



ANA CAROLINE RIBEIRO

**PROCESSOS DE EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E
APLICAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UM ESTUDO DE
REVISÃO**

**LAVRAS – MG
2022**

ANA CAROLINE RIBEIRO

**PROCESSOS DE EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Química, para a obtenção
do título de Bacharel

Prof. Dra. Isabele Cristina Bicalho
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

ANA CAROLINE RIBEIRO

**PROCESSOS DE EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Química, para a obtenção
do título de Bacharel

Prof. Dra. Isabele Cristina Bicalho
Orientadora

Prof. Dra. Iara Hernandez Rodrigues Ansoni
Universidade Federal de Lavras- MG

Prof. Dra. Suellen Mendonça Nascimento
Universidade Federal de Lavras- MG

**LAVRAS – MG
2022**

ANA CAROLINE RIBEIRO

**PROCESSOS DE EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Química, para a obtenção
do título de Bacharel

APROVADA em 19 de abril de 2022.

Prof. Dra. Isabele Cristina Bicalho UFLA
Prof. Dra. Iara Hernandez Rodrigues Ansoni UFLA
Prof. Dra. Suellen Mendonça Nascimento UFLA

Prof. Dra. Isabele Cristina Bicalho
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus que me deu oportunidades, força de vontade e coragem para superar todos os desafios.

Agradeço aos meus pais, Patrícia e Aloísio, que, com humildade e honestidade, fizeram-me melhor. Vocês nunca mediram esforços para a minha felicidade e realização pessoal, estiveram comigo em todos os momentos da minha vida, me incentivaram a cada projeto e não permitiram que eu desistisse. A vocês, todo o meu amor e a minha gratidão.

À minha professora orientadora, Isabele, que me auxiliou e esteve presente sempre que necessitei, contribuindo com o desenvolvimento do trabalho e ajudando-me a acreditar na minha ideia.

Aos meus colegas de trabalho Gabi, Giovanni e Rodrigo, vocês me inspiram como profissionais, obrigada por todos os ensinamentos e oportunidades.

Ao meu namorado João, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Agradeço por sempre estar comigo e me fazer acreditar até quando eu não tenho esperanças. Você me faz uma pessoa melhor a cada dia.

À minha amiga Luana, pela compreensão das ausências e pelo afastamento temporário. Agradeço por encontrar a melhor amiga durante essa caminhada e por você nunca soltar a minha mão. Você sempre estará no meu coração.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Engenharia e seus professores e técnicos, pela formação, conhecimento compartilhado e auxílio durante a graduação.

RESUMO

Os óleos essenciais (OE) são compostos líquidos, odoríferos e voláteis de origem vegetal, muito utilizados por apresentarem sabores, aromas, cores e possuírem efeitos medicinais, atividades antimicrobianas, antioxidantes, dentre outras. O mercado dos OE vem crescendo gradativamente, sendo que aproximadamente 300 desses óleos são muito utilizados nas indústrias de cosméticos, farmacêutica, perfumes, bebidas e repelentes. O Brasil encontra-se entre os maiores produtores de óleos essenciais do mundo, destacando-se na produção de óleos cítricos. Dentre os métodos mais utilizados para a obtenção dos OE estão a enfloração, a prensagem a frio, a extração com solventes orgânicos, fluidos supercríticos ou arraste a vapor, a hidrodestilação e a turbodestilação. Cada um destes métodos engloba várias operações unitárias, sendo o melhor método indicado de acordo com as seguintes características: quantidade de óleo presente na planta, a localização do óleo e o composto que se deseja obter. Este estudo teve como objetivo geral o levantamento e a análise de métodos de extração de óleos essenciais, além de apresentar as principais características e aplicações desses óleos. Para isso realizou-se um trabalho em formato de revisão bibliográfica, que consistiu no levantamento de artigos, teses e dissertações, disponíveis para consulta nas bases de dados indexados como o Portal de Periódicos Capes, biblioteca SciELO e do portal Google Acadêmico. Doze trabalhos foram selecionados para o aprofundamento das discussões sobre os óleos essenciais, viabilizando a comparação e a interpretação dos estudos analisados.

Palavras-chave: Óleos essenciais. Métodos de extração. Plantas aromáticas.

ABSTRACT

Essential oils (EO) are liquid, odorous and volatile compounds of plant origin, commonly used due to its flavors, aromas, colors and medicinal effects, antimicrobial activities, antioxidants, among others. The EO market has been growing gradually, 300 of these oils are widely used in the cosmetics, pharmaceutical, perfume, beverage and repellent industries. Brazil is among the largest producers of essential oils in the world, standing out in the production of citrus oils. Among the most used methods for obtaining EO are flowering, cold pressing, extraction with organic solvents, supercritical fluids or steam distillation, hydrodistillation and turbo distillation. Each of these methods encompasses several unit operations, the best method being indicated according to the following characteristics: amount of oil present in the plant, the location of the oil and the desired compound. This study had as general objective the survey and analysis of essential oil extraction methods, in addition to presenting the main characteristics and applications of these oils. For this, a survey of articles, theses and dissertations was carried out, in a bibliographic review format, available for consultation in the indexed databases, such as the Capes Periodicals Portal, the SciELO library and the Google Scholar portal. Twelve works were selected to deepen the discussions on essential oils, enabling the comparison and interpretation of the analyzed studies.

Keywords: Essential oils. Extraction methods. Aromatic plants.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Imagem demonstrativa do processo de extração por enfloração.....	22
Figura 2 – Diagrama esquemático de um processo de extração por prensagem a frio.....	23
Figura 3 – Imagem demonstrativa do processo de extração por prensagem a frio.....	23
Figura 4 – Imagem demonstrativa do sistema de extração por solventes orgânicos.....	24
Figura 5 – Diagrama de fases para o CO ₂	25
Figura 6 – Diagrama esquemático de um processo de extração supercrítico.....	26
Figura 7 – Imagem demonstrativa do sistema de extração por arraste a vapor.....	28
Figura 8 – Imagem demonstrativa do sistema de hidrodestilação.....	29
Figura 9 – Origem dos terpenóides e fenilpropanóides.....	34
Figura 10 – Exportação brasileira de óleos essenciais no período de 2016 a 2020.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais constituintes dos óleos essenciais de frutas cítricas.....	17
Tabela 2 – Os dezoitos principais óleos essenciais no mercado mundial.....	20
Tabela 3 – Plataformas de buscas e os resultados obtidos nas pesquisas a partir das palavras-chaves selecionadas.....	30
Tabela 4 – Trabalhos selecionados para a discussão da monografia.....	31
Tabela 5 – Resultados das buscas por um período específico de tempo.....	32
Tabela 6 – Comparação dos rendimentos de extração com fluidos supercríticos e hidrodestilação (massa de óleo essencial/ massa de planta).....	36
Tabela 7 – Comparação entre três métodos extrativos, arraste a vapor, hidrodestilação e turbodestilação.....	37

LISTA DE SIGLAS

ABROPAE	Associação Brasileira de Produtos e Óleos Essenciais
EUA	Estados Unidos da América
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.
OE	Óleos essenciais
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNPIC	Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
	2.1 Plantas medicinais e aromáticas	14
	2.2 Óleos essenciais	14
	2.3 Composição química dos óleos essenciais.....	15
	2.4 Aplicação dos óleos essenciais	17
	2.5 Aspectos econômicos dos óleos essenciais.....	19
	2.6 Métodos de extração de óleos essenciais.....	21
	2.6.1 Extração por enfloração	21
	2.6.2 Extração via prensagem a frio	22
	2.6.3 Extração por solventes orgânicos.....	23
	2.6.4 Extração por fluido supercrítico	24
	2.6.5 Extração por arraste a vapor	27
	2.6.6 Extração por hidrodestilação	28
	2.6.7 Extração por turbodestilação	29
3	METODOLOGIA	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5	CONCLUSÕES	38

1 INTRODUÇÃO

O uso de óleos essenciais (OE) pelo ser humano é milenar, motivado pelo desejo de encontrar, na natureza, recursos que forneçam saúde e propósito espiritual. Os aromas que vêm dos OE produzidos por plantas aromáticas são conhecidos como “Aromaterapia”, sendo esse termo utilizado pela primeira vez em 1928 pelo perfumista francês René Maurice Gattefossé. Em seus estudos iniciais com OE para aplicação em perfumes, Gattefossé teria sofrido um incidente de trabalho e começou a investigar as propriedades terapêuticas dos OE (CASTRO, 2021; GNATTA et al., 2016; NASCIMENTO; PRADE, 2020).

Na natureza, os OE desempenham um papel importante na proteção das plantas, por apresentar propriedades antimicrobianas e atrair alguns insetos para favorecer a dispersão de pólenes e sementes (BAKKALI et al., 2008; SILVA, 2021). Quimicamente, o OE é um óleo natural, volátil e complexo que possui um odor distinto e é segregado pelas glândulas de plantas aromáticas como metabólitos secundários. Sua estrutura química é formada por carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo obtido através de um processo físico, dando origem a uma complexa mistura de substâncias que apresentam várias estruturas diferentes como ácidos carboxílicos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, fenóis, hidrocarbonetos e vários outros (TRANCOSO, 2013; WOLFFENBUTEL, 2010).

Devido às suas características, os OE são produtos de alto valor agregado utilizados como insumo e matéria-prima em vários setores industriais (WOLFFENBUTEL, 2010). No setor farmacêutico, os OE têm propriedades antissépticas, carminativas, expectorantes, ansiolíticas e anticâncer. Nos alimentos, os OE possuem atividades antimicrobianas e antioxidantes, e uma das vantagens do seu uso é a diminuição de aditivos, levando aos consumidores produtos mais naturais e saudáveis (ROCHA; FERREIRA; GONÇALVES, 2022).

Existem diversos métodos para realizar a extração de óleos essenciais, e a escolha do método ideal depende de fatores como: a quantidade e localização do óleo e também o composto que se deseja obter. A eficiência e a estabilidade das substâncias a serem extraídas bem como o custo do processo também são fatores decisivos na seleção do método (SIMÕES et al., 2003). Os métodos mais utilizados na extração dos óleos são a prensagem e a extração com arraste a vapor ou através do uso de um solvente orgânico (CASTILHO; FELISBINO; RODRIGUES, 2021).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de OE e se destaca na produção de OE cítricos, subprodutos da indústria de sucos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; SILVA et al., 2018). Estima-se que o mercado de OE movimentará anualmente cerca de US\$ 15 bilhões, no

qual o Brasil lidera com os OE cítricos como o de laranja e lima destilada (BUENO et al., 2021). Mesmo o país sendo líder no ranking mundial na produção de óleos essenciais advindos dessas frutas, o processo produtivo deste produto é pouco explorado devido à falta de investimentos (SILVA et al., 2018).

É notável que os OE possuem diversas aplicações e tem um mercado promissor, o qual é apoiado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Sendo assim, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar através de uma revisão bibliográfica em bases de dados indexadas, as principais características dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil, suas aplicações e formas de obtenção, dando destaque para as operações unitárias envolvidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas medicinais e aromáticas

Os conhecimentos sobre as plantas medicinais, assim como o seu uso em forma de medicamento, sempre fizeram parte da história das civilizações. Plantas medicinais são aquelas que possuem, em sua composição físico-química, propriedades terapêuticas que são capazes de tratar doenças, preservar a saúde e reestabelecer o bem-estar do ser humano (ALVIM, 2007).

A fitoterapia é uma técnica que estuda as funções terapêuticas das plantas para a prevenção e tratamento de doenças de diferentes formas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% da população dos países em desenvolvimento utilizam plantas e suas preparações para fins medicinais. Desde então, a OMS tem defendido a necessidade de valorizar a utilização de plantas medicinais no âmbito sanitário e na atenção básica à saúde (ROSA; CÂMARA; BÉRIA, 2011).

Já as plantas aromáticas são espécies vegetais que possuem em sua constituição óleos essenciais, substâncias cujo aroma geralmente é capaz de sensibilizar o olfato humano de forma agradável (RIBEIRO, 2016). Essas plantas são usualmente consumidas e utilizadas para fins medicinais e nutricionais, por apresentarem vários benefícios a saúde do consumidor (RIBEIRO et al., 2017). Além de serem utilizadas para vários propósitos terapêuticos, as plantas aromáticas também podem ser utilizadas como inseticidas, repelentes e adubos verdes (SILVA et al., 2018).

A utilização dos aromas que vêm dos óleos essenciais produzidos por plantas aromáticas são conhecidos como “Aromaterapia”, considerada um campo da medicina complementar que usa os óleos essenciais para tratar e prevenir doenças, através de absorção cutânea por meio de massagens, inalação e via oral (CASTRO, 2021; PETERFALVI et al., 2019). De acordo com a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), a aromaterapia está incluída entre as práticas integrativas e complementares ofertadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

2.2 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são substâncias voláteis à temperatura ambiente, provenientes do metabolismo secundário das plantas e são constituídos geralmente por hidrocarbonetos terpênicos, os quais são responsáveis por várias atividades biológicas como antimicrobiana, antiviral e antioxidante (REICHLING et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2013). A razão de serem chamados de

óleos é por possuírem um caráter lipofílico, apresentando uma solubilidade limitada em água e totalmente solúvel em solventes orgânicos. De forma geral, apresentam instabilidade na presença de ar, luz, calor, umidade e metais (CASTRO, 2021; SIMÕES, 2003).

Os óleos essenciais fazem parte do sistema de defesa das plantas, agindo como hormônios reguladores e catalisadores. Eles atuam como agente antifúngico, antibacteriano, inseticida e antiviral, além de proteger contra ataques de herbívoros. Sua principal função na natureza é auxiliar a planta a se adaptar ao meio, deste modo, em situações de perturbação tem sua produção aumentada. Além disso, os OE podem atrair insetos, facilitando a dispersão de sementes ou pólen das plantas, o que acaba facilitando a propagação da espécie (SILVA, 2021; ANDRADE, 2013; AZAMBUJA, 2012).

Pelo conhecimento dos efeitos terapêuticos naturais e por apresentarem uma mistura de compostos químicos que produzem odor e sabor, os óleos essenciais, tem conquistado o mercado brasileiro e mundial, tornando-se um artigo muito valorizado e procurado em diversas áreas da indústria. Atualmente costumam ser empregados nas indústrias de perfumaria, cosmética, alimentícia e farmacêutica (ASSIS, 2015).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de óleos essenciais, sua produção é viável e rentável, porém sofre problemas crônicos como falta de padrão de qualidade, representatividade e baixos investimentos governamentais no setor. A fim de se obter produtos com qualidade e preço para disputar o mercado internacional, faz-se necessário, além de incentivos governamentais, a formalização de parcerias de centros de pesquisa, universidades e iniciativa privada (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

2.3 Composição química dos óleos essenciais

Quimicamente, os óleos essenciais são uma mistura orgânica complexa que pode possuir dezenas e até centenas de substâncias voláteis. A formação dos compostos dos óleos essenciais se dá a partir da derivação química de terpenóides, originados a partir do ácido mevalônico, ou de fenilpropanóides, provindos do ácido chiquímico (SIMÕES et al., 2003). A constituição química de um óleo essencial geralmente tem entre vinte a sessenta componentes em quantidades variáveis, sendo que dois ou três são encontrados em altas concentrações e conhecidos como componentes majoritários, que são característicos da espécie vegetal. Na maioria das vezes, é possível identificar

estes constituintes através de cromatografia e espectroscopia (PIMENTEL, 2014; RIBEIRO, 2016).

Os terpenos, com seus derivados oxigenados, constituem cerca de 80% dos óleos essenciais. Eles são constituídos por cinco átomos de carbono, conhecidos como unidades isoprênicas. As substâncias terpênicas são acrescidas de inúmeras funções orgânicas, tais como: álcoois, cetonas, ésteres, fenóis, éteres, aldeídos, peróxidos, óxidos, ácidos orgânicos, hidrocarbonetos e ainda podem ser acrescidas, raramente, de compostos com enxofre e nitrogênio. Entre esses compostos terpênicos os mais comuns nos óleos essenciais são os monoterpenos que são compostos por duas unidades do isopreno e os sesquiterpenos, compostos por três unidades do isopreno (SIMÕES et al., 2003; ANDRADE, 2013; FOKOU; DONGMO; BOYOM, 2020; SILVA, 2021).

Embora os terpenos representem a maioria dos componentes dos óleos essenciais, sempre que os fenilpropanóides estão presentes fornecem um sabor e odor indispensáveis e significativos ao óleo. Os principais fenilpropanóides conhecidos são eugenol, metil eugenol, miristicina, elemicina, chavicol, metil chavicol, dilapiol, anetol, estragol, apiol (SANGWAN et al., 2001).

A composição química de óleos essenciais extraídos do mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal pode variar significativamente. Essa composição é diretamente afetada por diversos fatores como a origem botânica, época de coleta, estágio de desenvolvimento, métodos de extração e condições ambientais as quais a planta foi exposta como a luminosidade, temperatura, quantidade de água ofertada, radiação ultravioleta, altitude e disponibilidade de nutrientes (PEREIRA et al., 2017).

O Brasil se destaca na produção de óleos essenciais cítricos, os quais possuem mais de 200 substâncias em proporções variáveis na sua composição. A fração volátil (85% a 99% do óleo) é composta por terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos), seus derivados oxigenados e por álcoois alifáticos, ésteres e aldeídos. O limoneno é o componente principal dos óleos essenciais de *Citrus* (30% a 97% dependendo da espécie). Mesmo possuindo o limoneno como composto majoritário, o que mais intensifica o aroma nestes óleos são os terpenóides que estão presentes em menores quantidades como: linalol, nerol, neral, acetato de linalina entre outros (MEHL et al., 2014; SILVA et al., 2018; YABIKU; LARA, 1986).

Na Tabela 1 são apresentados os principais constituintes de alguns óleos essenciais de frutas cítricas.

Tabela 1 – Principais constituintes dos óleos essenciais de frutas cítricas.

Óleo essencial	Principais constituintes
Bergamota	Ésteres de álcoois monoterpênicos (linali acetato, neril acetato, geranil acetato); monoterpênicos (limoneno, β - pineno, γ terpineno); monoterpênicos (linalol, geraniol, geranial, neral).
Casca de laranja	Monoterpênicos (limoneno, mirceno); sesquiterpenoides (β - senesal, α - sinensal), sesquiterpeno (valenceno), monoterpênicos (decanal, linalol, neral, citronelal), outros compostos (octanal).
Limão	Monoterpênicos (limoneno, β -pineno, γ terpineno), monoterpênicos (geranial, neral, citronelal, linalol), outros compostos (neril acetato, geranil acetato, nonanil).
Toranja	Monoterpênicos (limoneno, mirceno), 25 monoterpênicos (decanal, linalol, citronelol, neral, geranial), sesquiterpenoide (nootkatona, β -sinensal), outro composto (octanal).

Fonte: Adaptado de Araújo et al. (2017).

2.4 Aplicação dos óleos essenciais

Os óleos essenciais têm despertado grande interesse no setor industrial devido à grande procura dos consumidores por produtos naturais, buscando evitar os possíveis danos à saúde propiciados pelos aditivos sintéticos. Atualmente, são conhecidos aproximadamente 3000 óleos essenciais, dos quais 300 destes tem importância comercial para indústrias farmacêuticas, alimentícia, de cosméticos e perfumes e para a agronomia (BAKKALI et al., 2008).

Os óleos essenciais podem ser usados como prática terapêutica para promover a saúde física e mental, contribuindo para diversos sistemas do corpo humano, como o sistema respiratório, onde os óleos essenciais de eucalipto, por exemplo, promovem uma melhor taxa de troca gasosa e assepsia do sistema respiratório, diminuindo tosse e tendo efeito expectorante (NASCIMENTO et al., 2020). Eles também são usados na produção de uma série de medicamentos patenteados, incluindo cremes e pomadas antissépticas, tonificantes para cabelo (rum de louro e óleos de alecrim), pomadas para doenças dermatológicas (camomila) e também utilizado para dores reumáticas (óleo essencial de eucalipto, lavanda, gengibre e olíbano) (TISSERAND, 2016).

Os óleos essenciais também são usados como ingredientes terapêuticos por direito próprio. O óleo de cravo da Índia pode ser usado contra dor de dente, a hortelã para indigestão e eucalipto e hortelã-pimenta para inalações no alívio da enxaqueca e dor de cabeça (TISSERAND, 2016). Além disso, estudos recentes descritos por Asif et al. (2016) e Oliveira et al. (2015) mostram

resultados promissores do uso de diferentes tipos de óleos essenciais contra tumores cancerígenos, os dois estudos demonstram baixa toxicidade do óleo essencial às células saudáveis. A partir de óleos essenciais de *Tagetes erecta* L. (cravo-amarelo), *Tetradenia riparia* (pau-de-incenso), *Bidens sulphurea* (picão), e *Foeniculum vulgare* M. (erva-doce), Oliveira et al. (2015) conseguiram resultados similares aos obtidos com medicamentos tradicionalmente utilizados em quimioterapia, demonstrando o grande potencial que os óleos essenciais possuem na medicina.

No Brasil, um produto pronto e de uso inalatório e também de absorção pela pele, contendo os óleos essenciais de Alecrim, Eucalipto, Hortelã-Pimenta, Lavanda e Tea-tree foi oferecido como suporte terapêutico aos profissionais de saúde que cuidavam de pessoas com COVID-19 e à comunidade em geral, acometida ou não pela doença, garantindo um clima de tranquilidade, equilíbrio emocional e fortalecimento de alguns sistemas, como o respiratório e o imunológico (SUZIN; SANTOMAURO; ALEIXO, 2020).

A indústria alimentícia, cada vez mais, está empregando óleos essenciais na formulação de produtos ou incorporando-os em embalagens. Eles vêm sendo incorporados aos alimentos pelo fato de conferirem propriedades desejáveis, como ação antioxidante, antibacteriano, antifúngico, e outras, além de ser um produto natural que aumenta a vida de prateleira dos alimentos. No entanto, devido ao odor intenso, alta volatilidade e instabilidade devido à presença de oxigênio, luz e temperatura, a utilização dos óleos essenciais na indústria de alimentos se torna limitada (RADÜNZ et al., 2019).

Pode-se destacar os óleos essenciais de orégano, tomilho e canela entre os mais promissores na área de alimentos pois demonstram possuir propriedades antimicrobianas em diversas aplicações tais como produtos cárneos, frutas, vegetais e para a produção de sistemas de embalagens ativas. De acordo com Burt (2004), a incorporação de óleos essenciais de orégano, coentro, tomilho e cravo, como agentes antimicrobianos na carne, é capaz de eliminar patógenos e a flora autóctone responsável pela sua deterioração.

Os óleos essenciais estão surgindo na agricultura como uma alternativa aos produtos químicos tradicionalmente usados, pois eles podem inibir a germinação de sementes e o aumento das plantas parasitas ao seu redor. Além disso, nos vegetais, ele promove a atração dos insetos polinizadores, aumentando a efetividade da reprodução (ASSIS, 2015). Óleos essenciais como os da *Cymbopogon nardus* (citronela) e do *Eucalyptus citriodora* (eucalipto-cidrô), apresentam

propriedades ovicidas, larvicidas, repelente, antialimentar e causam efeitos tóxicos em uma grande variedade de insetos (OOTANI et al., 2013).

Atualmente, as frutas cítricas do gênero *Citrus* encontram-se difundidas por grande parte do mundo e, em muitos países, representam um item importante na pauta de exportações. O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de frutas deste gênero e está entre os principais fornecedores dos óleos essenciais de laranja, lima, limão, entre outros cítricos. Um dos principais fatores que contribuem para esta posição do Brasil na produção de frutas cítricas é o seu clima (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Os óleos essenciais extraídos de cascas das frutas cítricas possuem um vasto número de aplicações terapêuticas e industriais. Eles são muito utilizados em perfumarias, na área farmacêutica, em materiais de limpeza e na indústria de alimentos, sendo muito importantes na economia mundial dos derivados de cítricos (BOUSBIA et al., 2009). Além disso, esses óleos estão entre os mais manipulados do mundo, sendo derivados principalmente de resíduos das indústrias de suco através de um processo de prensagem mecânica (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

2.5 Aspectos econômicos dos óleos essenciais

A indústria de óleos essenciais no Brasil desenvolveu-se durante e logo após a Segunda Guerra Mundial, impulsionada pela escassez de matérias-primas. Antes da guerra, a China era a maior fornecedora de óleos essenciais, porém, permaneceu em conflito interno após 1945, retardando a retomada das exportações de óleo. Os óleos mais exportados eram o óleo de menta, pau-rosa, sassafrás e cítricos. No início da década seguinte várias indústrias de alimentos e empresas produtoras de especialidades químicas instalaram-se no Brasil, incrementando a demanda interna por óleos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

O pau-rosa foi o primeiro produto explorado no Brasil para extração de óleos essenciais, muito utilizado na indústria de perfumaria. A partir de 1940, a produção de OE no Brasil passou a ser feita de forma mais organizada, com o princípio de outras culturas para o alcance de OE de menta, laranja, canela, sassafrás, eucalipto, capim limão, entre outros (BUENO et al., 2021).

Hoje o Brasil possui lugar de destaque na produção de óleos essenciais, ao lado da Índia, China e Indonésia, sendo estes considerados os quatro maiores produtores mundiais. A posição do Brasil, deve-se aos óleos essenciais cítricos, que são subprodutos da indústria de sucos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Apesar da alta produção, o consumo do óleo essencial no Brasil é

muito grande, necessitando ainda realizar importações para suprir o mercado interno (BUENO et al., 2021).

Um passo importante para a produção de OE no Brasil foi a fundação da Associação Brasileira de Produtos de Óleos Essenciais (Abropae), em meados de 2009, que tem como objetivo aproximar os produtores e os centros de pesquisa nacionais para agregar qualidade aos OE por meio de pesquisas e estudos padronizados, atualizar dados de mercado e representar a área junto aos órgãos e programas governamentais (BUENO et al., 2021).

No contexto mundial, cerca de 300 tipos de óleos essenciais possuem interesse comercial, sendo apresentados na Tabela 2 os 18 mais destacados. Os maiores consumidores de OE no mundo são os EUA (40%) e a União Europeia (30%), sendo a França líder em importações e o Japão ao lado do Reino Unido, Alemanha, Suíça, Irlanda, China, Cingapura e Espanha. Estima-se que mundialmente o mercado de óleos essenciais movimenta cerca de US\$ 15 milhões/ano, apresentando um crescimento aproximado de 11% por ano, no qual o Brasil lidera com os óleos essenciais cítricos como de laranja e lima destilada (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Tabela 2 – Os dezoitos principais óleos essenciais no mercado mundial.

Óleo essencial	Espécie
Cânfora	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl.
Cedro (China)	<i>Chamaecyparis funebris</i> (Endl.) Franco
Cedro (EUA)	<i>Juniperus virginiana</i> L. e <i>J. ashei</i> Buchholz
Citronela	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt e <i>C. nardus</i> (L.) Rendle
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.
Cravo-da-índia	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. e L. M. Perry
Eucalipto (tipo cineol)	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill., <i>E. polybractea</i> R.T. Baker e <i>Eucalyptus</i> spp.
Eucalipto (tipo citronela)	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook
<i>Grapefruit</i>	<i>Citrus paradisi</i> Macfady
Hortelã-pimenta	<i>Mentha piperita</i> L.
Laranja (Brasil)	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
Lavanda	<i>Lavandula intermedia</i> Emeric ex Loisel
Lima destilada (Brasil)	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm. & Panz.) Swingle
Limão	<i>Citrus limon</i> (L.) N.L. Burm
Menta japonesa (Índia)	<i>Mentha arvensis</i> L. f. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes
Patchouli	<i>Pogostemon cablin</i> (Blanco) Benth.
Sassafrás (China)	<i>Cinnamomum micranthum</i> (Hayata) Hayata
<i>Spearmint</i> (nativa)	<i>Mentha spicata</i> L.

Fonte: Adaptado de Bizzo, Hovell e Rezende (2009).

2.6 Métodos de extração de óleos essenciais

Os óleos essenciais podem ser extraídos por vários métodos e a escolha do melhor método depende de fatores como o composto que se deseja obter, a parte da planta da qual o óleo essencial será extraído e a quantidade e a localização do óleo. Os métodos de extração mais utilizados são: enfloração, prensagem a frio, extração com solventes orgânicos, extração por fluido supercrítico, arraste a vapor, hidrodestilação e turbodestilação (RIBEIRO, 2016; PIMENTEL, 2014).

2.6.1 Extração por enfloração

O método de extração por enfloração já foi muito utilizado na obtenção de óleos essenciais, mas atualmente a enfloração é empregada apenas nas indústrias de perfumes que necessitam extrair óleos essenciais de plantas contendo baixo teor de OE de alto valor agregado. Este procedimento é caro, lento e complexo, sendo pouco utilizado nos dias de hoje (PIMENTEL, 2014). As operações unitárias envolvidas nesse procedimento são a absorção, a filtração e a destilação (BIASI et al., 2009).

A enfloração é destinada a extrair óleo essencial de pétalas das flores, onde as pétalas são mantidas em temperatura ambiente, e depositadas em uma camada de gordura durante certo período de tempo, que funciona como um líquido extrator. Essas pétalas são substituídas até que a capa de gordura atinja a saturação total, sendo este processo repetido por várias semanas. Posteriormente, a gordura é tratada com álcool e, então, a mistura é derretida e filtrada para posteriormente ser destilada em baixa temperatura, onde é possível obter o óleo essencial desejado (PIMENTEL, 2014; LUPE, 2007).

A enfloração pode ser utilizada em flores como jasmim, laranjeira e rosas. Na Figura 1 é possível observar o processo de extração do óleo essencial de rosas.

Figura 1 – Imagem demonstrativa do processo de extração por enfloração.

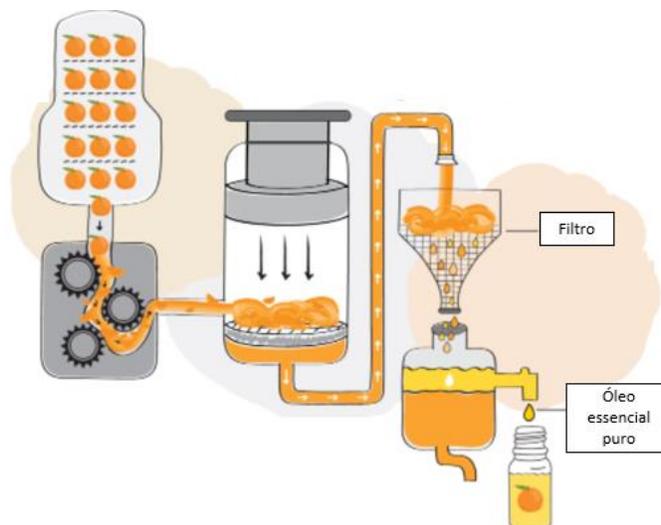


Fonte: Silveira et al. (2012).

2.6.2 Extração via prensagem a frio

O método via prensagem, também conhecido como expressão, mostrado na Figura 2 e 3, é empregado exclusivamente para extrair óleo das cascas de frutos cítricos, onde estes estão presentes em bolsas localizadas no pericarpo. Através da utilização de prensas hidráulicas, ocorre a prensagem do pericarpo, e a camada que contém o óleo essencial é, então, coletada. O óleo é então separado do suco através de jatos de água, formando uma emulsão que posteriormente é separada através das operações unitárias de decantação, centrifugação ou destilação fracionada (RIBEIRO, 2016; LUPE, 2007).

Figura 2 - Diagrama esquemático de um processo de extração por prensagem a frio.



Fonte: Google Imagens (2020).

Figura 3 - Imagem demonstrativa do processo de extração por prensagem a frio.



Fonte: Neves (2011).

2.6.3 Extração por solventes orgânicos

Este método é bastante utilizado para casos em que o óleo essencial desejado possui compostos muito instáveis, o que não permite que uma alta temperatura seja utilizada no processo. O método consiste em inserir as plantas em contato com solventes orgânicos ou apolares, como

benzeno, hexano, etanol, tolueno, dentre outros, que preservem melhor a integridade dos compostos presentes (RIBEIRO, 2016; PIMENTEL, 2014).

Para a obtenção do óleo essencial através dos solventes são necessárias várias etapas. Primeiro ocorre a mistura do solvente com o material vegetal (planta ou flor), essa mistura é aquecida até a temperatura de ebulição para que ocorra a ruptura dos tricomas. Posteriormente, acontece um arraste a vapor do solvente até o condensador e por último ocorre o resfriamento da mistura no condensador, onde realiza-se a evaporação do solvente para separação do óleo essencial puro. O óleo é obtido pela evaporação do solvente presente na fase líquida (WOLFFENBUTTEL, 2010). Assim, as operações unitárias envolvidas nesse procedimento são a extração sólido-líquido, a destilação e a evaporação.

O efeito negativo na utilização de solventes orgânicos é a remoção de todo o solvente residual e a extração de compostos não voláteis, além disso, os óleos essenciais obtidos desta maneira possuem uma quantidade considerável de impurezas e, por isso, seu valor comercial é baixo. Por esse motivo, apesar do seu alto rendimento, o processo é raramente utilizado em processos industriais, sendo aplicado somente em nível laboratorial (PIMENTEL, 2014).

A Figura 4 apresenta o equipamento utilizado pelo Método Soxhlet na extração por solventes orgânicos.

Figura 4 - Imagem demonstrativa do sistema de extração por solventes orgânicos.



Fonte: Google Imagens (2022).

2.6.4 Extração por fluido supercrítico

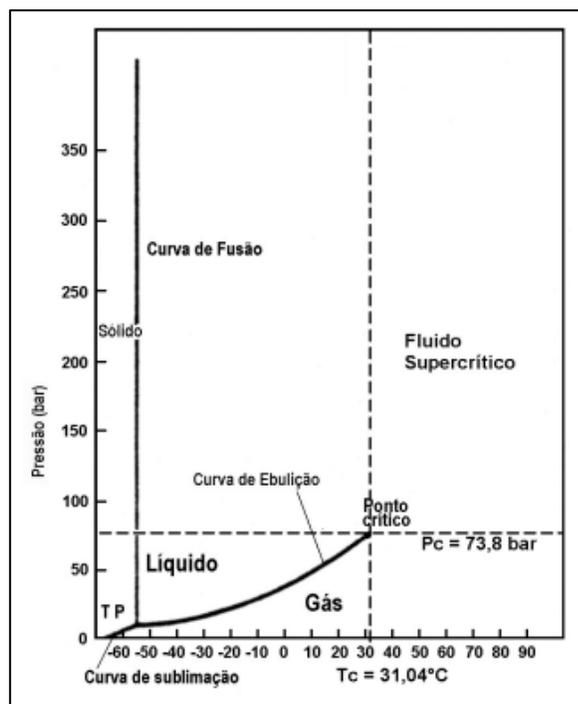
O processo de extração por fluidos supercríticos vem se destacando nos processos industriais por ser uma tecnologia limpa, atóxica e não residual. Este é considerado o método ideal,

pois não deixa resíduos de solvente no produto obtido, possui um menor custo energético quando comparado com o uso de solventes orgânicos e resulta em um produto de alta qualidade, não alterando as propriedades dos óleos essenciais (SILVA, 2021).

Um fluido supercrítico é aquele em que o gás se encontra a uma temperatura em que o mesmo não pode ser liquefeito por compressão isotérmica. A temperatura crítica de um gás é a temperatura acima da qual a substância pode existir somente na forma de um gás, acima desta temperatura o gás não pode ser liquefeito, isso é feito através de compressão isotérmica. Do mesmo modo, a pressão crítica de um gás é a pressão acima da qual o gás não possa ser liquefeito por resfriamento. Sendo assim, quando o gás está numa condição em que tanto a pressão quanto a temperatura encontram-se em níveis superiores aos valores críticos, diz-se que o gás está em seu estado supercrítico. Nestas condições, o gás comprimido apresenta baixa viscosidade e elevada densidade, permitindo a utilização dos mesmos em processos de extração de solutos a partir de matrizes sólidas (STEFANI, 2003; SARTOR, 2009).

A Figura 5 apresenta o diagrama de fases para o CO₂, onde o estado físico da substância é indicado no diagrama de pressão versus temperatura.

Figura 5 – Diagrama de fases para o CO₂.

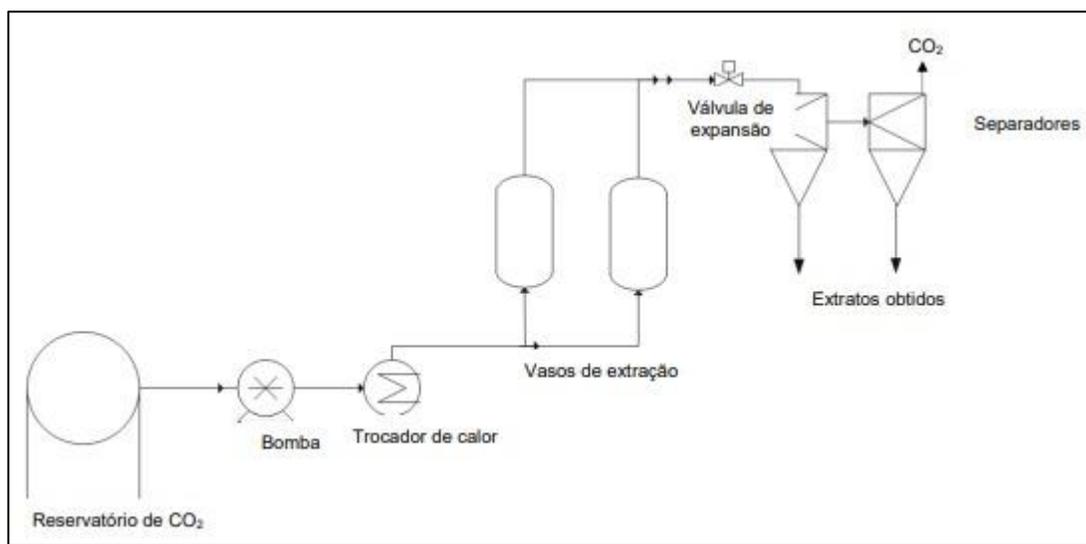


Fonte: Filippis (2001).

O dióxido de carbono (CO_2) é comumente utilizado como solvente na extração por essa metodologia. Ele possui temperatura crítica de aproximadamente 31°C , que permite manter todas as propriedades organolépticas do óleo essencial desejado, sua pressão crítica é de 7,3 Mpa, sendo facilmente obtida em ambiente industrial e ainda, o CO_2 é inerte, não promovendo reação de oxidação, redução, hidrólise e degradação química (FILIPPIS, 2001). Além disso, o CO_2 apresenta algumas características que o tornam uma opção diferenciada, entre elas está a facilidade de separação do soluto por ser extremamente volátil, atóxico, não inflamável, relativamente barato e não apresenta odor (STEFFANI, 2003).

Para tal processo de extração, o CO_2 é primeiramente liquefeito através de compressão, em seguida ele passa por um aquecimento a temperaturas superiores à sua temperatura crítica, fazendo com que o CO_2 atinja o estado supercrítico. Nessa temperatura o CO_2 atinge um quarto estado, no qual sua viscosidade é análoga à de um gás, mas sua capacidade de dissolução é elevada como a de um líquido. O CO_2 supercrítico é colocado em contato com o material do qual se deseja extrair os OE e em seguida é encaminhado para outro tanque, onde ocorrerá a despressurização, sendo assim, o CO_2 retorna ao seu estado gasoso, fazendo com que o óleo essencial extraído precipite, possibilitando sua coleta (SILVA, 2021). O processo ocorre conforme apresentado no diagrama esquemático da Figura 6.

Figura 6 - Diagrama esquemático de um processo de extração supercrítico.



Fonte: Pereira e Meireles (2010).

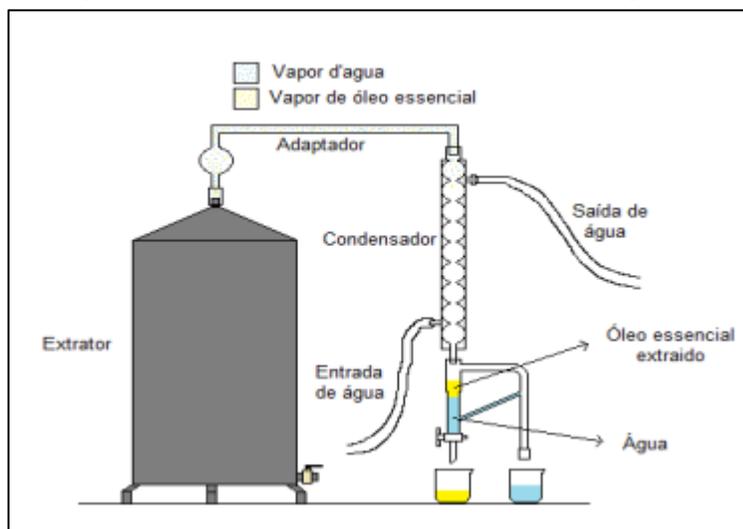
Esse método possui algumas desvantagens como o alto custo de equipamentos industriais e o fato de que algumas substâncias apolares não podem ser extraídas pelo método, sendo necessária a utilização conjunta de outro tipo de solvente, alterando a pressão e a temperatura de operação (FILIPPIS, 2001). Além disso, essa técnica apresenta alto grau de periculosidade, devido às altas pressões empregadas na mesma (SERAFINI et al., 2002).

2.6.5 Extração por arraste a vapor

O processo de destilação por arraste a vapor é um dos métodos de extração mais utilizados no mundo e se baseia na diferença de volatilidade dos componentes da planta no vapor d'água. A destilação por arraste a vapor é uma operação unitária, utilizada principalmente para materiais sensíveis a temperatura. Este tipo de extração é bastante usado em escala industrial devido à sua maior simplicidade e economia, pois permite tratar de uma única vez grande volume de matéria-prima vegetal (SILVA, 2021).

A primeira etapa do processo da destilação por arraste a vapor é a geração de vapor d'água em um vaso extrator. A matéria prima vegetal é colocada em uma placa perfurada de modo que o material não alcance a água em ebulição. O vapor gerado entra em contato com o material vegetal de interesse de maneira que favoreça o contato superficial com o vapor. Neste processo o vapor d'água atravessa os tecidos das plantas, levando os óleos essenciais contidos no interior de suas glândulas. O óleo vaporiza-se com o choque térmico e é arrastado pela corrente de vapor até o condensador. Ao passar pelo condensador de serpentina, refrigerado com água natural, ocorre o processo de condensação que separa o óleo essencial da água resultante, processo conhecido como hidrolato. A separação do óleo e do hidrolato ocorre pelas diferenças de polaridade e densidade das substâncias (RIBEIRO, 2016; SARTOR et al., 2009; SILVA, 2021). Na Figura 7 pode-se observar o processo de destilação a vapor.

Figura 7 – Imagem demonstrativa do sistema de extração por arraste a vapor.

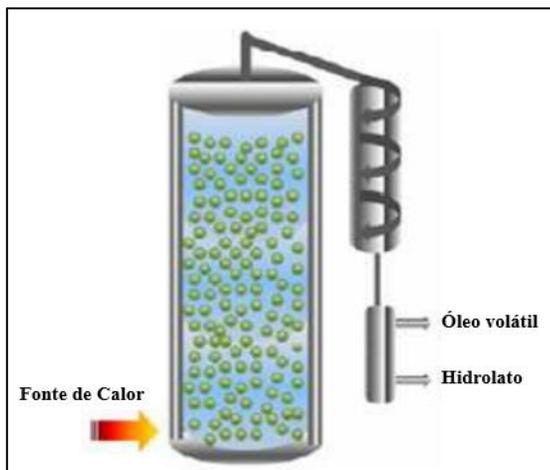


Fonte: Silva et al. (2014).

2.6.6 Extração por hidrodestilação

A hidrodestilação é um dos métodos mais utilizados em escala laboratorial, além de ser considerada como um dos métodos de extração mais antigos. A extração por hidrodestilação é similar ao método de arraste a vapor, sendo que a principal diferença se encontra no fato de que neste tipo de extração, a matéria-prima vegetal está submersa em água, e quando esta entra em ebulição, o vapor força a abertura das paredes celulares e ocorre a evaporação do óleo que está entre as células da planta. O vapor, que consiste na mistura de óleo e água, passa por um condensador, e quando se resfria, forma-se uma emulsão de água com óleo essencial, que são separados devido as suas diferenças de densidade e polaridade (RIBEIRO, 2016; SARTOR, 2009; SILVA, 2021). O processo de hidrodestilação está representado na Figura 8.

Figura 8 – Imagem demonstrativa do sistema de hidrodestilação.



Fonte: Sartor (2009).

A hidrodestilação é um método bastante versátil e eficiente. Neste processo, evita-se a perda de compostos sensíveis a altas temperaturas, mas, em compensação, tem-se uma destilação mais lenta e com menor rendimento (SILVEIRA et al., 2012).

2.6.7 Extração por turbodestilação

A turbodestilação é um método adequado para a extração de óleos onde as bolsas oleíferas estão em locais de difícil acesso, como por exemplo, madeiras, cascas, raízes e sementes, o que tornaria a extração pelos métodos citados anteriormente mais lenta e com um custo maior. Nesse processo, a matriz vegetal é colocada no extrator contendo água, deste modo, o aquecimento da água permite que os óleos essenciais sejam extraídos, sendo carregados pelo vapor d'água (SILVA, 2021). Diferente da hidrodestilação, através deste processo, a mesma água é continuamente reciclada e usada pelo sistema (RIBEIRO, 2016).

3 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura, que possui a finalidade de agrupar ou sintetizar resultados de pesquisas sobre um determinado tema, de forma ordenada, buscando esclarecer e ressaltar sobre a importância do tema abordado.

A elaboração deste trabalho foi baseada na análise da literatura já publicada, utilizando artigos, teses, dissertações, livros e sites institucionais, disponibilizados para consulta nas bases de dados indexados como o Portal de Periódicos Capes, biblioteca SciELO e do portal Google Acadêmico. As pesquisas foram realizadas nas plataformas entre os meses de janeiro a março de 2022, com as seguintes palavras-chave em português e inglês: óleos essenciais, método de extração de óleos essenciais, aplicações de óleos essenciais, plantas aromáticas e mercado de óleos essenciais. A Tabela 3 apresenta as plataformas de buscas utilizadas e os resultados obtidos nesta etapa.

Tabela 3 – Plataformas de busca e resultados obtidos nas pesquisas a partir das palavras-chaves selecionadas.

Busca	Plataforma	Palavras-Chave	n° de Resultados
1	Google Acadêmico	Óleos essenciais, Extração	538
2	Plataforma CAPES	Óleos essenciais, Extração	638
3	Google Acadêmico	<i>Oil Essential, Extraction, Applications</i>	17600
4	Google Acadêmico	Plantas Aromáticas, Aromaterapia	82
5	Google Acadêmico	Mercado óleos essenciais	425

Fonte: Do autor (2022).

Os critérios de inclusão foram pesquisas que abordassem os aspectos gerais do tema, os métodos de extração e o mercado dos óleos essenciais. Foram excluídos trabalhos que não apresentassem o conteúdo na íntegra nas bases de dados e na biblioteca pesquisadas e publicações com duplicidade. Além disso, dentre os critérios de escolha, selecionou-se aqueles que se apresentavam no topo da lista de resultados e foram selecionados apenas artigos de revisão. Foram localizados e selecionados aproximadamente 50 trabalhos para construir o referencial teórico e, no entanto, a discussão desse trabalho se concentrou em apenas 12 deles, por estes apresentarem os objetivos gerais do estudo (métodos de extração, aplicação e caracterização dos óleos essenciais), viabilizando a comparação e a interpretação dos estudos analisados. Os trabalhos abordados na seção de Resultados e Discussões encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Trabalhos selecionados para a discussão do assunto objeto da monografia.

Título dos trabalhos selecionados	Autores	Ano de publicação
Estudo de processos convencionais de extração de óleos essenciais via revisão bibliográfica: uma base para um projeto industrial	Silva	2021
Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas	Bizzo, Hovell e Rezende (2009).	2009
<i>Essential Oils Market Size, Share & Trends Analysis Report Migrant Smuggling Data and Research</i>	Jandhyala	2021
Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia	Lupe	2007
Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-daíndia, citronela e palmarosa	Scherer	2009
Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de <i>Croton</i> spp. da Caatinga	Ribeiro; Bonilla; Lucena,	2018
O Poder Das Plantas e dos Óleos	Nascimento et al.	2020
Atividade moluscida de óleos essenciais de plantas aromáticas da região Amazônica maranhense	Ribeiro	2016
Levantamento e Análise de Métodos de Extração de Óleos Essenciais	Silveira et al.	2012
Farmacognosia: da planta ao medicamento	Simões et al.	2003
Extração com CO ₂ supercrítico de óleos essenciais de Hon-sho e Ho-sho – Experimentos e modelagem	Filippis	2001
Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor	Sartor	2011

Fonte: Do autor (2022).

Para um maior aprofundamento escolheu-se uma faixa de tempo para analisar a evolução científica relacionada ao tema. A Tabela 5 apresenta o levantamento das buscas por um período específico de tempo e comprova que o número de pesquisas relacionadas aos óleos essenciais vem crescendo ao longo dos anos.

Tabela 5 – Resultados das buscas por um período específico de tempo.

Período específico	n° de Resultados (Busca 1)	n° de Resultados (Busca 2)	n° de Resultados (Busca 3)	n° de Resultados (Busca 4)	n° de Resultados (Busca 5)
1950 até 1960	20	-	7.500	-	20
1960 até 1970	28	-	12.800	-	24
1970 até 1980	66	1	16.900	-	99
1980 até 1990	110	3	16.800	6	151
1990 até 2000	680	13	20.300	56	787
2000 até 2010	9.720	143	20.500	522	9.970
2010 até 2020	16.100	492	27.500	2.310	18.000
2020 até 2022	5.890	97	16.800	640	5.850

Fonte: Do autor (2022).

A etapa final do processo de revisão bibliográfica se concretiza pela exposição dos dados analisados de forma descritiva. Sendo assim, os resultados e conclusões da revisão em questão estão sintetizados conforme os objetivos do estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos revisados apontam a utilização de óleos essenciais como uma prática comum desde os primórdios da humanidade. Os óleos essenciais são extraídos das partes que constituem uma planta como as flores, cascas, frutos e raízes, tendo várias finalidades na indústria, podendo ser aplicados em alimentos, cosméticos e medicamentos. Por possuírem inúmeras aplicações e devido a sua grande biodiversidade mundial existem diversos tipos de óleos essenciais e cada um possui uma finalidade diferente, tornando-os importantes do ponto de vista comercial.

De acordo com Jandhyala (2021), o mercado global de óleos essenciais deve se expandir a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 7,4% em termos de receita de 2021 a 2028. Esse mercado será impulsionado pelo aumento da demanda das principais indústrias de uso final, como alimentos, bebidas, cuidados pessoais, cosméticos e aromaterapia. A procura da população global por produtos de origem natural é a principal motivação deste aumento. Além disso, vários benefícios para a saúde relacionados aos óleos essenciais são projetados para impulsionar sua demanda em aplicações farmacêuticas e médicas.

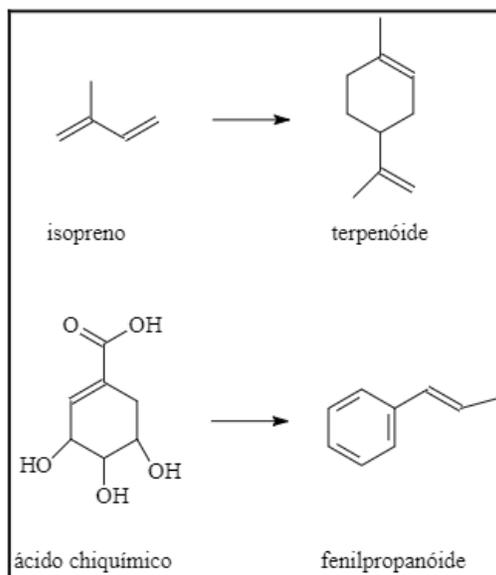
Segundo Nascimento et al. (2020), o óleo essencial de eucalipto contribui para o sistema respiratório do corpo humano, promovendo uma melhor taxa de troca gasosa e assepsia do sistema respiratório, diminuindo tosses e tendo um efeito expectorante. Já o óleo de lavanda francesa e laranja doce, produzem um efeito calmante, auxiliando o relaxamento e o sono reparador, enquanto a hortelã pimenta e o alecrim renovam as energias e deixam a pessoa mais agitada. É notável que a pandemia do COVID-19 impactou positivamente o mercado de óleos essenciais em todo o mundo e de acordo com especialistas do setor, as pessoas devem incorporar esses óleos na vida cotidiana para melhorar seu sistema imunológico e alcançar uma mente saudável e calma.

Os trabalhos citados descrevem as principais características dos óleos essenciais, de forma geral, eles são misturas complexas de substâncias voláteis lipofílicas geralmente odoríferas e líquidas. De acordo com Lupe (2007) a principal característica do óleo essencial é a volatilidade, além disso, eles apresentam um aroma agradável e intenso na maioria dos óleos, possuem uma aparência oleosa à temperatura ambiente, são solúveis em solventes orgânicos apolares, apresentam um sabor geralmente ácido e picante, geralmente são incolores ou ligeiramente amarelados, não são muito estáveis e a maioria possui índice de refração e são opticamente ativos.

A Figura 9 foi extraída do trabalho de Lupe (2007) e mostra a origem dos terpenóides e fenilpropanóides, sendo a grande maioria dos óleos essenciais constituídos por esses derivados. Os

terpenóides são derivados de unidades do isopreno e os fenilpropanóides se formam a partir de ácido chiquímico, que forma as unidades básicas dos ácidos cinâmico e p-cumárico.

Figura 9 – Origem dos terpenóides e fenilpropanóides.



Fonte: Lupe (2007).

A composição química de um óleo essencial é muito complexa, um único óleo essencial pode conter entre vinte e sessenta componentes em quantidade variáveis, sendo que dois ou três são encontrados em altas concentrações e conhecidos como componentes majoritários. Sherer et al. (2009) analisaram a composição química do óleo essencial do cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* Linnaeus, 1753) e três compostos foram considerados majoritários, destacando-se o eugenol, com 83,75%, seguido pelo β -cariofileno, com 10,98%, e com 1,26%, o α -humuleno, além de outros componentes-traços.

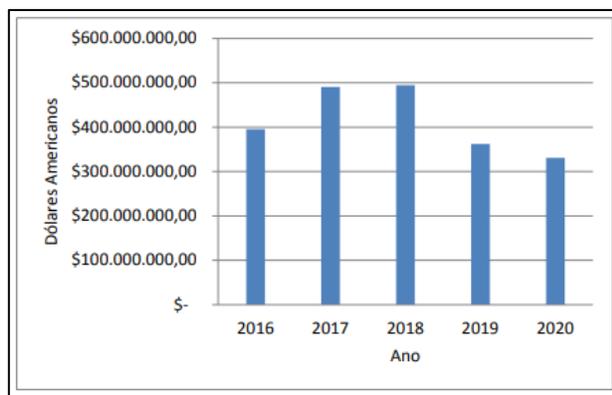
Embora extraído do mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal, a composição química dos óleos essenciais pode variar significante, pois a composição é diretamente afetada por diversos fatores como temperatura e umidade relativa do ar, a composição do solo em que o vegetal se desenvolve, seu ciclo vegetativo e as interações das plantas com outros organismos. Ribeiro Ribeiro, Bonilla e Lucena (2018) constataram que a composição química dos óleos essenciais de três espécies do gênero *Croton* L (*Croton blanchetianus* Baillon, *Croton nepetifolius* Baillon e *Croton zehntneri* Pax et Hoffm) foi influenciada pelo ciclo circadiano e pela sazonalidade. Os

autores concluíram que determinados compostos só são produzidos em horários e estações específicas.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de óleos essenciais do mundo, ao lado da Índia, China e Indonésia, que são os maiores produtores mundiais. A posição do Brasil deve-se aos OE de frutas cítricas que são em sua grande maioria, obtidos por prensagem a frio, como subproduto do processo de fabricação de suco. Segundo Bizzo Hovell e Rezende (2009), no período de janeiro de 2005 a outubro de 2008, o Brasil exportou 287,759 toneladas de óleos de frutas cítricas, onde a grande maioria 86% foram de laranja, 8% de limão, 3% de lima e 3% de outros cítricos (como toranja, cidra, tangerina, entre outros). O limoneno é o componente principal dos OE de *Citrus* (30% a 97% dependendo da espécie). Outros componentes também contribuem para a composição do perfil químico como: α e β -pineno (~ 0,3% até ~15%), γ -terpineno (~ 10%), mircenol (~ 3%) e outros.

É importante destacar que, mesmo o Brasil sendo um grande exportador de óleos essenciais de frutas cítricas, o país investe pouco em pesquisas e no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a extração dos óleos essenciais. Segundo o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, apesar do setor industrial brasileiro de extração de óleos essenciais se responsável, em 2020, por US\$ 330,74 bilhões em exportação de óleos essenciais cítricos, houve uma queda na exportação deste tipo de produto quando comparado aos anos anteriores, (MDIC, 2021), conforme apresentado Figura 10.

Figura 10 – Exportação brasileira de óleos essenciais no período de 2016 a 2020.



Fonte: Comex Stat (2021).

Atualmente, existem diversos métodos de extração de óleos essenciais e a escolha por um método de extração varia de acordo com algumas características presentes na planta como a

quantidade disponível de óleo, sua localização e para qual uso ele se destinará. De acordo com Ribeiro (2016) independentemente do método de extração utilizado, o rendimento do óleo essencial obtido geralmente é muito baixo, inferior a 1%, sendo raras as plantas que permitem um rendimento maior que 15%, como o caso dos botões florais do *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia).

No processo de prensagem a frio utiliza-se cascas, caroços e sementes de plantas, principalmente quando se deseja obter um óleo que esteja livre de contaminação por misturas de solventes. Embora os outros métodos sejam mais produtivos, o óleo extraído por prensagem a frio tem uma melhor qualidade, por serem extraídos a frio e sem refino químico.

Simões et al. (2003) relatam que o método com solventes orgânicos está envolvido com o uso de compostos como o éter, éter de petróleo ou diclorometano, que retiram outros compostos lipofílicos, além do óleo essencial. Sendo assim, seu valor comercial é baixo e apesar de render muito, o processo é raramente utilizado em processos industriais.

Em seu estudo, Filippis (2001) faz uma comparação qualitativa e comparativa da composição dos óleos essenciais de Hon-sho e Ho-sho obtidos pelo processo de extração com fluidos supercríticos em relação ao método tradicionalmente usado, a hidrodestilação. Observou-se que os rendimentos máximos de óleo essencial obtidos na extração com fluido supercrítico apresentam valores próximos aos rendimentos obtidos através do processo de hidrodestilação, conforme observado na tabela 6. Porém, a vantagem da extração com fluido supercrítico está na composição do extrato. Os óleos essenciais, obtidos por hidrodestilação, apresentaram uma maior concentração de compostos não oxigenados que os obtidos pelo outro método.

Tabela 6 – Comparação dos rendimentos de extração utilizando fluidos supercríticos e hidrodestilação (massa de óleo essencial/ massa de planta).

Métodos de extração	Hon-Sho	Ho-sho
Extração com fluidos supercríticos	3,395%	2,393%
Hidrodestilação	3,526%	3,187%

Fonte: Filippis (2001).

O processo de destilação por arraste a vapor é uma operação unitária baseada na diferença de volatilidade de determinados compostos presentes na matéria-prima vegetal. Esse processo é um dos mais utilizados no mundo, e as indústrias preferem essa metodologia devido à sua simplicidade e economia, pois permite tratar de uma única vez quantidades significativas de

material vegetal. Tanto a destilação por arraste a vapor quanto a hidrodestilação são processos que não precisam de grandes conhecimentos técnicos para serem realizados, facilitando a sua implementação em grande escala e possibilitando a extração de óleo em maiores quantidades com baixo custo operacional (SARTOR, 2009).

Os métodos de arraste a vapor, hidrodestilação e tubodestilação são os mais utilizados em laboratórios e indústrias, com isso, Silva (2021) comparou em seu trabalho o desempenho dos três métodos para identificar a escolha mais viável para a implementação em uma indústria. As diferenças obtidas entre os métodos de extração estão apresentadas na Tabela 7. Através do levantamento dos dados bibliográficos, Silva (2021) realizou o balanço de massa e de energia referente aos três métodos extrativos.

Tabela 7 – Comparação entre três métodos extrativos, arraste a vapor, hidrodestilação e turbodestilação.

Parâmetro	Arraste a vapor	Hidrodestilação	Turbodestilação
Consumo de combustível na caldeira (kg/s)	4,05x10 ⁻⁵	0,01	0,01
Calor perdido na caldeira (kJ/s)	0,22	64,75	64,75
Comprimento do condensador (m)	0,06	3,27	11,01
Vazão de água fria no condensador (kg/s)	0,01	0,5	1
Tempo de processo (min)	76,6	150	30
Temperatura de processo (K)	373,32	373	373
Proporção fluido/vegetal (kg de fluido/kg de vegetal)	5,85	8,889	4

Fonte: Silva (2021).

Através da Tabela 6, é possível observar que há um maior consumo inicial de água pelo método da hidrodestilação, assim como um maior consumo de combustível, já que o processo tem um tempo maior de duração. Quanto ao tamanho dos trocadores de calor, nota-se que o trocador de calor resultante para o arraste a vapor, tem um tamanho muito inferior aos outros, isso pode ser atribuído à baixa vazão de vapor pelo condensador quando comparado aos outros métodos. Sendo assim, os métodos de arraste a vapor e de turbodestilação apresentam um menor consumo de insumos para o funcionamento da planta industrial, já o método da hidrodestilação não é recomendado para escalas industriais devido ao alto consumo energético e de água, podendo ser utilizado em pequenas escalas.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que o estudo dos óleos essenciais, suas características, aplicações e principais métodos de extração, são de extrema importância, pois podem contribuir para a otimização dos métodos já existentes e na descoberta de novas tecnologias. Na atualidade, é crescente o mercado de óleos essenciais, visto que eles possuem características relevantes e estão sendo bastante utilizados na medicina popular e vem ganhando destaque na indústria farmacêutica e alimentícia.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de óleos essenciais no mundo, e se destaca na produção de óleos cítricos. Mesmo o país sendo um dos principais produtores de óleos essenciais, o processo produtivo deste produto é pouco explorado devido à falta de investimentos.

O estudo é relevante pois contribui para os projetos de pesquisa na área, uma vez que o tema tem muito potencial a ser explorado por pesquisadores. Além disso, estudar este assunto é muito relevante para o curso de engenharia química, visto que ela é a ciência encarregada de transformar matérias-primas em produtos para o mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, Neide Aparecida Titonele; FERREIRA, Márcia de Assução. Cuidando de enfermagem pelas plantas medicinais. *In: FIGUEIREDO, Nébia Maria Almeida. Práticas de Enfermagem: Ensinando a Cuidar em Saúde Pública.* São Paulo: Yendis, 2007.
- ANDRADE, Milena Aparecida. **Óleos essenciais de Cinnamodendron dinisii Schwacke e Siparuna guianensis Aublet: composição química, caracterização das estruturas secretoras e avaliação do potencial biológico.** 2013. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- ASIF, Muhammad *et al.* Anticancer attributes of Illicium verum essential oils against colon cancer. **South Africa Journal of Botany**, v.103, p. 156-161, 2016.
- ASSIS, Karoll Moangella Andrade. **Elaboração de perfume utilizando como principal nota de corpo o óleo essencial de cravo-da-Índia obtido por diferentes técnicas.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.
- AZAMBUJA, Juliana. **Produção e extração de óleos essenciais em pequenas propriedades rurais.** 2012. Monografia (Especialização em Gestão no Agroegócio) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2012.
- BAKKALI, Fadil *et al.* Biological effects of essential oils—a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BIASI, Luiz Antonio; DESCHAMPS, Cícero. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial.** Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.
- BIZZO, Humberto R.; HOVELL, Ana Maria C.; REZENDE, Claudia M. Brazilian essential oils: general view, developments and perspectives. **Química Nova**, v. 32, p. 588-594, 2009.
- BOUSBIA, Nabil *et al.* A new process for extraction of essential oil from Citrus peels: Microwave hydrodiffusion and gravity. **Journal of food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 409-413, 2009.
- BUENO, Carla Cristina *et al.* Perfil da exportação e importação de óleos essenciais no Brasil, entre os anos de 2020 e 2021, e a predominância do óleo essencial de Melaleuca alternifolia no Paraná. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e560101321574-e560101321574, 2021.
- BURT, Sara. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International journal of food microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CASTILHO, Giovanna Kawasaki; FELISBINO, Sabrina da Silva; RODRIGUES, Natalia Mayume. Estudo para os tipos de extração de óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 10, 2021.

CASTRO, Mayra Corrêa. *Aromaterapia*. Curitiba: Contentus, 2021.

OLIVEIRA, Pollyana Francielle *et al.* Cytotoxicity screening of essential oils in cancer cell lines. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 2, p. 183–188, 2015

FILIPPIS, Flávia Molardi. Extração com CO₂ supercrítico de óleos essenciais de Honsho e Ho-sho-experimentos e modelagem. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FOKOU, Jean Baptiste Hounda; DONGMO, Pierre Michel Jazet; BOYOM, Fabrice Fekam. Essential oil's chemical composition and pharmacological properties. *In: Essential oils-oils of nature*. IntechOpen, 2020.

GNATTA, Juliana Rizzo *et al.* Aromaterapia e enfermagem: concepção histórico-teórica. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.50, n.1, p. 127-133, 2016.

JANDHYALA, Harsha. **Essential oils market size, share & trends analysis report by application (food & beverages, spa & relaxation), by product (orange, peppermint), by sales channel, and segment forecasts**. Grand View Research. 2020. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/essential-oils-market>. Acesso em: 22 mar. 2022.

LUPE, Fernanda Avila. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia**. 2007. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Exportação e Importação Geral**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 22 mar. 2022.

MEHL, Florence *et al.* Differentiation of lemon essential oil based on volatile and non-volatile fractions with various analytical techniques: a metabolomic approach. **Food chemistry**, v. 143, p. 325-335, 2014.

NASCIMENTO, Alexandra; PRADE, Ana Carla Koetz. **Aromaterapia: o poder das plantas e dos óleos essenciais**. Recife: Fiocruz-PE, 2020.

NEVES, Juliete Silva. *Aromaterapia: um tema para o ensino de química*. 2011. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade de Brasília: Brasília, 2011.

OOTANI, Marcio Akio *et al.* Use of essential oils in agriculture. **Journal of biotechnology and biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-175, 2013.

PEREIRA, Camila G.; MEIRELES, M. Angela A. Economic analysis of rosemary, fennel and anise essential oils obtained by supercritical fluid extraction. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 5, p. 407-413, 2007.

PETERFALVI, Agnes *et al.* Much more than a pleasant scent: a review on essential oils supporting

the immune system. **Molecules**, v. 24, n. 24, p. 4530, 2019.

PIMENTEL, Renah. **Produção, composição química e atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies arbóreas da família Lauraceae**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: Amazonas, 2015.

RADÜNZ, Marjana *et al.* Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. **Food chemistry**, v. 276, p. 180-186, 2019.

REICHLING, Jürgen *et al.* Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties—an overview. **Complementary Medicine Research**, v. 16, n. 2, p. 79-90, 2009.

RIBEIRO, Andreia *et al.* Caracterização do perfil fenólico do extrato aquoso e hidroetanólico de *Rosmarinus officinalis* L. **Revista das Ciências Agrárias**, v. 40, p. 147-150. 2017.

RIBEIRO, Edilene Carvalho Gomes. **Atividade moluscicida de óleos essenciais de plantas aromáticas da região Amazônica maranhense**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

RIBEIRO, Soraya Marques; BONILLA, Oriel Herrera; LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 73, n. 1, p. 31-38, 2018.

ROCHA, Ronys Reis Rodrigues; FERREIRA, Wanderson de Moraes; GONÇALVES, Karin Anne Margaridi. Benefícios proporcionados pelo uso de óleos essenciais sobre o sistema nervoso central e sua atividade antimicrobiana: uma revisão literária. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 229-236, 2022.

ROSA, Caroline da; CÂMARA, Sheila Gonçalves; BÉRIA, Jorge Umberto. Representações e intenção de uso da fitoterapia na atenção básica à saúde. **Ciência & saúde coletiva**, v. 16, n. 1, p. 311-318, 2011.

SANGWAN, N. S. *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant growth regulation**, v. 34, n. 1, p. 3-21, 2001.

SARTOR, Rafael Busato. **Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor**. 2009. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCHERER, R. *et al.* Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SERAFINI, Luciana Atti *et al.* **Extrações e aplicações de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.

SILVA, Felipe Maia *et al.* Análise da composição química do óleo essencial de capim santo (*Cymbopogon citratus*) obtido através de extrator por arraste com vapor d'água construído com materias de fácil aquisição e baixo custo. **Holos**, v. 4, p. 144-152, 2014.

SILVA, Geovana Teixeira Alves. **Estudo de processos convencionais de extração de óleos essenciais via revisão bibliográfica: uma base para um projeto industrial**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

SILVA, Luis Felipe Lima E. *et al.* Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 1775-1787, 2018.

SILVA, Marcela Cristina. **Óleos essenciais: caracterização, aplicações e métodos de extração**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2018.

SILVEIRA, Jeniffer Cristina *et al.* Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora UFRGS, 2003.

STEFFANI, Evandro. **Modelagem matemática do processo de extração supercrítica de óleo essencial de Ho-Sho (*Cinnamomum camphora* Nees & Eberm var. *linaloolífera* Fujita) Utilizando CO₂**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SUZIN, Joseli Beatriz; SANTOMAURO, Augusto Cezar; ALEIXO, Paloma. Repercussões da pandemia do novo coronavirus sobre os profissionais de saúde no hospital do servidor público municipal, opções terapêuticas na visão das práticas integrativas e complementares. **Revista de Estudos Amazônicos**, v. 2, n. 2, p. 56-63, 2020.

TEIXEIRA, Bárbara *et al.* Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 587-595, 2013.

TISSERAND, Robert; HACES, Luis Romano. **El arte de la aromaterapia: Aceites esenciales y massajes para la cura del cuerpo y la mente**. Buenos Aires: Ediciones Paidós Ibérica, 2016.

TRANCOSO, Marcelo Delena. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. **Revista Práxis**, v. 5, n. 9, 2013.

WOLFFENBÜTTEL, Adriana Nunes. Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia: abordagem técnica e científica. **São Paulo: Roca**, v. 2, 2010.

YABIKU, Helena Yuco; LARA, Walkyria H. Técnicas cromatográficas para a diferenciação de óleos essenciais cítricos de limão siciliano e Tahiti. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 46, n. 1-2, p. 45-51, 1986.