

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**  
**MARCELA CRISTINA SILVA**

**ÓLEOS ESSENCIAS: CARACTERIZAÇÃO, APLICAÇÕES E MÉTODOS DE  
EXTRAÇÃO.**

**FORMIGA – MG**

**2018**

MARCELA CRISTINA SILVA

ÓLEOS ESSENCIAS: CARACTERIZAÇÃO, APLICAÇÕES E MÉTODOS DE  
EXTRAÇÃO.

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Química do UNIFOR-MG, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Química.  
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Duarte Silva

FORMIGA – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UNIFOR-MG

S586 Silva, Marcela Cristina.

Óleos essenciais: caracterização, aplicações e métodos de extração /  
Marcela Cristina Silva. – 2018.  
42 f.

Orientador: Rodrigo Duarte Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Centro  
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Óleos essenciais. 2. Métodos de extração. 3. Operações unitárias.  
I. Título.

CDD 615.3219

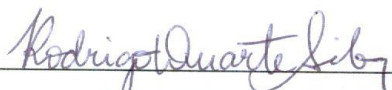
Catalogação elaborada na fonte pela bibliotecária  
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Marcela Cristina Silva

ÓLEOS ESSENCIAS: CARACTERIZAÇÃO, APLICAÇÕES E MÉTODOS DE  
EXTRAÇÃO.

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Química do UNIFOR-MG, como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Rodrigo Duarte Silva

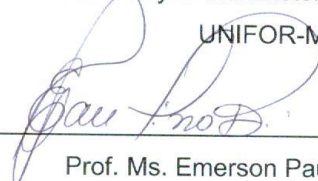
Orientador



---

Prof. Neylor Makalister Ribeiro Vieira

UNIFOR-MG



---

Prof. Ms. Emerson Paulino dos Reis

UNIFOR-MG

Formiga, 8 de novembro de 2018.

## RESUMO

Os óleos essenciais são compostos líquidos, odoríferos e voláteis presentes nas plantas aromáticas, são muito utilizados por apresentarem aromas, cores, sabores e efeitos medicinais. Estes óleos são um dos compostos mais importantes presentes nas plantas. Eles são constituídos por substâncias de natureza terpênica, sendo estes compostos responsáveis pela diversidade dos aromas presentes neles através das suas diferentes volatilidades e pelo acúmulo de seus componentes. Existem mais de três mil espécies de óleos essenciais sendo 300 deles de grande interesse comercial. Eles são muito utilizados nas indústrias de perfumes, cosméticos, farmacêutica de bebidas e repelentes. O Brasil está entre os quatro maiores produtores de óleos essenciais do mundo, junto com a Índia, China e Indonésia. Sua produção é voltada para os óleos essenciais de frutas cítricas, utilizando o método de extração de prensagem. Mesmo com a sua vasta biodiversidade e infinitas espécies de plantas aromáticas no solo brasileiro a fabricação e comercialização de outros tipos de óleos essenciais no país é pequena devido à falta de investimentos por parte do governo e dos produtores do óleo. Atualmente existem vários métodos de extração destes óleos essenciais, eles são utilizados para isolar os óleos essenciais presentes nas plantas aromáticas. Este método é escolhido de acordo com as seguintes características: a quantidade de óleo presente na planta, a localização do óleo e o composto que se deseja obter. A crescente busca por óleos essenciais aumenta o interesse de indústrias e profissionais na área para o estudo destas operações unitárias utilizadas em cada um destes métodos. São utilizadas diversas operações para extrair os óleos essenciais das plantas aromáticas, essas operações unitárias variam entre: destilação, absorção, prensagem, compressão. Os métodos de extração mais utilizados atualmente em indústrias e laboratórios são: *enfleurage* (enfloração), destilação por arraste de vapor d'água, extração com solvente, prensagem, hidrodestilação e extração por dióxido de carbono supercrítico. Cada um destes métodos é utilizado para uma finalidade e engloba diversas operações unitárias para separar e extrair o óleo essencial da planta.

Palavras-chave: Óleos essenciais. Métodos de extração. Operações unitárias.

## ABSTRACT

Essential oils are liquid, odoriferous, volatile compounds present in aromatic plants. They are widely used because they have aromas, colors, flavors and medicinal effects. These oils are one of the most important compounds present in the plants, they are constituted by substances of terpene nature, being these compounds responsible for the diversity of the aromas present in these oils through their different volatilities and the accumulation of its components. There are over three thousand species of essential oils and 300 of them of great commercial interest; they are widely used in perfumeries, cosmetics, pharmaceutical, beverages and repellents. Brazil is among the four largest producers of essential oils in the world, along with India, China and Indonesia. Its production is focused on the essential oils of citrus fruits, through the method of pressing extraction. Even with its vast biodiversity, and infinite species of aromatic plants in Brazilian soil, the manufacture and sale of other essential oils in the country is small due to the lack of investments by the government and the oil producers. Currently there are several methods of extracting these essential oils which are used to isolate essential oils present in aromatic plants. The method is chosen according to the following characteristics: the amount of oil present in the plant, the location of the oil in the plant and the compound that one wants to extract. The increasing search for essential oils increases the interest of industries and professionals in the area to study the unitary operations applied in each of these methods. Several operations are used to extract essential oils from aromatic plants; these unitary operations vary in distillation, absorption, pressing, compression. The most commonly used extraction methods in industries and laboratories are: inflow, steam distillation, solvent extraction, pressing, hydrodistillation and supercritical carbon dioxide extraction. Each of these methods is used for one purpose and encompasses various unitary operations for separating, extracting, and the essential oil from the plant.

Keywords: Essential oils. Extraction methods. Unit operations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquemas das rotas biossintéticas dos metabolismos secundários .....	22
Figura 2 - Representação de uma molécula de isopreno .....	23
Figura 3 - Hidrocarboneto terpênico limoneno .....	24
Figura 4 - Processo de extração do óleo essencial por <i>enfleurage</i> .....	27
Figura 5 - Sistema de obtenção de óleos essenciais por destilação .....	28
Figura 6 - Sistema de obtenção de óleos essenciais por hidrodestilação .....	29
Figura 7 - Sistema de extração utilizando solventes orgânicos.....	30
Figura 8 - Prensagem a frio do óleo essencial da oliva .....	32
Figura 9 - Planta industrial de extração de dióxido de carbono supercrítico .....	33
Figura 10 - Diagrama esquemático de um processo de extração supercrítico.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os principais óleos essenciais do mercado mundial .....	20
Tabela 2 - Principais constituintes dos óleos essenciais de frutas cítricas.....	24



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	9
2.	OBJETIVOS .....	10
2.1	Objetivo geral.....	10
2.2	Objetivos específicos.....	10
3.	JUSTIFICATIVA.....	11
4.	METODOLOGIA .....	12
4.1	Tipo de pesquisa .....	12
4.2	Técnica utilizada para coletas de dados .....	12
4.2.1	Etapas de investigação .....	12
4.2.1.1	Escolha do tema .....	12
4.2.1.2	Elaboração do projeto.....	13
4.2.1.3	Levantamento bibliográfico e leitura do material .....	13
4.2.1.3.1	Coleta e análise dos dados .....	13
4.2.1.4	Elaboração dos tópicos retratados na pesquisa .....	13
4.2.1.5	Organização lógica do assunto.....	14
4.2.1.6	Redação do texto.....	14
5.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
5.1	Plantas aromáticas e medicinais .....	15
5.2	Produção de frutas cítricas no Brasil .....	16
5.3	Óleos essenciais .....	17
5.3.1	Aplicação dos óleos essenciais.....	18
5.3.1.1	Aplicação dos óleos essenciais de frutas cítricas .....	18
5.3.2	Breve histórico sobre a utilização dos óleos essenciais.....	19
5.3.3	Importância comercial dos óleos essenciais para o Brasil .....	20
5.4	Principais características dos óleos essenciais.....	21
5.5	Composição química dos óleos essenciais.....	22
5.6	Composição química dos óleos essências de frutas cítricas .....	24
5.7	Métodos de extração dos óleos essenciais .....	25
5.7.1	Operações unitárias que envolvem os processos de obtenção dos óleos essenciais.....	26
5.7.1.1	<i>Enfleurage</i> .....	26
5.7.1.2	Arraste por vapor d'água .....	27

5.7.1.3	Hidrodestilação.....	28
5.7.1.4	Extração com solvente .....	30
5.7.1.5	Prensagem .....	31
5.7.1.6	Extração por dióxido de carbono supercrítico .....	32
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	35
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas aromáticas vêm sendo utilizadas desde a antiguidade como matéria-prima para diversos produtos naturais, por possuírem inúmeras características físico-químicas e biológicas. O óleo essencial é um composto volátil presente nas plantas aromáticas que possui aromas, cores, sabores e fragrâncias características, provenientes das substâncias terpênicas contidas na sua composição (LUPE, 2007).

Devido às suas diversas características, os óleos essenciais são um produto de alto valor agregado, eles são utilizados como matéria-prima e insumo em vários setores industriais, como é o caso dos setores farmacêuticos, de cosméticos e perfumarias (WOLFFENBUTEL, 2010). Nas últimas décadas tem crescido a demanda internacional pelos óleos essenciais e o conseqüente interesse pelos processos que envolvem a sua extração, objetivando melhor qualidade do produto e menor custo de produção (SARTOR, 2009).

Existem diversos métodos para a obtenção dos óleos essenciais, que vão de operações unitárias mais simples como as utilizadas no processo de *enfleurage* (enfloração) o mais antigo para obtenção do óleo essencial, até os mais modernos como o método de extração por dióxido de carbono supercrítico, muito utilizado em indústrias de cosméticos e de alimentos (FREIRE, 2014). A produção dos óleos essenciais no Brasil está muito ligada com a cadeia produtiva de frutas cítricas, como a laranja e o lima. O país é líder no ranking mundial na produção de óleo essencial advindo dessas frutas. Porém o processo produtivo deste produto é pouco explorado devido à falta de investimentos por parte do governo e dos produtores do setor.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar as principais características dos óleos essenciais, sua aplicação e as operações unitárias que envolvem seus métodos de extração.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Apresentar através da realização de uma revisão bibliográfica as principais características dos óleos essenciais, suas aplicações e as operações unitárias envolvidas em sua extração.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar as principais características dos óleos essenciais;
- Identificar o tipo de óleo essencial é mais produzido no Brasil, sua matéria-prima e composição;
- Apresentar o histórico da produção dos óleos essenciais;
- Abordar as composições químicas dos óleos essenciais;
- Descrever suas aplicações e importância comercial;
- Identificar as operações unitárias empregadas na produção de óleos essenciais.

### 3. JUSTIFICATIVA

A crescente utilização da medicina alternativa, a busca da população por compostos orgânicos e naturais, e o fato de ser um produto de vasta aplicação industrial e comercial torna os óleos essenciais importantes e dignos de estudos aprofundados.

Devido ao aumento na utilização dos óleos essenciais, e o consequente crescimento da sua comercialização existe um grande interesse por parte das indústrias por novas tecnologias para melhorar os processos de extração destes óleos essenciais. Responsáveis por gerenciar, desenvolver e controlar indústrias de transformações químicas, os engenheiros químicos podem atuar em diversos setores industriais como os processos de extração dos óleos essenciais, que aplicam operações unitárias voltadas para sua área de conhecimento. Tendo isto em mente, estudos sobre o assunto são de grande valia para pesquisadores e profissionais de diversas áreas, na busca de novas tecnologias e para a melhoria de processos já existentes.

## **4. METODOLOGIA**

No presente tópico serão descritos os procedimentos metodológicos apontados para o desenvolvimento do trabalho.

### **4.1 Tipo de pesquisa**

A metodologia abordada na pesquisa para atestar os objetivos propostos foi realizada a partir de referências bibliográficas, que é feita a partir da coleta de dados de materiais já elaborados, sendo eles, principalmente livros e artigos científicos.

A pesquisa bibliográfica, para os pesquisadores, é um dos problemas mais sérios a serem equacionados. Em função da disponibilidade dos bancos de dados bibliográficos e da profusão de artigos científicos, torna-se um grande impasse a escolha dos artigos mais adequados na construção da argumentação teórica fundamental às pesquisas e textos acadêmicos (TREINTA et. al., 2014, p.408).

### **4.2 Técnica utilizada para coletas de dados**

A coleta de dados busca obter informações referentes ao fenômeno ou fato que o pesquisador pretende estudar (TREINTA et al., 2014). No presente trabalho foi feito um planejamento do projeto de pesquisa, com todas as etapas de investigação executadas pela pesquisadora no desenvolvimento do trabalho.

#### **4.2.1 Etapas de investigação**

As etapas de investigação foram realizadas para definir todas as etapas do processo de pesquisa.

##### **4.2.1.1 Escolha do tema**

Segundo Tasca et al. (2010) a definição do problema e dos objetivos direcionados dão início a construção do projeto de pesquisa científica.

O desenvolvimento do trabalho se deu a partir da escolha do tema de interesse da pesquisadora. Esta etapa foi a contrapartida para a realização da

pesquisa, onde a mesma apresentou ao seu orientador suas ideias para a construção do trabalho.

#### **4.2.1.2 Elaboração do projeto**

Na elaboração do projeto foi definido o ambiente contextualizador, a justificativa da pesquisa e seu objetivo geral, os quais definiram os propósitos principais da pesquisa.

#### **4.2.1.3 Levantamento bibliográfico e leitura do material**

Depois da elaboração do projeto, a pesquisadora realizou um levantamento bibliográfico onde a mesma obteve dados através de livros, artigos científicos, teses de doutorado e mestrado.

A leitura familiarizou a pesquisadora com o tema abordado e garantiu para a mesma um bom acervo de arquivos relacionados ao assunto.

##### **4.2.1.3.1 Coleta e análise dos dados**

Os dados coletados pela pesquisadora foram analisados a partir das suas seguintes características:

- Tipo de documento: (livro, artigo, tese ou monografia), onde a mesma optou por usar primeiramente as informações vindas de livros e teses de doutorado e monografia, devido à relevância das informações presentes nos mesmos;
- Data do documento: foram coletados os documentos feitos com as datas mais próximas da pesquisa, para que a mesma fosse desenvolvida da forma mais atualizada possível.

#### **4.2.1.4 Elaboração dos tópicos retratados na pesquisa**

Posteriormente a análise dos dados foi feita a escolha dos tópicos que foram retratados na pesquisa, realizada através da busca dos assuntos mais relevantes de acordo os objetivos principais e específicos do trabalho.

Estes temas foram definidos conforme sua relevância, facilidade de obtenção e tratamento de dados.

#### **4.2.1.5 Organização lógica do assunto**

Nesta etapa foi realizada a organização dos tópicos abordados na pesquisa, os mesmos foram organizados de acordo com o assunto tratado, onde a pesquisadora procurou relacionar os tópicos ao longo da construção do texto.

#### **4.2.1.6 Redação do texto**

O processo de redação do texto foi o último realizado na pesquisa. O assunto abordado foi apresentado através dos seguintes tópicos:

- Introdução: onde foi apresentada uma prévia do assunto tratado no referencial bibliográfico;
- Objetivo: onde ficaram definidas as principais finalidades da pesquisa, do que ela se trata e qual é a intenção da mesma;
- Justificativa: tratou de expressar a relevância do tema escolhido pela pesquisadora, apresentando aos leitores a importância do mesmo;
- Metodologia: definiu como a pesquisa foi realizada, através das etapas de investigação nela presentes;
- Revisão bibliográfica: escrita a partir dos dados coletados, com todas as informações advindas de fontes citadas, onde foram retratados todos os elementos apontados como objetivos (gerais e específicos) da pesquisa;
- Resultados e discussões: foi realizada uma discussão sobre o tema por parte da pesquisadora, onde a mesma descreveu com suas próprias palavras seus estudos;
- Conclusão: onde será explicitado se os objetivos do trabalho foram atingidos;
- Referências bibliográficas: todos os trabalhos utilizados, citados, na redação do mesmo.



## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conhecidos como a “alma da planta” os óleos essenciais são compostos líquidos, odoríferos voláteis presentes nas plantas aromáticas. Sua principal função é adaptar a planta no meio ambiente no qual ela está inserida, e por isso a sua qualidade varia conforme a sua localização (SERAFINI et al., 2002).

O Brasil está entre os maiores produtores de óleos essenciais do mundo, porém tendo em vista sua enorme biodiversidade, o país sofre com a falta de investimentos e desenvolvimento quando se trata da extração destes produtos (A LAVOURA, 2013).

Existem vários métodos para obtenção dos óleos essenciais, sendo que a operação unitária que engloba todos eles é a extração. O mais empregado no Brasil e no mundo é método de arraste a vapor (LEAL, 2008).

### 5.1 Plantas aromáticas e medicinais

As plantas são seres orgânicos que além de fornecer oxigênio e servirem como fonte de alimento são muito utilizadas por populações ao redor do mundo. Desde os primórdios, o homem busca conhecer suas propriedades medicinais. Descobertas que aconteceram, comprovaram o uso das plantas para o controle de pragas e doenças devido à diversidade de compostos com aplicações medicinais e farmacêuticas que elas possuem (FREIRE, 2014).

Desde então vem ocorrendo um reaparecimento da medicina popular alternativa, que utiliza substâncias naturais para tratar doenças, e essa procura pelo natural também está surgindo em indústrias alimentares e de aromas (FIGUEIREDO; BARROSO; PEDRO, 2006).

As plantas aromáticas e os óleos essenciais podem ser utilizados pelos seus aromas, cores, sabores e poderes medicinais, proporcionando bem-estar social. Não existe comparação entre o aroma natural das plantas e o sintético criado em laboratório (GROSSMAN, 2005).

Espécies de vegetais que possuem aromas/ou perfume cujos princípios ativos são constituídos basicamente por essências, são capazes de sensibilizar o olfato na maioria das vezes de maneira agradável (CORREA JÚNIOR et al., 1994).

Um dos compostos mais valiosos produzidos pelas plantas, os óleos essenciais, são predominantemente constituídos por elementos de natureza terpênica. Esses compostos integram uma diversificada classe de substâncias naturais, no caso dos óleos essenciais as classes mono-, sequi- e diterpenos (FIGUEIREDO; BARROSO; PEDRO, 2006).

O óleo essencial é um produto que pode ser extraído dos resíduos de frutos cítricos, principalmente da laranja, e por isso é uma alternativa rentável para o país a produção dos mesmos (CORAZZA; RODRIGUES; NOZAKI, 2001).

## **5.2 Produção de frutas cítricas no Brasil**

As frutas tropicais e subtropicais possuem alto potencial de consumo. O Brasil está em terceiro lugar do ranking mundial na produção de frutas, cerca de 4% do volume total de frutas colhidas no mundo são do Brasil, uma produção de 40,2 milhões de toneladas. Destacando a colheita de laranja, mamão, banana, abacaxi e melancia (BRASIL, 2017).

As frutas cítricas estão entre as mais consumidas no mundo, tendo maior importância às laranjas, limas, tangerinas e limões (OLIVEIRA; EPIFÂNIO; SCIVITTARO, 2008). Brasil, Estados Unidos e China lideram o ranking mundial na produção dessas frutas (FAO, 2015).

O Brasil é líder mundial em exportação de frutas cítricas processadas, com destaque o suco concentrado de laranja (OECD FAO, 2016). A laranja é a principal espécie cítrica produzida e exportada no país. Segundo IBGE (2015), cerca de 16,7 milhões de toneladas do fruto foram produzidos em 2015.

O limão ocupa uma área de 1.0 mil hectares que proporcionaram cerca de 30 mil toneladas de frutas colhidas e parcela de 1,8% do total da fruticultura (BRASIL, 2017, p.8).

A cultura citrícola está exposta ao ataque de pragas, doenças e outros diversos fatores que podem afetar toda a cadeia produtiva dos frutos cítricos, incluindo a produção e o preço das mesmas (MELL; MAIA, 2008). Sendo os problemas fitossanitários um dos maiores fatores relacionados à diminuição da produtividade desta cultura, este problema pode ser visto através da diminuição da área plantada nos centros com maior volume de produção, como é o caso da região sudeste do país (NAVA et al., 2007).

A colheita e o processamento dos frutos cítricos no Brasil geram uma enorme quantidade de resíduo. Na extração do suco de citros aproximadamente 50% do fruto é utilizado com subproduto resultante deste processo (CHON, 1997).

### 5.3 Óleos essenciais

Considerados a alma da planta, o óleo essencial é uma substância líquida, odorífica e volátil presente nas plantas aromáticas. Mesmo sendo conhecido como óleo, não possui aspecto oleoso e, quando exposto ao ar livre se evapora completamente (SERAFINI et al., 2002).

Esses óleos essenciais podem ser obtidos através de isolamento por destilação, pressão ou extração por solvente. Em temperatura ambiente se apresentam em forma de líquido, imiscível em água, mas miscível em solventes orgânicos (FIGUEIREDO; BARROSO; PEDRO, 2006).

Os óleos essenciais são extraídos desde o início das civilizações. Eles são muito utilizados em indústrias farmacêuticas, na produção de cosméticos e de perfumes. As plantas aromáticas possuem grande importância comercial no Brasil, principalmente na Amazônia, devido à utilização de seus óleos essenciais e à aplicação de seus aromas em diversas tecnologias (SANTOS, 2004 apud FELIZARDO, 2017).<sup>1</sup>

Estes óleos podem estar armazenados em diferentes órgãos das plantas como nas folhas e flores, cascas dos caules, raízes, ramos e em frutos ou sementes, são encontrados em estruturas específicas, tais como glândulas finas da epiderme, isoladas em células no tecido das plantas (LOUZEIRO et al., 2011).

Presentes em forma de pequenas gotas entre as células de uma planta, os óleos essenciais agem como hormônios reguladores e catalisadores. Sua principal função é auxiliar a planta a se adaptar ao meio, e por isso que em situações de perturbação tem sua produção aumentada (AZAMBUJA, 2012).

Em resumo os óleos essenciais são um misto de compostos de natureza físico-químicos próprios, que juntos dão ao óleo um odor único. Eles são compostos simples de solubilidade limitada. A diferença no aroma desses óleos se dá

---

<sup>1</sup> SANTOS, A. S. et al. **Descrição de sistema de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado técnico, 2004.

principalmente, pela variabilidade da volatilidade e pelo acúmulo relativo dos seus componentes (LIMA et al., 2010).

### **5.3.1 Aplicação dos óleos essenciais**

Até o presente momento são conhecidas cerca de 3 mil espécies de óleos essenciais, sendo que 300 destes são de grande interesse industrial, utilizados como matérias-primas em setores de perfumaria, cosméticos, farmacêutica, bebidas e repelentes (CASAMIGLIA et al., 2007).

Os óleos essenciais possuem diferentes efeitos psicológicos, sobre a mente e as emoções humanas, graças à incitação proporcionada pelos seus diversos aromas (PINHEIRO, 2003).

Eles são utilizados como matéria-prima em diversos produtos como: produtos de higiene e limpeza, fabricação de tintas, inseticidas e fármacos. Além disso, possuem outras diversas funcionalidades (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

Segundo Pinheiro (2003), a seguir serão descritas algumas das funções dos óleos essenciais que os tornam tão importantes comercialmente falando:

- Nos vegetais: ele promove a atração dos insetos polinizadores, aumentando a efetividade da reprodução, possui função repelente contra insetos que sejam seus inimigos naturais e proteção do tecido vegetal no ataque de fungos e bactérias que possam os danificar;
- Nas sementes: inibem a germinação de sementes e o aumento das plantas parasitas (competidoras) ao seu redor;
- Nos seres humanos: seus efeitos podem ser antifúngicos, antibacterianos, antioxidantes, antimicóticos, antiulcerogênicos, antiflogísticos e espasmódicos.

#### **5.3.1.1 Aplicação dos óleos essenciais de frutas cítricas**

As frutas cítricas do gênero *Citrus* fazem parte da família Rutaceae. Abundantes nas regiões tropicais elas possuem diversas propriedades medicamentosas devido à presença de compostos altamente antioxidantes, fenóis e

flavonoides, estes extratos são obtidos através das folhas e das frutas (KAEWSUKSAENG et al., 2011).

O Brasil se destaca entre os principais fornecedores dos óleos essenciais de laranja, lima, limão, entre outros cítricos. Estes óleos estão entre os mais manipulados do mundo, eles são derivados principalmente de resíduos das indústrias de suco através de um processo conhecido como prensagem (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, como por exemplo, na fabricação de balas e bebidas sendo muito importantes na economia mundial dos derivados de cítricos (BOUSBIA et al., 2009).

### **5.3.2 Breve histórico sobre a utilização dos óleos essenciais**

A fumaça é um dos odores mais antigos conhecidos pelos homens, exaladas da queima de madeira, especiarias, ervas e incensos. A prática deu origem a palavra perfume (*per.* através *fumum*: fumaça) (AZAMBUJA, 2012).

A utilização dos extratos e óleos essenciais, principalmente os perfumes, vem desde a antiguidade. Na Ásia em países como a China, Índia e o Oriente Médio, os óleos, as plantas aromáticas, as águas perfumadas e as chamadas “preparações cosméticas” eram usados nos alimentos, em cosméticos, na medicina e em práticas religiosas (LUPE, 2007).

Os óleos essenciais eram ainda utilizados para embalsamar os mortos, para propósitos espirituais, medicinais e cosméticos. A rainha Cleópatra celebrou-se também pelo conhecimento dos poderes dos óleos essenciais, diz-se, inclusive, que utilizou óleo essencial de rosas para cegar Marco Antônio com a sua beleza (IBERIAN COPPERS S.A, 2016).

As sabedorias milenares da fitoterapia são as que até hoje ditam as receitas para as indústrias de cosméticos em relação à hidratação e relaxamento de pele e cabelo (LUPE, 2007).

No Brasil em 1920 as indústrias dos óleos essenciais começaram as suas atividades, sendo que em 1940 se tornaram importantes no setor agroindustrial que

mesmo com a ausência de investimentos e infraestrutura começaram a exportar estes produtos (SANTOS, 2011).

Apesar de possuir resultados promissores em relação à produção dos óleos essenciais, principalmente na exportação, o Brasil enfrentou e até hoje enfrenta, a falta de investimentos por conta dos seus produtores locais, e a concorrência no mercado internacional frente aos países asiáticos (SANTOS 2011). A tabela a seguir TAB. 1, apresenta os principais óleos essenciais do mercado mundial.

Tabela 1 - Os principais óleos essenciais do 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.
Grapefruit	<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
Spearmint (nativa)	<i>Mentha spicata</i> L.

Fonte: Adaptada de BIZZO et al., 2009.

### 5.3.3 Importância comercial dos óleos essenciais para o Brasil

Ao lado de países como Índia, China e Indonésia, o Brasil tem lugar de destaque na produção de óleos essenciais, estando entre os quatro maiores produtores do mundo. Isso se deve basicamente a produção dos óleos essenciais cítricos, obtidos como subprodutos da indústria de sucos. O mercado mundial movimenta US\$ 15 bilhões por ano, apresentando crescimento aproximado de 11% ao ano (O Brasil é líder na produção de dois destes: o de laranja (*Citrus sinensis*) e o de lima destilada (*Citrus aurantifolia*)).

Entre janeiro a outubro de 2013, o Brasil exportou aproximadamente 26,6 mil toneladas de óleos cítricos, conforme dados da época, divulgados pela base Aliceweb do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. A biodiversidade dos recursos naturais favorece o mercado brasileiro, mas faltam organização e apoio efetivo entre o governo, instituições de pesquisa, universidades e iniciativa privada, em relação aos métodos de obtenção destes óleos essenciais com qualidade e com preços capazes de disputar mercado. O país sofre com a falta de investimentos e padrão de qualidade (A LAVOURA, 2013).

#### **5.4 Principais características dos óleos essenciais**

Diversas características dão aos óleos essenciais particularidades que os tornam tão importantes e valiosos.

Segundo Lupe (2007) os óleos essenciais apresentam as seguintes características:

- Delicado e intenso aroma nas maiorias dos óleos;
- Boa afinidade com solventes orgânicos apolares;
- Solubilidade em água limitada, para aromatizar hidrolatos que são as soluções aquosas;
- Sabor ácido e picante;
- A maioria dos óleos são incolores ou amarelados, sendo que alguns desses óleos apresentam cor, como é o caso do óleo volátil de camomila que apresenta coloração azulada;
- Compostos instáveis na presença de ar, calor, umidade, luz e metais;
- A maior parte deles possui índice de refração e são opticamente ativos;
- As constituições destes óleos variam em: hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e compostos com enxofre. Estes compostos apresentam-se nas misturas em diferentes quantidades (LUPE, 2007).

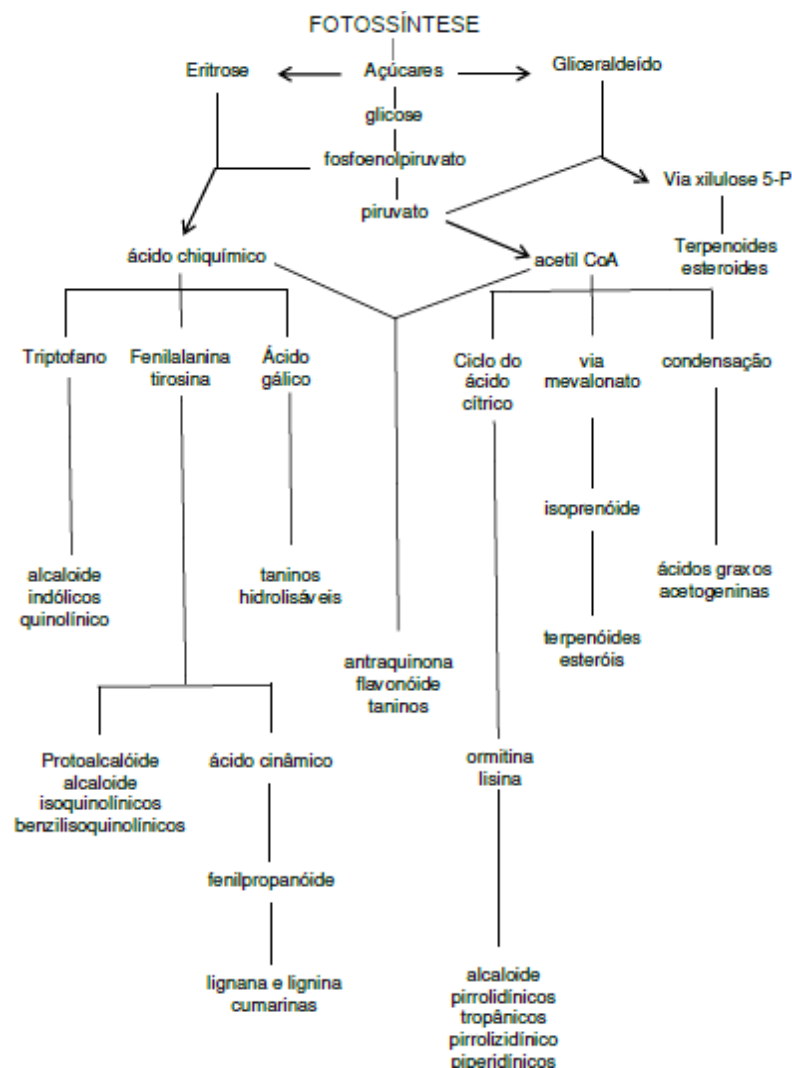
## 5.5 Composição química dos óleos essenciais

Os componentes dos óleos essenciais podem estar presentes em grandes e em pequenas quantidades, o que não os tornam menos potente. Em quaisquer quantidades estes componentes tornam os óleos essenciais um produto com efeitos terapêuticos e toxicológicos (GROSSMAN, 2005).

Quimicamente, os óleos essenciais são uma mistura orgânica complexa que pode possuir dezenas e até centenas de substâncias voláteis pertencentes na sua maioria à classe dos terpenos, que são derivados da via do ácido mevalônico ou da rota da xilulose 5-P, e à classe dos fenilpropanóides, produto adquirido pela via chiquimato (SIMOES et al.,2003).

Na FIG. 1 está resumida as rotas biossintéticas dos metabólitossecundários.

Figura 1 - Esquemas das rotas biossintéticas dos metabolismos secundários

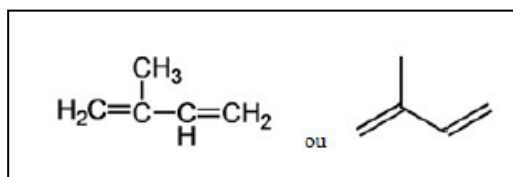


Fonte: Adaptado de Lupe ,2007.



Os terpenos são os constituintes mais relevantes dos óleos essenciais. Eles são compostos constituídos por cinco átomos de carbono, conhecidos como unidades isoprênicas, como pode ser visto na (FIG. 2.) São classificados de acordo com a quantidade de unidades isoprênicas que os formam. Assim os terpenos são na maioria das vezes considerados produto resultante de muitas unidades de isopreno (FONTES; ALÇADA, 2008).

Figura 2 - Representação de uma molécula de isopreno



Fonte: FONTES; ALÇADA, 2008.

Os terpênicos apresentam inúmeras funções orgânicas, tais como: álcoois, cetonas, aldeídos, ésteres, fenóis e hidrocarbonetos. Entre esses compostos terpênicos os mais comuns nos óleos essenciais são os monoterpenos e os sesquiterpenos (SIMÕES et al.,2003).

Ainda que toda a planta possa armazenar os óleos essenciais, sua constituição pode variar de acordo com a sua localização (SIMÕES et al.,2003).

Sendo assim, os óleos essenciais, como quaisquer metabólitos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente circundante, portanto sua síntese e proporções no vegetal são frequentemente afetadas pelas condições ambientais (GOBBO-NETO & LOPES, 2007 apud RIBEIRO, 2016, p.23).<sup>2</sup>

Mesmo apresentando diferentes concentrações, os compostos químicos, nos óleos essenciais possuem de um até três compostos, conhecidos como componentes majoritários, que são característicos da espécie vegetal. Na maioria das vezes estes constituintes são identificados através de cromatografia e espectroscopia (RIBEIRO, 2016).

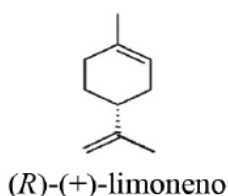
A utilização dos cromatógrafos a gás e espectrômetros de massa torna possível a separação dos componentes dos óleos essenciais, e com isso a consequente identificação dos mesmos (GROSSMAN, 2005).

<sup>2</sup> GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. Química Nova. v. 30, n. 2, p.374-381, 2017.

## 5.6 Composição química dos óleos essenciais de frutas cítricas

A composição química dos óleos essenciais de frutas cítricas é dividida em hidrocarbonetos terpênicos e terpenos oxigenados (terpenóides). Sendo o hidrocarboneto terpênico limoneno (FIG. 3), o principal constituinte. 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 (YABIKU; LARA, 1986).

Figura 3 - Hidrocarboneto terpênico limoneno



Fonte: ADAPTADO. ARAÚJO ET AL.,([2017]).

O epicarpo dos cítricos possui muitos metabólitos secundários, como terpenóides, carotenóides, cumarinas, furanocumarinas e flavonóides, especialmente flavonamas e flavonas polimetoxiladas, que são pouco frequentes em outros vegetais. Todos esses metabólitos atuam na proteção contra fatores bióticos e abióticos (Araújo et al. apud AHMAD et al.,2006)

Na TAB.2 serão apresentados os principais constituintes de alguns óleos essenciais de frutas cítricas.

Tabela 2 - Principais constituintes dos óleos essenciais de frutas cítricas

Oleo essencial	Principais constituintes
Bergamota	Ésteres de álcoois monoterpênicos (linalil acetato, neril acetato, geranil acetato); monoterpênicos (limoneno, $\beta$ - pineno, $\gamma$ - terpineno); monoterpênicos (linalol, geraniol, geranial, neral).
Casca de laranja	Monoterpênicos (limoneno, mirceno); sesquiterpenóides ( $\beta$ - senesal, $\alpha$ -sinensal), sesquiterpeno (valenceno), monoterpênicos (decanal, linalol, neral, citronelal), outros compostos (octanal).
Limão	Monoterpênicos (limoneno, $\beta$ -pineno, $\gamma$ - terpineno), monoterpênicos (geranial, neral, citronelal, linalol), outros compostos (neril acetato, geranil acetato, nonanil).
Toranja	Monoterpênicos (limoneno, mirceno),

---

monoterpenoide (decanal, linalol, citrionelol, neral, geranial), sesquiterpenoide (nootkatona,  $\beta$ -sinensal), outro composto (octanal).

---

Fonte: Adaptado. Araújo et al., ([2017]).

Segundo Bousbia et al. (2009),

Estruturas histológicas especializadas estão habitualmente relacionadas à síntese e ao acúmulo de óleos essenciais. Em óleos de citros, existem glândulas localizadas no epicarpo, onde se encontra também os carotenoides que distingue as cores das cascas de cada espécie (BOUSBIA et al., 2009).

## 5.7 Métodos de extração dos óleos essenciais

A escolha do método de extração do óleo essencial na planta depende de fatores como: a quantidade de óleo, a localização do óleo e o composto que se deseja obter (SIMÕES et al., 2003).

Segundo Wolffenbuttel (2010) “cada método de extração é capaz de produzir um tipo diferente de extrato com composição química distinta, ainda que se utilize a mesma espécie vegetal”.

Segundo Lupe (2007) os métodos de extração mais utilizados são:

- *Enfleurage* utilizado para extrair o óleo essencial da pétala das flores;
- Arraste por vapor d’água: utilizado para extrair óleo de plantas frescas, sendo o método mais tradicional e o mais utilizado;
- Extração com solvente: extração do óleo essencial através de solvente apolar, método pouco utilizado comercialmente;
- Prensagem: utilizado para extrair o óleo essencial de frutos cítricos;
- Extração por dióxido de carbono supercrítico: responsável por recuperar aromas essenciais de vários tipos e não somente o óleo essencial, sendo o método mais viável industrialmente.

A indústria extratora dos óleos essenciais é responsável pelo fornecimento de moléculas químicas (química fina) *per se* ou para o cumprimento de uma função específica (especialidades químicas), sob a forma de produtos purificados concentrados e beneficiados, ou por substâncias isoladas dos mesmos, de acordo com a cadeia produtiva considerada. Esse processo pode ser apresentado como uma sequência de elos que englobam as

principais categorias de empresas envolvidas com o tema: Produtoras de matérias-primas (ou produtora de insumos); Transformadoras (ou formuladoras); Embaladoras e Utilizados finais e *traders* (SANTOS, 2011, p.54).

Em laboratórios os métodos mais empregados para destilação dos óleos essenciais são a hidrodestilação e a extração utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico, já em plantas industriais os métodos mais utilizados é a destilação por arraste a vapor d'água (SERAFINI et al.,2002).

A crescente busca internacional por estes óleos essenciais tem aumentado a procura por novos meios de extração do mesmo, visando aumentar a qualidade deste produto(NASCIMENTO, 2017).

### **5.7.1 Operações unitárias que envolvem os processos de obtenção dos óleos essenciais**

Nos tópicos a seguir serão descritos os processos de obtenção dos óleos essenciais e as operações unitárias que os compõem.

#### **5.7.1.1 *Enfleurage***

Segundo Simões et al. (2003), a *enfleurage* já foi um método muito utilizado na obtenção dos óleos essenciais, mas atualmente só é utilizado por algumas indústrias de perfumes, pois se trata de um método lento e caro (SILVEIRA et al., 2012). Ele se baseia em operações unitárias simples a absorção, filtração e a destilação (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

A *enfleurage* é utilizada em flores como jasmim, laranjeira e rosas FIG. 4, que possuem pouco óleo essencial em sua composição, o que as torna bastante instáveis, impossibilitando a utilização do método de arraste a vapor, pois as mesmas podem perder completamente seus compostos aromáticos (SILVEIRA et al.,2012).

Este método se baseia no poder que a gordura tem em absorver com eficácia os óleos essenciais devido às interações que acontecem entre as moléculas do óleo essencial e as da gordura (WOLFFENBUTTEL, 2010).

O processo é feito da seguinte maneira: as pétalas são colocadas a temperatura ambiente sobre uma camada de gordura durante certo tempo, até que esta atinja a saturação total. Então a gordura é tratada com álcool. A mistura é então derretida e filtrada para posteriormente ser destilada em baixa temperatura até ser obtido o óleo essencial (LUPE, 2007).

Figura 4 - Processo de extração do óleo essencial por *enfleurage*



Fonte: NEVES, 2011.

#### 5.7.1.2 Arraste por vapor d'água

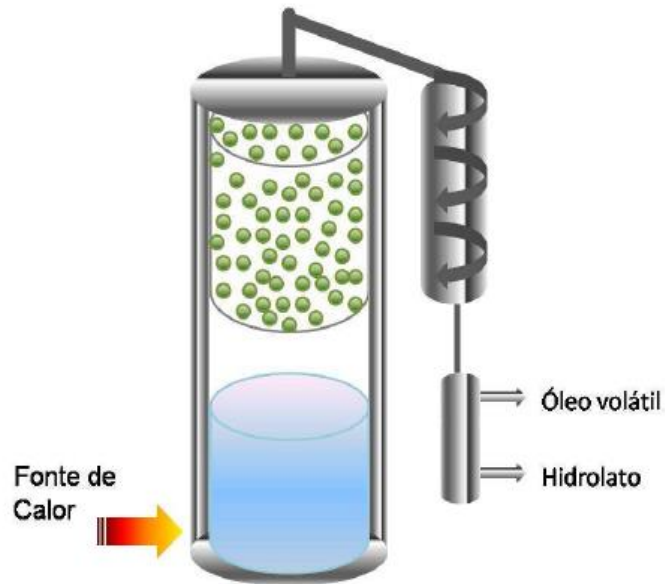
Segundo Sartor (2009) um dos métodos mais comuns empregados para obtenção dos óleos essenciais é a destilação por arraste de vapor d'água, representado esquematicamente na (FIG.5.) O método de destilação por arraste a vapor consiste, basicamente, em um método que separa (isola ou purifica) substâncias imiscíveis ou pouco miscíveis. A operação unitária que envolve este processo é a destilação que se dá conforme a diferença da volatilidade de determinados compostos presentes nestes óleos essenciais. Esse método ainda é o mais utilizado nas indústrias por ser relativamente barato quando comparado com outros métodos mais tecnológicos.

Segundo Leal (2008) o processo de destilação se torna efetivo através de dois fenômenos físicos opostos, a vaporização e a condensação, que são os responsáveis pela liberação dos compostos voláteis das plantas aromáticas.

A primeira etapa da destilação por arraste a vapor é a geração de vapor d'água em uma cadeira. O vapor gerado entra em contato com o material da planta aromática, forçando a quebra intermolecular e arrasta os componentes voláteis nela contidos (SILVA, 2016).

A segunda etapa deste processo ocorre no condensador onde os vapores são resfriados e liquefeitos. Em um decantador, ocorre a separação de fases entre óleo e a água (SILVA, 2016).

Figura 5 - Sistema de obtenção de óleos essenciais por destilação por arraste a vapor



Fonte: LEAL, 2008.

Segundo Yusoff (2011) este é o método mais eficaz de extração, podendo atingir 93% de eficiência, visto que os demais métodos ficam responsáveis, juntos, pelos 7% restantes.

### 5.7.1.3 Hidrodestilação

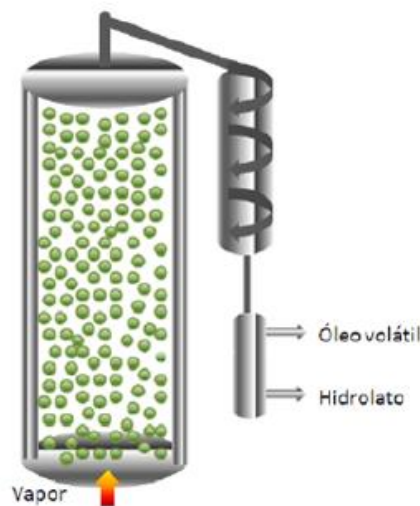
De acordo com Leal (2008) existem três categorias para os métodos de destilação, são eles:

1. Destilação utilizando água e vapor;
2. Destilação com água (hidrodestilação);
3. Destilação com vapor direto.

As operações unitárias que totalizam o método de hidrodestilação FIG. 6 são basicamente as mesmas que no método por arraste a vapor, a única diferença é que na hidrodestilação a matéria-prima está submersa em água (CHAVEZ, 2007 apud SARTOR, 2009)<sup>3</sup>. Neste processo a matéria-prima (matriz vegetal) está totalmente imersa em água, no extrator a mistura é aquecida até a ebulição. A água e o óleo essencial formam uma mistura homogênea, formando duas fases, o óleo menos denso fica na parte de cima (WOLFFENBUTTEL, 2010).

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

Figura 6 - Sistema de obtenção de óleos essenciais por hidrodestilação



Fonte: LEAL, 2008.

No processo de hidrodestilação são formados dois produtos: o óleo essencial e o hidrolato (também conhecido como água floral), pois, uma pequena parte do óleo interage com moléculas de água, formando uma emulsão, que são chamados de hidrolatos. Esses hidrolatos possuem grande valor comercial, pois podem ser utilizados como fragrância nas indústrias de cosméticos, alimentos e farmacêuticas.

<sup>3</sup> CHÁVEZ, M.G.C. **Hidrodestilacion de aceites esenciales: Modelado y caracterizacion**. 2007. 304p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química e Tecnologia do Meio Ambiente, Universidade de Valladolid, Valladolid

(Mas na maioria dos casos, as destilarias o descartam por não conhecerem este potencial comercial) (NEVES, 2011).

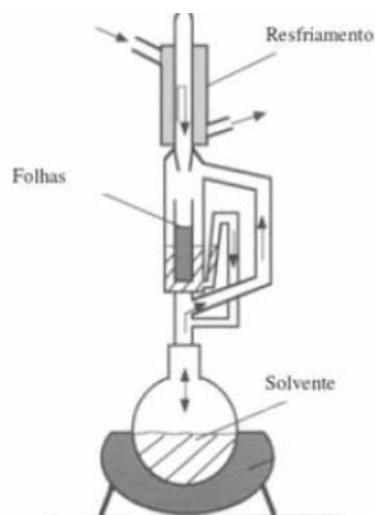
#### 5.7.1.4 Extração com solvente

O método de extração com solvente FIG. 7 é implementado utilizando-se um solvente orgânico e apolar, que pode ser a acetona ou qualquer outro derivado do petróleo(LUPE, 2007).

Segundo propôs Wolffenbuttel (2010) são necessárias várias etapas para a obtenção do óleo essencial através dos solventes, sendo elas:

- Mistura do solvente com o material vegetal (planta ou flor);
- Aquecimento da mistura até a temperatura de ebulição para que ocorra a ruptura dos tricomas (apêndices epidérmicos que armazenam o óleo essencial);
- Arraste a vapor do solvente até o condensador;
- Resfriamento da mistura em condensador, onde ocorre a evaporação do solvente para separação do óleo essencial puro.

Figura 7 - Sistema de extração utilizando solventes orgânicos



Fonte: MARTINEZ, 2005 apud SARTOR, 2009, P.9.<sup>4</sup>

<sup>4</sup>MARTINEZ, J.; MONTEIRO, A.; ROSA, P.; MARQUES, M.; MEIRELES, M. **Multicomponent model to describe extraction of ginger oleoresin with supercritical carbon dioxide**. v. 42. Industrial and Engineering Chemistry Research, 2013. p.1057-1063.



Biasi e Deschamps (2009) propôs outro método de extração utilizando o solvente orgânico através de difusão, onde o material vegetal deve ser misturado ao solvente e mantido a temperatura ambiente. Segundo ele o solvente interage com a matéria vegetal e o óleo com o solvente, devido suas características apolares, e depois disso o solvente é então evaporado, a temperatura ambiente, e a solução obtida tem como produto final, o óleo essencial.

Apesar de render muito, o método é raramente utilizado em processos industriais, pois o solvente orgânico não interage apenas com os componentes dos óleos essenciais extraindo também outros compostos como pigmentos e ceras (NEVES, 2011).

#### **5.7.1.5 Prensagem**

Também conhecido como expressão, como pode ser visto na FIG. 8, é o método empregado para extração do óleo essencial de frutos cítricos. Através da utilização de prensas hidráulicas, ocorre a prensagem (esmagamento) do fruto que produz o suco e o óleo essencial. O óleo essencial é então separado do suco através de jatos d'água, formando uma emulsão que posteriormente é separada através de uma das seguintes operações unitárias: decantação, centrifugação ou destilação fracionada (LUPE, 2007).

Os óleos cítricos também podem ser extraídos por destilação a vapor, o que é feito para eliminar as furano cumarias que mancham a pele. Porém o óleo retirado por prensagem possui qualidade superior no sentido terapêutico. Não somente é feito extração de óleos essenciais de cítricos por este método, mas também o óleo extra virgem de amêndoas, castanhas, nozes, germe de trigo, oliva e semente de uva (SILVEIRA et al., 2012).

Figura 8 - Prensagem a frio do óleo essencial da oliveira



Fonte: LEAL, 2008.

#### 5.7.1.6 Extração por dióxido de carbono supercrítico

Este método de extração é um processo original que permite o ganho de produtos com alta qualidade e utilidades, preservando compostos termossensíveis por causa do uso de baixa temperatura no processo. Ele não deixa resquícios de solventes no produto e nem no resíduo sólido, o que o torna um processo muito utilizado para a produção de óleos essenciais destinados às indústrias farmacêuticas e de alimentos. Uma grande vantagem do seu uso é devido ao baixo custo do CO<sub>2</sub>. A FIG. 9 apresenta uma planta industrial de extração de dióxido de carbono supercrítico (LEAL, 2008).

Para o melhor entendimento do processo de extração com fluido supercrítico, é necessário primeiramente entender o que é um fluido supercrítico. Segundo Stefani (2003) a temperatura crítica de um gás é a temperatura acima da qual a substância pode existir somente na forma de 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. Então quando o gás apresenta temperatura e pressão acima dos níveis superiores dos valores considerados críticos, ele é considerado como um fluido em condições supercríticas. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) possui temperatura crítica de 31°C e pressão crítica a 7,3 MPa.

Figura 9 - Planta industrial de extração de dióxido de carbono supercrítico

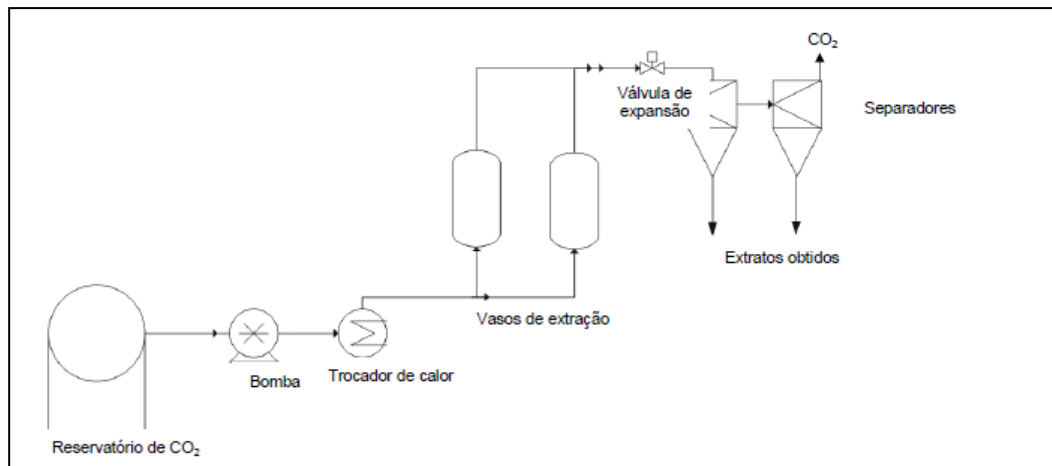


Fonte: LEAL, 2008.

De acordo com Leal (2008) a tecnologia de extração utilizando o dióxido de carbono supercrítico é considerada da “indústria verde”, ou seja, é uma tecnologia limpa, o que a torna bastante atraente para as indústrias partindo do fato que as leis referentes ao uso de solventes orgânicos em processos estão cada dia mais rígidas.

Segundo Stefani (2011) o método de extração por dióxido de carbono supercrítico ocorre da seguinte maneira: o dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  pressurizado, no estado líquido, abastece o sistema através do compressor, passando por um pré aquecedor, onde tem sua temperatura aumentada tornando-o de líquido para supercrítico. O  $\text{CO}_2$  flui no sistema onde passa pela matriz sólida na câmara de extração, a mistura soluto-solvente é expandida ao passar na válvula de expansão. Depois disso a pressão e a temperatura são reduzidas e o extrato precipita no frasco coletor. O  $\text{CO}_2$  no estado gasoso recircula no sistema, passando outra vez pelo compressor e pelo trocador de calor antes de chegar ao vaso extrator. O processo ocorre como mostra o diagrama (FIG.10).

Figura 10 - Diagrama esquemático de um processo de extração supercrítica



Fonte: PEREIRA ET AL., 2004 apud STEFANI, 2011, P. 11.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>PEREIRA, C. G.; MARQUES, M. O. M.; BARRETO, A.; SIANI, A. C.; FERNANDES, E. C.; MEIRELES, M. A. A. **Extraction of índole alkaloids from tabernaemontana catharinensis using supercritical CO<sub>2</sub> + ethanol: na evaluation of raw material origin and process variables.** Journal of Supercritical Fluids. v.30. p. 51-61, 2004.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado neste trabalho demonstrou que as plantas aromáticas e/ou diversos frutos possuem óleo essencial em sua composição e que este óleo é utilizado desde os primórdios da humanidade para diversas finalidades como aromatizante, saborificante e para fins medicinais.

Devido a sua vasta aplicação e a grande biodiversidade mundial existem diversos tipos de óleos essenciais disponíveis e cada um deles possui uma finalidade diferente, o que os torna tão interessante do ponto de vista comercial.

O que garante que o óleo essencial seja um composto líquido, odorífero e volátil é a composição química deste óleo que é formado por inúmeras substâncias voláteis pertencentes, na sua maioria, a classe dos terpenos que apresentam várias funções orgânicas, tais como álcoois, cetonas, aldeídos, ésteres, fenóis e hidrocarbonetos.

O Brasil se destaca na produção de óleos essenciais, sendo líder na produção mundial de óleos essenciais de frutas cítricas, obtidos pela prensagem da casca destas. Contudo mesmo sendo um grande exportador de óleo essencial de frutas cítricas, o Brasil investe pouco em pesquisas e no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a extração dos óleos essenciais, apesar da imensa quantidade de plantas aromáticas que existem nos solos brasileiros e da grande possibilidade de poder extrair o óleo essencial das mesmas utilizando outros métodos.

Atualmente existem diversos métodos de extração destes óleos essenciais, o critério de escolha deste método varia de acordo com algumas características presentes na planta como a quantidade disponível de óleo e a sua localização.

As operações unitárias realizadas para separar este composto da planta variam em absorção, destilação, difusão, prensagem entre outras.

Existem três métodos de separação que utilizam a destilação para extrair o óleo essencial são eles: a destilação por arraste a vapor d'água que se dá através de duas operações unitárias, a vaporização e a condensação que liberam os compostos voláteis das plantas. A hidrodestilação que utiliza os mesmos métodos de separação que a destilação por arraste a vapor d'água, o que os diferencia é que na hidrodestilação o material está submerso em água. A Extração com solvente feita através de solventes polar ou apolar, na maioria das vezes a acetona, já a

*enfleurage* é um método que separa o óleo essencial das pétalas das flores, que possuem pouco óleo essencial em sua composição, um método que já foi muito utilizado, mas que hoje ficou voltado apenas para a fabricação de perfumes é o princípio de extração deste óleo, que é a partir das interações que acontecem entre as moléculas do óleo essencial e as da gordura.

A prensagem ou método de expressão utiliza prensas hidráulicas para obter estes óleos essenciais das cascas de frutas cítricas, este método amassa o fruto que produz suco e óleo essencial que posteriormente são separados por jato d'água.

O método mais utilizado em indústrias farmacêuticas e alimentícias por extrair o óleo essencial puro sem deixar resquícios de resíduos é o de extração por dióxido de carbono supercrítico, que consiste nas operações unitárias de compressão, extração, aquecimento, descompressão e separação.

Os métodos de extração dos óleos essenciais variam de processos mais simples até processos mais complexos, o que possibilita a extração do óleo essencial de inúmeros tipos de plantas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada no presente trabalho mostra que o estudo dos óleos essenciais, suas características, aplicações e principais métodos de extração, são de extrema importância, pois contribui para pesquisadores que se interessem pela área, na otimização de métodos já existentes e na descoberta de novas tecnologias.

Além disso, o estudo ressaltou que o país possui um enorme potencial para se tornar o maior produtor de óleo essencial do mundo, mas que por falta de investimentos e pesquisas por parte do governo e seus produtores possui a fabricação voltada especialmente para óleos essenciais de frutas cítricas.

O estudo dos óleos essenciais não envolve apenas a área da engenharia química, mas também a engenharia de alimentos, mecânica, de processos, agrícola, áreas como cosmetologia, farmácia o que torna a pesquisa ainda mais importante e significativa, pois, contribui para diversas pesquisas que poderão ser realizadas por todos acadêmicos e profissionais das áreas citadas acima.

## REFERÊNCIAS

A LAVOURA. **Café: mais demanda pela qualidade. Indicação geográfica: café da região do Cerrado Mineiro. Óleos essenciais: mercado em expansão.** 699 ed. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, 2013. Disponível em: <[https://issuu.com/sociedadenedacionaldeagricultura/docs/a\\_lavoura\\_699](https://issuu.com/sociedadenedacionaldeagricultura/docs/a_lavoura_699)>. Acesso em: 20 mai. 2018.

AZAMBUJA, J. **Produção e extração de óleos essenciais em pequenas propriedades rurais.** 2012. p. 40. Pós-Graduação em MBA em Gestão no Agronegócio do Departamento de Economia Rural e Extensão. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo a produção de óleo essencial.** Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. **Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas.** v. 32. Química Nova, 2009. p. 588-594.

BOUSBIA, N.; VIAN, M. A.; FERHAT, M. A.; MEKLATI, B.Y.; CHEMAT, F. A. **A new process for extraction of essential oil from Citrus peels: microwave hydrodiffusion and gravity.** Journal of Food Engineering. v.90. 2009. p. 409-413.

BRASIL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Análise da Conjuntura Agropecuária. **Fruticultura.** 2017.

CASAMIGLIA, S. et. al. **The use of essential oils in ruminants as modifiers of rumen microbial fermentation.** Journal of Dairy Science: Bellaterra, v. 90. 2007. p. 2580-2595.

CAVALEIRO, C. **Plantas aromáticas e óleos essenciais em farmácia e medicina\*.** 2007. p. 55. Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais. Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2007.

CHON, R. CHON, A. L. **Subprodutos del procesado de las frutas.** Zaragoza: Acribia, 1997. p. 273.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. **Preparação e caracterização do vinho de laranja.** v. 24. Revista Nova Química. 2001. p. 449-452.

CORREA JUNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSAT.** 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 20 jul. 2018.



FELIZARDO, V. A. **Extração e análise do óleo de cinnamomum cassia presl (canela)**. , 2017. p. 37. Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes, 2017.

FIGUEIRADO, A. C; BARROSO, J. G; PEDRO, L. G. **Plantas aromáticas e medicinais: factores que alteram a produção\***. 2006. p. 18. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa, 2006.

FONTES, R; ALÇADA, N. **A bioquímica e a química orgânica**. 2008. p. 23. Disponível em: <[https://users.med.up.pt/~ruifonte/.../Bioquimica\\_e\\_Quimica\\_Organica\\_vs2010-11.pdf](https://users.med.up.pt/~ruifonte/.../Bioquimica_e_Quimica_Organica_vs2010-11.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2018.

FREIRE, J. M. **Óleos essenciais de canela, manjerona e anis-estrelado: caracterização química e atividade biológica sobre Staphylococcus aureus, Echerichia coli, aspergillus flavus e aspergillus parasiticus**. 2014

GROSSMAN, L. **Óleos essenciais: na culinária, cosmética e saúde**. São Paulo: Optionline, 2005.

IBERIAN COPPERS S.A. **A história dos óleos essenciais**. 2016. Disponível em: <<https://www.copper-alembic.com/pt/pagina/a-historia-dos-oleos-essenciais>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

KAEWSUKSAENG, S. et. al. **Effect os UV-B irradiation on chlorophyll degrading enzyme activities and postharvest quality in store lime (citrus latifolia tan.)**. v. 61. Pstharvest Biology and Technology, 2011. p. 124-130.

LEAL, P. F. **Estudo comparativo entre os custos de manufatura e as propriedades de óleos voláteis obtidos por extração supercrítica e destilação por arraste a vapor**. 2008. p. 307. Tese de doutorado em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

LIMA, A. C. et al. **Caracterização química do óleo essencial da casca do citrus simensis obtido por hidrodestilação em aparelho clevenger**. Belém, 2010.

LOUZEIRO, A; SANTOS, D; PEREIRA, J. E.; FIGUEIRA, B. E.; COSTA, J.; BRANCO, R. **Relatório referente a extração do óleo essencial da casca da laranja (citrus sinensis) e análise cromatográfica acoplada a um espectrômetro de massa**. Belém, 2011. Disponível em: <<http://www.pt.scribd.com/.../Extracao-do-Oleo-Essencial-da-Casca-Da-Laranja-Citrus>>. Acesso em: 14 set. 2018.

LUPE, F. A. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia.** 2007. p. 120. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, 2007.

MELLO, J. W.; MAIA, S. **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros.** Piracicaba, 2008. p. 37-45.

NASCIMENTO, C. M. **Estudo de modelos matemáticos aplicados a cinética de extração de óleos em condições supercríticas.** 2017. p. 39. Curso de Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia, 2017.

NAVA, D. E.; TORRES, M. L. G.; RODRIGUES, M. D. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. **Biologu of diaphoria citri (hem, psyllidae) ond different hosts andar diferente temperatures.** v. 131. Journal of Applied Entomology, 2007. p. 709-715.

NEVES, J. S. **Aromaterapia: um tema para o ensino de química.** Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química da Universidade de Brasília. Brasília, 2011. p. 28. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/1728>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

OECD/FAO. **OECD/FAO: agricultural outlook 2016-2025.** OECD Publishing. Paris, 2016. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2016-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en)>. Acesso em: 10ago. 2018.

OLIVEIRA, R. P.; EPIFÂNIO, N. B.; SCIVITTARO, W. B. **A nova citricultura na fronteira oeste do Rio Grande do Sul.** 2008. p. 60-66. In: Ciclude palestras sobre a citricultura do Rio Grande do Sul. Alpestre - EMATER-RS, 2008.

OLIVEIRA, S. M. M; JOSE, V. L. A. **Dossiê técnico: processo de extração dos óleos essenciais.** SBRT. 2007. p. 29. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Instituto de Tecnologia do Paraná. Curitiba, 2007.

PINHEIRO, A. L. **A produção de óleos essenciais.** Viçosa: CPT, 2003.

RIBEIRO, E. C. G. **Atividade moluscida de óleos essenciais de plantas aromáticas da região Amazônica maranhense.** 2016. p. 91. Universidade Federal do Maranhão – Programa de Pós Graduação em Saúde e Ambiente. São Luís, 2016.

SANTOS, A. S. **Óleos essenciais: uma abordagem econômica e industrial.** Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

SARTOR, R. B. **Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor.** 2009. p. 99. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

SILVA, J. H. S. **Desenvolvimento e aplicação de ferramentas computacionais para análise econômica da produção dos óleos essenciais vinculados a extração por arraste a vapor.** 2016. p. 141. Programa de pós-graduação em

Engenharia e Tecnologia de Materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

SIMÕES, C.M.O, SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P, MENIS, L.A, PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5 ed. Editora da UFSC, 2003.

SERAFINI, L. A et al. **Extrações e aplicações de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais**. Caxias do SUL: Educus, 2002.

SILVEIRA, J. C. et al. **Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais**. Espírito Santo, 2012.

STEFANI, E. **Modelagem matemática do processo de extração supercrítica de óleo essencial de Ho-Sho (Cinnamomum camphora Nees & Eberm var. linaloolífera fujita) Utilizando CO<sub>2</sub>**.2003. p. 103. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

TASCA, J. L. et. al. **An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs**. v. 34. n. 7. Journal of European Industrial Training, 2010. p.631-655

TREINTA, F. T.; J. R. F. FILHO; A. P. SANT'ANNA; L. M. RABELLO. **Metodologia de pesquisa bibliográfica em utilização de método de multicritério de apoio a decisão**. v.24. Production, 2014. p. 508-520.

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

YABIKU, H. Y.; LARA, W. H. **Técnicas cromatográficas para diferenciação de óleos essenciais cítricos de limão siciliano e taiti**. v. 46. Revista do Instituto Adolfo Luiz, 1986. p. 45-51.

YUSOFF, Z. M.; NORDIN, M. N.; RAHIMAN, M. H. F.; ADNAN, R.; TAIB, M. N. **Characterization of down-flowing steam distillation system using step test analysis**. IEEE - CSGRC, 2011. p. 197-201.