sugeriram a sua utilização com intuito de manter a segurança e extensão da vida de prateleira dos produtos alimentícios.

Gomes (2015), por sua vez, aplicou o extrato das folhas da *Pimenta dioica* em carne de frango mecanicamente separada (CMS) e concluiu que o extrato da pimenta apresentou um alto potencial antioxidante no armazenamento do produto cárneo, aumentando assim a sua vida de prateleira.

Outra aplicação inovadora da *Pimenta dioica* foi apresentada por Flores-Martínez et al. (2017) em seu desenvolvimento de biofilmes ativos comestíveis à base de gelatina, glicerol e *Aloe vera* incorporados com OE de *Pimenta dioica* em diferentes concentrações (0 %; 0,5 %; 1,0 % e 1,5 % (m/m)). Os resultados mostraram que a adição do OE ao filme resulta na variação de propriedades físicas, de barreira, mecânicas e micro-estruturais. Com o aumento da concentração de óleo houve uma redução significativa da resistência do filme à tração, tornando o material mais flexível e também, aumentando a sua rugosidade. Além disso,

observou-se que aumentando a concentração de OE, há um aumento na permeabilidade ao vapor de água que favorece o material para uso em aplicações de revestimento de alimentos contendo alta umidade, como por exemplo, em produtos cárneos.

As possibilidades de aplicação da *Pimenta dioica* são inúmeras e se estendem à alimentação de animais aquáticos: a suplementação alimentar de peixes tilápias (*Oreochromis mossambicus*) com diferentes concentrações de frutos secos triturados apresentou efetiva ação antibacteriana e atividade estimulante do sistema imunológico dos peixes analisados, ampliando assim sua inserção no mercado de alimentos naturais para aquicultura (YILMAZ; ERGUN, 2014; GULLU et al., 2016).

Tabela 11 - Aplicações da *Pimenta dioica* em alimentos.

(continua)

<b>Parte da planta</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Referência</b>
<b>Frutos</b>	• Suplemento alimentar para prevenção de doenças bacterianas em peixes	Yilmaz; Ergun (2014)
	• Suplemento alimentar para estímulo do sistema imunológico em peixes	Gullu et al. (2016)
	• Conservante natural e ingrediente funcional	Loizzo et al. (2016)
	• Conservante natural e aromatizante em doces, sucos e licores	Rao; Navinchandra; Jayaveera (2012)
	• Tempero curry, molho para carnes (aves), aromatizante em sorvetes e tortas de frutas	Parthasarathy et al. (2008)
<b>Folhas</b>	• Aditivo natural antioxidante para produtos cárneos; aumento de vida prateleira	Gomes (2015)
<b>Óleo essencial</b>	• Aditivo natural micro-encapsulado para produtos cárneos	Dima et al. (2014)
	• Filmes gelatinosos comestíveis	Flores-Martínez et al. (2017)
	• Aditivo natural (conservante) contra aflatoxinas e peroxidase lipídica; aumento de vida de prateleira	Chaudhari et al. (2022)
	• Aromatizante em produtos cárneos e de confeitaria	Jirovetz et al. (2007)
	• Conservante, antioxidante, antifúngico e prolongador da vida de prateleira	Sarathambal et al. (2021)
<b>Todas as partes</b>	• Conservante para produtos cárneos	Rema e Krishnamoorthy (2012)



Tabela 11 - Aplicações da *Pimenta dioica* em alimentos.

(conclusão)

<b>Parte da planta</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Referência</b>
<b>Todas as partes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aromatizante para carnes cozidas, pratos salgados assados, conservas e molhos</li> </ul>	Rao; Navinchandra; Jayaveera (2012)

Fonte: Produzido pela autora.

### 5.3.2 Aplicações farmacológicas

Aspectos farmacológicos das matérias-primas utilizadas em produtos destinados à indústria farmacêutica compreendem intensivos estudos sobre as propriedades e efeitos das substâncias químicas diante das funções dos sistemas biológicos (RANG et al., 2007). Plantas com características medicinais, assim como todos os medicamentos, devem passar por um extenso processo de validação, que compreende a comprovação da sua atividade farmacológica, eficácia na aplicação, avaliação da segurança e possível toxicidade em humanos (LAPA et al., 2008).

Assim, diante da importância dos estudos voltados para validação das propriedades da *Pimenta dioica*, diversas pesquisas sobre a sua atuação em sistemas biológicos encontram-se sumarizadas na Tabela 10. Pode-se observar então, que as atividades biológicas estão diretamente relacionadas com as possíveis aplicações farmacológicas para produção de fármacos direcionados às patologias apontadas nos estudos realizados.

Além dos estudos apontados anteriormente, outras aplicações da *Pimenta dioica* direcionadas para farmacologia também foram reportadas e podem ser consultadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Aplicações farmacológicas da *Pimenta dioica*.

(continua)

<b>Parte da planta</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Referência</b>
<b>Frutos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contra reumatismo e nevralgia</li> <li>• Anti úlcera; antipirética; analgésica</li> </ul>	Parthasarathy e Kandiannan (2008) Rehaily et al (2002)
<b>Folhas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamento de náuseas, febre, dor de dente</li> <li>• Ação antiofídica</li> </ul>	Parthasarathy e Kandiannan (2008) Saravia-Otten et al. (2022)

Tabela 12 - Aplicações farmacológicas da *Pimenta dioica*.

(conclusão)

Parte da planta	Aplicação	Referência
<b>Óleo essencial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analgésico</li> <li>• Efeito acaricida contra carrapato</li> <li>• Tratamento de indigestão flatulência, náuseas, câimbras</li> </ul>	Parthasarathy e Kandiannan (2008), Oliveira et.al (2008) Velazquez et al. (2010) Zhang e Lokeshwar (2012), Oliveira et.al (2008)
<b>Todas as partes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contra resfriados, dispepsia e cólicas menstruais</li> <li>• Aplicação em contusões, articulações doloridas e mialgia</li> <li>• Atividade hipotensiva</li> <li>• Aromaterapia</li> </ul>	Zhang e Lokeshwar (2012) Onwasigwe et al. (2017) Suarez; Ulatel.; Ciccio (2000) Zhang e Lokeshwar (2012)

Fonte: Produzido pela autora.

É importante ressaltar que muitas aplicações da *Pimenta dioica* compreendem hábitos e tradições antigas de usos comuns das populações que sempre tiveram acesso próximo a esta planta. Alguns usos compreendem o preparo de tônicos e depurativos para problemas digestivos e náuseas a também contra dores musculares, reumatismo e nevralgia. Além disso, a fruta em pó é considerada carminativa e vem sendo utilizada contra dispepsia e diarreia. O óleo essencial dos frutos é utilizado na perfumaria, sabonetes, cosméticos e preparações farmacêuticas (VA; KANDIANNAN; RETHINAM, 2008).

Em resumo, a *Pimenta dioica* apresenta potencial uso em produtos analgésicos, antirreumáticos, antibacterianos, antioxidantes, antissépticos, acaricidas, carminativos, relaxantes musculares, rubefacientes, estimulantes e tônicos. Também pode ser funcional para o sistema digestivo, contra câibras, flatulência, indigestão e náuseas (OLIVEIRA et.al, 2009).

Além disso, tornou-se recentemente um ponto focal de pesquisas que buscam novos pesticidas ambientalmente seguros. Muitos trabalhos estão comprovando o seu alto potencial inseticida, larvicida, nematicida e forte atuação como repelente natural (TENNE; KARUNARATNE, 2018), (SEO et al., 2009), (PARK et al., 2007), (FARIA et al., 2021). Narayanankutty et al. (2021) demonstraram que o OE da *Pimenta dioica* inibe a sobrevivência de larvas de vetores como *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Armigeres ubalbatu*. Demonstraram também, que o OE, devido ao seu alto teor de eugenol, exerce efeitos repelentes e alta toxicidade de contato contra as pragas de cereais: *Sitophilus oryzae*, *Callosobruchus maculatus* e *Tribolium castaneum*.

## 6 CONCLUSÃO

Através da análise bibliométrica e revisão da literatura científica foi possível identificar as principais publicações sobre a *Pimenta dioica*, bem como, avaliar a influência dos autores, instituições envolvidas e mapear as principais redes colaborativas da área. Além disso, foi possível identificar as principais propriedades fitoquímicas, nutricionais e benefícios à saúde associados ao consumo da *Pimenta dioica*.

Neste contexto de grande pesquisa, estudos científicos apontam que a presença de compostos bioativos e metabólitos secundários, principalmente nas folhas e frutos da *Pimenta dioica*, contribuem para sua ampla aplicação e grande destaque. Muitas destas aplicações, inclusive, encontram-se na indústria de alimentos, onde esta especiaria pode ser utilizada como conservante natural, agente aromatizante, melhorador de cor, sabor e textura. Portanto, devido a união das atribuições bioativas e de aplicação, esta pimenta pode atuar como um ingrediente natural e funcional em alimentos e suplementos alimentares.

Suas propriedades bioativas também justificam aplicações em outras indústrias, como farmacêutica, cosmética e de perfumes. É uma pimenta muito promissora e demonstra atuação na prevenção e combate ao desenvolvimento de muitas doenças. Apresenta potencial anti-inflamatório, antioxidante, antibacteriano, antifúngico, antiproliferativo, hipoglicemiante, hipotensivo, antiofídico, larvicida e inseticida.

No entanto, para preservar sua aplicação e potencializar ainda mais seus efeitos, é necessário desenvolver mecanismos tecnológicos que possam manter suas propriedades naturais e seus atributos de qualidade. É fundamental que haja um maior investimento em tecnologias emergentes para a extração e purificação dos compostos bioativos das diferentes partes da *Pimenta dioica*, que possibilitem a sua proteção contra degradação externa e eficácia em diferentes produtos. Nesse contexto, técnicas como micro e nano-encapsulamento estão sendo investigadas e podem contribuir para aumentar o potencial de sua aplicação em diferentes indústrias.

Ainda com relação aos processos de extração do óleo essencial da *Pimenta dioica* e seus compostos bioativos, ressalta-se que este é um segmento que necessita de maiores investigações. Através do mapeamento de novas técnicas extrativas, pode-se buscar um maior rendimento de extração e aumento da viabilidade econômica da sua aplicação.

Além disso, estudos são necessários para identificar de forma mais detalhada os mecanismos de ação dos compostos responsáveis pelas atividades biológicas, avaliando

assim, a biodisponibilidade e bioeficácia destes compostos *in vivo*. É importante, também, que sejam conduzidos mais ensaios *in vitro*, testes de digestão simulada e testes clínicos com os diferentes extratos e óleos da *Pimenta dioica* para posteriormente atestar as propriedades funcionais aplicadas em produtos alimentícios e farmacológicos.

Outros pontos que carecem de maiores investigações estão relacionados à segurança de consumo, toxicidade e custo de processamento em larga escala. Estes estudos, por sua vez, possuem potencial para serem conduzidos no Brasil, visto que o país apresenta condições climáticas favoráveis para o cultivo da *Pimenta dioica* e esta, apresenta uma grande perspectiva produtiva e econômica. Possíveis parcerias entre universidades, setor industrial e instituições regulatórias, podem contribuir para o crescimento desta produção, estimulando a bioeconomia através do sistema agrofamiliar e diminuindo custos produtivos. Com isso, traz-se a possibilidade de gerar valor na cadeia de produção e fomentar o desenvolvimento de novos produtos naturais sustentáveis que valorizam a *Pimenta dioica*.

Por fim, o presente estudo contribui para reunir e destacar informações importantes sobre o conhecimento científico gerado acerca da *Pimenta dioica*, ressaltando suas principais características biológicas, nutricionais, funcionais e incríveis possibilidades de desenvolvimento tecnológico inovador.

## 7 REFERÊNCIAS

AL-REHAILY, A. J. et al. Ethnopharmacological studies on allspice (*Pimenta dioica*) in laboratory animals. **Pharmaceutical Biology**, v. 40, n. 3, p. 200-205, 2002.

ACHIMÓN, A. et al. Chemical composition and antifungal properties of commercial essential oils against the maize phytopathogenic fungus *Fusarium verticillioides*. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 53, p. 292-303, 2021.

ALRASHIDI, A. A. et al. Chemical composition, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Pimenta dioica* L. essential oil and its major compound (eugenol) against foodborne pathogenic bacteria. **Plants (Basel)**, v. 11, n. 4, 2022.

ALVES, A. N. et al. Antepasto de pimenta biquinho. **Boletim Técnico I. F. T. M.**, Uberaba MG, ano 2, n. 2, p. 06-09, 2016.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução normativa - IN N° 75, de 8 de outubro de 2020 - complementar à Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 429, de 8 de outubro de 2020. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/legis](http://www.anvisa.gov.br/legis)>. Acessado em: 25 out. 2021.

BARA, M. T. F.; VANETTI, M. C. D. Estudo da atividade antibacteriana de plantas medicinais, aromáticas e corantes naturais. **Revista Brasileira De Farmacognosia**, p. 22-34, 1998.

BENÍTEZ, A.; TILLÁN, J.; CABRERA, Y. Actividad analgésica y antipirética de un extracto fluido de *Pimenta dioica* L. y evaluación de su toxicidad aguda oral. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 32, n. 3, p. 198-203, 1998.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde. Diabetes, 2009. Disponível em: <<https://bvsmis.saude.gov.br/diabetes/>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

BREWER, M. S. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Application (2011). **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, p. 221-247, 2011.

BROADHURST, C. L.; POLANSKY, M. M.; RICHARD, A. A. Insulin-like biological activity of culinary and medicinal plant aqueous extracts in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 849-852, 2000.

CASTRO, O. et al. Neutralización del efecto hemorrágico inducido por veneno de *Bothrops asper* (Serpentes: Viperidae) por extractos de plantas tropicales. **Revista de Biología Tropical**, v. 47, n. 3, p. 605-616, 1999.

CHAUDHARI, A. K. et al. Chemically characterised *Pimenta dioica* (L.) Merr. essential oil as a novel plant based antimicrobial against fungal and aflatoxin B1 contamination of stored maize and its possible mode of action. **Natural Product Research**, v. 34, n. 5, p. 745-749, 2020.

CHAUDHARI, A. K. et al. Fabrication, characterization, and bioactivity assessment of chitosan nanoemulsion containing allspice essential oil to mitigate *Aspergillus flavus*

contamination and aflatoxin B1 production in maize. **Food Chemistry**, v. 372, n. 131221, p. 1-11, 2022.

CRUZ-OLIVARES, J. et al. Modeling of lead (II) biosorption by residue of allspice in a fixed-bed column. **Chemical Engineering Journal**, v. 228, p. 21–27, 2013.

DIMA, C. et al. Microencapsulation of essential oil of pimento [Pimenta dioica (L) Merr.] by chitosan/k-carrageenan complex coacervation method. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 22, p. 203-211, 2014.

D'MELLO, J. P. F. et al. Pesticide use and mycotoxin production in Fusarium and Aspergillus phytopathogens. **European Journal of Plant Pathology**, v. 104, p. 741–751, 1998.

EVERTON, G. O. et al. Caracterização química, atividade antimicrobiana e toxicidade dos óleos essenciais da Pimenta dioica L. (pimenta da Jamaica) e Citrus sinensis L. Osbeck (laranja doce). *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, v. 49, n. 3, p. 641-655, 2020.

FARIA, J. M. S. et al. Phytochemicals as biopesticides against the pinewood nematode bursaphelenchus xylophilus: a review on essential oils and their volatiles. **Plants**, v. 10, n. 2614, p. 1-21, 2021.

FLORES-MARTÍNEZ, N. L. et al. Physical, Barrier, Mechanical And Microstructural Properties of Aloe Vera-Gelatin-Glycerol Edible Films Incorporated With Pimenta Dioica L. Merrill Essential Oil. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 16, n. 1, p. 109-119, 2017.

GALANAKIS, C. M. The Food Systems in the Era of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic Crisis. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 523, 22 abr. 2020.

GIZAWY, H. A. et al. Pimenta dioica (L.) Merr. Bioactive Constituents Exert Anti-SARS-CoV-2 and Anti-Inflammatory Activities: Molecular Docking and Dynamics, In Vitro, and In Vivo Studies. **Molecules**, v. 26, n. 5844, p. 1-22, 2021.

GOMES, L. M. C. **Utilização de extrato de pimenta-da-jamaica (Pimenta dioica L.) como antioxidante em carne mecanicamente separada (CMS) de frango**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, MG. 2015.

GOBBO-NETO, L.; LOPES N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GULLU, K. Beneficial effects of oral Allspice, Pimenta dioica powder supplementation on the hemato-immunological and serum biochemical responses of Oreochromis mossambicus. **Aquaculture Research**, v. 47, p. 2697–2704, 2016.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals in biology and medicine. Oxford: Oxford University Press, 4 ed., 888 p, 2007.

HERNÁNDEZ, L. et al. Actividad antidermatofítica in vitro de aceites esenciales. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 8, n. 2, 2003.

ISMAIL, M. M. et al. Pimenta oil as a potential treatment for acinetobacter baumannii wound infection: in vitro and in vivo bioassays in relation to its chemical composition. **Antibiotics**, v. 9, n. 679, p. 1-16, 2020.

JIROVETZ, L. et al. Spice plants: chemical composition and antioxidant properties of Pimenta Lindl. essential oils, part 1: pimenta dioica (L.) Merr. leaf oil from Jamaica. **Nutrition**, v. 31, 2007.

KALANTARI, F.; BARZEGAR, M.; HAMIDI-ESFAHANI, Z. Control of Aspergillus flavus Growth in Tomato Paste by Cinnamomum zeylanicum and Origanum vulgare L. **Essential Oils**, v. 66, p. 64–68, 2012.

KAMBLE, A. V.; PATIL, S. D. Spice-Derived Essential Oils: Effective Antifungal and Possible Therapeutic Agents. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 14, p. 129-143, 2008.

KEARNEY, J. Food consumption trends and drivers. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2793–2807, 2010.

KIKUZAKI, H. et al. Antioxidative phenylpropanoids from berries of Pimenta dioica. **Phytochemistry**, v. 52, n. 7, p. 1307–1312, 1999.

KIKUZAKI, H. et al. Galloylglucosides from berries of Pimenta dioica. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 6, p. 749–752, 2000.

KIKUZAKI, H.; MIYAJIMA, Y.; NAKATANI, N. Phenolic glycosides from berries of Pimenta dioica. **Journal of Natural Products**, v. 71, n. 5, p. 861–865, 2008.

LAPA, A. J. et al. **Plantas medicinais: métodos de avaliação da atividade farmacológica**. Campinas: UNIFESP/EPM, 144 p., 2008.

LOIZZO, M. R. et al. Phytochemicals content, antioxidant and hypoglycaemic activities of commercial nutmeg mace (*Myristica fragrans* L.) and pimento. (*Pimenta dioica* (L.) Merr.). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2057–2063, 2016.

LORENZO-LEAL, A. C. et al. Antimicrobial, Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Activities of Pimenta dioica and Rosmarinus officinalis Essential Oils. **BioMed Research International**, v. 2019, p. 1-9, 2019.

LOWE, H. I. C. et al. The antibacterial and antifungal analysis of crude extracts from leaves and bark of Pimenta species found in Jamaica. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 11, p. 591-595, 2017.

LUMBREAS, C.; LIZASOAIN, M.; AGUADO, J. M. Systemic antifungal agents. **Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica**, v. 21, n. 7, p. 366-379, 2003.

MARIOD, A. A. Chapter 13 - Effect of Essential Oils on Organoleptic (Smell, Taste, and Texture) Properties of Food. **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**, Academic Press, p. 131-137, 2016.

MARONGIU, B. et al. Comparative analysis of supercritical CO<sub>2</sub> extract and oil of Pimenta dioica leaves. **Journal of Essential Oil Research**, v. 17, p. 530-532, 2005.

- MARTINELLI, L. et al. Antimicrobial activity and chemical constituents of essential oils and oleoresins extracted from eight pepper species. **Ciência Rural**, v. 47, p. 1-7, 2017.
- MARTINS, N.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. In vivo antioxidant activity of phenolic compounds: Facts and gaps. **Trends in Food Science & Technology**, v. 48, p. 1-48, 2015.
- MARZOUK, M. S. A. et al. Anticancer and antioxidant tannins from *Pimenta dioica* leaves. **Journal of Biosciences**, v. 62, n. 7–8, p. 526–536, 2007.
- MÉRIDA-REYES, M. S. et al. Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil from *Pimenta dioica* (L.) Merr. from Guatemala. **Medicines**, v. 7, n. 59, p. 1-7, 2020.
- MERRILL, E. D. **The technical name of allspice**. Gray Herb, 1947.
- MIYAJIMA, Y. et al. Antioxidative polyphenols from berries of *Pimenta dioica*. **BioFactors**, v. 22, n. 1–4, p. 301–303, 2004.
- MURALI V. S. et al. Phytochemical screening, FTIR spectral analysis, antioxidant and antibacterial activity of leaf extract of *Pimenta dioica* Linn. **Materials Today: Proceedings**, v. 45, p. 2166-2170, 2021.
- NAYAK, Y.; ABHILASH, D. Protection of cyclophosphamide induced myelosuppression by alcoholic extract of *Pimenta dioica* leaves in mice. **Pharmacologyonline**, v. 3, p. 719–723, 2008.
- NARAYANANKUTTY, A. et al. Chemical composition, insecticidal and mosquito larvicidal activities of allspice (*Pimenta dioica*) essential oil. **Molecules**, v. 26, n. 6698, p. 1-26, 2021.
- NITTA, Y.; KIKUZAKI, H.; UENO, H. Inhibitory activity of *Pimenta dioica* extracts and constituents on recombinant human histidina descarboxilase. **Food Chemistry**, v. 113, p. 445-449, 2009.
- NITTA, Y.; KIKUZAKI, H.; UENO, H. Inhibitory activity of *Pimenta dioica* extracts and constituents on recombinant human histidine decarboxylase. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 445–449, 2009.
- OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, F. F.; SACRAMENTO C. K. Óleos essenciais: perspectivas para o agronegócio de especiarias na Bahia. **Bahia Agríc.** v.8, n. 1, nov. 2007. Disponível em <[http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/4\\_socioeconomia03v8n1.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/4_socioeconomia03v8n1.pdf)>. Acesso em 14 out. 2021.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 19, n. 3, p. 771–775, 2009.
- OUSSALAH, M. et al. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. **Meat Science**, v. 73, p. 236-244, 2006.
- OUSSALAH, M. et al. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 18, p. 414-420, 2007.



ONWASIGWE, M. et al. In vitro analysis of the antioxidant effect of Pimenta. **Food Science and Nutrition**, v. 8, n. 7, p. 778–792, 2017.

PAULA, J. A. M. et al. Gênero Pimenta: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.3, p.363-379, 2010.

PADMAKUMARI, K. P.; SASIDHARAN, I.; SREEKUMAR, M. M. Composition and antioxidant activity of essential oil of pimento (*Pimenta dioica* (L) Merr.) from Jamaica. **Natural Product Research**, v. 25, p. 152-160, 2011.

PARK, I. et al. Nematicidal activity of plant essential oils and components from ajowan (*trachyspermumammi*), allspice (*pimenta dioica*) and litsea (*litseacubeba*) essential oils against pine wood nematode (*bursaphelenchusxylophilus*). **Journal of Nematology**, v. 39, p. 275-279, 2007.

PARRA, A. L. et al. Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. **Phytomedicine**, v. 8, n. 5, p. 395-400, 2001.

PELVINE, R. A. Os números estatísticos da safra de pimenta. **Revista Campos & Negócios**. 2019. Disponível em: < <https://www.revistacampoenegocios.com.br/osnumeros-estatisticos-da-safra-de-pimenta/>> Acesso em: 07 jan. 2022.

PÉREZ-ALONSO, C. et al. Moisture diffusion in allspice (*Pimenta dioica* L. Merrill) fruits during fluidized bed drying. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 35, n. 3, p. 308–312, 2011.

PLUYE, P.; HONG, Q. N. Combining the power of stories and the power of numbers: Mixed methods research and mixed studies reviews. **Annual Review of Public Health**, v. 35, p. 29–45, 2014.

PRAKASH, B. et al. Antimicrobial and antioxidant properties of phytochemicals: current status and future perspective. **Functional and Preservative Properties of Phytochemicals**. Elsevier Inc., Academic Press, p. 1-45, 2020.

PREMACHANDRAN, M. S.; MURTH, P. S. Ethnobotanical, phytochemical, pharmacological properties and applications of *Pimenta dioica* L. **Journal of Essential Oil Research**, p. 1-17, 2022.

PROSEA. Plant Resources of South-East Asia. Plant Use English, 2019. Disponível em: <[https://uses.plantnet-project.org/e/index.php?title=Pimenta\\_dioica\\_\(PROSEA\)&mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](https://uses.plantnet-project.org/e/index.php?title=Pimenta_dioica_(PROSEA)&mobileaction=toggle_view_desktop)>. Acesso em: 28 dez. 2021.

RANG, H. P. et al. **Farmacologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RAO, P. S.; NAVINCHANDRA, S.; JAYAVEERA, K. An important spice, *Pimenta dioica* (Linn.) Merrill: A Review. **International Current Pharmaceutical Journal**, v. 1, n. 8, p. 221–225, 2012.

REMA, J.; KRISHNAMOORTHY, B. **Handbook of herbs and spices**. 2. ed. Oxford, Cambridge, Philadelphia, New Delhi: Woodhead, 2012.

RODRÍGUEZ-ROJAS, A. et al. What is the new about food packaging material? A bibliometric review during 1996–2016. **Trends in Food Science and Technology**, v. 85, p. 252–261, 2019.

ROMERO, C. D. et al. Antibacterial properties of common herbal remedies of the southwest. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, p. 253–257, 2005.

SARATHAMBAL, C.; RAJAGOPAL, S.; VISWANATHAN, R. Mechanism of antioxidant and antifungal properties of *Pimenta dioica*(L.) leaf essential oil on *Aspergillus flavus*. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 7, p. 2497–2506, 2021.

SARAVIA-OTTEN, P. et al. Inhibition of enzymatic activities of *Bothrops asper* snake venom and docking analysis of compounds from plants used in Central America to treat snakebite envenoming. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 283, n. 114710, 2022.

SEO, S. M. et al. Fumigant antitermitic activity of plant essential oils and components from Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Allspice (*Pimenta dioica*), Caraway (*Carum carvi*), Dill (*Anethum graveolens*), Geranium (*Pelargonium graveolens*), and Litsea (*Litsea cubeba*) Oils against Japanese Termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 6596–6602, 2009.

SHAMALADEVI, D. A. et al. Ericifolin: a novel antitumor compound from *Pimenta* that silences androgen receptor in prostate cancer. **Carcinogenesis**, v. 34, n. 8, p. 1822–1832, 2013.

STANCIU, M. Evolution of Food Consumption Patterns At Global Level Over the Last Five Decades. **Journal of Community Positive Practices**, v. 20, n. 4, p. 41–55, 2020.

SUAREZ, A.; ULATEL, G.; CICCIO, J. F. Cardiovascular effects of ethanolic and aqueous extracts of *Pimenta dioica* in Sprague-Dawley rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 55, n. 2, p. 107–111, 1997.

SUAREZ, A.; ULATEL, G.; CICCIO, J. F. Hypotensive action of an aqueous extract of *Pimenta dioica* (Myrtaceae) in rats. **Revista de Biologia Tropical**, v. 48, n. 1, p. 53-58, 2000.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos. 4 ed. Campinas: NEPAUNICAMP, 2011. 161p.

TENNE, P. C. R. K; KARUNARATNE, M. M. S. C. Phytochemical profile and bioactivity of essential oil from *Pimenta dioica* leaves on cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae): A farmer friendly solution for postharvest pest management. **Open Agriculture**. v. 3, p. 301–309, 2018.

THIRUMDAS, R. et al. Role of food nutrients and supplementation in fighting against viral infections and boosting immunity: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 110, p. 66–77, 2021.

TUCKER, A. O.; MACIARELLO, M. J.; LANDRUM, L.R. Volatile leaf oils of Caribbean Myrtaceae. II. *Pimenta dioica* (L.) Merr. of Jamaica. **Journal of Essential Oil Research**, v. 3, p. 195-196, 1991.

USDA. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. PLANTS, *Pimenta dioica* (L.) Merr. Disponível em: <<https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=PIDI2>>. Acesso em: 03 jan.

USDA. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. FoodData Central. Spices, allspice, ground - 2019. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171315/nutrients>>. Acesso em: 07 out. 2021.

VA, P.; KANDIANNAN, K.; RETHINAM P. **HORTICULTURE (Vegetables, Tubers & Spice Crops) Spices and Condiments**. Indian Institute of Spices Research (ICAR), 2008.

VELAZQUEZ, G. A. et al. Acaricidal effect and chemical composition of essential oils extracted from *Cuminum cyminum*, *Pimenta dioica* and *Ocimum basilicum* against the cattle. **Parasitology Research**, v. 108, p. 481–487, 2011.

ZABKA, M.; PAVELA, R.; SLEZAKOVA, L. Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi. **Industrial Crops and Products**, v. 30, p. 250–253, 2009.

ZHANG L.; LOKESHWAR B. L. Medicinal properties of the Jamaican pepper plant *pimenta dioica* and allspice. **Current Drug Targets**, v. 13, n. 14, p. 1900–1906, 2012.

ZHANG, L. et al. Polyphenol-rich extract of *Pimenta dioica* berries (Allspice) kills breast cancer cells by autophagy and delays growth of triple negative breast cancer in athymic mice. **Oncotarget**, v. 6, n. 182015, p. 16379-16395, 2015.

ZHENG, W.; WANG, S. Antioxidant activity and phenolic composition in selected herbs. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, p. 5165–5170, 2001.

WHO Health Topics - Food Safety. Disponível em: <<https://www.who.int/health-topics/food-safety/>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

YOUSSEF, F. S. et al. *Pimenta dioica* and *Pimenta racemosa*: GC-based metabolomics for the assessment of seasonal and organ variation in their volatile components, in silico and in vitro cytotoxic activity estimation. **Food Function**, v. 12, p. 5247-5259, 2021.

YILMAZ, S.; ERGUN, S. Dietary supplementation with allspice *pimenta dioica* reduces the occurrence of streptococcal disease during first feeding of mozambique tilapia fry. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 26, p. 144–148, 2014.