

## EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *CITRUS SP* NATIVO DO CERRADO TOCANTINENSE

ANDRÉ L. X. NASCIMENTO<sup>1</sup>; ADRIELLE M. C. MESQUITA<sup>1</sup>; JOSEILSON A. PAIVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS – UFNT;

*andre.nascimento@ufnt.edu.br*

**Palavras-Chave:** Laranja lima, arraste vapor, CG/EM.

### 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 melhor condição climática para adaptação destas espécies, os citros foram distribuídos em todo território nacional. O gênero *Citrus* é compostos 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).

O Brasil é o maior produtor de Citros do mundo, 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 género *Citrus* é o mais conhecido na família das Rutácea 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 indústria de suco. Os OE extraídos de cítricos possuem os monoterpenos como principais compostos químicos, o D-Limoneno é principal constituinte dos cítricos, é encontrado em maior concentração na composição do óleo essencial da casca da laranja doce ficando entre 90% e 95% (Almeida,2023).

D-Limoneno é um composto químico que possui ações anticancerígenas, ele atua inibindo o crescimento celular das cancerosas e podendo induzir a sua morte, o seu uso não se limita apenas ao uso medicinal, possuir aplicações em herbicidas e inseticidas, e na fabricação de solventes como resinas e borrachas. O óleo essencial é usado também área da perfumaria como agente odorizadores, 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, os Citros lideram o mercado de exportação do Brasil (Bizzo,2009). 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).

Para a caracterização dos OE, é utilizado a cromatografia gasosa acoplada

espectrometria de massas CG/MS. É uma técnica analítica extremamente importante para identificação e quantificação de componentes químicos, esse método possibilita detectar em alimentos, esteróides e vitaminas, também é utilizado para identificar poluentes na água (aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, compostos policíclicos aromáticos) e diagnóstico médico (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 (M/S) 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/MS, 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, baseado nas suas diversas aplicações indústrias e seus benefícios a saúde.

## Material e Métodos

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

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. 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 análise orgânica do curso de Química licenciatura da UFNT - Araguaína – TO.

A coleta botânica procedeu-se pelo selecionamento de folhas com características mais saudáveis sendo retiradas folhas com: 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.

O óleo essencial das amostras de folhas e casca do fruto foi obtido por meio da destilação por arraste a vapor acoplado ao sistema Clevenger, as folhas assim como as cascas dos frutos recém coletados foram pesadas para se obter o rendimento do óleo. Após pesagem foram acondicionados ao balão volumétrico de fundo redondo de 2 L do sistema Clevenger. A metodologia de extração foi adaptada de (Filho, 2019).

O processo de extração em sistema Clavenger procedeu-se por duas horas, seguindo metodologia desenvolvida e padronizada para o estudo de citros cultivados no Tocantins (Santos, 2021). A solução hexânica contendo o óleo essencial extraído passou por tratamento para retirada de traços de água utilizando sulfato de sódio anidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), a solução em questão foi filtrada e evaporado o hexano por aquecimento feito por manipulação manual em manta aquecedora, O OE obtido das amostras foram pesados e seu rendimento calculado, posteriormente foram acondicionados em frascos devidamente rotulados e mantidos refrigerados para então proceder a análise por CG/EM.

A análise do OE obtido foi realizada em aparelho de CG/MS, em cromatógrafo da marca Agilent Technologies (modelo 7890B), com detector Agilent Technologies (modelo 5977B MSD) e coluna Agilent HP – 5MS, instalado no Laboratório de cromatografia da UFNT. 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  $\mu\text{L}$  da solução de óleo essencial em hexano grau HPLC foi injetado com temperatura do injetor de 250°C. As condições de rampa de aquecimento, temperatura inicial do forno 50 °C durante 1 minuto, após elevação de 50 °C para 210°C, sendo 3,5°/min, gerando um tempo total de 45 minutos de corrida. A identificação dos constituintes químicos foi realizada comparando-se à biblioteca do aparelho.

## Resultados e Discussão

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 etária de temperatura 20°C 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, Tabela 1 e Tabela 2 respectivamente, foram obtidos no dia da coleta pelo site [www.weather.com](http://www.weather.com).

Tabela 1: Dados climáticos dos dias de coleta das folhas.

	<b>1º Amostra</b>	<b>2º Amostra</b>	<b>3º Amostra</b>
<b>Data da coleta</b>	01/04/2025	14/05/2025	11/06/2025
<b>Hora da coleta</b>	7h 10min	7h 20min	7h 30min
<b>Temperatura</b>	25 °C	27 °C	23 °C
<b>Umidade Relativa</b>	81%	87%	82%
<b>Velocidade do Vento</b>	10 Km/h	7 Km/h	9 Km/h
<b>Clima</b>	Ensolarado	Parcialmente Nublado	Ensolarado

Fonte: Autor,2025.

Tabela 2: Dados climáticos dos dias de coleta de Frutos.

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

Fonte: Autor,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-azeda e toranjas (Lopes et al, 2011).

O material botânico coletado passou por duas etapas extração e caracterização dos constituintes do óleo por CG/EM. O processo de extração dos óleos essências envolve duas etapas: arraste a vapor por sistema Clevenger e tratamento da solução hexânica obtida. Nesta etapa de extração determinou-se o rendimento percentual do OE obtido das folhas e frutos, Tabela 3 e Tabela 4 respectivamente.

Tabela 3: Dados do rendimento dos Oe das folhas.

<b>Amostra</b>	<b>Massa das folhas (g)</b>	<b>Massa do OE (g)</b>	<b>Rendimento (%)</b>
1	158,12g	0,323g	0,20%
2	147,21g	0,316g	0,21%
3	120,28g	0,316g	0,26%

Fonte: Autor,2025.

Tabela 4: Dados dos rendimentos do Oe da casca do fruto.

<b>Amostra</b>	<b>Massa da casca fruto (g)</b>	<b>Massa do OE (g)</b>	<b>Rendimento (%)</b>
1	155,1g	0,322g	0,21%
2	141,4g	Fonte: Autor, 2025.0,311g	0,22%
3	82,1g	0,310g	0,37%

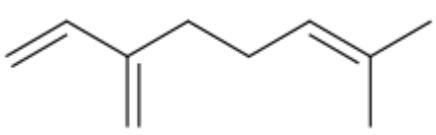
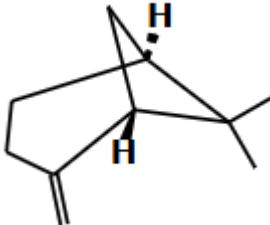
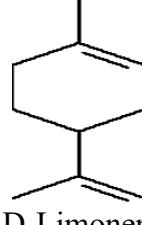
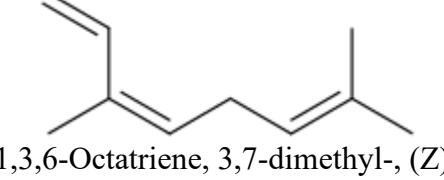
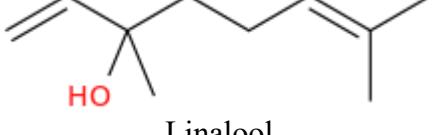
Fonte: Autor,2025.

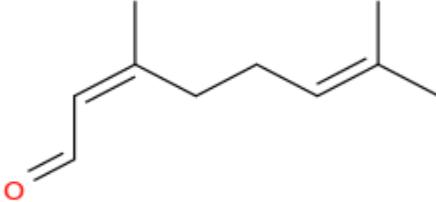
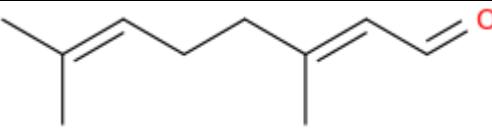
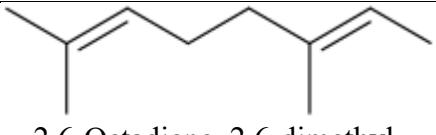
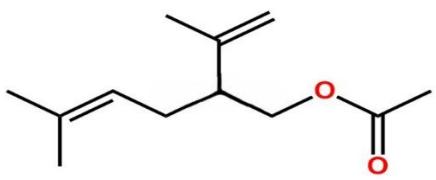
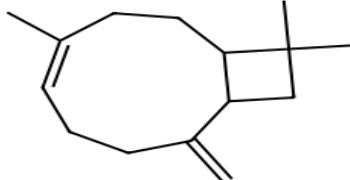
Os constituintes dos óleos essenciais das plantas dependem da genética de cada indivíduo, características do solo e climatologia. Os OE em geral, são constituídos de terpenos, a sua classificação é determinada pela quantidade de carbonos que o compõe, a unidade base responsável pela composição dos terpenos 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). 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).

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 em majoritariamente de terpenos (Felipe & Bicas, 2017). Com relação a composição química dos óleos essenciais a utilização de CG/EM e largamente utilizada pela comunidade científica.

A análise por CG/EM do OE das folhas e frutos do *Citrus sp* estudado apresentaram os seguintes componentes, Quadro 1. Onde se observa a predominância de monoterpenos ( $C_{10}H_x$ ) e a presença de terpenoides. A proposta de estrutura molecular para os componentes do OE foi determinada a partir do banco de dados da biblioteca do CG/EM (Agilent Technologies) instalado no Laboratório de cromatografia do curso de licenciatura em química da UFNT.

Quadro 1: Componentes químicos do OE de folhas e fruto do *Citrus sp*, presentes (+) e ausentes (-).

Componentes	Tempo de Retenção (min)	Folha	Casca do Fruto
 $\beta$ -Myrcene	10:52	-	+
	10:56	+	+
Bicyclo[3.1.1] heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-			
 D-Limonene	12:42	+	+
	13:61	+	-
1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-			
 Linalool	16:66	+	+
 Citronellal	19:95	+	+
HO 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	24:97	+	-

 <p>2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-</p>	25:51	+	-
 <p>Citral</p>	27:49	+	-
 <p>2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-</p>	32:80	+	-
 <p>R)-lavandulyl acetate</p>	33:50	+	-
 <p>Caryophyllene</p>	36:36	+	-

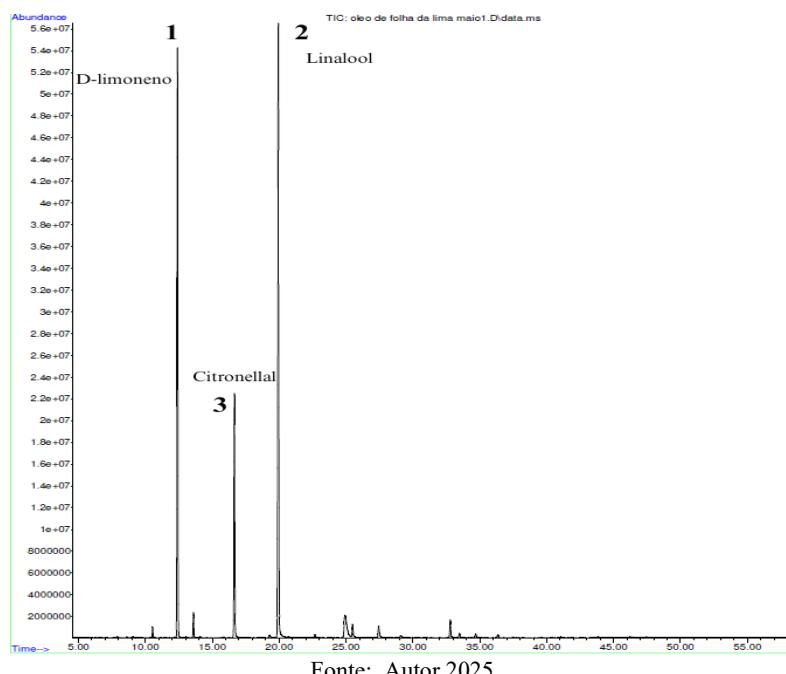
Fonte: Autor,2025.

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 dependo das suas composições e das espécies vegetais.

Os óleos essenciais extraídos das folhas apresentaram como principais componentes no cromatograma (Figura 1) : a) D – Limoneno; b) Citronellal e d) Linalool, 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).

Figura 1: Cromatograma do óleo essencial das folhas do fruto.

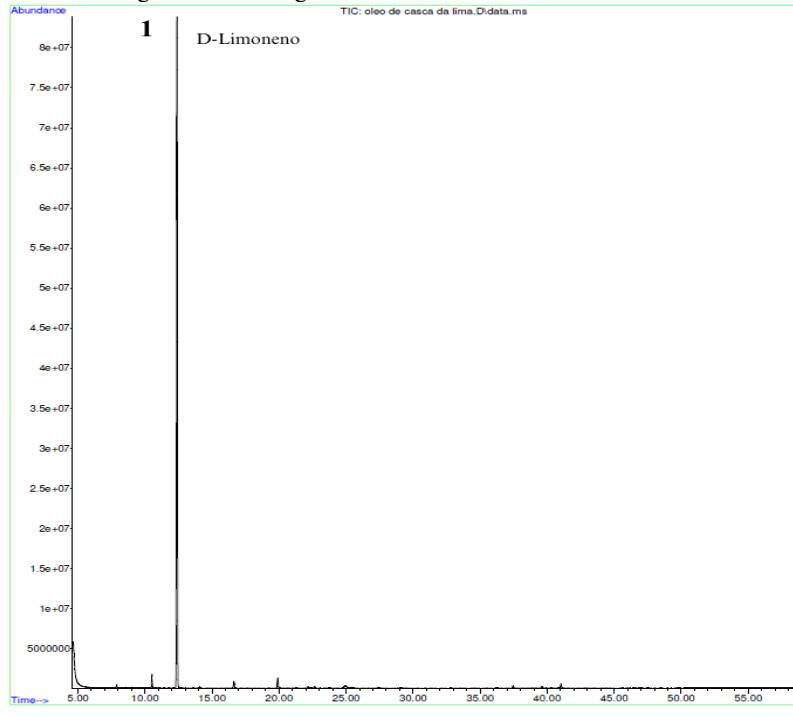


Fonte: Autor,2025.

O OE extraído da casca do *Citrus sp* é constituído majoritariamente de D – limoneno 97%, como observado no cromatograma (figura 2), apresentando também em sua composição traços de:  $\beta$ -pineno,  $\gamma$ -terpineno e citral. A literatura apresenta para as cascas da “laranja lima” o Limoneno como principal componente citando que o OE das cascas pode chegar até 98%, os outros 2% são das outras substâncias compõe o óleo em níveis muito variáveis, em geral é o mircenol e o linalol os outros compostos que contém maiores concentrações. A grande concentração do limoneno em OE de citros desperta um enorme interesse industrial. Os dados de literatura corroboram com os dados obtidos nesta pesquisa, o que nos aproxima da identificação da espécie estudada.

A pesquisa prossegue com determinação das fragmentações obtidas nos espectros de massas das substâncias.

Figura 2: Cromatograma do óleo essencial da casca do fruto.



Fonte: Autor,2025.

## Conclusões

A espécie de *Citrus* estudado nativo da região norte do Tocantins denominado de Laranja lima por populares, apresentou em suas folhas XX constituintes, tendo como componentes principais: D – Limoneno; Citronellal e Linalool, os demais constituintes apresentaram-se com traços.

Para o óleo obtidos das cascas, obteve-se o D – Limoneno como componente principal, representando 97% da constituição do óleo obtido, com isto se tem o Limoneno com um bom grau de pureza, podendo ser interesse da comunidade científica para estudos posteriores.

Observou-se que entre os meses estudados houve um acréscimo na produção de óleo nas folhas assim como nas cascas, necessitando um acompanhamento temporal para determinação do melhor período para coleta e extração de óleo com maior rendimento.

## Agradecimentos

Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT)  
Curso de Licenciatura em Química da UFNT.

## 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, Ribeiro WLC, André WPP, Cavalcante GS, Guerra MCM, Muniz CR, 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, Oliveira HMBF, Lima CMBL, Diniz MFFM, Pêssoa HLF, Oliveira AA Fo. Atividade antimicrobiana dos monoterpenos (R)-(+)-citronelal,(S)-(-)-citronelal e 7-hidroxicitronelal 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.

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>>.

FELIPE, L. O; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Quím. nova esc. Vol. 39, N° 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.

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.

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.

OLIVEIRA, Mirella Carvalho de Araújo. Extração e Caracterização dos Constituintes voláteis do óleo essencial do Capim-Citronela (*CYMOPOGON 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.

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.

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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Araguaína, Araguaína, 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.

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.

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

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.