



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS

CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA (CIMBA)

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS

ANDRÉ LUIZ XAVIER DO NASCIMENTO

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E
FRUTOS DE *CITRUS SP* (Laranja lima) NATIVO DO CERRADO
TOCANTINENSE**

Araguaína – TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

X3e Xavier do Nascimento, André Luiz.
EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL
DE FOLHAS E FRUTOS DE CITRUS SP (Laranja lima)
NATIVO DO CERRADO TOCANTINENSE / André Luiz Xavier
do Nascimento. - Centro de Ciências Integradas - CCI, TO,
2025.
63 f.

Monografia Graduação (Graduação - em Química) --
Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientador: Joseilson Alves de Paiva.

1. Citrus sp. 2. Laranja Lima. 3. CG/EM.

CDD 540

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.


ANDRÉ LUIZ XAVIER DO NASCIMENTO

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E FRUTOS DE *CITRUS SP* (Laranja lima) NATIVO DO CERRADO TOCANTINENSE

Monografia foi avaliada e apresentada à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus de Ciências Integradas para obtenção do título de Licenciado em Química, como requisito parcial de avaliação na disciplina de estágio supervisionado IV – TCC e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.


Data de aprovação 28/11/2025

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JOSEILSON ALVES DE PAIVA
Data: 02/12/2025 12:13:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Professor Orientador

Prof. Dr. Joseilson Alves de Paiva

Documento assinado digitalmente
 DANIEL BARBOSA ALCANTARA
Data: 01/12/2025 20:57:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Avaliador

Prof. Dr. Daniel Barbosa Alcântara

Documento assinado digitalmente
 RENATA FERREIRA LINS DA SILVA
Data: 28/11/2025 18:48:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Avaliadora

Profa. Dra. Renata Ferreira Lins da Silva

Araguaína, 28 novembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por me possibilitar chegar nesse momento da minha vida, pois ele me fortaleceu e me abraçou em momentos que só ele sabia como lidar e em situações em que pensei em desistir, ele me acalmou nos meus momentos de maior fragilidade emocional.

A minha mãe, Andréia Xavier do Reis Bezerra, por sempre me apoiar e me incentivar nas dificuldades; seus conselhos, suas falas me deram força para continuar e se tornaram o meu pilar de sustentação quando tudo não fazia mais sentido. Ao meu pai, Geraldo Bezerra do Nascimento, por sempre ter a preocupação com minha saúde e com minhas idas e vindas para curso, o seu apoio foi fundamental para a chegada desse momento na minha vida.

A minha querida vovó Eunice Xavier do Reis, que sempre me esperava às 4:40 da manhã para tomar o café antes de ir para a faculdade, onde sempre me elogiava pelo meu esforço e me apoiava nos meus estudos. Aos meus familiares que sempre estiveram presentes em minha trajetória e me apoiaram com palavras de incentivo.

Gratidão à minha companheira Erika Moraes da Silva, que, desde que nos conhecemos, me apoiou em cada minuto dessa caminhada, sempre esteve ao meu lado durante as agonias e complicações da minha formação e que, mesmo nos momentos em que havia tempo para ela, se tornou presente.

Meus agradecimentos em especial vão para o **Prof. Paiva**, meu orientador, que me ajudou a compreender as disciplinas do eixo Orgânico, em específico análise espectroscópica, me ajudou e tirou dúvidas envolvendo outras disciplinas, me orientou na produção do trabalho que foi aprovado no CBQ 2025 e me incentivou a ir ao congresso pela primeira vez, e por ser uma pessoa extremamente exemplar e excelente profissional que contribui para formação docente.

Agradeço aos técnicos de laboratórios Gilberto e Gildete, em especial a Gildete por ser uma pessoa maravilhosa e exemplar como profissional, mas especialmente como exemplo de pessoa a ser seguida, sendo onipresente durante a minha vida acadêmica, e por cuidar de todos os alunos do curso.

Agradeço também a todo o colegiado do curso de Licenciatura de Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT): prof^ª Josilana, prof^ª Adriana, prof^ª

Jane Darley, prof^a Flamys, prof^a Verenna, prof^a Renata, prof. Francisco, prof. Daniel Barbosa, prof. Daniel Barra, prof. Maiko, prof. Eduardo.

Aos meus amigos universitários que fizeram parte dessa caminhada, Letícia Costa, Wesley Novais, Nayomar Mendes, Allany, Ronivaldo, Genivaldo, Ellen, Brena.

Agradeço ao Programa de Iniciação à Docência (Pibid), coordenado pela professora Verenna Barbosa, sendo de grande importância para minha formação profissional.

RESUMO

A flora do cerrado tocantinense possui diversas espécies de plantas aromáticas, o bioma do estado possui várias espécies do gênero *Citrus*, que possuem propriedades aromáticas e medicinais. Popularmente conhecidas como: laranja Lima, laranja, limão, ponkan, entre outras. O presente trabalho traz um estudo dos OEs de folhas e cascas dos frutos de espécie de *Citrus* conhecido pelos populares como “Laranja Lima”, planta frutíferas que possui um aroma bastante agradável com frutos com baixa acidez e sabor suave. Coletou-se três amostras de folhas e frutos sempre período da manhã entre os meses de abril e junho, do material obtido procedeu-se a extração dos OEs em sistema clewenger. Após a obtenção dos óleos essenciais determinou-se os rendimentos médios das triplicatas, folhas 0,22% e cascas dos frutos 0,26%, em seguida realizou-se a caracterização dos OEs por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas CG/EM, detectou-se e identificou-se a partir da análise pela biblioteca NIRST do massas os 11 constituintes nos óleos das folhas e cascas: pineno, D-limoneno, Cis- β -ocimeno, Linalool, Citronellal, Citronelol, Neral, Citral e cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, R-acetato de lavandulila e Cariofileno, na casca dos frutos foram obtidos apenas três constituintes D-limoneno, Citronellal e β -Myrcene, destaca-se o OE das cascas que apresentou um grau de pureza para o D-limoneno de 95,37%. Para o estudo das fragmentações dos compostos detectados propôs-se fragmentação para os seguintes componentes Neral (Pico molecular $m/z = 152$, pico base $m/z = 69$, pico $m/z = 44$, pico base $m/z = 41$); cis 2,6 dimetil-octadieno-2,6 (Pico molecular $m/z = 138$, pico $m/z = 123$, $m/z = 69$, pico base $m/z = 55$). Este trabalho vem contribuir para o estudo do gênero *Citrus* cultivados no norte do Tocantins, proposta de trabalho realizada pelo grupo de pesquisa.

Palavras-chave: *Citrus sp*; Laranja Lima; CG/EM.

ABSTRACT

The Tocantins Cerrado biome has several species of aromatic plants in your flora, Among them, the genus *Citrus*, which possess aromatic and medicinal properties. They are popularly known as: Lima orange, orange, lemon, ponkan, among others. This work presents a study about essential oils (EOs) of leaves and fruit peels of *Citrus* species, popularly known as "Lima orange," a fruit-bearing plant with a very pleasant aroma, low acidity, and a mild flavor. Three samples of leaves and fruits were collected in the morning between April and June. The EOs were then extracted from the obtained material using a Clevenger system. After obtaining the essential oils, the average yields of the triplicates were determined: leaves 0.22% and fruit peels 0.26%. Subsequently, the essential oils were characterized by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC/MS). Using the NIRST mass library analysis, 11 constituents were detected and identified in the leaf and peel oils: pinene, D-limonene, cis- β -ocimene, linalool, citronellal, citronellol, neral, citral, cis-2,6-dimethyl-2,6-octadiene, R-lavandulyl acetate, and caryophyllene. In the fruit peel, only three constituents were obtained: D-limonene, citronellal, and β -myrcene. The essential oil from the peels stands out, presenting a purity level of 95.37% for D-limonene. corroborating with data from the literature. For the study of the fragmentation of the detected compounds, fragmentation was proposed for the following components: Neral (Molecular peak $m/z = 152$, base peak $m/z = 69$, peak $m/z = 44$, base peak $m/z = 41$); cis 2,6-dimethyl-octadiene-2,6 (Molecular peak $m/z = 138$, peak $m/z = 123$, $m/z = 69$, base peak $m/z = 55$).

Keywords: *Citrus sp*; Lima Orange; GC/MS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – “Laranjeira Lima”	26
Figura 2 – A) Frutos coletados para retirada do seu envoltório; B) Corte do fruto coletado; C) Medidas das folhas coletadas; D) Características físicas das folhas.....	27
Figura 3 – Sistema Clevenger	28
Figura 4 – Tratamento da amostra	29
Figura 5 – Processo de evaporação da solução	29
Figura 6 – Óleo essencial	30
Figura 7 – Preparação da amostra para injeção e Cromatógrafo	31
Figura 8 – Cromatograma do OE das folhas, coleta 01/04/25	38
Figura 9 – Cromatograma do OE das folhas, coleta 14/05/25	39
Figura 10 – Cromatograma dos OE das folhas, coleta 11/06/25	40
Figura 11 – Cromatograma do OE da casca, coleta 15/04/2025	41
Figure 12 – Cromatograma do OE da casca, coleta 13/05/2025	42
Figura 13 – Cromatograma do OE da casca, coleta 10/06/25	43
Figure 14 – Espectro de massas do Neral.....	49
Figure 15 – Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 69$)	50
Figure 16 – Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 69$).	50
Figure 17 – Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 41$).	51
Figure 18 – Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 44$).	52
Figure 19 – Espectro Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno.	53
Figure 20 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, pico base $m/z = 123$).	54
Figure 21 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, pico base $m/z = 69$).	54
Figure 22 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, pico base $m/z = 55$).	55
Figure 23 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, pico base $m/z = 123$).	56

Figure 24 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, pico base $m/z = 123$). 56

Lista Tabelas

Tabela 1- Plantas ricas em óleos essencial e suas atividades biológicas.	18
Tabela 2 - OE comercializados no mercado global.	19
Tabela 3 - Constituintes dos óleos essenciais.	21
Tabela 4 - Classificação dos terpenos baseada na quantidade de átomos de carbono.	22
Tabela 5 - Dados climáticos dos dias de coleta das folhas.	31
Tabela 6 - Dados climáticos dos dias de coleta de Frutos.	32
Tabela 7 - Dados do rendimento dos OE das folhas.	33
Tabela 8 - Dados dos rendimentos do OE da casca do fruto.	33
Tabela 9 - Constituintes das folhas em maior concentração do OE.	36
Tabela 10 - Constituintes das cascas dos frutos em maior concentração do OE.	37

Lista de Quadros

Quadro 1 - Componentes químicos dos OE das folhas e cascas do fruto.	34
Quadro 2 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Limoneno.	44
Quadro 3 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do β -Myrceno.	45
Quadro 4 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Pineno.	45
Quadro 5 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do E- β -Ocimeno.	45
Quadro 6 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Linalool.	46
Quadro 7 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citronelal.	46
Quadro 8 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citronelol.	47
Quadro 9 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citral.	47
Quadro 10 - Pesquisadores que propuseram a fragmentação do (R)-acetato de lavandulila.....	48
Quadro 11 - Dados do Neral.	48
Quadro 12 - Dados cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OE - Óleo essencial.

OEs - Óleos essenciais

CG/EM - Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas.

SNC - Sistema nervoso central.

Sumário

1. Introdução	15
2. Referencial Teórico.....	17
2.1 Óleos essenciais e importância.....	17
2.2 Óleos essenciais e mercado	18
2.3 Composição dos óleos essenciais.....	19
2.4 Terpenos	21
2.5 <i>Citrus sp</i>	23
2.6 Técnicas de extração dos óleos essenciais	23
3. Objetivo	25
3.1 Objetivos geral	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4. Metodologia	25
4.1 Materiais e reagentes.....	25
4.2 Coleta de partes do vegetal	26
4.3 Extração do óleo essencial.....	27
4.4 Análise e Identificação dos óleos essenciais por CG/EM	30
5. Resultados e discussões	31
5.1 Climatologia do período de coleta.....	31
5.2 Rendimento do OE de folhas e casca do fruto	32
5.3 Constituintes Identificados no OE do <i>Citrus sp</i>	34
5.4 Espectro de massas	44
6. Considerações finais.	57
7. Referências	58
ANEXO.....	62
ANEXO A – RESUMO APRESENTADO NO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA 2025.	62

**ANEXO B - A RESUMO APRESENTADO NA III SEMANA DE QUÍMICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS (UFNT) 2025.....63**

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o clima tropical impulsiona a produção de frutas cítricas, as regiões que mais se beneficiam desse cultivo são as que possuem variações de temperaturas entre altas e baixas, possibilitando a existência das citriculturas com diferentes características (Santos, 2024).

De origem asiática, as espécies vegetais cítricas têm sua introdução no Brasil na colonização. Tendo o Brasil a melhor condição climática para adaptação destas espécies, os citros foram distribuídos em todo território nacional. O gênero *Citrus* é composto por um grande grupo de espécies. Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins ou híbridos da família Rutaceae, representado, na maioria, por laranjas, tangerinas, limões, limas, entre outros (Lopes et al, 2011).

A China possui a maior produção de Citros do mundo, porém, o Brasil é o principal exportador mundial de Citros, sendo destaque no cultivo da laranja, o país lidera a produção e exportação do suco da fruta. O suco de laranja é uma das bebidas mais consumidas ao redor do mundo devido ao seu sabor e aroma, as formas de extração podem variar de acordo com a região, sendo elas por alta pressão obtendo uma quantidade maior de suco, por baixa pressão se produzido uma quantidade menor, porém com um sabor e essência mais natural (Perez-Cacho; Rouseff, 2008).

O gênero *Citrus* é o mais conhecido na família das Rutáceas que apresentam perfis aromáticos como uma de suas propriedades, os *Citrus* destacam-se mundialmente na economia devido a existência do óleo essencial (OE) que são utilizados em várias indústrias (Perveen; Qaiser, 2005).

Os óleos essenciais extraídos do pericarpo da laranja, especificamente da casca é um subproduto das indústrias de suco. Os OE extraídos de cítricos possuem os monoterpenos como principais compostos químicos, o D-Limoneno é o principal constituinte dos cítricos, é encontrado em maior concentração na composição do óleo essencial de *Citrus* (Almeida,2023).

D-Limoneno é um composto químico que possui ações anticancerígenas, ele atua inibindo o crescimento de células cancerosas e podendo induzir a morte, o seu uso não se limita apenas ao uso medicinal, possui aplicações em herbicidas e inseticidas, e na fabricação de solventes como resinas e borrachas, o óleo essencial é usado também na área da perfumaria como agente odorizador, na área alimentícia atua como componente

aromático e sabor sintético de menta e hortelã, sua aplicação se expande em bebidas alcoólicas, doces, sorvetes, gelatinas e massas (Abecitrus, 2008).

Segundo Craveiro e Queiroz (1993), os OE compõe uma grande parte da matéria prima, sendo de extrema importância para as indústrias farmacêuticas, alimentícias e na perfumaria. Os OE são obtidos pela técnica de arraste a vapor na maioria das vezes, outro método utilizado para extração é a prensagem por pericarpo de frutas cítricas. A destilação por arraste a vapor é utilizada em amostras que possuem substâncias sensíveis a temperatura, a diferença de volatilidade dos compostos torna-se essenciais para a sua identificação (Silva,2023).

A extração de óleo essencial por arraste a vapor é um método comum e de baixo custo onde vapor d'água é passado através do material vegetal para volatilizar e extrair os óleos essenciais. A mistura de vapor e óleo é então resfriada e condensada, formando um líquido. O óleo essencial é separado da água, geralmente por decantação, devido à diferença de densidade (Silva,2023).

Na caracterização dos OE, é utilizado a cromatografia gasosa acoplada espectrometria de massas CG/EM. É uma técnica analítica extremamente importante para identificação e quantificação de componentes químicos, esse método possibilita detectar os componentes que constituem o OE (Skoog et al, 2002). A cromatografia gasosa (CG) consiste em técnicas físico-químicas, que analisam compostos químicos voláteis, realizando a sua separação, identificação e quantificação. Para aumentar a sua eficiência, esse método pode ser operado de forma híbrida, sendo acoplada à espectrometria de massas (EM) que determina as razões massa/carga (m/z) dos íons vindo de uma dada fonte específica, ao acoplar ambas técnicas possibilita trazer novas maneiras para compreensão da matéria (Oliveira, 2021).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo extrair o óleo essencial, analisar por CG/EM, caracterizar os constituintes químicos das folhas e da casca de laranja doce do Citros, cultivado no município de Babaçulândia, região da interfase cerrado/floresta amazônica no estado do Tocantins, assim contribuir para o mapeamento dos constituintes dos óleos essenciais dos citros da região norte do Tocantins.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Óleos essenciais e importância

Segundo Moucherk Filho (2000), a denominação “óleo essencial” é dada para líquidos oleosos e voláteis, contendo um forte aroma sendo normalmente agradável, esses óleos são extraídos de plantas aromáticas, sua extração ocorre por processos específicos.

Entre a vasta gama de produtos naturais os óleos essenciais (OEs) são os mais utilizados em terapias, a aromaterapia é uma técnica terapêutica que se utiliza os OEs de plantas aromáticas para proporcionar o bem estar físico e mental emocional, através do olfato (Edris, 2007). De acordo Franz (2010), as plantas aromáticas e os seus OEs, tem sua utilização desde os antepassados, a humanidade utiliza-se desses óleos para dar sabor a produtos alimentícios, disfarça odores desagradáveis, controlar problemas sanitários, proporcionando também a comunicação entre os indivíduos e influenciando o bem-estar dos seres humanos e os animais.

Na farmacologia os OEs possuem inúmeras atividades, são recomendados constantemente por possuírem diversas vantagens ao ser comparado aos demais medicamentos, a sua volatilidade é importante para o uso das práticas, como a nebulizações (Machado; Junior, 2011).

Os OEs tem sido frequentemente utilizado pela sociedade devido as suas atividades farmacológicas e suas propriedades naturais, a suas ações consistem em: antibacteriana, atividades antifúngica e inseticida, atualmente existem cerca de 3.000 óleos essenciais, porém, apenas 300 óleos essenciais são comerciais para as indústrias farmacêuticas, agrônômica, alimentos, produtos sanitários, indústrias de cosméticos e perfumes. As atividades farmacológicas dos óleos essenciais são de conhecimento popular ou pesquisas científicas, algumas delas são: ação carminativa, antiespasmódica, estimulante sobre secreções do aparelho digestivo, cardiovascular, irritante tópica ou revulsiva, secretolítica, sobre o sistema nervoso central (SNC), analgésica local, anti-inflamatória, antisséptica (inibindo crescimento de bactérias e fungos), inseticida (Sarto e Junior, 2014). Algumas plantas ricas em óleos essenciais e suas atividades medicinais constam na Tabela 1.

Tabela 1. Plantas ricas em óleos essenciais e suas atividades biológicas.

Plantas ricas em Óleos essenciais	Atividade medicinais
Gengibre (<i>Zingiber officinalis</i> Roscoe)	Para o tratamento de diversas enfermidades, desde o desconforto gastrointestinal, processos infecciosos e inflamatórios.
Erva cidreira (<i>Lippia Alba</i>)	Utilizada como analgésica, febrífuga, anti-inflamatória, antigripal e nas afecções hepáticas.
Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>)	Usado como alimentos e remédios, devido às suas atividades antimicrobianas e biológicas.
Salvia (<i>Salvia officinalis</i>)	Usada como antisséptica, cicatrizante, bactericida e antioxidante.
(<i>Calendula officinalis</i>)	antisséptico e cicatrizante

Fonte: Adaptado de Sarto e Junior (2014).

2.2 Óleos essenciais e mercado

O mercado dos OEs mostrou-se um mercado bastante interessante para os empresários, a busca por produtos naturais proporcionou um aumento significativo nesse mercado, as procuras por esses produtos foram estimuladas pelos consumidores mais cautelosos a sua saúde e preocupados com o seu bem-estar, isso gerou um clima favorável para o desenvolvimento desse setor, sendo tendência para crescimento global, o uso de OEs, a América Latina é um dos continentes em que a exploração por ingredientes naturais em cosméticos e produtos de cuidados pessoais é cada vez maior (Sebrae, s.d).

O mercado mundial dos OEs essenciais em 2022 foi avaliado em US\$ 8,8 bilhões, com uma tendência forte em crescimento estima-se que em 2027 possa chegar a US\$ 15,3 bilhões em 2027 (MarketsandMarkets, 2025).

Os óleos mais utilizados variam de acordo com a sua região e o seu mercado e os valores agregados e a demanda de sua utilização. Mas, alguns de óleos possuem uma grande versatilidade e utilidade. Bizzo e Rezende (2022), traz os óleos mais comercializados no mercado global (Tabela 2):

Tabela 2 - OE comercializados no mercado global.

Óleo Essencial	Quantidade (ton)	Usos
Laranja (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck e outras)	50.000-55.000	Bebidas, aromatizante
Menta japonesa (<i>Mentha arvensis</i> L.)	25.000-40.000	Aromatizante, mentol
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.)	5.000-11.000	Aromatizante, medicamentos
Limão siciliano (<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck)	7.000-7.500	Bebidas, aromatizante
Hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita</i> L.)	4.000-4.500	Aromatizante, higiene oral
Cravo, folhas (<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry)	2.500-4.000	Fragrâncias, aromatizante
Menta (<i>Mentha spicata</i> L.)	2.000-3.700	Aromatizante, higiene oral
Cedro da Virgínia (<i>Juniperus virginiana</i> L.)	2.000-3.500	Fragrâncias
Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt ex Bor)	1.500-3.000	Fragrâncias

Fonte: Bizzo e Rezende (2022).

2.3 Composição dos óleos essenciais

Os componentes dos OEs são retirados normalmente por arraste a vapor de água, a sua extração ocorre em diferentes partes do material vegetal seja de folhas, flores, cascas, frutos, raízes, caules, ou de todas as partes de uma planta aromáticas (Trancoso, 2013).

A produção de compostos essenciais são gerados para subsistir as espécies vegetais, chamados de metabolismos primário, são incluídas nesses grupos de macromoléculas como os lipídeos, carboidratos, ácidos nucleicos e proteínas com funções vitais bem definidas (Toscan, 2011). Os produtos gerados a partir do metabolismo primários contém diversas rotas biossintéticas, essas rotas dão origem a outro grupo de compostos químicos: os metabólitos secundários ou micromoléculas (Simões et al. 2001).

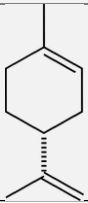
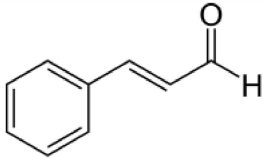
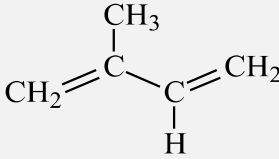
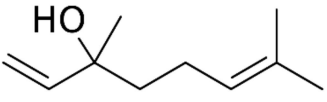
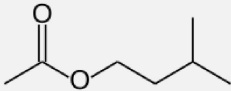
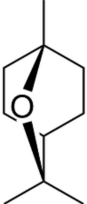
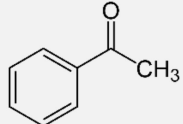
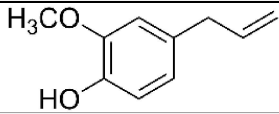
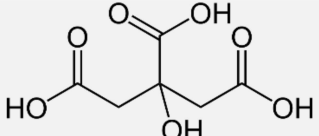
Os metabolismos secundários dos vegetais produzem composto químico com estruturas complexas, baixos pesos moleculares e atividades biológicas significativas, ao contrário dos primários, os metabólitos secundários são achados em grupos específicos de plantas e com concentrações baixas (Toscan, 2011). Os óleos essenciais são derivados dos metabólitos secundários das plantas, que são constituídos por terpenicos como: monoterpeno, diterpeno, sesquiterpeno e fenilpropanóides (Solórzano-Santos; Miranda-novales, 2012).

Segundo Simões e Splitzer (2000), os OEs são gerados por partes secretoras dos vegetais como como glândulas, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas específica, podendo ser em partes específicas ou em toda planta.

Os constituintes dos óleos essenciais das plantas dependem da genética de cada indivíduo, características do solo e climatologia, na botânica os vegetais que possuem características morfológicas idênticas, mas possuem composições químicas diferentes são denominadas quimiotipo. Existe uma grande diversidade de componentes químico que fazem parte das composições dos óleos essenciais sendo eles; hidrocarbonetos terpenicos, álcoois simples e terpenicos, ésteres, éteres, aldeídos, cetonas, fenóis e ácidos carboxílicos. Além dos terpenos existem outros compostos oriundo do metabolismo celular vegetal, como flavonoides e cumarinas, mas suas concentrações, comparativamente aos terpenos, são muito baixas (traços) (Pauletti e Silvestre, 2018).

Essa mistura de componentes trás características diferentes em cada composição química, alguns constituintes se encontram em maiores concentrações e outros em menores e em pequenos traços (Filippis, 2001). Alguns exemplos de constituintes dos óleos essenciais encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Constituintes dos óleos essenciais

Função química	Exemplo	Estrutura química
Hidrocarbonetos	D - Limoneno	
Aldeídos	Cinamaldeído	
Terpênicos	Alcadienos	
Álcool	Linalool	
Éster	Acetato de isopentila	
Éter	Eucalyptol	
Cetona	Acetofenona	
Fenol	Eugenol	
Ácido carboxílico	Ácido cítrico	


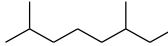
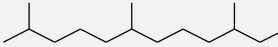
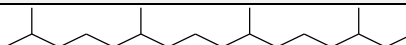
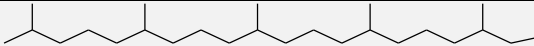
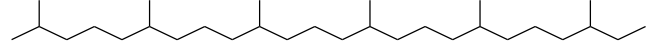
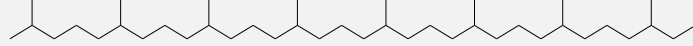
Fonte: adaptado de FILIPPIS (2001) & SILVEIRA et al (2012).

2.4 Terpenos

Segundo Mc Murry (2011), os terpenos são considerados composicionalmente como alcenos naturais, pois, possuem ligação dupla (uma ligação sigma (σ) e uma ligação pi (π)) entre carbonos, são caracterizados como hidrocarbonetos insaturados.

Os OEs em geral, são constituídos de terpenos, a sua classificação é determinada pela quantidade de carbonos que o compõe, a unidade base responsável pela composição dos terpenos são chamados de isopreno constituído por cinco carbonos (C_5H_8), os que possuem dois isoprenos são chamados de monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) e sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$) quando tem três unidades, os diterpenos por unidade de vinte carbono ($C_{20}H_{32}$), os triterpenos por unidade de trinta carbono ($C_{30}H_{48}$), tetraterpenos por unidades de quarenta carbono ($C_{40}H_{64}$), podendo também ser oxigenados (Tabela 4) (Felipe & Bicas, 2017).

Tabela 4 - Classificação dos terpenos baseada na quantidade de átomos de carbono.

Classificação	Estrutura química	Quantidade de átomo de carbono
Hemiterpenos		5
Monoterpenos		10
Sesquiterpenos		15
Diterpenos		20
Triterpenos		30
Tetraterpenos		40
Politerpenos		>40

Fonte: adaptado de Felipe & bicas (2017) e Mazzinghy (2021).

Os terpenoides são moléculas derivados dos terpenos, apresentam o oxigênio na sua estrutura química, isso os permite apresentar diferentes funções orgânicas, sendo: ácidos carboxílicos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos. Dessa forma, os OE são formados em majoritariamente de terpenos (Felipe & Bicas, 2017).

2.5 *Citrus* sp

A família Rutaceae é composto por cerca de 160 gêneros, e possuindo mais 2000 espécies espalhadas ao redor do mundo, no Brasil a representação desse grupo é em torno de 29 gêneros e 6 espécies, umas das principais características é serem fortemente aromáticos, isso ocorre devido a presença dos óleos essenciais.

A família Rutaceae são árvores e arbustos aromáticos, normalmente possuindo espinhos. O gênero *Citrus* é um dos mais importantes e conhecidos da família das Rutaceae, o seu cultivo aumentou mundialmente devido a importância do seu fruto e do uso dos óleos essenciais utilizadas em indústrias (Estevam,2017).

Esse gênero é nativo do sudoeste asiático e possui uma grande distribuição em regiões que com climas tropicais e subtropicais, no Brasil essa espécie é distribuída nas áreas de cerrado e Mata atlântica, conseqüentemente os estados de Goiás e Tocantins, reúnem uma imensa variedade de espécies de *Citrus* (Passos et al, 2013).

A importância econômica desse gênero se dá devido ao consumo das suas frutas e na produção de suco. Mas o Citros também contém propriedades medicinais, pois, são ricos em vitaminas C e antioxidantes, trazendo um valor de mercado considerável para as indústrias alimentícias, farmacêuticas, além das extrações de OEs desse gênero (Buriel, Thomas & Alves, 2014).

2.6 TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

As técnicas de extração dos óleos essenciais se modificaram ao passo do tempo, os desenvolvimentos tecnológicos trouxeram novas metodologias para as extrações dos OEs, desde os primórdios as plantas aromáticas são utilizadas e estudadas por diversas civilizações. Atualmente as técnicas mais comuns para a realizar extrações de óleos voláteis são: enfloração, arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, por solventes orgânicos.

A **enfleurage** é um método tradicional de extração de essências voláteis, é uma técnica bastante efetiva em materiais florais. Seu funcionamento inicia-se armazenando as pétalas em camadas gordurosas podendo ser de origem vegetal ou animal, a gordura

realiza o papel de um solvente apolar absorvendo todos os compostos aromáticos das flores por meio da difusão. Após esse processo realizar-se a maceração, a gordura impregnada é submetida a uma destilação usando álcool etílico por ser um solvente polar, esse solvente arrasta os óleos essenciais e permite a separação lipídica (Kuzey, 2021).

Um dos métodos mais aplicado em indústrias e laboratórios é a técnica de **destilação por arraste a vapor** sendo bastante eficaz em extrações de OEs de folhas vegetais. O material vegetal entra em contato com as moléculas de água em estado de ebulição, a partir disso o vegetal passa por um processo de vaporização, os vapores de água atuam permeando as paredes das células vegetais e arrastando os compostos voláteis presentes. Os vapores constituídos por água e óleo essencial, são transportados para um sistema de refrigeração que causando a condensação desses vapores, são formados uma condição heterogênea em duas fases distintas água e óleo, assim observando o óleo essencial (Oliveira, 2021)

Um método tradicional utilizado para extração dos óleos essenciais é a **prensagem a frio**, especificamente de frutas cítricas, os frutos são expostos a alta pressão por uma prensa hidráulica, liberando o suco e óleos presente nas cascas em outros partes dos frutos. Os OEs são retirados dos sucos a partir de esguichos de águas causando a emulsão das substâncias, após isso a separação das amostras por meio da decantação, centrifugação ou destilação fracionada. (Silva, 2022).

Hidrodestilação é técnica de extração em que o material vegetal (folhas, sementes, etc.), é colocado em uma água fervente. Os vapores de água arrancam os compostos voláteis contidos nas plantas, gerando um vapor bifásico que ao sofrer a condensação produz um hidralato. A separação dos óleos essencial das águas acontece por meio de diferenças de densidade e polaridade, gerando também duas fases distintas, esse método é aplicado em sistema clewenger (Silva, 2022).

A **extração por solventes orgânicos** é empregue em óleos que são termolábeis. Os solventes hexano, benzeno, metanol, propanol, acetona e diversos clorados. Esse processo inicia-se com a imersão das matérias vegetais em solventes orgânicos, isso facilita o processo de difusão dos compostos aromáticos da parte sólida para fase líquida. O contato ocorre por um determinado período, a mistura é filtrada para realizar o processo de separação do extrato sólido, o solvente é evaporado, resultando em um óleo essencial concentrado (Silva, 2024).

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Extrair e caracterizar os constituintes químicos do óleo essencial de folhas e casca de *Citrus sp*, nativo do cerrado tocantinense.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar folhas e frutos de “lima” (Citros) na cidade Babaçulândia-TO;
- Realizar a extração em sistema Clevenger o óleo essencial das amostras coletadas;
- Calcular o rendimento do óleo essencial obtido e compará-lo com espécies de Citros descritos na literatura;
- Analisar o óleo essencial das amostras por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas;
- Realizar possíveis identificações dos compostos constituintes do óleo por espectrometria de massas;
- Propor fragmentações de massas para as possíveis moléculas identificadas.

4. METODOLOGIA

A presente metodologia de obtenção e caracterização do óleo de espécie de *Citrus sp* cultivada no Tocantins, foi aplicada à espécie vegetal estudada. O experimento dividiu-se em três etapas: (1) coleta das amostras; (2) extração do OE por arraste a vapor e (3) análise dos compostos por (CG/EM).

4.1 Materiais e reagentes

Para as extrações e identificação dos constituintes químicos do óleo essencial de *Citrus sp*, foram utilizados os seguintes materiais e reagentes:

- Béquer 50 e 500 mL
- Balão de fundo redondo 2 L
- Sistema Clevenger (Te-2762)
- Suporte Universal
- Garra
- Manta aquecedora (98-I-B)
- Balança analítica (Shimadzuauy 220)
- Balança analítica (Marte/AL 500 C)
- Papel filtro
- Pinça
- Espátula
- Água destilada
- Hexano P. A. C₆H₁₄
- Hexano grau HPLC C₆H₁₄
- Folhas e cascas do fruto *Citrus sp*
- Sulfato de sódio anidrido Na₂SO₄

- Cromatógrafo a gás marca Agilent modelo GC modelo 7890B.
- Espectrômetro de massas marca Agilent modelo, modelo 5977.
- Parafilm
- Faca
- Papel alumínio

4.2 Coleta de partes do vegetal

As coletas das folhas frescas e frutos do Citros foram realizadas no período na manhã entre às 7:00h e 7h:30min no município de Babaçulândia-TO com as seguintes coordenadas geográfica 07° 12' 17" S 47° 45' 25" W (**Figura 1**). As amostras foram obtidas nas seguintes datas: folhas: 01/04; 14/05 e 11/06 de 2025, frutos: 15/04; 13/05 e 10/06 de 2025, e transportadas para o Laboratório de química orgânica e analítica do curso de Química licenciatura da UFNT - Araguaína – TO.

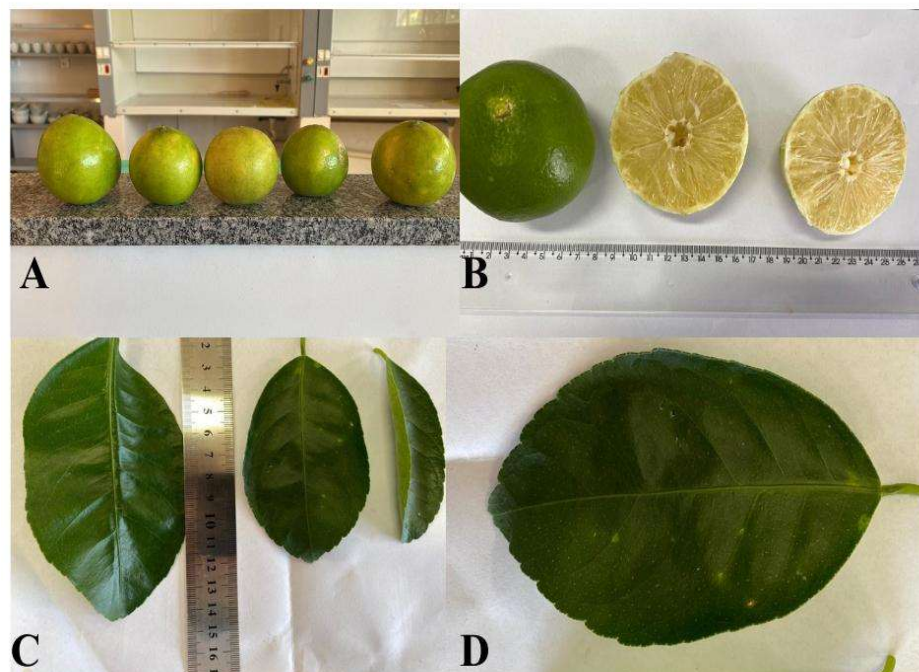
Figura 1 - "Laranjeira Lima"



Fonte: Autor, 2025.

A coleta botânica procedeu-se pelo selecionamento de folhas com características mais saudáveis sendo coletadas folhas sem manchas, lesões mecânicas, folhas jovens ou que apresentassem maturidade foliar, os frutos foram coletados não amadurecidos, que também não apresentassem manchas ou lesões em sua superfície, frutos foram retiradas as cascas para serem retiradas o OE (Figura 2).

Figura 2 - A) Frutos coletados para retirada do seu envoltório; B) Corte do fruto coletado; C) Medidas das folhas coletadas; D) Características físicas das folhas.

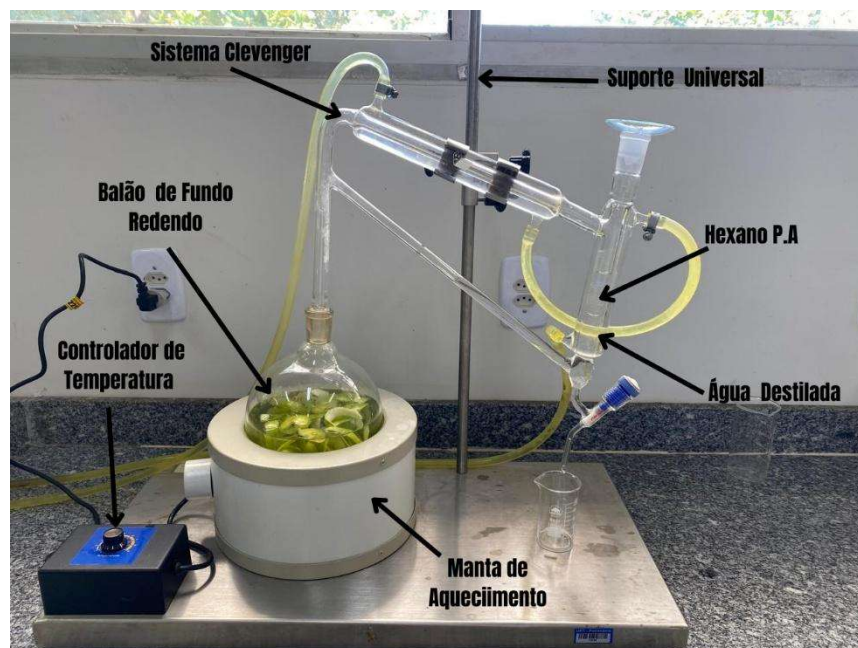


Fonte: Autor, 2025

4.3 Extração do óleo essencial

O processo de extração de pôr arraste a vapor de água foi realizado em sistema Clevenger (figura 3), as folhas e cascas selecionadas foram adicionadas a um balão volumétrico 2L e preenchido até a sua metade com água destilada, após o balão ser adicionado ao sistema, liga-se a água para resfriamento do sistema contribuindo para a condensação do OE. Por final liga-se o aquecimento do sistema e regula-se a condensação.

Figura 3 - Sistema Clevenger

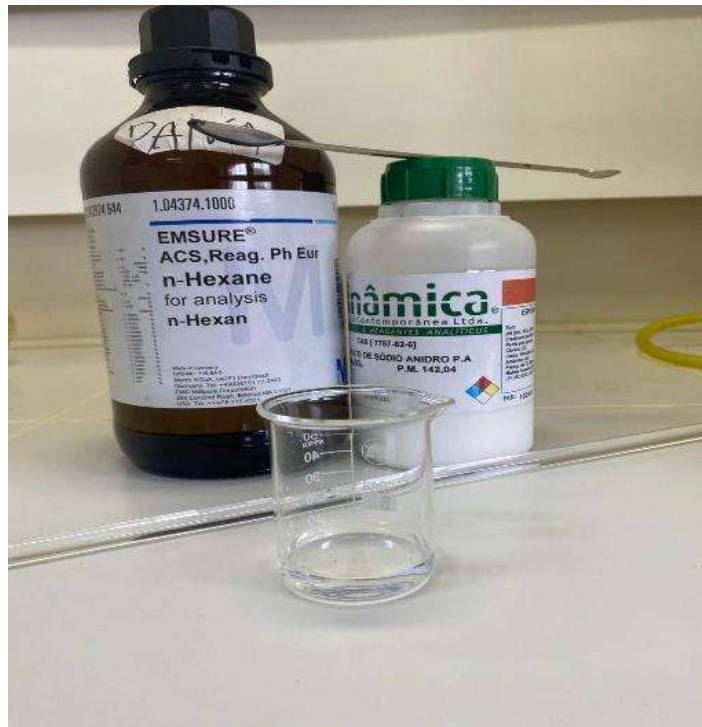


Fonte: Autor, 2025.

Os constituintes dos OE presentes nas folhas e cascas dos frutos, extraídos por arraste a vapor eram capturados durante o processo de condensação por afinidade de polaridade utilizando o solvente hexano C_6H_{12} PA, que foi adicionado ao sistema na parte coletora. O solvente foi utilizado para capturar o óleo condensado junto com a água, após o fim do processo de extração recolheu-se então a solução hexânica, possivelmente com traços de água, coletou-se em um béquer de 50 mL previamente limpo e com tara de massa registrada. Os OEs obtidos das amostras de folhas e cascas dos frutos coletados foram pesados para então determinar o rendimento. O processo de extração em sistema Clevenger procedeu-se por duas horas, seguindo metodologia desenvolvida e padronizada para o estudo de citros cultivados no Tocantins (Mazzinghy.2021).

Após o processo de extração por arraste de vapor, procedeu-se o tratamento da solução hexânica obtida, iniciou-se a partir da adição de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), com intuito de reter traços de moléculas de água residual (figura 4). Em seguida, filtrou-se em papel filtro quantitativo a solução hexânica, para assim retirar o sulfato de sódio da solução. Em sequência, a solução foi aquecida em manta aquecedora para assim realizar a retirada do hexano da solução, (figura 5), o processo foi manual exercendo movimentos circulares leves.

Figura 4 - Tratamento da amostra



Fonte: Autor, 2025.

Figura 5 - Processo de evaporação da solução



Fonte: Autor, 2025.

A determinação da retirada total do hexano foi observada a partir das características das propriedades organolépticas do óleo (alteração da cor, aumento da viscosidade e aroma persistente). Após a obtenção as amostras dos OEs foram transferidas para frasco devidamente rotulados e armazenados em geladeira para posterior análise por CG/EM (figura 6).

Figura 6 - Óleo essencial.



Fonte: Autor, 2025.

4.4 Análise e Identificação dos óleos essenciais por CG/EM

Com uma micropipeta, (20-200 μL) foi adicionada, no vial âmbar (tipo Aijiren HPLC Sample), (figura 7), uma pequena alíquota do óleo essencial de *Citrus sp* diluída em Hexano grau HPLC. O cromatógrafo utilizado da marca Agilent Technologies (modelo 7890B), com detector Agilent Technologies (modelo 5977B MSD) e coluna Agilent HP – 5MS com medidas (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm) e fase estacionária 5% phenylmethylsiloxan, instalado no Laboratório de cromatografia da UFNT (figura 7).

A avaliação qualitativa do óleo essencial ocorreu por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. As condições de injeção da amostra foram determinadas nas seguintes características, hélio como gás de arraste sob pressão da coluna de 80,0 psi. O volume de 0,1 μL da solução de óleo essencial em hexano grau HPLC foi injetado com temperatura do injetor de 210°C. As condições de rampa de aquecimento, temperatura inicial do forno 50 °C durante 1 minuto, após, elevação de 50 °C para 280°C, sendo 4 °C/min, gerando um tempo total de 58,5 minutos de corrida, todas as amostras foram injetadas através do modo injeção automático do próprio aparelho no

modo Split. A identificação dos constituintes químicos foi realizada comparando-se à biblioteca (NIST2014) do aparelho.

Figura 7 - Preparação da amostra para injeção e Cromatógrafo.



Fonte: Autor, 2025.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Climatologia do período de coleta.

Embora os citros sejam cultivados em regiões com grandes variações de temperaturas, as condições climáticas geram um impacto na produção do gênero. De acordo com Centec (2004), os fatores meteorológicos que mais geram efeitos nesse desenvolvimento são a temperatura e a precipitação, os citros se desenvolvem em uma faixa de temperatura entre 20 a 30°C e umidade relativa do ar superior a 80%, quando enfrentam baixas temperaturas as folhas podem apresentar danos e danificam safra, causando a morte de alguns ramos, e assim comprometendo as produções seguintes, em altas temperaturas causam problemas mais visíveis na planta e frutos, entre 37°C a 40°C ou maiores temperaturas relacionando-as com a baixa umidade do ar apresentam danos a casca dos fruto e rachaduras quando ficam constantemente expostos ao sol.

Em relação aos dados climatológicos dos dias de coleta das folhas e frutos, obteve-se a seguinte condição apresentadas nas Tabela 5 e Tabela 6. foram obtidos no dia da coleta pelo site www.weather.com.

Tabela 5 - Dados climáticos dos dias de coleta das folhas.

	1º Amostra	2º Amostra	3º Amostra
Data da coleta	01/04/2025	14/05/2025	11/06/2025
Hora da coleta	7h 10min	7h 20min	7h 30min
Temperatura	25 °C	27 °C	23 °C
Umidade Relativa	81%	87%	82%

Velocidade do Vento	10 Km/h	7 Km/h	9 Km/h
Clima	Ensolarado	Parcialmente nublado	Ensolarado

Fonte: Adaptado do site www.weather.com, 2025.

Tabela 6 - Dados climáticos dos dias de coleta de Frutos.

	1º Amostra	2º Amostra	3º Amostra
Data da coleta	15/04/2025	13/05/2025	10/06/2025
Hora da coleta	7h 15min	7h 10min	7h 25min
Temperatura	26 °C	28 °C	25 °C
Umidade Relativa	85%	89%	83%
Velocidade do Vento	8 Km/h	11 Km/h	9 Km/h
Clima	Nublado	Parcialmente nublado	Ensolarado

Fonte: Adaptado do site www.weather.com, 2025.

O *Citrus sp* coletado, é chamado usualmente pela população local como Lima. Em outras regiões do país a nomenclatura lima também é utilizada, deve-se ressaltar que se pode encontrar espécies do gênero *Citrus* com as seguintes nomenclaturas usuais: laranjas, tangerina, limões, limas ácidas como o Tahiti e o Galego, e doces como a lima da Pérsia, pomelo, cidra, laranja-azedada e toranjas (Lopes et al, 2011).

Os dados climatológicos do período de coleta, descrevem que a referida espécie estava em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do indivíduo selecionado para a pesquisa, as condições de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, são responsáveis pela composição química da amostra de OE obtida.

5.2 Rendimento do OE de folhas e casca do fruto

Das amostras de OE obtida foram calculados os rendimentos percentuais dos OE obtidos das folhas e cascas frutos. O rendimento (%R) de cada amostra foi determinado pela razão entre a massa do OE e as massas dos materiais botânicos recém coletado e selecionados equação 1 e expressos em percentagens. Tabela 7 e Tabela 8.

$$\text{Equação 1 – Cálculo do rendimento (R\%)} = \frac{M_{\text{óleo}}}{M_{\text{material}}} \times 100$$

Onde:

R: rendimento da extração de óleo essencial em %;

M_{óleo}: massa do óleo obtida em gramas (g);

M_{material} : massa das folhas frescas e cascas dos frutos em gramas (g).

Tabela 7 - Dados do rendimento dos OE das folhas.

Amostra	Massa das folhas (g)	Massa do OE (g)	Rendimento (%)	Datas
1	158,12g	0,323g	0,20%	01/04/25
2	147,21g	0,316g	0,21%	14/05/25
3	120,28g	0,316g	0,26%	11/06/25
Média	141,87 g	0,318g	0,22%	

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 8 - Dados dos rendimentos do OE da casca do fruto.

Amostra	Massa da casca fruto (g)	Massa do OE (g)	Rendimento (%)	Datas
1	155,1g	0,322g	0,21%	15/04/25
2	141,4g	0,311g	0,22%	13/05/25
3	82,1g	0,310g	0,37%	10/06/25
Média	126,62g	0,314g	0,26%	

Fonte: Autor, 2025.

Os OE em geral, são constituídos de terpenos, a sua classificação é determinada pela quantidade de carbonos que o compõe, a unidade base responsável pela composição dos terpenos são chamados de isopreno constituído por cinco carbonos (C_5H_8), os que possuem dois isoprenos são chamados de monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) e sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$) quando tem três unidades, podendo também ser oxigenados (Croteau et al, 2000).

Os terpenoides são moléculas que apresentam o oxigênio na sua estrutura química, isso os permite apresentar diferentes funções orgânicas, sendo: ácidos carboxílicos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos. Dessa forma, os OE são formados majoritariamente de terpenos (Felipe & Bicas, 2017). Com relação a composição química dos óleos essenciais a utilização de CG/EM é largamente utilizada pela comunidade científica.

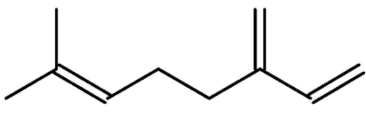
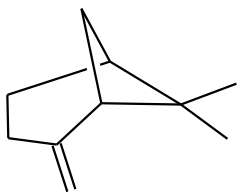
De acordo com a literatura, o rendimento do óleo essencial de Citrus sp. varia amplamente, sendo influenciado por fatores como a espécie específica de Citrus, o método

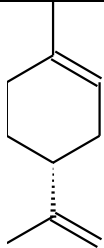
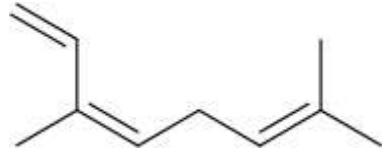
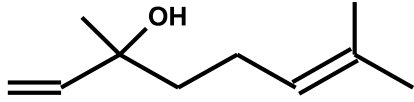
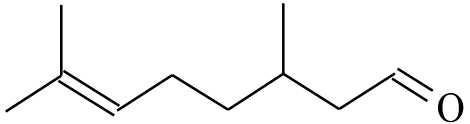
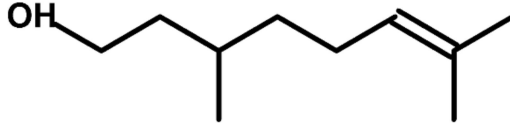
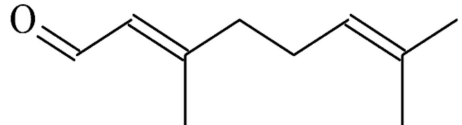
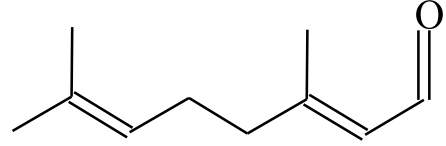
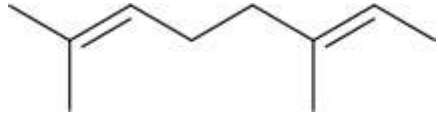
de extração utilizado e a parte da planta empregada no processo, como fruto, folha ou casca. No estado do Tocantins, estudos indicam que os rendimentos médios do óleo essencial variam entre 0,17% e 0,27%, conforme dados apresentados por Silva (2023), que obteve média de 0,17%, Silva (2021), com 0,21%, e Santos (2020), com 0,27%.

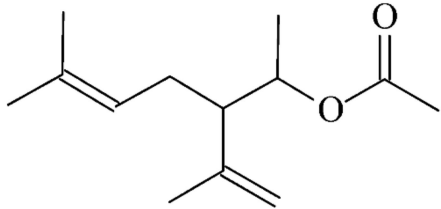
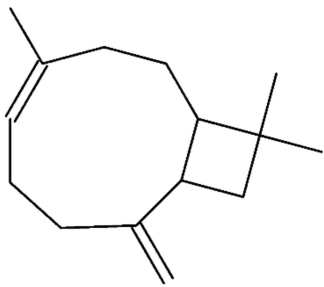
5.3 Constituintes Identificados no OE do *Citrus sp*

A análise por CG/EM dos OEs das folhas e cascas do fruto do *Citrus sp* estudado apresentaram os seguintes componentes, apresentados no Quadro 1. Onde observa-se a predominância de monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) e a presença de terpenoides, das folhas e cascas dos frutos detectou-se um total de 12 constituintes. O tempo de retenção das moléculas e a estrutura molecular foi determinada a partir análise por CG/EM. Aparelho instalado no Laboratório central analítico/cromatografia do curso de licenciatura em química da UFNT. Para a identificação dos compostos utilizou-se o banco de dados da biblioteca Nist da (Agilent Technologies).

Quadro 1 – Componentes químicos dos OE das folhas e cascas do fruto (+) presença (-) ausência.

Componentes	Tempo de Retenção (min)	Folha	Casca do Fruto
 β -Myrcene	10,52	-	+
 Pineno	10,56	+	+

 D-Limonene	12,42	+	+
 Cis-β-ocimeno	1361	+	-
 Linalool	16,66	+	+
 Citronellal	19,95	+	+
 Citronelol	24,97	+	-
 Neral	25,51	+	-
 Citral	27,49	+	-
 2,6-dimethyl- 2,6-Octadiene,	32,80	+	-

 <p>R-acetato de lavandulila</p>	33,50	+	-
 <p>Caryophyllene</p>	36,36	+	-

Fonte: Autor, 2025.

As concentrações dos componentes são apresentadas por porcentagem pela integralização dos picos obtidos nos cromatogramas das amostras, as tabelas 9 e 10 apresentam os principais componentes dos OE das folhas e frutos. Na integralização dos picos do cromatograma alguns componentes não são considerados, pois, passam a ser traços de compostos existentes no OE tanto das folhas como dos frutos.

Tabela 9 - Constituintes das folhas em maior concentração no OE.

Componentes	Tempo de retenção (min)	Concentração dos componentes (%)
D-Limonene	12,42m	36,35%
Cis-β-ocimeno	13,62m	1,60%
Linalool	16,67m	15,54%
Citronellal	19,95m	41,64%
Citronelol	24,97m	4,83%

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 10: Constituintes da casca do fruto em maior concentração no OE.

Componentes	Tempo de retenção (min)	Concentração dos componentes (%)
β -Myrcene	10,53m	1.70%
D-Limonene	12,40m	95.37%
Citronellal	19,91m	2.91%

Fonte: Autor, 2025.

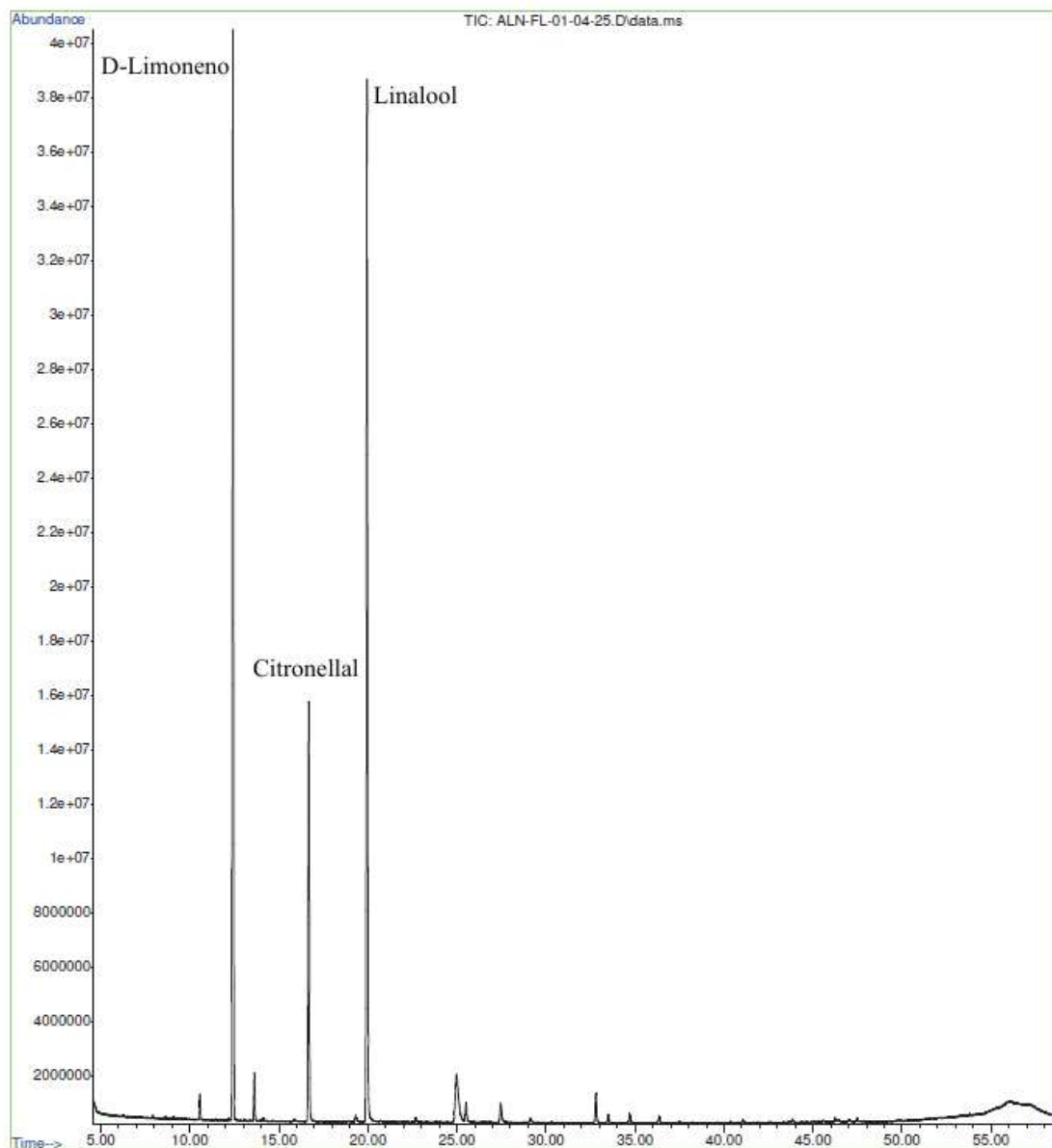
Os monoterpenos são compostos químicos voláteis que constituem 90% dos OE aromático possuindo uma grande diversidade de estruturas. A atividade antimicrobiana que possuem os monoterpenos é um dos fatores principais para extração destes produtos, principalmente as que contém propriedades medicinais, as atividades biológicas que esse grupo desempenha, são; bradicardia, hipotensão, atividade antimicrobiana, ações sedativas, anticonvulsivantes, hipnóticas, hipotérmicas, efeitos antiespasmódicos, vasorrelaxantes e atividade antinociceptiva, (Camargo; Vasconcelos, 2014). Entre tantas classes de terpenos, os terpenoides despertam maior interesse industrial, devido possuírem um aroma extremamente agradável e terem uma volatilidade mediana, esse grupo de terpenos é utilizado na produção de fragrâncias, perfumes e cosméticos dependendo das suas composições e das espécies vegetais.

Os óleos essenciais extraídos das folhas apresentaram como principais componentes no cromatograma (Figura 8, 9 e 10) : a) D – Limoneno; b) Citronellal e c) Linalool respectivamente, para estes constituintes as principais características de uso na nossa sociedade são: a) anti-inflamatória; antioxidante; atividade larvicida; aplicabilidade na indústria de cosméticos (Ciriminna et al, 2014; Zhang et al, 2014; Miller et al, 2011; Roberto et al., 2010); b) na indústria de fragrâncias, perfumes e outros produtos aromáticos, como repelentes de insetos. Ele também possui propriedades antifúngicas e bactericidas (Bezerra et al., 2019; Wu et al., 2020; Araújo-Filho et al., 2018). e c) utilizado na indústria alimentícia, cosmética e perfume como fixador floral de fragrâncias, além de determinar odores de alguns produtos de limpeza, e em alguns estudos científicos possuem características analgésicas e algumas propriedades larvicidas (Pauletti e Silvestre, 2018).

A análise por cromatografia gasosa apresentou os seguintes cromatogramas dos óleos das folhas e frutos, com seu referido tempo de retenção como também a proporcionalidade de concentração.

Figura 8 - Cromatograma do OE das folhas, coleta 01/04/25.

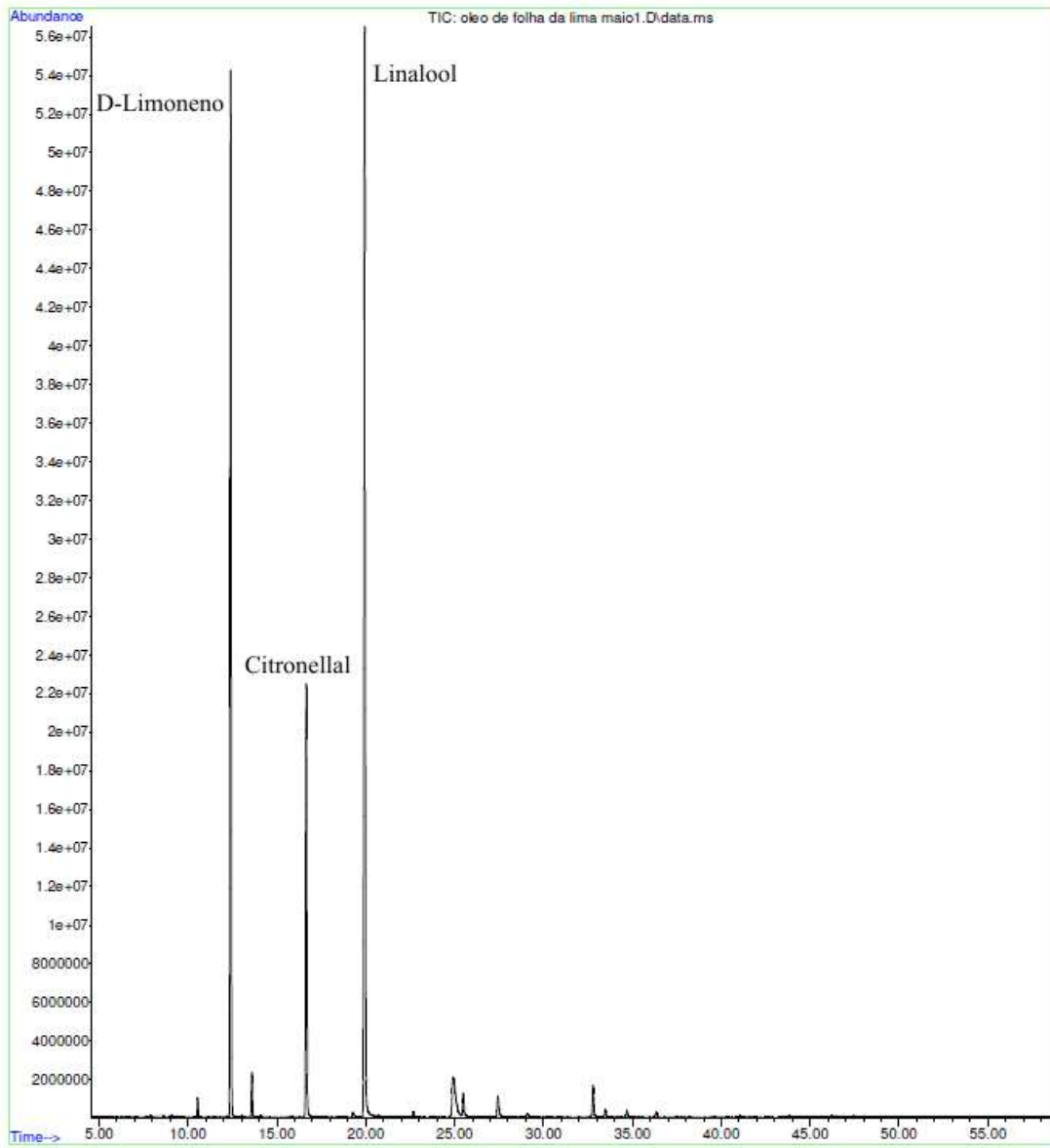
File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-FL-01-04-25.D
Operator :
Acquired : 03 Apr 2025 21:43 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Amostra Andre folhas de lima 01-04-2025
Misc Info :
Vial Number: 1



Fonte: Autor, 2025.

Figura 9 - Cromatograma do OE das folhas, coleta 14/05/25.

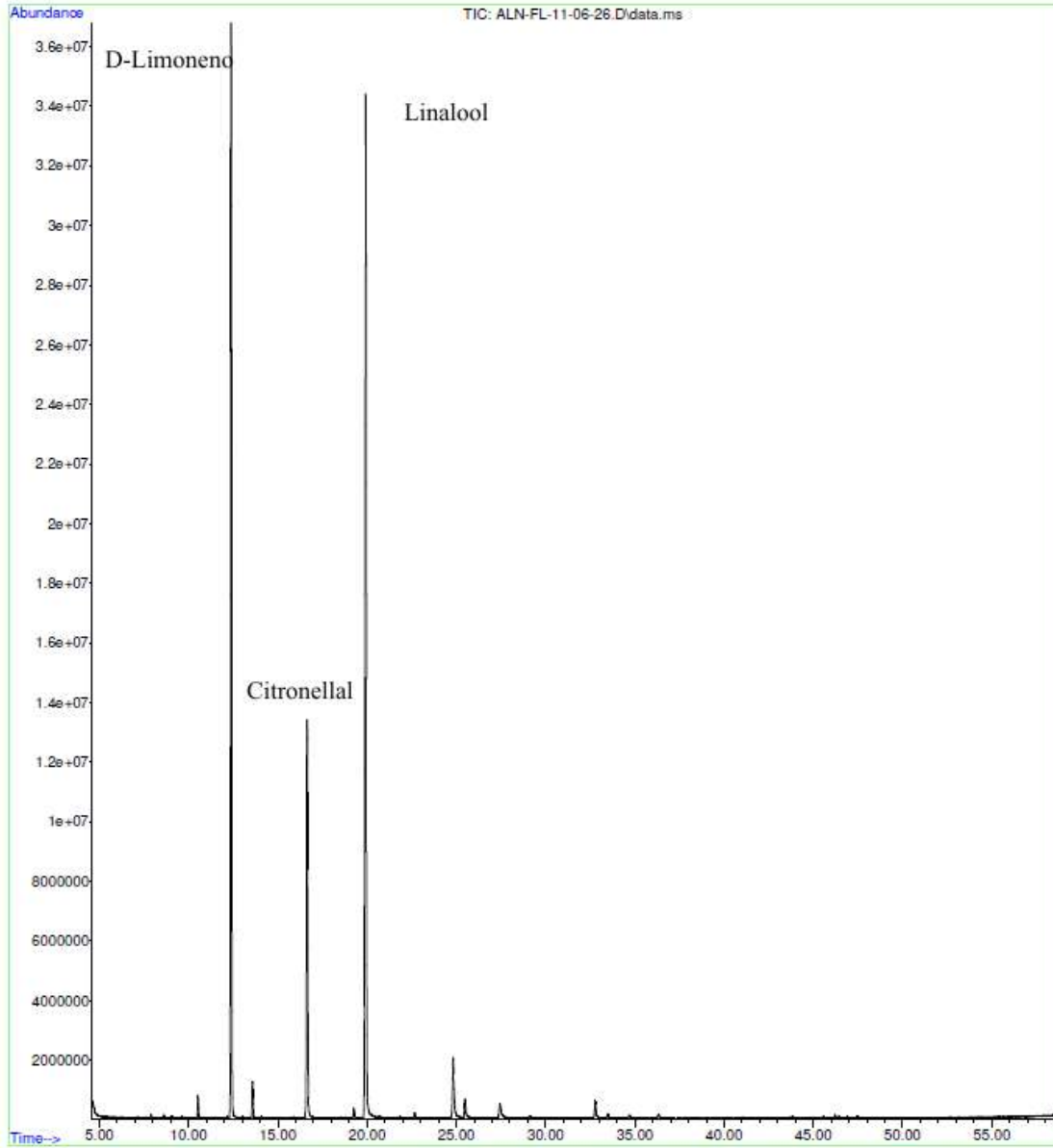
File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-FL-14-05-25.D\oleo de fo
... lha da lima maio1.D
Operator : Paiva
Instrument : GC-MSD
Acquired : 15 May 2025 20:09 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Sample Name:
Misc Info :



Fonte: Autor, 2025.

Figura 10 - Cromatograma dos OE das folhas, coleta 11/06/25.

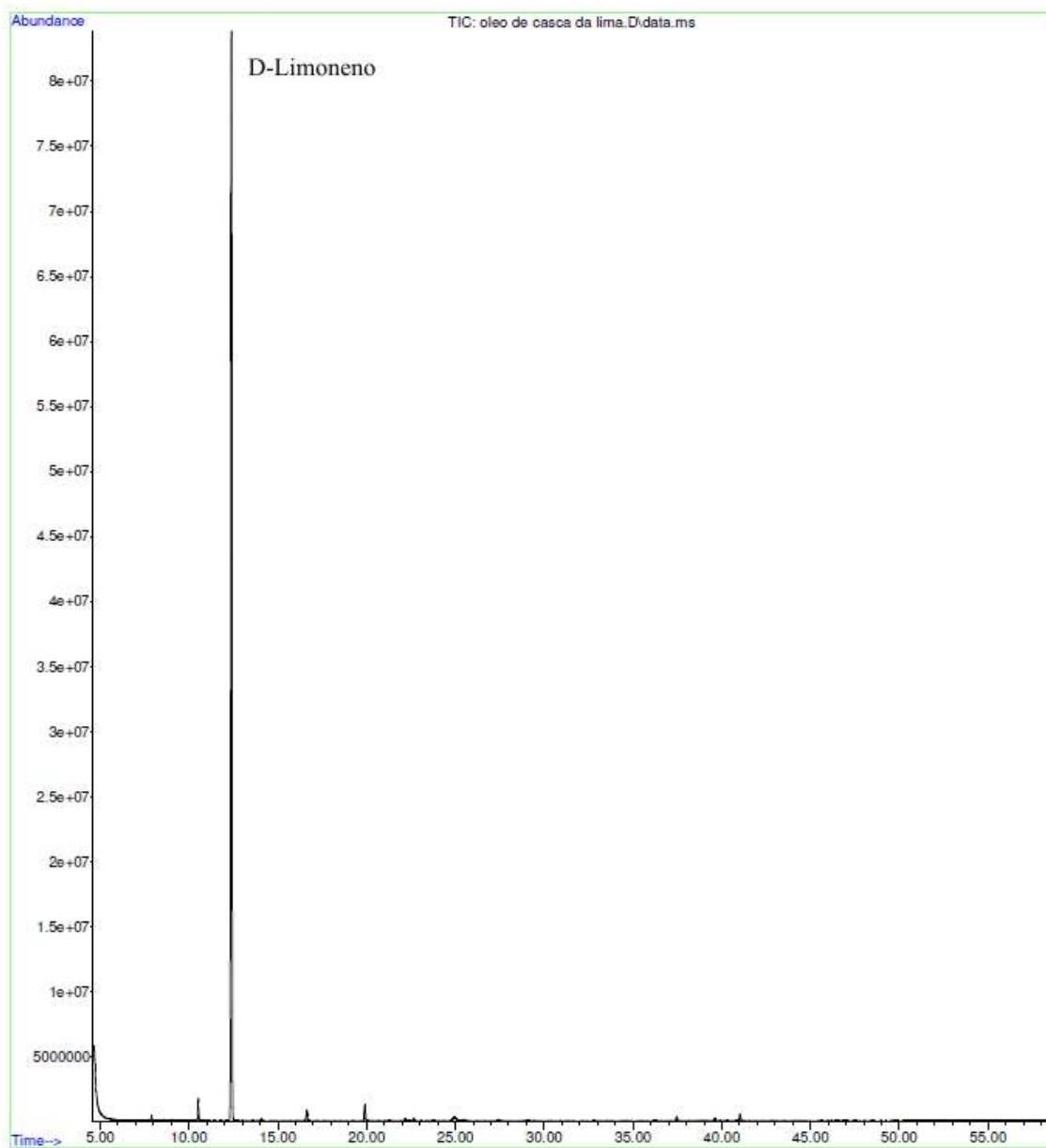
File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-FL-11-06-26.D
Operator : PAIVA
Acquired : 11 Jun 2025 14:32 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: ALN-CS-11-06-25 OLEO DA FOLHA
Misc Info :
Vial Number: 1



Fonte: Autor, 2025.

Figure 11 - Cromatograma do OE da casca, coleta 15/04/2025.

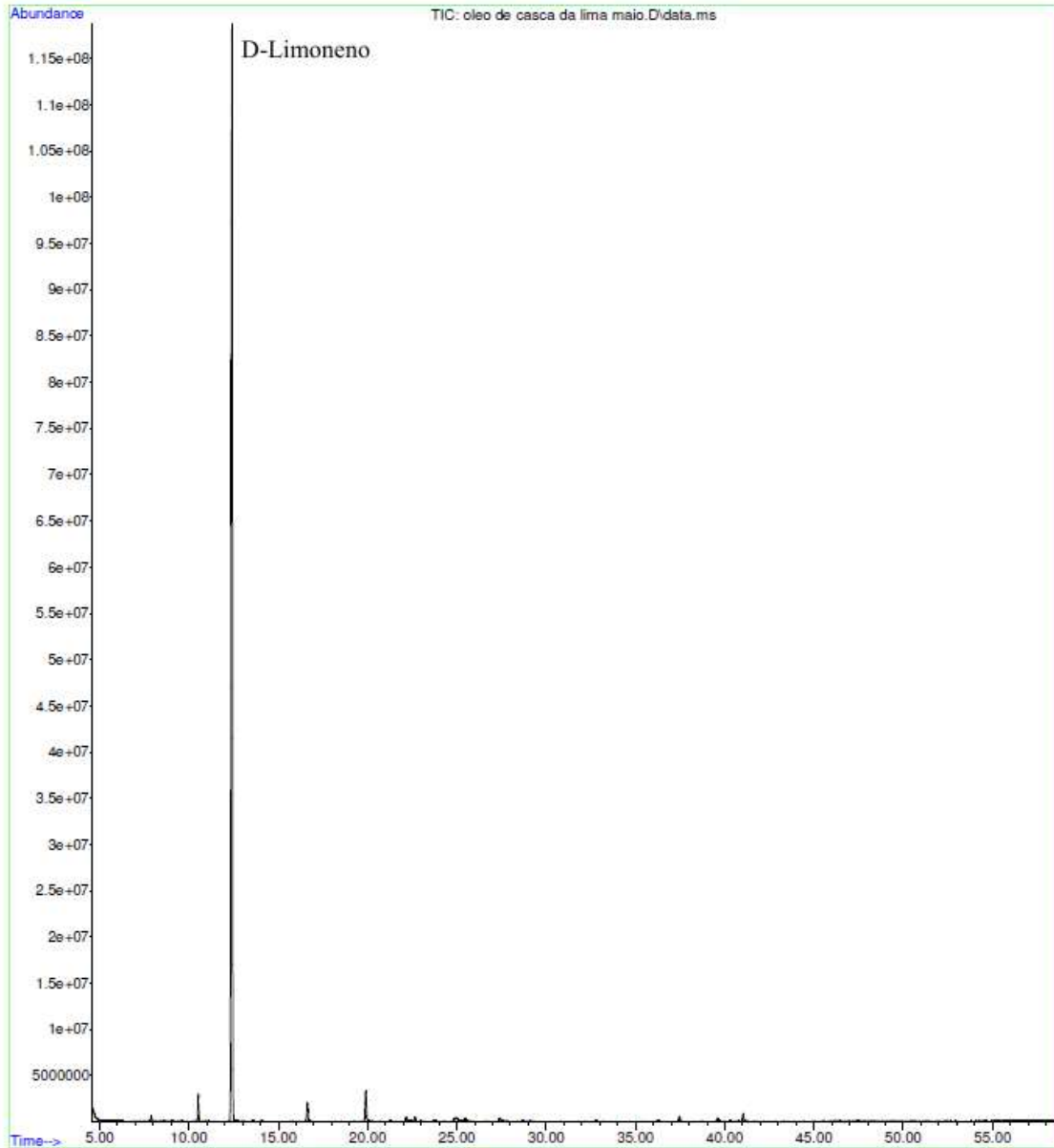
File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-CS-15-04-25.D\oleo de ca
... sca da lima.D
Operator :
Instrument : GC-MSD
Acquired : 15 May 2025 10:52 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Sample Name:
Misc Info :



Fonte: Autor, 2025.

Figura 12 - Cromatograma do OE casca, coleta 13/05/25.

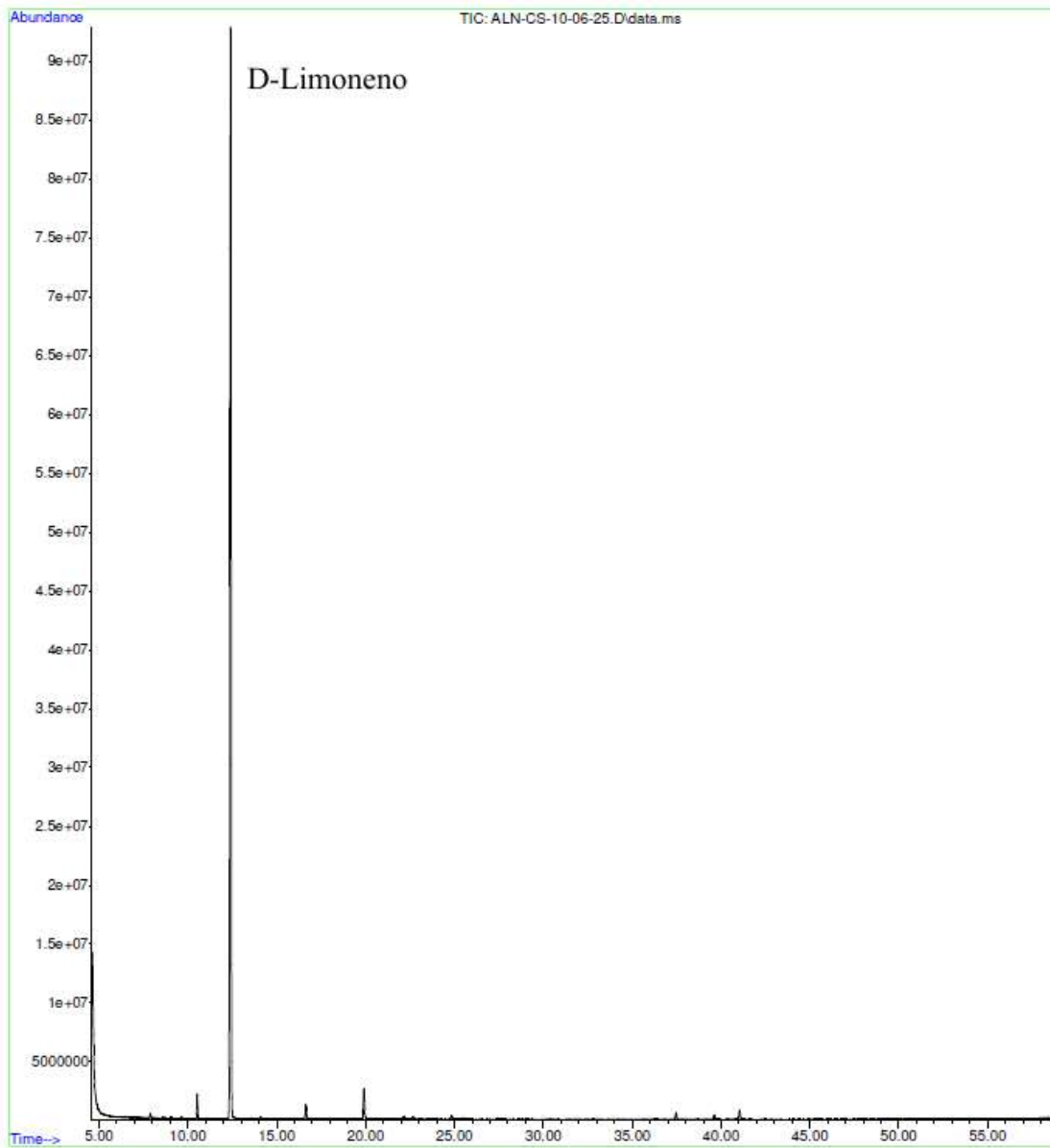
File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-CS-13-05-25.D\oleo de ca
... sca da lima maio.D
Operator : Paiva
Instrument : GC-MSD
Acquired : 15 May 2025 19:01 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Sample Name:
Misc Info :



Fonte: Autor, 2025.

Figura 13 - Cromatograma do OE da casca, coleta 10/06/25

File :D:\MassHunter\GCMS\1\data\Paiva\ALN-CS-10-06-25.D
Operator : PAIVA
Acquired : 11 Jun 2025 12:29 using AcqMethod Essential oil Paiva-2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: ALN-CS-10-06-25 OLEO DA CASCA
Misc Info :
Vial Number: 1



Fonte: Autor, 2025.

Segundo Santos et al (2023), as pesquisas realizadas com mais de 30 variedades de laranja na região de Goiás-Brasil, as caracterização dos óleos essenciais das cascas do fruto apresentaram como constituintes majoritários limoneno (93,19% a 99,61%), mirceno (0,18% a 1,18%) variando as concentrações. As regiões influenciam drasticamente sobre as proporções dos componentes, a situação climatológica (época,

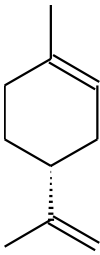
tempo), tipo de solo e armazenamento, o D-limoneno normalmente apresentara em maiores quantidades comparados as demais substâncias (Everton et al.2020)

5.4 Espectro de massas

A espectrometria de massas é fundamentada na ionização dos compostos existentes nas amostras analisadas. Os íons (cátions) produzidos são fragmentados a uma análise relacionando as suas respectivas massas carga (m/z) detectados. O sinal de energia obtido dessa razão massa-carga, é transformado por processador de dados que tem a função de obter o espectro de massa correspondente. Os componentes das amostras são fragmentados em formas específicas de acordo com sua estrutura química, isso gera a obtenção de um espectro de massa individual de cada constituinte, assim, possibilitando a sua identificação, realizou-se a comparação com os espectros existente na biblioteca do aparelho utilizado (Skoog, 2002)

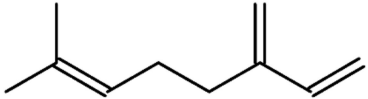
As propostas de fragmentações dos espectros de massas, foram realizadas de acordo com os componentes detectados e identificados por comparação de espectros pela biblioteca Nist do (Agilent Technologies). As sugestões de fragmentações são oriundas das pesquisas realizadas na UFNT, onde o grupo de pesquisa estuda a caracterização dos componentes dos OE de *Citrus* cultivados na região do Bico do Papagaio. Quadros (2, 3,4,5,6,7,8,9),

Quadro 2: Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Limoneno.

	Nomenclatura IUPAC: 1-Cyclohexene, 1-methy-4-, 1-methylene,2-mentha-1, 8-diene
	Nome usual: Limoneno
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₆
	Peso molecular aproximado: 136 g/mol
	Proposta de fragmentação (Pavia,2015)

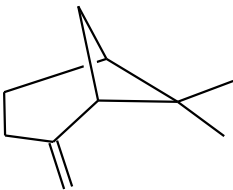
Fonte: Autor, 2025.

Quadro 3:Pesquisadores que propuseram a fragmentação do β -Myrceno.

	Nomenclatura IUPAC: 1,6-Octadieno, 7-metil-3-metileno
	Nome usual: β -Myrceno
	Fórmula molecular: $C_{10}H_{16}$
	Peso molecular aproximado: 136 g/mol
	Proposta de fragmentação (Mesquita, 2024), Proposta de fragmentação (Moreira,2018)

Fonte: Autor, 2025.

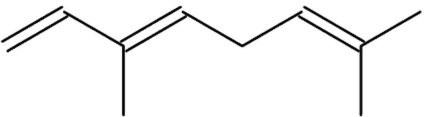
Quadro 4 :Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Pineno.

	Nomenclatura IUPAC: Bicyclo [3.1.1]heptene, 6,6-dimethyl, 2- methylene2.2(10)-Pinene
	Nome usual: Pineno
	Fórmula molecular: $C_{10}H_{16}$
	Peso molecular aproximado: 136 g/mol
	Proposta de fragmentação (Mazzinghy, 2021).

Fonte: Autor, 2025.

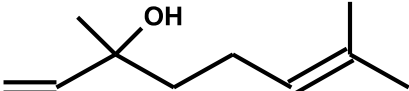
Quadro 5:Pesquisadores que propuseram a fragmentação do E- β -Ocimeno.

	Nomenclatura IUPAC: trans-3,7-Dimetil-1,3,6-Octatrieno
	Nome usual: E- β -Ocimeno
	Fórmula molecular: $C_{10}H_{16}$

	Peso molecular aproximado: 136 g/mol
	Proposta de fragmentação (Mesquita, 2024)

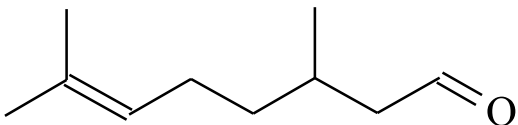
Fonte: Autor, 2025.

Quadro 6: Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Linalool.

	Nomenclatura IUPAC: 3,7-dimetil-octa-1,6-dien-3-ol
	Nome usual: Linalool
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₈ O
	Peso molecular aproximado: 154 g/mol
	Proposta de fragmentação (Silva, 2018) Proposta de fragmentação (Mesquita, 2024)

Fonte: Autor 2025.

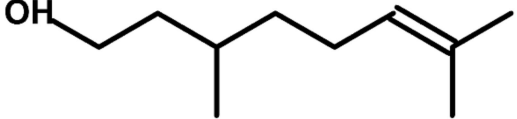
Quadro 7: Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citronelal.

	Nomenclatura IUPAC: 6-Octenal, 3,7-dimetil
	Nome usual: Citronelal
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₈ O
	Peso molecular aproximado: 154 g/mol
	Proposta de fragmentação (Mesquita, 2024)

	Proposta de fragmentação (Oliveira,2021)
--	--

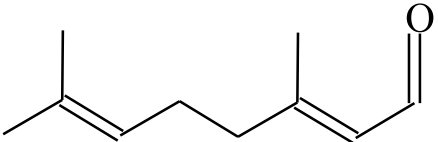
Fonte: Autor, 2025.

Quadro 8:Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citronelol.

	Nomenclatura IUPAC: 6-Octenal, 3,7-dimetil
	Nome usual: Citronelol
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₈ O
	Peso molecular aproximado: 154 g/mol
	Proposta de fragmentação (Oliveira,2021)

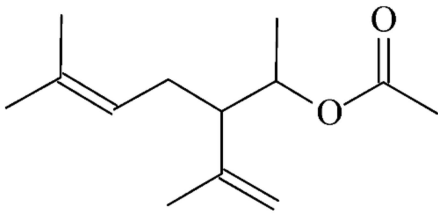
Fonte: Autor, 2025.

Quadro 9:Pesquisadores que propuseram a fragmentação do Citral .

	Nomenclatura IUPAC: 1,2,6-Octadienal, 3,7-dimetil.
	Nome usual: Citral
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₆ O
	Peso molecular aproximado: 152 g/mol.
	Proposta de fragmentação (Moreira,2018)

Fonte: Autor, 2025.

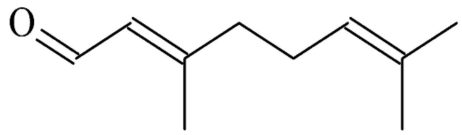
Quadro 10: Pesquisadores que propuseram a fragmentação do (R)-acetato de lavandulila .

	Nomenclatura IUPAC: (R)-2-isopropenil-5-metil-4-hexen-1-il acetato.
	Nome usual: (R)-acetato de lavandulila
	Fórmula molecular: C ₁₂ H ₂₀ O ₂
	Peso molecular aproximado: 196 g/mol
	Proposta de fragmentação (Mazzinghy, 2021) Proposta de fragmentação (Mesquita, 2024)

Fonte: Autor, 2025.

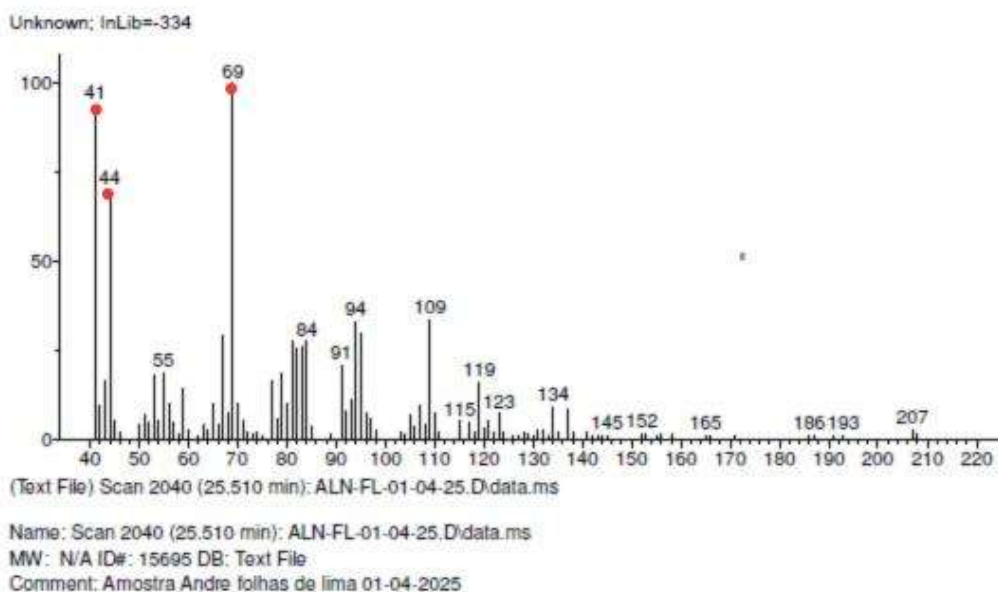
Para as moléculas detectadas que não possuem propostas de fragmentação, oferta-se propostas para os seguintes componentes dos OE da amostra analisada Quadros 14, Quadro 15.

Quadro 11 - Dados do Neral

	Nomenclatura IUPAC: 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-
	Nome usual: Neral
	Fórmula molecular: C ₁₀ H ₁₆ O
	Peso molecular aproximado: 152,23 g/mol

Fonte: Autor, 2025.

Figure 14 – Espectro de massas do Neral.

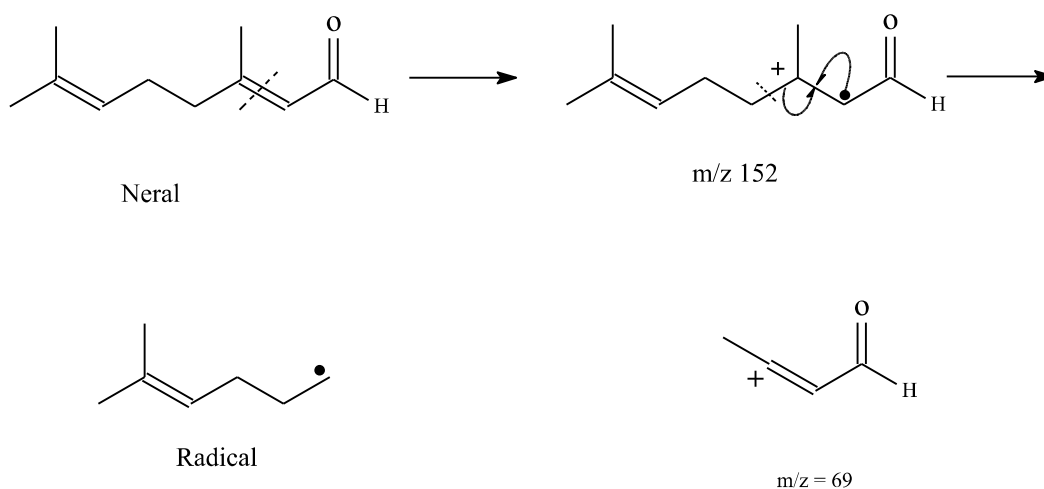


Fonte: Autor, 2025.

Para o espectro de massas da estrutura do Neral, as propostas de fragmentações são: Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 69$, $m/z = 44$ e $m/z = 41$. Os picos moleculares são facilmente confirmados, entendendo-se que com apenas a retirada de um elétron da molécula se tem o cátion detectável.

Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 69$, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração conjugada a carbonila gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ e formação da instauração, deve-se observar também a alteração da hibridização do C após a formação da instauração que gera alterações da geometria molecular (Figura 15).

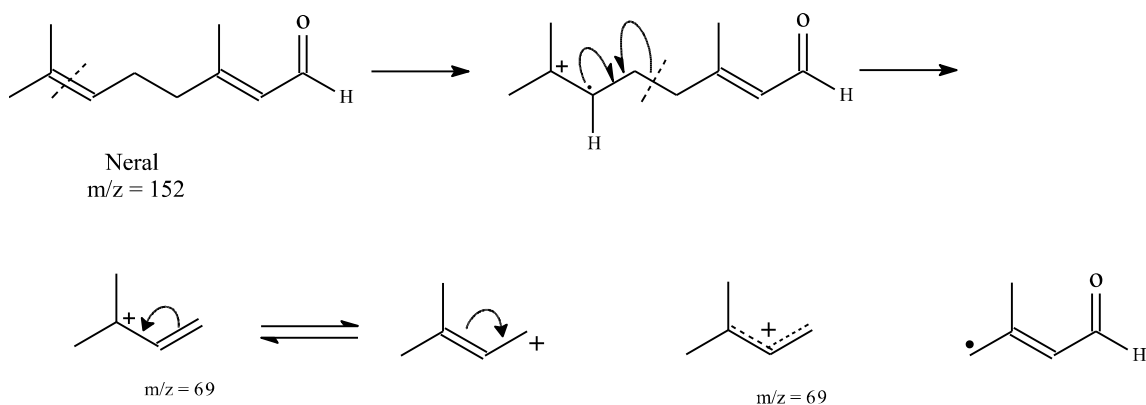
Figure 15- Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 69$, m/z).



Fonte: Autor, 2025.

O Neral possibilita uma segunda proposta de fragmentação que origina o pico $m/z = 69$, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 6 da molécula gerando também carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ e formação da instauração, neste caso o fragmento formado possui ressonância favorecendo sua estabilidade o que leva a este fragmento ser o pico base desta molécula. (Figura 16).

Figure 16- Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 69$, m/z).

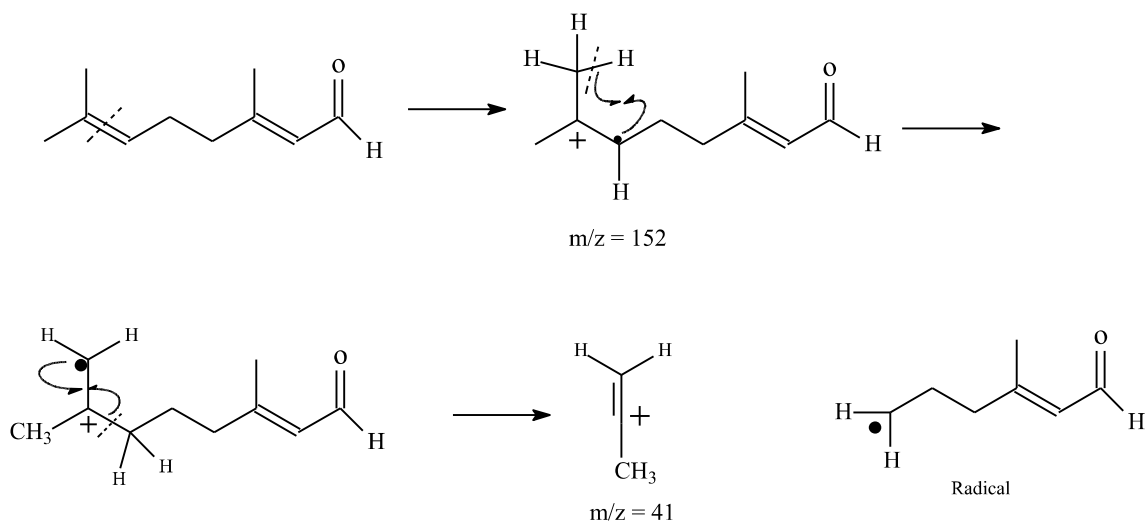


Fonte: Autor, 2025.

Para o fragmento que origina o pico $m/z = 41$, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 6 da molécula gerando também carbocátion terciário e radical, a saída do H da metila, alterando a condição do posicionamento do radical para o C da

metila, com isto favorece o rompimento da ligação δ e formação da instauração. (Figura 17).

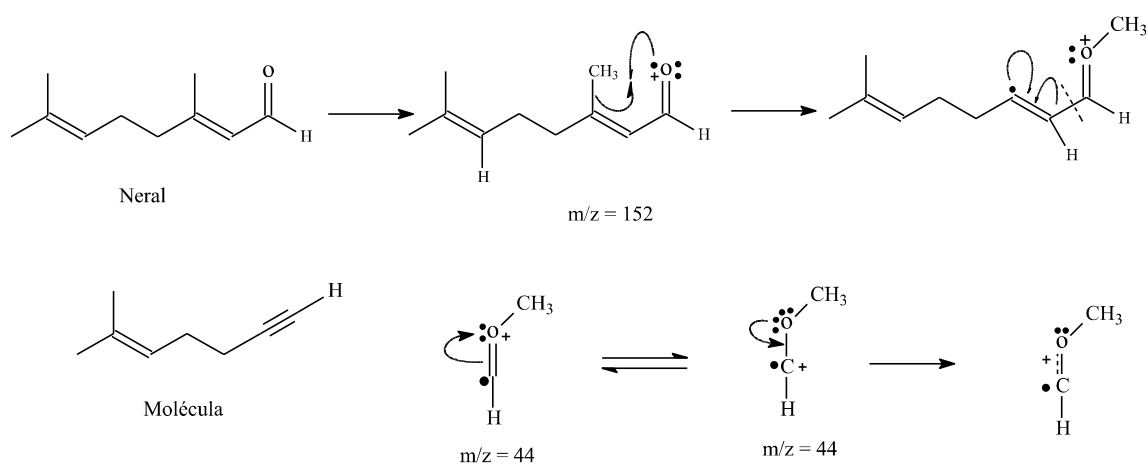
Figure 17- Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 41$, m/z).



Fonte: Autor, 2025.

Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 44$, propõe-se a saída de elétron de um dos pares não ligantes do oxigênio da carbonila, gerando o cátion e o radical sobre o oxigênio, estando o oxigênio em condição catiônica e radicalar, isto possibilita a migração da metila da vizinhança para atenuar a condição catiônica do oxigênio, pois, o posicionamento do elétron que forma radical passa para o C que continha a metila, com isto tem-se a formação do alcino molecular. O fragmento $m/z = 44$ possui condição ressonante o que justifica sua intensidade no espectro obtido. (Figura 18)

Figure 18- Proposta de fragmentação do Neral. (Pico molecular $m/z = 152$, Pico base $m/z = 44$, m/z).



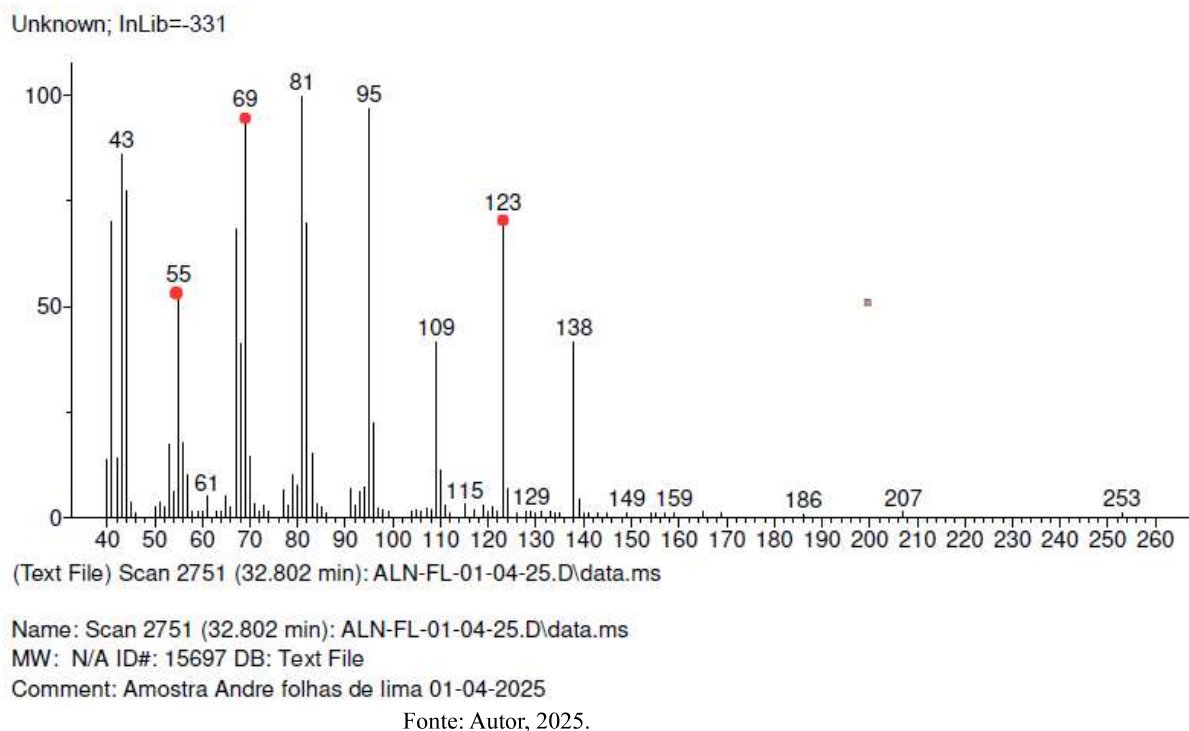
Fonte: Autor, 2025.

Quadro 12 - Dados do Cis- 2,6-dimetil-2,6-octadieno.

	Nomenclatura IUPAC: 2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-
	Nome usual: cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno
	Fórmula molecular: $C_{10}H_{18}$
	Peso molecular aproximado: 138,24g/mol.

Fonte: Autor, 2025.

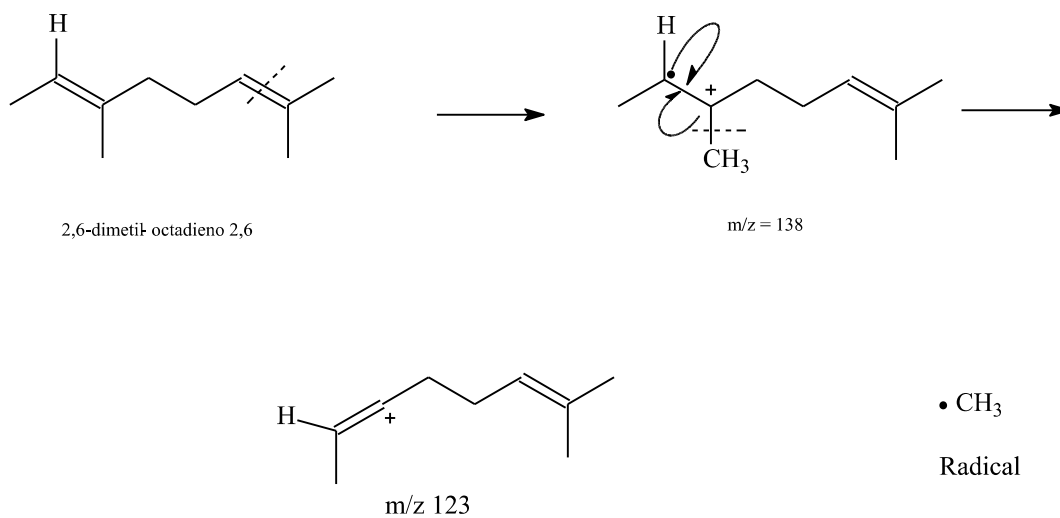
Figure 19 - Espectro Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno.



Para o espectro de massas da estrutura do cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, as propostas de fragmentações são: Pico molecular $m/z = 138$, $m/z = 69$, $123 = m/z$ e $m/z = 55$. O Picos moleculares são facilmente confirmados, entendendo-se que com apenas a retirada de um elétron da molécula se tem o cátion detectável.

Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 123$, propõe-se a saída da metila, fragmento simples de ser explicado, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 6 gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ e saída da metila, deve-se observar também a alteração com relação a hibridização do C após a formação da instauração e liberação do radical metila. (Figura 20)

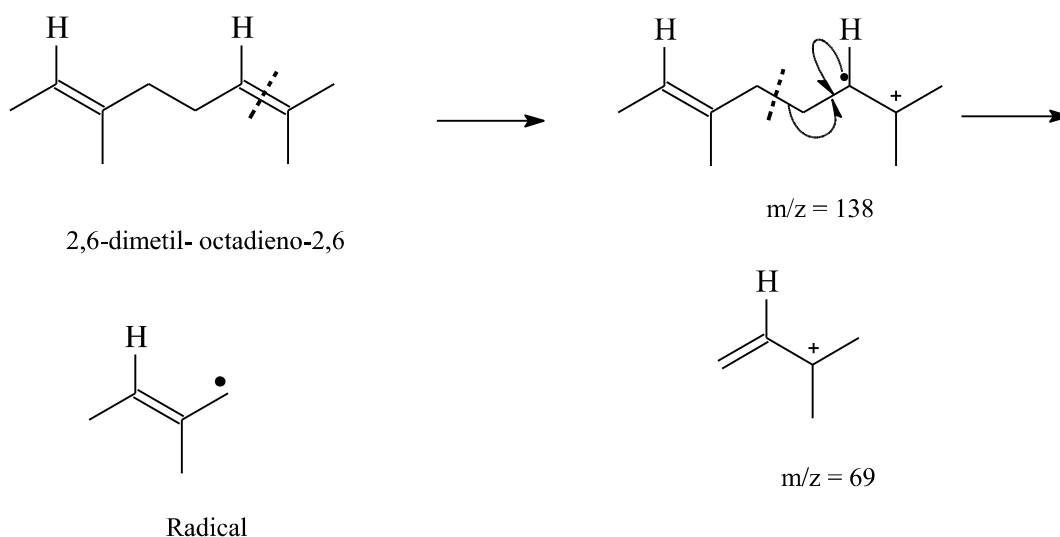
Figure 20 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, m/z , pico base $m/z = 123$).



Fonte: Autor, 2025.

Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 69$, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 3, gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ e formação da instauração. (Figura 21)

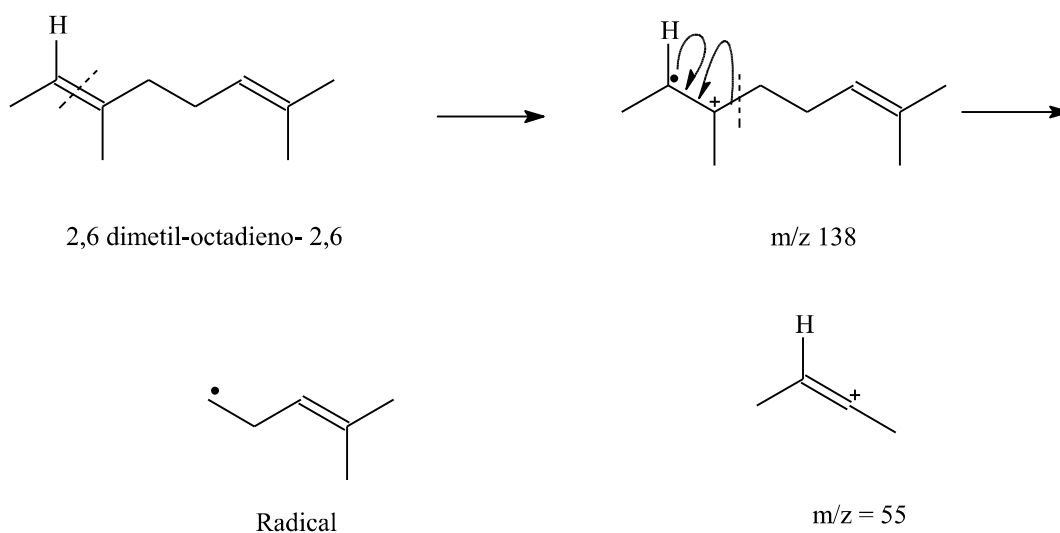
Figure 21 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, m/z , pico base $m/z = 69$).



Fonte: Autor, 2025.

Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 55$, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 6 gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ e saída do radical, deve-se observar também a alteração com relação a hibridização do C após a formação da instauração e liberação do radical. (Figura 22)

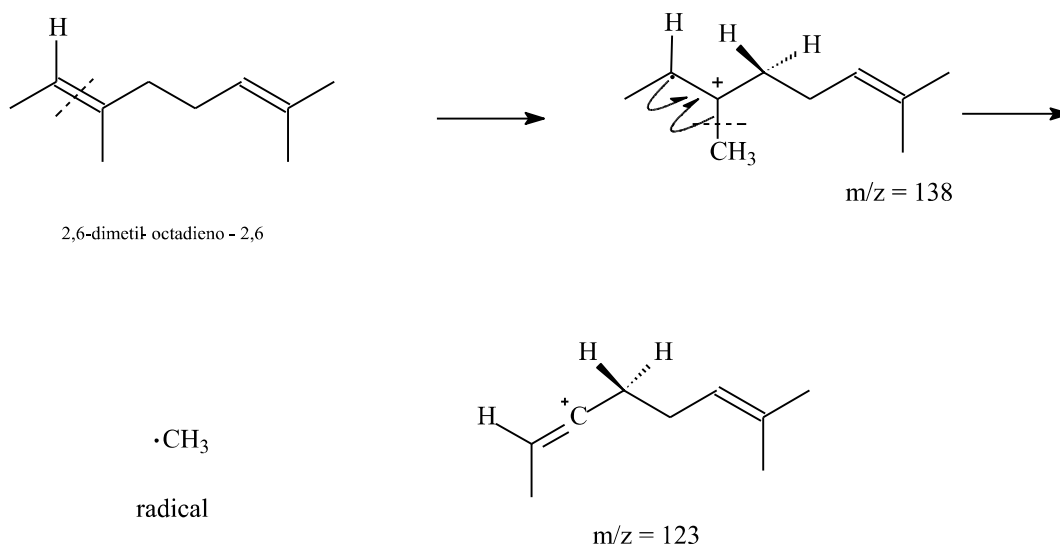
Figure 22 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, m/z , pico base $m/z = 55$).



Fonte: Autor, 2025.

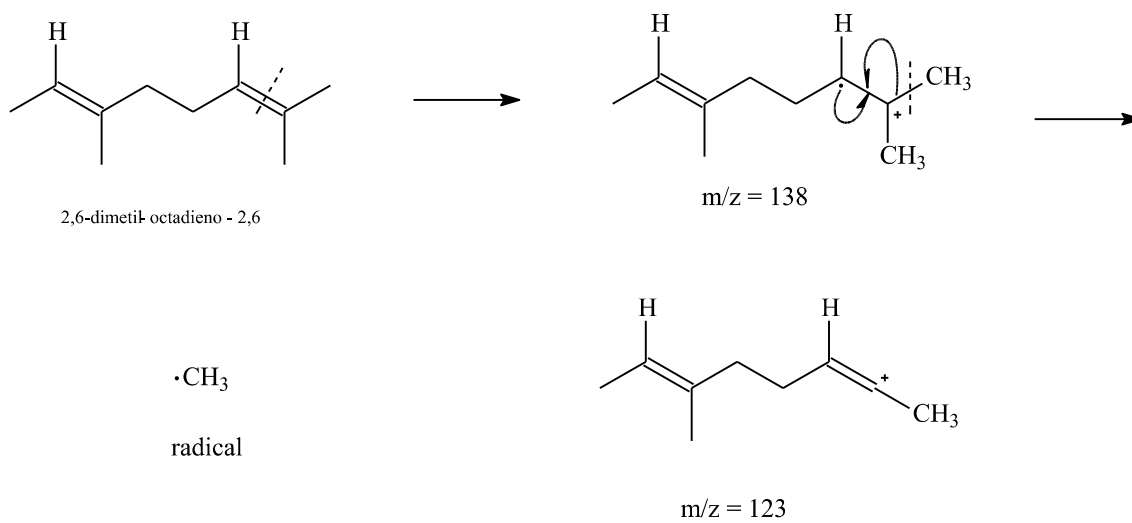
Para a fragmentação que origina o pico $m/z = 123$, propõe-se a saída da metila, fragmento simples de ser explicado, propõe-se o rompimento da ligação π da instauração do C 6 gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ do C 6 e saída da metila, deve-se observar também a alteração com relação a hibridização do C após a formação da instauração e liberação do radical metila. (Figura 23). A saída da metila também pode ser provada a partir do rompimento da ligação π da instauração do C 2 gerando carbocátion terciário e radical, com isto favorece o rompimento da ligação δ do C 2, deve-se observar também a alteração com relação a hibridização do C após a formação da instauração e liberação do radical metila. (Figura 24).

Figure 23 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, m/z , pico base $m/z = 123$).



Fonte: Autor, 2025.

Figure 24 – Proposta de fragmentação do Cis-2,6-dimetil-2,6-octadieno, (Pico molecular $m/z = 138$, m/z , pico $m/z = 123$).



Fonte: Autor, 2025.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As folhas da espécie de *Citrus* “lima” cultivada em Babaçulândia - TO e estudada apresentou discretas características distintas na composição do óleo essencial quando comparada a outras espécies de *Citrus* da região do cerrado.

O rendimento médio das amostras de OE das folhas foi de 0,22%, enquanto que para as cascas dos frutos foi de 0,26%, deve-se ressaltar que o período de extração e análise corresponde ao fim do período chuvoso de abril a junho, podendo haver mudanças na sua composição e rendimento com relação ao período seco.

A técnica de CG proporcionou a separação e quantificação de 12 componentes presente nas folhas e cascas do *Citrus sp*, tendo como principais componentes nas folhas D-Limoneno com 36,35%, Citronelal com 41,64% e linalol com 15,54%. As cascas dos frutos destacaram-se por produzir OE tendo um grau de pureza para o D – Limoneno de 95,37%.

A partir dos espectros de massas obtidos foram identificados os componentes a partir da análise pela biblioteca NIRST do massas, propôs-se fragmentação para os seguintes componentes Neral (Pico molecular $m/z = 152$, pico base $m/z = 69$, pico $m/z = 44$, pico base $m/z = 41$); cis 2,6 dimetil-octadieno-2,6 (Pico molecular $m/z = 138$, pico $m/z = 123$, $m/z = 69$, pico base $m/z = 55$).

7. REFERÊNCIAS

- ABECITRUS. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>>. Acesso em: 25 julho de 2025.
- ALMEIDA, Laura Martins Pina de. A indústria do suco de laranja e a valorização de seus resíduos. 2023. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Instituto ou Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/23086>. Acesso em: 05 set. 2025.
- ARAÚJO-FILHO JV, et al. Effects of Eucalyptus citriodora essential oil and its major component, citronellal, on Haemonchus contortus isolates susceptible and resistant to synthetic anthelmintics. Ind Crops Prod 2018; 124: 294-299. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.059>.
- BEZERRA RV, et al. Atividade antimicrobiana dos monoterpenos (R)-(+)-citronelal,(S)-(-)-citronelal e 7-hidroxycitronelal contra cepa de Bacillus subtilis. Rev Uningá 2019; 56(2): 62-69. <http://dx.doi.org/10.46311/2318-0579.56.eUJ2132>.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Quim. Nova, v. 32, n. 3, p.588-594, 2009.
- BIZZO, H.; REZENDE, C. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. Química Nova, [s. l.], 2022. Disponível em: Acesso em: 29 jul. 2025.
- BURIL, M. T.; THOMAS, W. W.; ALVES, M. Flora da Usina São José, Igarassu-PE: Rutaceae, Simaroubaceae e Picramniaceae. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 701-710, set. 2014.
- CAMARGO, S. B.; VASCONCELOS, D. F. S. A. Atividades biológicas de Linalol: conceitos atuais e possibilidades futuras deste monoterpeno. Rev. Ciênc. Méd. Biol., Salvador, v.13, n.3, p.381-387, set./dez. 2014.
- CENTEC. Produtor de citros. Fortaleza, 2004. 64 p.
- CIRIMINNA, R. et al. Limonene: A Versatile Chemical of The Bioeconomy. Chemical Communications, v. 50, p. 15288-15296, 2014.
- CRAVEIRO, A. A. QUEIROZ, D. C. Óleos essenciais e Química Fina. Química Nova. v.16, n.3, p.224-228. 1993.
- CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Secondary Metabolites. Biochemistry Molecular Biology of Plants, v. 7, n. 7, p. 1250–1318, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21671613>>.
- EDRIS, Amr E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. Phytotherapy Research, abril 2007; 21(4): 308-323. DOI: 10.1002/ptr.2072. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17199238/>. Acesso em: 19 nov. 2025.
- ESTEVAM, E. B. B. Composição química e atividades biológicas do óleo essencial das folhas de Citrus limonia e Citrus latifolia e dos frutos verdes e folhas de *Protium ovatum*.

Orientador: Dr^a Cassia C. F. Alves. 2017. p. 34-35. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiânia, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/11>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

EVERTON, G. O. et al. Caracterização química, atividade antimicrobiana e toxicidade dos óleos essenciais da *Pimenta dioica* L. e *Citrus sinensis* L. Osbeck. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm*, v. 49, n. 3, p. 641–655, jun/2020. Disponível em: < http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S003474182020000300641&script=sci_arttext>. 16 ago. 2025.

FELIPE, L. O; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Quím. nova esc*. Vol. 39, Nº 2, p. 120-130, São Paulo – SP, 2017.

FILHO, A. P. DE M. et al. Composição química do óleo essencial das flores de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 24, n. 4, 11 jan. 2020. Disponível em: <<https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/892/0>>. Acesso em: 16 ago. 2023.

FILIPPIS, F. de M. Extração com CO₂ supercrítico de óleos essencial de Honsho e Ho-sho-experimentos e modelagem. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

FRANZ, C. M. Essential oil research: past, present and future. *Flavour Fragrance Journal*, v. 25, p. 112-113, 2010. ISSN 1099-1026. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1983>>.

KUZEY, Camila de Abreu. Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades. 2021.

LOPES, J. M. S. et al. Importância econômica dos citros no Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça*, v. 10, n. 20, dez. 2011. Disponível em: <http://www.revista.inf.br>. Acesso em: 5 set. 2025.

MACHADO, BRUNA FERNANDA MURBACH TELES; JUNIOR, ARY FERNANDES. Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. *Cadernos Acadêmicos, Tubarão*, v. 3, n. 2, p. 105-127, 2011.

MARKETSANDMARKETS. Essential Oils Market: Size, Share & Forecast. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/essential-oil-market-119674487.html> . Acesso em: 15 out. 2025.

MAZZINGHY, R. L. Caracterização do perfil dos voláteis constituintes do óleo essencial do citrus sp da cidade de Araguaína por arraste a vapor e CG/EM. 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Tocantins, 2021.

MCMURRY, J. 7^o Ed. *Química Orgânica - Combo*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 1344 p.

MESQUITA, Adrielle Maciel Cavalcante de. Caracterização e sazonalidade de constituintes voláteis do óleo essencial de *Citrus* sp. 2024. 94 f. Monografia (Licenciatura em Química) — Universidade Federal do Norte do Tocantins, Campus Universitário de Araguaína, Araguaína/TO, 2024. Disponível em: <https://solaris.ufnt.edu.br/server/api/core/bitstreams/9d78ece3-b848-4260-b6d2-dc357a2487a9/content>. Acesso em: 15 nov. 2025

MILLER, J. A. et al. D-Limonene: A Bioactive Food Component from Citrus and Evidence for a Potential Role an Breast Cancer Prevention and Treatment. *Oncology Reviews.*, v. 5, p.31-42, 2011.

MOREIRA, R. D. B. Caracterização dos constituintes voláteis do óleo essencial de capim santo (*Cymbopogon* sp) da cidade de Araguaína por arraste a vapor e CG/EM. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Tocantins, 2018.

MOUCHREK FILHO, V.E. Estudos Analíticos e modificações químicas por metilação e acetilação do eugenol contido no óleo essencial extraído das folhas da espécie *Pimenta dioica* Lindl. São Carlos/SP, Programa de Pós-Graduação em Química, USP - Universidade de São Paulo, 2000. Tese de doutorado, 124p.

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. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Norte do Tocantins, Campus Araguaína, Araguaína, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/4746>. Acesso em: 5 set. 2025.

PASSOS, ORLANDO SAMPAIO; SOARES FILHO, W. D. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. D. Origem, classificação botânica e distribuição geográfica. *Cultura do Citros*, v. 1, p. 15-23, 2013.

PAULETTI, GABRIEL FERNANDES; SILVESTRE, WENDEL PAULO. Óleo essencial cítrico: produção, composição e fracionamento. In: *Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas*. [S.l.]: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação – SEAPI RS, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332229707>. Acesso em: 8 ago. 2025.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. R. *Introdução à Espectroscopia*. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

PEREZ-CACHO, P. R.; ROUSEFF, R. Processing and storage effects on orange juice aroma: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, n. 21, p. 9785- 9796, 2008.

PERVEEN, A.; QAISER, M. Pollen Flora of Pakistan-XLV. Rutaceae. *Pakistan journal of botany*, v. 37, n. 3, p. 495-501, 2005.

ROBERTO, D. et al. Antioxidant Activity of Limonene on Normal Murine Lymphocytes: Relation to H₂O₂ Modulation and Cell Proliferation. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, v. 106, p. 38-44, 2010.

SANTOS, Felipe Brito dos. Caracterização do perfil químico dos constituintes voláteis do óleo essencial de limão (*Citrus* sp.) por arraste a vapor e CG/EM. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal do Tocantins, Câmpus Universitário de Araguaína, Araguaína, 2021.

SANTOS, FERNANDA RODRIGUES DOS, et al. Yield of essential oil from varieties of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 45, p. e-496, 2023.

SANTOS, LAURIANE SOUSA. Potencial fungicida do óleo essencial da casca de laranja (*Citros*): revisão de literatura. 2024. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado

em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4539>. Acesso em: 8 ago. 2025.

SARTO, MARCELLA PAULA MANSANO; ZANUSSO JUNIOR, GERSON. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. *Revista UNINGÁ Review*, v. 20, n. 1, p. 98-102, out./dez. 2014. ISSN 2178-2571.

SEBRAE. Como montar uma fábrica de óleos naturais e essências. São Paulo: Sebrae, s.d. Disponível em: https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/IDEIAS_DE_NEGOCIO/PDFS/ideia-de-negocio_fabrica-de-oleos-naturaisessencias.pdf

SILVA, D. S. Extração de Óleo Essencial da Planta Alfavaca (*Ocimum sp*) e Identificação de Constituintes Voláteis Através de CG/EM. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Tocantins, 2018.

SILVA, Karina Tatilla Gomes. Extração, Caracterização E Estudo Sazonal Dos Constituintes Voláteis Do Óleo Essencial De Citrus Sp Da Cidade De Araguaína Por Arraste A Vapor E CG/MS. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Tocantins, 2021.

SILVA, MATEUS SOUZA E. Extração e caracterização de óleo essencial de Citrus sp nativo do Cerrado tocantinense da cidade de Araguaína por arraste a vapor e CG/MS. 2023. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Araguaína, Araguaína, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/6722>. Acesso em: 5 set. 2025.

Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmann, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P.R. 2004. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS / Editora da UFSC, 2001.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. *Farmacognosia*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 387–415.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A.; *Princípios de Análise Instrumental*, 5ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2002.

SOLÓRZANO-SANTOS, F.; MIRANDA-NOVALES, M. G. Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 23, n. 2, p. 136-141, 2012.

TOSCAN, CRISTIANE MENEGOTTO. Atividade antimicrobiana e antioxidante de terpenoides. 2010. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/handle/11338/564>. Acesso em: 19 nov. 2025.

TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. *Revista Práxis*, v. 5, n. 9, 16 jul. 2013.

WU W, LI S, YANG M, LIN Y, ZHENG K, AKUTSE KS. Citronellal perception and transmission by *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera: Culicidae) females. *Sci Rep* 2020; 10(1): 18615. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-75782-3>. PMID:33122679.

ZHANG, X. Z. et al. Synergistic Inhibitory Effect of Berberine and d-Limonene on Human Gastric Carcinoma Cell Line MGC803. *Journal of medicinal food*, v. 17 n. 9, p. 955–962, 2014.

ANEXO

ANEXO A – RESUMO APRESENTADO NO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA 2025.

64º Congresso Brasileiro de Química
04/11/2025 a 07/11/2025



CARTA DE ACEITE

Prezado(a) ANDRÉ LUIZ XAVIER DO NASCIMENTO,

A Comissão Científica do 64º Congresso Brasileiro de Química tem a satisfação de comunicar a V.Sa., a aceitação do trabalho intitulado **"EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRUS SP NATIVO DO CERRADO TOCANTINENSE"**.

Autor(es)	Instituição
ANDRÉ LUIZ XAVIER NASCIMENTO	UFNT
ADRIELLE MACIEL CAVALCANTE DE MESQUITA	UFNT
JOSEILSON ALVES DE PAIVA	UFNT

Belo Horizonte, 27 de Outubro de 2025.

Maria das Graças Cardoso
Presidente do 64º CBQ

ANEXO B - A RESUMO APRESENTADO NA III SEMANA DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS (UFNT) 2025.



**A QUÍMICA NA ERA DA
DESINFORMAÇÃO E FAKENEWS:
O QUE PODEMOS FAZER?**



CERTIFICADO

Certificamos que no trabalho intitulado:

**PROPOSTAS DE FRAGMENTAÇÃO PARA ESPECTROMETRIA DE MASSAS DE COMPONENTES DE
ÓLEOS ESSENCIAL EXTRAÍDO DE CITROS DA CIDADE DE ARAGUAÍNA-TO**

**dos autores: ANDRÉ L. X. NASCIMENTO, JOSEILSON A. PAIVA, foi apresentado na área
de Química Orgânica na III SEMANA DA QUÍMICA, promovida pela Universidade
Federal do Norte do Tocantins - UFNT, realizada no período de 11 a 13 de novembro
de 2025.**

Profa. Dra. Verenna Barbosa Gomes
Coordenadora