CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

DOI: 10.55905/cuadv15n12-030

Recebimento dos originais: 10/11/2023
Aceitação para publicação: 11/12/2023

# Quimiotipos de *Lippia origanoides* Kunth na Amazonia e sua importância farmacológica: uma revisão

# Chemotypes of *Lippia origanoides* Kunth in the Amazon and their pharmacological importance: a review

**Ana Maria Henrique Moniz**
Doutoranda em Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE) - Rede Norte
Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto, Boa Vista - RR, CEP: 69310-000
E-mail: anamonizdoc@gmail.com

**Francisco Humberto Xavier Junior**
Doutor em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição: Universidade Federal da Paraíba
Endereço: Campus Universitário I, Castelo Branco III, Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900
E-mail: fhxj@academico.ufpb.br

**Weslley de Souza Paiva**
Doutor em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO)
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Lagoa Nova, Natal - RN, CEP: 59078-900
E-mail: wdspaiva@gmail.com

**Ismael Montero Fernández**
Doutor em Biotecnologia pela Rede Norte de Biotecnologia da Universidade Federal de Roraima (BIONORTE – UFRR)
Instituição: Universidade de Extremadura
Endereço: Av. de Elvas, s/n, Badajoz, 06006, Spain
E-mail: ismonterof@unex.es

**Regildo Max Gomes Martins**
Doutor em Biotecnologia pela Rede Norte de Biotecnologia (BIONORTE)
Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto, Boa Vista - RR, CEP: 69310-000
E-mail: regildo_max@hotmail.com

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

**Daniele Idalino Janebro**
Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos
Instituição: Universidade Federal da Paraíba
Endereço: Campus Universitário I, Castelo Branco III, Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900
E-mail: dijanebro@yahoo.com.br

**Riva de Paula Oliveira**
Doutora em Bioquímica e Imunologia pela Universidade Federal de Minas Gerais
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Endereço: Campus Universitário Lagoa Nova, Natal - RN, CEP: 59078-970
E-mail: riva.oliveira@ufrn.br

**Antonio Alves de Melo Filho**
Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Endereço: Campus Paricarana, Av. Cap Enê Garcêz, 2413, Aeroporto, Boa Vista - RR, CEP: 69310-000
E-mail: antonio.alves@ufrr.br

## RESUMO
*Lippia origanoides* Kunth (*L. origanoides*), popularmente conhecida na região amazônica como alecrim-pimenta, salva-de-marajó e salva-do-campo, é uma planta medicinal bastante utilizada por suas propriedades farmacológicas para tratamento de diversas doenças, principalmente as relacionadas ao sistema digestivo, respiratório e antimicrobianos além de ser utilizada como especiaria na culinária tradicional. Estudos tem demonstrado que o óleo essencial de *L. origanoides* (EOLO) possui potencial antioxidante, *in vitro*, correlacionando essa atividade aos quimiotipos que de certa forma individualiza seus óleos essenciais com quimiotipos (QT) Q.TA caracterizado por p-cimeno, α- e β-felandreno, limonemo e1,8-cineol, QT.B carvacrol, QT.C timol, QT.D 1,8-cineol e QT.E E-metil cinamato e E-nerolidol. No sistema único de saúde do Brasil (SUS) a *L. origanoides* é utilizada por suas propriedades antimicrobianas. Neste sentido, o objetivo desta revisão foi realizar um levantamento bibliográfico dos últimos cinco anos do óleo essencial de *L. origanoides* e seus quimiotipos para aplicação em diferentes atividades farmacológicas. Os trabalhos selecionados reforçam as propriedades antimicrobianas, antiparasitária, anti-inflamatória, além de efeito sedativo para peixes e evidencias de inibição da acetilcolinesterase, *in vitro,* no mosquito *Aedes aegypti*, atividades essas intimamente relacionadas a composição química do EOLO. Com essa revisão foi possível reafirmar a importância da identificação e quantificação, uma vez que sua atividade está associada ao quimiotipo composição do EOLO.

**Palavras-chave:** óleo essencial, salva do campo, alecrim-pimenta, antimicrobiano, antioxidante, inibidor da acetilcolinesterase.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications ISSN: 1989-4155

**ABSTRACT**
Lippia origanoides Kunth (L. origanoides), popularly known in the Amazon region as rosemary pepper, marajó's sage and field sage, is a medicinal plant widely used for its pharmacological properties for the treatment of various diseases, mainly those related to the digestive system, respiratory and antimicrobial in addition to being used as a spice in traditional cuisine. Studies have shown that L. origanoides essential oil (EOLO) has antioxidant potential, in vitro, correlating this activity to chemotypes that somehow individualize their essential oils with Q.TA chemotypes (QT) characterized by p-cymene, α- and β-felandrene, limoneme e1,8-cineol, QT.B carvacrol, QT.C timol, QT.D 1,8-cineol and QT.E E-methyl cinamate and E-nerolidol. In the Brazilian Unified Health System (SUS), L. origanoides is used for its antimicrobial properties. In this sense, the objective of this review was to carry out a bibliographical survey of the last five years of the essential oil of L. origanoides and its chemotypes for application in different pharmacological activities. The selected studies reinforce the antimicrobial, antiparasitic and anti-inflammatory properties, besides the sedative effect on fish and evidence of acetylcholinesterase inhibition in vitro in the Aedes aegypti mosquito, activities that are closely related to the chemical composition of the EOLO. With this review it was possible to reaffirm the importance of identification and quantification, since its activity is associated with the chemotype composition of the EOLO.

**Keywords:** essential oil, field sage, rosemary-pepper, antimicrobial, antioxidant, acetylcholinesterase inhibitor.

## 1 INTRODUÇÃO

A flora brasileira catalogou cerca de cinquenta mil espécies, classificadas como nativas, cultivadas e naturalizadas. Essas espécies são encontradas em mais de nove ecossistemas diferentes, dos quais se destaca o ecossistema amazônico (CARVALHO et al., 2018; O'LEARY *et al*., 2012).

A família Verbenaceae J.St.-Hil, envolve uma grande variedade de plantas com flores, caracterizadas como espécies arbustivas, arbóreas, herbáceas, trepadeiras e subarbustivas (CARDOSO *et al.*, 2018; CARDOSO; SALIMENA, 2019; JOSHI *et al.*, 2018; OLIVEIRA, Danilo R. *et al.*, 2014). São plantas de grande valor econômico, pela beleza exótica de suas flores (NEGI *et al.*, 2019) e pelos fitoconstituintes bioativos (LU *et al.*, 2021) presente em extratos e óleos essenciais (ARAGÃO *et al.*, 2021; PEREIRA, Pedro S. *et al.*, 2021), utilizados como digestivo, carminativo, antipirético, antitussígeno, antisséptico e

cicatrizante (MOHAMMADHOSSEINI *et al.*, 2022; TRINDADE *et al.*, 2021; TOUMA *et al.*, 2020).

O gênero *Lippia* é o segundo maior da família Verbenaceae (OUKERROU *et al.*, 2017). São plantas de grande importância, possuem diversas atividades farmacológicas como: antimicrobiana, analgésica, antifúngica, além de compostos que atuam no sistema imunológico (SALES *et al.*, 2022; SPYRIDOPOULOU *et al.*, 2021; TRINDADE *et al.*, 2021; VILELA *et al.*, 2020).

A espécie *Lippia origanoides* Kunth (*L. origanoides*), faz parte de uma lista de 71 plantas de uso medicinal e fitoterápico de interesse do Sistema Único de Saúde do Brasil (SUS) (ANVISA, 2023), devido ação analgésica, antitérmica, antimicrobiana, antiespasmódica e anti-inflamatórias (ALMEIDA *et al.*, 2018; BRAZIL, 2006), grande parte dessas atividades farmacológicas estão relacionadas aos compostos majoritários e aos seus quimiotipos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar levantamento bibliográfico em base de dados acerca da diversidade de atividades biológicas relacionadas aos quimiotipos do óleo essencial de *Lippia origanoides* Kunth (EOLO), extraído por hidrodestilação das partes aéreas, com devida identificação (CGMS) e quantificação (CGFID) dos compostos.

## 2 ÓLEOS ESSENCIAIS COMO FONTE DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Os metabólitos secundários, como os fenólicos, terpênicos, entre outros, são compostos envolvidos no mecanismo de defesa das plantas, atuando na resistência a fatores ambientais, de forma a aumentar sua capacidade de sobrevivência (LIANG; MCKINNON; RANKIN, 2020). A produção desses metabólitos varia de acordo com a região, o ciclo circadiano, a sazonalidade e os estresses bióticos e abióticos (FERRAZ *et al.*, 2018; JANAÍNA S. PIRES *et al.*, 2017; MONTEIRO, Maria Vivina Barros *et al.*, 2007; PEREIRA, Evaristo Jose Pires *et al.*, 2018; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINA GERAIS *et al.*, 2022). Geralmente são óleos voláteis obtidos de diferentes partes de plantas aromáticas, normalmente com odor agradável (PÉREZ ZAMORA; TORRES; NUÑEZ, 2018; WANI *et al.*, 2021).

Os óleos essenciais (OEs) possuem diversas atividades medicinais (BONANOMI; DE FALCO, 2022; HARO-GONZÁLEZ *et al.*, 2021; BEZERRA FILHO *et al.*, 2020; KOYAMA; HEINBOCKEL, 2020; MOTTI; PLANT *et al.*, 2019), incluindo antibacteriano (Da SILVA, *et al.*, 2022), antimicrobiano (RIBEIRO *et al.*, 2021), antifúngico, antiviral (WANI *et al.*, 2021), antioxidante (REYES-BECERRIL *et al.*, 2021), potencial neuroprotetor (POSTU *et al.*, 2020; HUANG *et al.*, 2019) e inibidores da acetilcolinesterase (ELDUFANI; BLAISE, 2019; MONIZ e*t al.*, 2019; PATEL *et al.*, 2018; SRIVASTAVA *et al.*, 2015).

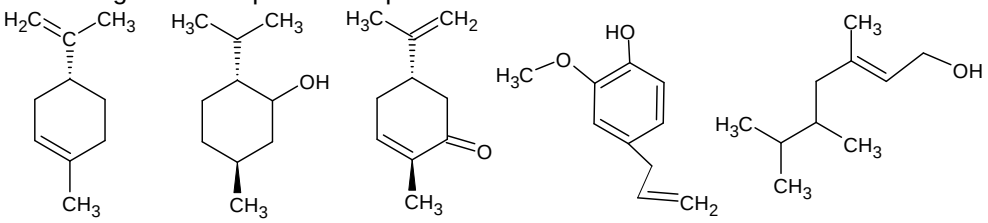
O interesse pelos óleos essenciais reside em diferentes áreas do conhecimento com as mais variadas aplicações na indústria química como bioinseticida (DE ALBUQUERQUE LIMA *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2021; OLIVEIRA, SANTOS *et al.*, 2020), antifúngicos (ORTEGA-CUADROS *et al.*, 2020; ROSANI *et al.*, 2019), em cosméticos (GIMENES *et al.*, 2021; SAGBO; MBENG, 2019), alimentos (MORONI; AIS; O'LEARY, 2022; LASCURAIN-RANGEL *et al.*, 2022; BAUTISTA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2021) e farmacêutica, devido às suas propriedades anti-hipertensivas, anti-inflamatórias, atividades analgésica e antipirética, antimalárica, antimicrobiana ( LUCCA *et al.*, 2022), antioxidante (MOLLER *et al.*, 2020; JOSHI *et al.*, 2018) e inibidor da acetilcolinesterase (KOBENAN *et al.*, 2022; LI *et al.*, 2020; MONIZ et al., 2019; SAIDI *et al.*, 2020).

Os terpenos, são alcenos naturais com ligação dupla entre dois carbonos (C=C), quando estão ligados a um oxigênio, são chamados de terpenóides (BONCAN *et al.*, 2020), juntos constituem a maior classe de substâncias derivadas de plantas, com grande variedade estrutural e funcional, devido aos aspectos tridimensionais da molécula. Óleos essenciais ricos em terpenos e terpenóides são comercialmente valiosos e importantes (BURKHARDT *et al.*, 2022; COUILLAUD; DUQUESNE; IACAZIO, 2022), devido às inúmeras aplicações nas indústrias de beleza (BIAŁOŃ *et al.*, 2019), alimentícia (HARO-GONZÁLEZ *et al.*, 2021) e farmacêutica (DE ALMEIDA *et al.*, 2018; DINIZ DO NASCIMENTO *et al.*, 2020). Na figura 1, encontram-se algumas dessas substâncias bioativas (ANANDAKUMAR; KAMARAJ; VANITHA, 2021; EDDIN *et*

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications ISSN: 1989-4155

*al.*, 2021; GUILLÍN *et al.*, 2021; MARTINEZ-FINLEY *et al.*, 2020; PERGOLIZZI *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2021).

Figura 1 - Terpenos e terpenóides bioativos utilizados nas indústrias




Fonte: Moniz, et al., 2023 (ACD/3D Viewer-freeware: ChemSketch Window- www.acdlabs.com).

Ao se adaptarem às condições ambientais as plantas modificam sua composição química sem afetar seu fenótipo, dando origem a uma grande variedade genética entre as espécies, identificados como quimiotipos, com propriedades medicinais diferentes (ARIZA NIETO; ORTIZ; TELLEZ, 2018; MACCIONI *et al.*, 2021; PAULETTI; SILVESTRE, [*s. d.*]; TOMAZONI *et al.*, 2016).

## 3 QUIMIOTIPOS DE *Lippia origanoides* Kunth

A *Lippia sidoides* (*syn Lippia glandulosa* Schauer), é uma espécie da família verbenaceae, possui 23 sinonímias, incluindo *Lippia origanoides* Kunth (CARDOSO; SALIMENA, 2019; O'LEARY; CARDOSO; SCHAEFER, 2020).

A *L. origanoides*, conhecida como alecrim-pimenta, estrepa cavalo e salva-do-campo, em Roraima, é uma planta medicinal com utilizações variadas, que vão desde a aromatização, cozinha tradicional e como inibidor de apetite. Na região amazônica, é utilizada principalmente no tratamento de doenças gastrointestinais, respiratórias, cólicas infantis, diarreia, flatulência, inflamação uterina e febre (DE ALMEIDA *et al.*, 2018; OLIVEIRA, Danilo R. *et al.*, 2014) e no tratamento da tosse (MILLIKEN, 2021). São espécies de Arbustos ou subarbustos, monóicos (Figura 2 A), inflorescências, espigas axilares, tetragonais, axila, brácteas imbricadas, dispostas em 4 fileiras, lanceoladas, foliáceas (Figura 2 B), folhas opostas, lâmina oval, oval-elíptica ou oblonga, cartácea, aromáticas (Figura 2 C), ramos inermes, eretos, cilíndricos, hirsutos

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

(Figura 2 D), espécime catalogado no herbário da Universidade Federal de Roraima (RIBEIRO *et al.*, 2021; CARDOSO *et al.*, 2018).

Figura 2. Aspectos gerais da espécie *Lippia origanoides* Kunth.

A) Ervas, arbustos ou subarbustos B) detalhe da inflorescência C) óleo essencial D) exsicata.
Fonte: Moniz, et al., 2023

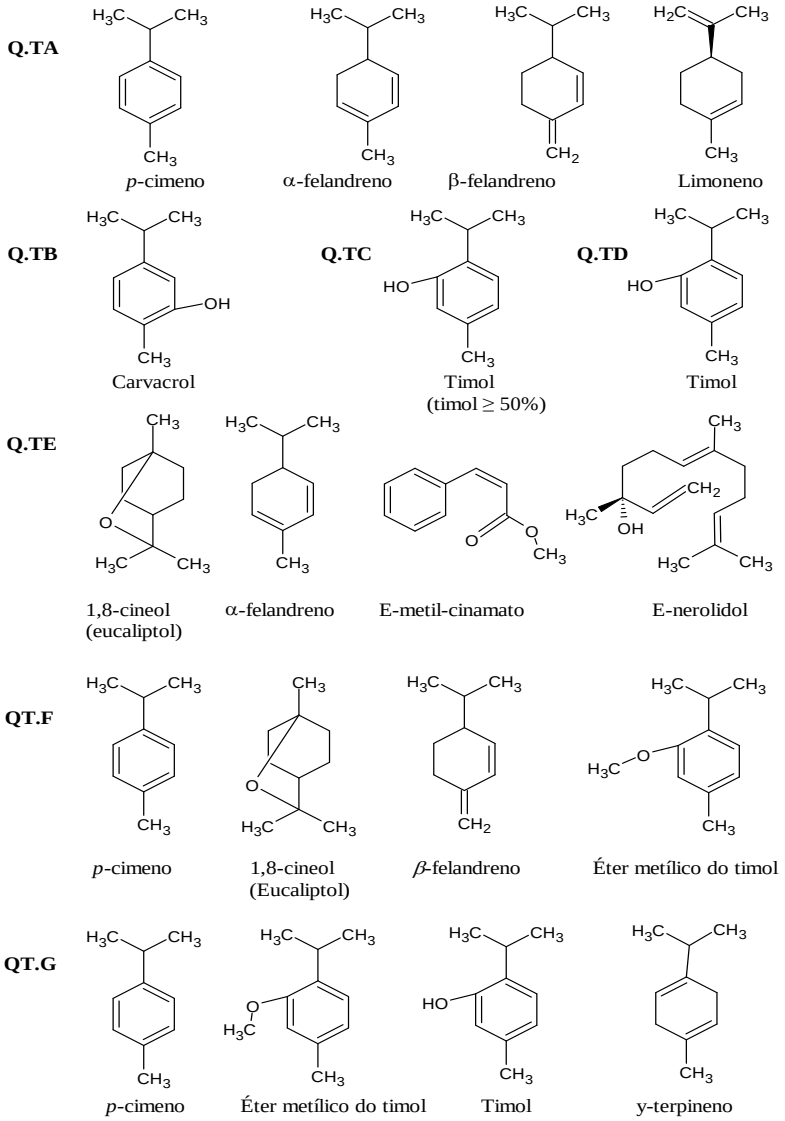
A diferença na atividade biológica dos óleos essenciais, de plantas morfologicamente idênticas, normalmente está relacionada aos diferentes quimiotipo da espécie. Quimiotipos, são compostos produzidos de forma predominante, por uma mesma espécie de planta morfologicamente idêntica, mas que ao mesmo tempo apresenta sua composição química (compostos majoritários) divergentes em consequência de modificações genéticas ou epigenéticas (BIAŁOŃ *et al.*, 2019; CABALLERO-GALLARDO *et al.*, 2022; JANNUZZI *et al.*, 2010), com função de defesa das plantas (SOUZA, Angela Vacaro De; VIEIRA; PUTTI, 2018; WANI *et al.*, 2021).

A *L. origanoides* é reconhecida em quimiotipos, devido à grande variação na constituição fitoquímica de seus óleos essenciais, intrarregional e/ou inter-regional. Atualmente existem sete QT (Figura 3), relatados para EOLO. Os principais compostos dos quimiotipos são eles: Q.TA caracterizado por *p*-cimeno, α e *β*-felandreno, limoneno e 1,8-cineol, QT.B carvacrol, QT.C rico em timol (timol > 50%), QT.D timol, QT.E 1,8-cineol e α-felandreno QT.F *p*-cimeno, 1,8-cineol (Eucaliptol), β-felandreno, éter metílico do timol QT.G por *p*-cimeno, éter metílico do timol, timol, y-terpineno, (CHACÓN-VARGAS *et al.*, 2022;

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

O'LEARY *et al.*, 2012; VEGA-VELA; DELGADO-ÁVILA; CHACÓN-SÁNCHEZ, 2013). É importante enfatizar que o rendimento do EOLO e a concentração de seus quimiotipos, não estão relacionados ao sistema de manejo da planta e sim aos fatores genéticos (LLAMAS-TORRES *et al.*, 2022; MORENO *et al.*, 2022). Estudos recentes, demonstram que os compostos bioativos dos óleos essenciais, geralmente monoterpenos, estão associados aos quimiotipos bem como aos efeitos sinérgicos existentes entre as moléculas (DE SOUZA *et al.*, 2021; LEAL-SÁENZ *et al.*, 2019; SOUZA, Luciana Mendes *et al.*, 2019).

Figura 3 - Quimiotipos reconhecidos para o EOLO




Fonte: Moniz, et al., 2023 (ACD/3D Viewer-freeware: ChemSketch Window- www.acdlabs.com).

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications ISSN: 1989-4155

## 3.1 ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DOS QUIMIOTIPOS DO EOLO

Nas últimas décadas, a busca por novos medicamentos para o tratamento de doenças infecciosas causadas por microrganismos tem aumentado, pois muitas cepas de vírus, fungos e bactérias desenvolveram resistência aos antibióticos (CANHOS *et al.*, 2015; DOS SANTOS *et al.*, 2019).

Os OEs possuem diversas propriedades terapêuticas e medicinais e fornecem diversos compostos bioativos com potencial para serem utilizados no tratamento de diversas doenças de origem alimentar (BRNAWI *et al.*, 2019), nutracêuticos, intermediários para drogas sintéticas (BRNAWI *et al.*, 2019; PHUYAL *et al.*, 2020; REIS *et al.*, 2020), e farmacêutica com potencial relevante para a descoberta de novos agentes antimicrobianos de origem natural (BRNAWI *et al.*, 2019; BROCHOT *et al.*, 2017; PHUYAL *et al.*, 2020; REIS *et al.*, 2020). A atividade antimicrobiana, antifúngica, antiparasitária, anestésica, sedativa, antibiofilme anti-inflamatória e inibidores da AChE, são associadas aos constituintes majoritários dos óleos essenciais de plantas aromáticas como timol/carvacrol e/ou ao sinergismo entre as demais substâncias dos EOs, tabela 1.

Tabela 1 - Quimiotipos do óleo essencial de *Lippia origanoides* associados à suas atividades farmacológicas

| QT/Compostos majoritários | Modelo | Resultados principais | Atividad | Autores |
|---|---|---|---|---|
| **QT.B**-Carvacrol-35%, *p*-cimeno-14.4%, timol-8.0%, **QT.D**-Timol-49.4%, *p*-cimeno-19.1%, γ-terpineno-9.2% | *Aedes aegypti* | EOLO QT.B e QT.D mostraram o maior atividade com taxa de mortalidade superior a 75% na concentração de trabalho. Atividade inseticida com $LC_{50}$ inferior a 100 µg/mL em 24 h. O EOLO reduz a taxa de consumo de oxigênio em 53,5% e a redução da atividade succinato oxidase em *A. aegypti* foi de 59,8%. Viabilidade celular em células VERO 45,59 ± 6,8. Atividade larvicida (QT.D 73% ± 2,2, QT.B 95% ± 2,1a 100 ppm), inibição da acetilcolinesterase (22,9%). | Inibidor da AChE | (DUQUE *et al.*, 2023) |

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **QT.B**-Carvacrol-44.50% *p*-cimeno-14.06% Timol-7.99% | *Pterophyllum escalare* | Indução anestésica - não houve mortalidade após 72 h de exposição com EOLO. Foram anestesiados nas concentrações para os peixes juvenis-I 25 mg/L e II 50 mg/L de EOLO. | Sedativo | (DE OLIVEIRA *et al.*, 2022) |
| **QT.B**-Acetofenona-32.75% carvacrol-30.37% α-Himachaleno-10.38% | *Trichogramma pretiosumRiley e ovos de Spodoptera frugiperda* | Toxicidade residual $LC_{50}$ = 17,2% e 36,2%. Ovos pulverizados (0,01%), reduziu as taxas de parasitismo em 56,0%, emergência de adultos em 92,9%. Concentração seletiva de 0,01% para fêmeas. Seletividade em adultos 88,0% emergência | Inseticida | (SOMBRA *et al.*, 2022) |
| **QT.B**-Carvacrol-41.5%, *p*-cimeno- 18.4% γ-terpinene-17.0% | *Reações químicas* | $IC_{50}$ no ABTS 110 µg/mL; DPPH >1000 µg/mL, hidroxila 484 µg/mL, β-caroteno 215 µg/mL e TBARS 527 µg/mL. | Antioxidante | (TEIXEIRA *et al.*, 2023) |
| **QT.B**-Carvacrol-53.89% E-cariofileno-5.86% Linalol-5.84% Biciclogermacreno-4.16% *p*-cimeno-4.03% | Camundongo | O EOLO reduziu de maneira dose-dependente nas contrações (1–729 µg/mL). Em 3 µg/mL o $logEC_{50}$ = 0,41 ± 0,05. Na indução pela ocitocina (10-2 UI/mL) o EOLO relaxou o útero a 81 µg/mL, com valor de $logEC_{50}$ = 1,98 ± 0,07. Nas contrações induzidas por carbacol (1 µM), o EOLO relaxou o útero a 9 µg/mL, com o valor de logEC50 = 1,42 ± 0,07 e nas contrações induzida por KCl (60 mM), na concentração de 27 µg/mL, com valor $logEC_{50}$ de 1,53 ± 0,05, exibindo efeito dose-dependente. | Anti-inflamatório | (MACÊDO *et al.*, 2022) |
| **QT.B**-Carvacrol-44.5% *p*-cimeno-14.06% terpineno-12.43% | *Staphylococcus spp. Staphylococcus aureus* | MIC 560 µg/mL MBC 613 µg/mL | Antibacteri | (FURLANI *et al.*, 2021) |
| **QT.B**-Carvacrol-58.6%, p-cimeno-6.27%, β-Cariofileno-4.13% | *Acanthoscelides obtectus Say* | Foram avaliadas quatro doses de EOLO (12, 24, 60 e 120 µL) por 15 dias. A mortalidade dos insetos foi de 85,00 ± 4,07% na dose 120 µL. As doses 60, 24 e 12 µL foram capazes de matar 70,07, 70,16 e 68,79% dos adultos avaliados | Inseticida | (RODRÍGUEZ GONZÁLEZ *et al.*, 2020) |
| **QT.B**-Carvacrol-53,89% E-cariofileno-5,86% Linalol-5,84% | *Streptococcus mutans (biofilme)* | MIC 40 µg/ml, MBC ausente. A Redução no crescimento bacteriano foi > 97% enquanto o controle reduziu em 70%. | Antibacteria | (OLIVEIRA, et al., 2020) |

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications ISSN: 1989-4155

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **QT.B**-Carvacrol-40.73% *p*-cimeno-13.63% Timol-8.19% γ-terpinene-5.43% β-linalol-4.19%. | *Aeromonas hydrophila, Citrobacter freundii, Raoultella ornithinolytica Rhamdia quelen* | *Aeromonas hydrophila* MIC 0,2, MBC 0,2, mg/mL. *Citrobacter freundii* MIC 0,8 mg/mL MBC 0,8 mg/mL. *Raoultella ornithinolytica* MIC-0,8 mg/mL MBC 0,8, mg/mL. Não infectado + OE 2,5 mg/mL mortalidade 0/12 longevidade 30 ± 0,0, Não infectado + OE (5,0 mg/mL) mortalidade 0/12 longevidade 30 ± 0,0 | Antibacteriano | (BANDEIRA JUNIOR *et al.*, 2019) |
| **QT.B**-Carvacrol-47.2% Timol-12.8% *p*-cimeno-9.7% | *Colossoma macropomum* | Sedação variando de 20,17 a 34,80 ± 3,01 e anestesia profunda 21,00 ± 0,55 a 27,67 ± 3,41. 25 µL/L (Sedação 95,80±9,14 s, Anestesia profunda 829,14±43,86 s Recuperação 368,16±46,47 s). 200 µL/L (Sedação 66,20±3,38 s, Anestesia profunda (85,20±3,30 s) e Recuperação (1416,34±55,98 s) | Anestésica | (SILVA *et al.*, 2019) |
| **QT.B**-Carvacrol-48,31% *p*- cimeno-9,11% Timol 8,78% E-cariofileno-6,74% 2,5dimetoxiacetofenona-6,63% Linalol-4,10% γ-terpineno-3,84% | *Aedes aegypti Tetranychus urticae Cerataphis lataniae* | O $IC_{50}$ de inibição da AChE = 16,93 µg/mL. DPPH: $IC_{50}$ = 8,4 ± 0,1 µg/mL, ABTS: 691,8 ± 44,3 µM TEs/g (equivalentes Trolox) e FRAP: 933,1 ± 8,1 µM Eq Fe(II)/g]. Avaliado para T. urticae (LD50 =25,1 ± 1,1 µg/mL por 24 h) e para C. lataniae (LD50 =6,6 ± 0,5 µg/mL por 24 h, e LD50=2,7 ± 0,6 µg/mL por 48 h). O potencial larvicida LD50=187,3 ± 0,9 µg/mL após 24 horas." | Acaricida, inseticida | (MAR *et al.*, 2018) |
| **QT.B**-Carvacrol-53,89% E-cariofileno-5,86% Linalol-5,84% *p*-cimene-4,03% Timol-4,00% | *Traqueia de camundungo* | Traqueia de cobaia pré-contraída com KCl 60 mM $CE_{50}$ = 30,02 µg/mL], histamina 1 µM $CE_{50}$ =9,28 µg/mL ou carbacol 1µ M $CE_{50}$ =51,80 µg/mL. Na presença do óleo essencial a $CE_{50}$ de glibenclamida 4,25 (2,71–6,66) µg/mL e CsCl $CE_{50}$ 7,89 µg/mL. | Atividade | (MENEZES *et al.*, 2018) |
| **QT.B**-Carvacrol-47,20% Timol-12,80% *p*-cimeno-9,70% | *Rhamdia quelen* | A concentração do óleo essencial (25-300 µL/L) para determinar o tempo de indução à sedação, anestesia e recuperação. | Sedativo | (BECKER *et al.*, 2018) |
| **QT.C**-Timol-83.53% *p*-cimeno-5.92% Cariofileno-4.31% | *E. aerogenes K. pneumoniae, P. aeruginosa S. Typhimurium S. aureus* | Atividade antibacteriana - MIC 10 µL/mL e MBC < 10 µL/mL, diâmetro das zonas de inibição para S. aureus 26,6 mm a 160 µL/mL | Antibacteriano | (SILVA *et al.*, 2022) |
| **QT.C**-Timol-72.2% *p*-cimen0-8.1% E-cariofileno-4.9% | *Colossoma macropomum* | Nas concentrações de 20 a 50 mg/L, os peixes atingiram todos os estágios da anestesia e o tempo médio variou de 270,9 a | Sedativo | (BRANDÃO *et al.*, 2021) |

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 211,6 s. Nas concentrações de 30 a 50 mg/L, o tempo médio de recuperação variou de 476,0 a 711,5 s (7,9 a 11,9 min). | | |
| **QT.C**-Timol-32.7% Carvacrol-18.8% trans-caryophyllene-6.4% | *E. coli* *S. aureus* | EOLO $MIC_{50}$ - 0,45 mg/mL, porcentagem de inibição da formação de biofilme foi superior em 70% a $MIC_{50}$. O EOLO reduziu o efeito hemolítico do *S. aureus* em 54%, em *E. coli* diminui a capacidade de mobilidade nadando em 55% | Antibacteriano | (MARTÍNEZ *et al.*, 2021) |
| **QT.C**-Timol-78.20%, p-cimeno-5.76%, E-cariofileno-3.53% | *Reações químicas* | DPPH = 27,34 µg/mL e CS-CAEO 34,48 µg/mL, ABTS = 365,9 ± 12,1 mg de trolox/g e CS-CAEO 396,2 ± 10,7mg de trolox/g, FRAP = 68865,11 ± 321,40 µM de sulfato ferroso/ g e CS-CAEO 255,49 ± 17,69 µM de sulfato ferroso/g. | Antioxidante | (DAMASCENO *et al.*, 2019) |
| **QT.C**-Timol-76,6%, p-cimeno-6,3% e E-beta-cariofileno-5,0% | *Aeromonas spp. isolates from Colossoma macropomum* | MIC-625 µg/mL, MBC 1.250 µg/mL. *Aeromonas* spp. amostras 248, 254, 561, 569 e 570 apresentaram os valores mais baixos de MIC e MBC (625 µg/mL) | Antibacteriano | (MONTEIRO *et al.*, 2021) |
| **QT.C**-Timol-88.2% *p*-cimeno-6.4% | *Células-tronco isoladas de tecido adiposo humano* | Proliferação em células tratadas com EOLO foram 1,0 µg/mL (24,8%), 5,0 µg/mL (14,7%) e 25,0 µg/mL (16,3%). Em P2, células controle e células tratadas com 1 µg/mL (72 h) - $18x10^4$ células/mL. No P3, a concentração das células tratadas com óleo essencial foi aproximadamente 43% maior que a das células controle após cultivo e digestão enzimática. | Células proliferativas | (BRITO *et al.*, 2018) |
| **QT.D**-LOC-timol-32.7% carvacrol-18.8% trans-cariofileno-6.4% **QT.D**-LOT. Timol-22.1% Carvacrol-10.7% trans -cariofileno-7.9% | *Escherichia coli Staphylococcus aureus (MRSA) methicillin resistant, Vero Cell Line* | LOT (*E. coli* O157:H7) - $MIC_{50}$ 0,9 mg/mL MBC 1,5 mg/mL. MRSA - MIC50 1,6 mg/mL, MBC 3 mg/mL. LOC (*E. coli* O157:H7) $MIC_{50}$ 0,4 mg/mL MBC 0,7 mg/mL. MRSA - $MIC_{50}$ 0,6 mg/mL, MBC 1,5. Inibição da formação de biofilme LOT (*E. coli* O157:H7) - $MIC_{50}$ 0,45 mg/mL, 70,3% de inibição, MRSA-$MIC_{50}$ 1,2 mg/mL, 82,61% de inibição. LOC (*E. coli O157:H7*) - MIC50 0,19 mg/mL, 73,9% de inibição MRSA - $MIC_{50}$ 0,07 mg/mL, 81,09% de inibição. Alta citotoxicidade (1,5–3 mg/mL). Na concentrações (0,37–0,75 mg/mL) a viabilidade (50–80%). | Antibacteriano | (GÓMEZ-SEQUEDA *et al.*, 2020) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **QT.D**-Timol 43.02% Carvacrol 18.44% γ-Terpineno 19,99% *p*-cimeno 14.67% | *Aspergillus flavus (AF-LHP-NS7) micotoxina - aflatoxina B1 (AFB1)* | EOLO - MIC 0,3 µL/mL e 0,25 µL/mL MAIC 0,25 µL/mL contra AFLHP-NS7, nanopartículas de quitosana MIC 0,05 µL/mL e MAIC e 0,045 µL/mL. LOEO e CS-LOEO-Np causaram liberação rápida de íons $Ca^{+2}$, $Mg^{+2}$ e $K^{+}$. LOEO inibiu 40,83, 53,19 e 58,80% da redução do metilglioxal e CS-LOEO-Np causou 43,85, 62,46 e 74,91% da redução do metilglioxal. LOEO DPPH - 6,20 µL/mL. CS-LOEO-Np-DPPH-4,17 µL/mL. A segurança de LOEO O $LD_{50}$ de LOEO foi de 9.200 mg/kg e CS-LOEO-Np ($LD_{50}$ = 8.832 mg/kg | Antifúngico | (TIWARI *et al.*, 2022) |
| **QT.A**-trans-β-cariofileno-15,1% Timol-14% 1,8-cineol 13% *p*-cimeno-12,6%. **QT.B**-carvacrol-35%, *p*-cimeno-4,4% **QT.C**- timol 82,9 e 75,3% **QT.D**-timol 49,4% | *Aedes aegypti - virus - DENV (DENV CPE) - DENV-1 e DENV-2* | O EOLO QT.A reduziu o CPE de ambos os sorotipos de DENV de maneira dose-dependente. QT.A apresentou forte atividade antiviral DENV-1 ($IC_{50}$-77 ± 1,1 SI-6,6) DENV-2 (IC50 75 ± 1,0 SI: 6,8) e QT.B, QT.C e QTD fraca atividade antiviral. Viabilidade celular ≤50%. Foi bem demonstrado que a química do EOLO determina sua bioatividade. | Larvicida | (SILVA-TRUJILLO *et al.*, 2022) |
| **QT.D** - Timol-47.2%, *p*-cimeno-16,0%, E-cariofileno-11.3% | *V. parahaemolyticus Artemia salina* | Atividade antibacteriana - CIM 313 µg/mL MBC 625 µg/mL, toxicidade aguda em Artemia salina 215,73 ± 22,13, atividade antioxidante DPPH (100 µM). IC50 = 0,22 ± 0,02. | Antioxidante | (SANTOS FILHO *et al.*, 2023) |
| **QT.D**-Timol-49,4%, *p*-cimeno-19,1%, *γ*-terpineno-9,2%. **QT.B**-Carvacrol-34,9%, timol-23,3%,*γ*-terpineno **QT.C**-Timol-75,3%, *trans-β*-cariofileno-5,4%, carvacrol-4,9%. **QT.C**-Timol-71,7%,*p*-cimeno-10,5%, carvacrol-4,4% | *Candida albicans* | Os quimiotipos do EOLO com menor citoxicidade entre os EOs analisados corresponderam ao quimiotipo QTB, QT.C e QT.D. O EOLO quimiotipo QT.D e QT.B foram os mais ativos contra 80% das leveduras testadas, enquanto os quimiotipos QT.C e QT.D inibiram 70% e 75% das leveduras avaliadas, respectivamente. QT.C e QT.D foram os mais ativos contra diferentes *Candida spp*. | Antifúngico | (ZAPATA-ZAPATA *et al.*, 2022) |

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **QT.D**-LTC-I Timol-22,1% Carvacrol-10,7%, trans -β-cariofileno-7,9%. **QT.D**-LTC-II Timol-32,7% Carvacrol-18,8% trans -β-cariofileno-6,4% | *Escherichia. coli O157:H7 Escherichia coli O33 Staphylococcus epidermidis ATCC 12228. Vero cell* | QT.D-I - *E. coli* O33 ($MIC_{50}$ 0,75±0,14, CBM -1,5±0,14) mg/mL. *E. coli* O157:H7 ($MIC_{50}$ 0,75± 0,10, CBM -1,5± 0,22) mg/mL, *S. epidermidis* ($MIC_{50}$ 0,37± 0,04, CBM–0,75±0,02) mg/mL. *Chromobacterium violaceum* $MIC_{50}$ 0,75± 0,03, CBM–0,75±0,02) mg/mL. QT.D-II *E. coli* O33 ($MIC_{50}$ 0,37± 0,03, CBM–0,75± 0,02), *E. coli* O157:H7 ($MIC_{50}$ 0,75±0,03, CBM–0,75±0,03). *S. epidermidis* ($CIM_{50}$ 0,37±0,03, MBC–0,75±0,04) mg/mL. *Chromobacterium violaceum* ($MIC_{50}$-0,37±0,05, CBM–0,75±0,02) mg/mL. Anti-Quorum - MIC 0,18 mg/mL a 3,0 mg/mL. Uma redução de biofilme de 75% em *E. coli* O33, 73% em *E. coli* O157:H7 e 74% em *S. epidermidis*. Linha celular Vero QT.D-I $IC_{50}$ 0,48 ± 0,02 mg/mL e LTC-II $IC_{50}$ 0,83 ± 0,02 mg/mL. | Antibacteriano e antibiofilme | (CÁCERES *et al.*, 2020) |
| **QT.E**-Metil-E-cinamato-40.0% Hedicariol-8% -eudesmol-7.6% -eudesmol-7.3% | *Plasmodium falciparum, Trypanosoma cruzi, Trypanosoma brucei Leishmania amazonensis* | Atividades antimicrobiana, antiparasitária (variando de 0,81 a 37,8 µg/mL), antiproliferativa (9,1 a 31,05 µg/mL) em MCF-7, MCF-7/HT, 22Rv1 e A431 e citotóxica (29,6 a 75,5 µg/mL), | Antibacteriano | (PERERA *et al.*, 2022) |
| **QT.E**-1,8-cineol-35,04%, carvacrol-11,32%, p-cimeno-8,53%, α-pineno-7,17%, γ -terpineno-7,16% | *E. coli S. aureus* | Ação bacteriostática do *S. aureus* em 2,5–10 µL/mL e ação bactericida em 20 µL/mL. *E. coli*, ação bactericida 5–20 µL/mL MBC 5 µL/mL | Antibacteriano | (RIBEIRO *et al.*, 2021) |
| **QT.F**-Cariofileno-30.2% *p*-Cymene-28.7% | *Mycobacterium tuberculosis* | MIC 299,5±117,2 µg/mL | Antibacteri | (MOTA; DANTAS; FROTA, 2018) |
| **QT.G**-p-cimeno-27 %, γ-terpineno-11 %, carvacrol-11.8 % | *Fibroblastos gengivais humanos* | A viabilidade das células expostas a 630 µg/mL foi de 63,01%, em 640 µg/mL foi de 40,88% e em 650 µg/mL foi de 36,15%, efeito dose-dependente. | Citoxicidade | (GUIMARÃES *et al.*, 2021) |
| **QT.G**-*p* -Cimeno-37,8%, carvacrol-14,0%, γ-terpineno-11,6% linalol-6,1% | *Neoechinorhynchus buttnerae* | Na concentração 0,6–1,4 mg/mL, $CE_{50}$ (IC 95% 2h) 1,20 (1,17–1,23) mg/mL, $CE_{50}$ (IC 95% 6 h), 0,86 (0,85–0,87) mg/mL, 0,76 mg/mL. | Antiparasitári | (BRAGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2021) |

CPE-Efeito citopático, SI: Índice de seletividade
Fonte: Moniz, et al., 2023

Nas últimas décadas, trabalhos científicos destacam a ação dos diferentes quimiotipos do EOLO e sua atividade anticrobacteriana contra uma ampla variedade de bactérias, inclusive espécies resistentes a antibióticos.

No trabalho de mota et al. (2018) verificaram que o EOLO quimiotipo QT.A representado pelos compostos majoritários cariofileno 30,2%, *p*-cimeno 28,7%, γ-terpineno 9,8%, possui grande potencial antimicobacteriano frente a cepa de *M. tuberculosis*, o que o torna uma alternativa, promissora, para o tratamento da tuberculose (MOTA; DANTAS; FROTA, 2018).

No trabalho Perera et al., (2022), avaliaram atividades antimicrobianas, antiparasitárias, antiproliferativa e citotóxicas, in vitro, do EOLO QT.E com os compostos majoritários metil-E-cinamato-40,0%, hedicariol-8%, α-eudesmol-7,6% e β-eudesmol-7,3%. Está composição apresentou baixa atividade antimicrobiana (variando de MIC 8,1 a 37,8 µg/mL). Com efeitos relevantes contra os protozoários parasitas *Plasmodium falciparum* (14,4 µg/mL), *Trypanosoma cruzi* (29,6 µg/mL), *Trypanosoma brucei* (8,1 µg/mL) e *Leishmania amazonensis* (37,8 µg/mL), antiproliferativos em células malignas. Linha A431 (MIC 31,5 µg/mL), MCF-7/HT (MIC 24,4 µg/mL), MCF-7 (MIC 15,8 µg/mL), 22Rv1 (MIC 9,1 µg/mL) e efeito citotóxico nas células PMM (MIC 75,5 µg/mL), MCF-10A (MIC 29,9 µg/mL) e MRC-5 (MIC 29,6 µg/mL). Com esses resultados, acrescentaram mais um potencial para a utilização do EOLO na área de doenças parasitárias e infecciosas malignas.

Bandeira Junior et al. (2019) conduziram um estudo para avaliar a atividade antibacteriana in vitro (MIC variando de 0,2 - 0,8 mg/mL) e in vivo de EOLO contra infecção por *Aeromonas hydrophila* induzida experimentalmente em bagres (*Rhamdia quelen*). Os principais compostos encontrados foram do quimiotipo carvacrol-40,73%, ρ-cimeno-13,63%, timol-8,19%, gama-terpineno-5,43% e linalol-4,19%. Encontraram sucesso terapêutico de 58,33% 30 dias pós-infecção e sugerem que o EOLO possa ser uma alternativa viável no tratamento da infecção por *Aeromonas hydrophila* em peixes.

No estudo de Monteiro et al (2021) verificou o potencial do EOLO com potencial antibacteriano contra *Aeromonas hydrophila* e todos os gêneros de

*Aeromonas spp*. isoladas de *Colossoma macropomum* (tambaquis). O potencial antimicrobiano do EOLO foi justificado com MIC e CBM variando de 625 a 1.250 µg/mL em tambaquis. Neste trabalho, destacaram a importância de avaliar o efeito sinérgico entre as substâncias presentes nos óleos essenciais e os antibióticos sintéticos, na tentativa de contribuir para a redução das concentrações antimicrobianas dos antibióticos sintéticos.

Na pesquisa de Oliveira (2018) no EOLO, foram Carvacrol-53,89%, E-cariofileno-5,86%, linalol-5,84%. Neste trabalho, confirmam a atividade antimicrobiana em cepas de *Streptococcus mutans* (MIC 40 µg/mL), bactéria relacionada à cárie dentária, com ação bactericida. Os dados obtidos por microscopia confocal mostrou que o EOLO foi capaz de penetrar no volume do biofilme para eliminar placas bacterianas com resultados melhores que a ação da clorexidina 0,2%. Concluíram que o EOLO, além de bactericida é promissor e no tratamento e eficaz redução de biofilmes.

Martinez-Finley et al. (2020) exibiu atividade antibacteriana significativa para quimiotipo timol-carvacrol com um valor MIC de 0,45 mg/mL. O EOLO produziu uma inibição da formação de biofilme de 71% em *S. aureus* e 76% em *E. coli*, em concentrações subinibitórias ($MIC_{50}$), reduziu em 54% o efeito hemolítica em *S. aureus* e reduziu em 55% a mobilidade em *E. coli*. Os resultados mostraram que o EOLO interage com o núcleo hidrofóbico das bicamadas lipídicas e altera as propriedades físico-químicas das membranas. O que demonstra que o EOLO apresenta potencial em auxiliar no tratamento de infecções por *S. aureus* e *E. coli*.

No trabalho de Furlani et al. (2021), os principais compostos identificados no EOLO foram carvacrol 44,5%, *p*-cimeno 14,06% e terpineno 12,43%. O objetivo do estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana de quatro OE contra 15 patógenos isolados e identificados como *Staphylococcus spp.*e *Staphylococcus aureus*, cepas que causam mastite. O EOLO apresentou atividade antimicrobiana contra 100% dos isolados e obteve os melhores resultados quando comparado aos demais OE analisados, com melhor atividade antimicrobiana com médias de CIM 560 µg/mL e CBM 613 µg/mL.

Na pesquisa de Ribeiro e et al. (2021), os principais compostos identificados foram 1,8-cineol 35,04%, carvacrol 11,32%, *p*-cimeno 8,53%, α-pineno 7,17% e γ-terpineno 7,16%. O EOLO apresentou ação bactericida para *E. coli* nas concentrações de 5-20 µL/mL e em relação ao *S. aureus* o efeito bactericida foi observado em 20 µL/mL e a ação bacteriostática em torno de 2,5–10 $\mu LmL^{-1}$. Demonstraram que o EOLO possui potencial biológico promissor contra *S. aureus* e *E. coli*. O que eleva o EOLO a provável matéria prima para o desenvolvimento de novos antimicrobianos.

Cáceres et al. (2020) analisaram 17 OEs, sendo 2 amostras do EOLO. Os compostos majoritários da amostra 1 denominada de LTC-I-Timol-22,1%, carvacrol-10,7%, trans-β-cariofileno-7,9% (QT.D-I). E a amostra 2 LTC-II-timol-32,7%, carvacrol-18,8% e trans-β-cariofileno-6,4% (QT.D-II). Utilizaram as cepas *E. coli* e *Staphylococcus epidermidis*, *Chromobacterium violaceum* e células Vero. O EOLO quimiotipo QT.D apresentaram os melhores resultados para a atividade antimicrobiana para QT.D-I MIC de 0,37 mg/mL e QT.D-II MIC 0,75 mg/mL, além de inibirem fortemente a formação do biofilme, produção de violaceína (QS) de maneira dose-dependente e indicaram toxicidade em células Vero. Destacaram o potencial do quimiotipo EOLO QT.D-II como candidato para novos estudos, por inibir a formação do biofilme contra todas as cepas das bactérias analisadas, tornando-o um forte candidato para o desenvolvimento de antibióticos contra bactéria resistentes.

Gómes-Sequeda et al. (2020), avaliaram 15 óleos essenciais contra cepas patogênicas de *E. coli* e *S. aureus* resistente à meticilina (MRSA). Os melhores resultados de atividade antibacteriana foram relacionados aos compostos majoritários do EOLO-timol 32,7%, carvacrol 18,8%, *trans*-cariofileno 6,4% ((QT.D) e EOLO-timol 22,1%, carvacrol 10,7%, *trans*-cariofileno 7,9% (QT.D.2), contra as cepas de *E. coli* com $MIC_{50}$ = 0,9 (para QT.D.1) e 0,3 mg/mL (para (QT.D.2) e MRSA ($MIC_{50}$= 1,2 e 0,6 mg/mL, respectivamente), além de apresentar maior atividade antibiofilme, com percentual de inibição superior a 70,3%. O EOLO QT.D representam uma alternativa viável para o tratamento de infecções microbianas.

O estudo de Silva et al. (2022), indicam o timol como principal metabólito do EOLO com predominância de 83,53% (QT.C), seguido do *p*-cimeno 5,92%, cariofileno 4,31% e γ-terpineno 3,27%. O EOLO exibiu atividade antibacteriana (MIC 10 µL/mL) contra todos os patógenos bacterianos do estudo realizado. Sugerem que o EOLO QT.C pode ser utilizado como um agente antibacteriano promissor nas indústrias.

No estudo de Santos et al. (2023), os compostos majoritários do EOLO foram timol 47,2%, *p*-cimeno 16,0% e E-cariofileno 11,3% (QT.D). O EOLO apresentou atividade antibacteriana contra *Vibrio parahaemolyticus* (*V. parahaemolyticus*) com valores de MIC 313 µg/mL, MBC-313 µg/mL de magnitude semelhante ao controle de ampicilina contra *V. parahaemolyticus* e um efeito antibacteriano aumentado com MIC - 313 µg/mL e MBC-625 µg/mL contra *V. parahaemolyticus* isolado da hemolinfa de camarões cultivados, quando comparado com ampicilina, apresentaram toxicidade aguda em *Artemia salina* 215,73±22,13.

## 3.2 ATIVIDADEFARMACOLOGICAS DOS QUIMIOTIPOS DO EOLO

Agrotóxicos ou pesticidas são compostos utilizados em todo o mundo em ambientes urbanos e rurais, com objetivo de exterminar insetos e ervas daninhas. No entanto, esses produtos podem ser tóxicos para o meio ambiente e todos os seres vivos pertencentes a essa microbiota, incluindo os humanos. A elaboração de novos pesticidas deve estar pautada na alta seletividade das substâncias, sendo ativa contra vetores e fundamentalmente serem biosseguros para os seres humanos (MOURÃO et al., 2023).

Estudos têm demonstrado o potencial agronômico dos OEs como biocidas, confiáveis para uso em qualquer tipo de terreno e todos os tipos de cultivo, além disso, podem ser aplicados como conservantes em alimentos crus e/ou processados, bem como serem utilizados na saúde (DONATO *et al.*, 2020). A atividade antimicrobiana está intimamente relacionada aos constituintes majoritários dos óleos essenciais (ALMOHAMMED; ALKHAIBARI; ALANAZI,

2022; KARIMI YAZDI *et al.*, 2020; KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ; SZOPA; EKIERT, 2020).

Os diferentes quimiotipos de EOLO são indicados como método alternativo viável para controle de microrganismos vegetais, devido aos efeitos inibitórios contra fungos fitopatogênicos. Os principais quimiotipos relacionados às atividades inibidora da AChE, fungicidas e antiparasitárias são QT.B, QT.C QT.G.

No estudo de (MAR *et al.*, 2018) os compostos majoritários do EOLO foram carvacrol (48,31%), *p*-cimeno (9,11%), timol (8,78%) e E-cariofileno (6,74%), QT.B. O EOLO apresentou eficácia como agente natural de controle dos ácaros *Tetranychus urticae* Koch, pulgões *Cerataphis lataniae* Boisd e larvas *de Aedes aegypti* Linn, pragas comumente encontradas em países tropicais e subtropicais. Apresentaram potencial larvicida $LD_{50}$ = 187,3 ± 0,9 µg/mL, após 24 horas de tratamento.

Silva-Trujillo et al. (2022) analisaram 14 amostras de OE, sendo três amostras do EOLO QT.A, QT.B e QT.C, sendo que o EOLO QT.A, reduziu fortemente o efeito citopático de ambos os sorotipos DENV-1 com $IC_{50}$ 77 ± 1,1, SI-6,6 e para DENV-2 o $IC_{50}$ -75 ± 1,0, SI-6,8, de maneira dose-dependente. A forte atividade antiviral do EOLO QT.A relacionaram ao felandreno e a presença majoritária de hidrocarbonetos sesquiterpenos e monoterpenos oxigenados.

Duque et al. (2023) estudaram 20 óleos essenciais (OEs) contra larvas de *Aedes aegypti*, sendo duas amostras para o EOLO. O EOLO QT.D com as taxas $LC_{50}$ = 61,9 µg/mL e QT.B $LC_{50}$ = 59,8 µg/mL. A taxa de mortalidade para EOLO QT.D foi de 73% ± 2,2 e EOLO QT.B 95% ± 2,1. O EOLO reduziu em 53,5% a taxa de consumo de oxigênio e quando o NADH foi utilizado como substrato oxidável diminuiu em 59,8% a atividade da succinato oxidase. O EOLO QT.D reduziu a atividade da AChE em 22,9% e o QT.B reduziu em 12,6%. O EOLO não apresentou efeito citotóxico, além de ter os melhores resultados para atividade larvicida quando comparado ao controle comercial temefós.

No trabalho de Rodríguez-González et al. (2020) os compostos majoritários do EOLO foram o carvacrol-58.6%, *p*-cimeno-6.27%, *β*-cariofileno-

4.13% (QT.B). O EOLO foi analisado frente a *A. obtectus*. A taxa de mortalidade dos insetos adultos foi de 85.00 ± 4.07%, os dados reforçaram o potencial inseticida do EOLO QT.B e o elencam como fonte estratégica de controle de pragas com baixo risco ambiental.

No trabalho de Braga de Oliveira et al. (2021), os compostos majoritários identificados no EOLO foram *p*-cimeno-37,8%, carvacrol-14,0%, γ-terpineno-1,6%, linalol-6,1% (QT.G). As concentrações de trabalho variaram de 0.6–1,4 µg/mL. Os Valores de concentrações efetivas ($EC_{50}$) de EOLO contra *neoechinorhynchus buttnerae* foram calculados utilizando diferentes tempos de exposição $EC_{50}$ (2h) 1.20 (1.17–1.23), $EC_{50}$ (6h) 0.86 (0.85–0.87) $EC_{50}$ (24 h) 0.76 (0.73–0.78). Neste estudo, os autores observaram que na concentração de 1,0 mg/mL o EOLO atingiu100% de mortalidade contra os parasitas *Neoechinorhynchus buttnerae,* após 24 h de exposição.

No trabalho de Zapata-Zapata et al. (2022), os compostos majoritários das amostras foram QT.D- Timol-49,4%, *p*-cimeno-19,1%, *γ*-terpineno-9,2%, QT.B-carvacrol-34,9%, timol-23,3%, *γ*-terpineno QT.C-Timol-75,3%, *trans-β*-cariofileno-5,4%, carvacrol- 4,9%, QT.C-Timol-71,7%, *p*-cimeno-10,5%, carvacrol-4,4%. EOLO Carvacrol + timol (QT.B) e o carvacrol + *p*-cimeno (QT.C) foram ativos contra 80% das leveduras analisadas. O EOLO QT.C inibiu 75% das cepas avaliadas e 70% das leveduras avaliadas. O menor efeito citotóxico e o índice de seletividade (SI) foi observado para o quimiotipo EOLO QT.C com $CC_{50}$ = 903,6 µg/mL e SI 3.5–56, o quimiotipo EOLO-QT.B com $CC_{50}$ 788,0 µg/mL e SI 3.0–49.2, o quimiotipo EOLO-QT.C (timol 75,3%) com $CC_{50}$ 877,9 µg/mL e SI 3.4–54.8) e o quimiotipo EOLO- QT.C (timol 71,7%) com $CC_{50}$ 665,9 µg/mL e SI 2.6–41. O SI fora dependente da cepa, os maiores valores de SI estão relacionados as cepas resistentes ou cepas que apresentavam MICs elevados em relação aos antifúngicos, mas eram sensíveis ao EOLO ou terpenos comerciais. Os quimiotipos do EOLO influenciam na atividade antifúngica do EOLO.

Sombra et al. (2022), identificaram os compostos majoritários do EOLO como acetofenona-32,75% carvacrol-30.37% α-Himachaleno-10,38% (QT.B).

Verificaram que o parasitismo dos ovos diminuiu com a pulverização, com o EOLO QT.B e nas concentrações mais elevadas, reduziu as taxas de parasitismo e emergência de adultos em *Trichogramma pretiosum Riley* (*T. pretiosum*). O EOLO, apresentou seletividade para *T. pretiosum*, com menor toxicidade em adultos e menor redução do parasitismo. A seletividade do EOLO possibilita a liberação *de T. pretiosum*, integrando o controle biológico como inseticidas botânicos, desde que os ovos já estejam parasitados por *T. pretiosum*. A atividade apresentada pelo EOLO esta relacionadas aos mecanismos de ação dos quimiotipos, principalmente ao timol e carvacrol.

No trabalho de Tiwari et al. (2022), os compostos majoritários identificados para o EOLO foram timol-43,02%, *γ*-Terpineno-19,99%, carvacrol-18,44% e *p*-cimeno-14,67% (QT.D). A maior eficiência de nanoencapsulação (NE) foi de 77,28% e a eficiência de carregamento (LE) 2,65%. Tanto o EOLO QT.D quanto a CS-EOLO-Np exibiram atividade antifúngica significativa e apresentaram 100% de eficiência antifúngica contra diferentes fungos de origem alimentar.

## 3.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A composição dos OEs pode sofrer variações na concentração dos componentes bioativos e na sua atividade antioxidante (TELES *et al.*, 2020), sem interferir diretamente no efeito fitoterápico dos OEs (BARROS *et al.*, 2022). Os OEs são ricos em antioxidantes fenólicos, atuam como eliminadores de radicais livres e, atuam tanto na fase inicial como durante o desenvolvimento do estresse oxidativo.

Estresse oxidativo é o desequilíbrio entre espécies reativas e efeitos antioxidante que em conjunto, levam ao envelhecimento e a diversas doenças, incluindo doenças neurodegenerativas (AEBISHER *et al.*, 2021; TRUJILLO-MAYOL *et al.*, 2021; ZHANG *et al.*, 2023).

Os antioxidantes são moléculas que neutralizam os efeitos adversos do estresse oxidativo, podem ser sintéticos ou naturais (MICIĆ *et al.*, 2021). Estudos têm demostrado o aumento na popularidade dos antioxidantes naturais, não apenas porque alguns antioxidantes sintéticos causam efeitos colaterais

indesejados, nos seres vivos (Xu et al., 2021. Carmen et al., 2019) mas principalmente porque são associados a doenças relacionadas ao estresse oxidativo (DE FATIMA ALVES NONATO *et al.*, 2022).

Os OEs de *L. origanoides*, da região amazônica, são ricos em compostos fenólicos de baixa toxicidade, com alto potencial antioxidante, podendo surgir como alimento funcional ou seguir para produção fitoterápicos e/ou medicamentos, devido à sua grande importância medicinal para os seres vivos (FERREIRA *et al.*, 2022; FONSECA *et al.*, 2020).

Atualmente, trabalhos têm demonstrado que as atividades biológicas e potencial antioxidante do EOLO estão relacionados aos quimiotipos e aos efeitos sinérgicos entre os fitoquímicos bioativos, presentes no EOLO.

Dos Santos Filho *et al*. (2023), no trabalho **Chemical composition and biological activities of the essential oils from** *Lippia alba* **and** *Lippia origanoides*, compararam a diferença no potencial da atividade antioxidante do DPPH (mg/mL**)** de *Lippia alba* quimiotipo**-** Geranial 23.0%, Limonemo 17.0%, Neral 15.5% ($IC_{50}$ = 60.16 ± 0.28), com resultado significativamente maior para *Lippia origanoides* QT.D com $IC_{50}$ **=** 0.22 ± 0.02 mg/mL, comparados ao controle Trolox 0.00275 ± 0.14 mg/mL, essa diferença no potencial antioxidante pode ser explicado pela diferença encontrada na composição química entre as duas espécies.

No trabalho de Tiwari et al. (2022), a diferença encontrada para o potencial antioxidante, de nanopartículas do EOLO QT.D foi $IC_{50}$ = 4,17 µL/mL em relação ao EOLO isolado QT.D com $IC_{50}$ = 6,20 µL/mL, pode estar relacionada a melhor solubilidade dos componentes bioativos no nanogel. No entanto, tanto o EOLO como as nanopartículas apresentaram resultados otimistas e que os tornam rota para a elaboração de produtos naturais com propriedades antifúngicas e anti-AFB1.

Teixeira et al. (2022) compararam as atividades antioxidantes de *Cantinoa carpinifolia* α-tujona-32,15% e β-tujona-22,22% e *Lippia origanoides* QT.B-carvacrol-41,51%, *p*-cimeno-18,36%, γ-terpineno-17,03% por diferentes métodos. O potencial antioxidante do EOLO QT.B obteve os melhores resultados

que o *C. carpinifolia* e mais eficaz que o controle, manitol, no método de eliminação de radicais hidroxila. Os resultados reforçam que o potencial antioxidante do EOLO, pode reduzir ou eliminar radicais livres, participar em reações de oxidação lipídica, além da quelação de metais. O EOLO caminha para aplicação nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica no tratamento de processos inflamatórios.

Damasceno et al. (2020) estudou o EOLO QT.C com os majoritários timol 78,20%, *p*-cimeno 5,76%, E-cariofileno 3,53%. O Tamanho médio da partícula (CS-CAEO) 417.26 ± 55,96 nm e potencial Zeta +54,57mV do EOLO encapsulado. O EOLO QT.C e o CS-CAEO apresentaram potencial antioxidante, o EOLO com DPPH = 28.98 mg do nanogel/mg de DPPH e Neutralização = 79.73 ± 1.64% e o CS-ρCAEO DPPH = 53.48 mg do nanogel/mg DPPH e Neutralização = 31.49 ± 0.82%. A atividade antioxidante devido à neutralização do radical ABTS por nanogéis para o CS-ρCAEO 444.8 ± 3.6 mg de trolox/g nanogel e EOLO 367.6 ± 2.8 mg de trolox/g nanogel). O potencial antioxidante do nanogel CS-ρCAEO foi melhor que o EOLO puro, fato atribuído ao encapsulamento eficaz que contribuiu para aumentar as atividades antioxidantes, uma vez que resguarda os compostos voláteis do EOLO.

Mar et al. (2018) em *Lippia origanoides* **essential oil: An efficient alternative to control** *Aedes aegypti*, *Tetranychus urticae* **and** *Cerataphis lataniae*, apresentou potencial atividade antioxidante do EOLO QT.B por diferentes métodos, onde os compostos majoritários foram carvacrol-48,31%, *p*-cimeno-9,11%, timol 8,78%. A atividade antioxidante com DPPH: $IC_{50}$ =8.4 ± 0.1 µg/mL, ABTS: 691.8 ± 44.3 µM TEs/g (Equivalentes de Trolox) e FRAP: 933.1 ± 8.1 µM Eq Fe (II)/g, atribuíram essas atividades, a presença dos fitoconstituintes carvacrol e timol, monoterpenos fenólicos, com atividade inseticida comprovada. O EOLO é uma alternativa natural para o controle das pragas e pode fazer parte de uma nova geração de compostos biologicamente ativos devido à sua alta eficiência e caráter ecologicamente correto.

De acordo com os estudos de Damasceno et al. (2020), Tiwari et al. (2022) e Dos Santos filho et al. (2023), o hidrocarboneto aromático oxigenado timol,

como composto majoritário (QT.C), é responsável pelo potencial antioxidante do EOLO, ao passo que (Mar et al. (2018) e (Teixeira et al. (2022) relacionam esse poderio antioxidante a substância predominante carvacrol (QT.B) e suas características fenólicas. Contudo, todos corroboram que timol e carvacrol são capazes de interagir com monoterpenos aromáticos e não aromáticos (*p*-cimeno, E-cariofileno, linalol e gama-terpineno) de maneira sinérgica ou antagônica aumentando a capacidade antioxidante dos demais fitoconstituintes presentes no EOLO.

## 3.4 O EOLO TEM POTENCIAL DE INIBIÇÃO NA ATIVIDADE ACETILCOLINESTERASE

A enzima acetilcolinesterase (AChE) desempenha importante papel na regulação da transmissão colinérgica, sua supressão é responsável por aumentar a duração da acetilcolina nas sinapses colinérgicas, melhorando a qualidade de vida dos pacientes com doença de Alzheimer (DA) (EBLING FLORES; ZAMIN, 2017; SOUTO DA SILVA *et al.*, 2022). Isso a torna alvo de estudos na busca de novos medicamentos inibidores da AChE para o tratamento da DA (LOPES *et al.*, 2022; PITCHAI *et al.*, 2020; SANTOS FILHO *et al.*, 2023; TAHA *et al.*, 2021; VIJAYAKUMAR *et al.*, 2018). Os óleos essenciais (OEs) obtidos de plantas aromáticas atuam como moduladores do sistema neurológico e o conjunto de substâncias bioativas presentes nesses OEs atuam de forma sinérgica ou antagônica, entre si, tornando-os mais eficazes na neutralização da neurodegeneração, ao invés de uma única substância atuando no sítio da molécula (DA SILVA BARBOSA *et al.*, 2020). Óleos essenciais, do gênero *Lippia*, que apresentem como mecanismo de ação a inibição da AChE são anticolinesterásicos , podendo ser utilizados para estudos relacionados a diversas patologias neurológicas e ser integrando ao controle biológico como bioinseticida.(CEARA STATE UNIVERSITY *et al.*, 2022; FELIX *et al.*, 2021; JOSÉ-RITA *et al.*, 2022; KOBENAN *et al.*, 2022; S. DE OLIVEIRA *et al.*, 2019)

O EOLO inibiu a AChE nos modelo *Aedes aegypti*, *Trichogramma pretiosum Riley, Spodoptera frugiperda, Colossoma macropomum, Aedes*

aegypti *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti, Tetranychus urticae* e *Cerataphis lataniae*, conforme tabela 1 e discussão abaixo.

No estudo de Duque et al. (2023) verificaram a atividade larvicida dos quimiotipo do EOLO QT.B e QT.C, frente ao mosquito *Aedes aegypti* (*A. aegypti*), os resultados mostraram redução na atividade da AChE em 22,9% além de ter um efeito citotóxico diminuindo em até 45,59 ± 6,8 µg/mL.

No trabalho de Brandão et al. (2022), os compostos majoritários do EOLO, foram QT.C-timol-72.2%, *p*-cimeno-8.1%, e E-cariofileno-4.9%. O transporte de *C. macropomum* com EOLO (20 mg/L) mostrou uma redução significativa nos níveis de cortisol em comparação com peixes transportados sem óleo essencial. O EOLO na concentração de 20 mg/L, não afetou a atividade da AChE no cérebro de *Colossoma macropomum*, no entanto, na AChE muscular apresentou redução significativa de 28,2% além de promover aumento nos níveis da enzima glutationa S-transferase no cérebro. Na análise de inibição da AChE com o EOLO foi verificado que não ocorreu efeitos neurotóxicos na concentração de 20 mg/L, podendo ser recomendada para uso no transporte de tambaquis juvenis.

Mar et al. (2018) em *Lippia origanoides* **essential oil: An efficient alternative to control** *Aedes aegypti***,** *Tetranychus urticae* **and** *Cerataphis lataniae*, QT.B-Carvacrol-48,31% p-cimeno-9,11% timol-8,78%, verificaram que apesar do EOLO possuir boa atividade inibitória da AChE com $IC_{50}$ =16,93 µg/mL, verificaram que a atividade larvicida do EOLO, não ocorre pela inibição da AChE e sim pelo mecanismo de ingestão ou contato (exoesqueleto/cutícula). Verificaram que o carvacrol não possui atividade tóxica no modelo utilizado.

## 4 IMPORTÂNCIA CLÍNICA DO ESTUDO DE *LIPPIA ORIGANOIDES KUNTH*

O óleo essencial de *L. origanoides* Kunth é um produto natural de grande relevância, estudos tem demonstrado sua eficiência para elaboração de fitoterápicos, fármacos e medicamentos por possuir compostos com ação antioxidante, importante no atraso do envelhecimento e tratamentos de doenças ocasionadas por estresse oxidativo. Importante investigar seu efeito farmacológico em doenças neurovegetativas como Parkinson, esclerose

múltipla, doença de Huntington, epilepsia e Alzheimer, uma vez que essas doenças estão relacionadas ao desequilíbrio entre a geração de compostos oxidantes e a atuação dos sistemas de defesa antioxidante. Nesta revisão de literatura reforçamos a importância farmacológica do óleo essencial de *Lippia origanoides* e seus quimiotipos, como fitoterápicos utilizados pela população com orientação do SUS, como coadjuvante no tratamento de doenças causadas por microrganismos. O EOLO tem demonstrado ser promissor para elaboração de produtos terapêuticos, tanto para uso animal como humano.

## 5 CONCLUSÃO

Em conclusão quando observamos os dados apresentados e discutidos da tabela 1, verificamos que as atividades analisadas para o EOLO estão na maioria das vezes relacionadas aos compostos majoritários e aos diferentes quimiotipos do óleo essencial de *Lippia origanoides*, por exemplo, o QT.A relacionado a atividade larvicida, QT.B inseticida, antimicrobiano, antibiofilme, acaricida, larvicida, Espasmolítico, antioxidante, anti-inflamatório e inibidor da AChE, QT.C antibacteriano, antibiofilme, larvicida, sedativo, anestésico e antioxidante, o QT.D antibacteriano, antibiofilme antifúngico, larvicida e antioxidante, para o QT.E e QT.F atividade antibacteriana e QT.G antiparasitário. Para isso faz-se necessário identificar, quantificar a composição química além, de depositar a exsicatas do espécime para comprovar a origem e obtenção dos OEs, principalmente do EOLO, por apresentar diferentes quimiotipos, com diferença no percentual dos compostos majoritários. Observamos que há uma lacuna em experimentos *in vivo* que corroborem para a análise dos efeitos terapêuticos com o óleo essencial de *Lippia origanoides* Kunth. Sendo assim, mais estudos são necessários para comprovar essas atividades em modelos vivos, bem como melhorar o sistema para resguardar as propriedades do óleo essencial, já que seus componentes são voláteis. Dessa forma, estudos estão em desenvolvimento, buscando a transposição dos efeitos ora obtidos *in vitro* para aplicação *in vivo*, utilizando modelos que possuam homologia com os humanos.

CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO
Europub European Publications
ISSN: 1989-4155

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pela Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Gostaríamos também de agradecer à Faculdade Catedral, localizada em Boa Vista, RR e à Secretaria de Educação do estado de Roraima, pela autorização para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

AEBISHER, D.; CICHONSKI, J.; SZPYRKA, E.; MASJONIS, S.; CHRZANOWSKI, G. Essential Oils of Seven Lamiaceae Plants and Their Antioxidant Capacity. **Molecules**, v. 26, n. 13, p. 3793, 22 jun. 2021. DOI 10.3390/molecules26133793. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/13/3793. Acesso em: 3 jul. 2023.

ALMEIDA, M. C.; PINA, E. S.; HERNANDES, C.; ZINGARETTI, S. M.; TALEB-CONTINI, S. H.; SALIMENA, F. R. G.; SLAVOV, S. N.; HADDAD, S. K.; FRANÇA, S. C.; PEREIRA, A. M. S.; BERTONI, B. W. Genetic diversity and chemical variability of Lippia spp. (Verbenaceae). **BMC Research Notes**, v. 11, n. 1, p. 725, dez. 2018. DOI 10.1186/s13104-018-3839-y. Disponível em: https://bmcresnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13104-018-3839-y. Acesso em: 3 jul. 2023.

ALMOHAMMED, H. I.; ALKHAIBARI, A. M.; ALANAZI, A. D. Antiparasitic effects of Elettaria cardamomum L. essential oil and its main compounds, 1-8 Cineole alone and in combination with albendazole against Echinococcus granulosus protoscoleces. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 2811–2818, abr. 2022. DOI 10.1016/j.sjbs.2022.01.005. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319562X22000055. Acesso em: 3 jul. 2023.

ANANDAKUMAR, P.; KAMARAJ, S.; VANITHA, M. K. D-limonene: A multifunctional compound with potent therapeutic effects. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 1, jan. 2021. DOI 10.1111/jfbc.13566. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfbc.13566. Acesso em: 3 jul. 2023.

ARAGÃO, M. I. D. C.; CORREIA, S. A.; GOMES, S. C. L.; PEREIRA, A. S.; AZEVEDO, K. D. M.; LIMA, W. S.; DIAS, S. F. L. O uso de óleos essenciais associado à fisioterapia para o alívio da dor na dismenorreia: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e30101119308, 22 ago. 2021. DOI 10.33448/rsd-v10i11.19308. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19308. Acesso em: 3 jul. 2023.

ARIZA NIETO, C.; ORTIZ, R. E.; TELLEZ, G. A. EFFECT OF TWO CHEMOTYPES OF OREGANO ESSENTIAL OIL ON BROILER PERFORMANCE, NUTRIENT BALANCE, AND LIPID PEROXIDATION OF BREAST MEAT DURING STORAGE. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, n. 0, 4 out. 2018. DOI 10.1590/1809-6891v19e-47819. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912018000100213&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

AYAZ, M.; SADIQ, A.; JUNAID, M.; ULLAH, F.; SUBHAN, F.; AHMED, J. Neuroprotective and Anti-Aging Potentials of Essential Oils from Aromatic and Medicinal Plants. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 9, p. 168, 30 maio 2017.

DOI 10.3389/fnagi.2017.00168. Disponível em: http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnagi.2017.00168/full. Acesso em: 3 jul. 2023.

BANDEIRA JUNIOR, G.; SOUZA, C. D. F.; BALDISSERA, M. D.; DESCOVI, S. N.; SILVEIRA, B. P. D.; TASCA, C.; MOURÃO, R. H. V.; VARGAS, A. P. C. D.; BALDISSEROTTO, B. Plant essential oils against bacteria isolated from fish: an in vitro screening and in vivo efficacy of Lippia origanoides. **Ciência Rural**, v. 49, n. 6, p. e20190064, 2019. DOI 10.1590/0103-8478cr20190064. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000600451&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

BARROS, L. D. S. P.; SANTOS DA CRUZ, E. D. N.; DE ARAÚJO GUIMARÃES, B.; SETZER, W. N.; VERAS MOURÃO, R. H.; DO ROSÁRIO DA SILVA, J. K.; SILVA DA COSTA, J.; BAIA FIGUEIREDO, P. L. Chemometric analysis of the seasonal variation in the essential oil composition and antioxidant activity of a new geraniol chemotype of Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson from the Brazilian Amazon. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 105, p. 104503, dez. 2022. DOI 10.1016/j.bse.2022.104503. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305197822001235. Acesso em: 3 jul. 2023.

BAUTISTA-HERNÁNDEZ, I.; AGUILAR, C. N.; MARTÍNEZ-ÁVILA, G. C. G.; TORRES-LEÓN, C.; ILINA, A.; FLORES-GALLEGOS, A. C.; KUMAR VERMA, D.; CHÁVEZ-GONZÁLEZ, M. L. Mexican Oregano (Lippia graveolens Kunth) as Source of Bioactive Compounds: A Review. **Molecules**, v. 26, n. 17, p. 5156, 25 ago. 2021. DOI 10.3390/molecules26175156. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/17/5156. Acesso em: 3 jul. 2023.

BECKER, A. J.; FOGLIARINI, C. D. O.; SOUZA, C. D. F.; BECKER, A. G.; MOURÃO, R. H. V.; SILVA, L. V. F. D.; BALDISSEROTTO, B. Ventilatory frequency and anesthetic efficacy in silver catfish, Rhamdia quelen: a comparative approach between different essential oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, n. 0, 22 out. 2018. DOI 10.1590/rbz4720170185. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982018000100105&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

BEZERRA FILHO, C. M.; DA SILVA, L. C. N.; DA SILVA, M. V.; LØBNER-OLESEN, A.; STRUVE, C.; KROGFELT, K. A.; CORREIA, M. T. D. S.; VILELA OLIVA, M. L. Antimicrobial and Antivirulence Action of Eugenia brejoensis Essential Oil in vitro and in vivo Invertebrate Models. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 424, 19 mar. 2020. DOI 10.3389/fmicb.2020.00424. Disponível em: https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2020.00424/full. Acesso em: 3 jul. 2023.

BIAŁOŃ, M.; KRZYŚKO-ŁUPICKA, T.; NOWAKOWSKA-BOGDAN, E.; WIECZOREK, P. P. Chemical Composition of Two Different Lavender Essential

Oils and Their Effect on Facial Skin Microbiota. **Molecules**, v. 24, n. 18, p. 3270, 8 set. 2019. DOI 10.3390/molecules24183270. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/24/18/3270. Acesso em: 28 jul. 2023.

BLANK, P. N.; SHINSKY, S. A.; CHRISTIANSON, D. W. Structure of Sesquisabinene Synthase 1, a Terpenoid Cyclase That Generates a Strained [3.1.0] Bridged-Bicyclic Product. **ACS Chemical Biology**, v. 14, n. 5, p. 1011–1019, 17 maio 2019. DOI 10.1021/acschembio.9b00218. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acschembio.9b00218. Acesso em: 3 jul. 2023.

BONCAN, D. A. T.; TSANG, S. S. K.; LI, C.; LEE, I. H. T.; LAM, H.-M.; CHAN, T.-F.; HUI, J. H. L. Terpenes and Terpenoids in Plants: Interactions with Environment and Insects. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 19, p. 7382, 6 out. 2020. DOI 10.3390/ijms21197382. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/21/19/7382. Acesso em: 27 jul. 2023.

BRAGA DE OLIVEIRA, M. I.; RODRIGUES BRANDÃO, F.; ROCHA DA SILVA, M. J.; CARVALHO ROSA, M.; SANTANA FARIAS, C. F.; SILVA DOS SANTOS, D.; MAJOLO, C.; OLIVEIRA, M. R. D.; CHAVES, F. C. M.; BIZZO, H. R.; TAVARES-DIAS, M.; CHAGAS, E. C. *In vitro* anthelmintic efficacy of essential oils in the control of *Neoechinorhynchus buttnerae* , an endoparasite of *Colossoma macropomum*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 33, n. 5, p. 509–522, 3 set. 2021. DOI 10.1080/10412905.2021.1921065. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2021.1921065. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRANDÃO, F. R.; FARIAS, C. F. S.; DE MELO SOUZA, D. C.; DE OLIVEIRA, M. I. B.; DE MATOS, L. V.; MAJOLO, C.; DE OLIVEIRA, M. R.; CHAVES, F. C. M.; DE ALMEIDA O'SULLIVAN, F. L.; CHAGAS, E. C. Anesthetic potential of the essential oils of Aloysia triphylla, Lippia sidoides and Mentha piperita for Colossoma macropomum. **Aquaculture**, v. 534, p. 736275, mar. 2021. DOI 10.1016/j.aquaculture.2020.736275. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848620339818. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRAZIL (Org.). **A fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos**. 1a. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006(Série B--textos básicos de saúde).

BRITO, F. N.; VENDRAMIN, F. S.; LOPES, C. T. D. A.; COSTA, M. P. R.; OHASHI, O. M.; MAIA, J. G. S.; FERREIRA, L. M.; SILVA, J. K. D. R. D.; MIRANDA, M. D. S. Proliferation of human adipose tissue-derived stem cells stimulated by oil rich in thymol of Lippia origanoides. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 431–438, maio 2018. DOI 10.1590/s0102-865020180050000005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502018000500431&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRNAWI, W. I.; HETTIARACHCHY, N. S.; HORAX, R.; KUMAR-PHILLIPS, G.; RICKE, S. Antimicrobial activity of leaf and bark cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* in broth system and on celery. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 3, p. e13888, mar. 2019. DOI 10.1111/jfpp.13888. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.13888. Acesso em: 3 jul. 2023.

BROCHOT, A.; GUILBOT, A.; HADDIOUI, L.; ROQUES, C. Antibacterial, antifungal, and antiviral effects of three essential oil blends. **MicrobiologyOpen**, v. 6, n. 4, p. e00459, ago. 2017. DOI 10.1002/mbo3.459. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mbo3.459. Acesso em: 3 jul. 2023.

BURKHARDT, I.; DE ROND, T.; CHEN, P. Y.-T.; MOORE, B. S. Ancient plant-like terpene biosynthesis in corals. **Nature Chemical Biology**, v. 18, n. 6, p. 664–669, jun. 2022. DOI 10.1038/s41589-022-01026-2. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41589-022-01026-2. Acesso em: 3 jul. 2023.

CABALLERO-GALLARDO, K.; FUENTES-LOPEZ, K.; STASHENKO, E. E.; OLIVERO-VERBEL, J. Chemical Composition, Repellent Action, and Toxicity of Essential Oils from Lippia origanoide, Lippia. alba Chemotypes, and Pogostemon cablin on Adults of Ulomoides dermestoides (Coleoptera: Tenebrionidae). **Insects**, v. 14, n. 1, p. 41, 31 dez. 2022. DOI 10.3390/insects14010041. Disponível em: https://www.mdpi.com/2075-4450/14/1/41. Acesso em: 3 jul. 2023.

CÁCERES, M.; HIDALGO, W.; STASHENKO, E.; TORRES, R.; ORTIZ, C. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Anti-Biofilm and Anti-Quorum Sensing Activities against Pathogenic Bacteria. **Antibiotics**, v. 9, n. 4, p. 147, 30 mar. 2020. DOI 10.3390/antibiotics9040147. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/9/4/147. Acesso em: 3 jul. 2023.

CANHOS, D. A. L.; SOUSA-BAENA, M. S.; DE SOUZA, S.; MAIA, L. C.; STEHMANN, J. R.; CANHOS, V. P.; DE GIOVANNI, R.; BONACELLI, M. B. M.; LOS, W.; PETERSON, A. T. The Importance of Biodiversity E-infrastructures for Megadiverse Countries. **PLOS Biology**, v. 13, n. 7, p. e1002204, 23 jul. 2015. DOI 10.1371/journal.pbio.1002204. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pbio.1002204. Acesso em: 3 jul. 2023.

CARDOSO, P. H.; CABRAL, A.; VALÉRIO, V. I. D. R.; SALIMENA, F. R. G. Verbenaceae na Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 777–786, jun. 2018. DOI 10.1590/2175-7860201869235. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602018000200777&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 3 jul. 2023.

CARDOSO, P. H.; SALIMENA, F. R. G. Notas taxonômicas em Verbenaceae da Flora do Brasil. **Hoehnea**, v. 46, n. 4, p. e032019, 2019. DOI 10.1590/2236-8906-03/2019. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062019000400205&tlng=pt. Acesso em: 3 jul. 2023.

CARMEN, M. D. Frutas tropicales como fuentes de antioxidantes y sus perspectivas en la industria de bebidas. [*s. d.*]. .

CEARA STATE UNIVERSITY; DE MORAIS, S. M.; SOBRINHO, A. C. N.; CEARA STATE UNIVERSITY; LIBERATO, H. R.; CEARA STATE UNIVERSITY; PEREIRA, R. D. C. A.; EMBRAPA TROPICAL AGROINDUSTRY; PESSOA, C.; STATE UNIVERSITY OF VALE DO ARACAU; ALVES, D. R.; CEARA STATE UNIVERSITY; FONTANELLE, R. O. D. S.; EMBRAPA TROPICAL AGROINDUSTRY. Biotechnological potential of essential oils from different chemotypes of Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson. **Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, v. 21, n. 6, p. 725–736, 30 nov. 2022. DOI 10.37360/blacpma.22.21.6.44. Disponível em: https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/313/321. Acesso em: 3 jul. 2023.

CHACÓN-VARGAS, K. F.; SÁNCHEZ-TORRES, L. E.; CHÁVEZ-GONZÁLEZ, M. L.; ADAME-GALLEGOS, J. R.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V. Mexican Oregano (Lippia berlandieri Schauer and Poliomintha longiflora Gray) Essential Oils Induce Cell Death by Apoptosis in Leishmania (Leishmania) mexicana Promastigotes. **Molecules**, v. 27, n. 16, p. 5183, 15 ago. 2022. DOI 10.3390/molecules27165183. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/16/5183. Acesso em: 3 jul. 2023.

CHU, K. O.; CHAN, S.-O.; PANG, C. P.; WANG, C. C. Pro-oxidative and Antioxidative Controls and Signaling Modification of Polyphenolic Phytochemicals: Contribution to Health Promotion and Disease Prevention? **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 18, p. 4026–4038, 7 maio 2014. DOI 10.1021/jf500080z. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf500080z. Acesso em: 26 jul. 2023.

COUILLAUD, J.; DUQUESNE, K.; IACAZIO, G. Extension of the Terpene Chemical Space: the Very First Biosynthetic Steps. **ChemBioChem**, v. 23, n. 9, 4 maio 2022. DOI 10.1002/cbic.202100642. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbic.202100642. Acesso em: 3 jul. 2023.

DA SILVA BARBOSA, D. C.; HOLANDA, V. N.; DE ASSIS, C. R. D.; DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR, J. C. R.; DONASCIMENTO, P. H.; DA SILVA, W. V.; DO AMARAL FERRAZ NAVARRO, D. M.; SILVA, M. V. D.; DE MENEZES LIMA, V. L.; DOS SANTOS CORREIA, M. T. Chemical composition and acetylcholinesterase inhibitory potential, in silico, of Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg fruit peel essential oil. **Industrial Crops and Products**, v. 151, p. 112372, set. 2020. DOI 10.1016/j.indcrop.2020.112372. Disponível em:

https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669020302880. Acesso em: 3 jul. 2023.

DAMASCENO, E.; ALMEIDA, R.; CARVALHO, S.; VIEIRA, S.; MANO, V.; GUIMARÃES, L. NANO-ENCAPSULATION OF Lippia origanoides KUNTH. ESSENTIAL OIL BY CHITOSAN-CAFFEIC ACID NANOGEL. **Química Nova**, 2019. DOI 10.21577/0100-4042.20170450. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=7007&nomeArquivo=AR20190232.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

DE ALBUQUERQUE LIMA, T.; DE QUEIROZ BAPTISTA, N. M.; DE OLIVEIRA, A. P. S.; DA SILVA, P. A.; DE GUSMÃO, N. B.; DOS SANTOS CORREIA, M. T.; NAPOLEÃO, T. H.; DA SILVA, M. V.; PAIVA, P. M. G. Insecticidal activity of a chemotype VI essential oil from Lippia alba leaves collected at Caatinga and the major compound (1,8-cineole) against Nasutitermes corniger and Sitophilus zeamais. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 177, p. 104901, ago. 2021. DOI 10.1016/j.pestbp.2021.104901. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048357521001322. Acesso em: 3 jul. 2023.

DE ALMEIDA, W. S.; DE LIMA, S. G.; BARRETO, H. M.; ANDRADE, L. M. D. S.; FONSECA, L.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; SANTOS, A. R. B.; MURATORI, M. C. S. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Lippia lasiocalycina Cham. (Verbenaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 236–240, dez. 2018. DOI 10.1016/j.indcrop.2018.09.007. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669018308057. Acesso em: 3 jul. 2023.

DE FATIMA ALVES NONATO, C.; CAMILO, C. J.; DUARTE LEITE, D. O.; LÚCIO ALBUQUERQUE DA NOBREGA, M. G.; RIBEIRO-FILHO, J.; ALENCAR DE MENEZES, I. R.; TAVARES, J. F.; MARTINS DA COSTA, J. G. Comparative analysis of chemical profiles and antioxidant activities of essential oils obtained from species of Lippia L. by chemometrics. **Food Chemistry**, v. 384, p. 132614, ago. 2022. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.132614. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814622005763. Acesso em: 3 jul. 2023.

DE OLIVEIRA, I. C.; OLIVEIRA, R. S. M.; LEMOS, C. H. D. P.; DE OLIVEIRA, C. P. B.; FELIX E SILVA, A.; LORENZO, V. P.; LIMA, A. O.; DA CRUZ, A. L.; COPATTI, C. E. Essential oils from Cymbopogon citratus and Lippia sidoides in the anesthetic induction and transport of ornamental fish Pterophyllum scalare. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 3, p. 501–519, jun. 2022. DOI 10.1007/s10695-022-01075-3. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s10695-022-01075-3. Acesso em: 3 jul. 2023.

DE SOUZA, P.; MARIANO, L. N. B.; CECHINEL-ZANCHETT, C. C.; CECHINEL-FILHO, V. Promising Medicinal Plants with Diuretic Potential Used in Brazil: State

of the Art, Challenges, and Prospects. **Planta Medica**, v. 87, n. 01/02, p. 24–37, fev. 2021. DOI 10.1055/a-1257-0887. Disponível em: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/a-1257-0887. Acesso em: 3 jul. 2023.

DINIZ DO NASCIMENTO, L.; MORAES, A. A. B. D.; COSTA, K. S. D.; PEREIRA GALÚCIO, J. M.; TAUBE, P. S.; COSTA, C. M. L.; NEVES CRUZ, J.; DE AGUIAR ANDRADE, E. H.; FARIA, L. J. G. D. Bioactive Natural Compounds and Antioxidant Activity of Essential Oils from Spice Plants: New Findings and Potential Applications. **Biomolecules**, v. 10, n. 7, p. 988, 1 jul. 2020. DOI 10.3390/biom10070988. Disponível em: https://www.mdpi.com/2218-273X/10/7/988. Acesso em: 7 out. 2023.

DONATO, R.; SACCO, C.; PINI, G.; BILIA, A. R. Antifungal activity of different essential oils against Malassezia pathogenic species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 249, p. 112376, mar. 2020. DOI 10.1016/j.jep.2019.112376. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874119322883. Acesso em: 3 jul. 2023.

DOS SANTOS, R. C.; DE MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; FERNÁNDEZ, I. M.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P. Influence of diurnal variation in the chemical composition and bioactivities of the essential oil from fresh and dried leaves of *Lantana camara*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 3, p. 228–234, 4 maio 2019. DOI 10.1080/10412905.2018.1555102. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2018.1555102. Acesso em: 3 jul. 2023.

DUQUE, J. E.; URBINA, D. L.; VESGA, L. C.; ORTIZ-RODRÍGUEZ, L. A.; VANEGAS, T. S.; STASHENKO, E. E.; MENDEZ-SANCHEZ, S. C. Insecticidal activity of essential oils from American native plants against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae): an introduction to their possible mechanism of action. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 2989, 20 fev. 2023. DOI 10.1038/s41598-023-30046-8. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-023-30046-8. Acesso em: 3 jul. 2023.

EBLING FLORES, L.; ZAMIN, L. L. Potencial neuroprotetor, antioxidante e anti-inflamatório do Canabidiol: relevância e perspectivas para o tratamento de doenças neurodegenerativas. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 16, n. 2, p. 224, 27 out. 2017. DOI 10.9771/cmbio.v16i2.20568. Disponível em: https://portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/20568. Acesso em: 3 jul. 2023.

EDDIN, L. B.; JHA, N. K.; MEERAN, M. F. N.; KESARI, K. K.; BEIRAM, R.; OJHA, S. Neuroprotective Potential of Limonene and Limonene Containing Natural Products. **Molecules**, v. 26, n. 15, p. 4535, 27 jul. 2021. DOI 10.3390/molecules26154535. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/15/4535. Acesso em: 3 jul. 2023.

ELDUFANI, J.; BLAISE, G. The role of acetylcholinesterase inhibitors such as neostigmine and rivastigmine on chronic pain and cognitive function in aging: A review of recent clinical applications. **Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions**, v. 5, n. 1, p. 175–183, jan. 2019. DOI 10.1016/j.trci.2019.03.004. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/j.trci.2019.03.004. Acesso em: 3 jul. 2023.

FALCO, A. D.; CUKIERMAN, D. S.; HAUSER-DAVIS, R. A.; REY, N. A. ALZHEIMER'S DISEASE: ETIOLOGICAL HYPOTHESES AND TREATMENT PERSPECTIVES. **Química Nova**, 2015. DOI 10.5935/0100-4042.20150152. Disponível em: http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0100-4042.20150152. Acesso em: 3 jul. 2023.

FELIX, S. F.; RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, A. L. M.; DE FREITAS, J. C. C.; ALVES, D. R.; DA SILVA, A. A.; DOS SANTOS, D. L.; DE OLIVEIRA, K. R. L.; MONTES, R. A.; DA SILVA, M. V. F.; DA SILVA LOPES, F. F.; DE MORAIS, S. M. Chemical Composition, Larvicidal Activity, and Enzyme Inhibition of the Essential Oil of Lippia grata Schauer from the Caatinga Biome against Dengue Vectors. **Pharmaceuticals**, v. 14, n. 3, p. 250, 10 mar. 2021. DOI 10.3390/ph14030250. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8247/14/3/250. Acesso em: 3 jul. 2023.

FERRAZ, E. D. O.; VIEIRA, M. A. R.; FERREIRA, M. I.; FERNANDES JUNIOR, A.; MARQUES, M. O. M.; MINATEL, I. O.; ALBANO, M.; SAMBO, P.; LIMA, G. P. P. Seasonality effects on chemical composition, antibacterial activity and essential oil yield of three species of Nectandra. **PLOS ONE**, v. 13, n. 9, p. e0204132, 18 set. 2018. DOI 10.1371/journal.pone.0204132. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0204132. Acesso em: 2 out. 2023.

FERREIRA, O. O.; CRUZ, J. N.; DE MORAES, Â. A. B.; DE JESUS PEREIRA FRANCO, C.; LIMA, R. R.; ANJOS, T. O. D.; SIQUEIRA, G. M.; NASCIMENTO, L. D. D.; CASCAES, M. M.; DE OLIVEIRA, M. S.; ANDRADE, E. H. D. A. Essential Oil of the Plants Growing in the Brazilian Amazon: Chemical Composition, Antioxidants, and Biological Applications. **Molecules**, v. 27, n. 14, p. 4373, 8 jul. 2022. DOI 10.3390/molecules27144373. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/14/4373. Acesso em: 3 jul. 2023.

FILHO, J. G. S.; XAVIER, H. S.; FILHO, J. M. B.; DURINGER, J. M. A Chemical Marker Proposal for the *Lantana* genus: Composition of the Essential Oils from the Leaves of *Lantana radula* and *L. canescens*. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 4, p. 1934578X1000500, abr. 2010. DOI 10.1177/1934578X1000500429. Disponível em: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1934578X1000500429. Acesso em: 3 jul. 2023.

FONSECA, M. C. M.; PINTO, C. L. D. O.; SEDIYAMA, M. A. N.; SARTORATTO, A.; MACHADO, T. I.; DONZELES, S. M. L.; BITENCOURT, E. P.; SOUZA, M. R. D. M.; SILVA, A. F.; NEVES, Y. P. EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON THE YIELD AND PHYTOCHEMICAL QUALITY OF THE ESSENTIAL OIL OF PEPPER ROSEMARY (LIPPIA ORIGANOIDES KUNTH) AND OF CLOVE BASIL (OCIMUM GRATISSIMUM L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 57107–57120, 2020. DOI 10.34117/bjdv6n8-208. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/14822/12255. Acesso em: 3 jul. 2023.

FURLANI, R.; SOUSA, M. M. D.; ROCHA, G. N. D. S. A. O.; VILAR, F. C. R.; RAMALHO, R. C.; PEIXOTO, R. D. M. ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS AGAINST PATHOGENS OF IMPORTANCE IN CAPRINE AND OVINE MASTITIS. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 702–708, set. 2021. DOI 10.1590/1983-21252021v34n322rc. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252021000300702&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

GIMENES, L.; SILVA, J. C. R. L.; FACANALI, R.; HANTAO, L. W.; SIQUEIRA, W. J.; MARQUES, M. O. M. Essential Oils of New Lippia alba Genotypes Analyzed by Flow-Modulated Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography (GC×GC) and Chemometric Analysis. **Molecules**, v. 26, n. 8, p. 2332, 16 abr. 2021. DOI 10.3390/molecules26082332. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/8/2332. Acesso em: 3 jul. 2023.

GNATTA, J. R.; KUREBAYASHI, L. F. S.; TURRINI, R. N. T.; SILVA, M. J. P. D. Aromatherapy and nursing: historical and theoretical conception. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 50, n. 1, p. 127–133, fev. 2016. DOI 10.1590/S0080-623420160000100017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342016000100127&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

GOMES, A. F.; ALMEIDA, M. P.; LEITE, M. F.; SCHWAIGER, S.; STUPPNER, H.; HALABALAKI, M.; AMARAL, J. G.; DAVID, J. M. Seasonal variation in the chemical composition of two chemotypes of Lippia alba. **Food Chemistry**, v. 273, p. 186–193, fev. 2019. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.11.089. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461731909X. Acesso em: 3 jul. 2023.

GÓMEZ-SEQUEDA, N.; CÁCERES, M.; STASHENKO, E. E.; HIDALGO, W.; ORTIZ, C. Antimicrobial and Antibiofilm Activities of Essential Oils against Escherichia coli O157:H7 and Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA). **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 730, 24 out. 2020. DOI 10.3390/antibiotics9110730. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/9/11/730. Acesso em: 3 jul. 2023.

GUILLÍN, Y.; CÁCERES, M.; TORRES, R.; STASHENKO, E.; ORTIZ, C. Effect of Essential Oils on the Inhibition of Biofilm and Quorum Sensing in Salmonella enteritidis 13076 and Salmonella typhimurium 14028. **Antibiotics**, v. 10, n. 10, p. 1191, 1 out. 2021. DOI 10.3390/antibiotics10101191. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/10/10/1191. Acesso em: 3 jul. 2023.

GUIMARÃES, L. H. D. S.; CHEMELO, G. P.; ALVES, A. C. B. A.; PINHEIRO, J. D. J. V.; KATAOKA, M. S. D. S.; SILVA, S. G.; SANTANA DE OLIVEIRA, M.; HELENA DE AGUIAR ANDRADE, E.; RIBEIRO, A. F.; MENEZES, T. O. D. A. Chemical Composition and Cytotoxicity Evaluation of *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae) Leaves Essential Oil on Human Gingival Fibroblasts. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 24, n. 4, p. 704–713, 4 jul. 2021. DOI 10.1080/0972060X.2021.1967788. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0972060X.2021.1967788. Acesso em: 3 jul. 2023.

HARO-GONZÁLEZ, J. N.; CASTILLO-HERRERA, G. A.; MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, M.; ESPINOSA-ANDREWS, H. Clove Essential Oil (Syzygium aromaticum L. Myrtaceae): Extraction, Chemical Composition, Food Applications, and Essential Bioactivity for Human Health. **Molecules**, v. 26, n. 21, p. 6387, 22 out. 2021. DOI 10.3390/molecules26216387. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/21/6387. Acesso em: 3 jul. 2023.

HUANG, X.; LI, N.; PU, Y.; ZHANG, T.; WANG, B. Neuroprotective Effects of Ginseng Phytochemicals: Recent Perspectives. **Molecules**, v. 24, n. 16, p. 2939, 14 ago. 2019. DOI 10.3390/molecules24162939. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/24/16/2939. Acesso em: 3 jul. 2023.

JANAÍNA S. PIRES; TORRES, P. B.; FUNGYI CHOW; SANTOS, D. Ensaio em microplaca de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas. 2017. DOI 10.13140/RG.2.2.29127.80809. Disponível em: http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.29127.80809. Acesso em: 17 out. 2023.

JANNUZZI, H.; MATTOS, J. K. A.; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B.; BIZZO, H. R.; GRACINDO, L. A. Avaliação agronômica e identificação de quimiotipos de erva cidreira no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 412–417, dez. 2010. DOI 10.1590/S0102-05362010000400006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000400006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 7 out. 2023.

JOSÉ-RITA, B. J.; BERTIN, G. K.; IBRAHIME, S. K.; YANNICK, K.; ERICK-KÉVIN, B. G.; RIPHIN, K. L.; CEYLAN, R.; DAVID, N. J.; ZENGIN, G.; MIREILLE, D. Study of the chemical and in vitro cytotoxic activities of essential oils (EOs) of two plants from the Ivorian flora (Lippia multiflora and Zingiber officinale) and their antiviral activities against non-enveloped viruses. **South African Journal of Botany**, v. 151, p. 387–393, dez. 2022. DOI 10.1016/j.sajb.2022.03.053.

Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0254629922001557. Acesso em: 3 jul. 2023.

JOSHI, A.; PRAKASH, O.; PANT, A. K.; KUMAR, R.; NEGI, M. S. Chemical Analysis and Antioxidant Activity of Essential Oils of Two Morphotypes of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson (Verbenaceae). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 21, n. 3, p. 687–700, 4 maio 2018. DOI 10.1080/0972060X.2018.1486232. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0972060X.2018.1486232. Acesso em: 3 jul. 2023.

KARIMI YAZDI, M.; HANILOO, A.; GHAFFARI, A.; TORABI, N. Antiparasitic effects of Zataria multiflora essential oil nano-emulsion on larval stages of Echinococcus granulosus. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 44, n. 2, p. 429–435, jun. 2020. DOI 10.1007/s12639-020-01193-w. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/s12639-020-01193-w. Acesso em: 3 jul. 2023.

KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ; SZOPA; EKIERT. Citrus limon (Lemon) Phenomenon—A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties, Applications in the Modern Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies. **Plants**, v. 9, n. 1, p. 119, 17 jan. 2020. DOI 10.3390/plants9010119. Disponível em: https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/119. Acesso em: 3 jul. 2023.

KOBENAN, K. C.; OCHOU, G. E. C.; KOUADIO, I. S.; KOUAKOU, M.; BINI, K. K. N.; CEYLAN, R.; ZENGIN, G.; BOKA, N. R. K.; OCHOU, O. G. Chemical Composition, Antioxidant Activity, Cholinesterase Inhibitor and *in Vitro* Insecticidal Potentiality of Essential Oils of *Lippia multiflora* Moldenke and *Eucalyptus globulus* Labill. on the Main Carpophagous Pests of Cotton Plant in Ivory Coast. **Chemistry & Biodiversity**, v. 19, n. 4, abr. 2022. DOI 10.1002/cbdv.202100993. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.202100993. Acesso em: 3 jul. 2023.

KOYAMA, S.; HEINBOCKEL, T. The Effects of Essential Oils and Terpenes in Relation to Their Routes of Intake and Application. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 5, p. 1558, 25 fev. 2020. DOI 10.3390/ijms21051558. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/21/5/1558. Acesso em: 3 jul. 2023.

LASCURAIN-RANGEL, M.; AVENDAÑO-REYES, S.; TAN, R.; CABALLERO, J.; CORTÉS-ZÁRRAGA, L.; LINARES-MAZARI, E.; LÓPEZ-BINNQÜIST, C.; DE ÁVILA, A. Plantas americanas utilizadas como condimento en la cocina mexicana. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 93, p. e933949, 30 set. 2022. DOI 10.22201/ib.20078706e.2022.93.3949. Disponível em: http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/3949. Acesso em: 3 jul. 2023.

LEAL-SÁENZ, A.; PÉREZ-SANTIAGO, G.; ALVAREZ-ZAGOYA, R.; MACIEL-NÁJERA, J. F. Comparison of the Toxicity of Mexican Oregano Oil from Two Locations on Epilachna varivestis Mulsant. **Southwestern Entomologist**, v. 44, n. 4, p. 877, 3 dez. 2019. DOI 10.3958/059.044.0411. Disponível em: https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-44/issue-4/059.044.0411/Comparison-of-the-Toxicity-of-Mexican-Oregano-Oil-from-Two/10.3958/059.044.0411.full. Acesso em: 3 jul. 2023.

LEYVA-JIMÉNEZ, F. J.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; CÁDIZ-GURREA, M. D. L. L.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; SEGURA-CARRETERO, A. Functional Ingredients based on Nutritional Phenolics. A Case Study against Inflammation: Lippia Genus. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1646, 18 jul. 2019. DOI 10.3390/nu11071646. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/11/7/1646. Acesso em: 3 jul. 2023.

LI, M.; GAO, X.; LAN, M.; LIAO, X.; SU, F.; FAN, L.; ZHAO, Y.; HAO, X.; WU, G.; DING, X. Inhibitory activities of flavonoids from Eupatorium adenophorum against acetylcholinesterase. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 170, p. 104701, nov. 2020. DOI 10.1016/j.pestbp.2020.104701. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048357520301966. Acesso em: 3 jul. 2023.

LIANG, J. J. H.; MCKINNON, I. A.; RANKIN, C. H. The contribution of *C. elegans* neurogenetics to understanding neurodegenerative diseases. **Journal of Neurogenetics**, v. 34, n. 3–4, p. 527–548, 1 out. 2020. DOI 10.1080/01677063.2020.1803302. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01677063.2020.1803302. Acesso em: 3 jul. 2023.

LIMA, A. S.; COSTA JUNIOR, H. N. P.; COSTA-JUNIOR, L. M.; MONTEIRO, O. S.; MAIA, J. G. S.; DA ROCHA, C. Q. Anthelmintic effect of essential rhizome oil from Hedychium coronarium Koenig (Zingiberaceae) introduced in Northeastern Brazil. **Acta Tropica**, v. 218, p. 105912, jun. 2021. DOI 10.1016/j.actatropica.2021.105912. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0001706X21000917. Acesso em: 3 jul. 2023.

LLAMAS-TORRES, I.; GRIJALVA-ARANGO, R.; PORTER-BOLLAND, L.; CALVO-IRABIEN, L. M. Impacto del manejo in situ-ex situ del orégano mexicano ( Lippia origanoides Kunth) en el noroeste de Yucatán. **Botanical Sciences**, v. 100, n. 3, p. 610–630, 6 abr. 2022. DOI 10.17129/botsci.2994. Disponível em: https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/2994. Acesso em: 1 ago. 2023.

LOPES, F. F. D. S.; FROTA, L. S.; FONTENELE, G. A.; SILVA, M. V. F. D.; FERNANDES, V. B.; MONTES, R. A.; MORAIS, S. M. D. Plantas brasileiras com ação anticolinesterásica – uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e6211124262, 2 jan. 2022. DOI 10.33448/rsd-v11i1.24262.

Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24262. Acesso em: 3 jul. 2023.

LU, X.-X.; HU, N.-N.; DU, Y.-S.; ALMAZ, B.; ZHANG, X.; DU, S.-S. Chemical compositions and repellent activity of Clerodendrum bungei Steud. essential oil against three stored product insects. **DARU Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 29, n. 2, p. 469–475, dez. 2021. DOI 10.1007/s40199-021-00398-5. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s40199-021-00398-5. Acesso em: 3 jul. 2023.

LUCCA, L. G.; ROMÃO, P. R. T.; VIGNOLI-SILVA, M.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F.; KOESTER, L. S. In vivo Acute Anti-Inflammatory Activity of Essential Oils: A Review. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 22, n. 11, p. 1495–1515, jun. 2022. DOI 10.2174/1389557521666211123091541. Disponível em: https://www.eurekaselect.com/198200/article. Acesso em: 3 jul. 2023.

LUU, H. N.; WEN, W.; LI, H.; DAI, Q.; YANG, G.; CAI, Q.; XIANG, Y.-B.; GAO, Y.-T.; ZHENG, W.; SHU, X.-O. Are Dietary Antioxidant Intake Indices Correlated to Oxidative Stress and Inflammatory Marker Levels? **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 22, n. 11, p. 951–959, 10 abr. 2015. DOI 10.1089/ars.2014.6212. Disponível em: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ars.2014.6212. Acesso em: 4 jul. 2023.

MACCIONI, A.; FALCONIERI, D.; PORCEDDA, S.; PIRAS, A.; GONÇALVES, M. J.; ALVES-SILVA, J. M.; SALGUEIRO, L.; MAXIA, A. Antifungal activity and chemical composition of the essential oil from the aerial parts of two new *Teucrium capitatum* L. chemotypes from Sardinia Island, Italy. **Natural Product Research**, v. 35, n. 24, p. 6007–6013, 17 dez. 2021. DOI 10.1080/14786419.2020.1813136. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2020.1813136. Acesso em: 3 jul. 2023.

MACÊDO, C. A. F.; PAIVA, G. O. D.; MENEZES, P. M. N.; RIBEIRO, T. F.; BRITO, M. C.; VILELA, D. A. D.; DUARTE FILHO, L. A. M. D. S.; RIBEIRO, F. P. R. D. A.; LUCCHESE, A. M.; LIMA, J. T. D.; SILVA, F. S. Lippia origanoides essential oil induces tocolytic effect in virgin rat uterus and inhibits writhing in a dysmenorrhea mouse model. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 290, p. 115099, maio 2022. DOI 10.1016/j.jep.2022.115099. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874122001374. Acesso em: 3 jul. 2023.

MAR, J. M.; SILVA, L. S.; AZEVEDO, S. G.; FRANÇA, L. P.; GOES, A. F. F.; DOS SANTOS, A. L.; DE A. BEZERRA, J.; DE CÁSSIA S. NUNOMURA, R.; MACHADO, M. B.; SANCHES, E. A. Lippia origanoides essential oil: An efficient alternative to control Aedes aegypti, Tetranychus urticae and Cerataphis lataniae. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 292–297, jan. 2018. DOI 10.1016/j.indcrop.2017.10.033. Disponível em:

https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669017307185. Acesso em: 3 jul. 2023.

MARTÍNEZ, A.; MANRIQUE-MORENO, M.; KLAISS-LUNA, M. C.; STASHENKO, E.; ZAFRA, G.; ORTIZ, C. Effect of Essential Oils on Growth Inhibition, Biofilm Formation and Membrane Integrity of Escherichia coli and Staphylococcus aureus. **Antibiotics**, v. 10, n. 12, p. 1474, 30 nov. 2021. DOI 10.3390/antibiotics10121474. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/10/12/1474. Acesso em: 3 jul. 2023.

MARTINEZ-FINLEY, E. J.; CHAKRABORTY, S.; CAITO, S.; FRETHAM, S.; ASCHNER, M. C. elegans and Neurodegeneration In Caenorhabditis Elegans: Anatomy, Life Cycles and Biological Functions. 2020. .

MENEZES, P. M. N.; BRITO, M. C.; DE PAIVA, G. O.; DOS SANTOS, C. O.; DE OLIVEIRA, L. M.; DE ARAÚJO RIBEIRO, L. A.; DE LIMA, J. T.; LUCCHESE, A. M.; SILVA, F. S. Relaxant effect of Lippia origanoides essential oil in guinea-pig trachea smooth muscle involves potassium channels and soluble guanylyl cyclase. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 220, p. 16–25, jun. 2018. DOI 10.1016/j.jep.2018.03.040. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874117329343. Acesso em: 3 jul. 2023.

MICIĆ, D.; ĐUROVIĆ, S.; RIABOV, P.; TOMIĆ, A.; ŠOVLJANSKI, O.; FILIP, S.; TOSTI, T.; DOJČINOVIĆ, B.; BOŽOVIĆ, R.; JOVANOVIĆ, D.; BLAGOJEVIĆ, S. Rosemary Essential Oils as a Promising Source of Bioactive Compounds: Chemical Composition, Thermal Properties, Biological Activity, and Gastronomical Perspectives. **Foods**, v. 10, n. 11, p. 2734, 9 nov. 2021. DOI 10.3390/foods10112734. Disponível em: https://www.mdpi.com/2304-8158/10/11/2734. Acesso em: 3 jul. 2023.

MILLIKEN, W. TRADITIONAL MEDICINES AMONGST INDIGENOUS GROUPS IN RORAIMA, BRAZIL: A RETROSPECTIVE. **Ethnoscientia - Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 6, n. 3, p. 116, 21 set. 2021. DOI 10.18542/ethnoscientia.v6i3.10503. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/ethnoscientia/article/view/10503. Acesso em: 3 jul. 2023.

MITTAL, R. P.; RANA, A.; JAITAK, V. Essential Oils: An Impending Substitute of Synthetic Antimicrobial Agents to Overcome Antimicrobial Resistance. **Current Drug Targets**, v. 20, n. 6, p. 605–624, 29 mar. 2019. DOI 10.2174/1389450119666181031122917. Disponível em: http://www.eurekaselect.com/166804/article. Acesso em: 3 jul. 2023.

MOHAMMADHOSSEINI, M.; FREZZA, C.; VENDITTI, A.; MAHDAVI, B. An overview of the genus *Aloysia* Paláu (Verbenaceae): Essential oil composition, ethnobotany and biological activities. **Natural Product Research**, v. 36, n. 19, p.

5091–5107, 2 out. 2022. DOI 10.1080/14786419.2021.1907576. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2021.1907576. Acesso em: 3 jul. 2023.

MOLLER, A. C.; PARRA, C.; SAID, B.; WERNER, E.; FLORES, S.; VILLENA, J.; RUSSO, A.; CARO, N.; MONTENEGRO, I.; MADRID, A. Antioxidant and Anti-Proliferative Activity of Essential Oil and Main Components from Leaves of Aloysia polystachya Harvested in Central Chile. **Molecules**, v. 26, n. 1, p. 131, 30 dez. 2020. DOI 10.3390/molecules26010131. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/1/131. Acesso em: 3 jul. 2023.

MONIZ ANA MARIA HENRIQUE; DE ANDRADE MEDEIROS SANDRA REGINA; GONCALVES REIS DE MELO ANA CRISTINA; TAKAHASHI JACQUELINE APARECIDA; FERRAZ VANY PERPETUA; CARVALHO DOS SANTOS RICARDO; CHAGAS EDVAN ALVES; DE MELO FILHO ANTONIO ALVES. Chemical Composition and Biological Evaluation of the Essential Oil of the Leaves of Psidium Striatulum in the Amazon Region. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 385–390, jun. 2019. DOI 10.3303/CET1975065. Disponível em: https://doi.org/10.3303/CET1975065. Acesso em: 28 set. 2023.

MONIZ ANA MARIA HENRIQUE; DE CARVALHO NETO MOISES FELIX; GONCALVES REIS DE MELO ANA CRISTINA; TAKAHASHI JACQUELINE APARECIDA; FERRAZ VANY PERPETUA; CHAGAS EDVAN ALVES; CHAGAS CARDOSO POLLYANA; DE MELO FILHO ANTONIO ALVES. Biological Evaluation of Essential Oil from Green Fruits of Psidium Striatulum of the Roraima State, Brazil. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 379–384, jun. 2019. DOI 10.3303/CET1975064. Disponível em: https://doi.org/10.3303/CET1975064. Acesso em: 17 out. 2023.

MONTEIRO, M. V. B.; DE MELO LEITE, A. K. R.; BERTINI, L. M.; DE MORAIS, S. M.; NUNES-PINHEIRO, D. C. S. Topical anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidant effects of the essential oil of Lippia sidoides Cham. leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 378–382, maio 2007. https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.036.

MONTEIRO, P. C.; MAJOLO, C.; CHAVES, F. C. M.; BIZZO, H. R.; ALMEIDA O'SULLIVAN, F. L.; CHAGAS, E. C. Antimicrobial activity of essential oils from *Lippia sidoides, Ocimum gratissimum* and *Zingiber officinale* against *Aeromonas* spp. **Journal of Essential Oil Research**, v. 33, n. 2, p. 152–161, 4 mar. 2021. DOI 10.1080/10412905.2020.1848653. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2020.1848653. Acesso em: 3 jul. 2023.

MORENO, J. S. R.; PORRAS, S. A. V.; ESCOBAR, R. H.; STASHENKO, E. E.; LORENZO, J. L. F.; GUTIÉRREZ, L. N. G. In vitro propagation from nodal segments of Lippia origanoides (chemotype A). **Ciência Rural**, v. 52, n. 7, p. e20210323, 2022. DOI 10.1590/0103-8478cr20210323. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782022000700402&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

MORONI, P.; AIS, J.; O'LEARY, N. Las Verbenáceas comestibles de América: Una revisión bibliográfica. **Darwiniana, nueva serie**, v. 10, n. 1, p. 307–323, 2022. DOI 10.14522/darwiniana.2022.101.1023. Disponível em: http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/1023. Acesso em: 3 jul. 2023.

MOTA, A. P. P.; DANTAS, J. C. P.; FROTA, C. C. Antimicrobial activity of essential oils from Lippia alba, Lippia sidoides, Cymbopogon citrates, Plectranthus amboinicus, and Cinnamomum zeylanicum against Mycobacterium tuberculosis. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, 21 jun. 2018. DOI 10.1590/0103-8478cr20170697. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018000600453&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

MOTTI, R.; BONANOMI, G.; DE FALCO, B. Wild and cultivated plants used in traditional alcoholic beverages in Italy: an ethnobotanical review. **European Food Research and Technology**, v. 248, n. 4, p. 1089–1106, abr. 2022. DOI 10.1007/s00217-021-03948-y. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s00217-021-03948-y. Acesso em: 3 jul. 2023.

NEGI, G. C. S.; SHARMA, S.; VISHVAKARMA, S. C. R.; SAMANT, S. S.; MAIKHURI, R. K.; PRASAD, R. C.; PALNI, L. M. S. Ecology and Use of Lantana camara in India. **The Botanical Review**, v. 85, n. 2, p. 109–130, jun. 2019. DOI 10.1007/s12229-019-09209-8. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/s12229-019-09209-8. Acesso em: 3 jul. 2023.

OLDFIELD, E.; LIN, F.-Y. Terpene Biosynthesis: Modularity Rules. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 51, n. 5, p. 1124–1137, 27 jan. 2012. DOI 10.1002/anie.201103110. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.201103110. Acesso em: 3 jul. 2023.

O'LEARY, N.; CARDOSO, P. H.; SCHAEFER, J. Fátima Regina G. Salimena. 2020. .

O'LEARY, N.; DENHAM, S. S.; SALIMENA, F.; MÚLGURA, M. E. Species delimitation in Lippia section Goniostachyum (Verbenaceae) using the phylogenetic species concept: Lippia Section GOniostachyum. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 170, n. 2, p. 197–219, out. 2012. DOI 10.1111/j.1095-8339.2012.01291.x. Disponível em: https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/j.1095-8339.2012.01291.x. Acesso em: 4 jul. 2023.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, A. A.; SANTANA, A. S.; LIMA, A. P. S.; MELO, C. R.; SANTANA, E. D. R.; SAMPAIO, T. S.; BLANK, A. F.; ARAÚJO, A. P. A.;

CRISTALDO, P. F.; BACCI, L. Essential oil of Lippia sidoides and its major compound thymol: Toxicity and walking response of populations of Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae). **Crop Protection**, v. 112, p. 33–38, out. 2018. DOI 10.1016/j.cropro.2018.05.011. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219418301327. Acesso em: 3 jul. 2023.

OLIVEIRA, D. R.; LEITÃO, G. G.; FERNANDES, P. D.; LEITÃO, S. G. Ethnopharmacological studies of Lippia origanoides. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 2, p. 206–214, mar. 2014. DOI 10.1016/j.bjp.2014.03.001. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0102695X14000040. Acesso em: 3 jul. 2023.

OLIVEIRA, M. C.; MAIA, J. P. C.; KREPSKY, P. B.; LUCCHESE, M.; STIPP, R. N.; JOIA, F.; BORIOLLO, M. F. G. Influence of Lippia thymoides Mart. & Schauer and Lippia origanoides Kunth essential oils on planktonic cell and Streptococcus mutans biofilm growth. [*s. d.*]. .

OLIVEIRA, T. A. S.; VIEIRA, T. M.; ESPERANDIM, V. R.; MARTINS, C. H. G.; MAGALHÃES, L. G.; MIRANDA, M. L. D.; CROTTI, A. E. M. Antibacterial, Antiparasitic, and Cytotoxic Activities of Chemical Characterized Essential Oil of Chrysopogon zizanioides Roots. **Pharmaceuticals**, v. 15, n. 8, p. 967, 5 ago. 2022. DOI 10.3390/ph15080967. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8247/15/8/967. Acesso em: 3 jul. 2023.

ORTEGA-CUADROS, M.; CASTAÑEDA, C. G.; AMARÍS, G. C.; TOFIÑO-RIVERA, A. P. Essential oils biological activity of the shrub Lippia alba (Verbenaceae). **Rev. Biol. Trop.**, v. 68, 2020. .

OUKERROU, M. A.; TILAOUI, M.; MOUSE, H. A.; BOUCHMAA, N.; ZYAD, A. Differential Cytotoxic Activity of Essential Oil of *Lippia citriodora* from Different Regions in Morocco. **Chemistry & Biodiversity**, v. 14, n. 7, p. e1600497, jul. 2017. DOI 10.1002/cbdv.201600497. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.201600497. Acesso em: 24 jul. 2023.

PATEL, S. S.; RAGHUWANSHI, R.; MASOOD, M.; ACHARYA, A.; JAIN, S. K. Medicinal plants with acetylcholinesterase inhibitory activity. **Reviews in the Neurosciences**, v. 29, n. 5, p. 491–529, 26 jul. 2018. DOI 10.1515/revneuro-2017-0054. Disponível em: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/revneuro-2017-0054/html. Acesso em: 3 jul. 2023.

PAULETTI, G. F.; SILVESTRE, W. P. Óleo essencial cítrico: produção, composição e fracionamento. [*s. d.*]. .

PEREIRA, E. J. P.; DO VALE, J. P. C.; DA SILVA, P. T.; LIMA, J. D. R.; ALVES, D. R.; COSTA, P. S.; RODRIGUES, T. H. S.; DE MENEZES, J. E. S. A.; DE MORAIS, S. M.; BANDEIRA, P. N.; FONTENELLE, R. O. S.; SANTOS, H. S. Circadian Rhythm, and Antimicrobial and *Anticholinesterase* Activities of Essential Oils from *Vitex gardneriana*. **Natural Product Communications**, v. 13, n. 5, p. 1934578X1801300, maio 2018. DOI 10.1177/1934578X1801300528. Disponível em: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1934578X1801300528. Acesso em: 3 jul. 2023.

PEREIRA, P. S.; OLIVEIRA, C. V. B.; MAIA, A. J.; TINTINO, S. R.; OLIVEIRA-TINTINO, C. D. D. M.; VEGA-GOMEZ, M. C.; ROLÓN, M.; CORONEL, C.; DUARTE, A. E.; BARROS, L. M.; KAMDEM, J. P.; SIYADATPANAH, A.; WILAIRATANA, P.; COUTINHO, H. D. M. Cytotoxicity of Essential Oil Cordia verbenaceae against Leishmania brasiliensis and Trypanosoma cruzi. **Molecules**, v. 26, n. 15, p. 4485, 25 jul. 2021. DOI 10.3390/molecules26154485. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/15/4485. Acesso em: 3 jul. 2023.

PERERA, W. H.; SCHERBAKOV, A. M.; BURAVCHENKO, G. I.; MIKHAEVICH, E. I.; LEITÃO, S. G.; COS, P.; SHCHEKOTIKHIN, A. E.; MONZOTE, L.; SETZER, W. N. In Vitro Pharmacological Screening of Essential Oils from Baccharis parvidentata and Lippia origanoides Growing in Brazil. **Molecules**, v. 27, n. 6, p. 1926, 16 mar. 2022. DOI 10.3390/molecules27061926. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/6/1926. Acesso em: 3 jul. 2023.

PÉREZ ZAMORA, C.; TORRES, C.; NUÑEZ, M. Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Essential Oils from Verbenaceae Species Growing in South America. **Molecules**, v. 23, n. 3, p. 544, 1 mar. 2018. DOI 10.3390/molecules23030544. Disponível em: http://www.mdpi.com/1420-3049/23/3/544. Acesso em: 3 jul. 2023.

PERGOLIZZI, J. V.; TAYLOR, R.; LEQUANG, J.-A.; RAFFA, R. B.; THE NEMA RESEARCH GROUP. The role and mechanism of action of menthol in topical analgesic products. **Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics**, v. 43, n. 3, p. 313–319, jun. 2018. DOI 10.1111/jcpt.12679. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpt.12679. Acesso em: 3 jul. 2023.

PHUYAL, N.; JHA, P. K.; RATURI, P. P.; RAJBHANDARY, S. In Vitro Antibacterial Activities of Methanolic Extracts of Fruits, Seeds, and Bark of *Zanthoxylum armatum* DC. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2020, p. 1–7, 4 jun. 2020. DOI 10.1155/2020/2803063. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/jtm/2020/2803063/. Acesso em: 3 jul. 2023.

PITCHAI, A.; RAJARETINAM, R. K.; MANI, R.; NAGARAJAN, N. Molecular interaction of human acetylcholinesterase with trans-tephrostachin and derivatives for Alzheimer's disease. **Heliyon**, v. 6, n. 9, p. e04930, set. 2020. DOI 10.1016/j.heliyon.2020.e04930. Disponível em:

https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844020317734. Acesso em: 3 jul. 2023.

PLANT, R. M.; DINH, L.; ARGO, S.; SHAH, M. The Essentials of Essential Oils. **Advances in Pediatrics**, v. 66, p. 111–122, ago. 2019. DOI 10.1016/j.yapd.2019.03.005. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065310119300052. Acesso em: 3 jul. 2023.

POSTU, P. A.; GORGAN, D. L.; CIOANCA, O.; RUSS, M.; MIKKAT, S.; GLOCKER, M. O.; HRITCU, L. Memory-Enhancing Effects of Origanum majorana Essential Oil in an Alzheimer's Amyloid beta1-42 Rat Model: A Molecular and Behavioral Study. **Antioxidants**, v. 9, n. 10, p. 919, 26 set. 2020. DOI 10.3390/antiox9100919. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3921/9/10/919. Acesso em: 26 jul. 2023.

RAMSEY, J. T.; SHROPSHIRE, B. C.; NAGY, T. R.; CHAMBERS, K. D.; LI, Y.; KORACH, K. S. Essential Oils and Health. [*s. d.*]. .

REIS, J. B.; FIGUEIREDO, L. A.; CASTORANI, G. M.; VEIGA, S. M. O. M. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais contra patógenos alimentares. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 1, p. 342–363, 2020. DOI 10.34119/bjhrv3n1-025. Disponível em: http://www.brjd.com.br/index.php/BJHR/article/view/6223/5524. Acesso em: 3 jul. 2023.

REYES-BECERRIL, M.; GIJÓN, D.; ANGULO, M.; VÁZQUEZ-MARTÍNEZ, J.; LÓPEZ, M. G.; JUNCO, E.; ARMENTA, J.; GUERRA, K.; ANGULO, C. Composition, antioxidant capacity, intestinal, and immunobiological effects of oregano (Lippia palmeri Watts) in goats: preliminary in vitro and in vivo studies. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 1, p. 101, mar. 2021. DOI 10.1007/s11250-020-02450-z. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s11250-020-02450-z. Acesso em: 3 jul. 2023.

RIBEIRO, F. P.; SANTANA DE OLIVEIRA, M.; DE OLIVEIRA FEITOSA, A.; SANTANA BARBOSA MARINHO, P.; MOACIR DO ROSARIO MARINHO, A.; DE AGUIAR ANDRADE, E. H.; FAVACHO RIBEIRO, A. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Lippia origanoides Kunth Essential Oil from the Carajás National Forest, Brazil. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2021, p. 1–8, 19 out. 2021. DOI 10.1155/2021/9930336. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/ecam/2021/9930336/. Acesso em: 3 jul. 2023.

RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Á.; DA SILVA, F.; GUTIÉRREZ, S.; CASQUERO, P. Lippia spp. Essential Oil as a Control Agent against Acanthoscelides obtectus, an Insect Pest in Phaseolus vulgaris Beans. *In*: THE 1ST INTERNATIONAL ELECTRONIC CONFERENCE ON PLANT SCIENCE, 1 dez. 2020.

**Proceedings of The 1st International Electronic Conference on Plant Science** [...]. Sciforum.net: MDPI, 1 dez. 2020. p. 8767. DOI 10.3390/IECPS2020-08767. Disponível em: http://sciforum.net/conference/IECPS2020/paper/8767. Acesso em: 3 jul. 2023.

ROSANI, D. C. D. O. A.; CRISTIANE, P. V.; AMANDA, G. B.; CARLOS, A. C.; CARIOLANDO, D. S. F.; CLARICE, R. M.; RONALDO, J. D. S.; GIOVANA, C. G.; DENISE, B. S. Essential oil composition, antifungal activity and leaf anatomy of Lippia alba (Verbenaceae) from Brazilian Chaco. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 13, n. 4, p. 79–88, 25 fev. 2019. DOI 10.5897/JMPR2018.6700. Disponível em: https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-abstract/3DAFD4F60210. Acesso em: 3 jul. 2023.

S. DE OLIVEIRA, A.; ZAPP, E.; BRONDANI, D.; DANNEHL HOPPE, T.; MEIER, L.; COSTA BRIGHENTE, I. M. Investigation of Antioxidant Activity, Acute Toxicity and Anticholinesterasic Potential of Lippia hirta (Verbenaceae). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 2, p. 432–448, 2019. DOI 10.21577/1984-6835.20190033. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=1036&nomeArquivo=v11n2a07.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

SAGBO, I.; MBENG, W. Are plants used in the Eastern Cape province for cosmetics fully commercialized? **Indian Journal of Pharmacology**, v. 51, n. 3, p. 140, 2019. DOI 10.4103/ijp.IJP_262_18. Disponível em: http://www.ijp-online.com/text.asp?2019/51/3/140/262454. Acesso em: 3 jul. 2023.

SAIDI, I.; NIMBARTE, V. D.; SCHWALBE, H.; WAFFO-TÉGUO, P.; HARRATH, A. H.; MANSOUR, L.; ALWASEL, S.; BEN JANNET, H. Anti-tyrosinase, anti-cholinesterase and cytotoxic activities of extracts and phytochemicals from the Tunisian Citharexylum spinosum L.: Molecular docking and SAR analysis. **Bioorganic Chemistry**, v. 102, p. 104093, set. 2020. DOI 10.1016/j.bioorg.2020.104093. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045206820313900. Acesso em: 3 jul. 2023.

SALES, G.; MEDEIROS, S.; SOARES, I.; SAMPAIO, T.; BANDEIRA, M.; NOGUEIRA, N.; QUEIROZ, M. Antifungal and Modulatory Activity of Lemon Balm (Lippia alba (MILL.) N. E. BROWN) Essential Oil. **Scientia Pharmaceutica**, v. 90, n. 2, p. 31, 11 maio 2022. DOI 10.3390/scipharm90020031. Disponível em: https://www.mdpi.com/2218-0532/90/2/31. Acesso em: 3 jul. 2023.

SAMBA, N.; AITFELLA-LAHLOU, R.; NELO, M.; SILVA, L.; COCA., R.; ROCHA, P.; LÓPEZ RODILLA, J. M. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Lippia multiflora Moldenke Essential Oil from Different Regions of Angola. **Molecules**, v. 26, n. 1, p. 155, 31 dez. 2020. DOI 10.3390/molecules26010155. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/1/155. Acesso em: 3 jul. 2023.

SANTOS, D. R.; OLIVEIRA, L. M.; LUCCHESE, A. M.; ESPELETA, A. D. F.; DA CRUZ, J. D.; LORDELO, M. S. Insecticidal activity of essential oils of species from the genus Lippia against Nasutitermes corniger (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 67, n. 2, p. 292, 30 jun. 2020. DOI 10.13102/sociobiology.v67i2.4992. Disponível em: http://periodicos.uefs.br/ojs/index.php/sociobiology/article/view/4992. Acesso em: 3 jul. 2023.

SANTOS FILHO, L. G. A. D.; REIS, R. B. D.; SOUZA, A. S. Q.; CANUTO, K. M.; BRITO, E. S. D.; CASTRO, K. N. C.; PEREIRA, A. M. L.; DINIZ, F. M. Chemical composition and biological activities of the essential oils from Lippia alba and Lippia origanoides. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, p. e20220359, 2023. DOI 10.1590/0001-3765202320220359. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652023000100903&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

SILVA, H. N. P. D.; CARVALHO, B. C. F. D.; MAIA, J. L. D. S.; BECKER, A. G.; BALDISSEROTTO, B.; HEINZMANN, B. M.; MOURÃO, R. H. V.; SILVA, L. V. F. D. Anesthetic potential of the essential oils of Lippia alba and Lippia origanoides in Tambaqui juveniles. **Ciência Rural**, v. 49, n. 6, p. e20181059, 2019. DOI 10.1590/0103-8478cr20181059. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000600402&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

SILVA, M. E. T. D.; MONTE, A. L. D. S.; DAMACENO, M. N.; BRAGA, R. C.; COIMBRA, J. S. D. R.; RAMANATHAN, S.; ALMEIDA, F. A. D. Extraction, Chemical Composition and in vitro Antibacterial Activity of the Essential Oil of Lippia origanoides Kunth from Northeast Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 65, p. e22210480, 2022. DOI 10.1590/1678-4324-2022210480. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132022000100416&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

SILVA, S. G.; DA COSTA, R. A.; DE OLIVEIRA, M. S.; DA CRUZ, J. N.; FIGUEIREDO, P. L. B.; BRASIL, D. D. S. B.; NASCIMENTO, L. D.; CHAVES NETO, A. M. D. J.; DE CARVALHO JUNIOR, R. N.; ANDRADE, E. H. D. A. Chemical profile of Lippia thymoides, evaluation of the acetylcholinesterase inhibitory activity of its essential oil, and molecular docking and molecular dynamics simulations. **PLOS ONE**, v. 14, n. 3, p. e0213393, 8 mar. 2019. DOI 10.1371/journal.pone.0213393. Disponível em: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0213393. Acesso em: 3 jul. 2023.

SILVA-TRUJILLO, L.; QUINTERO-RUEDA, E.; STASHENKO, E. E.; CONDE-OCAZIONEZ, S.; RONDÓN-VILLARREAL, P.; OCAZIONEZ, R. E. Essential Oils from Colombian Plants: Antiviral Potential against Dengue Virus Based on Chemical Composition, In Vitro and In Silico Analyses. **Molecules**, v. 27, n. 20,

p. 6844, 12 out. 2022. DOI 10.3390/molecules27206844. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/20/6844. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71–81, jan. 2002. DOI 10.1590/S1415-52732002000100008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732002000100008&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOMBRA, K. E. S.; PASTORI, P. L.; DE OLIVEIRA, S. J.; BARBOSA, M. G.; PRATISSOLI, D. Selectivity of essential oils to the egg parasitoid Trichogramma pretiosum Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 53, 2022. .

SOMMANO, S. R.; CHITTASUPHO, C.; RUKSIRIWANICH, W.; JANTRAWUT, P. The Cannabis Terpenes. **Molecules**, v. 25, n. 24, p. 5792, 8 dez. 2020. DOI 10.3390/molecules25245792. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/25/24/5792. Acesso em: 28 jul. 2023.

SOUSA, F. D. C. A.; SANTOS, I. G. D.; SOUSA, M. W. D.; SILVA, E. G. D.; SANTOS, B. N. G. D.; MEDEIROS, M. D. G. F. D.; BRITO, M. D. R. M. D.; SILVA, W. C. D.; SIQUEIRA, H. D. S.; SIQUEIRA, F. F. F. S. Atividade antioxidante in vitro de Lippia origanoides H.B.K. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e2810816716, 18 jul. 2021. DOI 10.33448/rsd-v10i8.16716. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16716. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOUTO DA SILVA, N. I.; PAULINO DE MOURA, J. F.; DE LUCENA NASCIMENTO, M. E.; MACHADO, F. C. G.; COSTA, T. G. P.; DE ARAÚJO FILHO, J. M.; CORDÃO, M. A.; EDVAN, R. L.; OLIVEIRA, R. L.; BEZERRA, L. R. Effect of Lippia alba hay as phytogenic feed additive on the lactation performance, milk composition, and rumen and blood parameters of Alpine goats. **Small Ruminant Research**, v. 215, p. 106767, out. 2022. DOI 10.1016/j.smallrumres.2022.106767. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448822001560. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOUZA, A. V. D.; VIEIRA, M. R. D. S.; PUTTI, F. F. Correlações entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 0, 22 fev. 2018. DOI 10.1590/1981-6723.10317. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100426&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOUZA, L. M.; FONSECA, F. S. A.; SILVA, J. C.; SILVA, A.; SILVA, J.; MARTINS, E. Essential oil composition in natural population of Lippia origanoides (Verbenaceae) during dry and rainy seasons. **Revista de Biología Tropical**, v. 67, n. 1, 31 jan. 2019. DOI 10.15517/rbt.v67i1.31407. Disponível em:

https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/31407. Acesso em: 3 jul. 2023.

SPYRIDOPOULOU, K.; ARAVIDOU, T.; LAMPRI, E.; EFFRAIMIDOU, E.; PAPPA, A.; CHLICHLIA, K. Antitumor Potential of Lippia citriodora Essential Oil in Breast Tumor-Bearing Mice. **Antioxidants**, v. 10, n. 6, p. 875, 30 maio 2021. DOI 10.3390/antiox10060875. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3921/10/6/875. Acesso em: 24 jul. 2023.

SRIVASTAVA, N.; SINGH, B.; CHANDA, D.; SHANKER, K. Chemical composition and acetylcholinesterase inhibitory activity of *Artemisia maderaspatana* essential oil. **Pharmaceutical Biology**, v. 53, n. 11, p. 1677–1683, 2 nov. 2015. DOI 10.3109/13880209.2014.1001405. Disponível em: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/13880209.2014.1001405. Acesso em: 28 set. 2023.

TAHA, M.; ALSHAMRANI, F. J.; RAHIM, F.; ANOUAR, E. H.; UDDIN, N.; CHIGURUPATI, S.; ALMANDIL, N. B.; FAROOQ, R. K.; IQBAL, N.; ALDUBAYAN, M.; VENUGOPAL, V.; KHAN, K. M. Synthesis, characterization, biological evaluation, and kinetic study of indole base sulfonamide derivatives as acetylcholinesterase inhibitors in search of potent anti-Alzheimer agent. **Journal of King Saud University - Science**, v. 33, n. 3, p. 101401, maio 2021. DOI 10.1016/j.jksus.2021.101401. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1018364721000628. Acesso em: 3 jul. 2023.

TEIXEIRA, M. L.; CARDOSO, M. D. G.; FERREIRA, V. R. F.; CAMPOLINA, G. A.; CAETANO, A. R. S.; OLIVEIRA, C. D.; ALVES, M. V. P.; NELSON, D. L. Evaluation of the antioxidant activity of the essential oils from *Cantinoa carpinifolia* (Benth.) and *Lippia origanoides* (Kunth.) by various methods. **Journal of Essential Oil Research**, v. 35, n. 2, p. 143–153, 4 mar. 2023. DOI 10.1080/10412905.2022.2115570. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2022.2115570. Acesso em: 3 jul. 2023.

TELES, A. M.; SILVA-SILVA, J. V.; FERNANDES, J. M. P.; CALABRESE, K. D. S.; ABREU-SILVA, A. L.; MARINHO, S. C.; MOUCHREK, A. N.; FILHO, V. E. M.; ALMEIDA-SOUZA, F. Aniba rosaeodora (Var. amazonica Ducke) Essential Oil: Chemical Composition, Antibacterial, Antioxidant and Antitrypanosomal Activity. **Antibiotics**, v. 10, n. 1, p. 24, 30 dez. 2020. DOI 10.3390/antibiotics10010024. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/10/1/24. Acesso em: 31 jul. 2023.

TIWARI, S.; UPADHYAY, N.; SINGH, B. K.; DUBEY, N. K.; DWIVEDY, A. K.; SINGH, V. K. Nanoencapsulated *Lippia origanoides* essential oil: physiochemical characterisation and assessment of its bio-efficacy against fungal and aflatoxin contamination as novel green preservative. **International Journal of Food**

**Science & Technology**, v. 57, n. 4, p. 2216–2225, abr. 2022. DOI 10.1111/ijfs.15639. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.15639. Acesso em: 3 jul. 2023.

TOMAZONI, E. Z.; PANSERA, M. R.; PAULETTI, G. F.; MOURA, S.; RIBEIRO, R. T. S.; SCHWAMBACH, J. In vitro antifungal activity of four chemotypes of Lippia alba (Verbenaceae) essential oils against Alternaria solani (Pleosporeaceae) isolates. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 2, p. 999–1010, 31 maio 2016. DOI 10.1590/0001-3765201620150019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652016000300999&lng=en&tlng=en. Acesso em: 3 jul. 2023.

TOUMA, J.; NAVARRO, M.; SEPÚLVEDA, B.; PAVON, A.; CORSINI, G.; FERNÁNDEZ, K.; QUEZADA, C.; TORRES, A.; LARRAZABAL-FUENTES, M. J.; PAREDES, A.; NEIRA, I.; FERRANDO, M.; BRUNA, F.; VENEGAS, A.; BRAVO, J. The Chemical Compositions of Essential Oils Derived from Cryptocarya alba and Laurelia sempervirens Possess Antioxidant, Antibacterial and Antitumoral Activity Potential. **Molecules**, v. 25, n. 23, p. 5600, 28 nov. 2020. DOI 10.3390/molecules25235600. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/25/23/5600. Acesso em: 3 jul. 2023.

TRINDADE, S. C.; PEREIRA-FILHO, J. N.; BARRETO NETO, L. O.; MOURA, T. B. D. O.; FARIAS, A. P. F. D.; ROCHA FILHO, J. T. R.; SANTOS, R. P. B.; MAGALHÃES, A. O.; SANTOS-LIMA, E. K. N. D.; CARVALHO-FILHO, P. C.; VALE, V. L. C.; LUCCHESE, A. M. Atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos de diferentes espécies do gênero Lippia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e22610918051, 24 jul. 2021. DOI 10.33448/rsd-v10i9.18051. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18051. Acesso em: 3 jul. 2023.

TRUJILLO-MAYOL, I.; GUERRA-VALLE, M.; CASAS-FORERO, N.; SOBRAL, M. M. C.; VIEGAS, O.; ALARCÓN-ENOS, J.; FERREIRA, I. M.; PINHO, O. Western Dietary Pattern Antioxidant Intakes and Oxidative Stress: Importance During the SARS-CoV-2/COVID-19 Pandemic. **Advances in Nutrition**, v. 12, n. 3, p. 670–681, maio 2021. DOI 10.1093/advances/nmaa171. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S216183132200117X. Acesso em: 3 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINA GERAIS; DE SOUZA, L. M.; DA FONSECA, F. S. A.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINA GERAIS; SILVA, J. C. R. L.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINA GERAIS; MARTINS, E. R.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINA GERAIS. Seasonal variation of essential oil of germplasm of Lippia origanoides Kunth. (Verbenaceae). **Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, v. 21, n. 6, p. 716–724, 30 nov. 2022. DOI 10.37360/blacpma.22.21.6.43. Disponível em: https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/312/320. Acesso em: 3 jul. 2023.

VEGA-VELA, N. E.; DELGADO-ÁVILA, W. A.; CHACÓN-SÁNCHEZ, M. I. Genetic structure and essential oil diversity of the aromatic shrub Lippia origanoides Kunth (Verbenaceae) in two populations from northern Colombia. 2013. .

VIJAYAKUMAR, S.; MANOGAR, P.; PRABHU, S.; SANJEEVKUMAR SINGH, R. A. Novel ligand-based docking; molecular dynamic simulations; and absorption, distribution, metabolism, and excretion approach to analyzing potential acetylcholinesterase inhibitors for Alzheimer's disease. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, v. 8, n. 6, p. 413–420, dez. 2018. DOI 10.1016/j.jpha.2017.07.006. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2095177917300941. Acesso em: 3 jul. 2023.

VILELA, D. A. D.; SILVA, B. A. O.; BRITO, M. C.; MENEZES, P. M. N.; BOMFIM, H. F.; DUARTE-FILHO, L. A. M. D. S.; SILVA, T. R. D. S.; RIBEIRO, L. A. D. A.; LUCCHESE, A. M.; SILVA, F. S. Lippia alnifolia essential oil induces relaxation on Guinea-pig trachea by multiple pathways. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 246, p. 112162, jan. 2020. DOI 10.1016/j.jep.2019.112162. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874118339424. Acesso em: 3 jul. 2023.

WANI, A. R.; YADAV, K.; KHURSHEED, A.; RATHER, M. A. An updated and comprehensive review of the antiviral potential of essential oils and their chemical constituents with special focus on their mechanism of action against various influenza and coronaviruses. **Microbial Pathogenesis**, v. 152, p. 104620, mar. 2021. DOI 10.1016/j.micpath.2020.104620. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0882401020309864. Acesso em: 3 jul. 2023.

XU, X.; LIU, A.; HU, S.; ARES, I.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M.-R.; WANG, X.; MARTÍNEZ, M.; ANADÓN, A.; MARTÍNEZ, M.-A. Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. **Food Chemistry**, v. 353, p. 129488, ago. 2021. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.129488. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814621004945. Acesso em: 3 jul. 2023.

ZAPATA-ZAPATA, C.; LOAIZA-OLIVA, M.; MARTÍNEZ-PABÓN, M. C.; STASHENKO, E. E.; MESA-ARANGO, A. C. In Vitro Activity of Essential Oils Distilled from Colombian Plants against Candidaauris and Other Candida Species with Different Antifungal Susceptibility Profiles. **Molecules**, v. 27, n. 20, p. 6837, 12 out. 2022. DOI 10.3390/molecules27206837. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/20/6837. Acesso em: 3 jul. 2023.

ZHANG, C.; LI, H.; LI, J.; HU, J.; YANG, K.; TAO, L. Oxidative stress: A common pathological state in a high-risk population for osteoporosis. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 163, p. 114834, jul. 2023. DOI

10.1016/j.biopha.2023.114834. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332223006248. Acesso em: 3 jul. 2023.

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Larvicidal activity of two Algerian Verbenaceae essential oils against Culex pipiens. **Veterinary Parasitology**, v. 181, n. 2–4, p. 370–373, set. 2011. DOI 10.1016/j.vetpar.2011.04.033. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304401711002949. Acesso em: 3 jul. 2023.