



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ –
CAMPUS PARNAÍBA
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

EDUARDO DA SILVA PEREIRA

CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Citrus sinensis L. Osbeck

**PARNAÍBA – PI
2024**

EDUARDO DA SILVA PEREIRA

CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Citrus sinensis L. Osbeck

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do
Piauí, Campus Parnaíba.

Orientadora: Prof.^a Dra. Buana Carvalho de Almeida

PARNAÍBA – PI
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Pereira, Eduardo da Silva

P436c Constituintes químicos do óleo essencial de *Citrus sinensis* L. Osbeck /
Eduardo da Silva Pereira. — 2024.
46 f.: il.color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –
Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2024.
Orientadora: Prof^a. Dra. Buana Carvalho de Almeida.

1.Química. 2.Hidrodestilação. 3.Óleo essencial – Laranja doce. I.Título.

CDD – 540

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

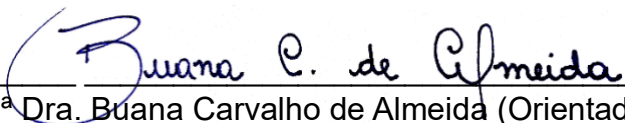
EDUARDO DA SILVA PEREIRA

CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Citrus sinensis L. Osbeck

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Parnaíba.
Orientadora: Prof.^a Dra. Buana Carvalho de Almeida

Aprovado em: 17 / 01 / 2024

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra. Buana Carvalho de Almeida (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)


Prof. Prof. Dr. Bartholomeu Araújo Barros Filho
Instituto Federal do Piauí (IFPI)


Prof. Prof. Dr. Francisco Artur e Silva Filho
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Dedico este trabalho a Deus, que sempre me deu forças para continuar a caminhada. Dedico aos meus pais Katiane Maura da Silva e Francisco do Nascimento, por me proporcionarem sempre o melhor. Dedico aos meus amigos e professores e a minha orientadora Prof^a. Dra. Buana Carvalho de Almeida, pela paciência que teve comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ajudou e deu forças para suportar esse processo que enfrentei, pelas amizades colocadas no meu caminho durante o curso.

Agradeço aos meus pais Katiane Maura da Silva e Francisco do Nascimento Pereira, por sempre colocar na minha mente que eu sou capaz, pela boa educação que me foi repassada. Eu tiro esse breve momento de agradecer a mim mesmo, por todas minhas decisões tomadas e por não ter desistido do curso.

Agradeço a minha princesa Ruthe, que é alguém muito especial pra mim, que sempre esteve do meu lado e que nunca desacreditou da minha capacidade.

Agradeço ao meu amigo Wal Jhones, por toda ajuda e auxílio que me foi oferecido.

Agradeço a tia Lú (refeitório), sempre muito educada e atenciosa, isso pode parecer pouca coisa, mais tem um relevância gigantesca. Agradeço ao refeitório do IFPI, sempre com alimentação bem saborosa.

Agradeço ao IFPI, pelo bom rendimento, com professores bem capacitados que me repassaram conhecimentos necessários para a conclusão.

Agradeço a professora e coordenadora Ana Maria, pela paciência da entrega de todos os trabalhos atrasados, e sempre ter conseguido repassar tudo da melhor forma possível.

E por fim, agradeço minha orientadora Prof^a. Dra. Buana Carvalho de Almeida, orientadora maravilhosa que me ajudou muito nesse processo, pela extrema paciência que teve comigo.

“Confia ao Senhor as tuas obras, e teus
pensamentos serão estabelecidos”.
(PROVÉRBIOS 16:3)

RESUMO

No Brasil, a produção de óleos essenciais iniciou no século XX e experimentou crescimento notável, impulsionado pela busca dos seus benefícios, sendo amplamente empregados na indústria global de perfumaria. O óleo essencial de laranja doce (*Citrus sinensis*) contém princípios ativos associados a potenciais efeitos terapêuticos. Este trabalho teve como principal objetivo investigar os constituintes presentes no óleo essencial das folhas de *C. sinensis*, coletada em Buriti dos Lopes - PI. Utilizou-se o método de extração por hidrodestilação e o óleo obtido (0,014%) foi analisado por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), sendo identificadas 15 substâncias, correspondendo majoritariamente ao sabineno (26,98%), L-linalol (19,41%), citronelal (11,86%) e D-limoneno (10,96%).

Palavras-chave: hidrodestilação; laranja doce; monoterpenoides.

ABSTRACT

In Brazil, the production of essential oils began in the 20th century and experienced notable growth, driven by the search for their benefits, being widely used in the global perfumery industry. Sweet orange essential oil (*Citrus sinensis*) contains active ingredients associated with potential therapeutic effects. This work's main objective was to investigate the constituents present in the essential oil of *C. sinensis* leaves, collected in Buriti dos Lopes - PI. The hydrodistillation extraction method was used and the oil obtained (0.014%) was analyzed by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS), 15 substances being identified, corresponding mainly to sabinene (26.98%), L-linalool (19.41%), citronellal (11.86%) and D-limonene (10.96%).

.

Keywords: hydrodistillation; sweet orange; monoterpenoids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Hidrodestilação utilizando aparelho tipo Clevenger -----	18
Figura 2 – Extração de óleo essencial utilizando arraste a vapor -----	19
Figura 3 – Estrutura de citronelol -----	21
Figura 4 - Compostos monoterpênicos e sesquiterpênicos de ocorrência comum em óleos essenciais -----	23
Figura 5 – Local de coleta das folhas de <i>C. sinensis</i> -----	26
Figura 6 – Extração do OE de <i>C. sinensis</i> por hidrodestilação com aparelho tipo Clevenger -----	27
Figura 7 – Óleo essencial das folhas de <i>Citrus sinensis</i> -----	29
Figura 8 – Cromatograma do OE de <i>C. sinensis</i> obtido por CG-EM -----	32
Figura 9 – Espectro de Massas do sabineno -----	33
Figura 10 – Espectro de Massas do L-linalol -----	34
Figura 11 – Espectro de Massas de citronelal -----	36
Figura 12 – Espectro de Massas do D-limoneno -----	37

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 – Fragmentação relativa ao pico base do sabineno	34
Esquema 2 – Fragmentação relativa ao pico base do L-linalol	35
Esquema 3 – Fragmentação relativa ao pico base citrônella	36
Esquema 4 – Fragmentação relativa ao pico base D-limoneno	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tempo de retenção e composição química (percentual) dos constituintes químicos identificados no óleo essencial de *C. sinensis* -----31

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CG	Cromatografia Gasosa
CG-EM	Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas
IE	Impacto Eletrônico
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
OE	Óleo essencial
PI	Piauí
Rt	Retention time (tempo de retenção)
SNC	Sistema Nervoso Central
UFPI	Universidade Federal do Piauí

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
°C	graus Celsius
eV	elétrons volts
m/z	razão massa-carga
μm	micrômetro
min	minuto
g	grama
mm	milímetro
m	metro
mL	mililitro
M	massa
cm/s	centímetro/segundo

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	A IMPORTÂNCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	17
2.2	CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E PROPRIEDADES MEDICINAIS DA.....	20
	<i>Citrus sinenses</i>	20
2.3	TERPENOS.....	21
2.3.1	Monoterpenos	22
2.3.2	Sesquiterpenos	22
2.4	<i>Citrus sinensis</i> NA PERSPECTIVA DE TRATAMENTO DA ANSIEDADE E DEPRESSÃO.....	23
3	OBJETIVOS.....	25
3.1	- OBJETIVO GERAL.....	25
3.2	- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	METODOLOGIA.....	26
4.1	TIPO DE PESQUISA	26
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.2.1	Coleta da amostra.....	26
4.2.2	Procedimento Experimental	27
4.2.2.1	Extração	27
4.2.2.2	Identificação dos Constituintes Voláteis da <i>C.</i> <i>sinensis</i>	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	29
5.2	IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS DE <i>Citrus sinensis</i>	30
5.3	METABÓLITOS E ATIVIDADES BIOATIVAS de <i>Citrus sinensis</i>	39
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, ocorreu no Brasil um aumento significativo na produção de óleos essenciais (OE), substâncias voláteis obtidas por meio de diversos métodos de extração. A utilização relevante desses óleos deve-se aos seus diversos efeitos benéficos, podendo ser empregados como sedativos, agentes curativos, desempenhando um papel crucial na promoção do bem-estar e da saúde (GONÇALVES; GUAZZELLI, 2014).

Com o passar do tempo, o considerável aumento na extração de OE, impulsionou, proporcionalmente, o crescimento do setor comercial, evidenciando sua relevância global. Essas substâncias naturais, dotadas de propriedades aromatizantes e saborizantes, desempenham um papel fundamental na fabricação de perfumes, cosméticos e produtos de uso pessoal, contribuindo significativamente para o bem-estar. A busca incessante por produtos naturais tem resultado em uma demanda crescente por extratos obtidos diretamente de plantas, que possuem notável produção de metabólitos secundários.

A capacidade de produção de metabólitos secundários pelas plantas foi inicialmente reconhecida, no século XVI, pelo médico Paracelso von Hohenheim. No entanto, a partir do século XX, os OE ganharam destaque como ingredientes essenciais em perfumes, cosméticos e fragrâncias farmacêuticas, (EDRIS, 2007).

Prevê-se um aumento notável na produção global de óleos essenciais, estimado em 7,5% de 2020 a 2027, alcançando quase o dobro do valor registrado em 2020 (KUZEY, 2021).

Uma pesquisa recente indicou que as folhas da *Citrus sinensis* possuem substâncias que podem auxiliar no tratamento de pessoas com ansiedade e até mesmo sintomas de depressão. Na prática da aromaterapia, o óleo essencial de laranja é empregado para aliviar os sinais de ansiedade e depressão, resultando em uma notável redução nos níveis de tensão e estresse. Além disso, esse óleo essencial tem a capacidade de acalmar crianças agitadas e facilitar o sono. De acordo com estudos (VALE *et al.*, 1999; 2002), o óleo de laranja doce (*C. sinensis*) contém compostos com propriedades terapêuticas potenciais, como monoterpenos e sesquiterpenos (DUGO *et al.*, 2010), sendo atribuídos a esses princípios ativos seus efeitos benéficos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A IMPORTÂNCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

No decorrer do século XVI, o médico Paracelso von Hohenheim introduziu pela primeira vez o conceito de OE. Já no transcorrer do século XX, observou-se uma ascensão significativa da importância desses óleos na indústria de perfumes, cosméticos e fragrâncias farmacêuticas, representando uma ampla gama de categorias de matéria-prima (EDRIS, 2007).

O Brasil, em conjunto com a Índia, China e Indonésia, consolidou-se como um dos principais protagonistas na produção global de OE, graças à sua notável expansão nesse setor (BIZZO *et al.*, 2009). É válido destacar que os OE, caracterizados por sua volatilidade natural, são extraídos de plantas aromáticas e apresentam uma notável propensão à evaporação em condições de temperatura ambiente (SILVA *et al.*, 2004). Os OE possuem diversas aplicações, desde aromaterapia até a produção cosméticos.

Os OE, devido à sua volatilidade, são extraídos de diversas partes das plantas, como raízes, troncos, cascas, folhas, flores, sementes e frutos. Com uma longa história comercial desde cerca de 300 a.C., esses compostos naturais desempenham papéis significativos em várias áreas, oferecendo propriedades aromatizantes e saborizantes. Sua versatilidade se reflete na contribuição para o bem-estar da sociedade (BASER; BUCHBAUER, 2010).

Com a ascensão contínua dos produtos naturais, observa-se um aumento tanto no consumo interno quanto no externo, de extratos obtidos diretamente de plantas. Essa tendência é especialmente notável entre empreendedores na agricultura, especialmente em regiões com grande potencial para o cultivo de plantas aromáticas. Isso não apenas contribui para a renda familiar, mas também amplia os conhecimentos sobre a aplicação específica de cada óleo. Considerando o ano de 2020, estima-se que o mercado de óleos essenciais tenha atingido aproximadamente US \$18,6 bilhões. As projeções indicam um crescimento significativo de 7,5% entre 2020 e 2027, apontando para quase o dobro do valor registrado em 2020, com cerca de US \$33,3 bilhões em 2027 (DE ABREU, 2021).

No Brasil, a produção de óleos essenciais teve seu início em 1927 e experimentou um crescimento notável, impulsionado pela busca dos seus benefícios, sendo amplamente empregados na indústria global de perfumaria (BARBOSA;

LOBATO, 2013; TRANCOSO, 2013). A extração desses óleos pode ser realizada por diversos métodos, sendo os mais comuns a enfloração, o arraste a vapor, a hidrodestilação, a prensagem a frio, a utilização de solventes orgânicos e fluidos supercríticos. Um exemplo desse processo é o método de enfloração, adequado para extrair óleos essenciais de matérias-primas delicadas, como pétalas de flores (AZAMBUJA, 2012; JAKIEMIU, 2008; NEVES, 2011; MARQUES *et al.*, 2019). O arraste a vapor destaca-se como um dos métodos mais empregados globalmente, especialmente em escala industrial. Já a prensagem a frio é aplicada na extração de óleos de frutos cítricos, geralmente obtidos a partir de suas cascas. Nesse contexto, este trabalho visou, especificamente, a hidrodestilação utilizando um aparelho tipo clevenger.

Do ponto de vista do método de extração, a hidrodestilação utilizando um dispositivo semelhante ao Clevenger representa uma das técnicas mais antigas, empregada em laboratórios de pesquisa para a extração em pequena escala de quantidades limitadas de matéria-prima vegetal. Nesse procedimento, a matéria-prima vegetal é imersa em água, destacando-se pelo uso do processo de destilação a vapor, conforme ilustrado na Figura 1. A matéria-prima ao ser submersa na água em ebulição, permite que o óleo essencial evapore junto com a água, direcionando-se para o condensador. Com o resfriamento, ocorre a separação entre o óleo essencial e o hidrolato, devido a uma diferença de densidade (JAKIEMIU, 2008). Esse método de extração é aplicado para pequenas quantidades de uma planta específica.

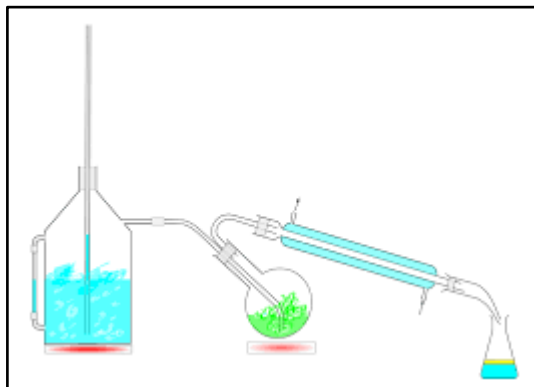
Figura 01 - Hidrodestilação utilizando aparelho tipo Clevenger



Fonte: <https://tecna.com.br>.

Na destilação por arraste a vapor, é crucial notar que não há interação direta entre a biomassa e a água. É evidente que tanto a água quanto o vapor conduzem consigo óleo volátil, conforme representado na Figura 2 pelos estudos de Koketsu e Gonçalves (1991) e Jakiemiu (2008).

Figura 2 – Extração de óleo essencial utilizando arraste a vapor



Fonte: <https://pt.wikipedia.org>.

Os metabólitos são compostos naturais produzidos pelas plantas, com propriedades farmacológicas e nutricionais de grande importância na nutrição humana, aditivos aromáticos e corantes, conferindo a proteção contra fatores bióticos ou abióticos. Enquanto os metabólitos primários estão ligados ao crescimento e desenvolvimento das plantas, os metabólitos secundários, mais específicos, desempenham um papel crucial no crescimento vegetal, interagindo de maneira significativa com os seres vivos (RASKIN *et al.*, 2002). Dentre os constituintes químicos relevantes para os óleos essenciais, destacam-se os monoterpenos, terpenoides e sesquiterpenos (RAVEN, 2007).

[...] Os compostos produzidos pelas plantas têm sido separados em metabólitos ou produtos primários e secundários. Os metabólitos primários, por definição, são moléculas que são encontradas em todas as células vegetais e são necessários para a vida da planta. Exemplos de metabólitos primários são os açúcares simples, os aminoácidos, as proteínas e os ácidos nucleicos. Os metabólitos secundários, ao contrário, são restritos em sua distribuição, tanto dentro da planta quanto entre diferentes espécies de plantas. Considerados em certa ocasião como produtos de dejetos, sabe-se agora que os metabólitos secundários são importantes para a sobrevivência e a propagação das plantas que os produzem (RAVEN, 2007, p.30).

Os benefícios dos óleos voláteis são diversificados, possibilitando uma subdivisão detalhada devido às suas características específicas, que podem contribuir

para a saúde humana. Nesse contexto, destaca-se a aromaterapia, atribuída à descoberta supostamente acidental do francês René Maurice Gattefossé. Ao sofrer uma queimadura significativa em uma mão, imergiu a área afetada em óleo essencial de lavanda, observando melhorias notáveis no ferimento. Esse incidente serviu como estímulo para a pesquisa das propriedades terapêuticas dos óleos essenciais (STEVENSEN, 1998).

As propriedades farmacológicas, destacadas na literatura, abrangem uma variedade de propriedades terapêuticas dos óleos essenciais, incluindo efeitos anti-inflamatórios, repelentes e anti-asmáticos, entre outras. Essas propriedades são atribuídas a substâncias concentradas extraídas de plantas aromáticas, proporcionando alívio de sintomas de doenças, desconfortos físicos e favorecendo o equilíbrio emocional (MARTINS; S 2018).

Ao longo da história, a pesquisa de novos medicamentos tem contado significativamente com a contribuição de produtos naturais. Segundo Newman *et al.* (2003), entre 60% e 75% dos medicamentos anticancerígenos têm sua origem em substâncias de fontes naturais.

Portanto, é fundamental ressaltar que os óleos voláteis desempenham um papel altamente eficaz na promoção da saúde humana, prevenindo alergias, reduzindo a fadiga e atenuando lesões graves, contribuindo assim para a preservação e promoção da saúde humana.

2.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E PROPRIEDADES MEDICINAIS DA *Citrus sinenses*

Citrus pertence ao gênero de plantas da ordem Sapindales, família Rutaceae, subfamília Aurantiodeae, abrangendo aproximadamente 150 gêneros e 2000 espécies (ANWAR *et al.*, 2008). Originárias da Ásia, essas plantas foram introduzidas no Brasil pelos portugueses devido às condições propícias ao seu desenvolvimento (DONADIO *et al.*, 2005). Cultivadas em mais de 100 países, principalmente em regiões tropicais e subtropicais com temperaturas quentes (SINGH; RAJAM, 2009).

A Rutaceae compreende plantas subarborescentes ou arbóreas, caracterizadas por folhas alternadas, ausência de estípulas, e presença de glândulas oleíferas. Estas árvores, algumas providas de espinhos, exibem inflorescências perfumadas, pentâmeras ou tretâmeras, diclamídeas, cíclicas e hermafroditas. O fruto seco

capsular peculiar, denominado esperídio (Citrus), é indeiscente, com um notável desenvolvimento de células papiliformes no endocarpo.

O gênero *Citrus* abrange 16 variedades, como as tangerinas (*Citrus reticulata*), toranjas (*C. grandis* Osbeck), laranjas-azedas (*C. aurantium* L.), laranjas-doces (*C. sinensis* L. Osbeck), limas (*C. aurantifolia* [Christm.] Swingle), cidras (*C. medica* L.), limões (*C. limon* Burm. f.) e pomelos (*C. paradisi* Osbeck) (SWINGLE, 1967).

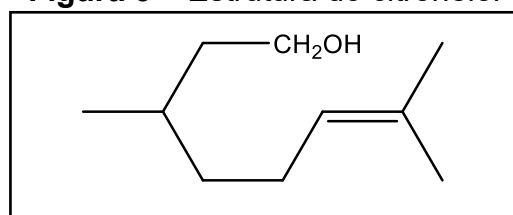
O óleo essencial de *C. sinensis* possui componentes com propriedades terapêuticas significativas, como indicado por estudos anteriores (VALE *et al.*, 1999; 2002). O óleo de laranja doce (*C. sinensis*) contém hidrocarbonetos, monoterpenos, sesquiterpenos e aldeídos como princípios ativos, associados a potenciais efeitos terapêuticos (FIGURA 4) (DUGO *et al.*, 2010).

2.3 TERPENOS

De acordo com a literatura, os óleos essenciais possuem constituintes terpenos ou seus derivados com atividade antimicrobiana (MARTINO *et al.*, 2014). Sendo que os componentes químicos integram um grande grupo de moléculas orgânicas produzidas como metabólitos secundários de espécies vegetais, para proteção de ameaças externas, sendo constituintes de defesa da planta. (CORREIA *et al.*, 2008).

Os terpenos são substâncias produzidas naturalmente por plantas e que podem ser extraídas de raízes, folhas, frutos, flores e sementes. São definidos geralmente como “alcenos naturais”, ou seja, compostos químicos que possuem uma dupla ligação carbono-carbono, (FIGURA 3) (SUN, 2015). Contudo, um terpeno contendo oxigênio é nomeado como terpenoide, desnaturado pela oxidação, podendo demonstrar diferentes funções químicas, das quais são nomeadas: ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis, ou epóxidos terpênicos (MCMURRY, 2011).

Figura 3 – Estrutura do citronelol



Fonte: Adaptado de Felipe e Bicas (2017).

Segundo Martins (2012), os terpenos, de forma geral, são derivados do 2-metil-1,3-butadieno, denominado isopreno (C₅), podendo ser classificados conforme a quantidade de carbonos presente na estrutura, assim como segue: monoterpenos (C₁₀), sesquiterpenos (C₁₅), diterpenos (C₂₀), triterpenos (C₃₀) e tetraterpenos (C₄₀).

2.3.1 Monoterpenos

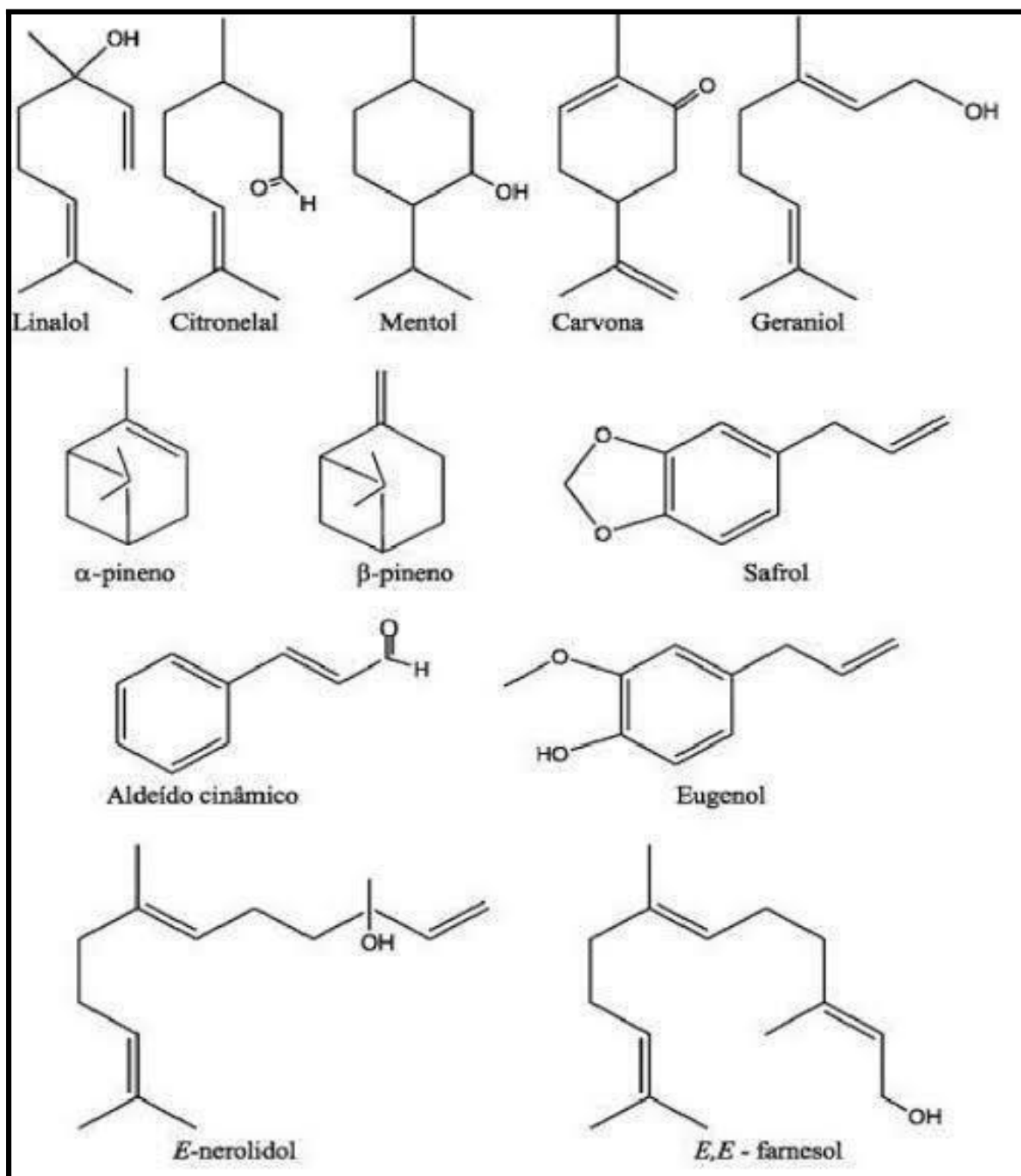
Devido ao seu pequeno peso molecular, os monoterpenos costumam ser voláteis, ressaltando que são constituintes principais de muitos óleos essenciais. Atualmente, são conhecidos mais de 1.000 monoterpenoides de ocorrência natural. (SIMÕES *et al.*, 2007).

Destaca-se que os monoterpenos são especialmente notáveis, formados pela junção de duas unidades de isopreno e apresentando dez átomos de carbono (C₁₀), como ilustrado na Figura 4. Os monoterpenos, encontrados em abundância em ervas, temperos e frutas, contribuem ativamente para a formação do aroma desses alimentos, destacando-se como agentes voláteis (CROTEAU *et al.*, 2000; RAVEN, 2007).

2.3.2 Sesquiterpenos

São conhecidos mais de 5000 sesquiterpenos na natureza. Vale levar em consideração, assim como os monoterpenos, que os sesquiterpenos são uma das principais substâncias que compõem os óleos voláteis de plantas, importantes nas indústrias de fragrâncias, alimentícia e farmacêutica, devido sua reconhecida atividade biológica (SIMÕES *et al.*, 2007). Os sesquiterpenos, por sua vez, consistem em três unidades de isopreno e quinze átomos de carbono (C₁₅) em suas estruturas, atuando como antibióticos produzidos pelas plantas em resposta a ataques de microorganismos e como agentes repelentes de herbívoros (Figura 4).

Figura 04 - Compostos monoterpênicos e sesquiterpênicos de ocorrência comum em óleos essenciais



Fonte: Adaptado de Simas *et al.*, (2004).

2.4 *Citrus sinensis* NA PERSPECTIVA DE TRATAMENTO DA ANSIEDADE E DEPRESSÃO

Faturi *et al.* (2010) destaca que o óleo essencial de laranja doce (*Citrus sinensis*) revelou uma concentração mais alta de limoneno, um monoterpene,

estabelecendo uma correlação direta com o efeito ansiolítico proeminente observado nos modelos animais, abordados na pesquisa.

O estudo clínico conduzido por Goes *et al.* (2012) destacou as propriedades ansiolíticas do óleo essencial de laranja doce em voluntários. O aroma proveniente do OE de *Citrus sinensis* demonstrou eficácia na redução do estado de ansiedade, em um estudo envolvendo 35 pacientes, conforme conduzido por LEHRNER *et al.* (2000). Adicionalmente, uma pesquisa com 50 pacientes (LEHRNER *et al.*, 2005) revelou melhorias no humor, maior tranquilidade e redução da ansiedade. Em um estudo clínico controlado e randomizado, JAAFARZADEH *et al.* (2013) observaram que crianças experimentaram diminuição dos níveis de cortisol salivar, correlacionada a uma melhoria no estado de ansiedade. Esses achados indicam que o óleo essencial de *Citrus sinensis* pode representar uma alternativa valiosa no tratamento da ansiedade.

Em estudos abragentes, foi possível compreender que a redução da ansiedade pode ser causada devido a interação com o receptor de benzodiazepínicos (AKHLAGHI; SHABANIAN; RAFIEIAN-KOPAEI; PARVIN *et al.*, 2011).

Estima-se que a ansiedade seja a segunda causa entre transtornos psicoativos (SOUZA, 2017). Aproximadamente 85% dos pacientes que demonstraram indícios de depressão, apresentaram sintomas significativos da ansiedade. (PATRIQUIN, 2018).

A inalação dos compostos voláteis presentes no *C. sinensis* tem a capacidade de impactar a atividade de regiões cerebrais como o hipotálamo, hipocampo e piriforme. Estudos, tanto pré-clínicos quanto clínicos, indicaram que o aroma cítrico pode restaurar o córtex afetado pelo estresse e imunossupressão, além de demonstrar potenciais efeitos antidepressivos em ratos. (COSTA; CURY; CASSETTARI; TAKAHIRA *et al.*, 2013; ZHANG; YANG; FAN; REN *et al.*, 2019).

3 OBJETIVOS

3.1 - OBJETIVO GERAL

Extrair o óleo essencial de *Citrus sinensis* L. Osbeck e identificar seus constituintes por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas.

3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar as folhas da espécie *Citrus sinensis* L. Osbeck;
- Calcular o rendimento do OE de *C. sinensis*;
- Comparar a composição do OE obtido com dados disponíveis na literatura científica;
- Relacionar a composição do OE de *C. sinensis* com suas propriedades terapêuticas.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

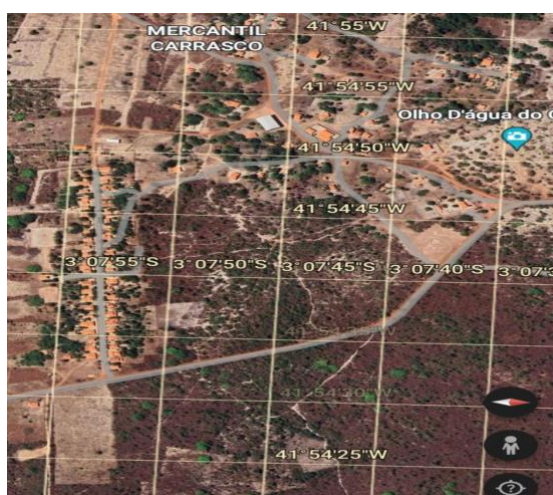
A pesquisa realizada, segundo GIL (2017), classifica-se como experimental e explicativa, pois as pesquisas se encaixam em uma investigação para se determinar um objetivo de estudo, de maneira que identifique alguns fatores que afetam ou contribuem para o conhecimento por meio da observação, destacando-se a pesquisa experimental como a que mais se aproxima do conceito do conhecimento científico.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Coleta da amostra

As folhas de *C. sinensis* foram coletadas em dezembro/2023, no horário aproximado, de 6 horas da manhã, na cidade de Buriti dos Lopes – PI, (FIGURA 5) conforme as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul – $3^{\circ} 7' 53''$; Longitude Oeste – $41^{\circ} 54' 33''$. Foram feitas excisões da espécie para depósito no herbário da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr) com o número de tombo científico 8636, para referências futuras e para identificação inequívoca da espécie.

Figura 5 – Local de coleta das folhas de *C. sinensis*



Fonte: Google Earth.

4.2.2 Procedimento Experimental

4.2.2.1 Extração

A extração foi realizada no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Parnaíba, utilizando a técnica de hidrodestilação em aparelho doseador tipo Clevenger. As folhas de *C. sinensis* (329,7 g) foram colocadas no balão de fundo redondo (5000 mL) (FIGURA 6). As folhas foram cobertas com água destilada, e, em seguida, o balão contendo as folhas, foi colocado sobre a manta aquecedora, sendo conectado ao condensador através de um doseador tipo Clevenger (FIGURA 6).

Figura 6 – Extração do OE de *C. Sinensis* por hidrodestilação com aparelho tipo Clevenger



Fonte: Autoria própria, (2023).

O aquecimento da água contida no balão, iniciou – se a 100 °C, e após a ebulição inicial, a temperatura foi reduzida para, aproximadamente 90°, permanecendo, desta forma, por 2 horas. Ao final do processo, o óleo volátil foi coletado, porém, ao fazer a coleta, foi observado que também havia sido coletada água, sendo removida com acetato de sódio anidro.

4.2.2.2 Identificação dos constituintes voláteis de *C. sinensis*

Para a identificação dos constituintes voláteis de *C. sinensis*, o OE extraído foi encaminhado para o Laboratório de Geoquímica Orgânica da UFPI, em Teresina, para a análise por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM). A análise foi realizada em um cromatógrafo a gás modelo GCMS-QP2010 SE (Shimadzu), equipado com auto injetor AOC-5000, seguindo as seguintes condições de análise: injetor 300 °C, razão *split* 1:10, temperatura inicial do forno de 70 °C por 2 minutos, com taxa de aquecimento de 6 °C.min⁻¹ até a temperatura final de 310 °C, mantidos por 20 min. Para cromatografia dos componentes utilizou-se hélio como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL.min⁻¹ e uma coluna DB-5MS UI (30m x 0,25mm) diâmetro e espessura do filme interno de 0,25 µm com fase estacionária de 5% difenilpolissiloxano e 95% de dimetilpolissiloxano.

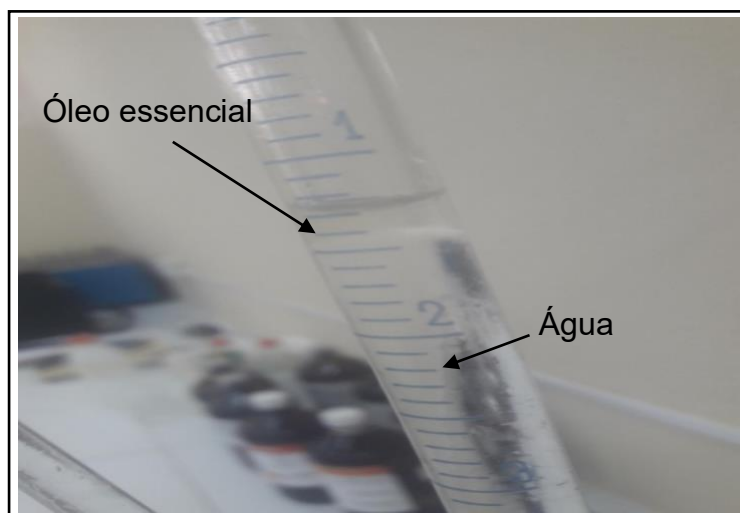
O analisador de massas utilizado foi do tipo quadrupolo, operando por Impacto de Elétrons (70 eV) e os fragmentos detectados na faixa de 45 a 650 Da. A identificação dos constituintes do óleo essencial foi feita por comparação das ordens de eluição, tempos de retenção e espectros de massas com dados da literatura e das bibliotecas Wiley e NIST.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Mediante à alta temperatura, o fluxo dos vapores de OE se condensa com as moléculas voláteis e se deposita na coluna de vidro, sendo possível observar o destilado separado em duas camadas imiscíveis. O OE de *Citrus sinensis* (0,0475 g) apresentou coloração transparente e aspecto viscoso (FIGURA 7).

Figura 7 – Óleo essencial das folhas de *Citrus sinensis*



Fonte: Autoria própria (2023).

Segundo Castelo *et al.* (2010), o rendimento do OE pode ser obtido através de um cálculo matemático simples, conforme a Equação 1. Para o OE de *Citrus sinensis* o rendimento encontrado foi de 0,014 %.

$$\% = (M2 / M1) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

% = Rendimento do OE extraído

M2 = Massa final do óleo essencial extraído (g)

M1 = Massa das folhas utilizadas na extração (g)

Substituindo na Equação 1, temos:

$$\begin{aligned}\% &= (M2 / M1) \times 100 \\ \% &= (0,0475 \text{ g} / 329,7 \text{ g}) \times 100 \\ \% &= 0,014\end{aligned}$$

O rendimento obtido (0,014%) foi considerado muito baixo, levando em consideração a literatura, que mostra uma variação muito significativa no percentual. GONÇALVES *et al.* (2012) relataram O rendimento de 0,17 % para o óleo das folhas de *Citrus sinensis*, valor que é, aproximadamente, 12 vezes maior que o obtido na determinada pesquisa. Em determinadas circunstâncias, vale ressaltar os possíveis fatores que podem ter interferido na obtenção do óleo essencial: fatores endógenos, tais como fungos e microorganismos, que de acordo com Simões *et al.* (2010) alteram o rendimento do OE. O horário, período da coleta e a localização geográfica afetam diretamente o rendimento do OE. Dependendo do horário, período da coleta e localização geográfica é possível observar maior ou menor quantidade de óleo, sendo a temperatura um fator determinante. Quando o OE é extraído de uma coleta feita nos primeiros horários do dia, tem mais chances de apresentar maior rendimento, assim como o OE obtido de uma coleta feita em períodos do ano mais frio, uma vez que quanto menor a temperatura, mais a planta tende a reter o OE.

O rendimento baixo também pode estar relacionado a pouca quantidade de folhas utilizadas no processo de extração, além disso, a extração de OE juntamente com a água, e posterior secagem com acetato de sódio anidro e filtração podem ter afetado o rendimento do OE de maneira considerável (SILVA *et al.*, 2003).

5.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS DE *Citrus sinensis*

A identificação dos constituintes voláteis foi feita por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) com método de ionização por Impacto Eletrônico (EI). Técnica que segundo Silvestrini, Webster e Kiemle (2012) têm como meio fundamental básico, a geração de íons para análise química e a identificação dos constituintes presentes na amostra, a partir disso, as moléculas da amostra são submetidas a um feixe de elétrons de alta energia, que normalmente se encontra em 70 eV, para que dessa forma a amostra em questão consiga ser ionizada e detectada.

Após a análise por CG-EM da amostra do óleo essencial de *Citrus sinensis* foram detectados e identificados um total de 15 constituintes químicos (QUADRO 1).

O cromatograma a seguir (FIGURA 8) destaca 15 picos referentes aos compostos identificados na espécie em estudo.

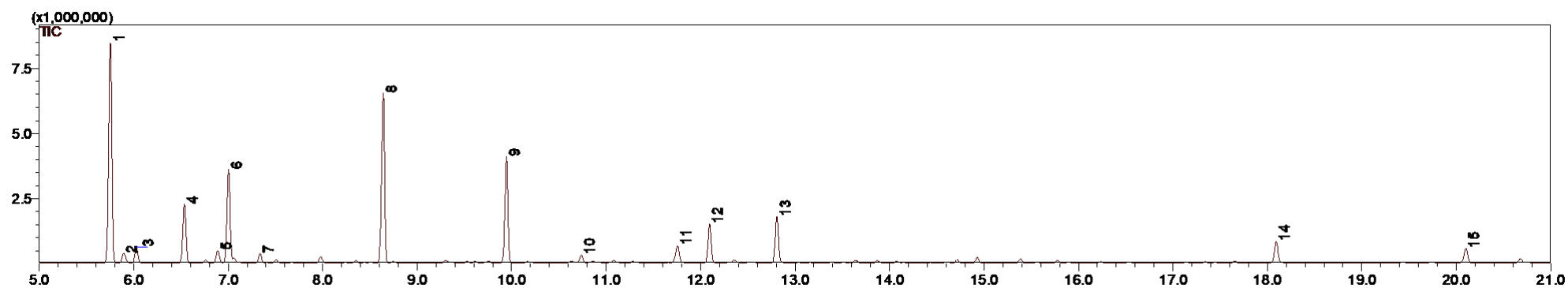
Quadro 1 – Tempo de retenção e composição química (percentual) dos constituintes químicos identificados no óleo essencial de *C. Sinensis*

Pico	TR*	Constituintes	percentual (%)
1	5.750	sabineno	26,98
2	5.895	2- β -pineno	1,37
3	6.025	mirceno	1,82
4	6.535	(+)-3-careno	7,06
5	6.890	<i>para</i> -cimeno	1,47
6	7.005	d-limoneno	10,96
7	7.335	β -ocimeno	1,00
8	8.640	L-linalol	19,41
9	9.945	citronelal	11,86
10	10.735	4-terpineol	0,85
11	11.755	β -citronellol	2,26
12	12.095	neral	4,56
13	12.805	geranial	5,69
14	18.095	β -selineno	2,74
15	20.100	óxido de cariofileno	1,98

TR* - tempo de retenção

Fonte: Autoria propria (2024).

Figura 8 – Cromatograma do OE de *C. Sinensis* obtido por CG-EM

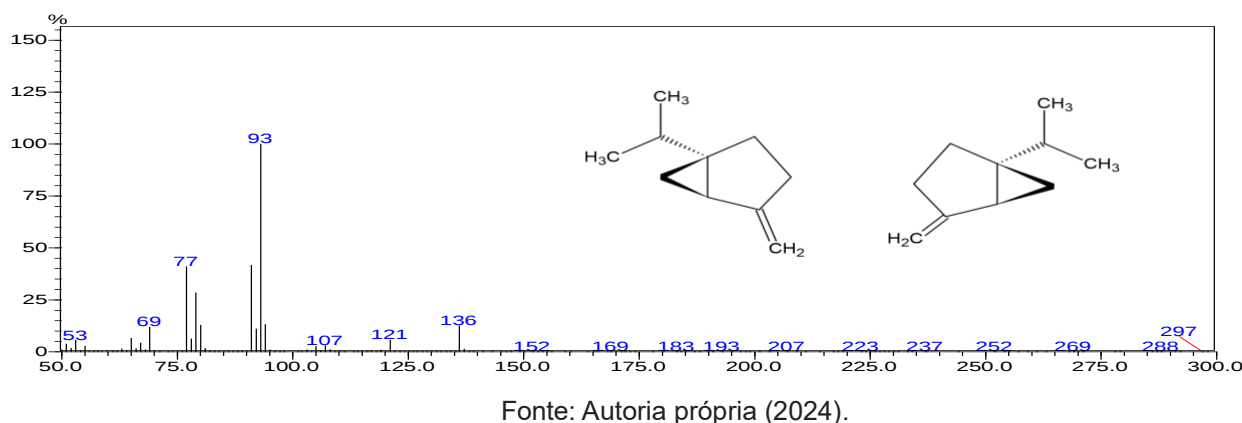


Fonte: Autoria própria (2024).

Dentre os diversos constituintes identificados, o sabineno (pico 1) foi o composto majoritário, com aproximadamente 26,98%, seguido do L-linanol (pico 8; 19,41%), citronelal (pico 9; 11,86%) e D-limoneno (pico 6, 10,96%). Os percentuais diferem dos valores da literatura. Essa variação encontrada segundo Dosoky e Setzer (2018), pode ser afetada por diversos aspectos diferentes, sendo um deles os fatores biológicos.

O sabineno (pico 1) foi o constituinte majoritário com o tempo de retenção (TR) de 5,750 min, destacando que é encontrado, principalmente, em espécies vegetais. O percentual do sabineno varia de maneira significativa nos óleos essenciais (CAMPOS *et al.* 2019). O sabineno é um monoterpreno, utilizado na preparação de óleos essenciais artificiais, utilizado na indústria de cosméticos na fabricação de perfumes e alimentos (RIBEIRO, 2019). A Figura 9 apresenta o Espectro de Massas do sabineno.

Figura 9 – Espectro de Massas do sabineno

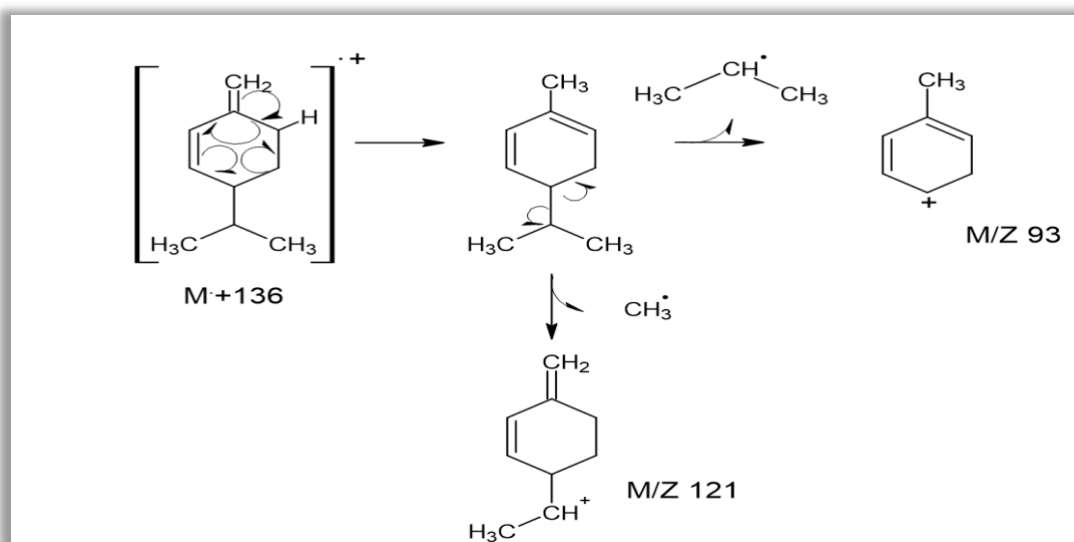


O constituinte identificado em *Citrus sinensis* como sabineno apresentou um pico do íon molecular m/z 136 correspondente a sua fórmula $C_{10}H_{16}$, que em questão ocorre a eliminação de um grupamento metila $[M - 15]$ formando o fragmento m/z 121, composto com carbocátion, que a partir do mesmo ocorrem outras fragmentações consecutivas na molécula.

O constituinte identificado apresenta um pico base intenso em m/z 93 que se resulta do íon $C_7H_9^+$. É possível perceber que indica um anel aromático com cadeia lateral, podendo sofrer ramificações no carbono, visando destacar que o substituinte maior pode ser eliminado mais rapidamente, e os picos de intensidade diferentes em m/z : 107, 77, 69, 53, são devido a fragmentações que acontecem pelo rompimento de ligações e eliminação de moléculas neutras. O pico m/z 69, consideravelmente em

hidrocarbonetos cíclicos aromáticos, é destacado pela presença de íon $C_5H_9^+$ e o pico m/z 53 que está relativamente relacionado a fragmentação do íon $C_4H_5^+$, que está representado no Esquema 1

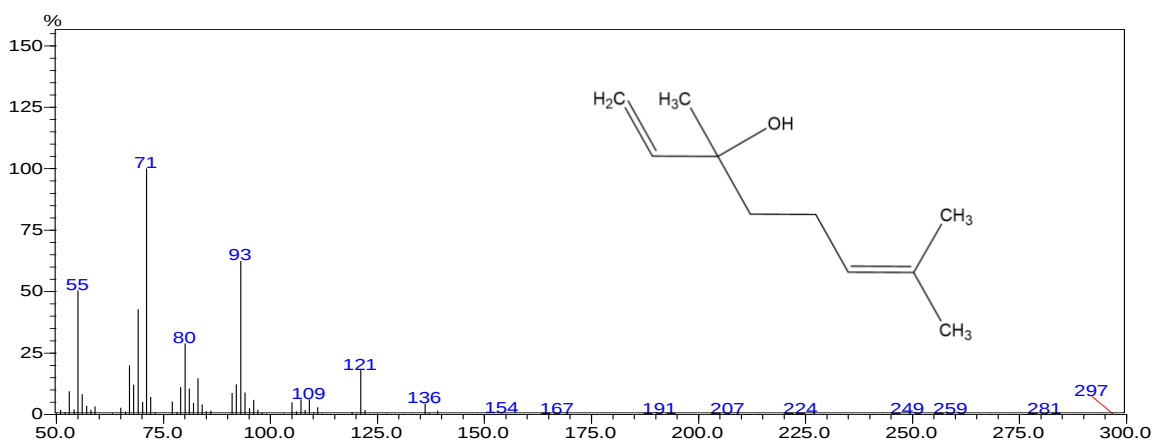
Esquema 1 – Fragmentação do pico base sabineno



Fonte: Adaptado de Vignólio (1998).

Na Figura 8, como visto anteriormente, o pico 8 foi identificado como sendo L-linalol (FIGURA 10) um isômero de D-linalol, ambos são enantiômeros, sendo assim isômeros ópticos. Esse álcool monoterpênico apresenta o pico do íon molecular m/z 154, ou seja, o pico que apresenta a maior massa que representa a fórmula elementar $C_{10}H_{18}O$. Foi necessário fazer o Rearranjo de McLafferty, formando a partir do mesmo, o fragmento m/z 136, resultando na perda da água e formando um carbocátion que em seguida sofre quebras da eliminação de radicais e moléculas sem cargas.

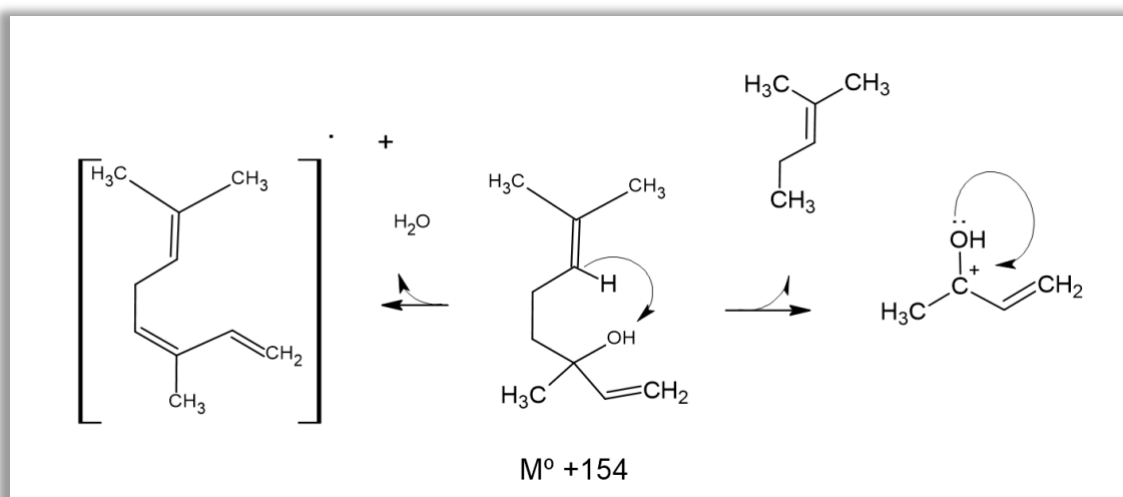
Figura 10 – Espectro de Massas do L-linalol



Fonte: Autoria própria, (2024).

O linalol possui um pico com intensidade que se encontra em m/z 71, é importante ressaltar que todos os compostos possuem picos particulares da molécula, que são certamente influenciados pela estrutura da molécula, que se dá pela estabilidade dos fragmentos, que está representado no Esquema 2.

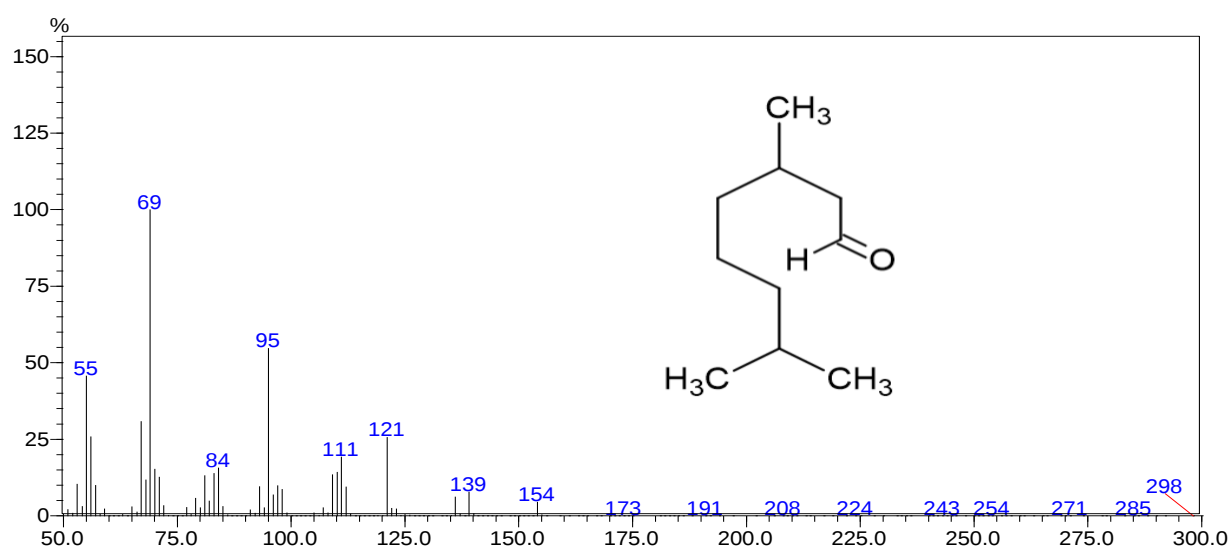
Esquema 2 – Fragmentação relativa ao pico base do L-linalol



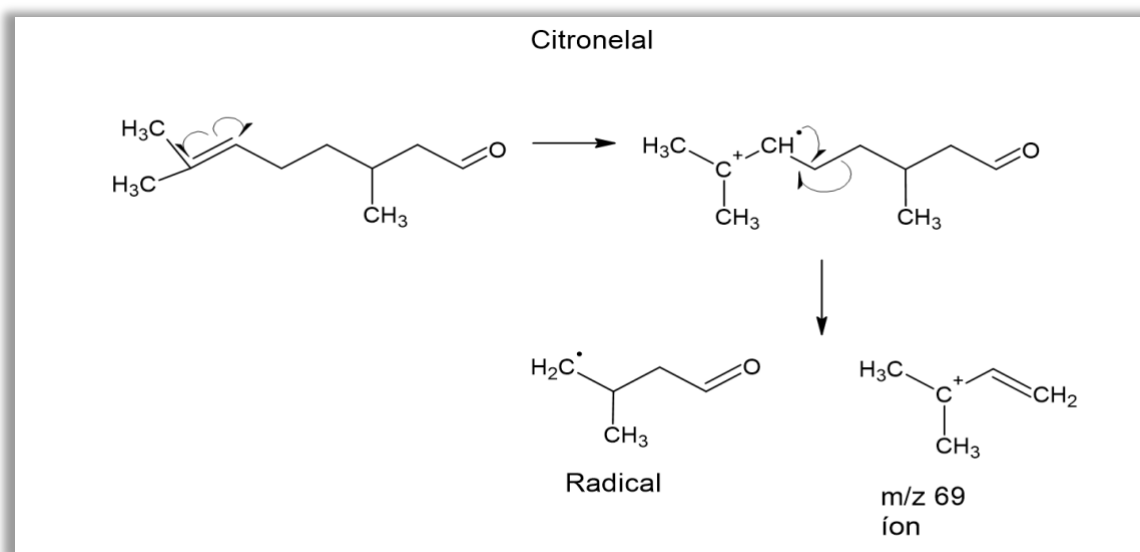
Fonte: Adaptado de Vignólio (1998).

O pico 9 (Figura 8), mencionado anteriormente, com um tempo de retenção de 9,945 min, foi atribuído ao citronelal (FIGURA12), um terpenoide que tem sua aplicação em indústrias de fragrâncias e repelentes para insetos. Este monoterpene está presente em alguns vegetais, sendo eles facilmente encontrados em folhas cítricas. (AMARAL e BARA, 2005)

O citronelal (FIGURA 11) possui um pico do íon molecular m/z 154, conferindo a fórmula $C_{10}H_{18}O$. O pico do íon molecular tem baixa intensidade devido à contribuição de picos isotópicos adjacentes. O íon molecular de citronelal perde um grupo metila [M-15] formando por sua vez m/z 139, que em seguida forma um composto que tem um carbocátion, que sofre por sua vez diversas fragmentações, bem como a perda da água [M-18], formando a partir dessa fragmentação, um pico m/z 121, a partir dessa fragmentação são realizadas outras fragmentações: m/z : 111, 95, 69 e 55, com a clivagem da molécula em pontos distintos, sendo o m/z 69 o pico base, ou seja, o pico que caracteriza o composto supostamente mais estável, assim como representado no (ESQUEMA 3).

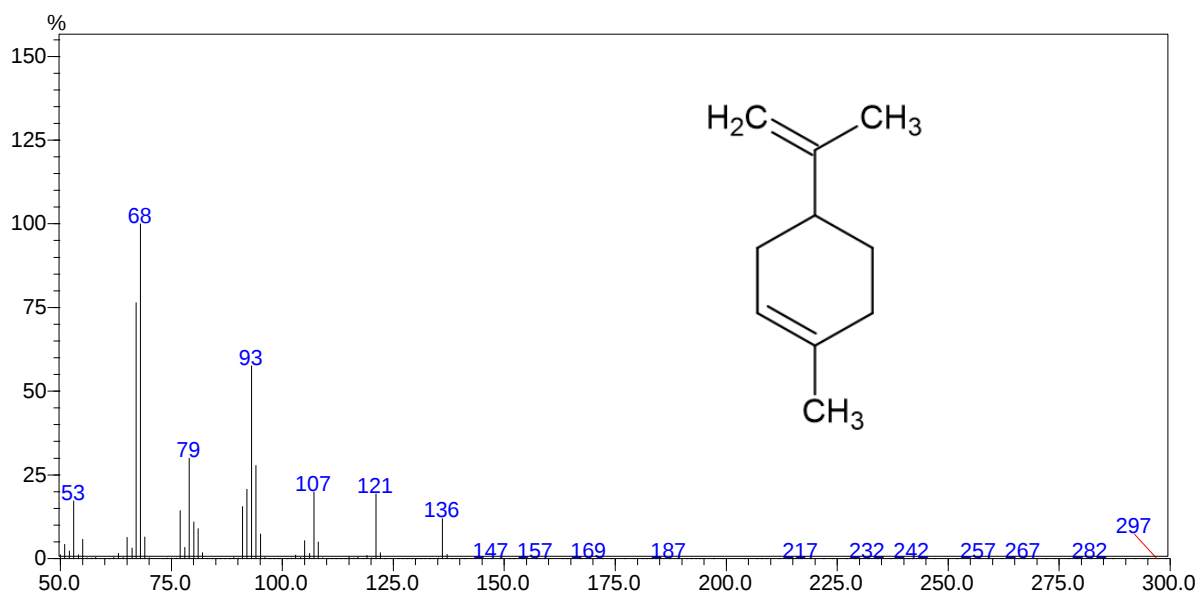
Figura 11 – Espectro de Massas do citronelal

Fonte: Autoria própria (2024).

Esquema 3 – Fragmentação relativa ao pico base do citronelal

Fonte: Adaptado de Carvalho (2021).

Por fim, o D-limoneno, correspondente ao pico 6 do cromatograma visto anteriormente (FIGURA 8), é também um monoterpene (Figura 12).

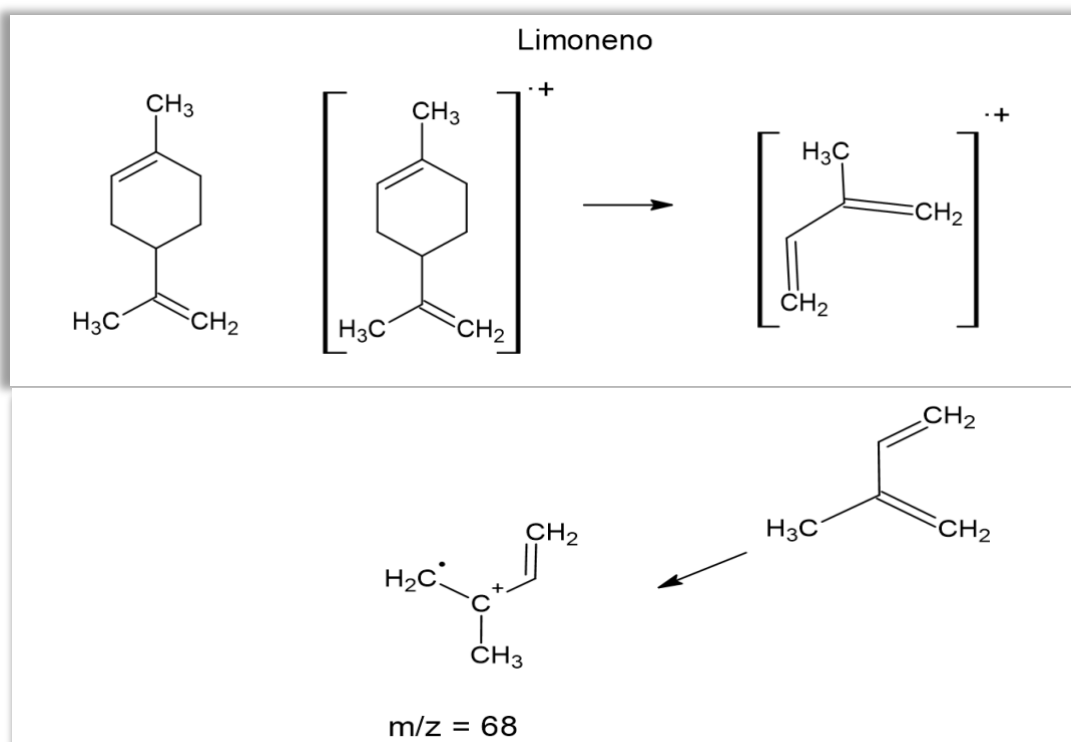
Figura 12 – Espectro de Massas do D-limoneno

Fonte: Autoria própria (2024)

O D-limoneno apresenta pico do íon molecular em m/z 136 o que condiz com a fórmula $C_{10}H_{16}$. Ocorre a eliminação de um grupo metila [M-15] na formade radical, assim formando o fragmento m/z 121, por meio dessa fragmentação surgem outras novas fragmentações na molécula, sendo seguida pela eliminação de moléculas neutras.

O íon m/z 93 é formado a partir do rompimento da ligação entre os átomos de carbono da estrutura do íon pico m/z 121, perdendo o equivalente a m/z 28. O pico em m/z 68 caracteriza a presença do fragmento $[C_5H_8^+]$ decorrente da quebra de ligações carbono-carbono semelhante à reação retro-Diels-Alder, comum em alcenos cíclicos (RIBEIRO, 2009) isso é devido ao rompimento de ligações na estrutura e a eliminação de um fragmento em forma de molécula neutra, que está representado no Esquema 4.

Todos os compostos majoritários identificados no OE de *C. sinensis* são pertencentes à classe dos monoterpenos.

Esquema 4 – Fragmentação relativa ao pico base do D-limoneno

Fonte: Adaptado de Baby e Ranganathan (2016).

5.3 METABÓLITOS E ATIVIDADES BIOATIVAS de *Citrus sinensis*

De forma clara e objetiva, grande parte das espécies de *Citrus* apresentam quantidades significativas de D-limoneno. Este relaciona-se à inibição da tuberculose e do câncer colorretal das células (ARRUDA *et al.*, 2009).

O sabineno tem sido relatado em 26,98% dos óleos essenciais. Esse composto apresenta ação no Sistema Nervoso Central (SNC). O poder bacteriostático da laranja doce, graças aos seus compostos voláteis, principalmente o limoneno, foi destacado em estudos recentes. Esses óleos cítricos não apenas têm um aroma agradável, mas também mostram propriedades notáveis no combate a bactérias e fungos (ACAR *et al.*, 2015).

Terpenoides, como monoterpenos e sesquiterpenos têm sido vistos como promissores agentes antifúngicos em óleos essenciais cítricos. Estudos de Caccioni e Guizzardi (1994) revelaram que os monoterpenos oxigenados presentes em cítricos mostraram a mais alta eficácia antifúngica entre os compostos testados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os metabólitos secundários apresentam uma grande complexidade no que diz respeito à composição química. Estes metabólitos são de extrema importância para a descoberta de propriedades medicinais, estimulando assim o crescimento significativo da Química de Produtos Naturais.

A espécie *Citrus sinensis* foi coletada, identificada e registrada no acervo do Herbário do Delta do Parnaíba (HDELTA) da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr), sob o número de tombo científico 8636.

O OE das folhas de *C. sinensis* foi obtido com rendimento de 0,014 % e, a partir da CG-EM, foram identificados 15 constituintes, sendo os majoritários: sabineno (26,98 %), linalol (19,41 %), citronelal (11,86 %) e limoneno (10,96 %).

O OE de *C. sinensis* apresenta propriedades como antibacteriana, antifúngica, inibição de células relacionadas ao câncer colorretal, tuberculose e propriedades com ação no SNC. Estas atividades são atribuídas, sobretudo, a presença de monoterpenos.

Como perspectiva futura deste trabalho, está a necessidade de estudo investigativo-comparativo a respeito da composição química de espécies de *Citrus sinensis* coletadas em diferentes regiões brasileiras e estações do ano, a fim de avaliar os fatores que podem contribuir para as diferenças de composição química do óleo essencial de *C. sinensis*.

REFERÊNCIAS

- ACAR, Ü. *et al.* Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. **Aquaculture**, v. 437, p. 282 - 286, 2015.
- AKHLAGHI, M.; SHABANIAN, G.; RAFIEIAN-KOPAEI, M.; PARVIN, N. *et al.* *Citrus aurantium* Blossom and Preoperative Anxiety. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 61, n. 6, p. 702-712, 2011.
- ALVES, Luciana. **Análises dos constituintes químicos do óleo essencial de *Eugenia Speciosa* Camb. (Myrtaceae)**. 1998. Tese (Curso de Pós-Graduação em Química Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Química, Rio de Janeiro, 1998.
- AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.2, n.2, p.5-8, 2005.
- ANWAR, F.; NASEER R.; BHANGER, M. I.; ASHRAF, S.; NAZ, T. F.; ALADEDUNYE F. A. Physico-Chemical Characteristics of Citrus Seeds and Seed Oils from Pakistan. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, v. 85, p. 321-330, 2008.
- ARRUDA, D. C.; MIGUEL, D. C.; YOKOYAMA-YASUNAKA, J. K. U.; KATZIN, A. M.; ULIANA, S. R. B. Inhibitory activity of limonene against *Leishmania* parasites in vitro and in vivo. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 63, p.643-649, 2009.
- AZAMBUJA, J. **Produção e extração de óleos essenciais em pequenas propriedades rurais**. CURITIBA, (PA), 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/44747>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- BABY, K. C., RANGANATHAN, T. V. Effect of enzyme pre-treatment on extraction yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare*) volatile oil. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 8, p.248–256, 2016.
- BARBOSA, R. C; LOBATO, L. J. **Obtenção de óleos essenciais, comparação de processos e elaboração de uma planta didática**. UNIVAP: São José dos Campos (SP), 2013. Disponível em: <https://biblioteca.univap.br/dados/000004/000004a5.pdf>. Acesso em: 13 de nov. 2023.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. (Eds.). **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2010.
- BIZZO, H.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01000422009000300005&lng=en&nrm=iso.

CACCIONI, D. R. L.; GUIZZARDI, M. Inhibition of germination and growth of fruit and vegetable postharvest pathogenic fungi by essential oil components. **Journal of Essential Oil Research**, v. 6, p. 173–179, 1994.

CAMPOS J. F.; SCHERRMANN, M. C.; BERTEINA-RABOIN, S. Eucalyptol: A new solvent for the synthesis of heterocycles containing oxygen, sulfur and nitrogen. **Green Chemistry**, v. 21:1531–1539, 2019.

CASTELO, A. V. M. DEL MENEZZI, C. H. S.; RESCK, I. S. Rendimento e análises espectroscópicas (RMN ¹H, ¹³C; IV da decomposição química dos óleos essenciais de quatro plantas do cerrado. **Revista cerne**, v.16, n.4, p. 573-584, 2010.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. M.; DA SILVA, E. P.; DAVID, J. P.; LOPES, L. M. X.; GUEDES, L. M. S. Flavonóides, noriso-prenóides e outros terpenos das Folhas de *Tapirira guianensis*. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2056-2059, 2008.

COSTA, C.; CURY, T.; CASSETTARI, B.; TAKAHIRA, R. et al. *Citrus aurantium* L. essential oil exhibits anxiolytic-like activity mediated by 5-HT_{1A}-receptors and reduces cholesterol after repeated oral treatment. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 13, p. 1-10, 2013.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). **Biochemistry and molecular biology of plants**, v. 24, p. 1250-1319, 2000.

DONADIO, L. C.; MOURÃO, F. A. A. F.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, **distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil**. In: MATTOS JUMIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.) *Citrus*. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundag, 2005.

DOSOKY, N. S., SETZER, W. N. Biological Activities and safety of *Citrus* spp. Essential Oils. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n.07, 1966. Disponível em <https://doi.org/10.3390/ijms19071966>.

DUGO, G.; COTRONEO, A.; BANACCORSI, I. Composition of “petitgrain” oils. In: DUGO, G; MONDELLO, L. (Eds). **Citrus Oils: composition, advanced analytical techniques, contaminantes, and biological activity**. London: CRC Press, 2010.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents: A Review. **Phytotherapy research**, v. 21, p. 308-323, 2007.

FATURI, C. B.; LEITE, J. R.; ALVES, P. B.; CANTON, A. C. et al. Anxiolytic-like effect of sweet orange aroma in Wistar rats. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 34, n. 4, p. 605-609, 2010.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L.; Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química e Sociedade. Química Nova na Escola*, v. 39, n 2, p. 120 – 130, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160068>. Acesso em: 06 dez. de 2023.

GIL, A. C. Como **elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOES, T. C. G.; ANTUNES, F. D.; ALVES, P. B.; TEIXEIRA-SILVA, F. Effect of Sweet Orange Aroma on Experimental Anxiety in Humans. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 18, n. 8, p. 798-804, 2012.

GONÇALVES, A; GUAZZELLI, M. J. **Agroflorestas e óleos essenciais**. 2014. Disponível em: http://www.centroecologico.org.br/cartilhas/Cartilha_Oleos.pdf . Acesso em: 05 nov. 2023.

GONÇALVES, C; CARDOSO, K.; FREITAS, R.; FEITOSA, C. et al. Efeito do tratamento agudo do óleo essencial de *Citrus sinensis* (L) Osbeck na aquisição da memória espacial de ratos avaliada no labirinto aquático de Morris. **Revista de ciência Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 33, n. 02, p. 211-215, 2012.

JAAFARZADEH, M.; ARMAN, S.; POUR, F. F. Effect of aromatherapy with orange essential oil on salivary cortisol and pulse rate in children during dental treatment: A randomized controlled clinical trial. **Advanced Biomedical Research**, v. 02, n. 1, 2013.

JAKIEMIU, E. A. R. **Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (Thymus vulgaris L.)**. Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: [https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/15783/DissertaELISABETE;jessi onid=BEE99142F02BF474312EAD9FC788A919?sequence=1](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/15783/DissertaELISABETE;jessi%20onid=BEE99142F02BF474312EAD9FC788A919?sequence=1). Acesso em: 25 nov. 2023.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, L.S. **Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1991.

KUZEY, C. **Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades**. Iffarroupilha.edu, 2021. Disponível em: <<https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream>>itemid. Acesso em: 10 de novembro de 2023.

LEHRNER, J.; ECKERSBERGER, C.; WALLA, P.; PÖTSCH, G.; DEECKE L. Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients. **Physiology & Behavior**, v. 71, p. 83-86, 2000.

LEHRNER, J.; MARWINSKI, G.; LEHR, S.; JOHREN, P.; DEECKE, L. Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. **Physiology & Behavior**, v. 86, p. 92-95, 2005.

MARQUES, T. M.; DE SOUZA, F. M.; ESPINHEIRA, M. J. C. L. **Revisão bibliográfica sobre os diferentes métodos de extração de óleo essencial**. Editora: Atena. Ponta Grossa: PR p. 147–154, 2019.

MARTINO, L.; NAZZARO, F.; MANCINI, E.; DE FEO, V. In: PREEDY, V. R.; WATSON R. R. (ed). 1° Ed. *Essential oils from Mediterranean Aromatic Plants. The Mediterranean Diet: Na Evidence-Based Approach*. Londres: **Elsevier**. Cap. 58, p. 649-661. 2014.

MARTINS, Carla de Oliveira. **Estudo Químico, Atividade Antioxidante, Atividade Antimicrobiana e Análise do Óleo Essencial da Espécie Kielmeyera Coriacea Mart. & Zucc (Pau-santo) do Cerrado**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química). Instituto de Química. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MARTINS, J.; S, B. Phytochemistry and pharmacology of anti-depressant medicinal plants: A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 104, p. 343-365, 2018.

MCMURRY, J. **Química Orgânica - Combo**. SP: Cengage Learning, ed. 7, p. 1344, 2011.

NEVES, Juliete Silva. **Aromaterapia: Um tema para o ensino de química**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Instituto de Química da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G.M.; SNADER, K. M. Natural products as sources of new drugs over the period 1981–2002. **Journal of Natural Products**, v. 66, p. 1022–1037, 2003.

OLIVEIRA, Mirella Carvalho de Araújo. **Extração e caracterização dos constituintes voláteis do óleo essencial do capim - citronela (*Cymbopogon* sp) da cidade de araguaína por arraste a vapor e GC/MS**. Monografia (Curso de Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Tocantins Campus universitário de Araguaína, Tocantins, p.40, 2021.

PATRIQUIN, M.; MATHEW, S. The neurobiological mechanisms of generalized anxiety disorder and chronic stress. **Chronic Stress: Sage Journals**, v.1, p. 1-10, 2018.

RASKIN, I. *et al.* Plants and Human Health in the Twenty-First Century. **Trends Biotechnology**, v. 20, n. 12, p. 522-531, 2002.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, p. 30-32, 2007.

RIBEIRO, J. D. **Estudo Analítico e Avaliação da Atividade Antibacteriana do óleo essencial da espécie Pimenta dioica Lindl**. 2009. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

RIBEIRO, M. S. P. **Aplicação de catalisadores a base de heteropoliácidos na transformação de compostos terpênicos: s: (+)-aromadendreno e (R, R) - sabineno**. 2019. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SAHARI, M.A.; Berenji, S. A. Bio-antioxidants Activity: Their Mechanisms and Measurement Methods. **Applied Food Biotechnology**, v. 2, p. 3-8, 2015.

SILVA, A. *et al.* **Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório**. Embrapa. 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/doc>. Acesso em: 09 de novembro de 2023

SILVA, M. G. V. *et al.* Essential oils of *Ocimum basilicum* L., *O. basilicum* var minimum and *O. basilicum* var purpurascens grown in Northeast of Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 18, p. 3-14, 2003.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J.; **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**, 7a ed., LTC: Rio de Janeiro, 2012.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: Da planta ao Medicamento**. Editora da UFSC, 2007.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: Da planta ao Medicamento**. 6.ed. Porto Alegre/Florianópolis. 2010.

SINGH, S.; RAJAM, M. V. Citrus biotechnology: Achievements, limitations and future directions. **Physiology Molecular Biology Plants**, v. 15, p. 3-22, 2009.

SOUZA, I.; MACHADO-DE-SOUZA, J. Brazil: world leader in anxiety and depression rates. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v.39, n.4, p.384, 2017

STEVENSEN, C. J. Aromatherapy in dermatology. **Clinics in Dermatology**, v. 16, n .6, p. 689-694, 1998.

SUN, Q.; HEILMANN, J.; KÖNIG, B.; Natural phenolic metabolites with antiangiogenic properties – a review from the chemical point of view. **Beilstein Journal Organic Chemistry**, v. 11, p. 249-264, 2015. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4361970/>. Acesso em: 28 de nov. 2023.

SWINGLE, W. T. **The botany of Citrus and its wild relatives**. In: Reuther W, Weber HJ, Batchelor LD (eds) The Citrus Industry. History, world distribution, botany and varieties, vol I. University of California Press, Berkeley, pp 190-430. 1967.

TIERNEY L. M., MCPHEE S. J, PAPADAKIS M. A. **Current – Medical Diagnosis and Treatment**. 38th edition. Prentice Hall Int. Inc, USA, p. 1118-1136, 1999.

TRANCOSO, M. D.; BAPTISTA, B. A V.; GOMES, G. A.; GONZALEZ, M. M.; RIBEIRO, T. B.; **Óleos essenciais: Extração, importância e aplicações no**

cotidiano. In: 53º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/14/2780-17038.html>. Acesso em: 14 de dezembro de 2023.

VALE, T. G.; FURTADO, E. C.; SANTOS JR., J. G.; VIANA, G. S. B. Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from *Lippia alba* (Milo.) N. E. Brown. **Phytomedicine**, v. 9, p. 709- 14, 2022.

VALE, T. G.; MATOS, F. J. A.; LIMA, T. C. M.; VIANA, G. S. B. Behavioral effects of essential oils from *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown chemotypes. **Journal Ethnopharmacology**, v. 167, p. 127-33, 1999.

ZHANG, L. L.; YANG, Z. Y.; FAN, G.; REN, J. N. et al. Antidepressant-like Effect of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck Essential Oil and Its Main Component Limonene on Mice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 50, p. 13817-13828, 2019.