

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

MARZY MARCOLINA

**ÓLEOS ESSENCIAIS: ESTUDO DE EXTRAÇÃO E ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA**

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

MARZY MARCOLINA

ÓLEOS ESSENCIAIS: ESTUDO DE EXTRAÇÃO E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

ESSENCIAL OILS: EXTRACTION STUDY AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em química.

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Regina Budziak Parabocz

PATO BRANCO

2021



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

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BACHARELADO



3

TERMO DE APROVAÇÃO

ÓLEOS ESSENCIAIS: ESTUDOS DE EXTRAÇÃO E DE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

POR

MARZY MARCOLINA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 02 DE DEZEMBRO DE 2021 às 10:30 horas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dra. CRISTIANE REGINA BUDZIAK PARABOCZ
Orientadora

SIMONE BEUX
Membro da banca

MÁRCIO BARRETO RODRIGUES
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo (23064.053625/2021-68)

Dedico à minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus pela vida, por ter me dado força para enfrentar as dificuldades.

Aos meus pais, Marcio Marcolina e minha falecida mãe Vanusi Baifus Marcolina quem sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, serei sempre grata a eles por tudo.

Aos meus irmãos Andrew Marcolina e Murilo Marcolina que me ajudaram sempre que precisei.

A minha amiga Mahelli Susana Serpa que foi um anjo na minha vida, agradeço cada palavra... confia, vai dar certo, o ombro amigo sempre quando preciso.

Aos meus amigos Júlia Nunes, Gregory Dalla Corte, Lauren Freitas, Jheniffer Martins de Oliveira, por animar meus dias quando estavam difíceis, risadas, conselhos, por nunca me deixar de me apoiar, por sempre me incentivar.

As minhas amigas do ônibus Thais Kreuzberg e Sabrina Nespolo, que alegravam meu dia após dia indo para a faculdade, agradeço cada risada, conversa.

As minhas amigas de faculdade Tamires Pereira Rosa e Gabrielli Monzani Lima, que me agüentaram a faculdade toda, agradeço cada puxão de orelha, a ajuda nas matérias, os conselhos, as palavras amigas, cada risada, por não me deixarem desistir nesta reta final.

A minha orientadora Prof. Dra. Cristiane Regina Budziak Parabocz, pelo ensinamento, pelas palavras calmas, por me compreender.

Aos demais professores pelos ensinamentos compartilhados. E a UTFPR pelo ensino gratuito e a oportunidade de iniciação científica com bolsa.

RESUMO

Desde a descoberta de microrganismos patógenos, estudos tem sido realizado para encontrar novas formas de combater os microrganismos e uma forma são através do óleos essenciais. Os óleos essenciais são utilizados nas indústrias alimentícia, agrônômica, de higiene, cosmética, perfumaria e farmacêutica, apresentarem propriedades medicinais, sendo muito estudados atualmente, pois agem contra patógenos. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo bibliográfico sobre óleos essenciais apresentando sua obtenção, separação de compostos e atividade microbiológica de plantas. Em seguida foi descrito sobre óleos essenciais, os métodos de extração mais utilizados, as técnicas de separação de compostos, por meio das cromatografias, e sobre atividades antimicrobiana e antifúngicas nos óleos. Diferentes tipos de óleos podem se utilizar para atividades antimicrobiana e antifúngicas, mas cada tipo de óleo tem ações diferentes frente aos patógenos. Os métodos de extrações influenciam no produto final, e por consequência na ação antimicrobiana, podendo ou não inibir.

Palavras-chaves: Óleos essenciais. Métodos extração. Cromatografias. Atividade antimicrobiana

ABSTRACT

Since the discovery of pathogenic microorganisms, studies have been conducted to find new ways to combat microorganisms and one way is through essential oils. Essential oils are used in the food, agriculture, hygiene, cosmetics, perfumery and pharmaceutical industries. They have medicinal properties and are currently being studied a lot because they act against pathogens. The objective of this work was to perform a bibliographic study on essential oils presenting their obtaining, separation of compounds and microbiological activity of plants. Then it was described about essential oils, the most used extraction methods, the separation techniques of compounds, by means of chromatographies, and about antimicrobial and antifungal activities in oils. Different types of oils can be used for antimicrobial and antifungal activities, but each type of oil has different actions against pathogens. The extraction methods influence the final product, and consequently the antimicrobial action, and may or may not inhibit.

Key-words: Essential oils. Extraction methods. Chromatography. Antimicrobial activity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Óleos essenciais.....	13
Figura 2: a) gengibre, b) erva-cidreira, c) sálvia, d) pitanga.....	15
Figura 3: Hidrodestilação	16
Figura 4: Destilação por arraste a vapor.....	17
Figura 5: Extração por solventes orgânicos	18
Figura 6: Extração com fluido supercrítico.....	19
Figura 7: Processo de extração por enfleurage	21
Figura 8: Processo de maceração	21
Figura 9: Cromatografia em camada delgada.....	23
Figura 10: Cromatografia líquida de alta eficiência	24
Figura 11: Cromatografia Gasosa.....	25
Figura 12: Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas	27

LISTA DE ABREVIações

ABRAPOE	Associação Brasileira dos Produtores de Óleo Essencial
CCD	Cromatografia de camada delgada
CG	Cromatografia gasosa
CG / EM	Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
EFSC	Extração com fluído supercrítico
HPLC	High Performance Liquid Cromatography

	SUMÁRIO	10
1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	GERAL	12
2.2	ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	ÓLEOS ESSENCIAIS	13
3.2	MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS	16
3.2.1	Hidrodestilação	16
3.2.2	Destilação por arraste a vapor	17
3.2.3	Extração por solventes orgânicos	18
3.2.4	Extração com fluido supercrítico	19
3.2.5	Enfloração (enfleurage)	20
3.2.6	Maceração	21
3.3	SEPARAÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS	22
3.3.1	Cromatografia em camada delgada	22
3.3.2	Cromatografia líquida de alta eficiência	23
3.3.3	Cromatografia gasosa	24
3.3.4	Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas	26
3.4	ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	27
3.5	ATIVIDADE ANTIFÚNGICA	29
4	CONCLUSÃO	31
5.	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta dos microrganismos como patógenos de doenças humanas, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de descobrir novas formas de combater os microrganismos. A introdução de compostos com atividade antibacteriana marcou uma nova era no combate às doenças e reduziu a mortalidade e morbidade, mas seu consumo massivo levou rapidamente ao surgimento da resistência aos medicamentos.

Diante da patogenicidade dos microrganismos, a falta de soluções tem levado à pesquisa de novas alternativas. Os óleos essenciais contêm uma variedade de compostos voláteis, como terpenos e fenóis, e são conhecidos por suas propriedades medicinais, usados como agentes antibacterianos, analgésicos, sedativos e anti-inflamatórios.

Atualmente, existe uma demanda crescente por produtos vegetais de alta qualidade que não contenham resíduos químicos, o que leva as pessoas a buscarem substâncias alternativas com baixa toxicidade para o homem e baixo impacto ambiental. Nesse sentido, o uso de extratos vegetais tem potencial para controlar patógenos. Em alguns estudos, descobriu-se que o óleo essencial de capim-limão, citronela, erva-cidreira e hortelã-pimenta têm efeitos no crescimento de fungos patogênicos de plantas.

Vários estudos com óleos essenciais têm demonstrado que eles têm potencial para controlar bactérias e fungos patogênicos. A inibição do desenvolvimento fúngico pode ser alcançada por sua ação direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, ou induzindo resistência a diversos patógenos.

O presente trabalho tem como objetivo fazer um estudo teórico dos métodos de extração e separação de compostos através das cromatografias de óleos essenciais.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar um estudo bibliográfico sobre óleos essenciais apresentando sua obtenção, a separação de compostos e atividade microbiológica de plantas.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Definir o que são óleos essenciais
- ✓ Identificar e descrever os métodos de extração de óleos essenciais
- ✓ Quais análises são feitas para separação de compostos químicos em óleos essenciais
- ✓ Descrever sobre atividade antimicrobiana e antifúngica de óleos essenciais

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são líquidos com aspecto oleosos a temperatura ambiente (figura 1), aromáticos, pouco solúveis em água, sendo produzido no metabolismo secundário, apresentando baixo peso molecular, e possuem aroma agradável e intenso na sua maioria dos óleos (MAIA; DONATO; FRAGA, 2015).

Figura 1: Óleos essenciais



Fonte: (GARCEZ, 2019)

As essências aromáticas, dos óleos essenciais, podem ser de forma sintética, as quais são confeccionadas em laboratório, e de forma natural, obtidas de material vegetal sintetizadas por: flores, sementes, folhas, cascas, frutos e raízes (GEROMINI et al., 2012; MAIA, DONATO, FRAGA, 2015).

As plantas produzem compostos através de dois metabolismos: os primários, tem se a função de crescimento, divisão celular, armazenamento, respiração e reprodução (FIGUEREDO; PERES, 2004) e os secundários, tem como função defesa, proteção contra fatores abióticos relacionados ao ambiente físico como aluz, raios UV, atrair outros animais polinizadores e dispersores (MAIA; DONATO; FRAGA, 2015; OLIVEIRA).

Os metabolismos secundários são divididos em três grupos: compostos fenólicos, compostos nitrogenados e terpenos.

Os terpenos são compostos aromáticos voláteis, originadas do metabolismo secundário, onde são derivados de carbono e hidrogênio, chamados de isoprenos, nele apresenta alguns grupos, são os monoterpenos, sesquiterpenos, e compostos oxigenados (alcoóis, aldeídos, fenóis, cetonas, ésteres, éteres, óxidos) (SARTO E JUNIOR, 2014; VALERIANO et al, 2012).

Em um mesmo óleo essencial apresenta-se de 20 a 800 substâncias químicas, mas nesta composição, existem em concentrações variáveis em cada óleo, sendo um deles majoritário, enquanto os demais em concentrações menores.

Uma mesma espécie de planta pode produzir tipos de óleos essenciais diferentes, pois estas se desenvolvem em locais diferentes, tendo pequenas variações na sua composição química, estas são chamadas de quimiotipos (FERRAZ, 2020; TEIXEIRA, 2009).

Alguns fatores que podem influenciar na produção deste quimiotipos são:

- Altitude do local
- Clima da região, luz, umidade, composição química do solo
- Condições de crescimento da planta
- Espécies de plantas silvestres podem naturalmente ter polinização cruzada

Um exemplo que se pode citar é o alecrim (*Rosmarinus Officinalis*), que apresenta três tipos de quimiotipos, são eles: QT cânfora, QT verbenona, QT 1,8-cineol (MINAIYAN et al, 2011).

Os óleos essenciais são amplamente utilizados devido às suas propriedades observadas na natureza, nomeadamente as suas atividades antibacteriana, antifúngica e inseticida. Atualmente, existem cerca de 3.000 tipos de óleos essenciais, dos quais 300 têm importante valor comercial, especialmente indicado para as indústrias farmacêutica, agrônômica, alimentícia, de higiene, cosmética e perfumaria (FERREIRA, 2012).

Alguns óleos essenciais têm múltiplas atividades farmacológicas conhecidas, seja na medicina popular ou na pesquisa científica. Estes incluem: antiespasmódicos, estimulantes da secreção digestiva, estimulantes

cardiovasculares, tópicos ou estimulantes, efeitos da secreção no sistema nervoso central (SNC), analgésicos tópicos, agentes antiinflamatórios, conservantes (multiplicação antibacteriana e fúngica), pesticidas, etc (FERREIRA, 2012).

Algumas plantas e frutos ricos em óleos essenciais são amplamente utilizados na medicina popular, tais como: gengibre, erva-cidreira, sálvia e pitanga (Figura 2).

Figura 2: a) gengibre, b) erva-cidreira, c) sálvia, d) pitanga,



Fonte: Autoria própria (Adaptado).

O gengibre é usado para tratar várias doenças como: doenças gastrointestinais, infecções e processos inflamatórios; erva-cidreira é usada para analgesia, antipirética, antiinflamatória, e doenças hepáticas; Pitanga é usada como alimento e tem sua atividade antibacteriana e biológica; a sálvia que tem como nome Danshen é usado como um anti-séptico, agente de cura, antibacteriano e antioxidante, bem como um agente anti-séptico e de cura para malmequeres (SANTOS et al., 2012).

O Brasil é o quarto país na produção mundial de óleos essenciais, mas é afetado pela falta de manutenção dos padrões de qualidade do óleo essencial e por investimentos governamentais insuficientes. Em 2008, foi criada a ABRAPOE (Associação Brasileira dos Produtores de Óleo Essencial) com o objetivo de reunir

fabricantes e centros de pesquisa por meio de pesquisas e estudos de padronização para aliar qualidade ao óleo (SANTOS et al., 2012).

O Brasil é um dos países com mais rica diversidade vegetal do mundo, além de inúmeras experiências relacionadas ao conhecimento e tecnologia epidemiológica de plantas medicinais, articulando o conhecimento epidêmico com o científico. Encontrar plantas com potencial terapêutico é uma escolha importante (CORTEZ, 2015).

3.2 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

3.2.1 Hidrodestilação

Neste processo o material vegetal está imerso na água em um balão de fundo redondo, onde através do aquecimento da manta, ocorrerá a evaporação água/óleo, que passará por um condensador, e assim sendo resfriado e separando a água do óleo, por serem imiscíveis e depositando-se sobre a água por causa da densidade, em um aparelho que é chamado de clewenger, o qual pode se avaliar o rendimento em escala laboratorial (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012; FERRAZ, 2020). Na figura 3 pode-se observar um sistema de hidrodestilação.

Figura 3: Hidrodestilação



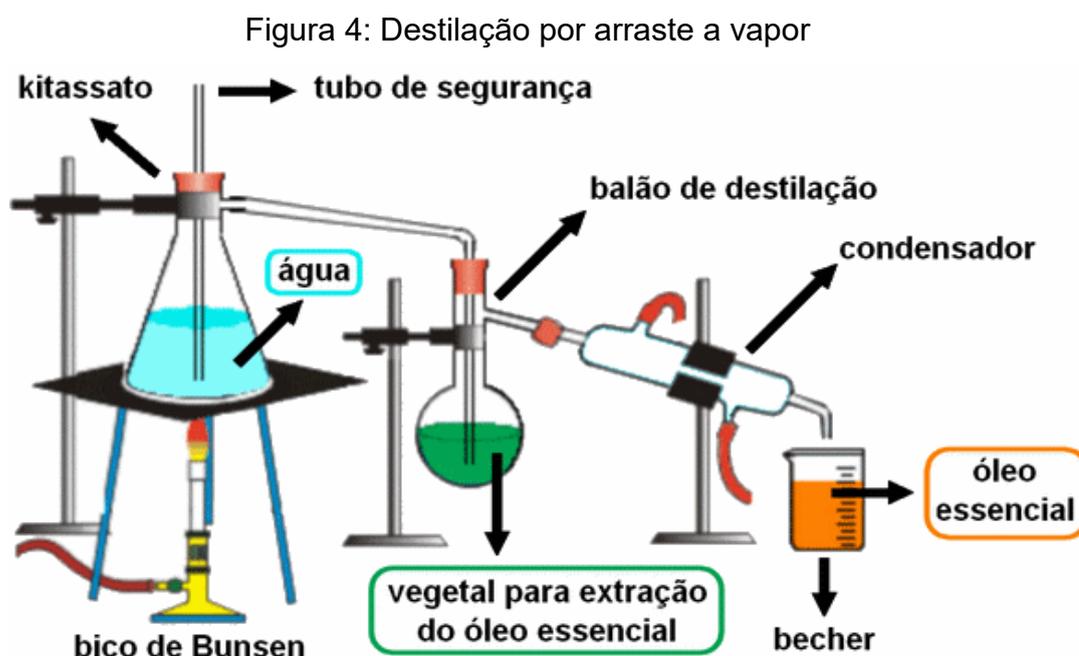
Fonte: (Labor)

Mas deve-se ter atenção, cuidar com altas temperaturas, para que não ocorra termodegradação da amostra, e também com a evaporação da água, podendo ocorrer à queima da amostra. Sendo evitadas a pressurização do sistema, e manter o ponto de ebulição da água (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012).

3.2.2 Destilação por arraste a vapor

É uma operação unitária, sendo um dos dois métodos mais comuns, devido a sua simplicidade e por não agredir o meio ambiente. Muito empregada em materiais sensíveis a temperatura, podendo ser manuseadas em escala laboratorial e industrial devido ela ser mais econômica, sendo capaz de tratar grandes quantidades de material vegetal de uma só vez, produzindo um óleo de alta qualidade, conseguindo em curtos intervalos de tempos de extração, compostos mais voláteis (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012; FERRAZ, 2020; STEFFENS, 2010).

São necessários os seguintes materiais: balão volumétrico, manta térmica, balão de destilação (extrator), condensador, funil de separação e frasco para coleta. Na figura 4 demonstra um sistema de como os materiais são dispostos.



Fonte: (TRANCOSO et al., 2013)

O vapor da água passa para o extrator, onde o material vegetal está depositado, o qual antes foi moído ou triturado, sendo mais fácil o contato com o vapor, e por consequência da temperatura alta rompem-se as estruturas em que os óleos essenciais se encontram e sendo feito o arraste de compostos voláteis junto com o vapor d' água. Em seguida, é encaminhada para o condensador a mistura de vapor-óleo, ocorrendo à mudança de fase gasosa para fase líquida, e depois passará para o vaso florentino, onde sucederá a separação das fase de acordo com sua polaridade (SILVEIRA et al, 2012; FERRAZ, 2020; STEFFENS, 2010).

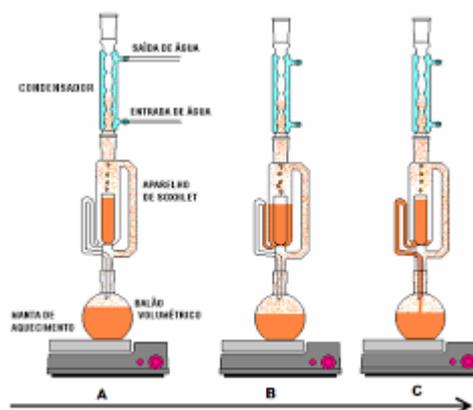
Mas esse método apresenta desvantagens que pode afetar na reprodução das fragrâncias das plantas aromáticas, podendo sofrer degradação térmica ou hidrólise, alterando o aroma do extrato (STEFFENS, 2010).

3.2.3 Extração por solventes orgânicos

Alguns óleos não toleram temperaturas altas e nesses casos uma opção é o uso de solventes orgânicos, como por exemplo benzeno, hexano, metanol, etanol, propanol, acetona, pentano e entre outros solventes clorados tendo como preferência por solventes apolares (SILVEIRA et al, 2012; FILIPIS, 2001).

Solvente orgânico fica em contato com o material vegetal, e após um intervalo de tempo, tem-se a separação da fase sólida/ líquida, e em seguida o solvente é removido por evaporação, como é demonstrado na figura 5 (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012).

Figura 5: Extração por solventes orgânicos



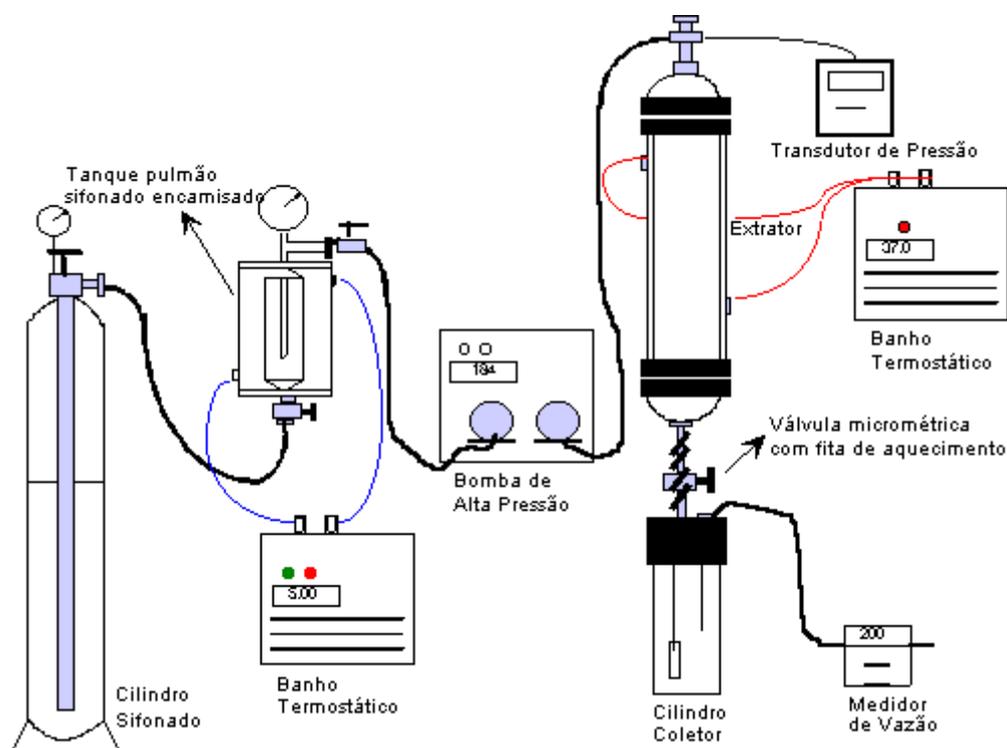
Fonte: (GASTALDI, 2010)

O principal problema deste processo, é que ele remove todo o solvente residual e a extração de compostos não voláteis, podendo provocar alteração nas moléculas, além de ser tóxico, e para sua remoção é necessária muita energia e alto custo de investimento em equipamento (SARTOR, 2009, SILVEIRA et al, 2012; STEFFENS, 2010; PEREIRA, 2010; FILIPPIS, 2001).

3.2.4 Extração com fluido supercrítico

Quando o fluido é submetido à temperatura e pressão acima de seus valores críticos, são chamados de fluido supercrítico, ou seja, o fluido não pode ser liquefeito mesmo com o aumento da pressão, e nem transformar-se em gasoso aumentando sua temperatura, devido não apresentar mais divisão entre os estados líquido e gasoso. Na figura 6, mostra o processo como ocorre a extração.

Figura 6: Extração com fluido supercrítico



Fonte: (COELHO, OLIVEIRA, PINTO, 1998)

Permita-se que tenha boas condições para o processo de extração de solutos a partir da matriz sólida, devido o gás apresentar elevada densidade próxima à de

líquidos, alta difusividade e baixa viscosidade próxima à de gases, proporcionando uma maior rapidez no processo (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012; KIRAN, 2000; MCHARDY, 1998).

Uma das vantagens é que ela é adequada a compostos termossensíveis, utilizando-se de temperaturas baixas, não degradando a amostra, sendo assim, não alterando o produto final, apresentando uma melhor qualidade de óleos essenciais, sem qualquer vestígio de solvente, tendo um extrato com alto grau de pureza (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012; GALVÃO, 2008; KIRAN, 2000; MCHARDY, 1998).

Depois do processo de extração pode-se ser feita a recuperação do solvente, ajustando a pressão e a temperatura, tendo como vantagem também desta extração (SARTOR, 2009).

Este processo de extração tem alta sensibilidade as pequenas variações de pressão, temperatura e densidade nas proximidades das condições críticas, apresenta alto grau de periculosidade, devido a sua manipulação com altas pressões, ela não é eficiente em escala industrial por causa de seus altos custos de instalação, operação e manutenção, sendo eficaz em escala laboratorial. São as principais desvantagens do EFSC (SARTOR, 2009).

O CO₂ é um solvente seguro, de baixo custo, não tóxico, não inflamável, apolar, é fácil sua remoção do produto final. Apresenta uma temperatura crítica de 31,1°C e pressão crítica de 73,8 bar, onde ele é dissipado totalmente no final do processo (SARTOR, 2009, SILVEIRA et al, 2012; REGLERO, SE-ORANS, IBÁ-EZ, 2005).

3.2.5 Enfloração (enfleurage)

Enfleurage é um método empregado na extração de óleos essenciais de pétalas de flores. O processo é feito a temperatura ambiente, manualmente, onde se utiliza gordura vegetal ou animal desodorizado para capturar os compostos aromáticos das flores (PEREIRA, 2010; GODOI, 2021; TEIXEIRA, 2009).

As pétalas são colocadas sobre a placa, onde esta depositada uma camada de gordura desodorizada, até preenche - lá por completo e em seguida depositada

outra placa em cima (figura 7), após entregaram sua essência a gordura são substituídas por outras pétalas frescas, sendo repetido este processo de 30 a 40 vezes, até saturar a gordura. Para que se possa obter o óleo, a gordura é retirada e tratada com álcool e na seqüência a destilação, onde evapora o álcool (PEREIRA, 2010; GODOI, 2021; BURGUER 2019; TEIXEIRA, 2009).

Figura 7: Processo de extração por enfleurage



Fonte: (NEVES, 2011)

3.2.6 Maceração

O processo de maceração é aonde as plantas, devidamente secas, entram em contato com um solvente, podendo ser com álcool, óleos vegetais e até água, onde vai se dissolvendo e liberando seus princípios ativos. As plantas devem estar em pedaços pequenos, para que possa ter um contato maior com o solvente, sendo agitado diariamente o recipiente para ajudar na extração (figura 8) (EVANGELISTA, ARCE, 1997; TREVIZANI, 2019; VILAR, 2019).

~

Figura 8: Processo de maceração



Fonte: (PORTO E ROSA, 2018)

Este processo é lento, pode demorar horas, dias, e até meses, mas ele extrai todos os compostos das plantas, se demonstrando um método bem eficaz. Há fatores que influencia na extração, um deles é a estabilidade térmica do óleo escolhido, para não oxidar no calor, além desse, temos a cor, o odor, a vida útil, viscosidade (EVANGELISTA, ARCE, 1997; TREVIZANI, 2019; VILAR, 2019).

3.3 SEPARAÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS

A cromatografia é uma técnica físico-química de separação e identificação de compostos químicos em amostras complexas. As separações ocorrem devidas suas características físico químicas, como por exemplo, polaridade, solubilidade e ponto de ebulição, através de duas fases, a móvel e a estacionária. Este processo é muito utilizado em análises de fluidos biológicos, sedimentos de rio, amostras toxicológicas e produtos naturais (LANÇAS, 2009; RODRIGUES, 2002; SKOOG et al, 2015).

3.3.1 Cromatografia em camada delgada

A cromatografia em camada delgada (CCD) é uma técnica simples e rápida utilizada para produtos naturais, permite que seja feita as análises de várias amostras e padrões simultaneamente, os quais são depositadas, com um tubo capilar, em uma placa de vidro composta por sílica, ou seja, a fase estacionária, e uma fase móvel composta por um solvente ou mistura de solventes, para que possa se deslocar na placa, como consequência arrastando a amostra, devido sua interação com a amostra de mesma polaridade, assim temos uma mistura sólido- líquido (COLLINS,2010; SILVA, 2009; ORTIZ, 2015).

As placas são depositadas em pé numa cuba de vidro (figura 9), logo após o solvente percorrido pela placa, espera-se secar a placa, e então é calculado seu fator de retenção, o qual é um parâmetro, que de acordo com Degani é a “razão entre a distância percorrida da mancha do composto e a distância percorrida do eluente”. Muitas das machas são coloridas, sendo bem visíveis, mas também podem apresentam machas invisíveis e para isso se utiliza um revelador, a luz ultravioleta (UV), para que possa ser visualizador (BRONDANI, 2016; DEGANI, 1998).

Figura 9: Cromatografia em camada delgada



Fonte: (GOULART, 2012)

Nesta técnica, o processo de separação ocorre através da adsorção, quanto mais o componente for arrastado na placa, menor sua adsorção com a fase estacionária, assim, separando os compostos presentes na amostra (YAMAGUCHI, 2011; BRONDANI, 2016; DEGANI, 1998).

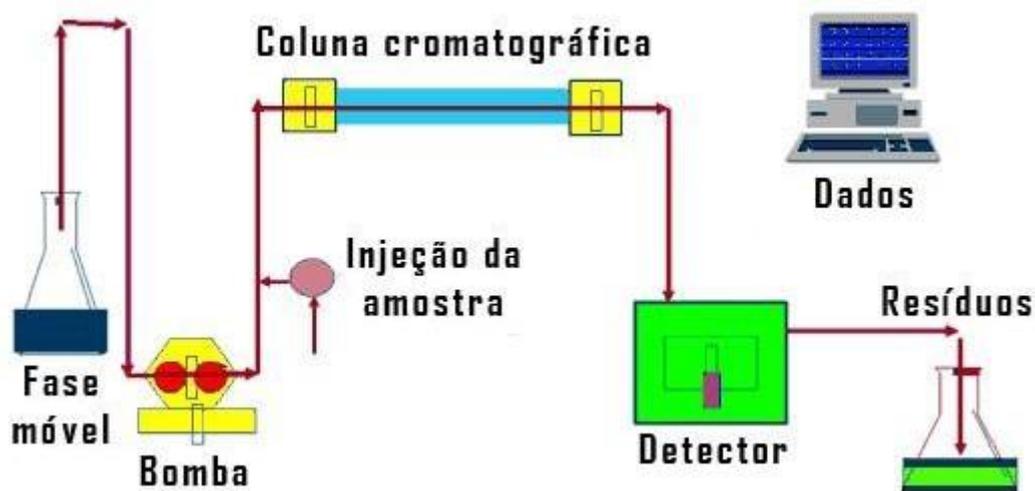
Segundo Collins, o grupo de Kirchner aplicava a CCD na identificação de terpenos, monoterpenos, podendo comparar através das cores ou fluorescência com as manchas de concentração conhecida (COLLINS, 2010).

3.3.2 Cromatografia líquida de alta eficiência

A cromatografia líquida de alta eficiência ou conhecida como High Performance Liquid Chromatography (HPLC), é utilizada para compostos não voláteis ou instáveis termicamente, temos como fase estacionária um sólido, e a fase móvel um líquido. O CLAE apresenta vantagens como possuir eficiência, boa sensibilidade, especificidade e rapidez (MALDANER, 2010; TONHI et al, 2002; ALVES, BRAGAGNOLO, 2002; LAVRA, 2008).

A fase móvel é sugada e em seguida é impulsionada junto com a amostra, através de uma bomba de pressão, passando pela coluna cromatográfica (HPLC), alguns iram se deslocar mais rápido outros compostos mais lentos, devido sua interação com a fase móvel e estacionária, indo para o detector e gerar um sinal registrado pelo computador (figura 10) (CÂMARA, 2015; LRAC, 2017).

Figura 10: Cromatografia Líquida de alta eficiência



Fonte: (Freitag Laboratórios, 2018)

As colunas de separação são fabricadas de aço inox e preenchida com sílica, sendo a fase estacionária, que apresentam 3 a 5 μm de tamanho de partículas, quanto mais finas estas, mais eficiente é a separação, maior o número de pratos teóricos (SILVA et al, 2004).

Na CLAE apresenta dois tipos de fase, a normal e a reversa. Na fase normal, a fase estacionária é mais polar, portanto a fase móvel, será de solventes de baixa polaridade ou média, apolares, o soluto menos polar irá eluir primeiro. Na fase reversa, é ao contrário, na fase estacionária baixa polaridade e a fase móvel alta polaridade, sendo soluto mais polar eluindo primeiro (TONHI et al, 2002; SILVA et al, 2004).

3.3.3 Cromatografia gasosa

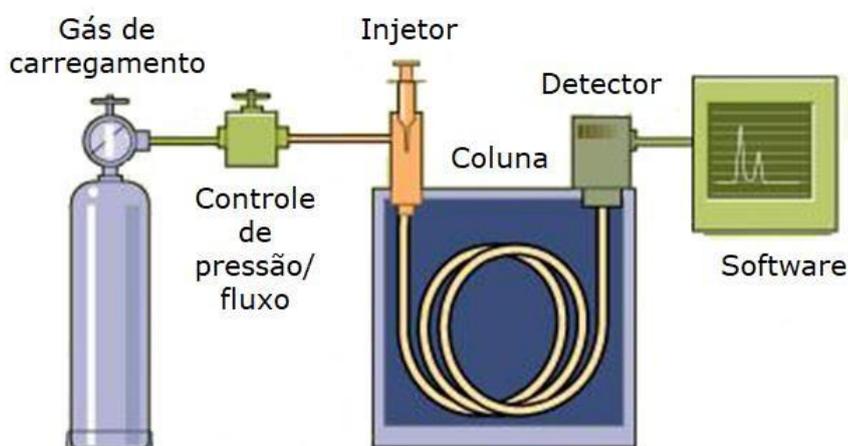
Nem todos os gases podem ser usados como uma fase móvel porque certos padrões devem ser atendidos. Primeiramente, os gases utilizados na cromatografia gasosa devem ser inertes, ou seja, não devem reagir com a fase estacionária ou com a amostra. Além disso, o gás utilizado como fase móvel deve ser compatível com o detector utilizado. Os gases frequentemente usados em cromatografia gasosa

são hélio, argônio, nitrogênio e hidrogênio. O hidrogênio geralmente oferece o melhor desempenho, mas seu uso é restrito por razões de segurança (RAHMAN et al., 2015).

Na cromatografia gás-líquido, a separação das substâncias ocorre na fase estacionária líquida disposta na parede interna da coluna cromatográfica. Quando os produtos químicos são injetados e transportados por gás portador, eles se dissolvem de acordo com sua afinidade com a fase estacionária (figura 11). Além da afinidade pela fase estacionária, o ponto de ebulição da substância também é essencial para a separação da substância, pois quanto maior a volatilidade, menor a interação que têm com a fase estacionária. Normalmente, a polaridade da fase estacionária é selecionada de acordo com a polaridade dos componentes da amostra, pois quando há uma boa semelhança, a ordem de eluição é determinada pelo ponto de ebulição do composto (BRUNEEL et al., 2016).

Quanto mais semelhante for a polaridade da fase estacionária e do composto, maior será o tempo de retenção, pois a interação entre o composto e a fase estacionária é mais forte. Portanto, o tempo de retenção de compostos polares na fase estacionária polar é maior, e o tempo de retenção na coluna cromatográfica apolar usando a mesma temperatura é menor. A cromatografia gás-líquido pode ser aplicada a substâncias relativamente voláteis e termicamente estáveis em temperaturas próximas ao valor operacional máximo (RONCO et al., 2019).

Figura 11: Cromatografia Gasosa



Fonte: (DCTECH)

3.3.4 Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas

Devido à sua simplicidade, sensibilidade e eficácia na separação de componentes de misturas, a cromatografia gasosa é uma das técnicas mais importantes na química e áreas afins. É amplamente utilizado para análises quantitativas e qualitativas de substâncias químicas, bem como para determinar constantes termoquímicas, como solução e calor de vaporização, pressão de vapor e coeficiente de atividade. O CG também é usado para monitorar automaticamente os processos industriais: analise periodicamente o fluxo de gás e reaja manualmente ou automaticamente para compensar alterações indesejadas (GOULART, 2012).

O uso de equipamentos como espectrômetros de massa e cromatógrafos a gás pode identificar positivamente quase todos os compostos, mas o equipamento é de alto custo, o que limita sua aplicação. A cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa tem sido usada para identificar centenas de componentes existentes em sistemas naturais e biológicos. Por exemplo, esses programas permitem a caracterização de ingredientes que conferem odor e sabor aos alimentos (ingredientes alimentares como esteróides e vitaminas podem ser detectados em níveis residuais), identificação de contaminantes da água (aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, compostos aromáticos policíclicos), com base em diagnóstico médico em estudos de componentes do gás exalado e metabólitos de drogas (da análise da matéria-prima à análise do produto acabado) incluindo pesquisa de substâncias endógenas e controle de tratamento ou envenenamento de certas drogas (GOULART, 2012).

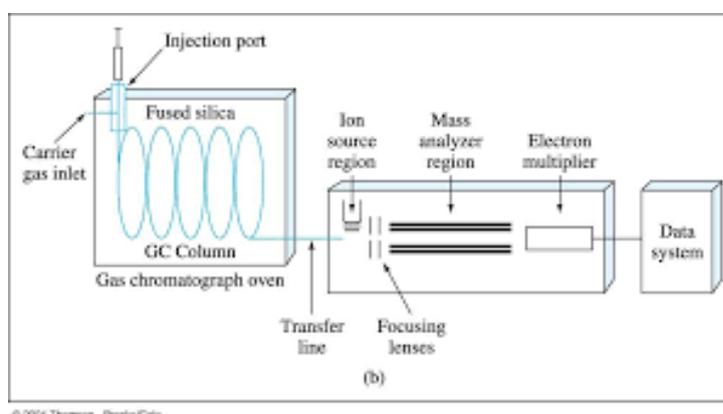
Portanto, a cromatografia gasosa, principalmente quando combinada com espectrômetros de massa, é utilizada nos mais diversos campos, como análises ambientais, indústrias químicas e farmacêuticas, análises de produtos alimentícios e petroquímicos, medicina, pesquisa, entre outros (SANTOS, 2016).

A espectrometria de massa é usada para medir a massa molecular de substâncias químicas e é uma ferramenta analítica. Essas substâncias químicas devem ser carregadas. Além de quantificar e exemplificar materiais conhecidos e elucidar as propriedades químicas e estruturais das moléculas, essa técnica também

é usada para definir compostos desconhecidos. Uma pequena quantidade de amostra pode ser usada para análise e pode ser analisada em concentrações muito baixas em misturas quimicamente complexas. Este método é conhecido por gerar informações básicas nas áreas de química, medicina, biologia e tecnologia (SANTOS, 2016).

Os princípios básicos da espectrometria de massa incluem a geração de íons a partir de compostos (orgânicos ou inorgânicos) por meio de métodos de ionização apropriados, separando-os por sua razão massa-carga (m/z) em um analisador de massa e detectando qualitativa e / ou quantitativamente a passagem de compostos. O detector extrai a relação massa-carga (m/z) dos íons e suas respectivas abundâncias. O detector "conta" os íons e converte o sinal em corrente elétrica (figura 12). A amplitude do sinal elétrico em função da razão m/z é convertida pelo processador de dados para gerar o espectro de massa correspondente (SANTOS, 2016).

Figura 12: Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas



Fonte: (THOMSON, 2004)

3.4 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Devido ao número e tipos de compostos presentes, o mecanismo de ação dos óleos essenciais tem sido amplamente discutido, o que torna difícil atribuir mecanismos de ação específicos à atividade antimicrobiana. O autor também relata que a maioria dos óleos essenciais pode ter efeitos antibacterianos, afetando a estrutura das paredes celulares bacterianas, desnaturando e coagulando proteínas.

(Bona et al., 2012). Eles também podem alterar a permeabilidade da membrana plasmática e interromper processos celulares importantes, como transporte de elétrons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações, levando à perda do controle osmótico químico e morte celular.

Pesquisa de Hillen et al. (2012), estudaram o papel dos óleos essenciais no combate a fitopatógenos. Observou-se que, neste estudo, os óleos essenciais de alecrim, candeia e óleo de palma usados em diferentes alíquotas inibiram significativamente o crescimento micelial de *Alternariacarthami*, *Rhizoctonia*. Quando o óleo essencial de palmarosa na concentração de 20 µL foi adicionado ao meio, observou-se que a taxa de inibição do crescimento micelial de todos os patógenos foi a maior (100%). Os óleos essenciais de candeia e alecrim começam na concentração de 200 µL, inibem 100% o crescimento micelial de todos os fitopatógenos.

Esse grupo de autores também afirma que os óleos essenciais de alecrim, candeia e óleo de palma têm efeito alelopático diferencial na germinação das sementes, ou seja, germinação assintomática de feijão (56,25%) e de milho (53,50%) fornecida pelo óleo de alecrim. A porcentagem de sementes de soja germinadas assintomáticas foi a menor (0,00%).

Pereira et al. (2010) destacou que o método de extração tem efeito direto na composição química dos óleos essenciais. No caso do alecrim, as mudanças na composição irão alterar a relação dos principais compostos. É muito importante avaliar a influência do método de extração sobre o conceito de "quimiotipo", que é usado para designar óleos essenciais de uma mesma espécie de planta, que possuem compostos principais diferentes por razões climáticas.

Os autores acima, também concluíram que a atividade antibacteriana difere dependendo da composição química, mas essa diferença se deve ao efeito sinérgico, aumentar ou produzir a composição da atividade antibacteriana. Existem também alguns ingredientes que têm um efeito antagônico, neutralizando ou reduzindo a atividade. Os compostos separados no destilado, como o citronelol, ou uma proporção maior dos compostos no destilado, como o citral, são eficazes em seus efeitos antimicrobianos. Portanto, este método de extração é benéfico para a extração de compostos alvo, especialmente extração supercrítica, em condições

suficientes.

O óleo essencial de capim-limão é extraído por extração a vapor, o qual o autor obteve uma concentração superior a 5,03 mg/ mL, podendo ser utilizado como desodorante, desinfetante geral e desinfetante de lactação. Testes demonstraram que essas classificações têm efeito bactericida. Tem efeito antibacteriano como desinfetante na indústria de alimentos e piscinas, pois pode inibir o crescimento de *Escherichia coli*. “O óleo de capim-limão tem efeito bactericida sobre os microrganismos: *Enterococcus faecalis*, *Salmonella cholerae*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*” (Pereira, 2010).

O estudo de Ernandes e Cruz (2007) mostrou que a atividade antibacteriana dos óleos essenciais contra diferentes microrganismos mostrou que estes são substitutos naturais do sistema de preservação de alimentos e podem ser utilizados como substitutos de conservantes químicos. No entanto, uma pesquisa em nível de planta piloto deve ser conduzida para analisar suas aplicações comerciais

3.5 ATIVIDADE ANTIFÚNGICA

Vários óleos essenciais de diferentes fontes podem inibir a ação de diferentes fungos. Pesquisa de Menezes et al. (2009) por exemplo, foi apontado que os óleos de *Copaiferamultijuga*, *Carapaguianensis*, *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* não foram eficazes contra cepas de *Candida albicans*, enquanto os extratos de folhas de *Eleutherineplicata*, *Psidiumguajava* e *Syzygium aromaticum* inibiram o crescimento de *Candida* na concentração de 250 mg.mL⁻¹, forma um fungo inibidor de halo de 12 mm, na concentração de até 125 mg.mL⁻¹, é de 17 mm, na concentração de até 62, e em 5 é 18 mm mg.mL⁻¹, respectivamente.

A pesquisa de Geromini et al. (2012) diz que os óleos essenciais principalmente de *L. alba* e *O. gratissimum* apresentam alto potencial inibitório contra *Candida albicans*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, exceto *Pseudomonas aeruginosa*, que é resistente à presença dessas substâncias.

Segundo Melo e Guerra (2002), a atividade antioxidante e antifúngica pode estar relacionada aos tipos de compostos fenólicos presentes em uma variedade de vegetais (MAIA; DONATO; FRAGA, 2015, FERRONATO et al, 2007), os quais

motivaram a combinação da atividade antifúngica e antimicotoxina com a atividade antioxidante.

Os compostos fenólicos estão presentes nos óleos essenciais, eles têm demonstrado efeitos antifúngicos, que, entre outros mecanismos, podem ocorrer pela inativação do sistema enzimático de microrganismos envolvidos na produção de energia e na síntese de componentes estruturais. A atividade antioxidante dos extratos vegetais sobre a atividade da peroxidase pode indicar que eles têm potencial para inibir o desenvolvimento de fungos e a produção de micotoxinas (MELLO e GUERRA, 2002).

Pesquisa de Oliveira et al. (2007) apontaram que, com o guaiacol como substrato, os extratos de casca de limão, laranja e maçã tiveram o maior efeito inibitório sobre a atividade da peroxidase da batata na reação de escurecimento. E extratos de polpa de limão, laranja e banana. A avaliação do tipo de inibição enzimática dos extratos fenólicos mostra que se trata de um tipo de inibição enzimática não competitivo, com exceção dos extratos de casca de banana e berinjela e polpa de maçã. Os extratos fenólicos estudados apresentaram efeito inibitório sobre o crescimento fúngico do fungo *A. flavus* e a produção de aflatoxina B1, exceto na presença de extratos de polpa de batata.

É importante destacar que os óleos essenciais com efeitos antifúngicos podem atuar em animais e vegetais. Esses óleos podem substituir os agentes antifúngicos sintéticos no tratamento de doenças animais e agrícolas prejudiciais ao meio ambiente, sendo uma alternativa natural e sustentável (DURÇO, 2021).

4 CONCLUSÃO

Através da fundamentação teórica aqui apresentada, pode-se concluir que os óleos essenciais possuem muitas propriedades, e que vários tipos de óleos podem se utilizar para atividade antimicrobiana e antifúngica.

Os diferentes óleos essenciais têm diferentes ações antimicrobianas e antifúngicas, devido às suas composições, cada óleo age de forma diferente ao inibir a ação de fungos e bactérias. Pode-se concluir através desta pesquisa que os antifúngicos e antibactericidas sintéticos já podem ser substituídos por óleos essenciais, devido à sua baixa toxicidade à natureza e ao ser humano, sendo necessário o investimento em mais pesquisas sobre o tema, para acelerar a redução do uso de antifúngicos e antibactericidas sintéticos e seus danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Os tipos de extração influenciam no produto final e por consequência na ação antimicrobiana, podendo ou não inibir alguns patógenos.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, A. B.; BRAGAGNOLO, N. Determinação simultânea de teobromina, teofilina e cafeína em chás por cromatografia líquida de alta eficiência. **RBCF**, v. 38, n. 2, p.237-243, abr./ jun., 2002.

BETTIOL, W. MORANDI, M. A. B. (Ed.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, p. 139-152, 2009.

BONA, T. D. M. M. et al. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de Salmonella, Eimeria e Clostridium em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n.5, p. 411-418, 2012.

BRONDANI, P. B. **Cromatografia de Camada Delgada (CCD)**. Blumenau, 2016. Disponível em: < <https://patyqmc.paginas.ufsc.br/files/2019/07/Cromatografia-de-Camada-Delgada.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

BRUNEEL, J. et al. **Determination of the gas-to-liquid partitioning coefficients using a new dynamic absorption method (DynAb method)**. Chemical Engineering Journal, v. 283, p. 544–552, 2016.

BURGUER, P. et al. Extraction of Natural Fragrance Ingredients: History Overview and Future Trends. **Chemistry Biodiversity**, 2019, 16, e1900424.

BUSATO, N. V. **Estratégias de modelagem da extração de óleos essenciais por hidrodestilação e destilação a vapor**. Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.9, p.1574-1582, Set. 2014. ISSN 0103-8478

CÂMARA, B. HPLC – **Cromatografia líquida de alta eficiência**. Biomedicina Padrão, 2015. Disponível em < <https://www.biomedicinapadrao.com.br/2015/04/hplc-cromatografia-liquida-de-alta.html> >. Acesso em: 23 Nov. 2021

COELHO, L. A. F.; OLIVEIRA, J. V.; PINTO, J. C. **Modelagem e simulação do processo de extração supercrítica do óleo essencial de alecrim**. Food Science Technology, v.17,n.4, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20611997000400020>

COLLINS, C. H. O Desenvolvimento da Cromatografia em Camada Delgada. **Scientia Chromatographica**, v.2, n.1, p.5-12, 2010.

CRAVEIRO, A. A. QUEIROZ, D. C. Óleos essenciais e química fina. **Química Nova**, v.16, n.3, p.224-228, 1993

DCTECH. **Entendendo o sistema de um cromatógrafo gasoso**. Disponível em: <https://www.dctech.com.br/entendendo-um-sistema-de-cromatografia-gasosa-cg/>. Acessado em: 23 Nov 2021

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breveensaio. Atualidades em Química. **Química Nova na Escola**, n.7, p.21-25,1998.

DURÇO, B. B. Tendências e desafios da aplicação dos óleos essenciais em produtos de origem animal. **Revista Agron Food Academy**, março, 2021.

ERNANDES, F. M. P. G. CRUZ, C. H. G. Atividade antimicrobiana de diversos óleos essenciais em microrganismos isolados do meio ambiente. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processos de Alimentos**, Curitiba v. 25, n. 2, p. 193-206 jul./dez. 2007.

EVANGELISTA, C. M. ARCE, M. A. B. R. d'. **Análise espectrofotométrica da ação das lipoxigenases em grão de soja macerados em diferentes temperaturas**. Food Science Technology, v.17, n.3, Dez. 1997. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611997000300015>

FERRAZ, A. **Guia completo da aromaterapia para iniciantes: como usar a**

aromaterapia para transformar sua saúde e equilibrar suas emoções. Viver Aromas – Aromaterapia como estilo de vida. Disponível em: < https://viverdearomas.com.br/wp-content/uploads/2020/05/Guia_completo_da_Aromaterapia_para_iniciantes_2020.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

FERREIRA E. I. Planejamento de Fármacos na Área de Doença de Chagas: Avanços e Desafios. **Revista Virtual Química**, v.4, n.3, p.225-46, 2012.

FERRONATTO, R. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C e *Baccharis uncinella* D.C (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.2, p.224-230, Abr./Jun.2007.

FIGUEREDO, E. A. **Terpenos**. Info Escola. Disponível em < <https://www.infoescola.com/quimica/terpenos/>>. Acesso em: 6 Nov. 2021

FILIPPIS, F. M. **Extração com CO₂ Supercrítico de Óleos Essenciais de Hon-sho e Ho-sho – Experimentos e Modelagem**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, UFRGS, Porto Alegre, p.114, 2001.

Freitag Laboratórios. **O que é a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência?** 2018. Disponível em: <https://freitag.com.br/blog/o-que-e-a-cromatografia-liquida-de-alta-eficiencia/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

GALVÃO, E. L. et al. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 28, p.551-557, jul./set. 2008.

GARCEZ, Thaíz. **20 óleos essenciais e suas funções curativas**. Disponível em: <https://www.selecoes.com.br/superdicas/20-oleos-essenciais-e-suas-funcoes-curativas/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

GASTALDI, E. et al. **Extração de lipídios em alimentos**. Centro Universitário Vila Velha – UVV, 2010. Disponível em <https://www.doccity.com/pt/extracao-de-lipidios-em-alimentos/4740250/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

GEROMINI, K. V. N. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. **Arquivos de Ciência Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 127-13, jul./dez 2012.

GODOI, J. ROSA, E. A.; DACORÉGIO, G. A. Resgatando a técnica *enfleurage*. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 6, p.583-596, set./dez. 2021.

GONÇALVES, J. Q. Estudo químico de óleos essenciais. **Mostra Científica da Farmácia**, [S.l.], v. 4, n. 1, jan. 2018. ISSN 2358-9124. Disponível em: <<http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/mostracientificafarmacia/article/view/1996/1695>>. Acesso em: 22 Nov. 2021.

GOULART, D. S. **Aplicações das Técnicas De Cromatografia no Diagnóstico Toxicológico**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, Escola de Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Ciência Animal. Goiânia, 2012.

HILLEN, T. et al. **Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.14, n.3, p.439-445, 2012.

KIRAN, E. DEBENEDETTI, P. G. **Supercritical fluids: fundamentals and applications**, 2000.

LABOR quimi vidrolabor. Aparelho de clevenger. Disponível em <<https://www.laborquimi.com.br/aparelho-clevenger>> . Acessado em: 08 Dez 2021

LANÇAS, F. M. A Cromatografia Líquida Moderna e a Espectrometria de Massas: finalmente “compatíveis”? **Scientia Chromatographica**, v. 1, n. 2, p.35-61, 2009.

LAVRA, Z. M. M. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação simultânea de lamivudina, zidovudina e nevirapina em comprimidos dose-fixa combinada por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 31, n.5 , p. 969-974, 2008.

LIMA, I. de O. et al. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre a espécie de Candida. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.2, p.197-201, Abr./Jun. 2006. ISSN 0102-695X.

LOBATO, A. M. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais da amzônia. **ACTA Amazonica**, v.19, u, p. 355-363, 1989.

LRAC - Laboratório Recursos analíticos e de Calibração. Cromatografia líquida de alta eficiência. Faculdade de Engenharia Química UNICAMP, 2017. LRC- IS-059. Disponível em < https://www.feq.unicamp.br/lrac/documentos/LRAC-IS-059-R00_T%C3%89CNICA_HPLC.pdf>. Acessado em: 23 Nov. 2021

MALDANER, L. et al. Fases estacionárias modernas para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa. **Química Nova**, Campinas, v. 33, n. 7, p. 1559-1568, 2010.

MAIA, T. F. DONATO, A. De. FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.17, n.1, p.105-116, 2015. ISSN 1517-8595.

MARTINS, A. P. et al. Requisitos de qualidade em óleos essenciais: a importância das monografias da Farmacopeia Europeia e das normas ISSO. **Revista**

de **Fitoterapia**, v.11, n.2, p.133-145, 2011.

MCHARDY, J. SAWAN, S. P. **Supercritical fluid cleaning: fundamentals, technology and applications, materials science and process technology**, 1998.

MENEZES, T. O. de A. et al. Avaliação in vitro da atividade antifúngica de óleos essenciais e extratos de plantas da região amazônica sobre cepa de *Candida albicans*. **Revista de odontologia**, UNESP, v.38, n.3, p.184-191, 2009.

MELO, E. A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, v. 36, n.1, p. 1-11, jan./jun. 2002

MINAIYAN, M. et al. **Effects of extract and essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. on TNBS-induced colitis in rats**. **RPS**, v. 1, n. 6, p.13-21, feb./mar. 2011.

MONTEIRO, Ana Rita Pinto. **Atividade antimicrobiana de óleos essenciais**. Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 2015.

MORAIS, S. M. de. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de Croton do nordeste do Brasil. **Química Nova**, v.29, n.5, p. 907-910, 2006.

NASCIMENTO, J.C. et al. **Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims. and *Ocimum selloi* Benth.** **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, n.3, p.787-799, 2011.

NEVES, J. S. **Aromaterapia: Um tema para o ensino de química**, 2011, Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Química – Instituto de Química da Universidade de Brasília. Brasília - DF, 2011.

OLIVEIRA, L. E. M. de. **Metabolismo Secundário**. Universidade Federal de Lavras. Disponível em < <http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-secundario/>>. Acesso

em: 23 Nov. 2021

OLIVEIRA, M. S. DORS, G. C. SOARES, L. A. S. FURLONG, E. B. Antioxidant activity of phenolic compounds from plant extracts. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n. 2, p. 267-275, 2007.

OLIVEIRA, W. P. de. SOUZA, M. E. A. O. de. **Comparação dos métodos extração de óleo essencial de arraste a vapor e hidrodestilação utilizando casca de manga nos estados de desidratação e *in natura***. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas, 7, 2012.

ORTIZ, N. F. **Análise química e biológica de óleos essenciais**. Manaus, 2015. Disponível em: <<https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/4763/2/Nilton%20Fran%C3%A7a%20Ortiz.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

Prepara ENEM. **Extração de óleos essenciais das plantas**. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/extracao-oleos-essenciais-das-plantas.htm>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PEREIRA, M. A. A. **Estudo da atividade antimicrobiana de óleos essenciais extraídos por destilação por arraste a vapor e por extração supercrítica**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Licenciatura em Química, PUCRS, Porto Alegre, p.60, 2010.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**, Piracicaba, 2004. Disponível em: <<http://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

RAHMAN, M. M. et al. **Basic Overview on Gas Chromatography Columns**. Analytical Separation Science, p. 823–834, 2015

REGLERO G, SE-ORANS FJ, IBÁ-EZ E. Supercritical fluid extraction: an alternative to isolating natural food preservatives, in BARBOSA-CÁNOVAS GV, TAPIA MS, CANO MP. (Ed.). Novel food procesing technologies, CRC Press, New York, p.539-553, 2005

RODRIGUES, M. R. A. **Estudo dos óleos essenciais presentes em manjerona e orégano.** Programa de Pós-Graduação em Química, UFRGS, Porto Alegre, p.181, 2002.

RONCO, N. R. et al. **Determination of gas–liquid partition coefficients of several organic solutes in trihexyl (tetradecyl) phosphonium dicyanamide using capillary gas chromatography columns.** Journal of Chromatography A, v. 1584, p. 179–186, 2019.

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Belém, Nov. 2004. ISSN 1517-2244

SANTOS, D. N. **Extração com dióxido de carbono supercrítico e estudo da composição dos extratos de sementes de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)** Dissertação de Mestrado em Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga, p.100, 2012.

SANTOS K. K. A. et al. **Anti-Trypanosoma cruzi and cytotoxic activities of Eugenia uniflora L.** Experimental Parasitology, v.131, n.1, p.2-130, Maio 2012.

SANTOS, M. T. et al. **Cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (cg-em) e suas diversas aplicações.** Anais I CONBRACIS, Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em:

<<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/19078>>. Acesso em: 13 nov. 2021.

SARAIVA S. A. Caracterização de Matérias-primas e Produtos Derivados de Origem Graxa por Espectrometria de Massas. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - IQ - UNICAMP, Campinas, 2008.

SARTO, M. P. M. JUNIOR, G. Z. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. **Revista UNINGÁ Review**, v. 20, n.1, p. 98-102, 2014.

SARTOR, R. B. **Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, UFRGS, Porto Alegre, p. 99, 2009.

SILVA, C. R. et al. Novas fases estacionárias à base de sílica para a cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 270-276, 2004.

SILVA, R. S. et al. Óleo essencial de limão no ensino da cromatografia em camada delgada. **Química Nova**, v.32, n.8, p.2234-2237, 2009.

SILVEIRA, J. C. et al. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p.2038-2052, 2012.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de química analítica: tradução da 9 edição norte-americana**. Cengage Learning Nacional, ed.2, 2015. ISBN 9788522116607

STEFFENS, A. H. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Licenciatura em Química, PUCRS, Porto Alegre, p.68, 2010.

TEIXEIRA, A.B. **Avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais das folhas dos quimiotipos I, II e III de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown.** Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas, UFC, Fortaleza, p. 139, 2009.

TONHI, E. et al. Fases estacionárias para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (CLAE-FR) baseadas em superfícies de óxidos inorgânicos funcionalizados. **Química Nova**, Campinas, v. 25, n. 4, p.616-623, 2002.

TRANCOSO, M. D. et al. **Óleos essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano.** 53º Congresso Brasileiro de Química, Rio de Janeiro/RJ, 2013. ISBN: 978-85-85905-06-4

TREVIZANI, A. C. Avaliação dos métodos de extração aplicados ao bagaço de laranja. **Revista Virtual de Química**, v.11, n.3, 2019. ISSN 1984-6835

VALERIANO, C. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais em bactérias patogênicas de origem alimentar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.** Botucatu, v.14, n.1, p.57-67, 2012.

VILAR, D. de A. **Plantas medicinais: um guia prático.** Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, 2019. ISBN 978-85-9591-115-4

YAMAGUCHI, K. K. de L. **Estudos biológicos dos extratos e composição química dos óleos essenciais de espécies da família lauraceae.** Programa de Pós-Graduação em Química, UFAM, Manaus, p. 161, 2011.