

ÓLEOS ESSENCIAIS DO CARIRI CEARENSE

CONTRIBUIÇÃO AO
CONHECIMENTO CIENTÍFICO

ORGANIZADORES:
JOSÉ GALBERTO MARTINS DA COSTA
JOICE BARBOSA DO NASCIMENTO



LPPN

LABORATÓRIO DE PESQUISA DE PRODUTOS NATURAIS

Desde 2001 fazendo ciência no Cariri cearense

EDITORA
OMNIS SCIENTIA

ÓLEOS ESSENCIAIS DO CARIRI CEARENSE

CONTRIBUIÇÃO AO
CONHECIMENTO CIENTÍFICO

ORGANIZADORES:
JOSÉ GALBERTO MARTINS DA COSTA
JOICE BARBOSA DO NASCIMENTO



LPPN

LABORATÓRIO DE PESQUISA DE PRODUTOS NATURAIS

Desde 2001 fazendo ciência no Cariri cearense

EDITORA
OMNIS SCIENTIA



Editora Omnis Scientia

Óleos Essenciais do Cariri Cearense

Contribuição ao Conhecimento Científico

1ª Edição

RECIFE - PE

2025

Editor-Chefe

Dr. Daniel Luís Viana Cruz

Organizadores

José Galberto Martins da Costa

Joice Barbosa do Nascimento

Conselho Editorial

Dr. Amâncio António de Sousa Carvalho – ESS-UTAD – Portugal

Dr. Cássio Brancalone – UFFS – Brasil

Dr. Marcelo Luiz Bezerra da Silva – UEPa – Brasil

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão – UPE – Brasil

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Wendel José Teles Pontes – UFPE – Brasil

Editores de Área - Ciências Biológicas

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior

Dr. Wendel José Teles Pontes

Dr. Daniel Luís Viana Cruz

Assistente Editorial

Thialla Larangeira Amorim

Imagem de Capa

Canva e Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional.

O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Lumos Assessoria Editorial

045

Óleos essenciais do Cariri cearense : contribuição ao conhecimento científico [recurso eletrônico] / organizadores José Galberto Martins da Costa e Joice Barbosa do Nascimento. — 1. ed. — Recife : Omnis Scientia, 2025.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-284-0219-9

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9

1. Essências e óleos essenciais - Cariri (CE : Microrregião). 2. Naturopatia - Essências e óleos essenciais - Manuais, guias, etc. 3. Medicina alternativa - Essências e óleos essenciais - Uso terapêutico.
I. Costa, José Galberto Martins da. II. Nascimento, Joice Barbosa do.

CDD23: 615.535

I-0311252/2

Bibliotecária: Priscila Pena Machado - CRB-7/6971

Editora Omnis Scientia

Av. República do Líbano, nº 251, Sala 2205, Torre A,
Bairro Pina, CEP 51.110-160, Recife-PE.

Telefone: +55 87 99920-5762

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



AUTORIA COLETIVA: EQUIPE TÉCNICA-CIENTÍFICA

Ana Cecília Calixto Donelardy

Ana Maria Fernandes Duarte

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Débora Odília Duarte Leite

Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Gerson Javier Torres Salazar

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

João Vitor Facundo Xenofonte

Joice Barbosa do Nascimento

Jonas Felipe de Lima Pereira

José Galberto Martins Da Costa

José Jonas Ferreira Viturino

José Walber Gonçalves Castro

José Weverton Almeida-Bezerra

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Mariana Pereira da Silva

Mayara Maria da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Viviane Bezerra da Silva

Crato – Ceará – Brasil

Programa de Pós-graduação em Química Biológica - PPQB

Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN/URCA

2025

NOTA DE AUTORIA

Esta obra é fruto de autoria coletiva e espontânea. Todos os colaboradores e colaboradoras atuaram com integridade e compromisso, contribuindo de forma ética e dedicada para que este livro alcance elevada relevância científica e social.

INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Ana Cecília Calixto Donelardy

Licenciada em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/4355069574894069>

Ana Maria Fernandes Duarte

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/9666527524193016>

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/9741824061856344>

Débora Odília Duarte Leite

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Mestra em Bioprospecção Molecular PPBM/URCA. Doutora pela Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO/UECE. Pós-doutoranda no Programa de Pós-graduação em Química Biológica -PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/3616862329059918>

Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri- URCA. Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA/UFPB. Doutora pela Rede Nordeste de Biotecnologia -RENORBIO/UECE.

<http://lattes.cnpq.br/5902756093532709>

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Graduada em Enfermagem pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Especialista em Saúde da Mulher – URCA. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/(URCA.

<https://lattes.cnpq.br/0511695448172856>

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Licenciada em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia e Química pela Faculdade Iguaçu. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/9663273897833235>

Gerson Javier Torres Salazar

Graduado em Química pela Universidad Central de Venezuela - UCV. Licenciatura en educación especialidad química - UCV. Mestre em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Doutor em Etnobiologia e Conservação da Natureza - Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/ Universidade Regional do Cariri – URCA/ Universidade Estadual da Paraíba – UFPB/ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

<http://lattes.cnpq.br/1863945936514420>

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Graduanda em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/2896558680113495>

João Vitor Facundo Xenofonte

Graduando em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Voluntário de Iniciação Científica no Laboratório de Pesquisas de Produtos Naturais -LPPN/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/2678438543567923>

Joice Barbosa do Nascimento

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/3783888265464730>

Jonas Felipe de Lima Pereira

Graduando em Química pela Universidade Regional do Cariri (URCA) - Bolsista de Extensão Universitária no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – URCA/FECOP.

<https://lattes.cnpq.br/9491614293977522>

José Galberto Martins da Costa

Graduado em Química pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Mestre e Doutor em Química de Produtos Naturais pela UFC. Pós-doutor pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Coordenador do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/2559117122403017>

José Jonas Ferreira Viturino

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais – PPGDR/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/8889956331378279>

José Walber Gonçalves Castro

Graduado em Biomedicina pelo Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO). Especialista em Hematologia Clínica pela UNILEÃO. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais – PPGDR/URCA. Doutorando pelo Programa de Pós- Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/7507775878340196>

José Weverton Almeida-Bezerra

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Especialista em Microbiologia pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI. Mestre e Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – PPGBV/UFPE. Pós-doutorado em Química Biológica – PPQB/URCA.

<http://lattes.cnpq.br/5570296179611652>

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Graduada em Farmácia Generalista pelo Centro Universitário Maurício de Nassau -UNINASSAU. Especialista em Farmácia Clínica Direcionada a Prescrição Farmacêutica pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante (FAVENI). Mestre e doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/6203843390902571>

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Graduada em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/9184139943243114>

Mariana Pereira da Silva

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA Voluntário de Iniciação Científica no Laboratório de Pesquisas de Produtos Naturais -LPPN/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/1512681945037091>

Mayara Maria da Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Técnica em Enfermagem pelo Centro Técnico de Referência Profissional - ATS. Especialista em Vigilância Sanitária e Química Forense. Tecnóloga em Investigação Forense e Perícia Criminal pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI. Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Química Biológica – PPQB/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/8126748087637353>

Nara Kelly Albuquerque Santos

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Bioprospecção Molecular - PPBM/URCA.

<https://lattes.cnpq.br/2067450784731727>

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Licenciada em Química pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia -RENORBIO /UECE.

<http://lattes.cnpq.br/8422098760294221>

Viviane Bezerra da Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI. Especialista em Ensino de Química e Biologia pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF). Mestra pelo Programa em Diversidade Biológica e Recursos Naturais – PPGDR/URCA. Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – PPGBV/UFPE.

<http://lattes.cnpq.br/8722844622066713>

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	22
--------------------------	-----------

INTRODUÇÃO.....	32
------------------------	-----------

CAPÍTULO 1.....	34
------------------------	-----------

Óleos Essenciais – Abordagem Química, Biossíntese e Importância Ecológica

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/34-40

CAPÍTULO 2.....	41
------------------------	-----------

Métodos Extrativos e Caracterização Química

José Galberto Martins da Costa

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Mariana Pereira da Silva

João Vitor Facundo Xenofonte

Gerson Javier Torres Salazar

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/41-51

CAPÍTULO 3.....	52
------------------------	-----------

Segurança e Controle de Qualidade de Óleos Essenciais

Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues

João Vitor Facundo Xenofonte

Gerson Javier Torres Salazar

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/52-55

CAPÍTULO 4.....56

Aspectos Botânicos e Ecológicos da Região do Cariri

José Weverton Almeida-Bezerra

Viviane Bezerra da Silva

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/56-66

CAPÍTULO 5.....67

***Ageratum conyzoides* (L.)**

Débora Odília Duarte Leite

Ana Cecília Calixto Donelardy

Ana Maria Fernandes Duarte

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

José Jonas Ferreira Viturino

Natalia Kelly Gomes de Carvalho

José Galberto Martins da Costa.

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/67-73

CAPÍTULO 6.....74

***Vanillosmopsis arborea* Baker**

Ana Cecília Calixto Donelardy

Ana Maria Fernandes Duarte

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

José Jonas Ferreira Viturino

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/74-79

CAPÍTULO 7.....80

***Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl**

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Ana Maria Fernandes Duarte

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

José Jonas Ferreira Viturino

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Nara Kelly Albuquerque Santos

Natália Kelly Gomes de Carvalho

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/80-84

CAPÍTULO 8.....85

***Croton grewioides* Baill.**

José Jonas Ferreira Viturino

Ana Maria Fernandes Duarte

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Mariana Pereira da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/85-93

CAPÍTULO 9.....94

***Croton campestris* A. St.-Hil**

Ana Maria Fernandes Duarte

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Mariana Pereira da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

Natália Kelly Gomes de Carvalho

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/94-99

CAPÍTULO 10.....100

***Hyptis martiusii* Benth**

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Joice Barbosa do Nascimento

Jonas Felipe de Lima Pereira

José Walber Gonçalves Castro

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Mariana Pereira da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/100-105

CAPÍTULO 11.....106

***Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng**

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Jonas Felipe de Lima Pereira

José Walber Gonçalves Castro

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Mariana Pereira da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/106-115

CAPÍTULO 12.....116

***Plectranthus ornatus* Codd.**

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Geane Gabriele de Oliveira Souza

José Walber Gonçalves Castro

Jonas Felipe de Lima Pereira

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Mariana Pereira da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

Fabíola Fernandes Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/116-122

CAPÍTULO 13.....123

***Plectranthus barbatus* Andrews**

Jonas Felipe de Lima Pereira

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Geane Gabriele de Oliveira Souza

José Walber Gonçalves Castro

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Mariana Pereira da Silva

Mayara Maria da Silva

Nara Kelly Albuquerque Santos

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/123-128

CAPÍTULO 14.....129

***Psidium sobralianum* Landrum & Proença**

Nara Kelly Albuquerque Santos

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Geane Gabriele de Oliveira Souza

José Walber Gonçalves Castro

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Maria Alice Macêdo Ribeiro

Mariana Pereira da Silva

Mayara Maria da Silva

Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/129-133

CAPÍTULO 15.....134

***Piper aduncum* L.**

Mariana Pereira da Silva

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Débora Odília Duarte Leite

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Joice Barbosa do Nascimento

José Walber Gonçalves Castro

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Mayara Maria da Silva

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/134-139

CAPÍTULO 16.....140

***Piper rivinoides* Kunt.**

Lariza Leisla Leandro Nascimento

Ana Cecília Calixto Donelardy

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Débora Odília Duarte Leite

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Joice Barbosa do Nascimento

José Walber Gonçalves Castro

Mayara Maria da Silva

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/140-145

CAPÍTULO 17.....146

***Lantana camara* Linn**

José Walber Gonçalves Castro

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Ana Cecília Calixto Donelardy

Débora Odília Duarte Leite

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Joice Barbosa do Nascimento

Mayara Maria da Silva

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/146-156

CAPÍTULO 18.....157

***Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq**

Geane Gabriele de Oliveira Souza

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Ana Cecília Calixto Donelardy

Débora Odília Duarte Leite

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

José Jonas Ferreira Viturino

Joice Barbosa do Nascimento

Mayara Maria da Silva

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/157-162

CAPÍTULO 19.....163

Lippia alba Mill.

Cicera Alane Coelho Gonçalves

Ana Maria Fernandes Duarte

Ana Cecília Calixto Donelardy

Débora Odília Duarte Leite

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

José Jonas Ferreira Viturino

Joice Barbosa do Nascimento

Mayara Maria da Silva

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/163-169

CAPÍTULO 20.....170

Lippia gracilis Schauer.

Mayara Maria da Silva

Ana Cecília Calixto Donelardy

Ana Maria Fernandes Duarte

Débora Odília Duarte Leite

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

José Jonas Ferreira Viturino

Joice Barbosa do Nascimento

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/170-176

CAPÍTULO 21.....177

***Lippia sidoides* Cham.**

Joice Barbosa do Nascimento

Ana Cecília Calixto Donelardy

Ana Maria Fernandes Duarte

Débora Odília Duarte Leite

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues

José Jonas Ferreira Vitorino

Natália Kelly Gomes de Carvalho

Maria Alice Macêdo Ribeiro

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/177-185

CAPÍTULO 22.....186

Desafios e Perspectivas no Estudo e Aplicação de Óleos Essenciais

José Galberto Martins da Costa

DOI: 10.47094/978-65-284-0219-9/186-188

CONCLUSÃO.....189

APRESENTAÇÃO

Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais (LPPN/URCA): 24 anos de ciência e história no Cariri

Há mais de duas décadas, o Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais - LPPN da Universidade Regional do Cariri – URCA, vem se consolidando como um dos principais polos de pesquisa científica do Nordeste, voltado ao estudo químico-biológico da biodiversidade do semiárido nordestino, contribuindo com o conhecimento sobre substâncias naturais de interesse químico, farmacológico e biotecnológico. A trajetória do LPPN é marcada por dedicação, pioneirismo e compromisso permanente com a formação científica de estudantes e o fortalecimento da pesquisa no interior do Ceará.

Figura 1: Primeiras divulgações do termo “óleos essenciais” para a comunidade do Cariri (2024).



As origens: o Laboratório de Química Biológica

A história do LPPN começa antes mesmo de receber esse nome. Em 2001, foi criado na URCA o Laboratório de Química Biológica (LQB), com implantação da divisão de Química de Produtos Naturais e Macromoléculas, tendo a responsabilidade dos Professores André Luiz Herzog Cardoso e José Galberto Martins da Costa, e idealizado com o propósito de desenvolver estudos na interface

na interface entre a Química e a Biologia, para melhor compreender os fenômenos químicos que sustentam a vida. Além dos dois docentes, o LBQ iniciou suas atividades contando com a participação de quatro discentes do curso de ciências Biológicas da URCA: Aracélio Viana Colares, Brisa do Svadeshi Cabral de Melo, Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues e Livia Érica Carlos Marques. Na oportunidade foram desenvolvidos os primeiros projetos de iniciação científica, com auxílio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP.

Figura 2: Visita ao Horto de Plantas Medicinais da URCA – 2003. Em destaque os professores: Francisco Cunha, André Herzog, Galberto Martins, Hélio Barros (Ex- Secretário de Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará); Erney Plessmann (“in memoriam” Ex-presidente do CNPq), e ex-alunas: Fabíola Fernandes, Elissandra Couras, Monalisa Ribeiro, Germana Freire e Nara Kelly.



Os primeiros projetos e respectivos orientandos(as):

“Produtos Naturais de Plantas da Bio-Região do Araripe: Estudo Fitoquímico de Constituintes Fixos e Voláteis das Espécies *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Janaguba) e *Hancornia speciosa* (Mangaba). Bolsista: **Aracélio Viana Colares**.

“Estudo Químico Biológico de Produtos Naturais da Bio Região do Araripe: Estudo fitoquímico de *Stryphnodendron rothundifolium*”. Bolsista: **Brisa do Svadeshi Cabral de Melo**.

“Estudo Químico Biológico de Produtos Naturais da Bio Região do Araripe: Estudo fitoquímico de *Momordica charantia*”. Bolsista: **Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues**.

“Estudo Fitoquímico de Espécies da Região do Cariri, com potencial farmacológico e/ou de interesse sócio-econômico: Constituintes Fixos e Voláteis de *Croton campestris*, *Eugenia uniflora* e *Eugenia jambolana*”. Bolsista: **Livia Érica Carlos Marques**.

ARACÉLIO VIANA COLARES

Graduação: Biologia - Universidade Regional do Cariri (2004).

Mestrado: Ciências do Ambiente - Universidade Federal do Tocantins (2007).

Doutorado: Biotecnologia - Rede Nordeste de Biotecnologia -RENORBIO (2014).

Atualmente: Docente do Centro Universitário Dr Leão Sampaio – UNILEÃO, atuando como Líder do Grupo de Pesquisa em Estudo de Produtos Naturais com Potenciais Biotecnológicos (PNPBIOTEC - UNILEÃO) e Coordenador do Núcleo Básico de Saúde (UNILEÃO).



BRISA DO SVADESHI CABRAL DE MELO

Graduação: Biologia - Universidade Regional do Cariri (2003).

Mestrado: Agronomia (Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará (2006).

Doutorado: Agronomia (Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará (2012).

Atualmente: Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Crato.



FABÍOLA FERNANDES GALVÃO RODRIGUES

Graduação: Biologia - Universidade Regional do Cariri (2003).

Mestrado: Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal da Paraíba (2006).

Doutorado: Biotecnologia - Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO (2015).

Atualmente: Professora Permanente do Programa de Pós-graduação de Química Biológica (PPQB) da URCA e do Mestrado Profissional em Ensino em Saúde (MePESa) da UNILEÃO. Pesquisadora do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais - LPPN/URCA.



LIVIA ÉRICA CARLOS MARQUES

Graduação: Biologia - Universidade Regional do Cariri (2004).

Mestrado: Patologia - Mestre em Patologia - Faculdade de Medicina - Universidade Federal do Ceará (2013).

Doutorado: Biotecnologia - Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO (2018).





Em destaque, **Josniel Pires**, que sempre nos ofereceu assistência técnica-tecnológica, cuidando da parte elétrica e eletrônica do ambiente e dos equipamentos, desde os primórdios do LPPN até dias de hoje. Josniel, faz parte dessa história.

Uma Nova Identidade Científica

A partir de 2018, e no prosseguimento do contexto focado na pesquisa, o laboratório passou a denominação de Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais (LPPN), herdeiro direto da experiência acumulada pelo antigo Laboratório de Química Biológica. O LPPN ampliou suas áreas de atuação, fortalecendo parcerias internas e com outras instituições, conquistando reconhecimento na comunidade científica.

O LPPN consolidou-se como espaço dedicado à investigação de substâncias bioativas de origem vegetal, animal e microbiana, com ênfase especial na riqueza da flora da Caatinga e da Chapada do Araripe, regiões que abrigam biodiversidade única e ainda pouco explorada cientificamente. Os estudos com óleos essenciais, extratos vegetais, metabólitos secundários e substâncias marinhas tornaram-se marcas registradas das pesquisas desenvolvidas pelo grupo do LPPN.

Figura 3: Coletas na Chapada do Araripe com auxílio de “Seu Mundô”.



Figura 4: Preparação de material e testes biológicos.



Figura 5: Preparação de extrato e cromatografia em coluna.



Pesquisas e contribuições científicas

Ao longo de seus 24 anos, o LPPN tem contribuído significativamente para o avanço do conhecimento sobre produtos naturais do semiárido brasileiro, promovendo estudos que vão desde a extração, isolamento e caracterização estrutural de compostos bioativos, até a avaliação de suas propriedades biológicas, como atividades antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória e citotóxica.

Entre os projetos emblemáticos, destacam-se as pesquisas sobre óleos essenciais de espécies do Cariri cearense, que não apenas contribuíram para o conhecimento químico dessas plantas, mas também abriram novas perspectivas para o aproveitamento sustentável dos recursos naturais da região. Esses estudos, realizados com rigor científico e sensibilidade regional, ajudaram a valorizar a biodiversidade local e a despertar o interesse de jovens pesquisadores pelo campo da química de produtos naturais.

Figura 6: Primeira publicação (2005).



Figura 7: Publicação mais recente (2025).



UPLC-PDA-ESI-QDA characterization and evaluation of the antioxidant and anxiolytic activities of the ethanolic extract of *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild leaves

Natália Kelly Gomes de Carvalho^a, Mariana Pereira da Silva^b, Débora Odília Duarte Leite^b, Gerson Javier Torres Salazar^b, Johnatan Wellisson da Silva Mendes^b, Kirley Marques Canuto^c, Paulo Riceli Vasconcelos Ribeiro^c, Amanda Maria Barros Alves^a, Ivana Carneiro Romão^a, Hécio Silva dos Santos^a, José Galberto Martins da Costa^{a,b}  

[Show more](#) 

Pessoas Que Fazem História

Nenhum laboratório é apenas um espaço físico, e sim antes de tudo, feito de pessoas. E a história do LPPN é, sobretudo, a história de seus pesquisadores, bolsistas, voluntários e colaboradores que, ao longo de 24 anos, contribuíram com seu trabalho, curiosidade e paixão pela ciência.

Foram inúmeros estudantes de iniciação científica, mestrandos, doutorandos e pós-doutorandos, professores da URCA e de outras instituições parceiras, além de técnicos e colaboradores que deixaram sua marca nesse percurso. Muitos desses jovens formados no LPPN seguiram carreira na pesquisa e hoje atuam em universidades, centros de inovação e indústrias farmacêuticas em todo o país — evidenciando o impacto formativo do laboratório.

Em cada geração de bolsistas, voluntários e orientadores, permanece viva a missão de unir ensino, pesquisa, inovação tecnológica e extensão, promovendo ciência de qualidade enraizada no território caririense.

Figura 8: Participação em projetos de extensão.



Figura 9: Equipe atual do LPPN (2025).



Comemorar 24 anos de atuação também é um convite a revisitar o passado e resgatar memórias que ajudam a compreender o presente. As primeiras coletas, as primeiras reuniões, os encontros comemorativos, dentre outros tantos, não são apenas recordações, mas símbolos de uma trajetória de persistência, aprendizado e compromisso coletivo com a ciência.

Figura 10: Apresentando o LPPN em evento internacional.



Um Legado de 24 Anos e um Futuro Desafiador

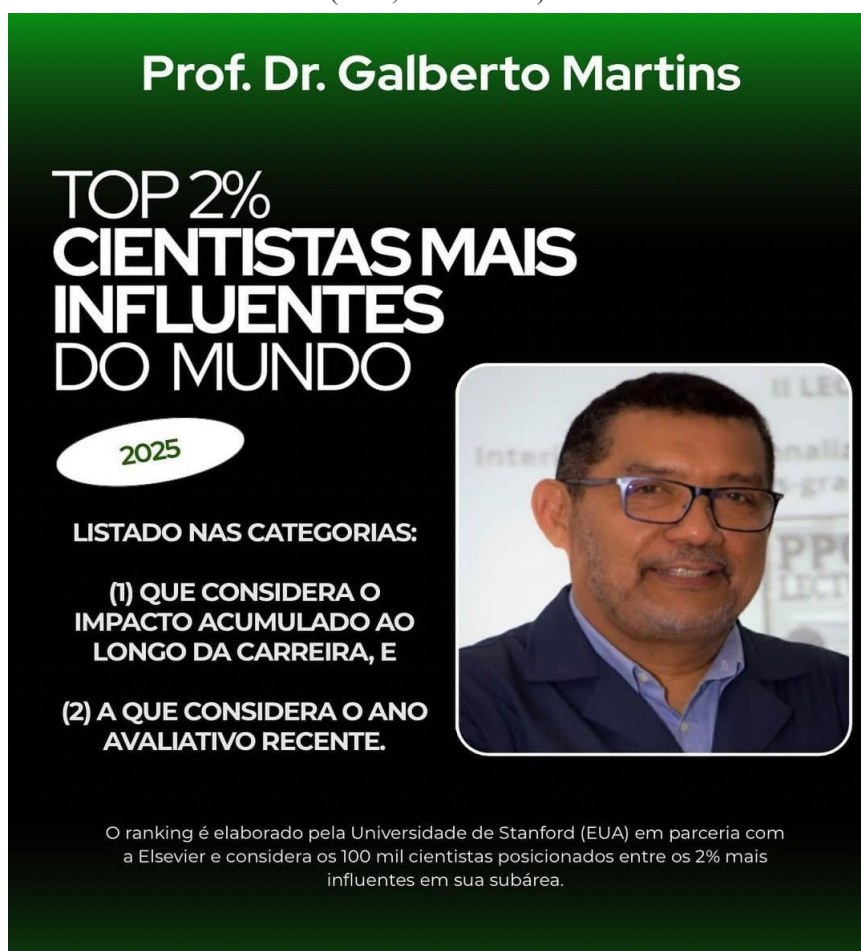
Hoje, o LPPN segue firme em sua missão de investigar e valorizar os recursos naturais do Nordeste, contribuindo para o desenvolvimento científico, ambiental e social da região. Seu legado ultrapassa o campo da Química: é um exemplo de como a ciência feita no interior pode gerar conhecimento relevante, formar pessoas e transformar realidades.

Celebrar 24 anos do Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais é, portanto, celebrar a história viva da pesquisa na URCA, o empenho de todos que construíram esse espaço e a certeza de que muitas outras descobertas ainda estão por vir.

Figura 11: Professor Galberto Martins – Coordenador e idealizador de todo esse processo.



Figura 12: Destaque internacional pela terceira vez consecutiva entre os 2% dos pesquisadores mais influentes do mundo (2023, 2024 e 2025).



José Galberto Martins da Costa

Coordenador do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais (LPPN)

INTRODUÇÃO

José Galberto Martins da Costa; Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues.

A Floresta Nacional do Araripe (FLONA), possui biomas tipicamente brasileiros, integra regiões distintas em matéria de biodiversidade vegetal adaptada a condições climáticas extremas, como baixa pluviosidade e altas temperaturas. Nesse cenário ecológico, a região do Cariri cearense surge como importante ambiente de diversidade de espécies vegetais com reconhecida utilização tradicionalmente medicinal.

Várias comunidades locais, com forte tradição no uso de plantas medicinais, guardam ao longo de gerações vasto conhecimento empírico sobre propriedades terapêuticas de espécies nativas. As práticas populares envolvem infusões, chás, pomadas e, frequentemente, o uso de extratos ou óleos essenciais obtidos de folhas, cascas, sementes e raízes, para o tratamento de infecções, inflamações, dores e enfermidades respiratórias (ARAÚJO *et al.*, 2022).

Assim, os estudos etnobotânicos assumem papel fundamental não apenas na preservação do saber popular, mas como ponto de partida para investigações fitoquímicas e farmacológicas, o que intensifica a importância de estudos voltados para valorização e preservação desse patrimônio único, que interliga os aspectos biológicos e culturais de uma sociedade ou região (ALVES *et al.*, 2023), além de gerar e congrega desenvolvimento de políticas públicas voltadas à saúde, à economia regional e à preservação ambiental (SILVA *et al.*, 2024).

Muitas plantas que habitam a biodiversidade local sintetizam produtos naturais que produzem metabólitos secundários com propriedades aromáticas e bioativas, entre esses produtos estão os óleos essenciais, que têm despertado interesse crescente por seus potenciais farmacológicos, cosméticos e agroindustriais. Na região do Cariri cearense, esse campo de estudo tem se intensificado nas últimas décadas pelo Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais (LPPN), da Universidade Regional do Cariri (URCA).

O LPPN, tem desempenhado importantes ações na investigação científica de várias espécies medicinais endêmicas ou cultivadas na biodiversidade regional. Desde 2001, suas atividades de pesquisa envolvem o isolamento, caracterização e avaliação biológica de metabólitos secundários, especialmente óleos essenciais e extratos vegetais da flora cearense. Com infraestrutura especializada, o laboratório contribui para a validação científica do uso tradicional de plantas, além de gerar dados que podem subsidiar políticas de saúde, conservação ambiental e desenvolvimento de produtos bioativos regionais (URCA/LPPN, 2023). Tais estudos, em parceria com outros laboratórios de pesquisa da URCA, a saber: Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular (LMBM), Laboratório de Farmacologia e Química Molecular (LFQM), Laboratório de Botânica Aplicada (LBA), Laboratório de Bioprospecção de Produtos do Semiárido e Métodos Alternativos (LABSEMA), Laboratório de Micologia Aplicada do Cariri (LAMAC), bem como de outras IES do Ceará e do Brasil, têm revelado compostos com atividades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias, alelopáticas, entre

outras, o que amplia significativamente a validação empírica do uso tradicional das plantas, além de abrir novas possibilidades para a sustentabilidade e valorização científica da flora regional.

Este livro buscou compilar informações sobre os óleos essenciais de plantas medicinais encontradas na região do Cariri, abordando suas características botânicas, aspectos químicos, usos populares e as propriedades biológicas de diversas espécies. Além de representar ação estratégica de divulgação e democratização do conhecimento gerado no ambiente acadêmico, o livro também sistematiza resultados obtidos, por anos de pesquisa laboratorial, de forma a contribuir com estudantes, pesquisadores e membros da comunidade em geral. Ao reunir todas essas informações, a obra se propõe a ser referência regional e nacional sobre o tema, e promover a valorização da biodiversidade local, com vistas ao uso sustentável e seguro das plantas na medicina tradicional.

Estruturado para conduzir o leitor por jornada que articula o saber histórico, científico e popular, o livro se inicia com capítulos introdutórios sobre o contexto histórico, biossíntese, importância química e segurança dos óleos essenciais, seguidos por caracterização ecológica da região do Cariri. A partir daí, cada capítulo é dedicado a uma espécie vegetal, organizada de forma padronizada por família com informações sobre identificação e classificação botânica, características morfológicas, usos populares, composição química, propriedades medicinais e toxicidade. Essa abordagem facilita a compreensão e a comparação entre as espécies, promovendo visão integrada entre ciência e saberes tradicionais.

Assim, o LPPN não apenas contribui para o avanço da ciência, mas também fortalece o vínculo entre universidade e sociedade, promovendo a interiorização do conhecimento e valorizando o potencial fitoterápico do bioma Caatinga. O livro, ao traduzir os resultados dessas investigações em linguagem acessível e cientificamente fundamentada, reforça o compromisso institucional com a formação acadêmica, a inovação e o desenvolvimento regional sustentável.

Óleos Essenciais – Abordagem Química, Biossíntese e Importância Ecológica

José Galberto Martins da Costa.

Abordagem Química

Os óleos essenciais são misturas de compostos orgânicos voláteis e lipofílicos, produzidos por plantas como parte de seus metabólitos secundários. Esses compostos são responsáveis por aromas característicos e volatilidade, sendo comumente obtidos por técnicas que separam as frações voláteis da matéria vegetal (KHAN *et al.*, 2023).

Os compostos voláteis das plantas podem ser encontrados em diversas de suas partes, incluindo folhas, caules, flores, raízes e sementes, especialmente em estruturas especializadas, tais como tricomas glandulares, glândulas de óleo, ductos resinosos, bolsões oleosos ou cavidades secretoras. Estudos anatômicos recentes (OCTAVIA *et al.*, 2023) detalham as características morfológicas dessas glândulas em *Mentha piperita* e *Mentha spicata*, sua localização, tamanho e densidade, que influenciam no rendimento e composição química (OCTAVIA *et al.*, 2023).

Na expressiva maioria, a composição química dos óleos essenciais é baseada em isoprenóides, que compõem sistema complexo devido à presença de substâncias altamente funcionalizadas pertencentes a diferentes classes químicas, como fenóis, aldeídos, cetonas, ésteres, éteres, entre outras. Dentre os principais grupos presentes, destacam-se os monoterpenóides, sesquiterpenóides e fenilpropanóides. Não obstante, raríssimos óleos essenciais apresentam isotiocianatos, que tem por característica estrutural a presença de enxofre na sua composição química. De modo geral, a síntese e a quantidade dos compostos presentes nos óleos essenciais são influenciadas por fatores genéticos, ambientais e fisiológicos, como; luz, água, estresse, fenologia (TSITLAKIDOU *et al.*, 2023).

De forma ampla, a classificação dos terpenóides é feita com base nas cadeias homólogas de unidades isoprenóides presentes em sua estrutura, sendo classificados em monoterpenóides, sesquiterpenóides, diterpenóides, sesterpenóides, triterpenóides e tetraterpenóides (Tabela 1). Os óleos essenciais e os oleorresinas contêm, como constituintes básicos da composição química, monoterpenóides (C₁₀, correspondentes a duas unidades isoprenóides) e/ou sesquiterpenóides (C₁₅, correspondentes a três unidades isoprenóides), nos quais os blocos isoprenóides estão condensados na forma “cabeça-cauda” (regra do isopreno), formando grande grupo de produtos naturais (DUBEY *et al.*, 2003; PAGE *et al.*, 2004).

Na Figura 1 está ilustrada a estrutura do 2-metilbutano, que determina o esqueleto base para a “regra do isopreno” (com a conveniência ou não das ligações duplas). Em destaque verde (carbonos 1, 2 e 5) está representada a “Cabeça”, e em destaque vermelho (carbonos 3 e 4) a representação da “Cauda”. Também, abaixo, nas estruturas do mirceno e limoneno, observa-se ligações tracejadas, representando as condensações “Cabeça-Cauda”, entre as unidades de isopreno.

Figura 1. Representação estrutural da unidade isoprenóide segundo a orientação “cabeça-cauda” no esqueleto do 2-metilbutano, com exemplos aplicados ao isopreno, mirceno e limoneno.

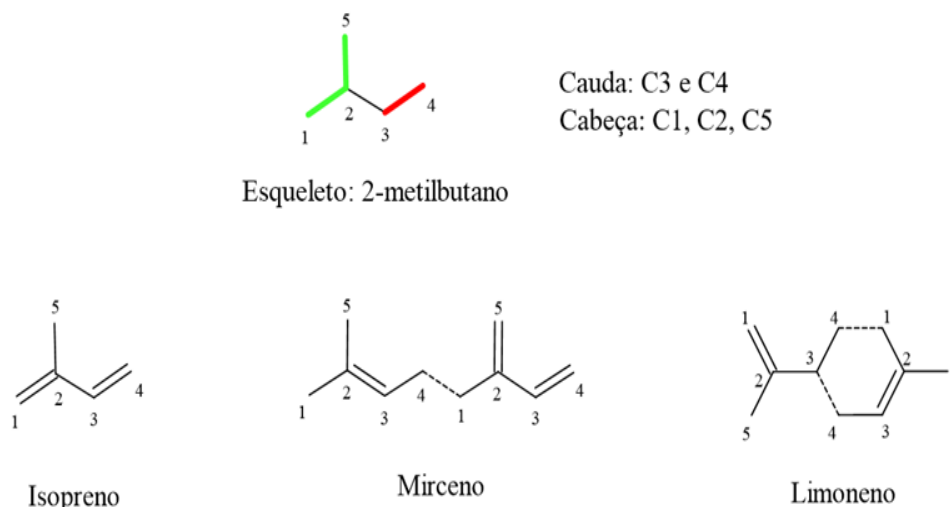


Tabela 1: Principais classes de terpenóides conforme a quantidade de unidades isoprenóides, condensadas de acordo com a regra do isopreno.

Classes de terpenoides	Unidades de isopreno	Quantidade de carbonos
Monoterpenóide	2	10
Sesquiterpenóide	3	15
Diterpenóide	4	20
Sesteterpenóide	5	25
Triterpenóide	6	30
Tetraterpenóide	8	40

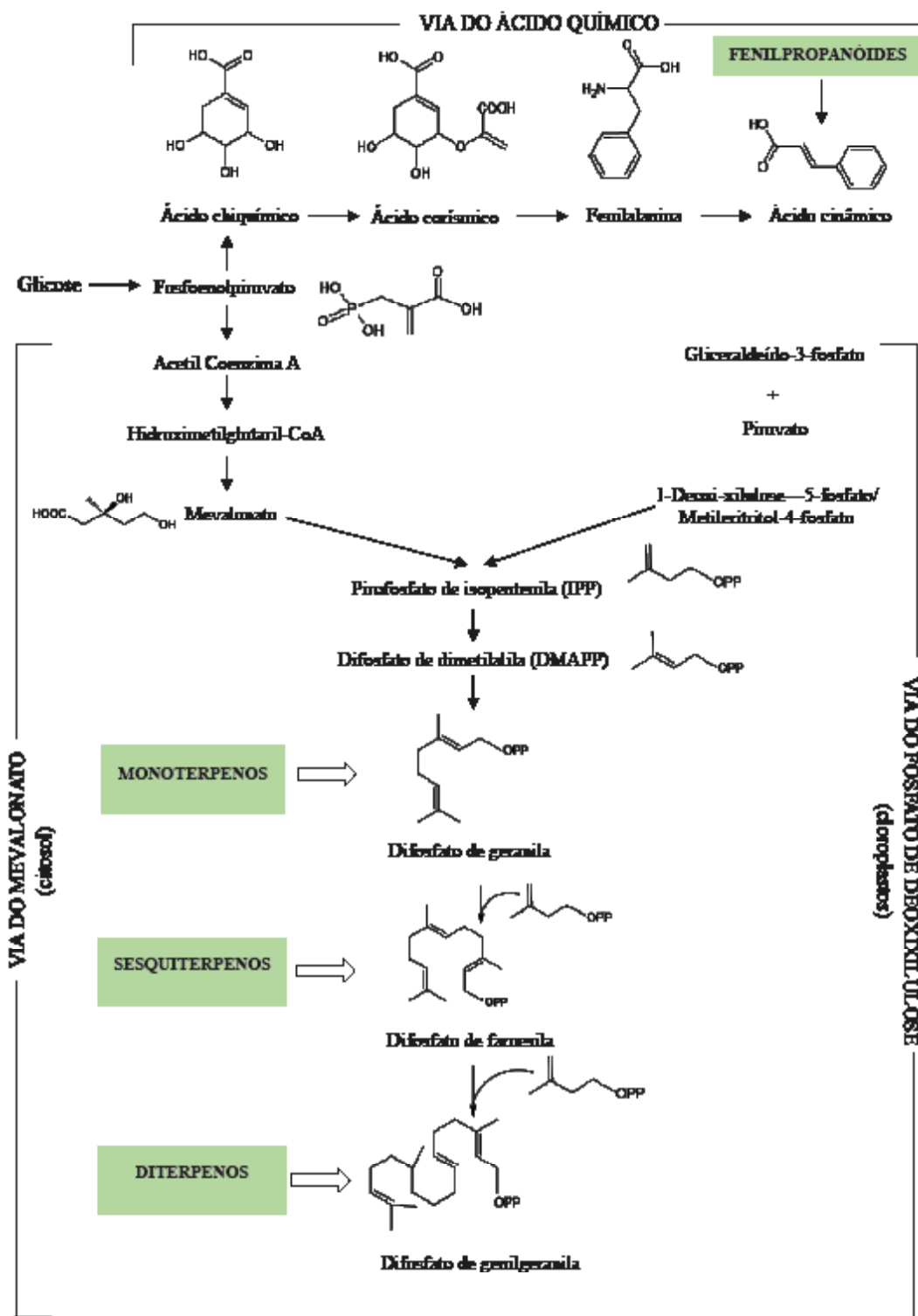
Biossíntese

A biossíntese de terpenóides envolve dois precursores isoméricos: isopentenil pirofosfato (IPP) e dimetilalil difosfato (DMAPP), ambos estruturados pela unidade de isopreno C5 ativo. As unidades de IPP e DMAPP são biossintetizadas por duas vias diferentes. A via clássica do mevalonato (MVA), operada no citosol, biossintetiza IPP a partir de acetil-CoA e a via plastidial 2-C-metileritritol 4-fosfato (MEP) leva à formação de IPP e DMAPP a partir de gliceraldeído-3-fosfato e piruvato (Figura 2).

Os fenilpropanóides, outra classe importante em óleos essenciais, são sintetizados pela via do ácido chiquímico (Figura 2), tendo como principais precursores o ácido cinâmico e o ácido *p*-hidroxicinâmico, originados dos aminoácidos aromáticos fenilalanina e tirosina, respectivamente (DEWICK *et al.*, 2002; SANGWAN *et al.*, 2001). O ácido chiquímico é sintetizado a partir de eritrose 4-fosfato e fosfoenolpiruvato. A eliminação de um dos álcoois do anel do ácido chiquímico e a reação com fosfoenolpiruvato produzem ácido corísmico. Este composto forma o esqueleto do

ácido fenilpropionico. A aminação e a redução da função cetona produzem o aminoácido fenilalanina, enquanto a redução e a eliminação levam ao ácido cinâmico, que produz o ácido cítrico e o ácido malônico. Os compostos fenilpropanóides contêm um ou mais fragmentos C6-C3, sendo a unidade C6 um anel benzênico. De forma que, por exemplo, a aromatização do ácido chiquímico produz derivados do ácido benzoico, presentes em diversos óleos essenciais (BASER; BUCHBAUER, 2015).

Figura 2: Biossíntese de terpenóides e fenilpropanóides em plantas.

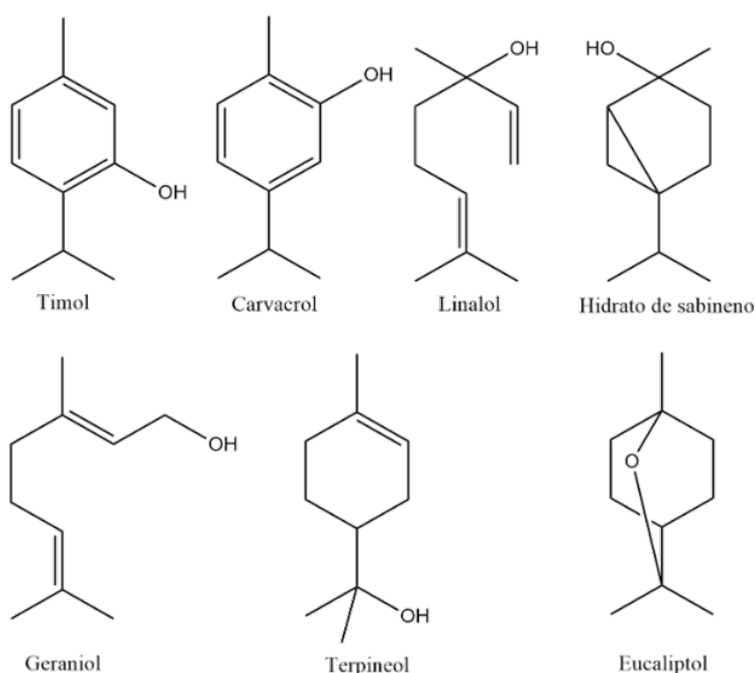


Quimiotipos

Quimiotipos referem-se a subespécies de uma planta que possuem as mesmas características morfológicas (relacionadas à forma e estrutura), mas produzem diferentes quantidades de componentes químicos em seus óleos essenciais. Quando os óleos essenciais são descritos apenas por seus nomes comuns, eles não apenas excluem a importância da espécie como também não levam em conta o quimiotipo (HOSSEIN *et al.*, 2015).

De modo geral, os quimiotipos são frequentemente definidos pela substância química mais abundante produzida por aquele indivíduo, e esse conceito tem sido útil em trabalhos realizados por ecologistas químicos e químicos de produtos naturais. *Thymus vulgaris* (tomilho) é um exemplo de planta com muitos quimiotipos polimórficos. Embora em grande parte indistinguíveis na aparência, espécimes de *T. vulgaris* podem ser atribuídos a um dos sete quimiotipos diferentes, dependendo se o componente dominante do óleo essencial seja timol, carvacrol, linalol, geraniol, hidrato de sabineno (tuianol), α -terpineol ou eucaliptol. Tais quimiotipos (Figura 3) podem ser indicados como *T. vulgaris* qt. timol (tomilho vermelho), *T. vulgaris* qt. geraniol (tomilho doce) e assim por diante (KEEFOVER-RING, 2022).

Figura 3. Estruturas químicas de quimiotipos de *Thymus vulgaris* (tomilho).



Como os quimiotipos são definidos apenas pelo metabólito secundário mais abundante, eles podem ter pouco significado prático em grupo de organismos que compartilham a mesma característica. Indivíduos de um quimiotipo podem ter características muito diferentes. Isso significa que dois indivíduos do mesmo quimiotipo podem ter impactos diferentes sobre herbívoros, polinizadores e resistência a pragas, por exemplo (PATEL, 2016).

Importância Ecológica

Inquestionavelmente, os óleos essenciais cumprem papéis fundamentais nos ecossistemas. Além de conferirem aroma e sabor, esses produtos naturais exercem várias funções ecológicas críticas, por exemplo, atuam como defesas químicas contra herbívoros e agentes patogênicos, regulam interações planta-planta e planta-microrganismo, e servem de sinalização para polinizadores ou para indicar estresse ambiental (BOACHON *et al.*, 2024).

Estudos com óleos essenciais, como alternativas sustentáveis aos insumos sintéticos, estão cada vez focando em aplicações como biopesticidas, conservantes alimentares e agentes de preservação cultural. Para essa finalidade as pesquisas avançam e demonstram que certos óleos essenciais têm ação inseticida, antifúngica e antimicrobiana bastante eficaz contra pragas agrícolas, fungos patogênicos e microrganismos deteriorantes, com menor toxicidade para espécies não-alvo quando comparados a pesticidas convencionais (ASSADPOUR *et al.*, 2024).

A relevância de estudos com óleos essenciais aplicados ao controle ambiental perpassa pela necessidade de tendência de desenvolvimento de técnicas de extração mais sustentáveis, bem como de formulações avançadas (nanoemulsões, microcapsulação) que melhoram a estabilidade, biodisponibilidade e segurança dos óleos essenciais. Esses avanços permitem reduzir perdas, prolongar o efeito desejado e minimizar impactos ecológicos (KASPUTE *et al.*, 2025).

Por outro lado, o uso ecológico e sustentável dos óleos essenciais também enfrenta desafios. A produção exige terra, água e energia, e há variabilidade na composição química em função de fatores ambientais, genéticos e do método de cultivo ou extração. A elaboração de biopesticidas baseados em óleos essenciais necessita considerar os efeitos sobre espécies não-alvo, polinizadores e organismos benéficos. Estudos recentes apontam que embora muitos óleos essenciais causem baixo impacto ambiental comparado aos químicos sintéticos, existem casos de ecotoxicidade ou fitotoxicidade se usados em doses inadequadas ou sem avaliação de risco (GOSTIN POPESCU, 2023).

Nessa perspectiva, para que os benefícios ecológicos se concretizem, é necessário considerar limitações ou impactos potenciais. Vários estudos revisaram efeitos tóxicos de extratos vegetais e óleos essenciais sobre organismos aquáticos ou insetos não-alvo, em algumas situações, os óleos essenciais se mostram mais tóxicos que extratos vegetais menos concentrados (FERRAZ *et al.*, 2022).

A variabilidade e instabilidade química da composição dos óleos essenciais estabelece consideráveis diversidades com espécie, faixa geográfica, condições do solo/clima, estação, e práticas de cultivo. Isso dificulta padronização, eficácia previsível ou uso seguro (BEN MIRI, 2025). Além do fato de que plantas usadas para obtenção de óleos essenciais estão sujeitas à extração excessiva na natureza, coleta não sustentável, que pode ameaçar populações selvagens, o que está em desacordo com a necessidade de cadeia seja sustentável (FERRAZ *et al.*, 2022).

Referências

ALVES, Jorge Henrique *et al.* Mapeamento e análise da diversidade de sementes em Casas de Sementes do Cariri Cearense / Mapping and analysis of diversity in seed house in Cariri Cearense /

Mapeo y análisis de la diversidad en dasa de semillas en Cariri Cearense. **REVISTA NERA**, v. 27, n. 1, 13 dez. 2023.

ASSADPOUR, Elham *et al.* Application of essential oils as natural biopesticides; recent advances. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 64, n. 19, p. 6477–6497, 2024.

BASER, K. Husnu Can and BUCHBAUER, Gerhard. **Handbook of Essential Oils. Science, Technology, and Applications**, Second Edition. Boca Raton, 1128, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/b19393>. Acesso em: 16 out. 2025.

BEN MIRI, Yamina. Essential Oils: Chemical Composition and Diverse Biological Activities : A Comprehensive Review. **Natural Product Communications**, v. 20, n. 1, 1 jan. 2025.

BOACHON, Benoît *et al.* Natural fumigation as a mechanism for volatile transport between flower organs. **Nature Chemical Biology**, v. 15, n. 6, p. 583–588, 20 set. 2024.

DEWICK, PM. **Medicinal nature products: A biosynthetic approach**. 2nd edn, John wiley & Sons, New York, 2002.

DUBEY, Vinod Shanker, BHALLA, Ritu and LUTHRA, Rajesh. An overview of the non-mevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants. **Journal of Biosciences**, 28:637-646. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/bf02703339>. Acesso em: 17 jul. 2025.

FERRAZ, Celso Afonso *et al.* Ecotoxicity of plant extracts and essential oils: A review. **Environmental Pollution**, v. 292, p. 118319, 1 jan. 2022.

GOSTIN, Irina Neta; POPESCU, Irinel Eugen. Evaluation of the Essential Oils Used in the Production of Biopesticides: Assessing Their Toxicity toward Both Arthropod Target Species and Beneficial Pollinators. **Agriculture** 2024, Vol. 14, Page 81, v. 14, n. 1, p. 81, 30 dez. 2023.

HOSSEIN, Sadeghi, ZAHRA, Robati and SAHARKHIZ, Mohammad Jamal. Variability in *Zataria multiflora* Bioss essential oil of twelve populations from Fars province, Iran. **Industrial Crops and Products**, 67, 221–226, 2015. doi:10.1016/j.indcrop.2015.01.021

KASPUTE, Greta *et al.* Enhancing essential oils: advanced extraction, sustainability, and nanotechnology for optimal use. **Planta**, v. 262, n. 3, p. 1–14, 1 set. 2025.

KEEFOVER-RING, Ken. The chemical biogeography of a widely distributed aromatic plant species shows spatial and temporal variation. **Ecology and Evolution**. 12:e9265, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.9265>. Acesso em: 16 jul. 2025.

KHAN, Sipper *et al.* Chapter 1 - Essential oils in plants: Plant physiology, the chemical composition of the oil, and natural variation of the oils (chemotaxonomy and environmental effects, etc.). **Essential Oils**. 1-36, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.12695>. Acesso em: 16 ago. 2025.<https://doi.org/10.1002/jsfa.12695>

MCGARVEY DJ and CROTEAU R, Terpenoid metabolism. **The Plant Cell**, 7:1015–1026, 1995.

OCTAVIA, Novi Dwi *et al.* Características da estrutura anatômica e glândulas sebáceas essenciais da folha de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e hortelã (*Mentha spicata*). **Jornal de Ciência Mundial**,

2(9), 1314–1329, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.58344/jws.v2i9.413>. Acesso em: 16 ago. 2025.<https://doi.org/10.58344/jws.v2i9.413>.

PAGE, Jonathan E *et al.* Functional analysis of the final steps of the 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate (DXP) pathway to isoprenoids in plants using virus-induced gene silencing. **Plant Physiology**. 134:1401-1413, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.103.038133>. Acesso em: 7 ago. 2025.

PATEL, Rajendra P. Differential response of genotype $\times$ environment on phenology, essential oil yield and quality of natural aroma chemicals of five *Ocimum* species. **Industrial Crops and Products**, 87, 210–217. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.001>. Acesso em: 10 out. 2025.

SANGWAN, NS *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regul.** 34, 3-21, 2001.

TSITLAKIDOU, Petroula *et al.* Current status, technology, regulation and future perspectives of essential oils usage in the food and drink industry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 103, p. 6727–6751, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91740-7.00016-5>. Acesso em: 9 set. 2025.

Métodos Extrativos e Caracterização Química

José Galberto Martins da Costa; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Mariana Pereira da Silva; João Vitor Facundo Xenofonte; Gerson Javier Torres Salazar.

Métodos de Extração

Os métodos mais comuns para obtenção de óleos essenciais são hidrodestilação e destilação por arraste a vapor. Nas últimas décadas houve forte engajamento de métodos “verdes” e assistidos por energia, por exemplo, extração por fluido supercrítico, assistida por micro-ondas e assistida por ultrassom, com o objetivo de se obter maior rendimento, menor degradação térmica e redução do uso de solventes orgânicos. Essas técnicas modernas também permitem melhor seletividade e preservação de compostos termolábeis (UWINEZA e WAŚKIEWICZ, 2020).

Hidrodestilação

Estudos comparativos evidenciam que a extração por hidrodestilação (Figura 1) é mais eficiente na obtenção de compostos voláteis, favorecida pela ruptura do tecido vegetal por imersão em água, ocasionando a liberação de voláteis. Esse método contribui para a extração de perfil químico mais direcionado para a subclasse de monoterpenos e outras moléculas polares (MORADI-SADR *et al.* 2023). Em contrapartida, esse fator pode ocasionar a perda de compostos lábeis por hidrólise com o aumento da temperatura do meio.

No processo de hidrodestilação, o material vegetal é imerso em água e a mistura é aquecida até ebulição. O vapor de água arrasta os compostos voláteis contidos nas estruturas secretoras da planta, condensando e separado em duas fases, o óleo essencial (menos denso) e hidrolato. O óleo essencial é então coletado e purificado.

Figura 1. Sistema de extração de óleos essenciais por hidrodestilação em escala laboratorial. O aparato é constituído por uma manta de aquecimento com controle termostático, balão de fundo redondo contendo a biomassa vegetal e água.



Fonte: TECNAL. Destilador de Óleos Essenciais – TE-2761/20. Disponível em: https://tecnal.com.br/pt-BR/produtos/detalhes/4095_destilador_de_oleos_essenciais. Acesso em: 13 out. 2025.

Destilação por Arraste a Vapor

O método fundamenta-se na Lei das Pressões Parciais de Dalton, permitindo a extração de compostos voláteis a temperaturas inferiores aos seus pontos de ebulição individuais (Figura 2). O agente de arraste (vapor de água) permeia a matriz vegetal, volatizando seus compostos. Posteriormente, a mistura resultante entra em ebulição, promovendo extração a temperaturas mais baixas e evitando degradação térmica. Quando a pressão é aumentada, a energia de vapor penetra melhor na matriz vegetal rompendo a estrutura da célula que contém o óleo, o que promove maior rendimento (MARČAC *et al.*, 2023). Por não haver contato direto da água com o material, reações de hidrólise são minimizadas e sua composição química é preservada (RAZA *et al.*, 2024).

Contudo, a aplicabilidade do método encontra limitações em matrizes ricas em compostos com diferentes polaridades, como os fenólicos. A interação desses compostos com a água pode levar à formação de emulsões estáveis e difíceis de separar durante a fase de condensação e decantação. Esse fenômeno, motivado por diferenças eletrostáticas e de afinidade molecular, resulta no aprisionamento de parte do óleo na fase aquosa (hidrolato), impactando negativamente o rendimento final da extração (CHILEV; PESHEV, 2025).

Figura 2. Sistema de destilação por arraste a vapor em escala piloto ou semi-industrial. O equipamento é construído de aço inoxidável e composto por um vaso de extração pressurizado com um manômetro para monitoramento da pressão interna. O vapor é gerado e passa pela biomassa vegetal (não submersa), sendo então conduzido ao condensador tubular de alta capacidade e a uma unidade de coleta de óleo.



Fonte: Adaptado de: ALIBABA. *Industrial Steam Distillation High Efficient Machine*. Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Industrial-Steam-Distillation-High-Efficient-Machine_1601289336566.html. Acesso em: 13 out. 2025.

Extração por Fluido Supercrítico

A extração por fluido supercrítico representa técnica verde para extração de compostos de plantas que utilizem fluidos supercríticos, como exemplo, o dióxido de carbono como solvente. Esse processo é dividido em quatro estágios: i) Dessorção do analito da matriz, ii) solubilização do analito pelo fluido supercrítico, iii) arraste do analito para fora da célula de extração e iv) coleta do analito extraído.

O processo extrativo é valorizado pela alta pureza extrativa. O dióxido de carbono é facilmente removido, sem resíduos e pela preservação de compostos termolábeis, graças à operação em baixas temperaturas. A técnica é processo verde e oferece seletividade ajustável pela variação da pressão, e suas principais limitações são o alto custo inicial do equipamento de alta pressão e a baixa polaridade do dióxido de carbono, o que exige o uso de cossolventes para extrair compostos mais polares, aumentando a complexidade (DA SILVA *et al.* 2016).

O processo de extração começa com o bombeamento do solvente (fluido supercrítico) para a célula extratora que contém a amostra. O fluido é então pressurizado e aquecido até atingir as condições supercríticas desejadas. Na célula, ocorre o contato entre a matriz, o qual pode ser dinâmico (o fluido supercrítico passa continuamente) ou estático (quantidade fixa do fluido supercrítico permanece em contato). Após a obtenção, o óleo essencial obtido é levado a um restritor com controle de temperatura e pressão. Neste ponto, a despressurização separa o óleo do fluido, que retorna ao seu estado gasoso original. Finalmente, o óleo essencial é coletado usando métodos como solventes, sistemas criogênicos, retenção em fase sólida ou acoplamento *on-line* a sistema de análise (Figura 3). O solvente extrator é, em geral, recolhido e reciclado (PINTO *et al.*, 2018).

Figura 3: Sistema de extração com fluido supercrítico, caracterizado pela separação que utiliza fluidos em condições supercríticas como solvente para extrair um componente desejado de uma matriz.



Fonte: SUPERCRITICAL FLUID TECHNOLOGIES. Extrator de Fluido Supercrítico modelo SFT-110. 2025. Disponível em: <https://www.supercriticalfluids.com/products/sft-110-sfe-system/>. Acesso em: 13 out. 2025.

Extração Assistida por Micro-ondas

O processo de extração assistida por micro-ondas baseia-se no impacto direto da radiação eletromagnética em material que pode absorver essa energia e convertê-la em calor. Essa energia traz muitas vantagens para o processo de extração, como menor consumo de solvente e energia, curto tempo de análise e rendimento mais elevado (MANDAL *et al.*, 2007). O aquecimento é o resultado do atrito que é produzido pela migração entre o meio e os íons em movimento. A rotação dipolar ocorre quando as moléculas dipolares tentam se adaptar ao campo elétrico alternado. Este fenômeno ocorre em ambiente no qual, as colisões ocorrem entre os dipolos e as moléculas circundantes (ZHANG *et al.*, 2011).

Existem dois processos principais para conduzir a extração assistida por micro-ondas, o primeiro utiliza temperatura e pressão controlada, e recipiente fechado é usado. O segundo modelo utiliza recipiente aberto, e a temperatura de extração depende do solvente a ser utilizado, por causa do ponto de ebulição dele. A amostra da planta passa por aquecimento dielétrico, devido à radiação eletromagnética entre 300 MHz e 300 GHz. Ambos os fenômenos produzem aumento na energia térmica, levando à extração eficiente (LÓPEZ-SALAZAR *et al.* 2023). Dessa forma, o procedimento de micro-ondas assistida é considerado tecnologia verde (BAGADE e PATIL 2021).

Extração Assistida por Ultrassom

A extração assistida por ultrassom não é comumente utilizada na extração de óleos essenciais, porém há relatos na literatura sobre o seu uso. É um método sólido-líquido que utiliza a energia mecânica de ondas ultrassônicas aplicadas às amostras, que por meio de choques intensos formam

microbolhas no meio líquido (cavitação) (Figura 4). Essas estruturas implodem violentamente e geram altas temperaturas (cerca de 4500 °C) e pressões extremas (cerca de 50MPa) que causam rupturas na membrana celular (sonólise) e facilitam a transferência de massas, resultando em maior rendimento na extração de compostos desejados.

A extração assistida por ultrassom representa método ecologicamente correto. Apresenta como vantagens excepcionais, ao extrair compostos bioativos das plantas, a redução de tempo de extração, melhora a qualidade e o rendimento do extrato, além de possibilitar a preservação das características biológicas dos óleos, aumentando a potencialidade dos compostos bioativos desejados. Outra vantagem da técnica inclui a redução da temperatura (ZHANG *et al.*, 2018). Por outro lado, por utilizar temperaturas muito altas, pode ocorrer a degradação de compostos termossensíveis, alterando o perfil químico e a qualidade final do óleo essencial. Portanto, a otimização cuidadosa é a chave para que esse método se consolide como alternativa simples, rápida e sustentável aos métodos convencionais.

Figura 4 Sistema de Extração Assistida por Ultrassom. O equipamento é composto por um ultrassonicador de sonda imerso em um reator de extração contendo o material vegetal e o solvente extrator. A energia ultrassônica fornecida pela ponta da sonda provoca o fenômeno de cavitação, facilitando a liberação dos compostos de interesse da matriz vegetal para o solvente. Após o tempo de irradiação, o extrato é separado do resíduo sólido por filtração ou centrifugação, sendo o passo inicial para a obtenção do produto.



Fonte: HIELSCHER ULTRASONICS. Processador ultrassônico UIP2000hdT para extração em batelada. 2024. Disponível em: <https://www.hielscher.com/uip2000hdt-2000-watts-powerful-industrial-ultrasonicator-for-full-process-control.htm>. Acesso em: 13 out. 2025.

Caracterização Química

Para análises químicas qualitativa e quantitativa, o padrão-ouro continua sendo a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG–EM, ou em inglês GC-MS) e, quando necessário para quantificação, a cromatografia gasosa acoplada ao detector de ionização de chama (CG-DIC, ou

em inglês GC-FID). Métodos avançados incluem Cromatografia gasosa bidimensional abrangente (CG×CG) e colunas quirais para separação de enantiômeros, além do uso de índices de retenção lineares (IRL) para identificação mais robusta. A preparação da amostra para a análise de voláteis evoluiu e técnicas como HS-SPME (Micro extração em fase sólida Headspace) permitem extração direta do headspace sem solventes, reduzindo artefatos e fornecendo perfis voláteis muito próximos do aroma “real” da matriz. A combinação HS-SPME/GC–MS é hoje amplamente usada para mapear o metaboloma volátil de plantas e óleos essenciais (GONZÁLEZ-MORENO *et al.*, 2025).

A literatura sobre estudos com óleos essenciais compara métodos de extração (rendimento, perfil químico, presença de artefatos) e protocolos analíticos (tipo de fibra SPME, condições de dessorção, coluna GC, biblioteca de espectros, uso de padrões e LRI), porque diferenças metodológicas explicam variações significativas nos perfis relatados. Revisões recentes e estudos comparativos demonstram que a escolha da técnica afeta tanto a composição relativa (percentuais) quanto a presença/ausência de compostos menores, o que é crucial quando se busca relacionar propriedades biológicas a componentes específicos (GONZÁLEZ-MORENO *et al.*, 2025).

Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM)

O Cromatógrafo Gasoso acoplado a Espectrômetro de massas (Figura 5) é amplamente utilizado para identificar e quantificar compostos voláteis, de baixo peso molecular, em misturas complexas, separando e quantificando os componentes da amostra pela razão massa/carga (m/z). A fase móvel é um gás inerte, como o hélio (He) ou hidrogênio (H_2). Os íons formados após o bombardeamento de elétrons são acelerados e separados, enviando sinal para o detector. O tempo de retenção e o espectro de massas obtido contribuem para a identificação química do composto. Desse modo, evidências apontam que esse método é o mais utilizado para a análise de óleos essenciais e outras amostras voláteis, devido à capacidade única de separar e identificar compostos.

Embora a técnica seja excelente para caracterização química de compostos voláteis majoritários, as perdas de isômeros e outros componentes minoritários reforçam a necessidade do seu uso associado a técnicas complementares para caracterização completa. O uso de uma segunda coluna com seletividade diferente é Cromatografia gasosa bidimensional abrangente (CG x CG-EM), uma estratégia muito utilizada para análise de amostras complexas, sujeitas a co-eluição. Isso garante que os compostos muito próximos sejam separados e tenham seus espectros de massa coletados de forma pura (YU *et al.*, 2022). Concomitantemente, a “Two-Dimensional Gas Chromatography Time-of-Flight Mass Spectrometry” (GC × GC TOFMS) permite identificar componentes minoritários e isômeros, apresentando maior poder de separação e sensibilidade para perfis complexos do que a técnica original (SAHOO *et al.*, 2024).

O uso de Cromatografia líquida acoplada ao detector de espectrometria de massas (CL–EM) em complemento ao CG–EM, demonstrou que alguns constituintes termossensíveis oxidados ou polarizados são mais bem detectados por CL-EM, enquanto a técnica tradicional manteve-se eficiente na identificação de voláteis clássicos (monoterpenos, sesquiterpenos) (YANG *et al.*, 2024). A técnica tradicional é incapaz de caracterizar compostos não voláteis sem derivatizar a matriz. Outras

combinações como CG-QTOF-EM (Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas por tempo de voo/ transformada de Fourier) capaz de identificar e separar isômeros, e infusão direta em EM por TF-RCI (Ressonância ciclônica de íons por transformada de Fourier), que possui alta resolução de massa na ordem de milhões, possibilitaram a determinação de perfil químico abrangente, sobretudo da fração não volátil (GUO *et al.*, 2025). Desse modo, para elucidação química robusta faz-se necessário acoplar CG-EM a técnicas ortogonais como, Ressonância Magnética Nuclear acoplada a cromatografia líquida e espectrometria de massas (RMN, CL-EM), principalmente se as bibliotecas forem insuficientes (CUCINOTTA *et al.*, 2024).

Recente estudo mostrou que métodos combinados, tal como, Microextração em fase sólida por Headspace acoplada com cromatografia gasosa acoplada por espectrômetro de massas (HS-MEFS/CG-EM) apresentou capacidade de manter o perfil volátil do óleo de *Artemisia absinthium*, preservando a essência da composição química, sem a necessidade de extração líquida prévia. Apesar disso, a técnica possui limitações qualitativas que podem afetar a reprodutibilidade da análise (AATI *et al.*, 2024). Outro estudo revela que essa técnica é seletiva para compostos voláteis de cabeçalho e altamente voláteis sem produtos de transformação térmica (GABRIEL *et al.*, 2025). A integração com cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC/MS) permite a elucidação do perfil químico representativo do metaboloma vegetal, mesmo com suas diferentes polaridades. Esse fator é importante quando o óleo não possui frações totalmente voláteis e apolares, como também na busca por marcadores bioativos que não aparecem bem em CG (BANSAL *et al.*, 2024).

Figura 5: Cromatógrafo Gasoso acoplado a Espectrômetro de Massas (CG-EM), utilizado para a separação, identificação e quantificação dos constituintes voláteis de óleos essenciais com base em seus tempos de retenção e espectros de massas.



Cromatografia Gasosa acoplada ao Detector de Ionização de Chama (CG-DIC)

Cromatografia gasosa com detector de ionização por chama (CG-DIC) representa técnica analítica adequada para a análise quantitativa do óleo essencial, pois oferece alta sensibilidade, grande estabilidade e uma faixa dinâmica linear excepcionalmente alta que permite a análise de componentes voláteis como o óleo essencial em concentrações muito baixas ou em níveis de traços (SFETSAS *et al.*, 2011).

A CG-DIC oferece grande sensibilidade a variedade de compostos orgânicos voláteis, além de ser relativamente simples de operar. No entanto, apesar das suas vantagens, a identificação de compostos ativos pelo CG-FID tem limitação inerente, pois o detector fornece apenas informações de quantidade (massa) e tempo de retenção.

Em análises com CG-DIC a identidade de um pico é muitas vezes presumida com base em índices de retenção e comparação com padrões, o que pode ser insuficiente para amostras complexas, limitando a identificação a informações sobre seus índices de retenção e seus picos. É por essa razão que, para a confirmação estrutural inequívoca de componentes específicos, a técnica frequentemente requer o acoplamento a um detector complementar, como o espectrômetro de massas (CG-EM), que adiciona uma dimensão de informação qualitativa fundamental (SHUTTLEWORTH e JOHNSON, 2022).

Figura 6: Cromatógrafo Gasoso acoplado a Detector de Ionização de Chama (CG-DIC), empregado na separação e quantificação de constituintes voláteis com base em seus tempos de retenção e resposta de massa.



Outros Métodos Analíticos

Outros métodos analíticos têm sido amplamente empregados para a caracterização detalhada de amostras. Entre eles, destaca-se a espectroscopia de fluorescência, técnica sensível e não destrutiva utilizada para investigar a interação entre moléculas e analisar compostos que apresentam capacidade de emissão de luz quando excitados por radiação eletromagnética.

Os compostos químicos presentes em óleos essenciais, como terpenóides e, principalmente, fitoquímicos aromáticos (cumarinas e polifenóis), possuem anéis aromáticos ou duplas ligações conjugadas, que são estruturas capazes de fluorescer quando excitadas por luz em comprimentos de onda específicos. Ao analisar a intensidade de fluorescência em diferentes comprimentos de onda de excitação é possível identificar a pureza do óleo e perfis espectrais sutis podem distinguir óleos

essenciais extraídos de diferentes espécies de plantas ou de diferentes regiões geográficas (MOURÃO *et al.*, 2024).

Por outro lado, a literatura relata que as tecnologias digitais exercem grande influência sobre as inovações em inteligência artificial (IA) (SIRCAR *et al.*, 2021). A pesquisa por novos compostos bioativos de origem natural, conhecidos como fitoquímicos, é campo de vital importância para as indústrias farmacêutica, nutracêutica e agrícola. A identificação, caracterização estrutural e avaliação das propriedades funcionais desses compostos – como bioatividade, toxicidade ou comportamento metabólico – dependem de processos laboratoriais caros, demorados e de alto rendimento. A necessidade de acelerar esse ciclo de descoberta e, ao mesmo tempo, gerenciar o crescente volume de dados químicos e biológicos impulsionou a adoção de abordagens computacionais avançadas.

A IA e o Aprendizado de Máquina (ML) surgiram como ferramentas revolucionárias, estabelecendo um novo paradigma na fitoquímica. Modelos preditivos, que utilizam algoritmos como Redes Neurais Artificiais (RNA), Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) e Aprendizado Profundo (Deep Learning), são capazes de processar grandes volumes de dados, incluindo informações genômicas, espectrais, estruturais moleculares e resultados de ensaios biológicos (NAYAK *et al.*, 2025).

O uso da IA transforma a fitoquímica, de um processo baseado em tentativa, para abordagem guiada por dados. Esta integração não apenas aumenta a eficiência e reduz os custos de pesquisa, mas também pavimentam o caminho para a descoberta e o desenvolvimento mais rápidos de novos fármacos e ingredientes funcionais de origem natural.

Referências

- AATI, H.Y. *et al.* Phytochemical Characterization Utilizing HS-SPME/GC-MS: Exploration of the Antioxidant and Enzyme Inhibition Properties of Essential Oil from Saudi *Artemisia absinthium* L. **Pharmaceuticals** 17:1460. 2024. <https://doi.org/10.3390/PH17111460/S1>
- BAGADE, S.B. e PATIL, M. Recent Advances in Microwave Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Complex Herbal Samples: A Review. **Crit Rev Anal Chem.** 51:138–149. 2021. <https://doi.org/10.1080/10408347.2019.1686966>
- BANSAL, Y. *et al.* Integrated GC-MS and UPLC-ESI-QTOF-MS based untargeted metabolomics analysis of *in vitro* raised tissues of *Digitalis purpurea* L. **Front Plant Sci**, 15:1433634. 2024. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2024.1433634/BIBTEX>
- CHILEV, C. e PESHEV, D. Hydro-distillation versus steam distillation for clove oil production. **Journal of Chemical Technology and Metallurgy.** 60:311–318, 2025. <https://doi.org/10.59957/JCTM.V60.I2.2025.13>
- CUCINOTTA, L. *et al.* Gas chromatographic techniques and spectroscopic approaches for a deep characterization of *Piper gaudichaudianum* Kunth essential oil from Brazil. **J Chromatogr A.** 1732:465208. 2024. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2024.465208>

- DA SILVA, R.P.F.F. *et al.* Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**. 76:40–51. 2016. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2015.11.013>
- GABRIEL, M.B.; PINHEIRO, G.P.; HANTAO, L.W.; SAWAYA, A.C.H.F. Comparison of Hydrodistillation and Headspace Solid-Phase Microextraction to Analyze Volatiles from Brazilian Propolis by GC-MS. **Chemosensors**. 13:322, 322. 2025. <https://doi.org/10.3390/CHEMOSENSORS13090322>
- GONZÁLEZ-MORENO, B. J. *et al.* Quantificação simultânea dos principais componentes do óleo essencial de *Thymus vulgaris* em revestimento comestível formado a partir de nanocápsulas utilizando HS-SPME-GC-FID. **Acta Chromatographica**. 37:3, 318-325. 2025. <https://doi.org/10.1556/1326.2024.01257>
- GUO J, M. M. and JÄNIS, J. Comprehensive chemical profiling of citrus peel essential oils by directinfusion ultrahighresolution FTICR MS and highresolution GC–QTOF MS. **Journal of Food Composition and Analysis**. 148. 2025. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2025.108204>
- LÓPEZ-SALAZAR, H. *et al.* Microwave-assisted Extraction of Functional Compounds from Plants: A Review. **Bioresources**. 18:6614–6638, 2023.
- MANDAL, V. *et al.* Microwave Assisted Extraction-An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. **Pharmacogn Ver**. 1, 2007.
- MARČAC, N. *et al.* Hydrodistillation and Steam Distillation of Fennel Seeds Essential Oil: Parameter Optimization and Application of Cryomilling Pretreatment. **Processes**. 11, 2023. <https://doi.org/10.3390/PR11082354>
- MORADI-SADR J.; EBADI M.T.; AYYARI M. Steps to achieve carvone-rich spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil: a case study on the use of different distillation methods. **Front Plant Sci**. 14, 2023. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2023.1292224/FULL>
- MOURÃO R.S. *et al.* Espectroscopia de fluorescência: dos fundamentos à influência dos parâmetros instrumentais para análises de corantes orgânicos e nanopartículas inorgânicas. **Quim Nova**. 47:e-20230095. 2024. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230095>
- NAYAK, S. *et al.* Unlocking the potential of essential oils in aromatic plants: a guide to recovery, modern innovations, regulation and AI integration. **Plants**. 262:1 262:1–23. 2025. <https://doi.org/10.1007/S00425-025-04724-Y>
- PINTO, G.M.F.; PINTO, J.F. e JARDIM, I.C.S.F. Extração com fluido supercrítico. **Revista Chemkeys**. 1–13. 2018. <https://doi.org/10.20396/CHEMKEYS.V0I4.9603>
- RAZA, M.H. *et al.* Comparative Study of Essential Oils Extracted From *Foeniculum vulgare* Miller Seeds Using Hydrodistillation, Steam Distillation, and Superheated Steam Distillation. **Food Sci Nutr**. 12:10535. 2024. <https://doi.org/10.1002/FSN3.4593>
- SAHOO, B.C. *et al.* Comparative Metabolomics of High and Low Essential Oil Yielding Landraces of Betelvine (*Piper betle* L.) by Two-Dimensional Gas Chromatography Time-of-Flight Mass Spectrometry (GC × GC TOFMS). **Anal Lett**. 57:694–710. 2024. <https://doi.org/10.1080/00032719>

SFETSAS, T. *et al.* Qualitative and quantitative analysis of pyrolysis oil by gas chromatography with flame ionization detection and comprehensive two-dimensional gas chromatography with time-of-flight mass spectrometry. **J Chromatogr A** 1218:3317–3325. 2011. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2010.10.034>

SHUTTLEWORTH, A.; JOHNSON, S.D. GC-MS/FID/EAD: A method for combining mass spectrometry with gas chromatography-electroantennographic detection. **Front Ecol Evol.** 10:1042732. 2022. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2022.1042732/BIBTEX>

SIRCAR, A. *et al.* Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry. **Petroleum Research** 6:379–391. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.PTLRS.2021.05.009>

UWINEZA, P.A.; WAŚKIEWICZ, A. Recent Advances in Supercritical Fluid Extraction of Natural Bioactive Compounds from Natural Plant Materials. **Molecules.** 25(17):3847. 2020. doi: 10.3390/molecules25173847

YANG, H. *et al.* Identification and variation analysis of the composition and content of essential oil and fragrance compounds in Phoebe zhennan wood at different tree ages. **Front Plant Sci.** 15:1368894. 2024. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2024.1368894/FULL>

YU, M. *et al.* Research progress in comprehensive two-dimensional gas chromatography-mass spectrometry and its combination with olfactometry systems in the flavor analysis field. **Journal of Food Composition and Analysis.** 114:104790. 2022. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2022.104790>

ZHANG, H.F.; YANG, X.H.; WANG, Y. Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: Current status and future directions. **Trends Food Sci Technol.** 22:672–688. 2011. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2011.07.003>

ZHANG, Q.W. ; LIN, L.G. ; YE W.C. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. **Chinese Medicine (United Kingdom).** 13:1–26. 2018. <https://doi.org/10.1186/S13020-018-0177-X/FIGURES/13>

Segurança e Controle de Qualidade de Óleos Essenciais

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues; João Vitor Facundo Xenofonte; Gerson Javier Torres Salazar.

Nos últimos anos observa-se maior interesse das pessoas por produtos naturais e de forma específica pelos óleos essenciais, sendo necessário, cada vez mais, a garantia que sejam produtos seguros e confiáveis para a saúde. Este fato vem impulsionando transformação no desenvolvimento de novos produtos com a utilização de matérias-primas naturais em suas formulações na indústria alimentícia, farmacológica e perfumaria.

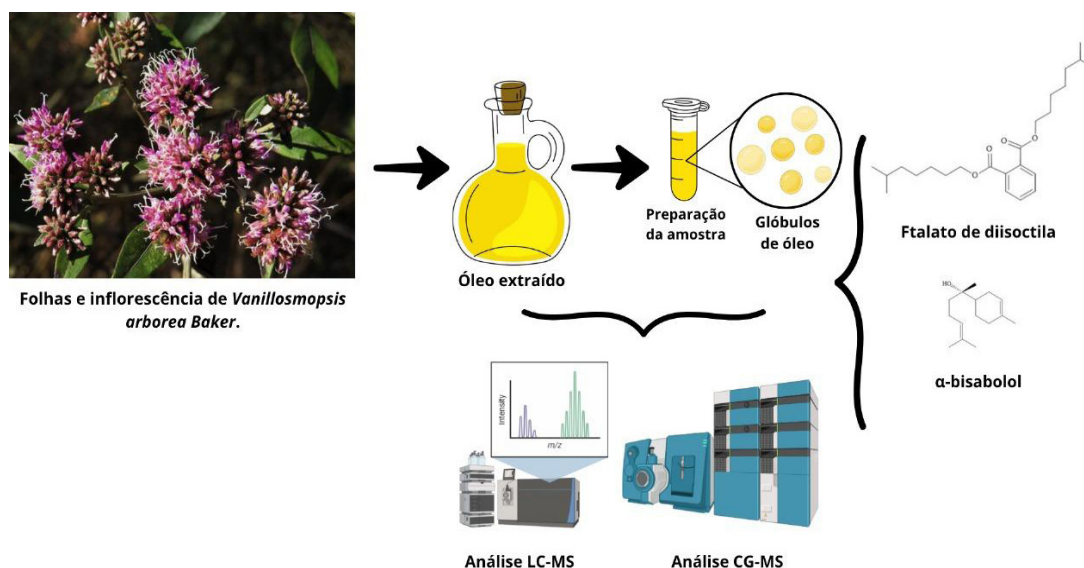
Os óleos essenciais são utilizados para diversos fins, principalmente os terapêuticos, e para isso precisam ser produzidos com segurança, qualidade e eficácia. Portanto, o controle de qualidade tem como princípio evidenciar a presença de adulterantes, compostos que não são regulamentados por lei, além de avaliar e quantificar os componentes químicos presentes, geralmente em termos da abundância relativa normalizada (ou seja, % de área) de marcadores selecionados, para comparação com valores de referência relatados em farmacopeias e/ou normas internacionais (CAPETTI *et al.*, 2021).

A qualidade dos óleos essenciais é necessária para garantir seu uso seguro. Infelizmente, a adulteração é muito comum ao longo de todas as etapas de produção, gerando preocupações na indústria e no uso para fins medicinais. Um óleo pode ser adulterado por: a) adição de óleos essenciais mais baratos, b) adição de componente químico natural, c) diluição com óleos carreadores e d) adição de elementos criados em laboratório (sintéticos) (BIZZO; REZENDE, 2022).

A pureza do óleo essencial pode ser avaliada analisando a concentração de compostos específicos, chamados marcadores, que são esperados na sua composição. Ao determinar as áreas percentuais normalizadas desses marcadores, é possível identificar se o óleo está fora das especificações, indicando adulteração (SALGUEIRO *et al.*, 2010).

A análise cromatográfica, obtida por técnicas como a cromatografia gasosa (CG), identifica a presença de adulterantes ao apresentar moléculas que não deveriam estar presentes na amostra. A composição química de um óleo essencial puro, extraído de uma espécie de planta específica em condições controladas, possui perfil químico característico e constante (GOMES, *et al.*, 2023). Esse perfil é composto por um conjunto de substâncias, como terpenos, terpenoides e outros compostos voláteis.

Figura 1: Etapas de obtenção, caracterização química de pureza de um óleo essencial.



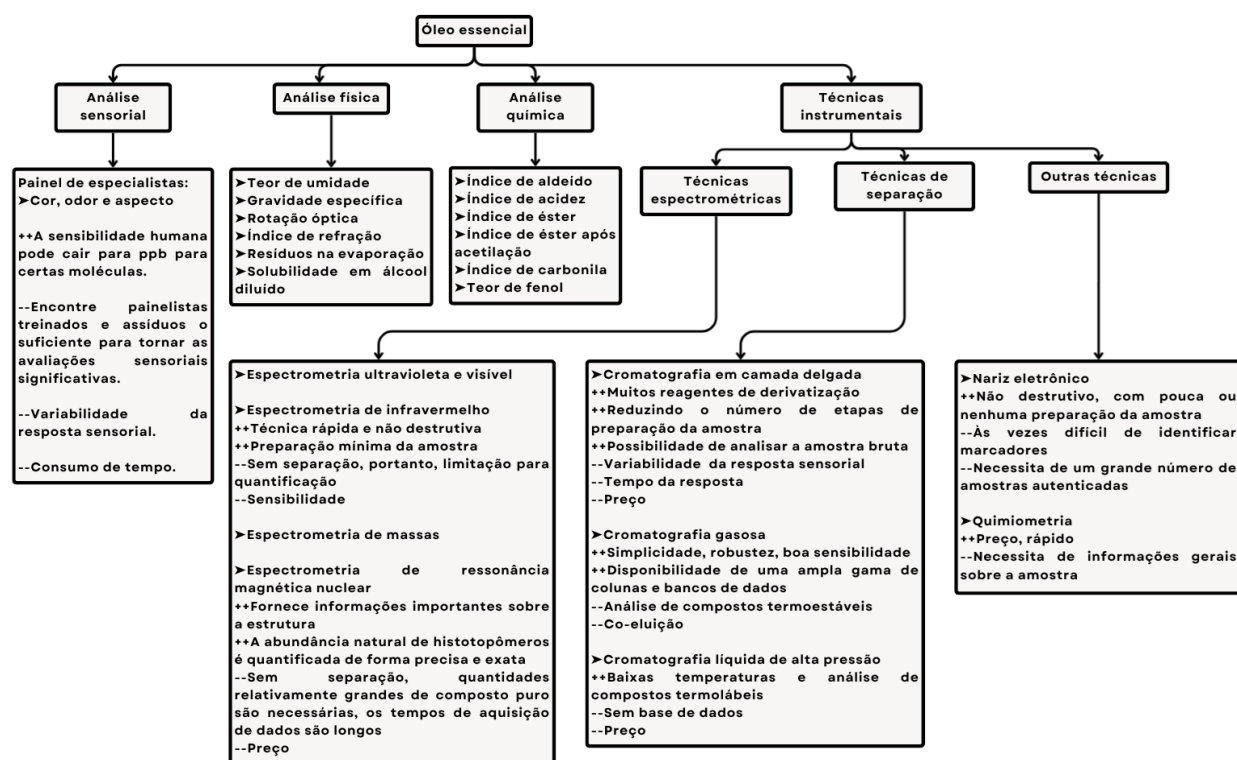
Padronização e Autenticidade de Óleos Essenciais

Um dos principais critérios para garantia da qualidade de um óleo essencial é a origem botânica (certificação da espécie e parte da planta utilizada). Esse fator se torna determinante para estudos de integridade da composição química e para o direcionamento das pesquisas nas diversas áreas de atividades biológicas e aplicações na indústria.

Entretanto, a utilização dos óleos essenciais de forma industrial pode apresentar algumas limitações como a grande variabilidade da composição química, interações com a matriz alimentar, toxicidade, características sensoriais peculiares, necessidade de padronização prévia da forma de aplicação no produto, natureza volátil, susceptibilidade a oxidação e riscos a biodiversidade ecológica. Sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias e de pesquisas para encontrar alternativas que superem essas barreiras (STEVANOVIĆ *et al.*, 2018; RIBEIRO-SANTOS *et al.*, 2018).

Para desenvolver padrões de qualidade e validar aspectos científicos sobre óleos essenciais, várias técnicas cromatográficas e espectroscópicas, como HPTLC, HPLC, RMN, LC-MS e GC-MS, são consideradas como as escolhas de técnicas para melhor exploração de metabólitos, sustentando assim a autenticidade dos óleos essenciais (ALI, SHADAB *et al.* 2023).

Figura 2: Critérios de análises de para qualidade de um óleo essencial.



O uso seguro e o controle de qualidade dos óleos essenciais não estão sob a responsabilidade da FDA nos Estados Unidos, eles não estão sujeitos à supervisão regulatória quanto à sua composição. Essa lacuna regulatória pode levar a casos de óleos sendo diluídos ou adulterados para reduzir os custos de fabricação. Essa questão é particularmente preocupante, visto que o mercado comercial de óleos essenciais está em rápida expansão, com um aumento projetado no valor de mercado global. O aumento da popularidade dos óleos pode ser atribuído, em parte, às alegações sobre os potenciais benefícios à saúde de seus ingredientes ativos, incluindo propriedades antioxidante, antibacterianas, anticancerígenas e anti-inflamatórias.

As regulamentações e padrões de segurança para óleos essenciais variam entre os países, mas todos têm como objetivo principal proteger os consumidores e garantir a qualidade dos produtos. A *International Organization for Standardization* (ISO) desenvolve padrões internacionais para óleos essenciais, incluindo métodos de teste e critérios de pureza. Alguns padrões relevantes são ISO 9235, que define termos relativos a óleos essenciais, e ISO 210, que especifica os requisitos para diversos óleos essenciais.

Essa organização determina diversos parâmetros de identificação e controle de qualidade dos óleos essenciais, tais como determinação da densidade, odor, coloração, umidade e composição química, baseadas em estudos científicos (BISTGANI, BARKER, HASHEMI, 2024). Fatores **extrínsecos** que englobam as condições de cultivo e colheita de plantas medicinais também são considerados como boas práticas agrícolas e de colheita de plantas aromáticas influenciam na qualidade de um óleo essencial (WHO, 2003).

Referências

- ALI, SHADAB *et al.* “Quality Standards and Pharmacological Interventions of Natural Oils: Current Scenario and Future Perspectives.” **ACS ômega**. vol. 8,43 39945-39963. 17 Oct. 2023, doi:10.1021/acsomega.3c05241
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, n. 08, p. 949-958, 2022.
- BISTGANI, Z. E.; BARKER, A. V.; H., Masoud. Physiology of medicinal and aromatic plants under drought stress. **The Crop Journal**, v. 12, n. 2, p. 330-339, 2024.
- CAPETTI, FRANCESCA *et al.* “Adulteration of Essential Oils: A Multitask Issue for Quality Control. Three Case Studies: *Lavandula angustifolia* Mill., *Citrus limon* (L.) Osbeck and *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel.” **Molecules (Basel, Switzerland)** vol. 26,18 5610. 16 Sep. 2021, doi:10.3390/molecules26185610
- GOMES, M.V. V. B. *et al.* Controle de qualidade dos óleos essenciais comerciais de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*). 2023.
- NEHA, K.; ALI, F.; ALI, H.; SINGH, N.; TRIVEDI, M.; SHARMA, A. K. Biopesticides Regulatory Schemes. In: NOLLET, L. M. L.; MIR S. R. (Eds.). **Biopesticides Handbook**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press. p.71-82. , 2024.
- RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M.; SANCHES-SILVA, A.; DE MELO, N. R. Essential oils for food application: natural substances with established biological activities. **Food and bioprocess technology**, v. 11, n. 1, p. 43-71, 2018.
- SALGUEIRO, L., *et al.* Raw materials: the importance of quality and safety. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v 25, p.253-271. 2010.
- STEVANOVIĆ, Z. D.; BOŠNJAK-NEUMÜLLER, J.; PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I.; RAJ, J.; VASILJEVIĆ, M. Essential oils as feed additives—future perspectives. *Molecules*, v. 23, n. 7, 2018.
- WHO. (2003). **WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants**. Geneva.pp.1-30. [Em linha]. Disponível em < <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s4928e/s4928e.pdf>> [Consultado em 05-10-2025].

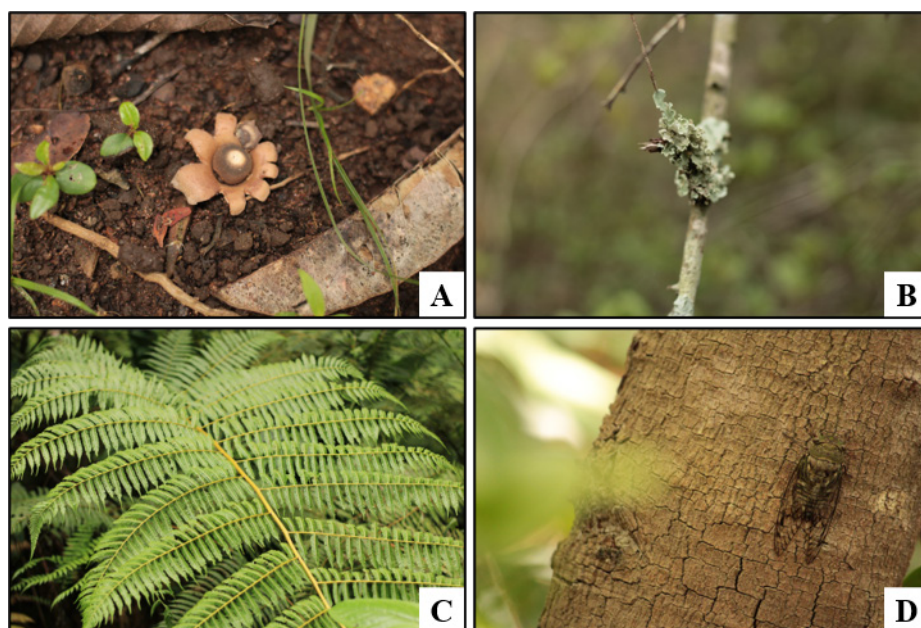
Aspectos Botânicos e Ecológicos da Região do Cariri

José Weverton Almeida-Bezerra; Viviane Bezerra da Silva.

Introdução

A Caatinga, tipo de Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS), é o único domínio fitogeográfico exclusivo brasileiro, localizado majoritariamente no Nordeste do país (SANTOS *et al.*, 2011). Ao longo de sua extensão heterogênea, existem enclaves com fitosionomias características devido às suas formações geológicas, a exemplo da Chapada da Ibiapaba, Serra de Baturité, Serra de Pirapora e Chapada do Araripe (BATISTA *et al.*, 2018). Esta última, está localizada no extremo sul do estado do Ceará, abrangendo os estados do Piauí e Pernambuco totalizando extensão territorial de 972.605,18 ha (MORO *et al.*, 2015; GUERRA *et al.*, 2020). A Chapada do Araripe destaca-se pela elevada diversidade biológica, abrigando ampla variedade de organismos, como fungos, líquens, pteridófitas, insetos e espécies nativas (Figura 1), que representa parte da biodiversidade característica desse enclave do semiárido nordestino.

Figura 1. Aspectos da biodiversidade encontrada na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. (A) Espécie de fungo do gênero *Geastrum*; (B) Líquen epífito característico de áreas úmidas; (C) Fronde de pteridófito típica da Mata Úmida do Sedimentar; (D) Cigarra em tronco de árvore.



Ao longo desse território, observam-se diferentes fitofisionomias, entre as quais se destacam a Caatinga do Sedimentar (Carrasco), o Cerrado e o Cerradão, a Floresta Estacional Sempre-Verde (Mata Úmida do Sedimentar) e a Mata Seca do Sedimentar. Essas formações vegetais desenvolveram-se ao longo do tempo em função das características edafoclimáticas da região, que incluem índices pluviométricos elevados (em torno de 1.000 mm/ano), variações altitudinais entre 800 e 900 m, temperaturas médias amenas (24–26 °C) e solos predominantemente do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (MORO *et al.*, 2015; RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2012).

Ao longo dessas fitofisionomias, ocorre expressiva diversidade florística, com registros de mais de 500 espécies vegetais nativas, distribuídas em mais de 80 famílias botânicas. Entre os hábitos de crescimento observados, destacam-se espécies arbóreas, arbustivas, subarbustivas, herbáceas, trepadeiras, epífitas e hemiparasitas, que conferem à paisagem uma notável heterogeneidade estrutural e ecológica (RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2012; LOIOLA *et al.*, 2015).

A riqueza vegetal da região já era reconhecida desde o século XIX, conforme registrado na obra *Travels in the Interior of Brazil* (1846), do médico e botânico escocês George Gardner (1810–1849). Durante sua expedição pelo interior do então Império do Brasil, Gardner destacou a notável diversidade florística existente na região da antiga Vila Real do Crato. Em seus manuscritos, o naturalista descreveu diversas espécies medicinais utilizadas pelos habitantes do Cariri cearense no tratamento de diferentes enfermidades, reflexo da ausência de sistema de saúde estruturado em sociedade que, recém saída do período colonial, havia se transformado em império em 1822 (FAGG *et al.*, 2015).

Considerando essa expressiva diversidade e a importância ecológica da flora regional, bem como a fauna da região, foi criada, em 2 de maio de 1946, por meio do Decreto nº 9.226, a Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), a primeira unidade de conservação (UC) dessa categoria no Brasil. Sua área abrange parte dos municípios de Santana do Cariri, Crato, Barbalha, Missão Velha e Jardim, sendo administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), cuja sede localiza-se no município do Crato. Tal UC tem como principais funções a manutenção do equilíbrio hidrológico, climático, ecológico e edáfico do Complexo Sedimentar do Araripe, além de desempenhar relevante papel socioeconômico, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais nativos da região e contribuindo para a geração de renda e qualidade de vida das comunidades locais (ADERALDO, 1958; SANTOS *et al.*, 2022).

Caatinga do Sedimentar (Carrasco)

A Caatinga do Sedimentar, localmente conhecida como Carrasco, caracteriza-se por vegetação decídua e predominantemente não espinhosa, típica das bacias sedimentares do Nordeste, como a Bacia do Araripe. Essa formação distingue-se da Caatinga sobre o embasamento cristalino principalmente pela composição florística e estrutura fisionômica, destacando-se a menor proporção de espécies herbáceas no Carrasco, enquanto estas são mais abundantes nas áreas de Caatinga cristalina. De forma que em áreas cristalinas os terófitos são a forma de vida predominante no ambiente (MORO *et al.*, 2015).

Infelizmente, as áreas de caatingas do sedimentar (carrasco) sofrem alta pressão antrópica por meio da agricultura tradicional no Ceará. Contudo no estado do Piauí houve a implantação de grandes monoculturas mecanizadas que resultou na devastação de grandes áreas (MORO *et al.*, 2014).

Dentre espécies características da área de Carrasco da área da Chapada do Araripe, estão *Duguetia furfuracea* (A.St.-Hil.) Saff. (Annonaceae), *Secondatia floribunda* A.DC. (Apocynaceae), *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose (Bignoniaceae), *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae), *Cordia rufescens* A.DC (Boraginaceae), *Calycobolus lanulosus* D.F.Austin (Convolvulaceae), *Dimorphandra gardneriana* Tul. (Fabaceae), *Passiflora cincinnata* Mast (Passifloraceae), *Passiflora laurifolia* L (Passifloraceae), *Cordia rigida* (K.Schum.) Kuntze (Rubiaceae), *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae) (Figura 2) (RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2012).

Figura 2. Espécies vegetais características da Caatinga do Sedimentar (Carrasco) na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. (A) Fruto imaturo de *Duguetia furfuracea* (A.St.-Hil.) Saff. (Annonaceae); (B) Flores de *Secondatia floribunda* A.DC. (Apocynaceae); (C) Copa em floração de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose (Bignoniaceae); (D) Inflorescência de *Pyrostegia venusta* Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae); (E) Flor de *Cordia rufescens* A.DC (Boraginaceae); (F) Inflorescência de *Calycobolus lanulosus* D.F.Austin (Convolvulaceae); (G) Frutos de *Dimorphandra gardneriana* Tul. (Fabaceae); (H) Flor de *Passiflora cincinnata* Mast (Passifloraceae); (I) Flor de *Passiflora laurifolia* L (Passifloraceae); (J) Frutos de *Cordia rigida* (K.Schum.) Kuntze (Rubiaceae); (K) Frutos de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae); (L) Inflorescência de *Lantana camara* L. (Verbenaceae).



Cerrado e Cerradão

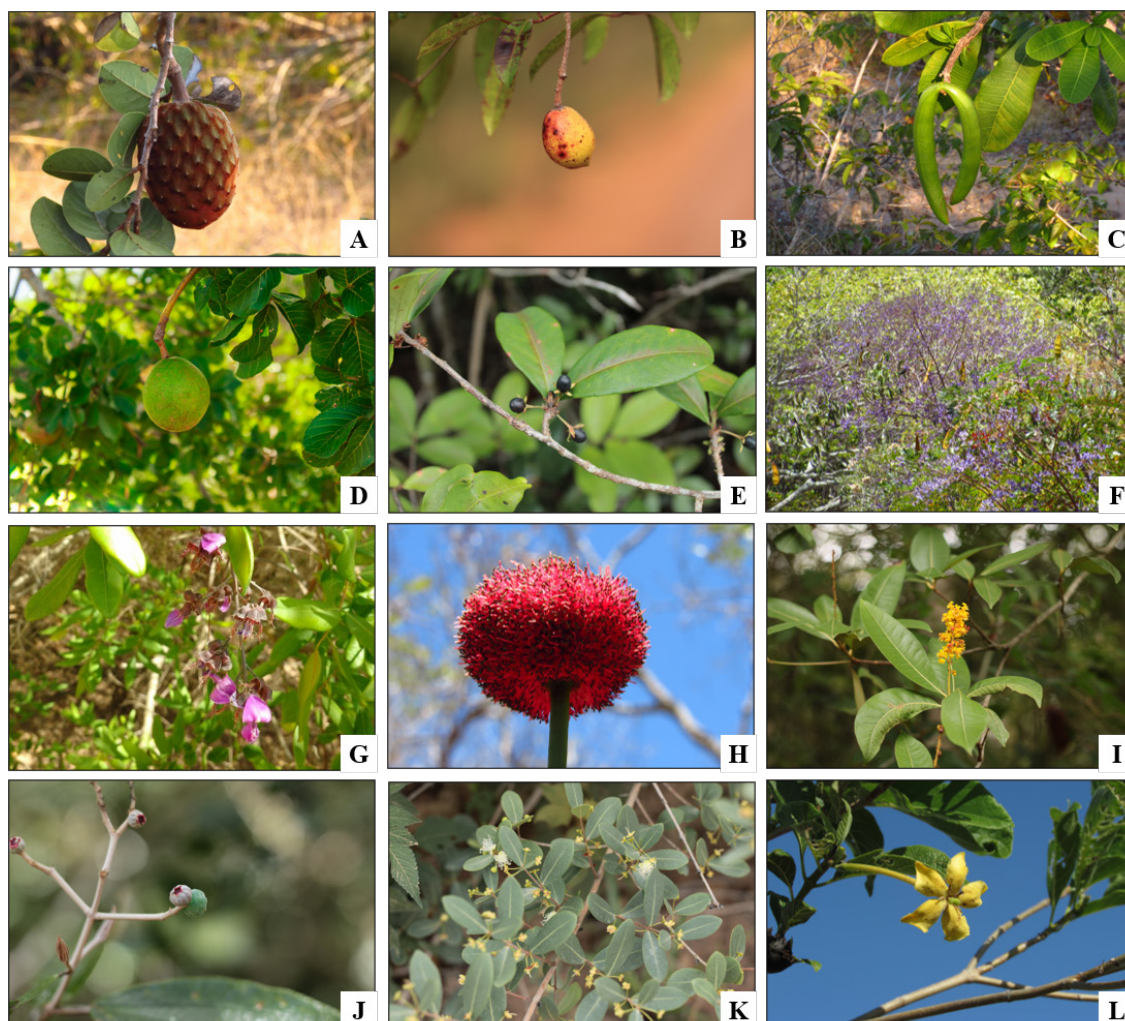
O domínio fitogeográfico Cerrado, é considerada *hotspots* de biodiversidade altamente ameaçado, que abrange conjunto de fitofisionomias, dentre elas o cerrado *sensu stricto* e o cerradão, que ocorrem na Chapada do Araripe (SAWYER *et al.*, 2018, MORO *et al.*, 2015).

O cerrado *sensu stricto* é composto por vegetação do tipo savânica, onde há dois componentes que se destacam o lenhoso e o herbáceo. O primeiro componente é constituído por árvores e arbustos, em geral de médio porte, com galhos retorcidos e ramificados. O segundo forma área contínua de revestimento perene do solo, recobrindo os espaços entre as árvores e arbustos esparsos. O cerradão por sua vez é a fisionomia florestal do cerrado *sensu lato*, onde os componentes lenhosos são mais

densos. As espécies lenhosas do cerrado são, em sua maioria, semelhantes àquelas que ocorrem no cerrado, mas no cerrado o componente herbáceo-subarbastivo é reduzido (COUTINHO, 2002).

Dentre as espécies que ocorrem na área listam-se *Annona coriacea* Mart. (Annonaceae), *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae), *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Apocynaceae), *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae), *Erythroxylum barbatum* O.E.Schulz (Erythroxylaceae), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae), *Dahlstedtia araripensis* (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo (Fabaceae), *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae), *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae), *Miconia albicans* (Sw.) Steud. (Melastomataceae), *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC (Myrtaceae), *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum (Rubiaceae) (Figura 3) (RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2012).

Figura 3. Espécies vegetais representativas do Cerrado e do Cerradão na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. (A) Fruto de *Annona coriacea* Mart. (Annonaceae); (B) Fruto de *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae); (C) Frutos jovens de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Apocynaceae); (D) Fruto de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae); (E) Frutos maduros de *Erythroxylum barbatum* O.E.Schulz (Erythroxylaceae); (F) Floração de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae); (G) Flores de *Dahlstedtia araripensis* (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo (Fabaceae); (H) Inflorescência de *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae); (I) Inflorescência de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae); (J) Fruto de *Miconia albicans* (Sw.) Steud. (Melastomataceae); (K) Flores e folhas de *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC. (Myrtaceae); (L) Flor de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum (Rubiaceae).



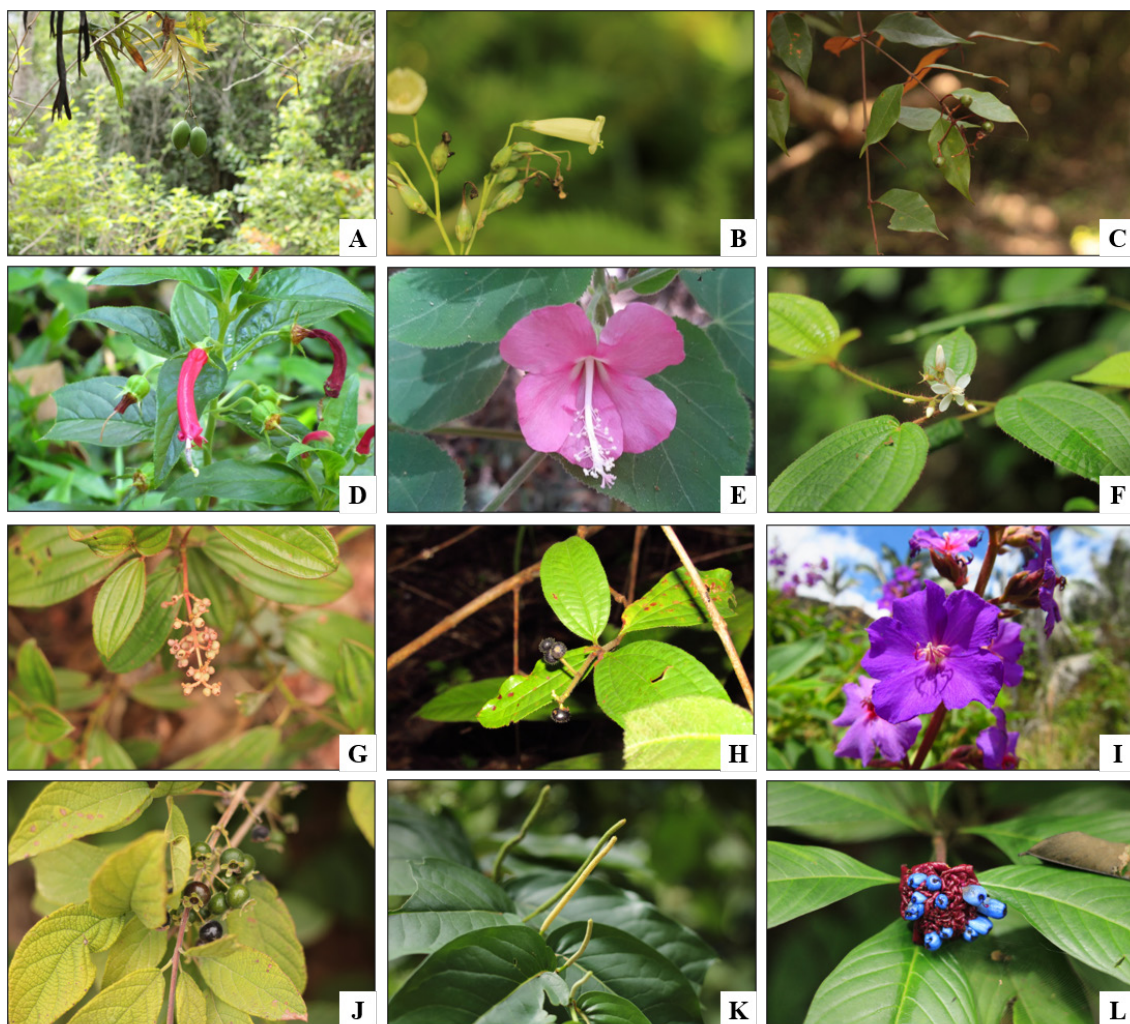
Floresta Estacional Sempre-Verde (Mata Úmida do Sedimentar)

Diferentemente das demais fitofisionomias, a Floresta Estacional Sempre-Verde, também conhecida como mata úmida, representa ambiente de exceção no semiárido nordestino, ocorrendo nos chamados “brejos de altitude”. Esses ambientes se formaram ao longo do tempo devido ao efeito orográfico das serras, que, em razão da altitude, barram os ventos úmidos provenientes do oceano, forçando as massas de ar a subir. Ao ascender, o ar se resfria e sua umidade se condensa, resultando em precipitação anual mais elevada nas áreas voltadas para o litoral em comparação às demais regiões. Essa maior disponibilidade de água e umidade atmosférica favorece o desenvolvimento de vegetação distinta, caracterizada, sobretudo, pela presença de epífitas, samambaias e briófitas, as quais necessitam de quantidade maior de água para o seu ciclo (MORO *et al.*, 2015).

Infelizmente, estas áreas de mata úmida estão em risco, o primeiro motivo, é por elas não estarem integradas na área da FLONA-Araripe, e sim na Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe, onde na prática o regime de proteção é menos rigoroso. Pois em áreas de APA, o uso e a ocupação do solo são permitidos sob determinadas condições, o que acaba favorecendo a expansão de atividades antrópicas, como desmatamento, agricultura, criação de gado e construções civil. Isso impacta diretamente a biota do local, a exemplo das espécies nativas e endêmicas da região. Além de impactar no microclima regional, em tempos de crises climática (BENÍCIO *et al.*, 2023).

Quanto às espécies que ocorrem nessa fitofisionomia, destacamos a presença de *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis (Capparaceae), *Chelonanthus alatus* (Aubl.) Pulle (Gentianaceae), *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Hypericaceae), *Centropogon cornutus* (L.) Druce (Campanulaceae), *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garcke (Malvaceae), *Clidemia hirta* (L.) D.Don, *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (Melastomataceae), *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (Melastomataceae), *Pleroma heteromallum* (D.Don) D.Don (Melastomataceae), *Campomanesia aromatica* (Aubl.) Griseb (Myrtaceae), *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae), *Palicourea colorata* (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete & J.H.Kirkbr (Rubiaceae) (Figura 4).

Figura 4. Espécies vegetais características da Floresta Estacional Sempre-Verde (Mata Úmida do Sedimentar) na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. (A) Frutos de *Neocalyptocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis (Capparaceae); (B) Flor de *Chelonanthus alatus* (Aubl.) Pulle (Gentianaceae); (C) Frutos e folhas de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Hypericaceae); (D) Flores de *Centropogon cornutus* (L.) Druce (Campanulaceae); (E) Flor de *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garcke (Malvaceae); (F) Inflorescência de *Clidemia hirta* (L.) D.Don (Melastomataceae); (G) Frutos de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (Melastomataceae); (H) Frutos de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (Melastomataceae); (I) Flor de *Pleroma heteromallum* (D.Don) D.Don (Melastomataceae); (J) Frutos de *Campomanesia aromatica* (Aubl.) Griseb (Myrtaceae); (K) Inflorescências de *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae); (L) Frutos de *Palicourea colorata* (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete & J.H.Kirkbr (Rubiaceae).



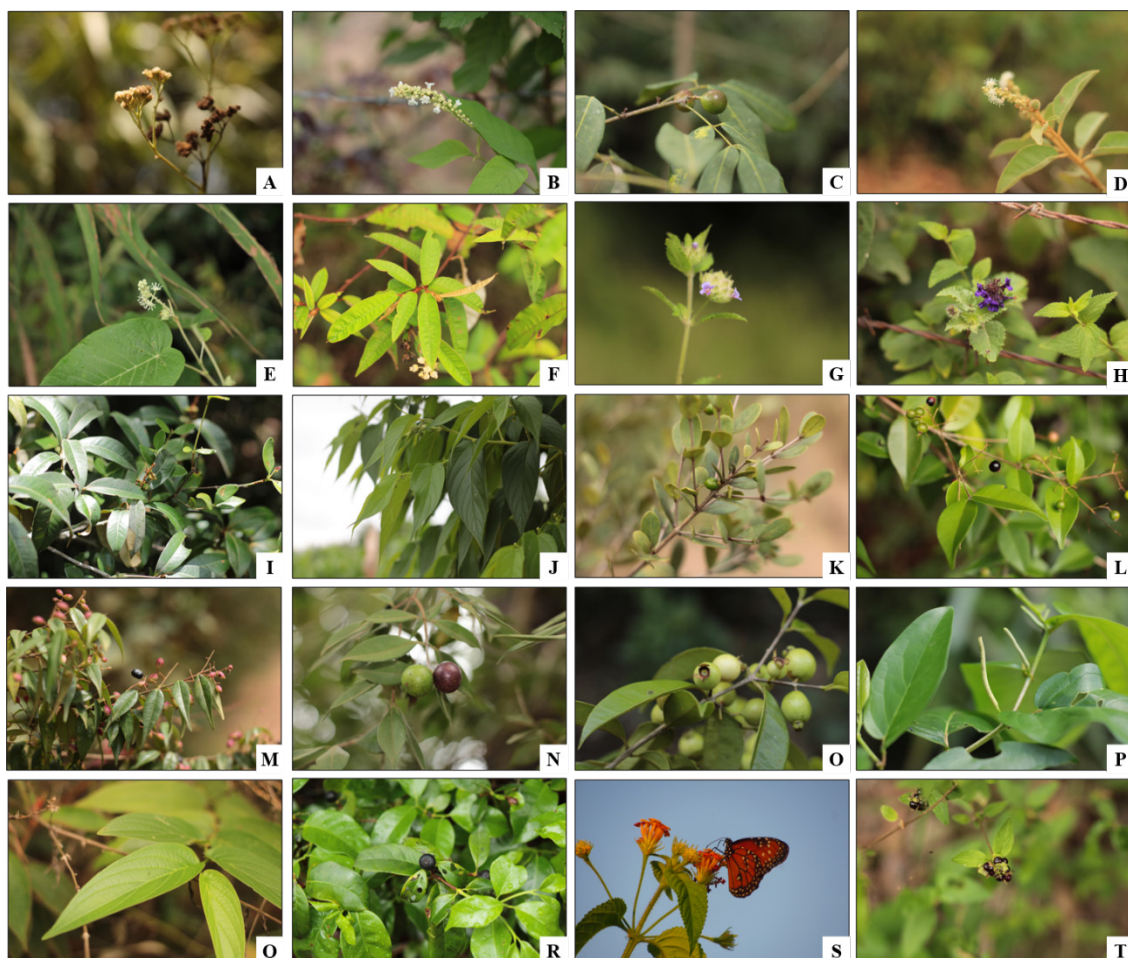
Potencial Bioprospectivo de Espécies Aromáticas da Chapada do Araripe

Dentre os táxons botânicos de angiospermas conhecidos pela produção de terpenos voláteis, destacam-se as famílias Acoraceae, Apiaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Illiciaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Poaceae, Rosaceae, Santalaceae, Verbenaceae e Zingiberaceae (FRANZ, 2010). Essas famílias englobam diversas espécies aromáticas de elevado potencial biotecnológico e farmacológico, amplamente reconhecidas por sua capacidade de sintetizar e acumular óleos essenciais em estruturas especializadas, como tricomas glandulares, canais secretórios e cavidades oleíferas (SOUSA *et al.*, 2023). Observa-se que grande parte desses grupos taxonômicos está representada na flora nativa da Chapada do Araripe. Essa representatividade reforça o potencial da região como fonte promissora para bioprospecção de metabólitos voláteis.

Dentre as espécies vegetais aromáticas nativas da região com potencial biotecnológico e farmacológico destacam-se: *Acritopappus confertus* (Gardner) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae), *Varronia curassavica* Jacq. (Boraginaceae), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae), *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae), *Croton jacobinensis* Baill. (Euphorbiaceae), *Croton tricolor* Klotzsch ex Baill. (Euphorbiaceae), *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze (Lamiaceae), *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer (Lamiaceae), *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC (Myrtaceae), *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (Myrtaceae), *Myrcia sylvatica* (G.Mey.) DC. (Myrtaceae), *Myrciaria pilosa* Sobral & Couto (Myrtaceae), *Psidium sobralianum* Landrum & Proença (Myrtaceae), *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae), *Piper dilatatum* Rich. (Piperaceae), *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze (Rubiaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Lantana fucata* Lindl. (Verbenaceae) (Figura 5).

Figura 5: Espécies aromáticas nativas da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil, com potencial biotecnológico e farmacológico.

(A) Inflorescência de *Acrítapappus confertus* (Gardner) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae); (B) Inflorescência de *Varronia curassavica* Jacq. (Boraginaceae); (C) Frutos de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae); (D) Inflorescência de *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae); (E) Inflorescência de *Croton jacobinensis* Baill. (Euphorbiaceae); (F) Folhas e inflorescência de *Croton tricolor* Klotzsch ex Baill. (Euphorbiaceae); (G) Inflorescência de *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze (Lamiaceae); (H) Inflorescência de *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer (Lamiaceae); (I) Folhas de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae); (J) Ramos com folhas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae); (K) Folhas de *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC (Myrtaceae); (L) Frutos e folhas de *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (Myrtaceae); (M) Frutos e folhas de *Myrcia sylvatica* (G.Mey.) DC. (Myrtaceae); (N) Frutos de *Myrciaria pilosa* Sobral & Couto (Myrtaceae); (O) Frutos de *Psidium sobralianum* Landrum & Proença (Myrtaceae); (P) Folhas e inflorescências de *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae); (Q) Folhas de *Piper dilatatum* Rich. (Piperaceae); (R) Frutos e folhas de *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze (Rubiaceae); (S) Inflorescência de *Lantana câmara* L. (Verbenaceae); (T) Frutos de *Lantana fucata* Lindl. (Verbenaceae).



A flora da Chapada do Araripe é marcada por notável diversidade, resultado da combinação entre condições ambientais singulares e a variedade de formações vegetais que compõem a região. Essa riqueza tem favorecido o desenvolvimento de práticas tradicionais e o uso medicinal de espécies amplamente conhecidas pelas comunidades locais. Cruz *et al.* (2021) reuniram registros de 92 espécies de angiospermas com uso medicinal tradicional, distribuídas em 44 famílias botânicas,

sendo Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae e Rubiaceae as mais representativas. Dentre essas, destacam-se espécies amplamente reconhecidas pela população local, como *Copaifera langsdorffii* Desf. (pau-d'óleo), *Hancornia speciosa* Gomes (mangabeira), *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (janaguba) e *Ximenia americana* L. (ameixa), as quais apresentam elevada versatilidade terapêutica e comprovado potencial farmacológico.

Tabela 1. Espécies de importância etnofarmacológica registradas na Chapada do Araripe (adaptado de CRUZ *et al.*, 2021).

Espécie	Família	Nome Popular	Parte Utilizada	Principais Usos Tradicionais
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Pau-d'óleo	Casca, resina, folhas	Inflamações, infecções, cicatrizante, reumatismo
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Anacardiaceae	Aroeira	Casca, folhas, resina	Inflamações, feridas, infecções ginecológicas
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	Mangabeira	Látex, folhas, frutos	Úlceras, inflamações, hipertensão, diabetes
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	Apocynaceae	Janaguba	Látex, folhas, casca	Câncer, gastrite, infecções, anemia
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Fabaceae	Jucá	Frutos, casca	Anemia, tosse, inflamações, feridas
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	Ameixa	Casca, raízes, folhas	Inflamações, dores, febre, infecções cutâneas
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Cajueiro	Casca, folhas, frutos	Diabetes, diarreia, infecções, feridas
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	Jatobá-do-cerrado	Casca, resina, frutos	Anemia, úlceras, bronquite, reumatismo
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	Pacari	Casca, folhas	Úlceras gástricas, inflamações, doenças hepáticas
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Plantaginaceae	Vassourinha	Planta inteira	Diabetes, inflamações, febre, infecções

Referências

- ADERALDO, M. S. **A floresta nacional Araripe-Apodi**. Fortaleza: Instituto Histórico e Geográfico do Ceará, 1958.
- BATISTA, W. V. S. M.; PÔRTO, K. C.; SANTOS, N. D. D. Distribution, ecology, and reproduction of bryophytes in a humid enclave in the semiarid region of northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 303–313, 2018.
- BENÍCIO, R. M. A. *et al.* Um refúgio de mata úmida no interior do Nordeste brasileiro: estrutura e diversidades alfa e beta. **Ciência Florestal**, v. 33, e69097, 2023.
- COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: Klein, A. L. (org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora Unesp, 2002. p. 77–91.

- CRUZ, R. P. *et al.* Ethnopharmacology of the angiosperms of Chapada of Araripe located in Northeast of Brazil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 6, n. 4, p. 326–351, 2021.
- FAGG, C. W. *et al.* Useful Brazilian plants listed in the manuscripts and publications of the Scottish medic and naturalist George Gardner (1812–1849). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 161, p. 18–29, 2015.
- FRANZ, C.; NOVAK, J. Sources of essential oils. In: Hüsnü Can Baser, K.; Buchbauer, G. (ed.). **Handbook of essential oils: science, technology and applications**. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2010. p. 39–81.
- GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; SILVA, E. V. Veredas da chapada do araripe: subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 2, p. 51–66, 2020.
- LOIOLA, M. I. *et al.* Flora da Chapada do Araripe. **Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe**, v. 1, p. 103–148, 2015.
- MORO, M. F. *et al.* **Diversidade paisagística, unidades fitoecológicas e vegetações do estado do Ceará**. 2014.
- MORO, M. F. *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717–743, 2015.
- RIBEIRO-SILVA, S. *et al.* Angiosperms from the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 4, p. 744–751, 2012.
- SANTOS, J. C. *et al.* Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 3, p. 276–286, 2011.
- SANTOS, R. O. *et al.* Levantamento quantitativo e de geolocalização das unidades de conservação na região Sul do Ceará-Brasil. **Conjecturas**, v. 22, n. 14, p. 185–195, 2022.
- SAWYER, D. *et al.* **Perfil do ecossistema: hotspot de biodiversidade do cerrado**. 2018.
- SOUSA, D. P. *et al.* Essential oils: chemistry and pharmacological activities. **Biomolecules**, v. 13, n. 7, p. 1144, 2023.

Ageratum conyzoides (L.)

Débora Odília Duarte Leite; Ana Cecília Calixto Donelardy; Ana Maria Fernandes Duarte; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; José Jonas Ferreira Viturino; Natalia Kelly Gomes de Carvalho; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e inflorescência de *Ageratum conyzoides*.



Fonte: Erida *et al.* (2021).

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Ageratum conyzoides* (L.)

Nome Popular: Mentrasto, catinga-de-bode ou erva daninha de cabra.

Sinônimos: *Eupatorium conyzoides* (L.) E.H.L.Krause, *Ageratum hirtum* Lam., *Ageratu ciliare* L., *Caelestina microcarpa* Benth. ex Oerst., *Ageratum hirsutum* Lam.

Família Botânica: Asteraceae.

Características Botânicas e Uso Popular

A. conyzoides é espécie herbácea que pode atingir até 1 m de altura, caracterizando-se por possuir caule e folhas recobertos por tricomas, além de inflorescências compostas por flores de disco hermafroditas, geralmente nas colorações roxa e branca. A espécie é comumente encontrada nas proximidades de habitações, em terrenos baldios e em áreas degradadas. Seu odor característico está associado à diversidade de denominações populares atribuídas à planta (OKUNADE *et al.*, 2002).

Trata-se de espécie tropical amplamente distribuída na África, Ásia e América do Sul (SANTOS *et al.*, 2016). Sua ampla disseminação é atribuída a características como crescimento rápido, ciclo de vida curto, produção abundante de sementes leves e pequenas (facilitando a dispersão), longos períodos de floração e frutificação, além da natureza fitotóxica. Esses fatores contribuem para prevalência em áreas invadidas, onde compete com espécies nativas e altera a dinâmica dos ecossistemas (KAUR *et al.*, 2023).

Embora seu uso na medicina tradicional seja limitado devido à toxicidade, folhas e caules são empregados no tratamento de sangramentos, queimaduras, eczemas e dores de cabeça (KAUR *et al.*, 2023; LI *et al.*, 2025). Há também relatos do uso das folhas no tratamento de pneumonia, como antídoto para veneno de cobra, agente antitetânico, contra febre tifoide, problemas uterinos, febre malária, infecções de garganta, gengivas doloridas e leucorreia. As raízes são utilizadas como antitumoral, no tratamento da litíase e no controle da diarreia infantil, e suas flores são tradicionalmente usadas como antipruriginoso, no tratamento da doença do sono, como antitussígeno, vermífugo, tônico e no combate à pediculose (YADAV *et al.*, 2018).

Composição Química

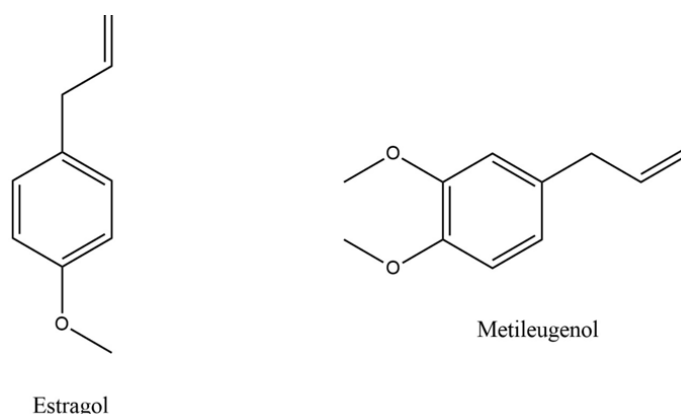
A identificação química do óleo essencial extraído das folhas de *A. conyzoides* por meio de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), revela a presença majoritária de fenilpropanóides (Tabela 1).

Tabela 1. Compostos identificados por meio de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM) no óleo essencial das folhas de *A. conyzoides*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
<i>trans</i> - β -ocimeno	0,35	3,986	1075
1,8-cineol	3,07	5,030	1157
β -ocimeno	0,70	5,172	1166
Cânfora	1,59	6,022	1219
Isoborneol	0,27	6,359	1237
Estragol	53,18	6,551	1246
<i>trans</i> -anetol	10,85	7,264	1283
Metileugenol	19,51	8,124	1340
β -elemeno	1,21	8,336	1356
<i>trans</i> -cariofileno	0,85	8,665	1381
Metil <i>cis</i> -isoeugenol	5,41	8,960	1405
(-)-óxido de cariofileno	0,65	10,383	1555
Naftaleno	2,36	11,345	1629

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção linear.

Figura 2. Compostos majoritários identificados no óleo essencial de *A. conyzoides*.



Dentre os compostos identificados, o estragol destaca-se como sendo o componente majoritário (53,18%), seguido do metileugenol (19,51%) (Figura 2). O estragol é fenilpropanóide com diversas atividades biológicas relatadas na literatura, incluindo antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatória. Nos setores industriais é usado como aromatizante na indústria de alimentos, bebidas e de cosméticos (BATISTA *et al.*, 2024). O metileugenol, é isômero do eugenol, reconhecido pela ação anti-inflamatória, citoprotetora e antioxidante (ZHOU *et al.*, 2017).

O *trans*-atenol também apresentou ocorrência relevante (10,85%). Trata-se de molécula aromática, incolor e de sabor adocicado, amplamente utilizada para mascarar odores em cosméticos e na indústria alimentícia. Devido suas propriedades antioxidantes, essa substância apresenta diversos efeitos farmacológicos, incluindo ações anti-inflamatória, antiespasmódica, antisséptica, carminativa, diurética e analgésica, além de exercer significativa atividade no sistema nervoso (KHODADADIAN e DEHKORDI, 2025).

Outros compostos identificados no óleo incluem o metil *cis*-isoeugenol (5,41%), 1,8-cineol (3,07%) e o naftaleno (2,36%). Esses constituintes, embora presentes em menores proporções, podem desempenhar papéis relevantes na atividade biológica, uma vez que, compostos voláteis frequentemente atuam em sinergia, potencializando os efeitos terapêuticos do conjunto.

Outros estudos com óleo essencial de *A. conyzoides* destacam a presença de compostos não identificados na Tabela 1, como precoceno I e II, β -cariofileno, β -cubebeno, β -bisaboleno, germacreno D, α -santaleno, α -humuleno e α -pineno, essas diferenças ocorrem, principalmente, devido a influência de fatores genéticos, que determinam diferentes quimiotipos, das condições ambientais, bem como os métodos de extração (ROSARIO *et al.*, 2023).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O óleo essencial de *A. conyzoides* apresenta diversas atividades, incluindo ações antimicrobianas, antioxidantes, inseticidas e antidiabéticas, que se destacam pela frequência de relatos na literatura. Além disso, estudos apontam potenciais efeitos anti-helmínticos, acaricidas, anti-carrapatos, antineuropáticos e inibidores de aflatoxinas, evidenciando a versatilidade terapêutica

dessa espécie (Tabela 2).

Tabela 2. Propriedades terapêuticas dos óleos essenciais de *A. conyzoides*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Anti-helmínticos		(ROSARIO <i>et al.</i> , 2024)
Anti-carrapatos		(ROSARIO <i>et al.</i> , 2023)
Inibidores de aflatoxinas		(NOGUEIRA <i>et al.</i> , 2010)
Atividade antineuropática da dor	cariofileno e o longifoleno	(SUKMAWAN <i>et al.</i> , 2023)
Antibacteriana		(ROSARIO <i>et al.</i> , 2019)
Antiaflatoxigênica e Antioxidante		(PATIL <i>et al.</i> , 2010)
Antidiabética	precoceno-I	(PARMAR <i>et al.</i> , 2025)
Inseticida		(JAYA <i>et al.</i> , 2014)
Acaricida		(PRASANNAKUMAR <i>et al.</i> , 2025)

A avaliação do efeito da variação sazonal e circadiana frente ao nematoide *Caenorhabditis elegans* revelou que o óleo de *A. conyzoides*, obtido no mês de janeiro de 2022, apresentou maior eficácia com concentração inibitória média (CI₅₀) de 0,01 mg/mL. Esse resultado evidência relevante potencial nematicida, possivelmente associado a alterações na composição química do óleo em diferentes períodos de coleta, o que reflete diretamente em sua atividade biológica (ROSARIO *et al.*, 2024).

Em outro estudo, Nogueira *et al.* (2010), observaram a inibição da produção de aflatoxinas mediante a aplicação do óleo essencial de *A. conyzoides* em concentrações entre 0,10 e 30 µg/mL. Considerando que as aflatoxinas constituem toxinas de elevada importância devido à contaminação de alimentos e aos riscos de intoxicações por ingestão, a identificação de alternativas naturais capazes de reduzir sua síntese é de grande relevância, destacando o óleo essencial de *A. conyzoides* como promissor nesse contexto.

Rosario *et al.* (2019) reportaram que a combinação do óleo essencial com a doxiciclina resultou em índice de redução de 4,90 vezes, potencializando a ação do antibiótico e sugerindo uso combinado capaz de aumentar a eficácia terapêutica.

O potencial do óleo essencial de *A. conyzoides* no tratamento da dor neuropática tem sido explorado em estudos recentes. Sukmawan *et al.* (2023) avaliaram a atividade antineuropática de seus principais constituintes (precoceno II, longifoleno e *trans*-cariofileno) isolados e em combinação com pregabalina. Os resultados demonstraram que o *trans*-cariofileno e o longifoleno apresentaram efeito significativo. O cariofileno destacou-se por atuar na ativação de receptores opioides e canais de potássio sensíveis ao ATP, além de aumentar os níveis de GABA na medula espinhal, sugerindo mecanismo multifatorial de ação. Ademais, tanto o óleo essencial quanto seus constituintes bioativos mostraram efeito aditivo quando combinados com pregabalina, o que reforça seu potencial como coadjuvante terapêutico.

Embora os óleos essenciais de *A. conyzoides* demonstrem atividades farmacológicas promissoras, diferentes estudos ressaltam a necessidade de atenção quanto à toxicidade. A presença

de compostos como precocenos pode representar risco potencial, uma vez que já foram associados a efeitos tóxicos em insetos e alterações fisiológicas em mamíferos (PATIL *et al.*, 2010).

Em modelos animais, a administração em doses terapêuticas não resultou em efeitos adversos significativos, mas a exposição a doses elevadas pode induzir sinais de toxicidade aguda (PARMAR *et al.*, 2025). Assim, embora o óleo essencial de *A. conyzoides* apresente perspectivas terapêuticas, estudos adicionais de toxicidade aguda e crônica são fundamentais para garantir sua segurança de aplicação.

Considerações Finais

O óleo essencial de *A. conyzoides* destaca-se por apresentar elevada concentração de fenilpropanóides associados as atividades biológicas, como ação antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória e potencial inseticida. Esses resultados reforçam o valor da espécie como fonte natural de compostos bioativos, com possíveis aplicações na agricultura sustentável e na indústria farmacêutica. Entretanto, os efeitos tóxicos evidenciam a necessidade de avaliação criteriosa de doses seguras e de possíveis impactos ambientais. Dessa forma, investigações futuras devem priorizar ensaios *in vivo*, padronização da composição química e avaliação do risco-benefício, visando ampliar as possibilidades de uso deste recurso de forma segura, eficaz e sustentável.

Referências

- BATISTA, Francisco Lucas A. *et al.* Anticonvulsant and anxiolytic-like potential of the essential oil from the *Ocimum basilicum* Linn leaves and its major constituent estragole on adult zebrafish (*Danio rerio*). **Neurochemistry International**, v. 178, p. 105796, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2024.105796>
- ERIDA, Gina *et al.* Herbicidal effects of n-hexane, ethyl acetate and methanol extracts of billygoat weed (*Ageratum conyzoides* L.) leaves on *Amaranthus spinosus* L. growth. **Agronomy**, v. 11, n. 10, p. 1991, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11101991>
- JAYA, *et al.* Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* L., *Coleus aromaticus* Benth. and *Hyptis suaveolens* (L.) Poit essential oils as fumigant against storage grain insect *Tribolium castaneum* Herbst. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 2210–2215, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0698-8>
- KAUR, Amarpreet *et al.* Ecology, biology, environmental impacts, and management of an agro-environmental weed *Ageratum conyzoides*. **Plants**, v. 12, p. 2329, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12122329>
- KHODADADIAN, Ramina; BALALI-DEHKORDI, Shima. A comprehensive review of the neurological effects of anethole. **IBRO Neuroscience Reports**, v. 18, p. 50–56, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibneur.2024.12.012>
- LI, Yang *et al.* Green biosynthetic silver nanoparticles from *Ageratum conyzoides* as multifunctional

hemostatic agents: combining hemostasis, antibacterial, and anti-inflammatory properties for effective wound healing. **Materials Today Bio**, v. 31, p. 101468, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2025.101468>

NOGUEIRA, Juliana H. C. *et al.* *Ageratum conyzoides* essential oil as aflatoxin suppressor of *Aspergillus flavus*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 137, n. 1, p. 55–60, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.10.017>

OKUNADE, Adewole L. *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). **Fitoterapia**, v. 73, n. 1, p. 1–16, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(01\)00364-1](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(01)00364-1)

PARMAR, P. *et al.* α -Glucosidase inhibiting chromene derivatives from *Ageratum conyzoides* L. essential oil extracted via NADES-assisted hydrodistillation. **Chemistry & Biodiversity**, v. 22, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202401324>

PATIL, Rajaram P. *et al.* Antiaflatoxicogenic and antioxidant activity of an essential oil from *Ageratum conyzoides* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 4, p. 608–614, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3857>

PRASANNAKUMAR, Nagalapura Ramakrishnappa *et al.* Acaricidal properties of billygoat weed *Ageratum conyzoides* L. essential oil on polyphagous two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Neotropical Entomology**, v. 54, n. 1, p. 59, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-025-01269-3>

ROSÁRIO, Carla Janaina R. M. do *et al.* Anti-*Ehrlichia* properties of the essential oil of *Ageratum conyzoides* L. and its interaction with doxycycline. **AMB Express**, v. 9, n. 1, p. 58, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0780-y>

ROSÁRIO, Carla Janaina R. M. do *et al.* Essential oil *Ageratum conyzoides* chemotypes and anti-tick activities. **Veterinary Parasitology**, v. 319, p. 109942, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109942>

ROSÁRIO, Carla Janaina R. M. do *et al.* Seasonal and circadian evaluation of *Ageratum conyzoides* essential oil and its nematocidal activity against *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 256, p. 107274, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107274>

SANTOS, Rafaela F. *et al.* Morpho-anatomical study of *Ageratum conyzoides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 6, p. 679–687, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.07.002>

SUKMAWAN, Y. Purwandi; ANGGADIREJA, Kusnandar; ADNYANA, I. Ketut. Anti-neuropathic pain mechanistic study on *Ageratum conyzoides* essential oil, Precocene II, Caryophyllene, or Longifolene as singles agents and in combination with pregabalin. **CNS & Neurological Disorders - Drug Targets**, v. 22, n. 6, p. 924–931, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2174/1871527321666220418121329>

YADAV, Neelam *et al.* Phytochemical constituents and ethnopharmacological properties of *Ageratum conyzoides* L. **Phytotherapy Research**, v. 33, n. 9, p. 2163–2178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6405>

ZHOU, Junfeng *et al.* Methyleugenol protects against t-BHP-triggered oxidative injury by induction of Nrf2 dependent on AMPK/GSK3 β and ERK activation. **Journal of Pharmacological Sciences**, v. 135, n. 2, p. 55–63, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphs.2017.09.003>

Vanillosmopsis arborea Baker.

Ana Cecília Calixto Donelardy; Ana Maria Fernandes Duarte; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; José Jonas Ferreira Viturino; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Natália Kelly Gomes de Carvalho; Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Folhas e inflorescência de *Vanillosmopsis arborea* Baker.



Fonte: IGNEZ MOTTA. *Eremanthus erythropappus* - Asteraceae. Flickr, 2013. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/ignezmotta/9499962373>. Acesso em: 27 out. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Vanillosmopsis arborea* Baker.

Nome Popular: Candeeiro.

Sinônimos: *Eremanthus arboreus* (Gardner) MacLeish.

Família Botânica: Asteraceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Vanillosmopsis arborea é espécie nativa da Floresta Nacional do Araripe, no estado do Ceará, conhecida por seus usos terapêuticos, aplicações científicas e grande valor econômico. Trata-se de arvoreto que pode atingir até 4 m de altura e recebe o nome popular de “Candeeiro” por conta do seu componente majoritário, o (-)- α -bisabolol, que confere à madeira da planta a capacidade de queimar com facilidade, característica que justifica o nome popular (LEITE *et al.*, 2011).

Na medicina tradicional, *V. arborea* é utilizada devido suas propriedades antibacteriana, larvicida, antifúngica, anti-inflamatória e gastroprotetora (LEITE *et al.*, 2019). No trabalho de Marco *et al.* (2015), foi analisada a variação de diâmetro dos ramos da planta e sua influência no teor de óleo essencial de *V. arborea*. Os resultados demonstraram que ramos com aproximadamente 5 cm de diâmetro apresentam maior quantidade de óleo essencial, o que é positivo no ponto de vista da proteção ambiental dessa espécie, pois evita danos irreparáveis, como extração a partir do corte do tronco da planta.

Atualmente, *V. arborea* encontra-se em situação de intimidação ecológica, devido à exploração excessiva de sua madeira e ao uso comercial de seus óleos essenciais, o que ameaça sua preservação e regeneração natural. A intensificação da coleta sem manejo sustentável pode comprometer a manutenção das populações naturais e reduzir sua disponibilidade no ambiente (AWAAD *et al.*, 2013).

Composição química

A composição química do óleo essencial é caracterizado, principalmente, pela presença de seu composto majoritário, α -bisabolol, sendo este o protagonista responsável pela diversidade de atividades biológicas desse óleo essencial. A Tabela 1 apresenta os compostos identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *V. arborea*

Componentes	(%)	TR (min)	IR
Éter metílico eugenol	1,78	11,53	1641
Óxido bisabolol	1,08	15,41	1887
α-bisabolol	91,02	16,95	1999
Ftalato de diisocila	5,25	34,52	2900

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Fonte: Fernandes *et al.* (2018)

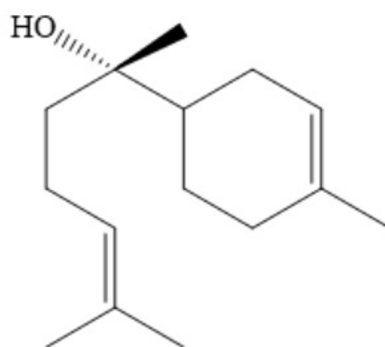
A análise do óleo essencial da espécie revelou a presença de quatro compostos, entre os quais o α -bisabolol (Figura 2) representa 91,02% da composição total. O estudo realizado por Colares *et al.*, (2013), também destaca a presença de α -bisabolol no óleo essencial de *V. arborea*, que

neste representa 97,9% do óleo essencial. O α -bisabolol é sesquiterpeno conhecido por seus efeitos farmacológicos, como poder anti-inflamatório, antibacteriano, antiviral e analgésico (BARROSO *et al.*, 2023; LEITE *et al.*, 2019).

O α -bisabolol tem sido investigado por sua capacidade de reduzir a excitabilidade neuronal e atuar sobre receptores sensoriais, podendo aliviar sinais de dor e inflamação. Além disso, estudos apontam para sua eficácia contra parasitas como *Leishmania* (COLARES *et al.*, 2013), bem como para sua atividade gastroprotetora, incluindo o tratamento de úlceras (AWAAD *et al.*, 2013). O α -bisabolol isolado foi estudado por Teizeira *et al.*, (2017), a fim de avaliar sua eficácia na redução da nocicepção ocular em camundongos, analisando seu potencial analgésico e/ou antinociceptivo, onde este sesquiterpeno mostrou eficácia em reduzir a dor superficial no olho.

Outro composto relevante identificado foi o éter metílico de eugenol, um composto fenólico presente em outras plantas medicinais, como cravo-da-índia e canela. No óleo essencial de *V. arborea*, esse composto corresponde a 1,78% da composição e é conhecido por suas atividades antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória. Esse composto pode atuar contra diferentes microrganismos, por sua estrutura química, que pode interagir com as membranas celulares e inibir processos metabólicos essenciais das células microbianas (COLARES *et al.* 2013).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial de *V. arborea*.



α -bisabolol

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Dentre as atividades biológicas atribuídas ao óleo essencial de *V. arborea*, se destaca sua atividade antimicrobiana, onde estudos como de Rodrigues *et al.*, (2018) avaliaram a atividade antibacteriana do óleo essencial de *V. arborea* comparando este ao efeito isolado do seu composto majoritário, α -bisabolol. Esse estudo indicou que o óleo essencial e o α -bisabolol isolado apresentaram efeitos sinérgicos em cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, incluindo cepas padrões e multirresistentes, defendendo o potencial do uso combinado ou do próprio componente isolado como futuro agente antimicrobiano ou como modulador de resistência antibiótica.

De forma semelhante, o estudo de Santos *et al.* (2013) destacou a ação antibacteriana do óleo essencial de *V. arborea* potencializando a ação de antibióticos contra cepas de bactérias resistentes de *Pseudomonas aeruginosa* e *Proteus vulgaris*. Os resultados desse ensaio demonstraram que o óleo essencial de Candeeiro assim como seu composto isolado α -bisabolol demonstraram capacidade de modificar a atividade de antibióticos, potencializando sua ação contra bactérias resistentes testadas. Evidenciando assim a possibilidade de usá-los como potenciadores na terapia com antibióticos contra patógenos bacterianos resistentes.

Em outro estudo, Leite *et al.* (2019) avaliou as propriedades terapêuticas antinociceptiva (redução da dor) e antipruriginosa (redução da coceira) do óleo essencial de *V. arborea* em camundongos, chegando à conclusão de que além de demonstrar efeito antinociceptivo, foi evidenciado o efeito antipruriginoso, pois o óleo essencial reduziu o número de coceiras induzidas por histamina. O autor relata que além do óleo essencial de *V. arborea* apresentar ação redutora de comportamentos relacionados a dor, o óleo aumentou o limiar de sensibilidade do animal ao frio e ao calor, o que sugere uma ação central e periférica na modulação da dor.

Investigando a atividade antileishmania do óleo essencial de *V. arborea* e do α -bisabolol isolado contra formas promastigotas e amastigotas intracelulares de *Leishmania amazonenses*, encontraram valores de IC_{50} de 7,35 μ g/mL e 4,95 μ g/mL para promastigotas, e 12,58 μ g/mL e 10,70 μ g/mL para amastigotas intracelulares, representando atividade leishmanicida significativa. O estudo também avaliou a toxicidade desses compostos e constatou ausência de efeitos citotóxicos sobre células macrófagas, mesmo em concentrações elevadas (COLARES *et al.*, 2013). Assim, o trabalho sugere segurança para uso farmacológico *in vitro* de ambos compostos.

A análise da atividade antimicrobiana do óleo essencial de Candeeiro feita por Barroso *et al.* (2023) revelou que a eficácia antiviral se apresenta de forma dose-dependente, com IC_{50} variando entre 480 à 571 μ g/mL, dependendo do sorotipo e ensaio realizado. A Tabela 2 apresenta resumo das principais propriedades terapêuticas atribuídas ao óleo essencial de *V. arborea*, relacionando os compostos associados a cada atividade e os estudos que os fundamentam.

Tabela 2. Propriedades terapêuticas dos óleos essenciais de *V. arborea*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antimicrobiana	α -bisabolol	(RODRIGUES <i>et al.</i> , 2018); (BARROSO <i>et al.</i> , 2023); (SANTOS <i>et al.</i> , 2013) (SANTOS <i>et al.</i> , 2011) (DE O. LEITE <i>et al.</i> , 2011); (SANTOS <i>et al.</i> , 2015);
Antinociceptiva	α -bisabolol	(INOCÊNCIO LEITE <i>et al.</i> , 2011); (LEITE <i>et al.</i> , 2011); (INOCÊNCIO LEITE <i>et al.</i> , 2019); (INOCÊNCIO LEITE <i>et al.</i> , 2014); (TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2017)
Antileishmania e citotoxicidade	α -bisabolol	(COLARES <i>et al.</i> , 2013)
Gastroprotetora	α -bisabolol	(DE O. LEITE <i>et al.</i> , 2009)
Antimalárica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>	α -bisabolol	(MOTA <i>et al.</i> , 2012)
Antiúlceras	-	(AWAAD <i>et al.</i> , 2013)
Alelopatia	-	(MARCO <i>et al.</i> , 2015)

Outras atividades biológicas como antimalárica (MOTA *et al.*, 2012), antiúlcera (AWAAD *et al.*, 2013), gastroprotetora (De O. LEITE *et al.*, 2009), e anti-inflamatória (LEITE *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2015), foram elucidadas por diversos autores entre os anos de 2000-2025. Consolidando o óleo essencial de *V. arborea* assim como seu composto majoritário isolado contêm grandes propriedades biológicas, evidenciando a possibilidade de uso para potencializadores terapêuticos.

Considerações Finais

Este estudo sobre a espécie *V. arborea* destaca a importância do entendimento etnobotânico e fitoquímico das espécies da Caatinga. A análise da composição química do óleo essencial de Candeeiro evidencia a predominância de sesquiterpenos, especialmente o α -bisabolol, composto amplamente reconhecido por suas propriedades farmacológicas. Apesar do α -bisabolol ser utilizado na indústria farmacêutica, cosmética e agrícola, ainda são necessários mais estudos para melhor compreensão dos seus mecanismos de ação, toxicidade, segurança de uso e viabilidade econômica para a exploração sustentável da espécie.

Referências

- AWAAD, A. S.; EL-MELIGY, R. M.; SOLIMAN, G. A. Natural products in treatment of ulcerative colitis and peptic ulcer. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 17, n. 1, p. 101–124, jan. 2013.
- BARROSO, L. K. V. *et al.* In vitro antiviral activity of *Vanillosmopsis arborea* Baker against dengue virus. **Phytomedicine Plus**, v. 3, n. 3, 1 ago. 2023.
- COLARES, A. V. *et al.* In vitro antileishmanial activity of essential oil of *Vanillosmopsis arborea* (Asteraceae) Baker. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, 2013.
- DE O. LEITE, G. *et al.* Gastroprotective mechanism of *Vanillosmopsis arborea* bark essential oil. **Fitoterapia**, v. 80, n. 1, p. 77–80, jan. 2009.
- INOCÊNCIO LEITE, L. H. *et al.* Topical antinociceptive effect of *Vanillosmopsis arborea* Baker on acute corneal pain in mice. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, 2014.
- LEITE, G. de O. *et al.* Modulation of topical inflammation and visceral nociception by *Vanillosmopsis arborea* essential oil in mice. **Biomedicine and Preventive Nutrition**, v. 1, n. 3, p. 216–222, jul. 2011.
- LEITE, L. H. I. *et al.* Molecular mechanism underlying orofacial antinociceptive activity of *Vanillosmopsis arborea* Baker (Asteraceae) essential oil complexed with β -cyclodextrin. **Phytomedicine**, v. 55, p. 293–301, 1 mar. 2019.
- MARCO, C. A.; SANTOS, H. R. dos; FEITOSA, A. G. S.; FEITOSA, J. V.; COSTA, J. G. M. da. Teor, rendimento e qualidade do óleo essencial de *Vanillosmopsis arborea* (Gardner) Baker (Candeeiro) e

sua ação alelopática. **Revista Cubana de Plantas Medicinais**, v. 20, n. 1, p. 131–141, 2015.

MOTA, M. L. *et al.* In vitro and in vivo antimalarial activity of essential oils and chemical components from three medicinal plants found in Northeastern Brazil. **Planta Medica**, v. 78, n. 7, p. 658–664, 2012.

RODRIGUES, F. F. G. *et al.* In vitro antimicrobial activity of the essential oil from *Vanillosmopsis arborea* Barker (Asteraceae) and its major constituent, α -bisabolol. **Microbial Pathogenesis**, v. 125, p. 144–149, 1 dez. 2018.

SANTOS, N. K. A. *et al.* Chemical characterization and synergistic antibiotic activity of volatile compounds from the essential oil of *Vanillosmopsis arborea*. **Medicinal Chemistry Research**, v. 20, n. 5, p. 637–641, jun. 2011.

SANTOS, N. K. A. *et al.* Isolation of α -bisabolol from the essential oil of *Vanillosmopsis arborea* Baker and modulation of antibiotic activity using gaseous contact. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 16, n. 6, p. 826–831, 2013.

SANTOS, N. K. *et al.* The essential oil from *Vanillosmopsis arborea* Baker (Asteraceae) presents antinociceptive, anti-inflammatory, and sedative effects. **International Journal of Green Pharmacy**, v. 9, n. 2, p. 138–142, 1 abr. 2015.

TEIXEIRA, G. F. D. *et al.* Antinociceptive effect of (-)- α -bisabolol in nanocapsules. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 91, p. 946–950, 1 jul. 2017.

TEIXEIRA, G. F. D.; COSTA, F. N. da; CAMPOS, A. R. Corneal antinociceptive effect of (-)- α -bisabolol. **Pharmaceutical Biology**, v. 55, n. 1, p. 1089–1092, 2017.

Cynophalla flexuosa (L.) J. Presl

Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; Ana Maria Fernandes Duarte; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; José Jonas Ferreira Viturino; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Nara Kelly Albuquerque Santos; Natália Kelly Gomes de Carvalho; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e frutos de *Cynophalla flexuosa*.



Fonte: Rodrigues (2025).

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl

Nome Popular: Feijão-bravo, feijão-de-boi.

Sinônimos: *Morisonia flexuosa* (L.) Müll.Arg., *Camparis flexuosa* (L.) Müll.Arg.

Família Botânica: Capparaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Cynophalla flexuosa (L.) J. Presl, também conhecida pelo sinônimo *Capparis flexuosa* (L.) Müll.Arg. É espécie presente no bioma Caatinga, principalmente encontrada na região semiárida. Possui porte arbóreo ou arbustivo e folhas perenes. Essa espécie pode atingir até 4 m de altura e possui folhas glabras com comprimento variando entre 3 e 5 cm (SOUZA *et al.*, 2021).

Apresenta elevada resistência à seca e tolerância à salinidade, sendo muito utilizada na regeneração e restauração de solos salinizados. Além disso, fornece madeira utilizada para estacas, e destaca-se como excelente forrageira para alimentação animal, devido a sua palatabilidade e capacidade de se manter verde durante períodos de seca. Na medicina popular, diferentes partes da planta, incluindo folhas, frutos e casca são utilizadas por suas propriedades farmacológicas, como analgésico, vermífugo, expectorante, antipirético (MAIA *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2021).

Estudos fitoquímicos indicam que essa planta se destaca pelo seu potencial medicinal, devido presença dos glucosinolatos em sua composição, que por meio da hidrólise enzimática, originam isotiocianatos, classe química de interesse farmacológico, reforçando seu valor como fonte alternativa de compostos bioativos (SILVA *et al.*, 2004). Esses compostos bioativos são encontrados em abundância na família Brassicaceae e têm sido amplamente estudados por suas propriedades quimioprotetoras, apresentando atividade antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena (SOUNDARARAJAN, KIM., 2018).

Composição Química

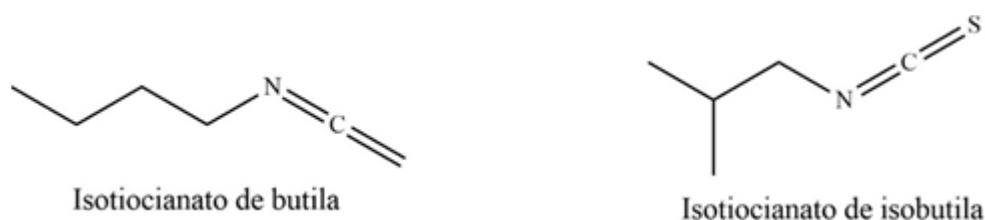
A análise por cromatografia acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) e detector de ionização em chamas (CG/FID) do óleo essencial das vagens de *C. flexuosa* revelou como compostos majoritários o isotiocianato de butila (42,60%) e isotiocianato de isobutila (42,28%) (Figura 2), grupo de compostos raros em óleos essenciais (RODRIGUES *et al.*, 2025), como mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Compostos identificados (CG/FID e CG-ES) no óleo essencial das vagens de *C. flexuosa*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
Isotiocianato de butila	42,60	36,33	1,029
Isotiocianato de isobutila	42,28	38,55	1,056
Isotiocianato de 2-metilbutila	1,02	50,81	1,160
Isotiocianato de pentila	1,90	54,88	1,189
5-butilnonano	0,44	73,88	1,290
2,6,10trimetiltetradecano	1,60	93,09	1,447
(-)- β -elemene	1,28	93,86	1,786
<i>trans</i> -cariofileno	1,53	10,362	1,553
Dotriacontano	1,52	13,865	1,456

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Figura 2: Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das vagens de *C. flexuosa*.



No estudo de Carvalho *et al.* (2021), foram identificados através da análise do óleo essencial das vagens de feijão-bravo, isotiocianatos e nitrilas, representando 39,4% dos compostos. Esses grupos químicos são identificados em óleos essenciais de alguns alimentos que fazem parte da família Brassicaceae, como o brócolis, couve-flor, rúcula, repolho e agrião, que atuam em diversas atividades biológicas. Alguns alimentos que contém esses compostos também são utilizados como conservantes naturais devido às suas atividades antimicrobianas e antioxidantes, como é o caso da mostarda.

Revelou-se através do estudo de Pereira *et al.* (2024), que o óleo da casca de *C. hastata*, espécie do mesmo gênero, apresenta em sua composição 74,76% de isotiocianatos e nitrilas, compostos não comuns em óleos essenciais, mas citado na literatura, confirmando assim os achados da identificação química de outros estudos. O óleo essencial extraído das sementes da *C. flexuosa*, apresenta a classe dos isotiocianatos majoritariamente em sua composição química. Estudos indicam que o óleo essencial extraído das vagens do feijão-bravo, possui compostos bioativos capazes de exercer diversas atividades biológicas, e Carvalho *et al.* (2021), também identificaram que esse óleo apresentou atividade antioxidante significativa, com potencial para possíveis aplicações terapêuticas.

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O óleo essencial de *C. flexuosa* apresenta atividade alelopática, demonstrada pela sua capacidade de inibir a germinação e o crescimento de *Calotropis procera* (algodão-de-seda). Os principais compostos, butil isotiocianato e isobutil isotiocianato, mostraram efeito negativo na velocidade de germinação e no crescimento das raízes e caules, indicando seu potencial como herbicidas naturais. Acredita-se que esses componentes atuam através de mecanismos bioquímicos e fisiológicos, como danos às membranas celulares, inibição de processos respiratórios e interferência na atividade enzimática. Dessa forma, o óleo possui potencial para ser utilizado como herbicida natural, contribuindo para o manejo de plantas daninhas de forma sustentável e menos agressiva ao meio ambiente (RODRIGUES *et al.*, 2025).

As propriedades antioxidantes do óleo essencial de *C. flexuosa* também foram avaliadas, através dos ensaios de captura do radical ABTS^{•+} e de proteção contra a degradação da deoxirribose, sendo evidenciada a neutralização de radicais livres. Ele foi capaz de capturar radicais do reagente ABTS^{•+} e proteger a molécula de 2-deoxirribose de danos oxidativos, indicando que tem potencial para combater o estresse causado pelos radicais livres demonstrando que este óleo essencial possui potencial para ajudar a proteger o corpo no combate ao envelhecimento e na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (CARVALHO *et al.*, 2021). Contudo, o mesmo estudo de Carvalho e colaboradores (2021), mostra que o óleo essencial apresenta alta toxicidade, demonstrado em testes com *Artemia salina*, que mostraram alto índice de mortalidade a concentração de aproximadamente 97,5 µg/mL. Além disso, os compostos presentes, como nitrilas e isotiocianatos, podem causar efeitos adversos dependendo da quantidade e da maneira de uso. Portanto, é importante manusear esse óleo com cautela para evitar riscos à saúde.

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas dos Óleos Essenciais de *C. flexuosa* (Feijão-bravo).

Atividade Biológica	Compostos	Referências
Antioxidante	Isotiocianatos e Nitrilas	(CARVALHO <i>et al.</i> , 2021)
Alelopático	Isotiocianatos	(RODRIGUES <i>et al.</i> , 2025)
Inseticida	Isotiocianatos	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2024)

Considerações Finais

Dados químicos sobre o isolamento e composição química do feijão-bravo ainda são escassos, no entanto, apontam a presença de importantes metabólitos secundários, como os isotiocianatos que apresentam inúmeros benefícios para a saúde humana. Os óleos essenciais que contêm esses compostos representam uma promissora alternativa terapêutica natural, com ampla ação biológica. Alguns estudos científicos têm demonstrado que essa classe de compostos exerce efeitos significativos na prevenção e no combate a diferentes doenças, principalmente pelo seu potencial anticancerígeno, antimicrobiano, anti-inflamatório e antioxidante.

A capacidade dos isotiocianatos de modular vias metabólicas e celulares críticas, aliada à sua origem natural, torna as espécies com essa composição química alvos de interesse para a pesquisa científica e medicina integrativa. Entretanto, é importante salientar que o uso de óleos essenciais, especialmente os que possuem isotiocianatos em altas concentrações, requer precauções quanto à dosagem, forma de aplicação e possíveis efeitos adversos. Embora os resultados experimentais sejam bastante promissores, ainda são necessários estudos clínicos mais aprofundados para confirmar sua eficácia e segurança em humanos, bem como explorar estudos agrônomicos e demais aplicações biológicas.

Referências

- CARVALHO, N. K. G. *et al.* Essential oil of *Cynophalla flexuosa* and its cytotoxicity, antioxidant, and anti-acetylcholinesterase effect. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 3, p. 480–482, 2021.
- PEREIRA, E. B. S. S. *et al.* Bioatividade do óleo essencial de feijão-bravo (*Cynophalla hastata*) frente à mosca-da-fruta (*Ceratitis capitata*) e sua toxicidade em artemia salina. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 1, p. 47–64, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31416/rsdv.v12i1.661>. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/661>. Acesso em: 7 ago. 2025.
- RODRIGUES, F. F. G. *et al.* Allelopathic effect of *Cynophalla flexuosa* essential oil on the germination and growth of *Calotropis procera*. **Chemistry & Biodiversity**, 7 abr. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202500152>. Acesso em: 7 ago. 2025. Epub ahead of print. PMID: 40192421.
- SILVA, J. G.; OLIVEIRA, N. R.; NASCIMENTO, L. A. *Cynophalla flexuosa*: usos múltiplos e importância socioeconômica em comunidades do sertão. **Biodiversidade Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 115–123, 2020.
- SOUZA, E. M.; PEREIRA, E. B. S. S.; MIRANDA, I. S. CAPPARACEAE (Feijão-bravo). In: SOUZA, E. M. (org.). *Plantas da Caatinga: um olhar multidisciplinar*. Petrolina: **IFSertãoPE**, 2021. p. 94–98.
- SOUZA, T. A. Estudo fitoquímico de *Neocalyptrocalyx longifolium* Mart. Cornejo & Iltis (Capparaceae). 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.
- SOUNDARARAJAN, P.; KIM, J. S. Anti-carcinogenic glucosinolates in cruciferous vegetables and their antagonistic effects on prevention of cancers. **Molecules**, v. 23, n. 11, p. 2983, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23112983>. PMID: 30445746; PMCID: PMC6278308.

Croton grewioides Baill.

José Jonas Ferreira Viturino; Ana Maria Fernandes Duarte; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Mariana Pereira da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; Natália Kelly Gomes de Carvalho; Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Partes aéreas de *Croton zehntneri*.



Fonte: Medicinal and Aromatic Plants of South America. Chapter *Croton zehntneri* Pax & K. Hoffm (Euphorbiaceae), 2018.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Croton grewioides* Baill.

Nome Popular: Canela de cunha, canelinha, canelinha brava, canela brava e alecrim-de-cabocla.

Sinônimos: *Croton zehntneri* Pax & K.Hoffm, *Croton glycosmeus* Müll.Arg, *Oxydectes grewioides* (Baill.) Kuntze.

Família Botânica: Euphorbiaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

A espécie de *Croton grewoides* Baill é planta aromática nativa do Brasil, típica da vegetação de Caatinga, possui caráter arbustivo e subarbustivo, folhas com pecíolos curtos e lâmina foliar ovalada com margem serrilhada, apresenta tricomas tanto na face abaxial quanto adaxial, suas inflorescências são do tipo tirso com flores estaminadas, e fruto do tipo columela (FLORA DO BRASIL, 2025). Suas folhas e inflorescências são utilizadas na preparação de chás e infusões com ampla atividade relatada na medicina tradicional, por sua ação, gastroprotetora (indicada no tratamento de úlceras estomacais), hepatoprotetora, anti-inflamatória, cicatrizante, analgésica e sedativa, sendo empregada para o alívio de dores corporais (CAVALCANTI *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2020;). Além de ser utilizada como repelente natural contra insetos (SILVA *et al.*, 2008 e SANTOS *et al.*, 2007).

Composição Química

A análise química por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG/EM) das partes aéreas de *C. grewoides* (Tabela 1) revelou a presença majoritária de fenilpropanóides com 69,73% de sua constituição seguido por ésteres com 10,99%, destacando-se como componente majoritário o fenilpropanóide estragol (50,34%), metil eugenol (19,39%) e anisol (10,99%) (VITURINO *et al.*, 2024) cujas estruturas moleculares se encontram desenhadas na Figura 2. No total, foram identificados 18 componentes químicos presentes em seu óleo essencial, conforme descrito na Tabela 1.

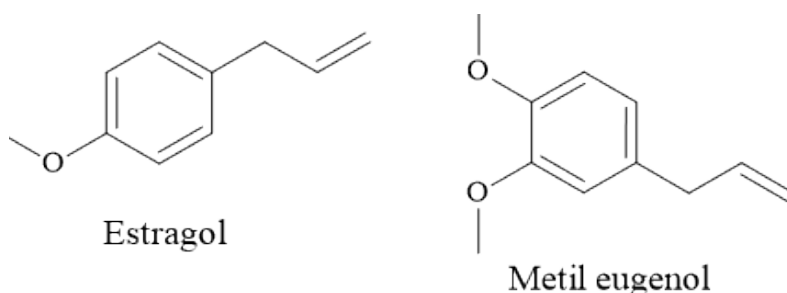
Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *C. grewoides*

Componentes	(%)	TR (min)	IR
Estragol	50,34	6,53	1246
Metil eugenol	19,39	8,10	1339
Anisol	10,99	7,25	1283
Metil- <i>trans</i> -isoeugenol	6,09	8,94	1403
1,8-cineol	4,2	5,01	1156
α -selineno	1,97	11,32	1628
β -elemeno	1,37	8,31	1355
β -ocimeno	1,09	5,15	1165
Cânfora	1,08	6,09	1223
α -pineno	0,82	3,97	1070
<i>trans</i> -cariofileno	0,81	8,64	1380
Óxido de cariofileno	0,42	10,35	1553
Canfeno	0,36	4,14	1090
β -mirceno	0,29	4,53	1122
2- β -pineno	0,25	4,45	1116
Isoledeno	0,25	8,80	1391
Isoborneol	0,17	6,34	1236
Sabinense	0,11	4,38	1111

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção linear obtido.

Fonte: Viturino *et al.* (2024)

Figura 2. Compostos majoritários do óleo essencial de *C. grewioides*



Os resultados obtidos na análise química presente nos estudos de Viturino *et al.* (2024) (Tabela 1), corroboram com os demais estudos referentes à espécie. De acordo com Souza *et al.* (2022) o estragol também expressou percentual significativo do óleo essencial de *C. grewioides*, após a análise química por CG/EM, com valores da ordem de 95,24%, representando quase a totalidade dos constituintes químicos presentes na amostra. Já o trabalho desenvolvido por Ferreira-da-Silva *et al.* (2023), ao analisar a composição química do óleo essencial de *C. grewioides*, revelou a presença majoritária do anetol com percentual de 80,03% da amostra analisada por CG/EM

Os isômeros estragol e anetol comumente encontradas em estudos de análise da composição química para a espécie, apresentam peculiaridades que são intrínsecas de cada molécula, o que leva a aplicabilidades nas mais diversas áreas da saúde por suas propriedades farmacológicas e aplicações na indústria, principalmente no setor alimentício por sua ação antioxidante, aromatizante e conservantes naturais (ANDRADE *et al.*, 2015).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O óleo essencial de *C. grewioides* apresenta diversas propriedades biológicas, cuja síntese dos principais achados da literatura encontram-se listados na Tabela 2. Grande parte das atividades relatadas para a espécie está relacionada à presença de seus constituintes majoritários, encontrados com frequência em estudos de análise química de seu óleo essencial, que são o estragol e o anetol.

Vários estudos associam a presença desses componentes a atividades como anti-inflamatória e cicatrizante, pois atuam na fase inicial do processo inflamatório e aumentam a produção de colágeno, estimulando a cicatrização de feridas, conforme descrito por Cavalcanti *et al.* (2012). Seu efeito sobre células causadoras do câncer também foi relatado, e Andrade *et al.* (2015), evidenciaram que o óleo essencial foi capaz de atuar nas principais linhagens de células cancerígenas associadas ao câncer de mama e de pulmão com CL₅₀ de 4,54 µg/mL.

Seu efeito sobre o relaxamento da musculatura traqueal em modelo animal demonstrou atividade antiespasmódica significativa, associada à ação relaxante muscular, o que o destaca como possível agente terapêutico no manejo de distúrbios do trato respiratório e espasmos musculares. Em todos os estudos analisados, a composição química do óleo essencial apresentou predominância de anetol e estragol, compostos reconhecidos por suas propriedades farmacológicas promissoras no

controle dessas enfermidades (LIMA *et al.*, 2020).

Entretanto, é importante salientar que, por se tratar de estudos ainda preliminares, os resultados disponíveis não permitem confirmar plenamente a eficácia do óleo essencial da espécie no tratamento de doenças que acometem seres humanos. Dessa forma, torna-se essencial a realização de investigações adicionais, com ênfase na avaliação isolada dos principais marcadores químicos, a fim de elucidar de forma mais detalhada seus mecanismos de ação e compreender como esses compostos contribuem para os efeitos biológicos observados nas pesquisas anteriores.

Outros dados importantes encontrados por Souza *et al.* (2022), Donati *et al.* (2015) e Oliveira *et al.* (2021) também destacam o potencial terapêutico do óleo essencial de *C. grewioides*. Ao analisar seu efeito antioxidante frente a diferentes métodos de investigação *in vitro*, seu óleo apresentou redução significativa de radicais livres com valores de inibição superiores a 80%. Grande parte desse efeito se dá pela presença complexa de constituintes presentes em seu óleo essencial com destaque para compostos fenólicos como o eugenol.

Seu potencial antimicrobiano contra diferentes patógenos de relevância clínica, como cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e fungos do gênero *Candida*, tem sido amplamente destacado na literatura. Entre esses trabalhos, o estudo de Coutinho *et al.* (2010), verificou a associação de antibióticos com o óleo essencial de *C. grewioides* frente a cepas multirresistentes de *S. aureus* (SA 1199B), conhecidas por superexpressarem genes de resistência associados à bomba de efluxo. Os resultados demonstraram redução significativa no perfil de resistência aos antibióticos testados, indicando que o óleo essencial atua como agente potencializador da ação antimicrobiana, além de contribuir para a diminuição dos efeitos relacionados aos mecanismos de resistência bacteriana.

Nos estudos conduzidos por Rodrigues *et al.* (2009) e Viturino *et al.* (2024), a avaliação do óleo essencial da espécie frente a linhagens bacterianas de relevância clínica, como *S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli* e *Pseudomonas aeruginosa*, incluindo tanto cepas padrão quanto multirresistentes, revelando redução expressiva nos valores da Concentração Inibitória Mínima (CIM) quando combinado a antibióticos. Os resultados mostraram fatores de redução da CIM (FRC) superiores a 90%, evidenciando o forte potencial da espécie como agente adjuvante em terapias antibacterianas.

Estudos como esses são de extrema relevância para o avanço em pesquisas por novas substâncias com ação antimicrobiana, tendo em vista que é cada vez mais comum encontrar microrganismos resistentes à ação dos antibióticos de uso tradicional. Entretanto, lacunas importantes ainda precisam ser elucidadas sobre seus efeitos nas cepas testadas, como por exemplo, seu mecanismo de ação e quais moléculas presentes no óleo essencial de *C. grewioides* detém maiores efeitos sobre as linhagens testadas.

Além das atividades supracitadas anteriormente, o óleo essencial de *C. grewioides* apresenta efeitos gastroprotetores, atuando na redução de lesões do tipo ulcerativas na mucosa gástrica através da estimulação da secreção do muco gástrico que reveste as células estomacais (COELHO-DE-SOUZA *et al.*, 2013), bem como ações hepatoprotetores, reduzindo os efeitos da toxicidade induzida pelo uso excessivo de medicamentos como o paracetamol normalizando suas funções no organismo

(LIMA *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2020).

Outras atividades farmacológicas relatadas na literatura referem-se a suas propriedades inseticidas, atuando como repelente natural e na proteção de grãos armazenados, bem como seus efeitos larvicidas em larvas do mosquito *Aedes aegypti* atuando no controle do principal agente transmissor de doenças como dengue, chikungunya, zika vírus e febre amarela (SANTOS *et al.*, 2007, SILVA *et al.*, 2008).

Poucos estudos relatam os possíveis efeitos tóxicos da utilização do óleo essencial de *C. grewioides*, dentre eles, Costa *et al.* (2008) avaliou os possíveis efeitos tóxicos em *Artemia salina* com CL₅₀ de 100 µg/mL. Embora o modelo animal utilizado seja referência em muitos estudos de toxicidade aguda, por si só não revela o potencial tóxico da utilização do óleo essencial de *C. grewioides*, fazendo-se necessário ensaios adicionais a fim de determinar sua dosagem de segurança e eficácia frente às doenças supracitadas anteriormente.

Diante da complexidade química do óleo essencial de *C. grewioides*, caracterizado pela presença de diversos metabólitos secundários com reconhecida relevância biológica, observa-se um potencial terapêutico abrangente. Esses resultados reforçam a importância da espécie como fonte de compostos naturais bioativos, com aplicabilidade promissora em estudos voltados ao desenvolvimento de agentes terapêuticos com propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes, entre outras listadas na Tabela 2, contribuindo assim para o avanço da pesquisa em produtos naturais.

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleo Essencial de *Croton grewioides* (canela-de-cunhã).

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antiespasmódico traqueal	Anetol e estragol	(LIMA <i>et al.</i> , 2020)
Antioxidante	Estragol, Eucaliptol, Epatulenol, Mirceno	(SOUZA <i>et al.</i> , 2022)
Hepatoproteção	Trans-anetol, estragol, 1,8 cineol, β mirceno, anisaldeído e <i>trans</i> -cariofileno	(SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
Antimicrobiana e citotóxica	Estragol, epatulenol, 3(2H)-benzofuranona, 2,4-dimetil, aromadendreno, anisaldeído, farnesoato de metila e 1,8 cineol	(ANDRADE <i>et al.</i> , 2015)
Antioxidante e antifúngico	Estragol, <i>trans</i> -anetol, β -cariofileno e mirceno	(DONATI <i>et al.</i> , 2015)
Efeito relaxante	Anetol e estragol	(CABRAL <i>et al.</i> , 2014)
Anti-inflamatório e cicatrizante	Anetol, estragol, 1,8-cineol e <i>trans</i> -cariofileno	(CAVALCANTI <i>et al.</i> , 2012)
Antiulcerogênico e gastroprotetor	Anetol, estragol, 1,8-cineol e <i>trans</i> -cariofileno	(COELHO-DE-SOUZA <i>et al.</i> , 2013)
Antibacteriana e modulação de antibióticos	Estragol, 1,8-cineol, eugenol, mirceno, biciclogermacreno, β -omiceno e sabineno	(COUTINHO <i>et al.</i> , 2010)
Modulação de antibióticos	<i>Trans</i> -Anetol, <i>trans</i> -cariofileno, mirceno, α -pineno, 1,8-cineol e estragol	(RODRIGUES <i>et al.</i> , 2009)

Inseticida	(<i>E</i>)-anetol, metil eugenol, (<i>E</i>)-metil isoeugenol, (<i>Z</i>)-anetol, β -cariofileno, (<i>Z</i>)-metil isoeugenol, metil chavicol, espatulenol, δ -cadineno, óxido de cariofileno, cubobol, germacreno D, trans- α -bergamoteno, 1,8 cineol e α -copaeno	(SILVA <i>et al.</i> , 2008)
Antioxidante e hepatoprotetor	Anetol, estragol, biciclogermacreno, β -cariofileno, mirceno, germacreno, 1,8 cineol, espatuleno, β -elemeno, globulol, (<i>E</i>)- β -ocimeno, aloaromadendreno e α -felandreno	(LIMA <i>et al.</i> , 2008)
Antibacteriana	Estragol, 1,8 cineol, eugenol, mirceno, biciclogermacreno, β -omiceno e sabineno	(COSTA <i>et al.</i> , 2008)
Anti-helmintico	Anetol, anisaldeído, estragol e acetato de anisila	(CAMURÇA-VASCONCELOS <i>et al.</i> , 2007)
Larvicida	Anetol, estragol, <i>E</i> -cariofileno, biciclogermacreno, germacreno D	(SANTOS <i>et al.</i> , 2007)
Antinociceptivo	Anetol, estragol, 1,8 cineol β mirceno, anisaldeído e trans-cariofileno	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2001)
Antibacteriana e modulação de antibióticos	estragol, metil eugenol, anisol, metil- <i>trans</i> -isoeugenol	(VITURINO <i>et al.</i> , 2024)
Anticolinesterásico	(<i>E</i>)-anetol, estragol, β -pineno, biciclogermacreno, 1,8-cineol, (<i>E</i> -cariofileno, germacreno D e (<i>Z</i>)-anetol	(SANTOS <i>et al.</i> , 2010)
Antioxidante	Metil chavicol, eugenol, biciclogermacreno, δ -elemeno, (<i>E</i> -cariofileno, germacreno D, espatulenol, óxido de cariofileno, (2 <i>E</i> , 6 <i>E</i>)-farnesoato de metila e α -humuleno	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2021)

Considerações Finais

A utilização de produtos de origem natural tem se mostrado cada vez mais relevante, especialmente na descoberta de novos agentes terapêuticos, tendo em vista a evolução de patógenos resistentes aos antibióticos de uso convencional. Assim, os óleos essenciais por serem ricos em compostos terpenóides, vem ganhando destaque em pesquisas científicas por apresentarem inúmeras atividades de cunho medicinal, a espécie *C. grewioides* tem se destacado como um potencial recurso fitoterápico a ser melhor investigado, visando sua aplicação na produção de farmoquímicos. Dentre os compostos de maior relevância presentes em seu óleo essencial, destacam-se anetol e estragol, substâncias associadas a efeitos anti-inflamatórios, relaxantes, antimicrobianos e à proteção dos sistemas hepático e gastrointestinal, reforçando o interesse científico na valorização dessa espécie vegetal.

Os estudos realizados no LPPN contribuíram de maneira significativa na elucidação da composição química da espécie trazendo dados atualizados referentes ao potencial antibacteriano do óleo essencial em bactérias multirresistentes, revelando ser agente promissor no controle junto aos antibióticos, no tratamento de infecções ocasionadas por microrganismos. Apesar dos avanços já alcançados, outros estudos fazem-se necessários para melhor compreensão de mecanismos de ação do óleo essencial frente às patologias citadas anteriormente, sobretudo por seus efeitos tóxicos, que são de extrema relevância para garantir a segurança clínica de sua utilização.

Referências

- ANDRADE, T. C., LIMA, S. G., FREITAS, R. M., ROCHA, M. S., ISLAM, T., SILVA, T. G., & MILITAO, G. C. Isolation, characterization and evaluation of antimicrobial and cytotoxic activity of estragole, obtained from the essential oil of *Croton zehntneri* (Euphorbiaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 173-182, 2015.
- CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F., BEVILAQUA, C. M. L., MORAIS, S. M., MACIEL, M. V., COSTA, C. T. C., MACEDO, I. T. F., OLIVEIRA, L.M.B, BRAGA, R.R., SILVA, R.A. & VIEIRA, L. S. Anthelmintic activity of *Croton zehntneri* and *Lippia sidoides* essential oils. **Veterinary parasitology**, v. 148, n. 3-4, p. 288-294, 2007.
- CABRAL, P. H. B., DE MORAIS CAMPOS, R., FONTELES, M. C., SANTOS, C. F., CARDOSO, J. H. L., & DO NASCIMENTO, N. R. F. Effects of the essential oil of *Croton zehntneri* and its major components, (anethole and estragole, on the rat corpora cavernosa. **Life sciences**, v. 112, n. 1-2, p. 74-81, 2014.
- COUTINHO, H. D. M., MATIAS, E. F. F., SANTOS, K. K. A., TINTINO, S. R., SOUZA, C. E. S., GUEDES, G. M. M., SANTOS F.A.D, COSTA J.G.M., FALCÃO-SILVA V.S. & SIQUEIRA-JÚNIOR, J. P. Enhancement of the norfloxacin antibiotic activity by gaseous contact with the essential oil of *Croton zehntneri*. **Journal of Young Pharmacists**, v. 2, n. 4, p. 362-364, 2010.
- COSTA, J. G., RODRIGUES, F. F., ANGÉLICO, E. C., PEREIRA, C. K., SOUZA, E. O. D., CALDAS, G. F. R., SILVA, M. R., SANTOS, N. K. A., MOTA, M. L. & SANTOS, P. F. D. Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *Croton zehntneri* (variedade estragol). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 583-586, 2008.
- Croton* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17516>>. Acesso em: 01 jun. 2025
- CAVALCANTI, J. M., LEAL-CARDOSO, J. H., DINIZ, L. R. L., PORTELLA, V. G., COSTA, C. O., LINARD, ALVES, C.K., ROCHA, M.V.A.P., LIMA, C.C., CECATTO, V.M. & COELHO-DE-SOUZA, A. N. The essential oil of *Croton zehntneri* and trans-anethole improves cutaneous wound healing. **Journal of ethnopharmacology**, v. 144, n. 2, p. 240-247, 2012.
- DONATI, M., MONDIN, A., CHEN, Z., MIRANDA, F. M., DO NASCIMENTO JR, B. B., SCHIRATO, G., PASTORE, P., & FROLDI, G. Radical scavenging and antimicrobial activities of *Croton zehntneri*, *Pterodon emarginatus* and *Schinopsis brasiliensis* essential oils and their major constituents: estragole, trans-anethole, β -caryophyllene and myrcene. **Natural product research**, v. 29, n. 10, p. 939-946, 2015.
- FERREIRA-DA-SILVA, FRANCISCO WALBER *et al.* Essential oil of *Croton zehntneri* prevents electrophysiological alterations in dorsal root ganglia of streptozotocin-induced diabetes mellitus in rats. **Phytomedicine Plus**, v. 3, n. 2, p. 100443, 2023.
- LIMA, C. C., DE HOLANDA-ANGELIN-ALVES, C. M., PEREIRA-GONÇALVES, Á., KENNEDY-FEITOSA, E., EVANGELISTA-COSTA, E., BEZERRA, M. A. C., ... & LEAL-CARDOSO, J. H.

Antispasmodic effects of the essential oil of *Croton zehntneri*, anethole, and estragole, on tracheal smooth muscle. **Heliyon**, v. 6, n. 11, 2020.

LIMA, F. C., SOUSA, D. F., FERREIRA, J. M., LIMA JR, R. C., TOMÉ, A. R., CARDOSO, J. H. L., QUEIROZ, M. G. R. & CAMPOS, A. R. *Croton zehntneri* Essential Oil Prevents Acetaminophen-Induced Acute Hepatotoxicity in Mice. **Records of natural products**, v. 2, n. 4, 2008.

OLIVEIRA, S. D. D. S., DE OLIVEIRA E SILVA, A. M., BLANK, A. F., NOGUEIRA, P. C. D. L., NIZIO, D. A. D. C., ALMEIDA-PEREIRA, C. S., PEREIRA, R.O, MENEZES-SÁ, T. S. A., SANTANA, M. H. S. & ARRIGONI-BLANK, M. D. F. Radical scavenging activity of the essential oils from *Croton grewoides* Baill accessions and the major compounds eugenol, methyl eugenol and methyl chavicol. **Journal of Essential Oil Research**, v. 33, n. 1, p. 94-103, 2021.

OLIVEIRA, A. C., LEAL-CARDOSO, J. H., SANTOS, C. F., MORAIS, S. M., & COELHO-DE-SOUZA, A. N. Antinociceptive effects of the essential oil of *Croton zehntneri* in mice. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 34, p. 1471-1474, 2001.

RODRIGUES, FABÍOLA FG; COSTA, JOSÉ GM; COUTINHO, HENRIQUE DM. Synergy effects of the antibiotics gentamicin and the essential oil of *Croton zehntneri*. **Phytomedicine**, v. 16, n. 11, p. 1052-1055, 2009.

SOUZA, A. A. M., BRASIL, D. D. S. B., RODRIGUES, C. C., DE FREITAS ALMEIDA, S. M., DA SILVA, N. M. M., & DO RÊGO, J. D. A. R. Avaliação de atividades antioxidantes em plantas do gênero *Croton*. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 4, p. 2217-2235, 2020.

SILVA, C. G., ZAGO, H. B., JÚNIOR, H. J., DA CAMARA, C. A., DE OLIVEIRA, J. V., BARROS, R., SCHWARTZ, M. O. E. & LUCENA, M. F. Composition and insecticidal activity of the essential oil of *Croton grewoides* Baill. against Mexican bean weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman). **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 2, p. 179-182, 2008.

SOUSA, A. J., OLIVEIRA, G. L., FONSECA, L., ROCHA, M. S., RAI, M., SANTOS, F. E., & LIMA, S. G. D. Antioxidant properties of *Croton zehntneri* Pax et Hoffm. Essential oil and its inclusion complex with β -cyclodextrin prepared by spray drying. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, p. 1244-1253, 2022.

SANTOS, H. S., SANTIAGO, G. M., DE OLIVEIRA, J. P., ARRIAGA, A. M., MARQUES, D. D., & LEMOS, T. L. Chemical composition and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oils from *Croton zehntneri*. **Natural Product Communications**, v. 2, n. 12, p. 1934578X0700201208, 2007.

SANTOS, H. S., FURTADO, E. F., BERTINI, L. M., BANDEIRA, P. N., ALBUQUERQUE, M. R., MENEZES, J. E., TREVISAN, M. T. S. & LEMOS, T. L. Chemical composition and cholinesterase inhibition of essential oils of three chemotypes from *Croton zehntneri*. **Revista latinoamericana de química**, v. 38, n. 1, p. 45-51, 2010.

SOUSA, A. J., OLIVEIRA, G. L., FONSECA, L., ROCHA, M. S., RAI, M., SANTOS, F. E., & LIMA, S. G. D. Antioxidant properties of *Croton zehntneri* Pax et Hoffm. Essential oil and its inclusion

complex with β -cyclodextrin prepared by spray drying. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, p. 1244-1253, 2022.

SOUSA, E.O.; ALMEIDA, T.S.; MENEZES, I.R.; RODRIGUES, F.F.; CAMPOS, A.R.; LIMA, S.G.; COSTA, J.G.M. Chemical composition of essential oil of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and synergistic effect of the aminoglycosides gentamicin and amikacin. *Rec. Nat. Prod.*, v. 6, p. 144-150, 2012.

SILVA, C. G., ZAGO, H. B., JÚNIOR, H. J., DA CAMARA, C. A., DE OLIVEIRA, J. V., BARROS, R., SCHWARTZ, M. O. E. & LUCENA, M. F. Composition and insecticidal activity of the essential oil of *Croton grewioides* Baill. against Mexican bean weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman). **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 2, p. 179-182, 2008.

VITURINO, JOSÉ JONAS FERREIRA *et al.* Chemical Composition, Antibacterial and Antibiotic-Modifying Activity of *Croton grewioides* Baill Essential Oil. **Future Pharmacology**, v. 4, n. 4, p. 731-742, 2024.

Croton campestris A. St.-Hil

Ana Maria Fernandes Duarte; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Mariana Pereira da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; Natália Kelly Gomes de Carvalho; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Partes aéreas de *Croton campestris*.



Fonte: Biodiversity4All <https://www.biodiversity4all.org/observations/138721447/>. Acesso em: 15 set. 2025

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Croton campestris* A. St. Hil.

Nome Popular: Velame-do-campo.

Sinônimos: *Croton subacutus* Müll.Arg., *Croton versicolor* Müll.Arg.

Família Botânica: Euphorbiaceae.

Características Botânicas e Uso Popular

Dentre as espécies pertencentes ao *Croton* gênero, destaca-se a espécie *Croton campestris* A. St.-Hil, originário do Brasil, ocorre principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, conhecida popularmente como “velame do campo”, “velame verdadeiro” ou “curraleira”. Possui emprego popular, com destaque para o seu potencial antimicrobiano e gastroprotetor. Os dados etnofarmacológicos obtidos para *C. campestris* na Biorregião do Araripe evidenciam a valorização do conhecimento tradicional no uso medicinal da espécie, especialmente para o tratamento de distúrbios hematológicos, reumatismo, inflamações e dores. A raiz é a parte mais empregada, rica em diterpenos, além dela são utilizadas as folhas, com predominância da infusão, administração oral, e em bebidas alcoólicas (SANTOS, 2005; GOMES, 2020).

Composição Química

A análise cromatográfica do óleo essencial das folhas de *C. campestris* apresentou vasta composição química, em sua maioria monoterpenos e sesquiterpenos. A Tabela 1 apresenta os compostos identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

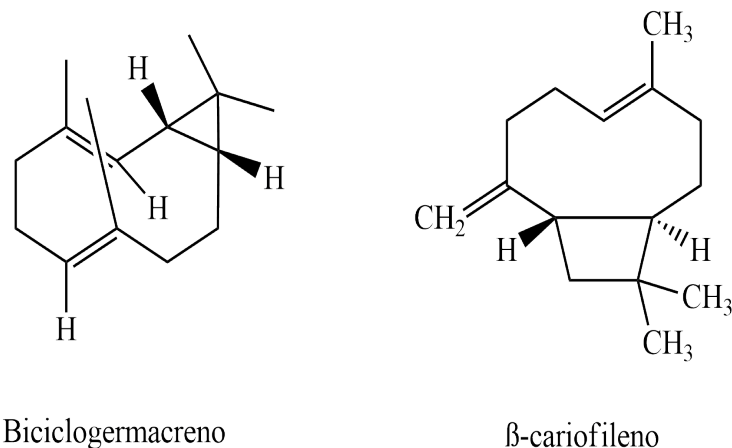
Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *C. campestris*.

Componentes	(%)	RT (min)	IR
Limoneno	9,7	5,00	1027
α -Pino	0,8	5,21	768
Sabineno	1,4	6,20	971
1-Octen-3-ol	0,4	6,25	980
Terpinoleno	0,9	5,27	1085
(-)-borneol	1,3	6,34	1162
Terpine-4-ol	1,0	6,43	1175
α -terpineol	1,1	6,51	1188
Mirceno	0,6	6,79	989
p -cino	1,9	7,65	1022
γ -terpineno	5,2	8,71	1057
Aromadendreno	2,2	8,82	1445
Linalol	2,8	10,10	1098
Acetato de Bornyl	1,0	15,98	1281
α -copaeno	0,4	18,74	1370
β-cariofileno	17,0	20,07	1413
α -humuleno	0,5	21,02	1454
Germacreno-D	3,7	21,93	1473
Biciclogermacreno	16,2	22,38	1492
β -elemeno	1,8	23,50	1387
α -amorfo	1,5	27,27	1507
α -elemeno	1,1	31,32	1334

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, RT: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Fonte: (ALMEIDA *et al.*, 2012; OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018)

Figura 2: Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial de *C. campestris*.



Diversas pesquisas sobre óleos essenciais do *C. campestris*, evidenciam a presença expressiva de β -cariofileno e biciclogermacreno em algumas espécies relacionadas, como componentes predominantes. Em *C. campestris*, o β -cariofileno foi identificado como um dos principais constituintes (15,91%), juntamente com outros sesquiterpenos, como o germacreno-D, enquanto o biciclogermacreno também é encontrado em concentrações significativas em espécies do mesmo gênero, como *C. campinarenensis* (17,08%) (OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018; DA COSTA *et al.*, 2022).

O β -cariofileno, isolado do óleo essencial de *C. campestris*, apresentou potente atividade anti-inflamatória em modelos experimentais *in vivo*, reduzindo edemas e respostas inflamatórias provocadas por diferentes agentes, como carragenina e histamina. O composto demonstrou ser seguro mesmo em doses elevadas, sem evidências de toxicidade significativa, e sua ação parece envolver a inibição de vias bioquímicas associadas ao ácido araquidônico e à histamina (OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018).

O biciclogermacreno presente em *C. campinarenensis*, foi vinculado a uma atividade antioxidante moderada e à ocorrência de toxicidade preliminar em ensaios biológicos com *Artemia salina*, sugerindo que, apesar de seu potencial biológico, pode representar riscos em determinadas concentrações. A análise de interação molecular do biciclogermacreno com alvos biológicos, como a enzima acetilcolinesterase, aponta para mecanismos de ação que podem ser explorados tanto do ponto de vista terapêutico quanto para avaliação de segurança (DA COSTA *et al.*, 2022).

Ao comparar os dados, observa-se que o β -cariofileno se sobressai pela sua atividade anti-inflamatória relevante e segura em *C. campestris*, enquanto o biciclogermacreno possui potencial antioxidante, mas demanda cautela devido à sua toxicidade. A combinação desses compostos pode justificar a ampla variedade de atividades biológicas observadas nos óleos essenciais de *Croton*, sugerindo possíveis aplicações terapêuticas e reforçando a necessidade de investigações adicionais para esclarecer os mecanismos de ação e os parâmetros de segurança de uso (OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018; DA COSTA *et al.*, 2022).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Ensaios farmacológicos confirmaram efeito anti-inflamatório significativo do óleo essencial de *C. campestris* e do composto majoritário β -cariofileno, atuando na inibição de vias mediadas por ácido araquidônico e histamina, reduzindo edema e dor em modelos animais (OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018).

Diante da investigação de atividades antibacterianas contra cepas Gram-positivas e Gram-negativas, *C. campestris* destacou atividade frente a bactéria *Staphylococcus aureus*. Estudos mostraram que extratos de folhas e ramos potencializam o efeito de aminoglicosídeos, sugerindo atuação como moduladores de resistência bacteriana (ALMEIDA *et al.*, 2013). O mecanismo pode envolver a inibição de bombas de efluxo, conforme demonstrado na modulação da resistência à norfloxacin em *S. aureus* multirresistentes (COUTINHO *et al.*, 2011).

A presença de flavonóides *O*-glicosilados derivados da quercetina, como hiperina, guaijaverin e quercetina, destacam-se por suas atividades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (SANTOS *et al.*, 2005). Outro destaque farmacológico é a ação protetora contra a toxicidade por organofosforados, devido a fração metanólica de *C. campestris*, rica em ácido gálico, catequina, rutina e outros fenóis, ter prevenido a mortalidade, estresse oxidativo e inibição de acetilcolinesterase induzidos por clorpirifós em *Drosophila melanogaster* (GOMES *et al.*, 2020).

Os óleos essenciais obtidos da espécie apresentam composição variável conforme a parte da planta, mas β -cariofileno, germacreno D, espatulenol e biciclogermacreno figuram frequentemente entre os principais constituintes (ALMEIDA *et al.*, 2013; OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018), aos quais são atribuídas atividades anti-inflamatória, antimicrobiana, antifúngica e antioxidante, já documentadas para a espécie e para os compostos isolados. Ensaios de toxicidade oral do óleo essencial indicam baixa toxicidade aguda, com DL_{50} acima de 5,000 mg/kg em camundongos (OLIVEIRA-TINTINO *et al.*, 2018). Entretanto, extratos brutos em altas doses provocam efeitos adversos em *D. melanogaster*, como alterações locomotoras e estresse oxidativo (GOMES *et al.*, 2020).

Embora o uso popular geralmente envolva doses menores, a falta de estudos clínicos controlados impede recomendações seguras para uso prolongado ou em populações sensíveis. Também é necessário considerar possíveis interações com fármacos, especialmente anti-inflamatórios e antimicrobianos (COUTINHO *et al.*, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2013).

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas dos Óleo Essencial de *C. campestris*.

Atividades Biológicas investigada	Compostos	Referências
Anti-inflamatória	β -cariofileno	(OLIVEIRA-TINTINO <i>et al.</i> 2018)
Antimicrobiana	β -cariofileno Germacreno D	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 2013); (OLIVEIRA-TINTINO <i>et al.</i> , 2018)
Antioxidante	Germacreno D e Flavonóides O-glicosilados	(ALMEIDA <i>et al.</i> 2013); (SANTOS <i>et al.</i> , 2005); (GOMES <i>et al.</i> , 2020)
Antifúngica	Espatuleno	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 2013)
Anti-inflamatória	Espatuleno	ALMEIDA <i>et al.</i> (2013)
Modulador inflamatório	Flavonóides O-glicosilados	(SANTOS <i>et al.</i> 2005)
Antioxidante	Compostos fenólicos	(GOMES <i>et al.</i> , 2020)
Neuroprotetor	Compostos fenólico	(GOMES <i>et al.</i> , 2020)

Considerações Finais

O vasto perfil químico da espécie *C. campestris*, indica potencial fonte de moléculas bioativas e seus compostos majoritários o biciclogermacreno e β -cariofileno estão relacionados a seus efeitos anti-inflamatórios, antimicrobianos, antioxidantes e modificadores de antibióticos, sendo promissores, em especial, no combate à resistência microbiana. Para a validação farmacêutica, é essencial integrar dados etnobotânicos com análises químicas, testes farmacológicos e ensaios clínicos, além de padronizar os extratos e elucidar os mecanismos de ação, visando o desenvolvimento de fitoterápicos seguros e eficazes.

Contudo, o uso medicinal de *C. campestris* exige cautela, pois há ausência de estudos clínicos robustos e de dados sobre toxicidade crônica. A implementação de regulamentações específicas, o controle de qualidade na produção e pesquisas de segurança farmacológica são etapas fundamentais para assegurar seu uso racional, para evoluir como um recurso fitoterápico relevante na terapêutica moderna.

Referências

ALMEIDA, Thiago Silva *et al.* Chemical composition, antibacterial and antibiotic modulatory effect of *Croton campestris* essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 630–633, 2013.

COUTINHO, Henrique Douglas Matias *et al.* Modulation of the norfloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* by *Croton campestris* A. and *Ocimum gratissimum* L. **Biomédica**, v. 31, n. 4, p. 608-612, 2011.

DA COSTA, Leonardo Souza *et al.* First report on the chemical composition, antioxidant capacity, and preliminary toxicity to *Artemia salina* L. of *Croton campinarenensis* Secco, A. Rosário & PE Berry (*Euphorbiaceae*) essential oil, and in silico study. **Antioxidants**, v. 11, n. 12, p. 2410, 2022.

GOMES, Karen K *et al.* *Croton campestris* A. St.-Hill Methanolic Fraction in a Chlorpyrifos-Induced

Toxicity Model in *Drosophila melanogaster*: Protective Role of Gallic Acid. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2020, 2020.

OLIVEIRA-TINTINO, Cícera Datiane de Moraes *et al.* Anti-inflammatory and anti-edematogenic action of the *Croton campestris* A. St.-Hil (Euphorbiaceae) essential oil and the compound β -caryophyllene in in vivo models. **Phytomedicine**, v. 41, p. 82–95, 1 mar. 2018.

SANTOS, Paula M. L. *et al.* Flavonoides O-glicosilados de *Croton campestris* St. Hill. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 321-325, 2005.

Hyptis martiusii Benth

Natália Kelly Gomes de Carvalho; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Joice Barbosa do Nascimento; Jonas Felipe de Lima Pereira; José Walber Gonçalves Castro; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Mariana Pereira da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: *Hyptis martiusii* Benth.



Fonte: Oliveira (2011).

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Hyptis martiusii* Benth.

Nome Popular: Cidreira-do-mato ou cidreira-brava.

Sinônimos: *Medusantha martiusii* (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore.

Família Botânica: Lamiaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Hyptis martiusii Benth é classificado como um arbusto perene, de porte ereto e ramificado com folhas simples, opostas, com margens serradas e superfícies pilosas. As flores são brancas, delicadas, reunidas em inflorescências globulosas terminais e o caule apresenta formato quadrangular. É espécie endêmica do Nordeste brasileiro, com ampla disseminação na Chapada do Araripe, na região sul do Ceará e no Estado de Pernambuco, cuja ocorrência vai desde a zona da mata à zona de caatinga (CALDAS *et al.*, 2015).

As folhas são as partes mais utilizadas pela população local, por meio de infusão e/ou decocção para o tratamento de problemas intestinais e estomacais, enquanto, as raízes em decocção são empregadas no tratamento de inflamações ovarianas (CALDAS *et al.*, 2014; CALDAS *et al.*, 2013).

Composição química

A análise cromatográfica do óleo essencial das folhas de *H. martiusii*, ilustrado na Tabela 1, revela composição química rica em monoterpenos e sesquiterpenos. Os principais constituintes identificados foram o 1,8-cineol (26,93%) e β -ocimeno (23,40%) (Figura 2).

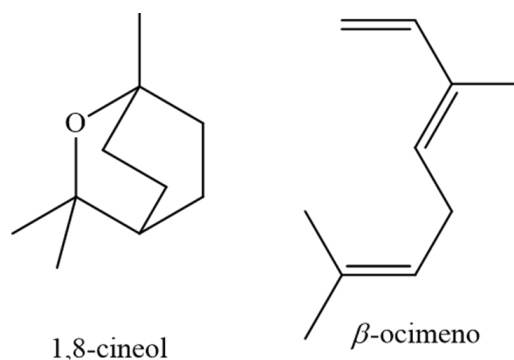
Tabela 1. Compostos identificados no óleo essencial de *H. martiusii* por meio de análise em cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM).

Componentes	(%)	TR (min)	IR
α -pineno	2,50	12,50	944
β -pineno	1,30	14,90	994
β-ocimeno	23,40	16,84	1050
<i>p</i> -cimeno	2,50	17,62	1026
Limoneno	5,30	17,90	1196
1,8-cineol	25,93	18,10	1183
Cânfora	3,88	25,04	1146
β -cariofileno	0,81	41,11	1421
Biclogermacreno	3,15	45,89	1500
δ -cadineno	1,79	46,65	1523
Valenceno	1,42	47,17	1496
Palustrol	1,39	47,70	1568
Epatulenol	2,15	47,86	1581
Óxido de cariofileno	6,93	47,98	1581
Guaiol	2,10	48,10	1601
β -eudesmol	1,62	48,23	1654
Ledo	1,68	48,28	1565
Torreol	1,28	48,55	1645
Aromadendreno	2,53	48,70	1441
Viridiflorol	3,63	48,91	1580

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de Retenção.

Fonte: Figueirêdo *et al.* (2019).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *Hyptis martiusii*.



Estudos anteriores apontam o 1,8-cineol como o componente majoritário do óleo essencial extraído das folhas de *H. martiusii*, corroborando com esses achados. Caldas *et al.* (2014), Barbosa *et al.* (2015) e Costa *et al.* (2005) relataram concentrações de 32,80%, 34,58% e 24,30%, respectivamente. Este monoterpene oxigenado, também conhecido como eucaliptol, é amplamente encontrado nas espécies do gênero *Hyptis* e possui diversas atividades biológicas, incluindo ações antimicrobiana, anti-inflamatória e broncodilatadora, além de efeitos sobre o sistema nervoso central, como atividade sedativa e ansiolítica (CALDAS *et al.*, 2013).

O segundo composto em maior proporção identificado foi o β -ocimeno (23,40%). Embora sua ocorrência em *H. martiusii* não seja frequentemente reportada em níveis tão elevados, esse monoterpene possui reconhecida atividade antimicrobiana e potencial ação inseticida. Sua elevada concentração pode indicar um quimiotipo distinto da espécie, possivelmente influenciado por fatores sazonais, genéticos, bem como pela fase fenológica da planta, a parte utilizada e técnica de extração adotada (FIGUÊIREDO *et al.*, 2019).

Além dos principais constituintes relatados, a análise CG/EM revelou a presença de outros compostos relevantes, como o limoneno (3,50%), α -pineno (2,50%) e β -pineno (1,30%), que são monoterpenos frequentemente associados a atividades anti-inflamatórias, antimicrobianas, ação antioxidante e potencial anticancerígeno (LIN *et al.*, 2024; SALEH-E-IN *et al.*, 2019). Já o *p*-cimeno (2,30%) também contribui com propriedades anti-inflamatórias, reforçando o perfil bioativo do óleo.

No grupo dos sesquiterpenos oxigenados, o óxido de cariofileno (6,93%), espatulenol (2,15%), viridiflorol (3,63%) e aromadendreno (2,53%), são reconhecidos na literatura por suas atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e citotóxicas (ANDRADE *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2013).

Embora a literatura cite a presença expressiva de δ -careno em *H. martiusii* com valores que variam de 17,43% a 22,50% (BARBOSA *et al.*, 2015; CALDAS *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2005), este composto não foi identificado no óleo analisado (Tabela 1). Tal ausência pode ser explicada pelas variações ambientais, genéticas ou metodológicas mencionadas anteriormente, reforçando a importância da caracterização química regionalizada da espécie (BARBOSA *et al.*, 2017; CALDAS *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2005).

Propriedades medicinais e Toxicidade

O óleo essencial das folhas de *H. martiusii* apresenta diversas atividades biológicas (Tabela 2), atribuídas principalmente à presença de 1,8-cineol e o δ -careno.

Tabela 2. Atividades biológicas de *H. martiusii* relatadas na literatura.

Atividades Biológicas	Compostos	Referências
Antiedematogênica sistêmica	1,8-cineol e δ -careno	(BARBOSA <i>et al.</i> , 2017)
Antibacteriana e modificadora de antibióticos		(ANDRADE <i>et al.</i> , 2017; FIGUEIRÊDO <i>et al.</i> , 2018)
Antiulcerogênica		(BARBOSA <i>et al.</i> , 2022)
Anti-inflamatória e antinociceptiva		(CALDAS <i>et al.</i> , 2014)
Gastroprotetora		(COSTA <i>et al.</i> , 2005)
Toxicidade		(COSTA <i>et al.</i> , 2005)
Hipnótica-sedativa e antipsicótica	1,8-cineol	(FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2019)
Larvicida		

Barbosa *et al.* (2017) observaram que o óleo essencial de *H. martiusii* não apresenta atividade antiedematogênica significativa quando aplicado topicamente. No entanto, na dose de 100 mg/kg, o óleo demonstrou eficácia na redução do edema induzido por carragenina no modelo sistêmico de edema de pata. Os autores atribuíram essa atividade à presença dos compostos; 1,8-cineol, *d*-careno, cânfora e limoneno.

Posteriormente, Barbosa *et al.* (2022) relataram acentuada atividade anti-inflamatória e antinociceptiva. Sua ação pode estar envolvida no mecanismo de inibição ou liberação de mediadores pró-inflamatórios envolvidos na dor e na inflamação, com base na atividade antinociceptiva, é possível concluir que existe um potencial interferência de compostos químicos deste óleo essencial nas vias transitória, opioide e adrenérgica.

Andrade *et al.* (2017) e Figueiredo *et al.* (2018), evidenciaram que o óleo essencial de *H. martiusii* possui atividade antibacteriana e modificadora de antibióticos (norfloxacino, amicacina e gentamicina) contra as cepas multirresistentes *Pseudomonas aeruginosa* (15), *Escherichia coli* (06) e *Staphylococcus aureus* (10), aumentando sua eficácia e/ou revertendo mecanismos de resistência bacteriana. Tal atividade é de grande interesse, principalmente no contexto de infecções causadas por cepas resistentes a múltiplas drogas.

No que se refere à atividade antiulcerogênica, Caldas *et al.* (2014) demonstraram que o tratamento com o óleo essencial foi capaz de reduzir em 70,3% a área da lesão gástrica, promovendo regeneração significativa da mucosa gástrica, possivelmente por mecanismos antioxidantes do 1,8-cineol, reforçando também seu efeito gastroprotetor. Essa proteção da mucosa gástrica indica um potencial uso terapêutico em doenças como gastrite e úlceras pépticas.

Outra frente de estudo envolveu a atividade hipnótica-sedativa e antipsicótica, investigada por Figueiredo *et al.* (2019). Os autores atribuíram tais efeitos ao 1,8-cineol, sugerindo que o óleo essencial pode atuar no sistema nervoso central, promovendo relaxamento e redução de sintomas

psicóticos, o que abre possibilidades para o desenvolvimento de fitoterápicos com ação neurológica.

A atividade larvicida foi descrita por Costa *et al.* (2005), o que amplia o espectro de uso do óleo essencial para o controle de vetores de doenças, como mosquitos transmissores da dengue, zika e chikungunya, mostrando seu potencial em aplicações ambientais e em saúde pública.

Estudos de toxicidade conduzidos por Caldas *et al.* (2013) indicaram que a administração oral do óleo essencial de *H. martiusii* apresenta baixa toxicidade aguda em camundongos. As alterações histopatológicas observadas não foram consideradas clinicamente relevantes, uma vez que ocorreram de forma esporádica e sem padrão consistente nos animais dos grupos tratado e controle. Contudo, é importante destacar a necessidade de investigações adicionais, incluindo estudos de toxicidade crônica, reprodutiva, genotóxica e carcinogênica, em diferentes modelos animais (roedores e não roedores), a fim de estabelecer com maior robustez o perfil de segurança do óleo essencial de *H. martiusii* (CALDAS *et al.*, 2013).

Considerações Finais

Hyptis martiusii apresenta composição química majoritariamente constituída por monoterpenos, com destaque para o 1,8-cineol, β -ocimeno e δ -careno. A literatura demonstra que o óleo essencial das folhas possui diversas atividades biológicas, como; ação antiedematogênica sistêmica, antibacteriana, antiulcerogênica, gastroprotetora, hipnótico-sedativa e larvicida. Além disso, os estudos indicam baixa toxicidade em camundongos, sugerindo um perfil de segurança promissor quando utilizado em concentrações adequadas.

No entanto, para ampliar a compreensão sobre a segurança e o potencial terapêutico dessa espécie, recomenda-se a realização de estudos futuros que abordem a toxicidade crônica e genotóxica. Além disso, ensaios clínicos bem delineados e estudos farmacocinéticos são essenciais para validar sua eficácia e segurança em seres humanos. A investigação de formulações farmacêuticas e o desenvolvimento de estratégias de liberação controlada também podem contribuir para a aplicação terapêutica segura e eficaz do óleo essencial de *H. martiusii*.

Referências

- ANDRADE, Tatianny A. *et al.* Physico-chemical characterization and antibacterial activity of inclusion complexes of *Hyptis martiusii* Benth essential oil in β -cyclodextrin. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 89, p. 201–207, 2017.
- BARBOSA, Andreza G. R. *et al.* Evaluation of chemical composition and antiedematogenic activity of the essential oil of *Hyptis martiusii* Benth. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, n. 2, p. 355–361, 2017.
- BARBOSA, Andreza G. R. *et al.* Anti-inflammatory and antinociceptive effect of *Hyptis martiusii* BENTH leaves essential oil. **Biotechnology Reports**, v. 35, n. May, 2022.
- CALDAS, Germana Freire Rocha *et al.* Gastroprotective and ulcer healing effects of essential oil of

Hyptis martiusii benth. (Lamiaceae). **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, p. 1–10, 2014.

COSTA, J. G. M. *et al.* Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* e *Syzgium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 304–309, 2005.

DE FIGUEIRÊDO, Francisco Rodolpho Sobreira Dantas Nóbrega *et al.* Avaliação da atividade moduladora e citotóxica do óleo essencial das folhas de *Hyptis martiusii* benth. **Revista Ciencias de la Salud**, v. 16, n. 1, p. 49–58, 2018.

FREIRE ROCHA CALDAS, Germana *et al.* Repeated-doses toxicity study of the essential oil of *Hyptis martiusii* Benth. (Lamiaceae) in Swiss mice. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, 2013.

LIN, Haoran *et al.* D-Limonene: Promising and Sustainable Natural Bioactive Compound. **Applied Sciences** **2024**, Vol. 14, Page 4605, v. 14, n. 11, p. 4605, 27 maio 2024.

ROCHA CALDAS, Germana Freire *et al.* Gastroprotective mechanisms of the monoterpene 1,8-cineole (eucalyptol). **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. 1–17, 2015.

SALEH-E-IN, Md Moshfekus *et al.* Isolation and in silico prediction of potential drug-like compounds from *Anethum sowa* L. root extracts targeted towards cancer therapy. **Computational Biology and Chemistry**, v. 78, p. 242–259, 1 fev. 2019.

SANTOS, Karla K. A. *et al.* Trypanocide, cytotoxic, and anti-Candida activities of natural products: *Hyptis martiusii* Benth. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 5, n. 5, p. 427–431, 2013.

SOBREIRA DANTAS NÓBREGA DE FIGUEIREDO, Francisco Rodolpho *et al.* Effects of the *Hyptis martiusii* Benth. leaf essential oil and 1,8-cineole (eucalyptol) on the central nervous system of mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 133, n. August, p. 110802, 2019.

OLIVEIRA, A. D. L. de. **Estudo químico e avaliação biológica do óleo essencial de *Hyptis martiusii* Benth. (Lamiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular) Universidade Regional do Cariri – URCA, 2011.

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng

Maria Alice Macêdo Ribeiro; Geane Gabriele de Oliveira Souza; Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Jonas Felipe de Lima Pereira; José Walber Gonçalves Castro; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Mariana Pereira da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; José Galberto Martins da Costa

Figura 1: Folhas de *Plectranthus amboinicus*



Fonte: HORTO DIDÁTICO de Plantas Medicinais do HU/CCS. *Malvariço* (*Plectranthus amboinicus*). 14 fev. 2020.
Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/malvarico/>. Acesso em: 13 out. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.

Nome Popular: Malvariço, malvarisco, orégano-francês, hortelã-graúda, hortelã-da folha-grossa, hortelã-da-bahia, malva-do-reino, malva-de-cheiro, hortelã-grande.

Sinônimos: *Coleus amboinicus* Lour., *Plectranthus aromaticus* Roxb., *Coleus aromaticus* Benth., *Majana amboinica* (Lour.) Kuntze.

Família Botânica: Lamiaceae (Labiatae).

Características Botânicas e Usos Populares

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng. é espécie de erva arbustiva, do tipo suculenta e aromática, com caules que crescem em média entre 30 a 90 cm de altura, possuindo vilosidades tomentosas. As folhas são indivisas, ovaladas, pubescentes e apresentam sabor amargo e ácido (PATEL *et al.*, 2010). Suas flores, com cálice em formato de sino possuem coloração púrpura, com inflorescências do tipo racemo, dispostas em forma de espiral ao longo do caule. As nozes de seus frutos são lisas e levemente amarronzadas, com comprimento aproximado de 0,07 mm. Essa espécie raramente floresce e suas sementes são difíceis de coletar (PATHAK; KHAN, 2013).

A erva se adapta bem às regiões de clima tropical e quente, sendo nativa da Ásia Oriental e encontrada também em países da África e América do Sul (LUKHOB; SIMMONDS; PATON, 2006). Sua principal ocorrência no Brasil se dá nos biomas Amazônia e Caatinga, na região Nordeste (JAILES, 2022; VÁSQUEZ; MENDONÇA; NODA, 2014).

Possui ciclo de vida perene, favorecido por fatores como o pH do solo próximo à neutralidade, temperaturas médias, bem como a alta umidade. Em contrapartida, essa espécie consegue sobreviver com o calor intenso e secas severas, devido ao mecanismo de armazenamento de água em sua polpa suculenta (ARUMUGAM; SWAMY; SINNIH, 2016).

É frequentemente utilizada na medicina popular no combate aos problemas cutâneos, digestivos, respiratórios, urinários e cardiovasculares, doenças da pele, febre, asma, constipação e dores de cabeça (AUGUSTUS *et al.*, 2024). Apresenta também usos como broncodilatador, expectorante e antitussígeno (LOPES *et al.*, 2017). Suas propriedades terapêuticas (ação antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, antimicrobiana e analgésica) são atribuídas, principalmente à presença de terpenoides em seu óleo essencial (RADOMIR *et al.*, 2024).

Estudos registram que a parte da planta mais utilizada na medicina tradicional são as folhas secas ou frescas, normalmente preparadas como infusão, xarope, sopas ou decocção (ANDRADE; SANTOS, 2013; CHEN *et al.*, 2014; RODRIGUES; ANDRADE, 2014). Apresenta ainda, valor nutricional significativo por conter em suas folhas cálcio, potássio e ferro, sendo indicada como suplemento alimentar, uma vez que esses minerais são de grande importância para o fortalecimento dos ossos e no transporte de fluidos corporais, como o sangue (ASHAARI *et al.*, 2021; KHARE; BANARJEE; KUNDU, 2011).

Composição Química

Análise cromatográfica do óleo essencial das folhas de *P. amboinicus* demonstrou composição química variada. A Tabela 1 revela os compostos identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM) (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *P. amboinicus*.

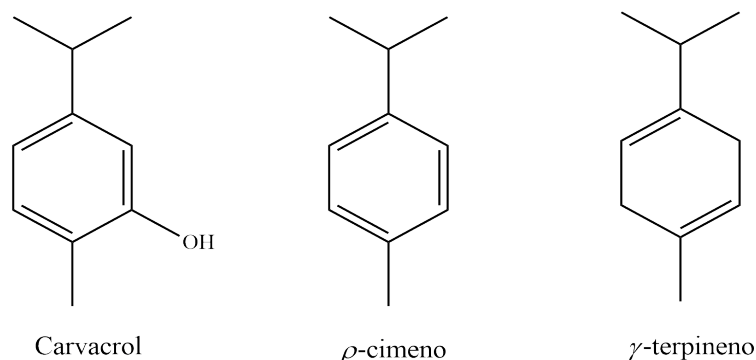
Componentes	(%)	TR (min)	IR
α -pineno	0,8	7,46	941
β -pineno	1,2	8,10	981
<i>p</i>-cimeno	10,3	8,88	1022
<i>cis</i> - β -ocimeno	1,3	9,04	1032
γ-terpineno	5,9	9,88	1064
Terpinen-4-ol	0,9	13,17	1173
Éter metílico do timol	1,6	15,01	1235
Timol	1,3	16,79	1288
Carvacrol	67,9	16,95	1296
β -cariofileno	2,8	19,60	1422
(<i>E</i>)- α -bergamoteno	1,4	20,14	1430
α -humuleno	0,7	20,94	1451
Aromadendreno	1,2	21,20	1458

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Dentre os 13 constituintes do óleo essencial, o carvacrol apresenta maior destaque (Tabela 1), compondo cerca de 67,9% de todo o material. Corroborando com esse achado, estudos recentes realizados com *P. amboinicus* revelaram o carvacrol como majoritário, com concentração variando de 38,26% a 41,20% (GUTIÉRREZ *et al.*, 2023; LEESOMBUN *et al.*, 2023). Esse composto fenólico possui potencial de romper a membrana celular bacteriana ou até mesmo induzir estresse oxidativo, causando a morte celular e respaldando, desse modo, seu potencial efeito antibacteriano em organismos multirresistentes como *Staphylococcus aureus* (COSTA *et al.*, 2017).

Foram detectados também, outros compostos como o *p*-cimeno (10,3%), γ -terpineno (5,9%) e β -cariofileno (2,8%) que possuem significativa relevância terapêutica relacionada às suas propriedades antinociceptivas e antioxidantes (QUINTANS-JÚNIOR *et al.*, 2013), reduzindo consideravelmente a dor neuropática (ORTIZ *et al.*, 2021). Ademais, foram identificados o timol (1,3%) e o éter metílico do timol (1,6%), monoterpênos que possuem ação em membranas lipídicas (FERREIRA *et al.*, 2016) e atividade antioxidante no meio intracelular (PHI; KIM; JANG, 2012), respectivamente. A Figura 2 mostra as estruturas dos compostos majoritários carvacrol, *p*-cimeno e γ -terpineno.

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *P. amboinicus*.



Vale destacar que outros estudos identificaram variações na composição química do óleo essencial de *P. amboinicus*. Em uma dessas análises, o timol apresentou-se como o componente mais abundante, representando quase 25% da amostra, enquanto o carvacrol foi detectado em menor concentração (SENTHILKUMAR; VENKATESALU, 2010). Isso indica que a composição de óleos essenciais, assim como nessa espécie vegetal, varia conforme alguns fatores, como a sazonalidade, idade da planta, método de extração e interações bióticas.

Além disso, outros compostos que constituem o material em menor proporção também foram detectados, como (*E*)- α -bergamoteno (1,4%), aromadendreno (1,2%), *cis*- β -ocimeno (1,3%) e β -pineno (1,2%), podendo influenciar na interação dos componentes majoritários, e consequentemente provocar diferentes efeitos no organismo. Contribuem também para a complexidade química do óleo essencial, o que é positivo devido às diversas possibilidades de efeitos terapêuticos e sinérgicos. Isso se aplica aos monoterpenos terpinen-4-ol, α -pineno e o sesquiterpeno α -humuleno, com concentrações inferiores a 1%.

Propriedades Medicinais e Toxicidade

A Tabela 2 apresenta estudos que verificam as atividades biológicas do óleo essencial da espécie estudada em modelos *in vitro* e *in vivo*. Um estudo aponta que os óleos essenciais da espécie de *P. amboinicus*, coletadas em diferentes regiões do Ceará, apesar de possuírem composição química variável, na qual o timol é o composto majoritário, apresentaram significativa atividade antibacteriana, com IC₅₀ de 128 μ g/mL, superior à atividade observada no enxaguante bucal testado (SANTOS *et al.*, 2016). Esse mesmo estudo ainda sugere que a combinação entre o enxaguante e o óleo essencial gerou efeito antagônico, indicando que essa associação não deve ser feita. Contudo, existem lacunas na literatura no que tange à exploração das possíveis causas para esse resultado.

Além de apresentar atividade antibacteriana contra *S. aureus*, *Proteus vulgaris* e *Aeromonas caviae*, o óleo essencial de *P. amboinicus* também demonstra atividade fungicida moderada contra *Aspergillus niger* (COSTA *et al.*, 2010). Concomitantemente, quando testado em associação com antifúngicos utilizados clinicamente, pode interferir em sua eficácia anti-*Candida*, favorecendo, por exemplo, a formação de zonas de inibição do crescimento fúngico, todavia, isso varia conforme a cepa e o medicamento (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Desse modo, o óleo é capaz de inibir microrganismos patogênicos, bem como apresenta atividade modificadora de antibióticos, configurando uma possibilidade para o problema de resistência bacteriana.

O carvacrol, principal composto do óleo essencial no estudo de Rodrigues *et al.* (2013), também apresenta atividade antimicrobiana significativa, com efeito bacteriostático contra *S. aureus* e bactericidas contra *E. coli*, indicando mecanismo de ação inespecífico. Esse composto isolado demonstrou ainda capacidade de inibir a formação de biofilmes bacterianos, assim como desestabilizar o crescimento dos biofilmes maduros desses microorganismos (RESENDE *et al.*, 2022).

Foram verificadas atividades antimicrobiana do óleo essencial contra *Cutibacterium acnes* e *Mycobacterium smegmatis* e ainda, o potencial fungistático contra cepas de *Candida* spp.. Contudo, o óleo apresenta citotoxicidade em células não tumorais de queratinócitos humanos, sugerindo a necessidade de cautela no uso tópico (JUGREET *et al.*, 2022). Em contrapartida, relatos destacam que o extrato volátil não inibiu o crescimento de *E. coli*, *S. aureus*, *Candida albicans*, *Trypanosoma cruzi* ou *Leishmania infantum*, mas apresentou atividade contra linhagens celulares derivadas de tumores humanos, sugerindo que o óleo apresenta potencial anticancerígeno (MONZOTE *et al.*, 2020).

Relatos apontam inibição completa do crescimento bacteriano de *Klebsiella pneumoniae* após um determinado período de incubação, com duplicação da concentração inibitória mínima, o que ocasionou a alteração na permeabilidade da membrana da bactéria (GONÇALVES *et al.*, 2012). Nesse sentido, o óleo apresenta eficácia contra *Klebsiella pneumoniae*, uma vez que pode afetar a morfologia desse microrganismo, inibindo a atividade da urease e destruindo completamente a bactéria. E mostrou ainda, atividade antibacteriana eficiente contra bactérias patogênicas contaminantes de alimentos, demonstrando uso promissor na indústria de alimentos como antimicrobiano de origem natural (SILVA *et al.*, 2022).

Pesquisas sugerem que o óleo essencial apresenta potencial antiviral, anti-inflamatório e antidiabético, haja vista que foi capaz de inibir enzimas α -amilase e α -glicosidase na faixa de concentração de 6,25–200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Afere-se também efeito citotóxico na concentração de $>80 \mu\text{g.mL}^{-1}$, em macrófagos induzidos por lipossomos (BONALOS *et al.*, 2024). Além de que exibiu expressiva atividade antimicrobiana, inibindo bactérias Gram-positivas como *Bacillus subtilis* e *S. aureus* (IBRAHIM *et al.*, 2023) e quando associado à antibióticos, apresenta efeito sinérgico, diminuindo a atividade de cepas bacterianas como *E. coli* e *S. aureus* (AGUIAR *et al.*, 2015).

Embora existam poucas informações que avaliem a atividade biológica do óleo em modelos animais, busca sistemática indica que este subproduto apresentou forte atividade larvicida contra *Anopheles stephensi*, com LC_{50} de 28,37 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ após 24h de exposição (SENTHILKUMAR; VENKATESALU, 2010). Também foi avaliado sua toxicidade em peixes-zebra (*Danio rerio*) e em células A559, determinando 12,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente, como concentrações não tóxicas, sugerindo segurança para possíveis aplicações terapêuticas (AUGUSTUS *et al.*, 2024).

O óleo essencial é fraco antioxidante, porém muito tóxico contra *Artemia Salina*. Apresenta bom desempenho antimicrobiano contra cepas de *Aeromonas hydrophila*, indicando grande potencial para o tratamento de infecções em peixes (SILVA *et al.*, 2024). Além disso, quando utilizado como suplemento alimentar em frangos de corte, potencializou a atividade antioxidante, melhorou a microbiota intestinal e os parâmetros bioquímicos do plasma sanguíneo, além de estimular a resposta imunológica (HOSSEINZADEH *et al.*, 2023).

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleo Essencial de *P. amboinicus*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antibacteriana	Carvacrol, timol, β -cariofileno	(RESENDE <i>et al.</i> , 2022; AUGUSTUS <i>et al.</i> , 2024; SANTOS <i>et al.</i> , 2016)
Antibacteriana e moduladora	Timol, carvacrol	(RODRIGUES <i>et al.</i> , 2013)
Antibacteriana e antifúngica	Timol, <i>p</i> -cimeno, γ -terpineno	(COSTA <i>et al.</i> , 2010)
Antimicrobiana e antiparasitária	Carvacrol	(MONZOTE <i>et al.</i> , 2020)
Antimicrobiana, antienvelhecimento e antiproliferativa	Carvacrol	(JUGREET <i>et al.</i> , 2022)
Antimicrobiana	Timol, carvacrol	(CARVALHO <i>et al.</i> , 2023; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2007; GONÇALVES <i>et al.</i> , 2012)
Antibacteriana e modificadora	Carvacrol	(AGUIAR <i>et al.</i> , 2015)
Inibitória	Carvacrol, δ -3-careno, cânfora, d-3-careno	(JUGREET <i>et al.</i> , 2020; JUGREET; MAHOMOODALLY, 2021)
Larvicida	Timol, carvacrol	(SENTHILKUMAR; VENKATESALU, 2010)
Antimicrobiana, toxicidade e antioxidante	Carvacrol	(SILVA <i>et al.</i> , 2024)
Antioxidante, resposta imune e bioquímica	Carvacrol	(HOSSEINZADEH <i>et al.</i> , 2023)

Considerações Finais

Com base nos diversos dados de estudos sobre a espécie *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, é possível concluir que o óleo essencial apresenta atividades antibacteriana e antimicrobiana frequentes, possivelmente relacionadas à associação complexa de compostos terpenoides identificados, sobretudo, aos constituintes majoritários, carvacrol e o timol. Observa-se ainda, uma variabilidade significativa na composição química do óleo, potencialmente influenciada por fatores bióticos, o que pode explicar as diferentes interações do extrato volátil com diferentes microrganismos.

Dessa forma, novos estudos devem investigar o potencial antimicrobiano do óleo essencial em associação com fármacos de uso clínico, visando potenciais sinergismos que contribuam para mitigar a resistência bacteriana e fomentar o desenvolvimento de novos medicamentos baseados em produtos naturais. Ademais, identificam-se lacunas na literatura, como a escassez de estudos *in vivo* que avaliem a atividade biológica de compostos bioativos isolados e de estudos pré-clínicos utilizando modelos animais, bem como a ausência de investigações clínicas sobre sua toxicidade em humanos.

Referências

- AGUIAR, J. J. S. *et al.* Antibacterial and modifying-antibiotic activities of the essential oils of *Ocimum gratissimum* L. and *Plectranthus amboinicus* L. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 7, n. 2, p. 151–156, 1 abr. 2015.
- AKSHAYA, R. A. *et al.* *In vitro* and *in vivo* evaluation of the anti-infective potential of the essential oil extracted from the leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Klebsiella pneumoniae* and elucidation of its mechanism of action through proteomics approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 330, 10 ago. 2024.
- ALVES, R. J. *et al.* Antibacterial and anti-biofilm potential of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng essential oil and Carvacrol against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 21, n. 1, 2022.
- ANDRADE, F.; SANTOS DA, M. Levantamento Etnofarmacológico das plantas medicinais utilizadas no bairro Vertentes do Mamonal, do município de Pirassununga-SP. **Revista Oswaldo Cruz**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45-54, ago. 2013.
- ANTONIO-GUTIÉRREZ, O. *et al.* Microwave-Assisted Hydrodistillation of Essential Oil from *Plectranthus amboinicus*: Evaluation of Its Antifungal Effect and Chemical Composition. **Life**, v. 13, n. 2, p. 528, 2023.
- ASHAARI, N. S. *et al.* Chemical composition of hexane-extracted *Plectranthus amboinicus* leaf essential oil: Maximizing contents on harvested plant materials. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 22, 1 nov. 2021.
- AUGUSTUS, A. R. *et al.* *In vitro* and *in vivo* evaluation of the anti-infective potential of the essential oil extracted from the leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Klebsiella pneumoniae* and elucidation of its mechanism of action through proteomics approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 330, p. 118202, 10 ago. 2024.
- BONALOS, K. M. H. *et al.* Comprehensive *In silico* and *In vitro* evaluation of *Plectranthus amboinicus* essential oil: A promising inhibitor of SARS-CoV-2 B.1.1.529 Omicron variant, proinflammatory biomarkers and diabetes-related enzymes. **Industrial Crops and Products**, v. 222, p. 119905, 15 dez. 2024.
- CARVALHO, A. F. F. de *et al.* Design and development of orally disintegrating films: A platform based on hydroxypropyl methylcellulose and guar gum. **Carbohydrate Polymers**, v. 299, p. 120155, 1 jan. 2023.
- CHEN, Y. S. *et al.* Chemical constituents of *Plectranthus amboinicus* and the synthetic analogs possessing anti-inflammatory activity. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 22, n. 5, p. 1766–1772, 1 mar. 2014.
- COSTA, S. E. *et al.* *Plectranthus amboinicus* essential oil and carvacrol bioactive against planktonic and biofilm of oxacillin-and vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 17:462, p. 2–9, 16 set. 2017.

- DA COSTA, J. G. M. *et al.* Chemical composition, antibacterial and fungicidal activities of leaf oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. **Journal of Essential Oil Research**, v. 22, n. 2, 2010.
- DE OLIVEIRA, R. A. De G. *et al.* Interference of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng essential oil on the anti-*Candida* activity of some clinically used antifungals. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 2, p. 186–190, 2007.
- DHRUV PATEL, R. *et al.* *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng: An Overview. **Research (T. Ph. Res.)**, n. 4, p. 1–15, 15 dez. 2010.
- DUTRA DA SILVA, B. *et al.* *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. essential oil as a natural alternative for the conservation of beef patties stored under refrigeration. **Food Bioscience**, v. 49, p. 101896, 1 out. 2022.
- FERREIRA, J. V. N. *et al.* Mechanism of Action of Thymol on Cell Membranes Investigated through Lipid Langmuir Monolayers at the Air-Water Interface and Molecular Simulation. **Langmuir**, v. 32, n. 13, 2016.
- GALVÃO, F. F. R. *et al.* Study of the interference between *Plectranthus* species essential oils from Brazil and aminoglycosides. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–7, 2013.
- GONÇALVES, T. B. *et al.* Effect of subinhibitory and inhibitory concentrations of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng essential oil on *Klebsiella pneumoniae*. **Phytomedicine**, v. 19, n. 11, p. 962–968, 15 ago. 2012.
- HOSSEINZADEH, S. *et al.* *Plectranthus amboinicus* and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oils effects on performance, antioxidant activity, intestinal health, immune response, and plasma biochemistry in broiler chickens. **Food Sci Nutr**, v. 11, p. 3939–3948, 2023.
- IBRAHIM, E. I. E. *et al.* Chemical profile, antiproliferative and antibacterial activities and docking studies of essential oil and hexane fraction of hydrosol from fresh leaf of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 107, p. 104595, 1 abr. 2023.
- JAILES P. D. Etnoconhecimento da hortelã da folha grossa (*Plectranthus amboinicus*) no interior paraibano. **Open Minds International Journal**, v. 3, n. 2, p. 45–53, ago. 2022.
- JUGREET, B. S. *et al.* Chemical variability, pharmacological potential, multivariate and molecular docking analyses of essential oils obtained from four medicinal plants. **Industrial Crops and Products**, v. 150, p. 112394, 1 ago. 2020.
- JUGREET, B. S. *et al.* *In Vitro* and *In Silico* Pharmacological and Cosmeceutical Potential of Ten Essential Oils from Aromatic Medicinal Plants from the Mascarene Islands. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 27, n. 24, 1 dez. 2022.
- JUGREET, B. S.; MAHOMOODALLY, M. F. Reprint of: Essential oils from 9 exotic and endemic medicinal plants from Mauritius shows *in vitro* antibacterial and antibiotic potentiating activities. **South African Journal of Botany**, v. 140, p. 478–485, 1 ago. 2021.

- LEESOMBUN, A. *et al.* Transcriptional Profiling of the Effect of *Coleus amboinicus* L. Essential Oil against *Salmonella Typhimurium* Biofilm Formation. **Antibiotics**, v. 12, n. 11, p. 1598, 2023.
- LUKHOB, Catherine W.; SIMMONDS, M. S. J.; PATON, Alan J. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103, n. 1, p. 1–10, 3 jan. 2006.
- MANISH, C. P.; IFFAT, K. Current Trends in *Coleus aromaticus*: An Important Medicinal Plant. Bloomington, IN: **Booktango**, 2013.
- ONZOTE, L. *et al.* Pharmacological Assessment of the Carvacrol Chemotype Essential Oil from *Plectranthus amboinicus* Growing in Cuba. **Natural Product Communications**, v. 15, n. 10, 2020.
- ORTIZ, Y. *et al.* Evaluation of the Terpenes β -caryophyllene, α -terpineol, and γ -terpinene in the Mouse Chronic Constriction Injury Model of Neuropathic Pain: Possible Cannabinoid Receptor Involvement. **The FASEB Journal**, v. 35, n. S1, 2021.
- PHI, K. C. T.; KIM, G. N.; JANG, H. D. *In vitro* and intracellular antioxidant capacity of thymyl methyl ether as a major component in *Blumea lanceolaria* (Roxb.) Druce leaf oil. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 5, 2012.
- QUINTANS-JÚNIOR, L. *et al.* Antinociceptive Activity and Redox Profile of the Monoterpenes (+)-Camphene, *p*-cymene, and Geranyl Acetate in Experimental Models. **ISRN Toxicology**, v. 2013, p. 1–11, 14 jan. 2013.
- R. S. KHARE; SHANTA, B.; KANIKA, K. *Coleus aromaticus* Benth - A nutritive medicinal plant of potential therapeutic value. **International journal of Pharma and Biosciences (IJPBS)**, v. 2, n. 3, p. 488–500, 26 out. 2011.
- RADOMIR, A. M. *et al.* Overview of Bioactive Compounds, Biological Properties and Therapeutic Effects of *Plectranthus amboinicus*. **Scientific Papers**, v. LXVIII, p. 858–870, 1 nov. 2024.
- RODRIGUES, A. P.; ANDRADE, L. H. C. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela comunidade de Inhamã, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 721–730, 2014.
- RÚA, J. *et al.* Combination of Carvacrol and Thymol: Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus* and Antioxidant Activity. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 16, n. 9, p. 622–629, 1 set. 2019.
- SANTOS, F. A. V. *et al.* Antibacterial activity of *Plectranthus amboinicus* Lour (Lamiaceae) essential oil against *Streptococcus mutans*. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 8, n. 3, 2016.
- SENTHILKUMAR, A.; VENKATESALU, V. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: A malarial vector mosquito. **Parasitology research**, v. 107, n. 5, p. 1275–1278, 2010.
- SILVA, J. M. S. *et al.* *Plectranthus amboinicus* Essential Oil Incorporated into Fish Feed Shows Strong Antimicrobial Activity against *Aeromonas hydrophila*, an Opportunistic Bacterium of Aquaculture. **Article J. Braz. Chem. Soc**, v. 35, p. 1–12, 2024.

VÁSQUEZ, S. P. F.; DE MENDONÇA, M. S.; NODA, S. N. Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 4, p. 457–472, 2014.

Plectranthus ornatus Codd.

Ingrid Raiane Ferreira dos Santos; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Geane Gabriele de Oliveira Souza; José Walber Gonçalves Castro; Jonas Felipe de Lima Pereira; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Mariana Pereira da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; Fabíola Fernandes Rodrigues.

Figura 1: Folhas de *Plectranthus ornatus*.



Fonte: <https://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/imagens/PlectranthusornatusAndersonMachado.jpg>. Acesso em 22 out. 2025

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Plectranthus ornatus* Codd.

Nome Popular: Boldo, boldo-chinês, boldo-gambá, boldo-miúdo, boldinho, arbusto de lagosta, arbusto de mosca, arbusto de mosquito.

Sinônimos: *Coleus comosus* Hochst. ex Guerke.

Família Botânica: Lamiaceae (Labiatae).

Características Botânicas e Usos Populares

Plectranthus ornatus Codd, popularmente conhecida como boldo-gambá ou boldinho, é planta herbácea perene que pode atingir até 50 cm de altura e espalhar-se até 1 m de largura. Suas folhas são pequenas, suculentas, aromáticas, de coloração verde-clara e formato oval elíptico (SILVA *et al.*, 2023). As flores são pequenas, de cor lilás a azul, reunidas em inflorescências terminais. Os frutos são pequenos, secos e de difícil dispersão natural.

Originária da região Centro-Oriental da África, foi trazida pelos portugueses durante o período colonial (BADALAMENTI *et al.* 2023). O florescimento ocorre principalmente na primavera e verão, enquanto a frutificação é rara em cultivo, devido à falta de polinizadores específicos. A propagação é predominantemente vegetativa, por estacas ou divisão de touceiras.

Historicamente, a *P. ornatus* tem sido utilizada na medicina tradicional para o tratamento de problemas digestivos, como azia e má digestão, além de distúrbios respiratórios. O chá das folhas é empregado para aliviar sintomas de cólicas intestinais e náuseas. Também é utilizado externamente em banhos para combater piolhos e outras infestação cutâneas (LUKHOBÁ *et al.*, 2006). Além disso, na medicina popular, é comum o uso das folhas ou partes aéreas da espécie *P. ornatus*, em chás caseiros e lambedores (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006).

Composição Química

A análise dos constituintes voláteis do óleo essencial de *P. ornatos* foi realizada por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM). Foram identificados diversos compostos voláteis, principalmente pertencentes às classes de monoterpenos e sesquiterpenos, além de fenóis e álcoois oxigenados (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *P. ornatus*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
α -pineno	0,70	7,46	941
Sabineno	1,20	7,95	972
β -pineno	2,20	8,10	981
Cis- β -ocimeno	2,20	9,10	1032
trans- β - ocimeno	0,90	9,41	1046
Terpineno-4-ol	2,50	12,35	1173
Timol	16,60	15,46	1288
Carvacrol	13,90	15,69	1296
Eugenol	22,90	17,88	1365
α -copaeno	2,40	18,20	1375
β -cubebeno	1,20	18,52	1385
β-cariofileno	18,20	19,84	1422
α -humuleno	0,80	20,94	1451
trans- nerolidol	0,80	25,53	1558
Óxido de cariofileno	0,30	26,65	1582

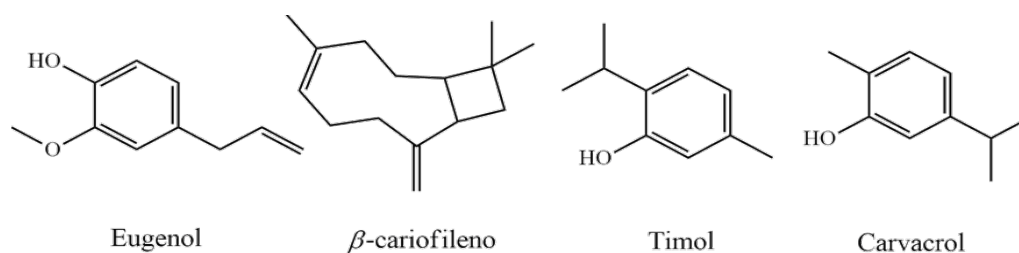
(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção linear.

A análise química do óleo essencial de *P. ornatus* evidenciou a presença de variedade de compostos, com destaque para o eugenol (22,9%). Estudos anteriores, como o de Albuquerque *et al.* (2006), apontaram o eugenol (38,0%) e o timol (14,1%) como os compostos majoritários no óleo essencial de *P. ornatus* (OEPO). Entre outros compostos identificados estão os diterpenos do tipo clerodano, como plectornatina A, cloeon R e ácido rosmarínico. Esses compostos possuem diversas propriedades farmacológicas relevantes, incluindo atividade anestésica, antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, anticancerígena, neuroprotetora, além de efeitos hipolipemiantes e antidiabéticos (KHALIL *et al.*, 2017; SITAREK *et al.*, 2022).

Outro componente identificado foi o β -cariofileno (18,2%), um sesquiterpeno bicíclico naturalmente presente em diversos óleos essenciais de plantas aromáticas (CHO *et al.*, 2015). Este composto atua como agonista seletivo do receptor canabinoide tipo 2 (CB2), sendo associado a atividades antifúngica, antimicrobiana, antibacteriana e antioxidante (DAHAM *et al.*, 2015). Também foi identificado o timol (16,6%), um monoterpene fenólico com ação antifúngica, antimicrobiana e anti-inflamatória (KOWALCZYK *et al.*, 2020). Sua atividade antimicrobiana está relacionada à capacidade de promover alterações na membrana celular bacteriana, modificando sua permeabilidade e, consequentemente, inibindo o crescimento microbiano (LIMA *et al.*, 2017).

Além disso, o carvacrol (13,90%) também foi identificado na análise química. Este é monoterpeneoide fenólico que apresenta atividades antimicrobianas, antioxidantes, antibiofilme e anticancerígenas. Sua atividade antimicrobiana é superior à de outros compostos voláteis presentes em óleos essenciais, pois possui grupo hidroxila livre, hidrofobicidade elevada e fração fenólica (SHARIFI-RAD *et al.*, 2018). A Figura 2 mostra as estruturas moleculares dos compostos majoritários presentes no óleo essencial, como o eugenol, o β -cariofileno, o timol e o carvacrol.

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *P. ornatus*.



Além dos compostos majoritários, também foram identificados outros terpenos relevantes, como terpineno-4-ol (2,5%), α -copaeno (2,4%), β -pineno (2,2%), sabineno (1,2%), β -cubebeno (1,2%), *trans*- β -ocimeno (0,9%) e α -pineno (0,7%), pertencentes à classe dos monoterpenos e sesquiterpenos. Esses compostos são reconhecidos por suas propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas, antioxidantes e repelentes de insetos. O α -pineno, por exemplo, é amplamente estudado por sua ação gastroprotetora e inseticida (DINIZ *et al.*, 2015; LANGSI *et al.*, 2020; SANTANA *et al.*, 2019).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O uso popular do *P. ornatus* está ligado principalmente ao tratamento de problemas gastrointestinais, tais como gastrite, dispepsia, azia e cólicas, além do uso para aliviar dores de cabeça. Além disso, a planta é utilizada como hepatoprotetora, devido à sua ação anti-inflamatória e antioxidante, auxiliando na proteção do fígado contra agressões químicas e fisiológicas (SANTOS *et al.*, 2014).

Em estudo realizado por Ávila (2015), se identificou e isolou 11 diterpenos, cinco deles inéditos, presentes no óleo essencial de *P. ornatus*, evidenciando-se potenciais citotóxicos desses compostos contra linhagens de células cancerígenas humanas HCT-116, OVCAR8, HL-60 e SF-295, o que sugere promissor uso terapêutico. No que diz respeito à composição química, a diversidade de compostos voláteis presentes no óleo essencial da espécie, como monoterpenos e sesquiterpenos, foi confirmada por Rodrigues *et al.* (2013), fortalecendo a base científica para o uso tradicional da planta e incentivando pesquisas farmacológicas para o desenvolvimento de novos fármacos.

Em relação ao potencial terapêutico, a literatura aponta para a atividade antioxidante. Contudo, há estudos controversos, por um lado uns apontam expressiva atividade antioxidante (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006), enquanto outros relatam baixa atividade (MOTA *et al.*, 2014; ALVES *et al.*, 2018). Essa divergência de resultados está intrinsecamente ligada à diversidade da espécie, com variações significativas na composição química em função da origem geográfica e das condições de cultivo (RAVEAU *et al.*, 2020).

Relatos da literatura sustentam a ação antifúngica inibitória em baixas concentrações desse óleo essencial contra cepas de dermatófitos de *Trichophyton rubrum* e *Microsporum canis* (ALVES *et al.*, 2018). Além disso, Rodrigues *et al.* (2013) verificaram que o OEPO possui atividade bactericida, bem como melhorou a atividade antibiótica dos medicamentos amicacina, canamicina e gentamicina.

No que se refere à toxicidade e segurança, ainda há lacunas. Apesar do amplo uso popular do óleo essencial e dos extratos de *P. ornatus* em práticas medicinais, os estudos toxicológicos que avaliam a segurança em humanos são escassos. Alguns estudos evidenciam apenas a toxicidade hepática do consumo de infusão de *P. ornatus*, que se referindo apenas aos extratos, cujos componentes majoritários diferem do óleo (RIBEIRO *et al.*, 2016). Isso evidencia a necessidade de investigações mais profundas quanto aos efeitos adversos e à segurança do uso do óleo essencial (NICULAU *et al.*, 2021).

Embora *P. ornatus* apresente propriedades confirmadas, como atividades antioxidantes, antimicrobianas e citotóxicas, apresentando aplicações farmacológicas promissoras, é fundamental que seu uso seja respaldado por dados toxicológicos robustos, garantindo eficácia e segurança para futuras aplicações clínicas e comerciais.

Tabela 2: Propriedades terapêuticas do óleo essencial de *P. ornatus*

Atividades	Compostos	Referências
Antioxidante e antimicrobiana	Oct-1-en-3-ol	(MOTA <i>et al.</i> , 2014)
	β -pineno	
	α -pineno	
	β -cariofileno	
Antioxidante	Carvacrol	(ALUQUERQUE <i>et al.</i> , 2006)
	Timol	
	Eugenou	
Antibacteriana, antibiofilme e moduladora	α -copaene,	(ALVES <i>et al.</i> , 2018)
	Germacrene,	
	Óxido de cariofileno	

Considerações Finais

O conjunto de estudos analisados confirma que o *Plectranthus ornatus* é planta com grande potencial para uso farmacológico, respaldando, em grande parte, o conhecimento da medicina popular. Sua riqueza fitoquímica, que inclui diterpenos, monoterpenos e sesquiterpenos, demonstrou consistentemente atividades antioxidante, antimicrobiana (especialmente antifúngica e como modificador de resistência antibiótica) e citotóxica. Esses resultados ajudam a explicar por que a espécie é tão valorizada e reforçam a importância de utilizar esse conhecimento tradicional como ponto de partida para novas pesquisas científicas.

Apesar disso, ainda há pouca informação sobre a segurança do uso de seus extratos e, principalmente, do óleo essencial, quando utilizados de forma concentrada ou por períodos prolongados. Embora a toxicidade hepática já tenha sido associada ao uso de infusões (extratos aquosos), pouco se sabe sobre o risco do óleo em concentrações elevadas ou em uso prolongado.

Por isso, é fundamental que novos trabalhos aprofundem os estudos toxicológicos, principalmente em relação ao óleo essencial e ao uso prolongado, investigando de forma detalhada o mecanismo pelo qual esses compostos agem no organismo e garantindo, assim, a segurança de sua aplicação clínica.

Referências

- ALBUQUERQUE, R. L. de *et al.* Chemical composition and antioxidant activity of *Plectranthus grandis* and *Plectranthus ornatus* essential oils from north-eastern Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 1, p. 24–26, 2 nov. 2006.
- ALVES, F. A. R. *et al.* Chemical composition, antioxidant and antifungal activities of essential oils and extracts from *Plectranthus* spp. against dermatophytes fungi. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 1, p. 105–115, mar. 2018.
- ÁVILA, F. N. **Contribuição ao Conhecimento Químico de *Plectranthus ornatus* Codd.** 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Departamento de Química Orgânica e Inorgânica,

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BADALAMENTI, N. *et al.* The chemical composition of the aerial parts essential oil of *Plectranthus ornatus* growing wild in Israel. **Natural Product Research**, v. 38, n. 17, p. 3093–3097, 24 maio 2023.

CHO, H.-I. *et al.* beta-Caryophyllene alleviates d-galactosamine and lipopolysaccharide-induced hepatic injury through suppression of the TLR4 and RAGE signaling pathways. **European Journal of Pharmacology**, v. 764, p. 613–621, out. 2015.

DAHAM, S. S. *et al.* The Anticancer, Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Sesquiterpene beta-Caryophyllene from the Essential Oil of *Aquilaria crassna*. **Molecules**, v. 20, n. 7, p. 11808–11829, 26 jun. 2015.

DINIZ, L. L. *et al.* Gastroprotective effect of alpha-pinene and its correlation with antiulcerogenic activity of essential oils obtained from *Hyptis* species. **Pharmacognosy Magazine**, v. 11, n. 41, p. 123, 2015.

KHALIL, A. A. *et al.* Essential oil eugenol: sources, extraction techniques and nutraceutical perspectives. **RSC Advances**, v. 7, n. 52, p. 32669–32681, 2017.

KOWALCZYK, A. *et al.* Thymol and thyme essential oil—new insights into selected therapeutic applications. **Molecules**, v. 25, n. 18, p. 4125, 9 set. 2020.

LANGSI, J. D. *et al.* Evaluation of the Insecticidal Activities of alpha-Pinene and 3-Carene on *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Insects**, v. 11, n. 8, p. 540, 17 ago. 2020.

LIMA, D. S. DE *et al.* Estudo da atividade antibacteriana dos monoterpenos timol e carvacrol contra cepas de *Escherichia coli* produtoras de beta-lactamases de amplo espectro. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 8, n. 1, p. 17–21, abr. 2017.

LUKHOB, C. W.; SIMMONDS, M. S. J.; PATON, A. J. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103, n. 1, p. 1–24, jan. 2006.

MOTA, L. *et al.* Volatile-Oils Composition, and Bioactivity of the Essential Oils of *Plectranthus barbatus*, *Plectranthus neochilus*, and *Plectranthus ornatus* Grown in Portugal. **Chemistry & Biodiversity**, v. 11, n. 5, p. 719–732, maio 2014.

NICULAU, S.; SILVA, D. E. B. Isolamento e Caracterização Química do Óleo Essencial das Folhas de *Plectranthus ornatus* Codd (Lamiaceae) por GC-MS. In: **Coleção Meio Ambiente, Sustentabilidade, Tecnologia e Inovação, Volume I**. [S.l.]: Editora Científica Digital eBooks, 2021, p. 126–137.

RAVEAU, R.; FONTAINE, J.; LOUNÈS-HADJ SAHRAOUI, A. Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products against Plant Pathogens and Weeds: A Review. **Foods**, v. 9, n. 3, p. 365, 21 mar. 2020.

RIBEIRO, R. J.; SILVESTRE, C.; DUARTE, C. Hidden Risks of Alternative Medicines: A Case of Boldo-Induced Hepatotoxicity. **Journal of Dietary Supplements**, v. 14, n. 2, p. 186–190, 30 ago.

2016.

RODRIGUES, F. F. G. *et al.* Study of the Interference between *Plectranthus* Species Essential Oils from Brazil and Aminoglycosides. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–7, 1 jan. 2013.

SANTANA, R. C. **Avaliação do potencial microbida dos compostos 1,8-cineol, alfa-pineno e p-cimeno presentes em óleos essenciais do gênero *Protium* sobre *Leishmania amazonensis* in vitro.** 2019. Tese/Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, [S.l.], 2019.

SANTOS, L. A. *et al.* Determination of the antimicrobial activity in the hydroalcoholic extract of the plant *Plectranthus ornatus* Codd (Bilberry Chinese). **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 24, n. 4, 2014.

SILVA, *et al.* Morphoanatomical, Histochemical, and Essencial Oil Composition of the *Plectranthus ornatus* Codd. (Lamiaceae). **Molecules**, v. 28, n. 18, p. 6482-6482, 7 set. 2023.

SITAREK, P. *et al.* Anticancer Properties of *Plectranthus ornatus*-Derived Phytochemicals Inducing Apoptosis via Mitochondrial Pathway. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 19, p. 11653–11653, 1 out. 2022.

SHARIFI-RAD, M. *et al.* Carvacrol and Human Health: A comprehensive review. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 9, p. 1675–1687, 9 maio 2018.

Plectranthus barbatus Andrews

Jonas Felipe de Lima Pereira; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Geane Gabriele de Oliveira Souza; José Walber Gonçalves Castro; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Mariana Pereira da Silva; Mayara Maria da Silva; Nara Kelly Albuquerque Santos; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas de *Plectranthus barbatus*.



Fonte: KENRAIZ. *Plectranthus barbatus*. [Fotografia]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plectranthus_barbatus_kz02.jpg. Acesso em: 22 out. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Plectranthus barbatus* Andrews

Nome Popular: Falso-Boldo, boldo, boldo-brasileiro, boldo-de-jardim e malva-santa.

Sinônimos: *Coleus barbatus* Andrews

Família Botânica: Lamiaceae

Características Botânicas e usos Populares

Plectranthus barbatus Andrews é uma das espécies mais importantes do gênero *Plectranthus*, possuindo ampla variedade de usos medicinais tradicionais, *Hindu* e *Ayurvédica*, bem como na medicina popular do Brasil, África tropical e China. A planta tem sido, portanto, um alvo atraente para estudos químicos e farmacológicos intensivos até agora (ALASBAHI; MELZIG, 2010). No Brasil, as folhas são usadas no tratamento de gastrite, dispepsia, azia, mal-estar gástrico, ressaca e como estimulante da digestão e do apetite (CÂMARA, 2003). As espécies do gênero são amplamente distribuídas e apresentam grandes diversidade morfológica, incluído formas herbáceas ou arbustivas, com folhas simples, opostas e decussadas, geralmente aromáticas. Essas folhas variam bastante em forma, podendo apresentar desde limbo inteiro até profundamente (LORENZI, 2021).

Na medicina *ayurvédica*, as espécies *Plectrathus* têm sido utilizadas para tratar doenças cardíacas, convulsões, dores espasmódicas e disúria (micção dolorosa). A *P. barbatus*, em particular, é tradicionalmente empregada como agente anti-inflamatório e antifúngico, sendo reconhecida por seus efeitos contra bactérias causadoras de cáries dentárias, como *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sobrinus* (SANTOS VERÍSSIMO *et al.*, 2014).

As folhas representam a parte mais comumente utilizada da planta em preparações medicinais (68,2%), principalmente na forma de chá, decocção ou infusão (78,7%). As doenças tratadas com frequência estão relacionadas aos sistemas digestivo (21,7%) e respiratório (13,1%) (MEYER; QUADROS; ZENI, 2012).

Composição Química

A análise do óleo essencial extraído das folhas de *P. barbatus* revelou perfil químico diversificado. A Tabela 1 apresenta os compostos identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (CG-EM).

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *P. barbatus*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
Eugenol	25,1	8,83	1365
α -pineno	0,3	10,75	941
δ -cadineno	1,4	11,29	1519
Sabineno	0,6	12,42	972
β -mirceno	1,8	13,17	987
Timol	15,3	13,46	1288
Carvacrol	12,1	13,69	1296
<i>trans</i> - β -ocimeno	1,2	13,76	1046
α -copaene	8,9	14,85	1375
β -cubebeno	3,7	15,00	1385
(<i>E</i>) α -bergamoteno	0,5	15,20	1430
<i>cis</i> - β -ocimeno	1,9	15,51	1032
β-cariofileno	20,7	15,73	1422
α -humuleno	1,6	16,42	1451
<i>trans</i> -nerolidol	0,2	18,90	1558
Óxido de cariofileno	2,4	19,40	1582
<i>epi</i> - α -cadinol	0,6	20,64	1638

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

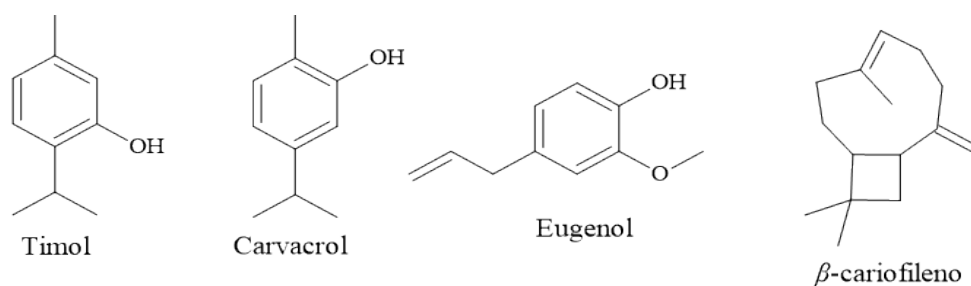
Fonte: Rodrigues *et al.* (2013).

Entre os 17 compostos identificados, o eugenol (25,1%) se destacou como componente majoritário. O eugenol é amplamente utilizado em alimentos e cosméticos como agente aromatizante e apresenta efeitos benéficos à saúde humana. Esses efeitos estão principalmente associados às suas atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, demonstrando também excelente atividade antimicrobiana, sendo ativo contra fungos e uma ampla gama de bactérias Gram-negativas e Gram-positivas (MARCHESE, 2017).

Outro composto presente em alta concentração foi o β -cariofileno (20,7%). Trata-se de um sesquiterpeno bicíclico natural, encontrado em várias plantas. Asth *et al.* (2022) conduziram estudo pré-clínico demonstrando que o β -cariofileno pode prevenir ou reverter comportamentos induzidos por cocaína, nicotina, álcool e metanfetamina em modelos animais. Esses efeitos estão associados à ativação do receptor CB₂ e, possivelmente, do receptor PPAR γ -. Além disso, Ahmed *et al.* (2025) demonstraram que a inibição da formação de tubos endoteliais (angiogênese), modificando o secretoma de células de câncer de pulmão sob condições de hipóxia.

O timol (15,3%) e o carvacrol (12,1%) também apresentaram concentrações significativas. O Timol, um monoterpene encontrado em plantas aromáticas, apresenta atividade antimicrobiana, antitumoral e anti-inflamatória, podendo ainda modificar diversas vias associadas à isquemia cerebral (PARENTE, 2024). O carvacrol, por sua vez, também apresenta efeitos farmacológicos de interesse, como atividades anti-inflamatórias e antioxidantes. Javed *et al.* (2022) evidenciaram que o carvacrol atravessa a barreira hematoencefálica, reduz a expressão da COX no hipocampo e diminui o estresse oxidativo e danos ao DNA em modelos de neurotoxina.

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial de *P. barbatus*.



Compostos da subclasse dos monoterpenos estavam presentes em menor abundância, como o α -pineno (0,3%), sabineno (0,6%), β -mirceno (1,8%), *cis*- β -ocimeno (1,9%) e *trans*- β -ocimeno (1,2%). Esses monoterpenos contribuem para a complexidade química e as possíveis sinergias biológicas do óleo. Uma menor presença de sesquiterpenos também foi detectada, incluindo β -cubebeno (3,7%), (*E*)- α -bergamoteno (0,5%), α -humuleno (1,6%), β -cadineno (1,4%), *trans*-nerolidol (0,2%), óxido de cariofileno (2,4%) e *epi*- α -cadinol (0,6%), e com contribuição intermediária, destaca-se o sesquiterpeno α -copaeno, correspondendo a 8,9%.

Propriedades Medicinais e Toxicidade

A toxicidade aguda do óleo essencial de *P. barbatus* e seus principais constituintes foi investigada contra larvas de três importantes vetores de doenças: *Anopheles subpictus* (vetor da malária), *Aedes albopictus* (vetor da dengue) e *Culex tritaeniorhynchus* (vetor da encefalite japonesa). O óleo essencial teve um efeito tóxico significativo contra larvas de *A. subpictus*, *A. albopictus* e *C. tritaeniorhynchus*, com valores de Concentração Letal 50% (CL₅₀) de 84,20, 87,25 e 94,34 μ g/mL e 90% (CL₉₀) de 165,25, 170,56 e 179,58 μ g/mL, respectivamente.

Em relação aos principais constituintes, eugenol, α -pineno e β -cariofileno demonstraram maior eficácia larvicida contra *A. subpictus* com valores de CL₅₀ de 25,45, 32,09 e 41,66 μ g/mL respectivamente. Os mesmos compostos também foram eficazes contra *A. albopictus* (CL₅₀ = 28,14, 34,09 e 44,77 μ g/mL, respectivamente) e *C. tritaeniorhynchus* (CL₅₀ = 30,80, 36,75 e 48,17 μ g/mL, respectivamente) (GOVINDARAJAN *et al.*, 2016).

No geral, a chance de usar metabólitos do óleo essencial de *P. barbatus* contra doenças tropicais parece promissora, uma vez que são eficazes em baixas doses e poderiam ser alternativa vantajosa para construir novas e mais seguras ferramentas de controle vetorial.

Tabela 2: Propriedades terapêuticas do óleo essencial de *P. barbatus*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antimicrobiana e anti-inflamatória	Eugenol	(ANNA <i>et al.</i> , 2017).
Anticancerígeno	β -cariofileno	(AHMED <i>et al.</i> , 2025)
Antibacteriana e antioxidante	Carvacrol	(HAYATE <i>et al.</i> , 2023)
Antitumoral e antifúngica	Timol	(PARENTE, 2024)

Considerações Finais

A espécie *P. barbatus* é amplamente distribuída no território brasileiro, com uma grande variedade de usos medicinais e tradicionais. Estudos sobre o óleo essencial das suas folhas contribuíram com resultados promissores em relação a sua composição química, auxiliando estudos farmacológicos e fitoquímicos. Em termos de compostos majoritários, o eugenol, timol, carvacrol e o β -cariofileno são vinculadas as atividades biológicas mais significativas. No âmbito de atividades do óleo essencial, destaca-se, sua capacidade antibacteriana, antifúngica, antioxidante, anti-inflamatória e seu uso no controle de problemas gástricos. Sua eficácia larvicida contra *A. subpictus*, *A. albopictus* e *C. tritaeniorhynchus* reforça o potencial do óleo como bioinseticida. No entanto, apesar das evidências iniciais, ainda são escassos os estudos na literatura científica que abordam de forma abrangente as bioatividades de *P. barbatus*. Dessa forma, destaca-se a importância de novos estudos que explorem de maneira mais aprofundada seus mecanismos de ação, toxicidade em modelos superiores e aplicações clínicas.

Referências

- AHMED, Emad A. The Potential Therapeutic Role of Beta-Caryophyllene as a Chemosensitizer and an Inhibitor of Angiogenesis in Cancer. **Molecules**, 2025.
- ALASBAHI, Rawiya H.; MELZIG, Matthias F. *Plectranthus barbatus*: A review of phytochemistry, ethnobotanical uses and pharmacology part 2. **Planta Medica**, 2010.
- ASTH, Laila *et al.* Effects of β -caryophyllene, A Dietary Cannabinoid, in Animal Models of Drug Addiction. **Current Neuropharmacology**, 2022.
- CÂMARA, Carlos C. *et al.* Antispasmodic Effect of the Essential Oil of *Plectranthus barbatus* and some Major Constituents on the Guinea-Pig Ileum. **Planta Medica**, 2003.
- GOVINDARAJAN, Marimuthu *et al.* Eugenol, α -pinene and β -caryophyllene from *Plectranthus barbatus* essential oil as eco-friendly larvicides against malaria, dengue and Japanese encephalitis mosquito vectors. **Parasitology Research**, 2016.
- JAVED, Hayate *et al.* Neuroprotective Potential and Underlying Pharmacological Mechanism of Carvacrol for Alzheimer's and Parkinson's Diseases. **Current Neuropharmacology**, 2022.
- LORENZI, Harri *et al.* Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. **Euphorbia tirucalli Plantas Medicinais do Brasil: Nativas e Exóticas**, 2021.

MARCHESE, Anna *et al.* Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: A mechanistic viewpoint. **Critical Reviews in Microbiology**, 2017.

MEYER, Leila; QUADROS, Karin Esemann; ZENI, Ana Lúcia Bertarello. Etnobotânica na comunidade de Santa Bárbara, Ascurra, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 2012.

PARENTE, Ana Caroline Barros. Timol, um monoterpeno, protege camundongos submetidos a isquemia cerebral focal permanente contra déficit de memória e dano neuronal. **2024 Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas)** – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

RODRIGUES, Fabíola Fernandes Galvão *et al.* Study of the Interference between *Plectranthus* Species Essential Oils from Brazil and Aminoglycosides. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 2013.

SARRAZIN, Sandra Layse F. *et al.* Antimicrobial and Seasonal Evaluation of the Carvacrol-Chemotype Oil from *Lippia origanoides* Kunth. **Molecules**, 2015.

VERÍSSIMO, Regina Célia Sales Santos *et al.* Antimicrobial activity of *Plectranthus barbatus* (Lamiaceae). **BMC Proceedings**, 2014.

Psidium sobralianum Landrum & Proença

Nara Kelly Albuquerque Santos; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Geane Gabriele de Oliveira Souza; José Walber Gonçalves Castro; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Maria Alice Macêdo Ribeiro; Mariana Pereira da Silva; Mayara Maria da Silva; Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Folhas e frutos de *Psidium sobralianum*.



Fonte: <https://www.bing.com/images>.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Psidium sobralianum* Landrum & Proença

Nome Popular: Araçá-de-veado, aracá-abacaxi-do-Pará, goiaba-abacaxi, araçá de porco, Aaaçá de queixada e goiaba de anta.

Família Botânica: Myrtaceae

Características Botânicas e Usos Populares

Psidium sobralianum Landrum & Proença é de origem tropical, mas apresenta excelente adaptação ao clima subtropical. É endêmica de formações de cerrado e caatinga na região Norte do Brasil, ocorrendo em áreas de terras baixas do Pará, além de possuir ampla distribuição no Nordeste, com maior predominância nos estados do Ceará, especialmente em florestas montanhosas das Chapadas do Araripe e da Ibiapaba, Maranhão e Pernambuco (TULER, 2020).

A espécie possui porte pequeno, medindo cerca de 3 a 5 m de altura, com fronde em forma de taça, tronco único ou bifurcado com casca fina e fissurada, facilmente identificável pela presença de folhas lustrosas, com margem ligeiramente revoluta próxima ao ápice. Suas folhas são simples, opostas e com textura coriácea (rígida e semelhante ao couro), de coloração verde-escura na face superior e verde-opaca na inferior, com base atenuada, ápice acuminado e com nervação em arco. As flores surgem nas axilas das folhas e a frutificação ocorre entre maio e agosto (MUNIZ, 2019). Os frutos são carnosos, de forma arredondada ou piriforme, contendo diversas sementes com aspecto piloso e tegumento ósseo, cujo embrião é do tipo pimentoide (FREITAS *et al.*, 2018).

Composição Química

Os compostos químicos do óleo essencial das folhas de *P. sobralianum* identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM), através de análises realizadas por Macedo *et al.* (2022), apresentando majoritariamente monoterpenos e sesquiterpenos (Tabela 1).

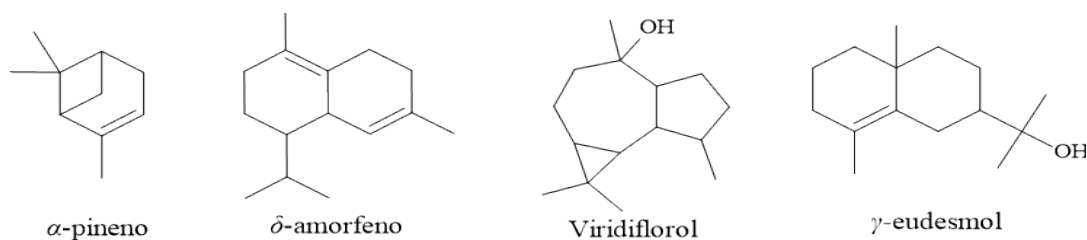
Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *P. sobralianum*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
α-pineno	11,78	3,88	948
β -pineno	8,13	4,79	977
1,8-Cineol	7,10	5,94	1171
α -terpineol	2,02	8,15	1239
Biciclosesquifelandreno	2,74	10,45	1482
Germacreno D	6,18	10,83	1487
γ -elemeno	6,32	11,14	1641
δ-amorfeno	9,93	11,36	1752
10- <i>epi</i> -elemol	4,72	11,68	1785
Viridiflorol	11,64	13,24	1834
γ-eudesmol	9,44	12,90	1966

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Fonte: Macedo *et al.* (2022).

Figura 2. Compostos majoritários do óleo essencial de *P. sobralianum*



Os principais constituintes identificados foram α -pineno (11,78%), viridiflorol (11,64%), δ -amorfenho (9,93%) e γ -eudesmol (9,44%) (Figura 2). Ressalta-se que esta análise representa a primeira descrição na literatura da composição química do óleo essencial de *P. sobralianum*.

Os monoterpenos, α -pineno é conhecido por suas diversas propriedades medicinais e farmacológicas descritas na literatura, incluindo efeitos anti-inflamatório, antimicrobiano, antitumoral, neuroprotetor, antioxidante, antinociceptivo, gastroprotetor, ansiolítico, sedativo, imunomodulador, antiapoptótico e anticonvulsivante. Por sua vez, o β -pineno possui atividades farmacológicas relacionadas a efeitos hipoglicêmicos, hipolipêmicos, anti-inflamatórios, antivirais, antioxidantes, antifúngicos e anticonvulsivantes (LIMEIRA *et al.*, 2024).

Outro constituinte relevante detectado é o viridiflorol (11,64%), sesquiterpenoide, que, assim como o α -pineno, possui propriedades antimicrobianas. Além disso, estudos indicam que o viridiflorol pode apresentar atividade antitumoral, com efeitos citotóxicos e indutores de apoptose em células cancerígenas, reduzindo a viabilidade celular e promovendo morte celular programada em diferentes tipos de câncer, incluindo mama, pulmão e cérebro (AKIEL *et al.*, 2022).

Também foram observados os compostos δ -amorfenho (9,93%), hidrocarboneto sesquiterpênico bicíclico, e γ -eudesmol (9,44%), sesquiterpenoide, ambos encontrados em óleos essenciais de diversas plantas.

Outros compostos de menor abundância também foram identificados, conforme descrito na Tabela 1. No entanto, vale salientar que condições ambientais, como o ciclo vegetativo e fatores extrínsecos, bem como diferentes métodos de extração, podem causar variações significativas na composição química dos óleos essenciais (MACEDO *et al.*, 2022).

Propriedades Medicinais

A comunidade científica tem demonstrado acentuado interesse no estudo de espécies botânicas pertencentes à família Myrtaceae, especialmente do gênero *Psidium*, devido a sua utilização no tratamento de doenças e sintomas do organismo. Espécies desse gênero são frequentemente indicadas na medicina popular brasileira para distúrbios do sistema digestivo, bem como para alterações em sistemas respiratório, nervoso e geniturinário (MACEDO *et al.*, 2022).

Apesar da espécie *P. sobralianum* aparecer com menor frequência em estudos científicos e possuir poucos relatos sobre sua composição química e atividades biológicas, devido à sua recente

descrição e identificação, ela vem despertando interesse acadêmico. Estudos realizados por Macedo *et al.* (2022) registram a presença de terpenos, classe química comprovadamente responsável por diversas atividades biológicas e já observada em outras espécies do gênero, geralmente ricas em terpenos, compostos fenólicos, taninos e carotenóides, substâncias diretamente associadas a efeitos antioxidante, antimicrobiano, antiproliferativo e anti-inflamatório (MACEDO *et al.*, 2021). Além disso, alguns membros deste gênero comprovaram usos populares por meio de investigações científicas, demonstrando também interesse comercial para a indústria alimentícia devido aos frutos e à rica presença de óleos essenciais nas folhas.

Os metabólitos constituem importante fonte de compostos antioxidantes em espécies de *Psidium*, sendo a capacidade antioxidante da espécie associada principalmente à abundância de flavonoides, um dos grupos mais presentes no gênero. Os frutos dessa espécie são largamente consumidos tanto na alimentação humana como na medicina popular, e seu consumo tem sido relacionado à redução da incidência de doenças como câncer, disfunções cardiovasculares, inflamações e declínio do sistema imunológico (MACEDO *et al.*, 2022).

Em pesquisas realizadas, observou-se que o óleo essencial de *P. sobralianum* apresentou 53,55% de inibição de DPPH, evidenciando capacidade dependente da concentração de inibir radicais livres, com IC₅₀ de 5,99 mg/mL. Esse valor destaca a espécie entre as nativas do gênero, uma vez que a faixa estabelecida para a atividade antioxidante de óleos essenciais varia entre 0,01 e 10 mg/mL. (MACEDO *et al.*, 2022)

No que se refere à atividade antibacteriana, verificou-se que o óleo de *P. sobralianum* tem capacidade de inibir o crescimento bacteriano para *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, mas somente em concentrações mais elevadas (MACEDO *et al.*, 2022). Tal atividade pode estar relacionada à presença do α -pineno, majoritário no óleo, conhecido por inibir o crescimento bacteriano. No entanto, conforme estudo realizado não há relação direta entre composição química e a atividade antibacteriana de óleos aromáticos de espécies medicinais, visto que os compostos presentes em maiores constituição não são necessariamente responsáveis pela maior parte da atividade biológica. Assim, a atividade pode estar associada a compostos menos abundantes ou à ação sinérgica entre todos os compostos do óleo essencial (MACEDO *et al.*, 2022).

Apesar de suas indicações e utilização na medicina popular e de sua comprovada atividade em estudos realizados, não foi encontrado na literatura testes de citotoxicidade para o óleo essencial de *P. sobralianum*. Esses testes são, além de importantes, imprescindíveis para a determinação de concentrações seguras a serem utilizadas em ensaios biológicos (MACEDO *et al.*, 2021).

Considerações Finais

Conclui-se que o óleo essencial das folhas de *P. sobralianum* apresenta perfil químico terpênico, com predominância de sesquiterpenos (hidrocarbonatados e oxigenados), destacando-se o α -pineno (11,78%) como composto majoritário, seguido pelo viridiflorol (11,64%), δ -amorfeno (9,93%) e γ -eudesmol (9,44%). Suas atividades biológicas (antibacteriana e antioxidante), reforçam

o potencial terapêutico da planta, justificam seu uso popular e ampliam o interesse em aprofundar pesquisas voltadas para a espécie *P. sobralianum*.

Outras atividades importantes, como anti-inflamatória, antifúngica e antitumoral, ligadas a seus componentes não foram analisadas para no óleo essencial de *P. Sobralianum*, acredita-se que por se tratar de uma espécie recentemente descrita e ainda pouco estudada, mas que merece um estudo mais aprofundado. Bem como, no que se refere a análise de toxicidade para o consumo de dosagem segura para humano. Fazendo-se necessário que estudos futuros e complementares sejam direcionados às mesmas indicações terapêuticas, tornando mais seguro e eficaz sua aplicação.

Referências

AKIEL, Maaged A. *et al.* Viridiflorol induces anti-neoplastic effects on breast, lung, and brain cancer cells through apoptosis. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, p. 816-821, 2022. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.10.026.

FREITAS, Morgana Andrade *et al.* Seed, seedling and fruit morphology and seed germination of *Psidium sobralianum* plants of the são francisco valley, brazil. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 926-934, 2018. DOI: 10.1590/1983-21252018v31n415rc.

LIMEIRA, Rebecca Rhuanny Tolentino *et al.* Ações farmacológicas do α -pineno e β -pineno. **Revista de Ciências Da Saúde Nova Esperança**, v. 22, n. 3, p. 373-388, 2024. DOI: 10.17695/rcsne.vol22.n3.p373-388.

MACEDO, Julimery Gonçalves Ferreira *et al.* Chemical composition, antioxidant, antibacterial and modulating activity of the essential oil of *psidium* L. species (Myrtaceae Juss.). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 42, 2022. DOI: 10.1016/j.bcab.2022.102363.

MACEDO, Julimery Gonçalves Ferreira *et al.* Therapeutic indications, chemical composition and biological activity of native Brazilian species from *Psidium* genus (Myrtaceae): A review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 276, 2021. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114248.

MUNIZ, Helton Josué Teodoro. *Psidium sobralianum* – Família das Myrtaceae. **Colecionando frutas**, 2019. Disponível em <HYPERLINK “<https://www.colecionandofrutas.com.br/psidiumsobralianum.htm>”<https://www.colecionandofrutas.com.br/psidiumsobralianum.htm>>. Acesso em: 30 maio 2025.

TULER, A.C; Costa, I.R.; Proença, C.E.B. *Psidium* in Flora e Funga do Brasil. **REFLORA**, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:<HYPERLINK “<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB613837>”<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB613837>>. Acesso em: 30 mai. 2025

Piper aduncum L.

Mariana Pereira da Silva; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Débora Odília Duarte Leite; Geane Gabriele de Oliveira Souza; Joice Barbosa do Nascimento; José Walber Gonçalves Castro; Lariza Leisla Leandro Nascimento; Mayara Maria da Silva; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e inflorescências *Piper aduncum* L.



Fonte: Flora Digital. Disponível: <https://www.rewilding-brazil.org/especie/piper-aduncum>. Acesso: 15 de out.2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Piper aduncum* L.

Nome Popular: Pimenta-de-macaco, pimenta-longa, tapa-buraco, pimenta-de-fruto, jaborantida.

Sinônimos: *Piper gaudichaudianum* Kunth, *Artanthe adunca* (L.) Miq, *Steffensia adunca* (L.) Kunth, *Piper angustifolium* Ruiz & Pav, *Piper elongatum* Vahl, *Piper tuberculatum*.

Família Botânica: Piperaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Piper aduncum L. conhecida popularmente como pimenta-de-macaco, é uma planta nativa das regiões tropicais da América Latina, incluindo o Brasil (DUROFIL *et al.*, 2021). A espécie é

amplamente distribuída na Amazônia e em outras regiões tropicais brasileiras (VALADARES *et al.*, 2018).

A planta possui crescimento em forma de arbusto ou pequena árvore, alcançando alturas que podem chegar a 8 m (TAHER *et al.*, 2020), esta espécie é adaptada a ambientes úmidos e sombreados, crescendo predominantemente em solos ricos em matéria orgânica e com alta umidade (DOUSSEAU *et al.*, 2014). As flores estão agrupadas em inflorescências do tipo espiga, formadas por pequenas flores de coloração esbranquiçada (VALADARES *et al.*, 2018).

Os frutos são pequenas drupas que escurecem ao amadurecer e abrigam sementes minúsculas (TAHER *et al.*, 2020). Na medicina tradicional brasileira, especialmente na Amazônia, as folhas de *P. aduncum* são usadas em infusões para tratar doenças respiratórias como bronquite e asma (QUEIROZ *et al.*, 2022). Além disso, são utilizadas para acelerar a cicatrização de feridas e queimaduras, assim como para fins antissépticos em banhos e compressas, ajudando na desinfecção e no alívio de processos inflamatórios (TAHER *et al.*, 2020; QUEIROZ, 2022).

Composição Química

A caracterização química do óleo essencial obtido das folhas de *P. anduncum* foi realizada por meio de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

Tabela: Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *P. aduncum*.

Componentes	(%)	TR	IR
Aromadentro	0,6	1,44	1431
(E) α -pineno	2,3	10,8	937
β -pineno	2,3	11,5	973
β -ocimeno	1,1	13,4	1032
β -elemeno	6,4	15,2	1382
γ -gurjuneno	9,3	19,5	1417
γ -elemeno	0,7	19,9	1429
α -cubeno	0,3	21,6	1382
Aloaromadendreno	0,8	21,8	1445
α -humuleno	1,5	22,5	1451
β -selineno	1,0	23,2	1471
β -cubebeno	9,5	23,8	1400
γ -muuruleno	0,9	24,0	1483
β -guaineno	3,3	24,7	1491
β -cariofileno	9,7	25,3	1416
Isoledeno	1,6	25,5	1494
α -farneseno	8,2	26,2	1507
δ -cadineno	2,0	27,0	1519
γ -cadineno	2,6	27,8	1520
Espatulenol	2,5	28,5	1575
Andrographolida	3,9	29,3	1613
Vatireneno	1,1	30,0	1828
Nonadecano	0,3	30,8	1900
Fitol	0,5	31,5	2102

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Fonte: Barros *et al.* (2015)

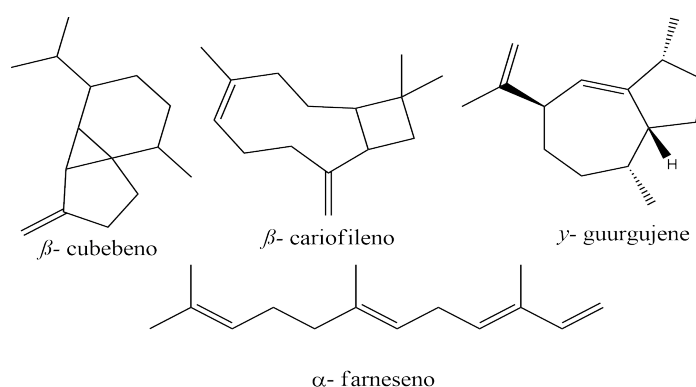
A análise do óleo essencial de *P. aduncum* revelou a presença de 25 compostos (Tabela 1), totalizando 77,7% da composição identificada, com predominância de sesquiterpenos hidrocarbonetos e oxigenados. Entre os constituintes majoritários (Figura 2), destacam-se o (β)-cariofileno (9,7%), β -cubebeno (9,5%), γ -gurjuneno (9,3%) e α -farneseno (8,2%), todos com reconhecido potencial bioativo.

Além disso, substâncias encontradas em quantidades reduzidas, como nonadecano (0,3%), fitol (0,5%) e aromadendreno (0,6%), apesar de sua baixa abundância, podem exercer influência significativa no aroma, na estabilidade físico-química e até na bioatividade do óleo essencial, conforme sugerido por Carneiro *et al.* (2022).

O (β)-cariofileno, principal composto identificado, é um sesquiterpeno com efeitos anti-inflamatórios, analgésicos e antimicrobianos, além de atuar como agonista seletivo dos receptores CB2, sugerindo potencial terapêutico em inflamações crônicas (GERTSCH *et al.*, 2008). Já o β -cubebeno e o γ -gurjuneno, também sesquiterpenos, têm sido relacionados a atividades citotóxicas e antifúngicas em espécies de gênero *Piper* (SALEHI *et al.*, 2019).

Os compostos em menor proporção, como o β -elemeno (6,4%) e o α -copaeno (5,5%), contribuem para a complexidade do perfil químico do óleo essencial, podendo atuar sinergicamente com os constituintes majoritários. A presença de monoterpenos, como α -pineno e β -pineno, corrobora achados anteriores em diferentes genótipos de *P. aduncum*, evidenciando a influência de variáveis ambientais — como o tipo de solo, as condições climáticas e o local de coleta — na composição química do óleo (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial de *P. aduncum*.



A variedade de compostos presentes, ainda que em concentrações reduzidas, revela um perfil químico complexo, o que pode justificar os diversos efeitos terapêuticos associados ao óleo essencial de *P. aduncum*. Essa heterogeneidade química está ligada aos diferentes quimiotipos da planta, que variam de acordo com fatores regionais, climáticos e edáficos (SALEHI *et al.*, 2019).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O óleo essencial de *P. aduncum* tem sido amplamente estudado devido ao seu potencial em diversas aplicações terapêuticas e de controle biológico, incluindo ações inseticidas, fungicidas, bactericidas, larvicidas e moluscicidas (SOUSA *et al.*,2008).

As pesquisas recentes também evidenciam que o óleo essencial da pimenta-de-macaco apresenta elevada eficácia contra a pulga *Ctenocephalides felis*, promovendo mortalidade total de ovos e adultos em concentrações adequadas, o que reforça seu potencial para uso no controle de parasitas (ASSUNÇÃO *et al.*, 2024).

Demonstrou também efeito acaricida especialmente contra *Tetranychus urticae*. Em bioensaios de fumigação, observou-se que a mortalidade dos ácaros variou entre 12,5% e 90%, dependendo da concentração aplicada (FAZOLIN *et al.*, 2020). A atividade acaricida está relacionada a componentes majoritários presentes no óleo, que promovem toxicidade seletiva, atuando como agentes repelentes e tóxicos aos ácaros (ARAÚJO *et al.*, 2012).

As evidências provenientes de estudos originais indicam que o óleo essencial de *P. aduncum* reúne propriedades medicinais inseticidas de significativa relevância, associadas. Esse perfil toxicológico favorável sustenta sua viabilidade para usos controlados, reforçando o potencial estratégico da espécie como insumo em programas de controle biológico, especialmente em substituição ou complemento a métodos tradicionais (OLIVEIRA *et al.*,2023).

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleo Essencial de *P. aduncum*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antifúngica	Linalool, β -pineno e linalool	(NAVICKIENE <i>et al.</i> , 2006)
Acaricida	Dillapiol	(DUROFIL <i>et al.</i> ,2021)
Inseticida	Dilapiol	(ASSUNÇÃO <i>et al.</i> , 2024)
Antioxidante	Nerolidol, germacreno, γ -elemene	(PASSOS <i>et al.</i> , 2012)
Osmótica	1,8-cineol	(BARROS <i>et al.</i> , 2016)
Antioxidante e citoprotetora	<i>E</i> -nerolidol, apiol	(CALDERON <i>et al.</i> , 2019)

Considerações Finais

Desse modo, a espécie *P. aduncum* destaca-se como fonte promissora de compostos bioativos. Seu óleo essencial é marcado pela predominância de fenilpropanóides e outros constituintes fenólicos cuja complexidade química confere-lhe uma diversidade funcional que se traduz em diferentes mecanismos de ação biológica. Evidencia-se que o potencial terapêutico conferido por seus constituintes pode ser aproveitado em múltiplos campos da saúde e da biotecnologia, especialmente diante do crescente busca por agentes de origem natural que aliem elevada eficácia biológica a um perfil de ação multifuncional.

Destaca-se ainda a tendência crescente de valorização dos produtos de origem natural como resposta a desafios atuais, como a resistência a antimicrobianos a inseticidas sintéticos. Nesse cenário, o óleo essencial de *P. aduncum* surge como alternativa promissora, favorecendo o desenvolvimento

de estratégias inovadoras que aliam eficácia terapêutica, sustentabilidade e redução dos impactos ambientais.

Assim, consolida-se a compreensão de que o óleo essencial de *P. aduncum* representa uma valiosa fonte natural para futuras investigações científicas e inovações tecnológicas, sobressaindo-se como insumo promissor para o desenvolvimento de agentes farmacológicos e biotecnológicos, com expressiva relevância acadêmica e potencial de aplicação translacional.

Referências

ARAÚJO, Maria José Coelho *et al.* Atividade acaricida e repelência do óleo essencial de *Piper aduncum* e seus componentes contra *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 2, p. 139–155, 2012. DOI: 10.1007/s10493-012-9544-2.

ASSUNÇÃO, Jeferson Adriano e Silva *et al.* Insecticidal activity of essential oils from *Piper aduncum* against *Ctenocephalides felis felis*: a promising approach for flea control. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 33, n. 3, e007624, 2024. DOI: 10.1590/S1984-29612024050.

BARROS, Francisca Janielle *et al.* Activity of essential oils of *Piper aduncum* and *Cinnamomum zeylanicum* by evaluating osmotic and morphologic fragility of erythrocytes. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 8, p. 1–8, 2016. DOI: 10.1016/j.eujim.2016.02.011.

CARNEIRO, Simone Braga *et al.* *Piper aduncum* essential oil rich in dillapiole: development of hydrogel-thickened nanoemulsion and nanostructured lipid carrier intended for skin delivery. **Pharmaceutics**, v. 14, n. 11, p. 2525, 2022. DOI: 10.3390/pharmaceutics14112525.

DOUSSEAU, Sérgio *et al.* Caracterización del limbo de *Piper aduncum* L. (Piperaceae): análisis estructurales, histoquímicos y de sus aceites esenciales. **Gayana. Botánica**, Concepción, v. 71, n. 1, p. 147–162, 2014. DOI: 10.4067/S0717-66432014000100015.

DUROFIL, Aline de Almeida *et al.* Leishmanicidal activity of *Piper aduncum* essential oil and its major compound dillapiole against *Leishmania amazonensis*. **Parasite**, v. 27, p. 86, 2020. DOI: 10.1051/parasite/2020086.

FAZOLIN, Moacir *et al.* Efeito acaricida do óleo essencial de *Piper aduncum* em *Tetranychus urticae*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1–6, 2020.

FLORA DO BRASIL, 2020. *Piper aduncum* L. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

GERTSCH, Johann *et al.* Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, v. 105, n. 26, p. 9099–9104, 2008. DOI: 10.1073/pnas.0803601105.

HERRERA-CALDERON, Oscar *et al.* Antioxidant and cytoprotective effect of *Piper aduncum* L. against sodium fluoride (NaF)-induced toxicity in albino mice. **Toxics**, Basel, v. 7, n. 2, p. 1–9, 2019. DOI: 10.3390/toxics7020028.

NAVICKIENE, Hosana Maria Deboni *et al.* Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 467–470, 2006. DOI: 10.1590/S0100-40422006000300011.

OLIVEIRA, Gisele Lúcia *et al.* Growth study and essential oil analysis of *Piper aduncum* from two sites of Cerrado biome of Minas Gerais State, Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, p. 743–753, 2013. DOI: 10.1016/j.bjp.2013.08.003.

OLIVEIRA, Roger Ventura *et al.* Toxicidade e sinergismo de óleo essencial de *Piper aduncum* L. em populações de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, e76287, 2023. DOI: 10.1590/1983-40632023v5376287.

PASSOS, Luciana *et al.* Evaluation of antioxidant activity and chromatographic profile of extracts from the false jaborandi (*Piper aduncum*). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 6, p. 1248–1260, 2012. DOI: 10.5902/223611704201.

QUEIROZ, Marieta Nascimento *et al.* Therapeutic potential of *Piper aduncum* leaf extract in the control of monogeneans in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v552, p.778024,2022. Doi:10.1016/quacululture.2022.738024.

SALEHI, Bahare *et al.* *Piper* species: a comprehensive review on their phytochemistry, biological activities and applications. **Molecules**, Basel, v. 24, n. 7, p. 1364, 2019. DOI: 10.3390/molecules24071364.

SOUSA, Paulo José Coelho de *et al.* Avaliação toxicológica do óleo essencial de *Piper aduncum* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 217–221, 2008. DOI: 10.1590/S0102-695X2008000200013.

TAHER, Muhammad *et al.* Medicinal uses, phytochemistry, and pharmacological properties of *Piper aduncum* L. **Sains Malaysiana**, v. 49, n. 8, p. 1829–1851, 2020. DOI: 10.17576/jsm-2020-4908-07.

VALADARES, Ana Carolina Ferreira *et al.* Essential oils from *Piper aduncum* inflorescences and leaves: chemical composition and antifungal activity against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 3, p. 2691–2699, 2018.

Piper rivinoides Kunt.

Lariza Leisla Leandro Nascimento; Ana Cecília Calixto Donelardy; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Débora Odília Duarte Leite; Geane Gabriele de Oliveira Souza; Joice Barbosa do Nascimento; José Walber Gonçalves Castro; Mayara Maria da Silva; Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Folhas de *Piper rivinoides*.



Fonte: Flora Digital. Disponível em: https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=26735. Acesso em: 13 out. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Piper rivinoides* Kunth.

Nome Popular: Pariparoba, betis-branco, aperta-ruão, murta ou ruão.

Sinônimos: *Artanthe rivinoides* Miq.; *Schilleria rivinoides* Kunth.

Família Botânica: Piperaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Piper rivinoides Kunth é espécie nativa do Brasil, empregada em finalidades medicinais e aromáticas. Apresenta vasta distribuição em todo o território brasileiro, suas características são de arbusto glabro e cinófilo, podendo atingir altura de 3 a 6 m, tronco com característica lenhosa, suas folhas possuem formato oval brilhante e base simétrica, possui inflorescências vistosas e triangulares e os frutos apresentam-se em cachos semelhante a espiga ereta (FELISBERTO *et al.*, 2020).

O óleo essencial das folhas de *P. rivinoides* é associado a tratamentos de infecções e de atividades cicatrizantes (LEAL *et al.*, 2019). Possui nome litúrgico de “Èwé Boyí Funfun “ e na literatura etnobotânica brasileira mostra o uso de *P. rivinoides* em banhos de limpeza de rituais religiosos de origem africana. Na medicina popular está associada a tratamentos de feridas, úlceras, corrimento vaginal, sangramento e problemas bucais (FELISBERTO *et al.*, 2022).

Composição Química

A análise do óleo essencial extraído das folhas de *P. rivinoides*, por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas, identificou 23 compostos químicos, com predominância de fenilpropanoides, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Compostos identificados por (CG-EM) no óleo essencial de *P. rivinoides*.

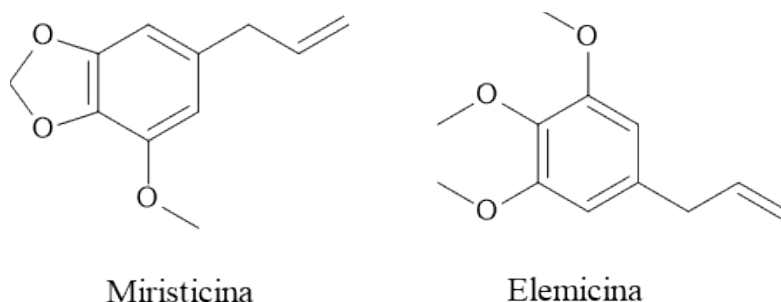
Compostos	(%)	TR	IR
<i>cis</i> -ocimeno	0,15	3,966	1069
β -pineno	0,07	4,448	1116
β -mirceno	0,10	4,523	1121
α -felandreno	0,61	4,727	1135
(+)-3-careno	9,74	4,822	1142
β -felandreno	0,83	5,004	1155
γ -terpineno	0,75	5,303	1176
Terpinoleno	0,76	5,623	1198
2- butiloctanol	0,09	7,493	1295
Cicloisossativeno	0,52	8,197	1346
Biciclo[5.2.0]nonano, 4-Metileno-2,8,8-trimetil-2-vinil-	0,09	8,315	1355
<i>trans</i> -cariofileno	1,88	8,644	1380
Isolodeno	0,57	8,793	1391
<i>cis</i> - α -bisaboleno	0,06	8,952	1404
Aloaromadendreno	0,28	9,035	1414
α -amorfeno	0,35	9,110	1423
Miristcina	28,62	9,258	1441
α -muroleno	10,51	9,343	1451
Elemicina	43,45	9,501	1470
(-)-espatulenol	0,19	10,239	1543
Dilapiole	0,09	10,485	1564
γ -selineno	0,12	10,866	1598
Valenceno	0,19	11,265	1624

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Testes *in vivo* com a miristina mostram a capacidade em aumentar as concentrações e atividades de enzimas com propriedades antioxidantes, sendo elas a catalase, superóxido dismutase, glutathione peroxidase e glutathione redutase, como também a capacidade de inibir a peroxidação lipídica, ainda assim, está relacionada a atividades analgésicas e anti-inflamatórias, relatada pela capacidade de inibição de prostaglandinas, e para a atividade antimicrobiana ainda existem controvérsias (SENEME *et al.*, 2021).

A elemicina assemelha-se a miristina quanto a sua presença em produtos de origem alimentar e em plantas medicinais, e é relatada por apresentar propriedades farmacológicas antioxidantes (VALAREZO *et al.*, 2023). Esses alquenilbenzenos apresentam toxicidade, sendo a suposta causa de desenvolvimento dessa condição, a 1'-hidroxilação sucedida pela sulfonação nos ésteres de sulfato alílico resultantes, porém, ainda está em discussão a importância toxicológica devido serem menos explorados na literatura (GÖTZ *et al.*, 2022).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial de *P. rivinoides*.



O perfil químico realizado com as folhas secas de *P. rivinoides* no estudo de Alves *et al.*, (2019) apresentou divergência quanto a presença do composto majoritário (*E*-isoelemicina 40,81%) quando comparado a esse estudo (elemicina 43,45%). As diferenças que ocorreram na identificação dos compostos deste estudo, podem ser explicadas pelas influências que os metabólitos sofrem ao longo do ano devido a condições de sazonalidade, ciclo circadiano, idade da planta, radiação UV e estresses hídricos (BIAZOTTO *et al.*, 2019).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Investigação da atividade antinoceptiva do óleo essencial das folhas de *P. rivinoides* realizada por Souza *et al.* (2024), mostrou que os camundongos induzidos as contorções tiveram redução pelo ácido acético em 20,90% quando tratados com o com óleo essencial desta espécie, relacionando o efeito gerado aos compostos químicos identificados no óleo essencial, como o β -pineno, responsáveis por essa atividade.

O constituinte β -pineno foi apresentado na literatura com o efeito apoptótico no carcinoma espinocelular oral, o que justifica a utilização da *P. rivinoides* no tratamento de complicações orais, devido à presença deste constituinte na espécie. Além disso o (+)- α -pineno e (-)- α -pineno apresentaram atividade nematocida contra *Bursaphelenchus xylophilus* de 83% e 80%, com IC₅₀ 0,64 e 18,03 mM, respectivamente, e a atividade para o (+)- β -pineno e (-)- β -pineno 39% e 35%, respectivamente, porém o IC₅₀ não foi descrito. O α -pineno também apresenta efeito inibitório em linhas celulares de carcinoma hepatocelular dependendo da dose (FELISBERTO *et al.*, 2022).

Leal *et al.* (2019), mostrou que o componente principal da análise do óleo essencial foi a *E*-isoelemicina, e apresentou resultados antifúngicos intrínsecos para *Candida albicans* 4127 atrelados a presença de monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides. Esses compostos agem fragilizando a membrana plasmática facilitando a entrada de fluconazol construindo uma barreira hidrofóbica impedindo o dimorfismo fúngico.

A investigação para avaliar o potencial anti-SARS-CoV-2 (COVID-19) dos principais componentes do óleo essencial foi realizada por *docking* molecular e cálculo químico quântico. Os achados demonstraram que a miristicina apresentou boa afinidade e interações no sítio ativo com um potencial inibitório do complexo heterodímero metiltransferase (NSP16-NSP10 SARS Cov-2). Essa investigação é preliminar e necessita da realização de novos estudos *in vitro* para considerar a *P. rivinoides* como provável alternativa terapêutica para COVID-19 (ALVES *et al.*, 2023).

A atividade antibacteriana do óleo essencial de *P. rivinoides* foi investigada contra as cepas de *Staphylococcus aureus* 10 e *Escherichia coli* 06, este não demonstrou atividade individual, mas quando associado à gentamicina obteve resultado sinérgico para ambas as bactérias, quando associado a eritromicina obteve sinergismo para *E. coli* e quanto ao norfloxacino obteve-se antagonismo. O mecanismo de ação sinérgica foi descrito por meio da inibição da síntese protéica e danos a membrana plasmática. O antagonismo presente pode estar relacionado a inativação do antibiótico pelo óleo essencial, alterações do transportador ligado aos compostos químicos ou ativação de genes responsáveis pela expressão de bombas de efluxo (LEAL *et al.*, 2019).

A determinação da atividade fungicida mínima deste óleo e seus isolados foi realizada por Fonseca *et al.* (2025), exibindo resultados contra *Candida tropicalis* (512 µg/mL), *Candida albicans* (1024 µg/mL) e *Pichia kudriavzevii* (512 µg/mL). Esses achados permitem qualificar a *P. rivinoides* e seus compostos isolados como potencialidade na terapia. O mecanismo de ação está relacionado à permeabilidade da membrana celular fúngica onde ocorre a instabilidade na célula, por meio das propriedades hidrofóbicas do óleo e isso resulta na ruptura de membranas e mitocôndrias.

Tabela 2. Propriedades terapêuticas do óleo essencial de *P. rivinoides*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antifúngica	Miristicina e elemicina	(FONSECA <i>et al.</i> , 2025; LEAL <i>et al.</i> , 2019)
Antiviral; Inibitória de linhagens celulares de carcinoma hepatocelular; Apoptótica ou citotóxica; Nematocida contra <i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	β -pineno	(FELISBERTO <i>et al.</i> , 2022)
Inibitória do complexo heterodímero metiltransferase NSP16-NSP10 SARS Cov-2	Miristicina	(ALVES <i>et al.</i> , 2023)

Considerações Finais

O óleo essencial de *P. rivinoides* apresenta vasta composição química, apresentando como componentes majoritários a miristicina e elemicina, atreladas as atividades biológicas: antifúngicas, antioxidante, anticonceptivas, antibacterianas e antivirais, além de também relacionar-se com propriedades citotóxicas contra algumas linhagens celulares, dessa forma, é uma espécie de contribuição científica e promissora para estudos futuros com maior especificidade.

Referências

- ALVES, B. L. L. *et al.* Seasonal variation of the composition of essential oils from *Piper cernuum* Vell and *Piper rivinoides* Kunth, ADMET study, DFT calculations, molecular docking and dynamics studies of major components as potent inhibitors of the heterodimer methyltransferase complex NSP16-NSP10 SARS COV-2 protein. **Journal of Biomolecular Structure and Dynamics**, 2023. DOI: 10.1080/07391102.2022.2107072.
- BLAZOTTO, K.R.; DE SOUZA MESQUITA, L.M.; NEVES, B.V.; BRAGA, A.R.C.; TANGERINA, M.M.P.; VILEGAS, W. *et al.* Brazilian biodiversity fruits: discovering bioactive compounds from underexplored sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 7, p. 1860-1876, 2019. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b05815
- DE SOUZA, S. P. VALVERDE, S. L.; CUNHA, A. S.; LIMA, K. S. L.; LIMA, V. Sérgio F.; SILVA, A. L. S. L.; LIMA, M. A. C.; SOARES, V. F.. Chemical composition and antinociceptive activity of the essential oil of *Piper mollicomum* and *Piper rivinoides*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 8, n. 22, p. 788–793, 2014. DOI: 10.5897/JMPR2014.4382.
- FELISBERTO, J. S. *et al.* *Piper rivinoides* Kunth: A medicinal plant that preserves bioactive chemical substances in its essential oil throughout the seasons. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 16, n. 8, p. 258–268, 2022. DOI: 10.5897/JMPR2022.7235.
- FONSECA, V. J. A. *et al.* Characterization and analysis of the bioactivity of the *Piper rivinoides* Kunth essential oil and its components myristicin and elemicin, against opportunistic fungal pathogens. **Microbial Pathogenesis**, 2025. DOI: 10.1016/j.micpath.2025.105735.

GÖTZ, M. E. *et al.* Myristicin and Elemicin: Potentially Toxic Alkenylbenzenes in Food. **Foods**, v. 11, n. 13, p. 1988, 5 jul. 2022. DOI: 10.3390/foods11131988.

LEAL, A. L. A. B. *et al.* Chemical identification and antimicrobial potential of essential oil of *Piper rivinoides* Kunth (BETIS-WHITE). **Food and Chemical Toxicology**, 2019. DOI: 10.1016/j.fct.2019.06.006.

SENEME, E. F. *et al.* Pharmacological and Therapeutic Potential of Myristicin: A Literature Review. **Molecules**, v. 26, n. 19, p. 5914, 29 set. 2021. DOI: 10.3390/molecules26195914.

VALAREZO, E. *et al.* Study of the Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from Congona (*Peperomia inaequalifolia* Ruiz and Pav.). **Plants**, v. 12, n. 7, p. 1504, 30 mar. 2023. DOI: 10.3390/molecules26195914.

Lantana camara Linn

José Walber Gonçalves Castro; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Ana Cecília Calixto Donelardy; Débora Odília Duarte Leite; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; Geane Gabriele de Oliveira Souza; Joice Barbosa do Nascimento; Mayara Maria da Silva; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e inflorescência de *Lantana camara*.



Fonte: Skystargazer (2020)

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Lantana camara* Linn.

Nome Popular: Camará, cambará, cambará-de-cheiro, camarinha, erva-de-maricá, lantana, sete-sangrias, carrapicho-de-índio, chumbinho, entre outros (varia conforme a região do Brasil).

Sinônimos: *Lantana aculeata* L; *Lantana tiliifolia* Cham; *Lantana armata* Hayek; *Lantana urticoides* Hayek; *Lantana trifolia* var. *mexicana*

Família Botânica: Verbenaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Lantana camara Linn caracteriza-se como arbusto lenhoso, perene e muito ramificado, podendo atingir de 1 a 3 m de altura, dependendo das condições ecológicas. Os ramos jovens são quadrangulares e as folhas simples, opostas, com morfologia ovada a elíptica, margens serrilhadas e superfície rugosa, frequentemente recoberta por tricomas glandulares e não glandulares (SOUZA, LORENZI, 2005; RIZZO *et al.*, 2010). As folhas quando submetidas a maceração liberam odor intenso característico, semelhante a cânfora ou terebintina, indicando a presença de óleos essenciais. As inflorescências são do tipo capítulo, terminais e densas, compostas por pequenas flores tubulares agrupadas em esferas, com coloração variável entre o branco, amarelo, rosa, laranja, vermelho ou combinações destas cores. A mudança de cor das flores ao longo do tempo atua como sinal para polinizadores, indicando a presença ou ausência de néctar (PITELLI *et al.*, 2008). Os frutos são do tipo drupa, globosos, de coloração escura (preta ou arroxeada) quando maduros, contendo geralmente duas sementes, com dispersão mediada por aves frugívoras (SHARMA, 2007).

Originária da América Tropical, *L. camara* foi introduzida em diversos continentes como planta ornamental, adaptando-se com facilidade a diferentes tipos de solos e climas. No Brasil, encontra-se amplamente distribuída em áreas de borda de mata, campos abertos, margens de estradas e áreas urbanas, sendo considerada planta invasora em ecossistemas naturais como Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (RIZZO *et al.*, 2010; MOURA *et al.*, 2021). Seu ciclo de vida é perene, com floração geralmente ocorrendo entre os meses de setembro a março, com picos após o início do período chuvoso (SANTOS *et al.*, 2019).

No uso tradicional da medicina popular, as folhas e partes aéreas da planta são empregadas no tratamento de diversas afecções, incluindo doenças de pele, processos inflamações, ferimentos, reumatismo, febre, gripe e dores musculares (MARTINS *et al.*, 2016). São também utilizadas na forma de chás, cataplasmas e banhos, com alegadas propriedades antissépticas, cicatrizantes, calmantes e analgésicas (SANTOS *et al.*, 2019). Em algumas regiões, a decocção das folhas é usada para lavar feridas e tratar infecções cutâneas e respiratórias, além de ser aplicada topicamente para aliviar coceiras, picadas de insetos e erupções (BARBOSA *et al.*, 2020).

Apesar de seu uso popular, é importante destacar que a planta contém substâncias potencialmente tóxicas, como lantadeno A e B, pertencentes ao grupo dos triterpenos pentacíclicos. Essas substâncias podem causar toxicidade hepática, especialmente em animais domésticos que consomem grandes quantidades de folhas ou frutos verdes (SHARMA, 2007). Assim, o uso interno da planta requer cautela e supervisão técnica

Composição Química

A análise cromatográfica do óleo essencial de *Lantana camara* L. permitiu a identificação de diversos compostos voláteis por meio da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). Os constituintes foram determinados com base em seus tempos de retenção (TR) e índices de retenção (IR), comparados com dados da literatura e bibliotecas de espectros de massa.

Na Tabela 1, são apresentados os principais compostos identificados, bem como suas respectivas porcentagens relativas.

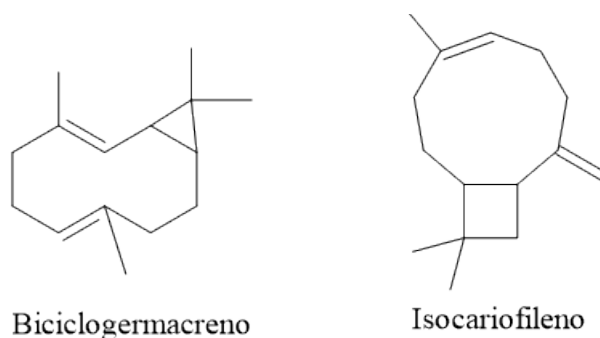
Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *L. camara*.

Compostos	(%)	TR	IR
(Z)- β -ocimeno	5,2	9,49	1034
Sabineno	4,8	10,76	969
β -mirceno	0,4	11,40	990
(E)- β -ocimeno	1,0	12,17	1045
β -cimeno	1,0	13,49	1020
γ -terpineno	0,6	13,86	1060
Linalol	0,8	14,14	1082
α -terpinoleno	-	15,24	1093
Cânfora	0,3	15,71	1146
Terpineno-4-ol	0,6	18,03	1175
α -copaeno	0,4	25,75	1371
β -elemeno	1,2	26,19	1382
α -humuleno	2,1	27,02	1448
Isocariofileno	16,7	27,22	1409
Aloaromadreno	2,3	28,13	1441
Biciclogermacreno	19,4	28,45	1448
Germacreno A	-	28,50	1473
Germacreno D	12,3	29,35	1497
Valenceno	12,9	29,90	1480
δ -cadineno	0,5	30,06	1516
Germacreno B	0,6	31,32	1429
Eremofileno	-	-	1508
γ -elemeno	2,6	31,41	1575
β -cadineno	-	-	1520
Espatulanol	-	31,83	1558
Óxido de cariofileno	4,6	32,95	1582
<i>p</i> -cimeno	1,4	-	15
δ -cadinol	-	32,96	1635

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

O perfil químico do óleo essencial extraído das folhas de *L. camara* revelou composição predominante de sesquiterpenos hidrocarbonados, com destaque para o biciclogermacreno (19,4%) e o isocariofileno (16,7%) (Figura 2), os dois constituintes majoritários identificados na análise cromatográfica por CG e CG-EM (Tabela 1). Esses compostos, juntamente com valenceno e germacreno D, foram responsáveis por cerca de 60% da fração volátil detectada no óleo (SOUSA *et al.*, 2020).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *L. camara*.



Sousa *et al.* (2010) ainda ressaltam que a predominância de sesquiterpenos, especialmente o biciclogermacreno, é consistente com achados anteriores em outras espécies do gênero *Lantana*, sendo considerados marcadores químicos do grupo. O isocariofileno, por sua vez, possui uma estrutura química semelhante à do β -cariofileno, com reconhecida ação inseticida e repelente, podendo atuar sinergicamente com outros constituintes do óleo. Essa composição peculiar confere ao óleo de *L. camara* uma complexidade fitoquímica que favorece seu uso como alternativa fitossanitária em substituição a acaricidas sintéticos, especialmente diante da crescente resistência dos carrapatos aos produtos comerciais.

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Em relação à atividade antibacteriana, o óleo de *L. camara* demonstrou eficácia considerável contra as linhagens bacterianas: *Proteus vulgaris* (ATCC 13315) e *Escherichia coli* (ATCC 25922), onde o óleo, em uma concentração de 10%, apresentou halos de inibição de 9,5 mm e 9,0 mm, respectivamente. Quanto à toxicidade, avaliada por meio de ensaios com larvas de *Artemia salina*, o óleo essencial de *L. camara* exibiu forte toxicidade, com um valor de CL_{50} de 14 $\mu\text{g/mL}$. Este valor é significativamente inferior ao limite padrão de 1000 $\mu\text{g/mL}$, reforçando a necessidade de cautela e estudos aprofundados sobre a segurança de sua aplicação, destaca Costa *et al.* (2009).

Conforme o estudo de Costa *et al.* (2010) o óleo essencial de *L. camara* demonstrou significativa atividade larvicida contra *A. aegypti*, apresentando concentração letal média de 42,3 g/mL. Essa propriedade biocida do óleo essencial de *L. camara* indica seu potencial como uma alternativa natural para o controle de vetores de doenças. Além disso, o óleo de *L. camara* também demonstrou 100% de mortalidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* em concentrações de 200 e 400 ppm, e 40% e 50% de mortalidade, respectivamente, de larvas de *A. aegypti*.

Dua, Pandey e Dash (2010) investigou a atividade aduicida do óleo essencial das folhas de *L. camara* contra mosquitos. O óleo, isolado por hidrodestilação, demonstrou ser eficaz contra diversos vetores, incluindo *Anopheles stephensi*, *Anopheles culicifacies*, *C. quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Os valores de DL_{50} (dose letal para 50% dos indivíduos) foram de 0,06 mg/cm²

para *A. stephensi* e 0,05 mg/cm² para as demais espécies. Esses resultados sugerem o potencial do óleo essencial de *L. camara* como uma alternativa natural e promissora no controle de mosquitos, contribuindo para o manejo de doenças transmitidas por vetores.

Kurade *et al.* (2010) analisaram a composição química e a atividade antibacteriana do óleo essencial de *L. camara*. A análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) identificou 83,91% dos constituintes voláteis, com destaque para 3,7,11-trimetil-1,6,10-dodecatrieno (28,86%), β -cariofileno (12,28%), zingibereno (7,63%), γ -curcumeno (7,50%) e α -humuleno (3,99%) como os principais componentes. Quanto à atividade antibacteriana, o óleo essencial de *L. camara* foi testado contra uma variedade de bactérias patogênicas. Os resultados demonstraram que o óleo apresentou atividade antimicrobiana notável contra *Staphylococcus aureus* (CIM 125 µg/mL), *Streptococcus pneumoniae* (CIM 250 µg/mL), *Pseudomonas aeruginosa* (CIM 500 µg/mL), *Escherichia coli* (CIM 250 µg/mL) e *Klebsiella pneumoniae* (CIM 500 µg/mL).

O óleo essencial extraído das folhas de *L. camara* L. teve sua composição química e atividades antibacteriana e moduladora de resistência estudadas por Sousa *et al.* (2010). Em relação à atividade antibacteriana, o óleo essencial demonstrou ser ativo contra diversas bactérias, incluindo cepas de *S. aureus* (ATCC 25923), *E. coli* (ATCC 25922), *P. aeruginosa* (ATCC 15442) e *S. enterica* (ATCC 14028), com concentrações inibitórias mínimas (CIM) variando de 500 a 1000 µg/mL. Além disso, o estudo ressaltou o potencial desse óleo em modular a resistência de antibióticos convencionais, evidenciando seu uso em terapias combinadas para combater microrganismos multirresistentes.

O óleo essencial de *L. camara* L. teve sua composição química investigada e seu efeito sinérgico com os antibióticos aminoglicosídeos: gentamicina e amicacina avaliado por Sousa *et al.* (2012a; 2012b). O estudo demonstrou que o óleo essencial não apenas possui atividade antibacteriana intrínseca, com CIMM (Concentração Inibitória Mínima de Modulação) variando de 500 a 1000 µg/mL contra cepas de *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. enterica*, mas também é capaz de modular a resistência bacteriana. Notavelmente, o óleo potencializou a ação da gentamicina e da amicacina, reduzindo as concentrações inibitórias mínimas desses antibióticos, o que sugere um papel promissor na superação da resistência antimicrobiana, especialmente em infecções por bactérias multirresistentes.

Sousa *et al.* (2013) investigaram a caracterização fitoquímica e as propriedades antioxidantes *in vitro* dos extratos e do óleo essencial de *L. camara*. As propriedades de sequestro de radicais livres foram avaliadas pelo método DPPH, e o extrato etanólico das folhas de *L. camara* demonstrou alta capacidade antioxidante, apresentando um IC₅₀ de 13,22 µg/mL, indicando sua eficácia como sequestrador de radicais livres. Esses resultados sugerem que a *L. camara* é uma fonte promissora de fitoquímicos com potencial antioxidante.

O óleo essencial de *L. camara* L. foi quimicamente caracterizado e suas atividades tripanocida, leishmanicida e citotóxica avaliadas por Barros *et al.* (2016). Em relação à atividade tripanocida, o óleo essencial demonstrou eficácia significativa contra tripomastigotas de *Trypanosoma cruzi*, com IC₅₀ de 12,7 µg/mL, e contra epimastigotas, com IC₅₀ de 14,9 µg/mL, em 24 e 48 horas, respectivamente. Adicionalmente, foi observada atividade leishmanicida contra promastigotas de *Leishmania amazonensis*, apresentando um IC₅₀ de 11,9 µg/mL. Embora promissor como agente antiparasitário, o

estudo também avaliou a citotoxicidade em células de fibroblastos L929, indicando um IC_{50} de 101,2 $\mu\text{g/mL}$, o que sugere uma seletividade entre as células parasitárias e as células de mamíferos.

Dougnon e Ito (2020) investigaram a composição química e os efeitos sedativos do óleo essencial das folhas de *L. camara* proveniente da República do Benim. Os testes em camundongos, realizados por via inalatória, demonstraram que o óleo essencial de *L. camara* diminuiu significativamente a atividade locomotora de forma dose-dependente, principalmente nas doses de 0,0004 e 0,04 mg por 400 μL de citrato de trietila. Esses resultados sugerem o potencial sedativo do óleo essencial, atribuindo essa atividade à presença dos monoterpenos e indicando uma possível aplicação em abordagens terapêuticas relacionadas ao sistema nervoso central.

Nea *et al.* (2020) relataram a composição, variação sazonal e atividades biológicas dos óleos essenciais de *L. camara* provenientes da Costa do Marfim. A análise por CG-EM revelou que a composição química do óleo variou sazonalmente. Por exemplo, em maio, os principais constituintes foram sabineno (17,9 - 20,3%), (*E*)-cariofileno (11,0 - 13,6%) e α -humuleno (5,1 - 6,5%), enquanto em outubro, destacaram-se sabineno (25,3 - 26,7%), germacreno D (12,7-14,0%) e (*E*)-cariofileno (8,0 - 9,2%). Em termos de atividade biológica, o óleo essencial de *L. camara* demonstrou notável potencial antioxidante. Pelo método DPPH, a capacidade de sequestro de radicais livres foi de CI_{50} variando entre $6,2 \pm 0,02$ e $10,5 \pm 0,08$ $\mu\text{g/mL}$. O ensaio de redução de ferro (FRAP) confirmou a capacidade redutora, com valores variando entre $701,8 \pm 0,55$ e $1025,3 \pm 0,22$ $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$. Além disso, o estudo explorou a atividade anti-inflamatória e inibitória da lipoxigenase, onde a inibição da lipoxigenase variou de $26,7 \pm 1,5$ a $45,8 \pm 2,1$ a 100 $\mu\text{g/mL}$.

Segundo Sousa *et al.* (2020) o óleo essencial da *L. camara* L. demonstrou uma significativa atividade acaricida contra larvas e fêmeas ingurgitadas do carrapato *Rhipicephalus microplus*. A eficácia desse óleo está diretamente relacionada à alta concentração de hidrocarbonetos sesquiterpênicos bioativos, como biciclogermacreno (19,4%), isocariofileno (16,7%), valenceno (12,9%) e germacreno D (12,3%), que são os principais componentes encontrados em sua composição química. Observou-se uma maior atividade do óleo contra as fêmeas ingurgitadas (CL_{50} de 2,9 mg/mL) em comparação com as larvas (CL_{50} de 8,8 mg/mL), indicando um potencial promissor para o controle do carrapato bovino como uma alternativa natural aos acaricidas sintéticos, que frequentemente causam resistência e contaminação.

Luz *et al.* (2022) investigaram a variação sazonal na composição química e a atividade larvicida dos óleos essenciais de *L. camara*. contra *A. aegypti* provenientes da Amazônia brasileira. A análise da composição química revelou a presença de diversos metabólitos secundários, com variações em suas concentrações dependendo do período de coleta, refletindo a influência sazonal. Em termos de atividade larvicida, os óleos essenciais de *L. camara* demonstraram eficácia significativa contra as larvas. A atividade larvicida variou sazonalmente, com CL_{50} de 58,34 $\mu\text{g/mL}$ para o óleo coletado na transição chuvosa-seca, 98,39 $\mu\text{g/mL}$ para a estação chuvosa e 108,82 $\mu\text{g/mL}$ para a estação seca. Os resultados indicam a importância da sazonalidade na biossíntese dos compostos ativos.

Nos achados de Abbas *et al.* (2024) o óleo essencial de *L. camara* exibiu alta eficácia contra as três espécies de mosquitos (*A. aegypti*, *C. quinquefasciatus* e *A. stephensi*), com proteção variando de 82,33±4,71% a 95,00±2,88% em diferentes concentrações e tempos. Além disso, o óleo demonstrou um notável efeito dissuasor de oviposição, com um Índice de Dissuasão de Oviposição (IDO) de 100% a 100 µg/mL, reduzindo o número de ovos depositados pelos mosquitos. Esses resultados sugerem que o óleo essencial de *L. camara* possui grande potencial como uma alternativa natural e sustentável para o controle de vetores de doenças, contribuindo para a redução da dependência de pesticidas sintéticos.

Aisha *et al.* (2024) investigaram a composição química e as atividades inseticidas dos óleos essenciais das folhas de *L. camara* contra pragas de grãos armazenados: *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* e *Callosobruchus chinensis*. Na atividade inseticida por fumigação, o óleo de *L. camara* demonstrou alta toxicidade, com valores de CL₅₀ de 1,40 µL/L para *T. castaneum*, 1,34 µL/L para *L. serricorne* e 1,05 µL/L para *C. chinensis* após 24 horas de exposição. Além disso, a atividade de contato mostrou CL₅₀ de 16,77 µg/cm² para *T. castaneum*, 15,95 µg/cm² para *L. serricorne* e 12,50 µg/cm² para *C. chinensis*.

O estudo de El Hajj *et al.* (2024) investigou o potencial antiproliferativo dos compostos voláteis das flores de *L. camara*, com foco na atividade seletiva *in vitro*. Na atividade antiproliferativa, o óleo essencial demonstrou ser seletivo, apresentando alta inibição contra linhagens de células cancerígenas. Os valores de CI₅₀ foram de 32,1 ± 3,2 µg/mL para células de carcinoma de mama (MDA-MB-231), 29,8 ± 2,5 µg/mL para células de adenocarcinoma de pulmão (A549) e 35,6 ± 4,1 µg/mL para células de hepatocarcinoma (HepG2). Em contrapartida, a toxicidade para células normais (fibroblastos de pele) foi significativamente menor, com CI₅₀ de 125,7 ± 8,9 µg/mL, indicando uma seletividade promissora para o desenvolvimento de agentes terapêuticos anticâncer com menor impacto em células saudáveis.

Tabela 2: Propriedades do óleo essencial de *L. camara* (Camara).

Atividades Biológicas	Compostos	Referências
Anti-inflamatória	(<i>E</i>)- β -cariofileno e α -humuleno.	(NEA <i>et al.</i> , 2020)
Sedativa	Timol, sabineno e α -pineno	(DOUGNON; Ito 2020)
Tripanocida,	Sabineno e o 1,8-cineol	(BARROS <i>et al.</i> , 2016)
Leishmanicida	(<i>E</i>)-cariofileno, biciclogermacreno, germacreno D,	(DUA, PANDEY; Dash 2010)
Adulticida	terpinoleno e sabineno	(KURADE <i>et al.</i> , 2010)
	Cariofileno, eucaliptol, α -humeleno e germacreno	(SOUSA <i>et al.</i> , 2012a)
	3,7,11-trimetil-1,6,10-dodecatrieno, β -cariofileno,	(SOUSA <i>et al.</i> , 2012b)
	zingibereno, δ	(SOUSA <i>et al.</i> , 2010)
Antibacteriana	-curcumeno e α -humuleno, Biciclogermacreno,	(COSTA <i>et al.</i> , 2009)
	isocariofileno, valenceno e germacreno-D.	(AISHA <i>et al.</i> , 2024)
Inseticida	Cariofileno, isoleideno e α -copaeno, (<i>E</i>)- β -cariofileno e	(NEA <i>et al.</i> , 2020)
	α humuleno. timol, sabineno e α -pineno	(EL HAJJ <i>et al.</i> , 2024)
Antiproliferativa	biciclogermacreno e epi-bicicloesquifelandreno	(ABBAS <i>et al.</i> , 2024)
Repelente e potencial de	<i>trans</i> - β -cariofileno	(SOUSA <i>et al.</i> , 2020)
dissuasão de oviposição	-	(SOUSA <i>et al.</i> , 2013)
Acaricida	Biciclogermacreno, isocariofileno, epi-	(NEA <i>et al.</i> , 2020)
	bicicloesquifelandreno,	(EL HAJJ <i>et al.</i> , 2024)
Antioxidante	valenceno e germacreno-D	(COSTA <i>et al.</i> , 2010)
	Biciclogermacreno, isocariofileno, valenceno e	(LUZ <i>et al.</i> , 2022)
Larvicida	germacreno-D	(COSTA <i>et al.</i> , 2009)
Toxicidade	Biciclogermacreno, isocariofileno, valenceno e	
	germacreno-D	

Considerações Finais

As investigações abrangem espectro de atividades biológicas, incluindo acaricida, larvicida, antibacteriana, antioxidante, tripanocida, leishmanicida, citotóxica, repelente, dissuasora de oviposição, inseticida e sedativa. A riqueza em metabólitos secundários, como sesquiterpenos (biciclogermacreno, isocariofileno, valenceno, germacreno D, β -cariofileno, α -humuleno) e monoterpenos (e.g., sabineno, 1,8-cineol), bem como compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos), corrobora a base fitoquímica para essas ações.

Apesar do vasto potencial, há lacunas significativas na pesquisa atual. Muitos estudos são *in vitro* ou em modelos animais, exigindo mais investigações para validar a segurança e eficácia em humanos. A padronização da composição dos óleos essenciais, que varia sazonalmente e geograficamente, é crucial para garantir a reprodutibilidade dos resultados e a qualidade do produto final. Além disso, a toxicidade em mamíferos, embora em alguns casos apresente seletividade, ainda precisa ser mais detalhadamente compreendida através de ensaios toxicológicos aprofundados e de longo prazo.

As perspectivas futuras para a *L. camara* são amplas. A planta pode ser fonte valiosa para o desenvolvimento de novos bioinseticidas e acaricidas naturais, reduzindo a dependência de produtos sintéticos e os impactos ambientais. O potencial antibacteriano e modulador de resistência

abre caminhos para novas estratégias no combate a patógenos multirresistentes, especialmente em terapias combinadas. No campo da saúde humana, a atividade antioxidante e antiproliferativa merece aprofundamento, visando a descoberta de novos fármacos para doenças crônicas e câncer. Contudo, espera-se que futuras pesquisas se concentrem em ensaios clínicos rigorosos, estudos de segurança abrangentes e na elucidação dos mecanismos de ação molecular, a fim de traduzir esse promissor potencial em aplicações terapêuticas seguras e eficazes.

Referências

ABBAS, Muhammad Ghazanfar *et al.* Chemical composition, repellent, and oviposition deterrent potential of wild plant essential oils against three mosquito species. **Molecules**, v. 29, n. 11, p. 2657, 2024.

AISHA, Khadar *et al.* Extraction, chemical composition and insecticidal activities of *Lantana camara* Linn. leaf essential oils against *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* and *Callosobruchus chinensis*. **Molecules**, v. 29, n. 2, p. 344, 2024.

BARBOSA, Paulo Ricardo Rabelo; ALMEIDA, Márcio Cesar de Gouveia; SANTANA, Jorge Sebastião de Paula. Uso tradicional de plantas medicinais por comunidades rurais do semiárido baiano. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 22, n. 3, p. 391–401, 2020.

BARROS, Liliana *et al.* Chemical characterization and trypanocidal, leishmanicidal and cytotoxicity potential of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) essential oil. **Molecules**, v. 21, n. 12, p. 1656, 2016.

COSTA, José Galberto Martins *et al.* Composição química e avaliação das atividades antibacteriana e de toxicidade dos óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana sp.* **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 710–714, jul./set. 2009.

COSTA, José Galberto Martins *et al.* Composition and larvicidal activity of the essential oils of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis*. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 46, n. 2, p. 313–315, 2010.

DOUGNON, Georges; ITO, Masahide. Sedative effects of the essential oil from the leaves of *Lantana camara* occurring in the Republic of Benin via inhalation in mice. **Journal of Natural Medicines**, v. 74, p. 150–155, 2020.

DUA, Vijay; PANDEY, Alok; DASH, Ashok. Adulticidal activity of essential oil of *Lantana camara* leaves against mosquitoes. **Indian Journal of Medical Research**, v. 131, p. 434–439, mar. 2010.

EL HAJJ, Jinane *et al.* Evaluation of antiproliferative potentials associated with the volatile compounds of *Lantana camara* flowers: selective in vitro activity. **Molecules**, v. 29, n. 22, p. 5431, 2024.

KURADE, Narendra *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Lantana camara*, *Ageratum houstonianum* and *Eupatorium adenophorum*. **Pharmaceutical Biology**, v. 48, n. 5, p. 539–544, 2010.

LUZ, Tássio Rômulo Silva Araújo *et al.* Seasonal variation in the chemical composition and

larvicidal activity against *Aedes aegypti* L. of essential oils from Brazilian Amazon. **Experimental Parasitology**, v. 243, p. 108405, dez. 2022.

MARTINS, Divino; PEREIRA, José Augusto; GONÇALVES, Cristiane Lopes. Plantas medicinais de uso popular no Brasil: um enfoque na farmacobotânica e potencial terapêutico. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 3, p. 501–514, 2016.

MOURA, Carlos Frederico Rocha de Arruda; LIMA, Denise Maia de; FREITAS, Ricardo Marroquim de. Espécies vegetais invasoras no Brasil: aspectos ecológicos, econômicos e sociais. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, p. 89–100, 2021.

NEA, Flavien *et al.* Composition, seasonal variation, and biological activities of *Lantana camara* essential oils from Côte d'Ivoire. **Molecules**, v. 25, n. 19, p. 4531, 2020.

PITELLI, Ricardo Antonio; PITELLI, Ricardo Luiz Correa; DUARTE, Moacir Roberto. Avaliação da rusticidade de espécies do gênero *Lantana* L. utilizadas como ornamentais. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 141–149, 2008.

RIZZO, Joana Angélica; CARVALHO, Cláudia Cerqueira C. de; MOURA, Carlos Frederico Rocha de Arruda. *Lantana camara* L.: potencialidades farmacológicas e toxicológicas. **Revista Fitos**, v. 5, n. 2, p. 58–66, 2010.

SANTOS, Mariana Cristina *et al.* Levantamento etnobotânico de espécies medicinais no Norte do Brasil. **Cadernos de Biodiversidade Amazônica**, v. 4, n. 1, p. 20–34, 2019.

SHARMA, Om Prakash. Natural products of *Lantana camara* and their prospects in medicine and agriculture. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 66, p. 371–379, 2007.

SKYSTARGAZER. 07 jun. 2020. Biodiversity 4 All.. Foto nº 247444976. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/photos/247444976>. Acesso em: 20 set. 2025.

SOUZA, Vinicius; LORENZI, Harri. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

SOUSA, Erlânio Oliveira de *et al.* Chemical composition and resistance modifying effect of the essential oil of *Lantana camara* Linn. **Pharmacognosy Magazine**, v. 6, n. 22, p. 79–82, abr. 2010. DOI: 10.4103/0973-1296.62890.

SOUSA, Erlânio Oliveira de *et al.* Chemical composition of essential oil of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and synergistic effect of the aminoglycosides gentamicin and amikacin. **Records of Natural Products**, v. 6, n. 2, p. 144–150, 2012a.

SOUSA, Erlânio Oliveira de *et al.* Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n. 5, p. 446–452, 2012b.

SOUSA, Erlânio Oliveira de *et al.* Phytochemical characterization and in vitro antioxidant properties of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p.

517–522, 2013.

SOUSA, Erlânio Oliveira de *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. essential oils on the tick *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 4, p. 316–322, 2020. DOI: 10.1080/10412905.2020.1752320.

Lantana montevidensis (Spreng.) Briq

Geane Gabriele de Oliveira Souza; Cicera Alane Coelho Gonçalves; Ana Cecília Calixto Donelardy; Débora Odília Duarte Leite; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; José Jonas Ferreira Víturino; Joice Barbosa do Nascimento; Mayara Maria da Silva; Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Flores da *Lantana montevidensis*



Fonte: Amnachphoto (2014)

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq.

Nome Popular: Lantana-pendente, cambará lilás, lantana rasteira e chumbinho

Sinônimos: *Camara montevidensis* (Spreng.) Kuntze, *Lantana sellowiana* (Link & Otto) Kuntze, *Lippia montevidensis* Spreng, *Lantana decumbens* Sellow ex A.DC., *Lantana planifolia* (Cham.) Briq., e *Lantana reineckii* Briq.

Família Botânica: Verbenaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Lantana montevidensis (Spreng.) Briq. caracteriza-se como semi-arbusto lenhoso, rasteiro, nativa da América, com altura variando entre 9 e 40 cm, ou apresentando longa ramagem, podendo atingir até 2 m de comprimento. Suas flores são tubulares, pequenas, de coloração branca e violeta, com formas que variam de arredondadas a esféricas. As folhas são aromáticas, opostas e de formato ovalado. Essa planta é predominante em áreas de clima quente, sendo sensível em ambientes frios (BARROS, 2016; STEPPE *et al.*, 2019). São utilizadas como ornamentos em jardins e parques, por sua beleza floral, no entanto, deve ser evitado a ingestão de suas folhas por suas substâncias tóxicas (BARROS, 2016).

A infusão das folhas da espécie é utilizada tradicionalmente no manejo de diversas afecções, atuando como antipirética, carminativa, no alívio de problemas respiratórios e como agente antiulceroso. No entanto, essas aplicações ainda não foram comprovadas cientificamente (SILVA *et al.*, 2017).

Os diferentes metabolitos, presentes em *L. montevidensis*, são fontes de potenciais antibacterianos e potencializador dos efeitos dos antibióticos aminoglicosídeos (SOUSA *et al.*, 2012, 2013; MONTANARI *et al.*, 2011), acaricida (SOUSA *et al.*, 2020), larvicida (COSTA *et al.*, 2010), bem como efeitos relacionados ao tratamento de febre, reumatismo e neoplasias (EL-DIN *et al.*, 2022).

Composição Química

A identificação dos metabolitos secundários do óleo essencial das folhas da *L. montevidensis* foi realizada por cromatografia gasosa acoplado à espectrometria de massas, sendo demonstrado maior abundância de hidrocarbonetos sesquiterpênicos, como evidenciados na Tabela 1.

Tabela 1. Compostos identificados por CG/EM no óleo essencial de *L. montevidensis*.

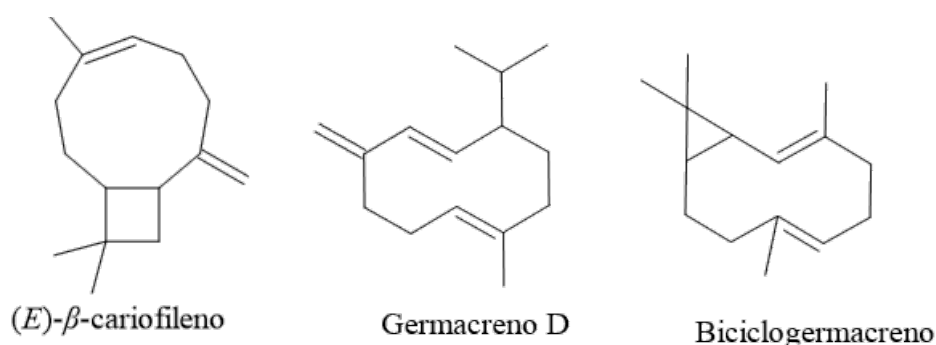
Componentes	%	TR (min)	IR
Sabineno	0,2	10,8	970
Linalol	1,8	18,95	1097
Cânfora	0,3	17,53	1447
α -copaeno	2,7	16,00	1376
β -elemeno	2,9	28,55	1385
(E)-β-cariofileno	31,5	16,76	1417
Aloaromadreno	2,7	17,15	1443
α -humuleno	1,4	17,27	1451
Germacreno D	27,5	17,61	1474
Biciclogermacreno	13,9	17,87	1491
Germacreno A	1,1	18,10	1505
β -cadineno	2,6	18,48	1524
Germacreno B	1,4	19,20	1560
Espatulenol	3,4	19,52	1576
Óxido de cariofileno	2,2	19,62	1581
δ -cadinol	0,5	20,72	1636

TR: Tempo de retenção, %: Porcentagem dos compostos encontrados, IR: Índice de retenção linear obtido.

Dentre os metabolitos identificados os sesquiterpenos (*E*)- β -cariofileno, germacreno D e biciclogermacreno (Figura 2) se difundem por corresponderem à 72,9% da composição metabólica do óleo essencial das folhas de *L. montevidensis*. Esse resultado é consistente com os dados obtidos por Sousa *et al.* (2012, 2013, 2020), Costa *et al.* (2010) e Silva *et al.*, (2021), cujas análises também apontaram teores similares (72,9%, 72,9% e 70,23% respectivamente).

Esses compostos são sesquiterpenos hidrocarbônicos bicíclicos relacionados a variadas atividades biológicas como antibacterianas, acaricidas, larvicidas, repelente, fúngica e anti-falciforme (SOUSA *et al.*, 2012, 2013, 2020; COSTA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2021; BLYTHE *et al.*, 2016; PHILIPPE *et al.*, 2025; *et al.*, 2019), caracterizando a espécie como multifuncional.

Figura 2: Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *L. montevidensis*.



Compostos de menor abundância metabólica identificados no óleo essencial da *L. montevidensis* são reconhecidos por seus potenciais biotecnológicos, na literatura são relatadas diversas patentes para esses compostos. O linalol (1,8%), por exemplo apresenta propriedades dermatológicas, anti-inflamatória, anticancerígena, antimicrobiana, pesticida, repelente, fungicida e vermífuga. Já o α -copaeno (2,7%) é utilizado juntamente de outros terpenos na produção de cicatrizante, no controle da doença Realce, na dissipação da melancolia e promoção do sono, além de ser empregado no tratamento de água para remoção de compostos fenólicos, entre outros. O β -elemeno (2,9%), o β -cadineno (2,6%) e o espatulenol (3,4%), também são relatados e empregados na formulação de fármaco destinado ao tratamento de câncer pulmonar, como cicatrizante e como anestésico, respectivamente.

O óleo essencial de *L. montevidensis* coletado na região do Cariri apresenta perfil químico característico da espécie, com predominância em metabolitos terpênicos hidrocarbonetos e oxigenados, sendo compostos de interesse científico por apresentarem propriedades multifacetadas.

Propriedades Medicinais

A espécie *L. montevidensis* é pouco relatada na literatura científica, mas o seu registro explora diversas vertentes biológicas, como atividade larvicidas contra mosquitos *Aedes aegypti* (COSTA *et al.*, 2010), antibacteriana (SOUSA *et al.*, 2012) entre outras. O óleo essencial das folhas, apresentou propriedades antibacteriano e efeito potencializador em combinação aos antibióticos aminoglicosídeos. Inibindo o crescimento de cepas de *Escherichia coli* (CIM = 256 μ g/mL) e *Staphylococcus aureus* (CIM = 512 μ g/mL) e redução da CIM (Concentração Inibitória Mínima) dos antibióticos amicacina (de 625 μ g/mL para 5 μ g/mL) e gentamicina (de 512 μ g/mL para 10 μ g/mL) frente à *E. coli* (SOUSA *et al.*, 2013).

Outros efeitos biológicos registrados foram; a potencialização do fluconazol em *Candida tropicalis* sendo reduzido a porcentagem de crescimento para 28% (4 e 512 μ g/mL) (SILVA *et al.*, 2021), anti-falciforme (625 μ g/mL) (PHILLIPPE *et al.*, 2025), larvicidas em *Rhipicephalus microplus* com taxa de mortalidade de 99,27% (20 mg/mL) (SOUSA *et al.*, 2020) e em *Aedes aegypti* com DL₅₀ de 117 $\pm$ 0,5 μ g/mL (COSTA *et al.*, 2010) e repelente contra *Aedes aegypti* L. com Dosagem Mínima Efetiva (DME) de 0,021 $\pm$ 0,013 mg/cm² (BLYTHE *et al.*, 2016).

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleos Essencial de *L. montevidensis*.

Atividades Biológicas	Compostos	Referências
Antibacteriana modificadora de resistência		(SOUSA <i>et al.</i> , 2012, 2013)
Larvicida		(SOUSA <i>et al.</i> , 2020; COSTA <i>et al.</i> , 2010)
Repelente	<i>p</i> -elemeno	(BLYTHE <i>et al.</i> , 2016)
Moduladora da ação do fluconazol em fungo		(SILVA <i>et al.</i> , 2021)
Anti-falciforme		(PHILIPPE <i>et al.</i> , 2025)

Considerações Finais

A espécie *L. montevidensis* destaca-se pelo seu potencial biológico, evidenciado por diferentes estudos que apontam atividades antibacteriana, antifúngica, antioxidante e larvicida. Esse potencial está associado à presença de metabólitos secundários, especialmente terpenos como o β -cariofileno, o germacreno D e o biciclogermacreno, compostos amplamente reconhecidos por suas propriedades bioativas.

Os resultados obtidos até o momento indicam que *L. montevidensis* é fonte promissora de substâncias com relevância farmacológica, o que reforça seu valor para a pesquisa em produtos naturais. No entanto, a carência de estudos toxicológicos específicos ainda limita a definição de sua segurança quanto ao uso terapêutico.

Referências

AMNACHPHOTO. 08 jun. 2014. Flor roxa de *Lantana*.- Arbusto, Beleza natural - Natureza, Botânica - Assunto, Bouquet, Cabeça da flor (ID 496589687). Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/flores-de-lantana-montevidensis>. Acesso em 20 jun 2025.

BARROS, Luiz Marivando. **Constituintes químicos e propriedades bioativas de *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. e *Lantana camara* L. (Verbenaceae): evidências para o uso farmacológico**. 2016. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Bioquímica Toxicológica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4499/BARROS%2c%20LUIZ%20MARIVANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de maio 2025.

BLYTHE, Eugene K. *et al.* *Lantana montevidensis* Essential Oil: Chemical Composition and Mosquito Repellent Activity against *Aedes aegypti*. **Natural Product Communications**, 2016.

COSTA, José Galberto Matins *et al.* Composition and larvicidal activity of the essential oils of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis*. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 46, n. 2, p. 313–315, 2010. DOI: 10.1007/s10600-010-9601-x.

EL-DIN, Mariam I. Gamal *et al.* Comparative LC–LTQ–MS–MS Analysis of the Leaf Extracts of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis* Growing in Egypt with Insights into Their Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Cytotoxic Activities. **Plants**, v. 11, n. 13, 2022. DOI: 10.3390/plants11131699.

MONTANARI, Ricardo M. *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Verbenaceae species: alternative sources of (*E*)-caryophyllene and germacrene-D. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1550-1555, 2011. DOI: 10.1590/S0100-40422011000900013.

OLIVEIRA, Maria Rayane Correia *et al.* GC-MS Chemical Characterization and in vitro Evaluation of Antioxidant and Toxic Effects Using *Drosophila melanogaster* Model of the Essential Oil of *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. **Medicina (Kaunas)**, v. 55, n. 194, p. 14, 2019. DOI: 10.3390/medicina55050194.

PHILIPPE, Babady-Bila *et al.* Chemical Composition and Anti-sickling Activity of the Essential

Oil from the Leaves of *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq (Verbenaceae) Growing Wild in the Western Region of Democratic Republic of Congo. **Chemistry & Biodiversity**, v. 22, n. 5, p. 10, 2025. DOI: 10.1002/cbdv.202403030.

SILVA, Cicera S. *et al.* **Toxicidade e atividade antioxidante das folhas de *Lantana montevidensis*: contribuição para o seu potencial farmacológico e seus componentes químicos**, 2017. 4f. Reunião Regional da SBPC no Cariri – Universidade Regional do Cariri, Crato, CE, 2017. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/cariri/resumos/1285.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SILVA, Juliana de Lima *et al.* Study of the capacity of the essential oil of *Lantana montevidensis* to modulate the action of fluconazole on *Candida albicans* and *Candida tropicalis* strains. **Journal of Mycology and Medical Research**, v. 31, n. 3, p. 101170, 2021. DOI: 10.1016/j.mycmed.2021.101171.

SILVA, T. R. D. S.; SCHAEFER, J.; SILVA, G. B. *Lantana* in Flora e Funga do Brasil. **Refflora Online**, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15167>. Acesso em: 2 jun. 2025.

SOUSA, Erlânio Oliveira *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. essential oils on the tick *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 4, p. 316–322, 3 jul. 2020. DOI: 10.1080/10412905.2020.1752320.

SOUSA, Erlânio Oliveira *et al.* Chemical composition and synergistic interaction between aminoglycoside antibiotics and essential oil of *Lantana montevidensis* Briq. **Natural Product Research**, v. 27, n. 10, p. 942–945, 2013. DOI: 10.1080/14786419.2012.678351.

SOUSA, Erlânio Oliveira *et al.* Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n. 5, p. 447–452, 2012. DOI: 10.1080/10412905.2012.703494.

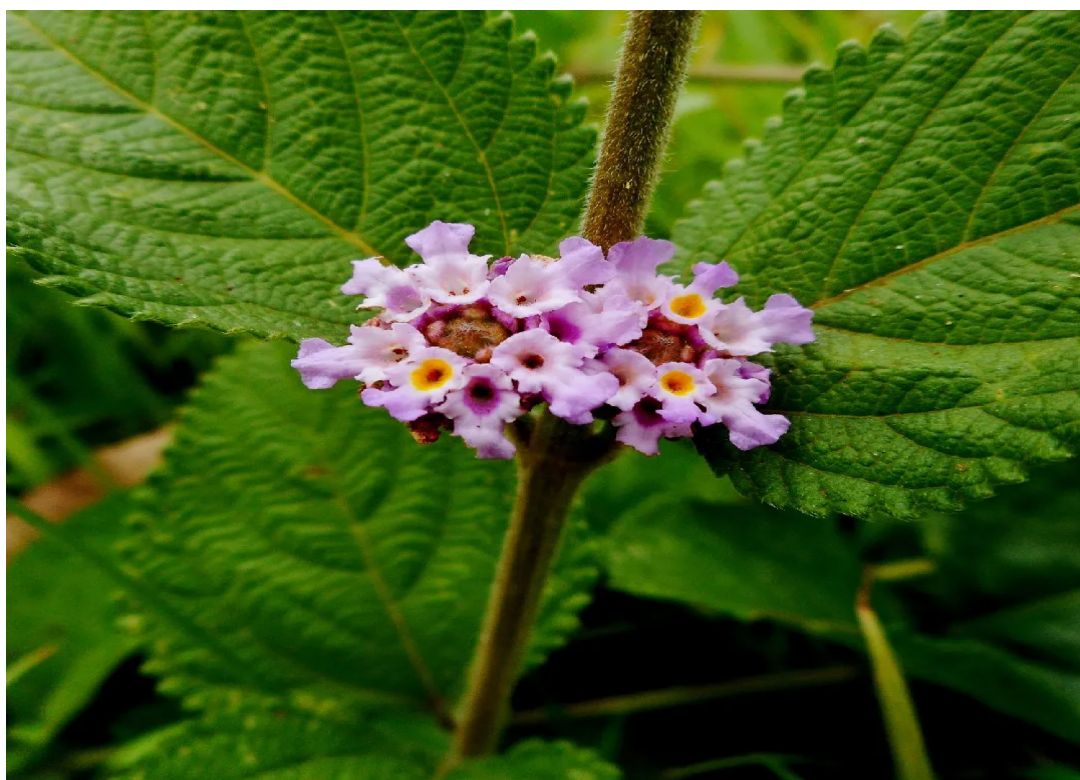
SOUSA, Erlânio Oliveira *et al.* Composição química e atividade acaricida dos óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana montevidensis* Briq. sobre o carrapato *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 4, p. 316–322, 2020. DOI: 10.1080/10412905.2020.1752320.

STEPPE, Carlee *et al.* Morphological and cytological comparisons of eight varieties of trailing lantana (*Lantana montevidensis*) grown in Florida. **HortScience**, v. 54, n. 12, p. 2134–2138, 2019. DOI: 10.21273/HORTSCI14443-19.

Lippia alba Mill.

Cicera Alane Coelho Gonçalves; Ana Maria Fernandes Duarte; Ana Cecília Calixto Donelardy; Débora Odília Duarte Leite; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; José Jonas Ferreira Viturino; Joice Barbosa do Nascimento; Mayara Maria da Silva; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e inflorescências de *Lippia alba*.



Fonte: https://www.picturethisai.com/pt/wiki/Lippia_alba.html. Acesso em: 13 out. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Lippia alba* Mill.

Nome Popular: Erva cidreira, cidreira brava, cidreira do arbusto, falsa melissa, sálvia morada.

Sinônimos: *Lippia alba* f. *scabra* Moldenke, *Lippia alba* f. *macrophylla* Moldenke.

Família Botânica: Verbenaceae.

Características Botânicas e Uso Popular

A espécie *Lippia alba* Mill. é originária dos Andes (Chile, Peru), sendo encontrada em todas as regiões tropicais e subtropicais da América do Sul, América Central e ilhas do Caribe (MANICATTANI *et al.*, 2009). Apresenta hábito de crescimento arbustivo que pode chegar até 2 m de altura, com ramos de crescimento determinado, espalhados e levemente densos. As folhas podem ser opostas ou alternadas, com lâmina oblonga. Os pecíolos medem 14 mm de comprimento, e as folhas variam de 2 a 7 cm. É uma espécie perene, cultivada em quintais e jardins. As inflorescências de *L. alba* situam-se nas axilas das folhas e dos nós, e de forma oposta, nos ramos principais, secundários e terciários (MUÑOZ; CABRERA; SÁNCHEZ, 2007). Seu caule jovem tem contorno quadrangular e apresenta em secção transversal uma epiderme uniestratificada, de cutícula estriada e pubescente, com células de forma poligonal (FERREIRA *et al.*, 2003).

A erva cidreira apresenta ampla versatilidade terapêutica na medicina tradicional, e popularmente, suas folhas são utilizadas como infusão para o tratamento de hipertensão, problemas digestivos, náuseas e resfriados, para curar feridas localizadas e como xarope para tratar tosse e bronquite. A infusão das raízes também é usada contra resfriados e tosses fortes (HENNEBELLE *et al.*, 2008). É ainda aplicada no tratamento de diversas condições clínicas, por sua ação analgésica, anti-inflamatória, antipirética, sedativa, antiespasmódica, além de agir na melhora de distúrbios gastrintestinais, hepáticos e menstruais. Adicionalmente, é indicada para tratar doenças cardiovasculares e dermatológicas, abrangendo também infecções como sífilis e gonorreia. Além disso, é empregada na culinária como condimento (TAVARES *et al.*, 2011).

Somado à sua ampla utilização terapêutica tradicional, do ponto de vista fitoquímico, estas propriedades relatadas podem estar relacionadas aos constituintes químicos do óleo essencial de *L. alba*, tais como γ -terpineno, β -cariofileno e citral, sendo as variações observadas na presença e na quantidade de determinado composto influenciadas principalmente por fatores ambientais e pela própria variabilidade genética da planta (CASTRO; MING; MARQUES, 2002).

Composição Química

A análise do óleo essencial das folhas frescas revelou perfil químico diversificado, conforme mostrado na Tabela 1, por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

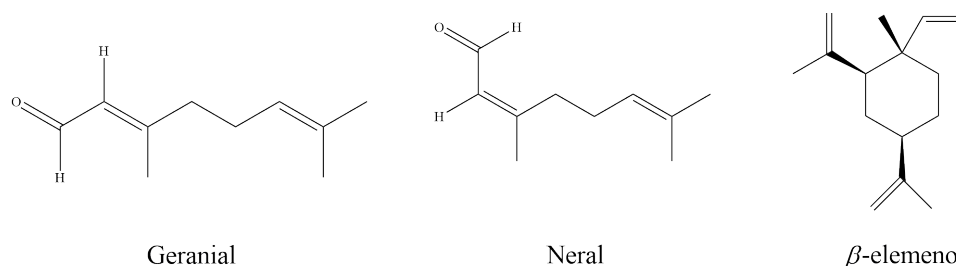
Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *L. alba*

Componentes	%	TR (min)	IR
α -pineno	0,5	5,2	934
Limoneno	3,0	7,7	1026
Eucaliptol	0,6	7,8	1030
Óxido <i>cis</i> -limoneno	0,7	11,0	1132
Neral	29,5	14,6	1236
Geranial	31,5	15,6	1261
Acetato de geranila	13,3	17,8	1372
β-elemeno	16,5	18,9	1392
<i>E</i> -cariofileno	1,2	22,9	1416
Germacrena D	1,3	24,7	1473

TR: Tempo de retenção, %: Porcentagem dos compostos encontrados, IR: Índice de Retenção

Fonte: Veras *et al.* (2011)

O geranial destacou-se como o componente majoritário (31,5%), seguido do neral (29,5%) e β -elemeno (16,5%), (Figura 2). Assim como Shukla *et al.* (2009), que também identificaram os compostos geranial (22,2%) e neral (14,2%) como os principais componentes presentes no óleo essencial desta espécie. O geraniol, álcool monoterpênico acíclico solúvel em solventes orgânicos, que é emitido por flores de várias espécies e está presente em tecidos vegetativos de muitas ervas, possui como produtos de oxidação justamente o geranial e o neral (CHEN; VILJOEN, 2022).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *L. alba*.

O citral é composto por estes dois isômeros geométricos: o neral, na forma *cis*, em que os maiores substituintes da dupla ligação estão orientados no mesmo lado, e o geranial, na forma *trans*, com os substituintes maiores em lados opostos, conferindo a cada isômero uma conformação tridimensional distinta, que pode influenciar suas propriedades químicas e biológicas (ZHENG *et al.*, 2021). Este monoterpene destaca-se por sua elevada relevância farmacológica, apresentando forte atividade anti-inflamatória, com inibição significativa da produção de óxido nítrico, além de expressivo efeito citotóxico sobre diferentes linhagens celulares, que evidenciam seu potencial como composto bioativo de interesse para o desenvolvimento de agentes terapêuticos, sobretudo em

aplicações anti-inflamatórias e anticancerígenas (TABARI *et al.*, 2024).

No estudo conduzido por Olivero-Verbel *et al.* (2014) a carvona foi identificada como um dos constituintes majoritários do óleo essencial de *L. alba*. Entretanto, na análise descrita na Tabela 1, observou-se que os compostos geranial e neral apresentaram-se em maior concentração, seguidos pelo β -elemeno e pelo acetato de geranila, evidenciando diferenças no perfil químico entre os trabalhos e ressaltando a influência de fatores como condições ambientais, estágio de desenvolvimento da planta e metodologias empregadas na extração, sobre a composição dos óleos essenciais.

Outro constituinte químico que se destaca nesta espécie inclui o limoneno, monoterpene amplamente encontrado em óleos essenciais de plantas aromáticas, que atua como precursor de outros compostos e como defesa contra o ataque de herbívoros. Seu potencial medicinal e uso nas indústrias de aromas e fragrâncias tem motivado diversas pesquisas (ERASTO *et al.*, 2008).

Conforme apresentado na Tabela 1, o perfil químico do óleo essencial de erva cidreira proveniente da vegetação do Cariri Cearense evidencia o geranial e o neral como constituintes majoritários. Estudos prévios apontam que a atividade antilinfoma atribuída a esses compostos pode estar relacionada à presença dos grupos aldeído, hidroxila e acetato na posição C1 de sua estrutura química. Embora outros constituintes também apresentem relevância, os compostos predominantes identificados neste estudo são amplamente reconhecidos por suas bioatividades, reforçando o potencial da espécie como uma fonte promissora de moléculas bioativas (CALZADA *et al.*, 2025).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Diversos estudos relatam os efeitos biológicos da espécie *L. alba*, como Pascual *et al.* (2001), que descreveram os efeitos da infusão dessa espécie sobre a mucosa gástrica de ratos. A ranitidina (100 mg/kg, via oral) foi utilizada como fármaco de referência antiulcerogênico. O tratamento oral com a infusão (12,5 g de planta seca) não causou irritabilidade gástrica nos ratos tratados durante cinco dias consecutivos. Além disso, a administração oral de *L. alba* foi eficaz na prevenção de ulceração gástrica induzida por indometacina (50 mg/kg, via oral) em ratos, tanto a curto prazo (1 dia) quanto a longo prazo (5 dias). Do ponto de vista farmacológico, esse achado reforça o potencial da espécie como fonte de compostos com propriedades gastroprotetoras, capazes de mitigar os efeitos adversos comuns ao uso prolongado de anti-inflamatórios.

Paralelo a isso, no estudo realizado por Jaramillo-colorado e Stashenko, (2010), os óleos essenciais de erva cidreira apresentaram resultados distintos conforme o quimiotipo. O quimiotipo geranial exibiu atividade antioxidante relevante, com concentração efetiva (CE_{50}) de 94,9 μ g/mL, tendo o geranial (30,4%) como principal constituinte. Já o quimiotipo carvona mostrou atividade antioxidante moderada (CE_{50} de 174,4 μ g/mL). Nesse contexto, a determinação da atividade antioxidante de *L. alba* e de outros quimiotipos permite identificar compostos bioativos com capacidade de mitigação do estresse oxidativo, fornecendo suporte para a aplicação farmacológica segura e eficiente, além de contribuir para a compreensão de mecanismos pelos quais essa planta pode exercer efeitos terapêuticos em modelos experimentais.

Observou-se adicionalmente no estudo de Silva Júnior *et al.*, (2024) que o óleo essencial demonstrou que diferentes quimiotipos de *L. alba* (ricos em citral, carvona ou linalol) apresentam atividade anticolinesterásica, com destaque para o quimiotipo rico em carvona, que exibiu a menor concentração inibitória (IC₅₀) 0,1 µg/mL. A análise por *molecular docking* confirmou interações relevantes entre os principais constituintes dos óleos essenciais e os resíduos da enzima AChE, reforçando o potencial biotecnológico da espécie como fonte de compostos com possível aplicação no desenvolvimento de inibidores da AChE.

A atividade citotóxica do óleo essencial obtido, avaliada contra várias linhagens de células tumorais, apresentou valores de IC₅₀ variando de 45 a 64 µg/mL para B16F10Nex2 (melanoma murino) e A549 (adenocarcinoma pulmonar humano). No ensaio antimicrobiano, observou-se que todas as cepas de leveduras testadas, exceto *Candida albicans*, foram sensíveis ao óleo essencial bruto. Os valores de CIM foram de duas a quatro vezes menores que aqueles determinados para cepas bacterianas. Com base nas evidências biológicas, descreve-se uma possível aplicação do óleo estudado como antifúngico (SANTOS *et al.*, 2016).

Os óleos essenciais de *L. alba*, assim como o seu quimiotipo citral possuem potencial coadjuvante em quimioterapias contra leucemia mielóide aguda (LMA). Frações bioativas enriquecidas em terpenos, especialmente a fração rica em citral, mostraram interações sinérgicas com citarabina e clofarabina, aumentando efeitos citotóxicos, genotóxicos e pró-oxidantes seletivos. Essa combinação favoreceu a transição de necrose para apoptose e preservou células saudáveis, sugerindo que o comportamento pró-oxidante/antioxidante do citral contribui para os efeitos antiproliferativos seletivos (QUINTERO-GARCÍA *et al.*, 2024).

De acordo com a classificação do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS, 2011), o óleo essencial de erva-cidreira enquadra-se na categoria 4 de toxicidade, com valores de DL₅₀ estimados entre 300 e 2000 mg/kg com base em ensaios realizados em camundongos (AULAR *et al.*, 2016). Esses achados sugerem que, apesar de apresentar potencial terapêutico, o uso desse óleo essencial requer cautela, sobretudo em altas concentrações, sendo necessários estudos adicionais para estabelecer margens de segurança adequadas.

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleo Essencial de *L. alba*

Atividade Biológica Investigada	Compostos	Referências
Repelente	Limoneno, carvona, geranial, geraniol, neral	(CABALLERO-GALLARDO <i>et al.</i> , 2023)
Ação antiproliferativa	Neral, geranial	(QUINTERO-GARCÍA <i>et al.</i> , 2024)
Antibacteriana	Geranial, neral, β -elemeno	(VERAS <i>et al.</i> , 2011)
Antifúngica	Carvona, limoneno	(SALES <i>et al.</i> , 2022)
Tripanocida	Limoneno, citral, óxido cariofileno	(QUINTERO <i>et al.</i> , 2021)
Antioxidante	Limoneno, citral, óxido cariofileno	(QUINTERO <i>et al.</i> , 2021)
Imunomoduladora	Limoneno, citral, óxido cariofileno	(QUINTERO <i>et al.</i> , 2021)
Genotóxica	Limoneno, citral, óxido cariofileno	(QUINTERO <i>et al.</i> , 2021)

Considerações Finais

L. alba destaca-se como espécie medicinal de grande relevância, devido à diversidade de metabólitos secundários responsáveis por atividades biológicas como ação antioxidante, anti-inflamatória, e até mesmo apresentando efeitos citotóxicos promissores em estudos pré-clínicos. Sua variabilidade química marcada pela presença de diferentes quimiotipos, reforça tanto seu potencial terapêutico quanto a necessidade de padronização para uso seguro e eficaz, por meio da identificação e quantificação de marcadores químicos, controle de qualidade e avaliações toxicológicas. A integração do conhecimento etnobotânico com dados de estudos farmacológicos é essencial para subsidiar a pesquisa de possíveis fitoterápicos a partir dessa espécie.

Referências

- AULAR, Yalitzá; *et al.* Composición química y toxicidad aguda oral del aceite esencial de *Lippia alba* en ratones. **Salus**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 43–51, 2016.
- CABALLERO-GALLARDO, Karina; *et al.* Chemical composition, repellent action, and toxicity of essential oils from *Lippia origanoides*, *Lippia alba* chemotypes, and *Pogostemon cablin* on adults of *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Insects**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 1–13, 2023.
- CALZADA, Fernando; *et al.* Anti-lymphoma activity of acyclic terpenoids and its structure–activity relationship: in vivo, in vitro, and in silico studies. **International Journal of Molecular Sciences**, [S.l.], v. 26, n. 12, p. 1–19, 2025.
- CASTRO, D. M.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Biomass production and chemical composition of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britt & Wilson in leaves on different plant parts in different seasons. **Acta Horticulturae**, [S.l.], v. 569, p. 111–115, 2002.
- CHEN, Weiyang; VILJOEN, Alvaro M. Geraniol – a review update. **South African Journal of Botany**, [S.l.], v. 150, p. 1205–1219, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.09.012>
- ERASTO, Paul; VILJOEN, Alvaro M. Limonene: a review – biosynthetic, ecological and pharmacological relevance. **Natural Product Communications**, [S.l.], v. 3, n. 7, p. 1193–1202, 2008.
- FERREIRA, J.L.P. *et al.* Estudo morfo-anotômico entre os caules de *Lippia alba* e *Melissa officinalis*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 13, p. 32–36, 2003.
- HENNEBELLE, Thierry *et al.* Ethnopharmacology of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 116, n. 2, p. 211–222, 2008.
- JARAMILLO-COLORADO, Beatriz; STASHENKO, Elena. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils isolated from Colombian plants. **Scientia Chromatographica**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 568–574, 2010.
- MANICA-CATTANI, M. F.; *et al.* Genetic variation among South Brazilian accessions of *Lippia alba* Mill. (Verbenaceae) detected by ISSR and RAPD markers. **Brazilian Journal of Biology**, [S.l.], v. 69, n. 2, p. 375–380, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.phpscript=sci_

MUÑOZ, Aida; CABRERA, Franco Alirio Vallejo; SÁNCHEZ, Manuel Salvador. Morfología y anatomía de las flores y semillas de pronto alivio. **Acta Agronómica**, [S.l.], v. 56, n. 1, p. 7–12, 2007. Disponível em: http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/562/1077

OLIVERO-VERBEL, Jesus *et al.* Composition, anti-quorum sensing and antimicrobial activity of essential oils from *Lippia alba*. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 759–767, 2014.

PASCUAL, Elena; *et al.* Antiulcerogenic activity of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **Farmaco**, [S.l.], v. 56, n. 5–7, p. 501–504, 2001.

QUINTERO-GARCÍA, Wendy Lorena *et al.* Enhancing Selectivity and Inhibitory Effects of Chemotherapy Drugs Against Myelogenous Leukemia Cells with *Lippia alba* Essential Oil Enriched in Citral. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 25, n. 16, 2024.

QUINTERO, Wendy Lorena *et al.* antioxidant properties of essential oil fractions of *Lippia alba* (Verbenaceae), v. 6, p. 1–16, 2021.

SALES, Gleilton *et al.* Antifungal and Modulatory Activity of Lemon Balm (*Lippia alba* (MILL.) N. E. BROWN) Essential Oil. **Scientia Pharmaceutica**, [s. l.], v. 90, n. 2, 2022.

SANTOS, Nara *et al.* Cytotoxic and Antimicrobial Constituents from the Essential Oil of *Lippia alba* (Verbenaceae). **Medicines**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 22, 2016.

SHUKLA, Ravindra *et al.* Efficacy of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown essential oil and its monoterpene aldehyde constituents against fungi isolated from *some edible legume seeds and aflatoxin B1* production. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 135, n. 2, p. 165–170, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.08.002>.

SILVA JÚNIOR, Antônio Quaresma *et al.* Molecular modelling and anticholinesterase activity of the essential oil from three chemotypes of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson (Verbenaceae). **Heliyon**, [s. l.], v. 10, n. 8, 2024.

TABARI, Mohaddeseh Abouhosseini *et al.* Nephroprotective and hepatoprotective effects of lemongrass essential oil and citral on diclofenac-induced toxicity in mice. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 180, p. 117541, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.117541>.

TAVARES, Iane Brito; MOMENTÉ, Valéria Gomes; NASCIMENTO, Ildon Rodrigues do. *Lippia alba*: estudos químicos, etnofarmacológicos e agrônômicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 204–212, 2011.

VERAS, Helenicy N.H. *et al.* Enhancement of the antibiotic activity of erythromycin by volatile compounds of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown against *Staphylococcus aureus*. **Pharmacognosy Magazine**, [s. l.], v. 7, n. 28, p. 334–337, 2011.

ZHENG, Yin *et al.* Antifungal activities of cis-trans citral isomers against *Trichophyton rubrum* with ERG6 as a potential target. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 14, p. 1–12, 2021.

Lippia gracilis Schauer.

Mayara Maria da Silva; Ana Cecília Calixto Donelardy; Ana Maria Fernandes Duarte; Débora Odília Duarte Leite; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; José Jonas Ferreira Viturino; Joice Barbosa do Nascimento; Natália Kelly Gomes de Carvalho; Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues.

Figura 1: Folhas e inflorescência à *Lippia gracilis* Scheuer.



Fonte: Silva (2025).

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Lippia gracilis* Schauer.

Nome Popular: Alecrim de tabuleiro, alecrim-da-chapada ou alecrim-do-mato.

Família Botânica: Verbenaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

A espécie *Lippia gracilis* Schauer é arbusto perene, aromático e ramificado, geralmente atingindo de 1,0 a 2,5 metros de altura (DE SOUZA *et al.*, 2021; XAVIER *et al.*, 2020). Apresenta caule lenhoso, revestido por uma casca acinzentada e finamente fissurada. Suas folhas são pequenas, opostas, lanceoladas a elípticas, com margens levemente serrilhadas e colração verde-acinzentada, densamente cobertas por tricomas glandulares que conferem a característica fragrância canforada e cítrica (PEIXOTO *et al.*, 2017; NONATO *et al.*, 2022). As inflorescências são espigas densas, compostas por pequenas flores brancas ou levemente róseas, tubulares e bilabiadas, que atraem diversos polinizadores. Os frutos são pequenas drupas secas, de coloração marrom clara, contendo uma única semente (OLIVEIRA *et al.*, 2014; PEIXOTO *et al.*, 2017).

O alecrim de tabuleiro é espécie nativa da região tropical da América do Sul e do Brasil, sendo encontrada principalmente nos biomas de Cerrado e Campos Rupestres, em áreas abertas e ensolaradas, frequentemente em solos arenosos ou pedregosos com altitudes variadas. Sua ocorrência também se estende a regiões de Caatinga, Mata Atlântica e Amazônia, demonstrando certa adaptabilidade a diferentes condições ambientais (BADALAMENTI *et al.*, 2025). As folhas são aromáticas e ricas em compostos voláteis, principalmente monoterpenos como timol e carvacrol, responsáveis pelo odor característico e pela atividade biológica da espécie (DE MELO *et al.*, 2022; BADALAMENTI *et al.*, 2025).

A fenologia da *L. gracilis* exibe ciclo de vida perene, com floração que pode ocorrer ao longo do ano, embora seja mais intensa no final da estação chuvosa, favorecendo a polinização por insetos (DE SOUSA *et al.*, 2020; JÚNIOR *et al.*, 2018). A frutificação geralmente sucede a floração, com os frutos amadurecendo alguns meses depois. A planta apresenta mecanismos de dispersão de sementes principalmente por animais (zoocoria) e vento (anemocoria) (QUINTANS-JÚNIOR *et al.*, 2018).

No Nordeste Brasileiro, e especificamente na região do Cariri Cearense, o alecrim de tabuleiro possui uso tradicional bem estabelecido. Popularmente, suas folhas são utilizadas para o alívio de dores musculares e de cabeça, através de infusões ou macerações para banhos e compressas (NONATOONATO *et al.*, 2022). É também empregada para mitigar problemas respiratórios como gripe, tosse, asma, gastrointestinal e congestão nasal, sendo consumida em chás ou através da inalação do vapor (ALENCAR *et al.*, 2024; NONATO *et al.*, 2022).

Na medicina popular, as folhas dessa espécie são utilizadas principalmente na forma de chá (infusão ou decocção), para tratar resfriados, gripes, bronquites, tosse, infecções de garganta e boca, além de problemas digestivos como diarreia, cólicas e indigestão (SERRA *et al.*, 2021). Além do uso medicinal, há interesse industrial no óleo essencial da espécie, pelas propriedades farmacológicas e potencial aplicação em cosméticos e produtos de higiene (ANDRADE *et al.*, 2025).

Composição Química

A análise do óleo essencial das folhas de *L. gracilis*, por cromatografia gasosa acoplada á espectrometria de massas (CG/EM) revelou perfil químico diversificado, com predominância de monoterpenos oxigenados e compostos fenólicos. Conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *L. gracilis*.

Componentes	(%)	TR (min)	IR
α -pineno	11,12	3,96	1069
Canfeno	0,13	4,13	1090
Sabinene	0,76	4,37	1111
Sabinene	1,08	4,45	1116
β -mirceno	0,99	4,52	1121
Cimol	11,13	4,89	1147
Cineol	10,91	5,00	1155
1,4-Ciclohexadieno	5,24	5,30	1175
Linalol	0,42	5,64	1200
4-Terpineol	1,28	6,43	1245
CID- β -terpineol	2,48	6,52	1262
éter metílico etílico	4,04	6,84	1266
Éter etílico	0,26	6,93	1283
Timol	2,46	7,25	1287
Carvacrol	39,17	7,33	1323
Acetato de timilo	0,42	7,89	1348
Copaene	0,72	8,23	1379
Cariofileno	3,47	8,63	1394
3-terc-butil-4-metoxifenol	1,06	8,83	1404
α -Humuleno	0,21	8,95	1477
Germacrene B	0,43	9,35	1452
δ -cadineno	0,87	9,56	1477
(-) -Espatuleno	0,21	10,23	1542
(-) -Óxido de cariofileno	0,44	12,17	1682
Lanceol	0,29	13,76	1780

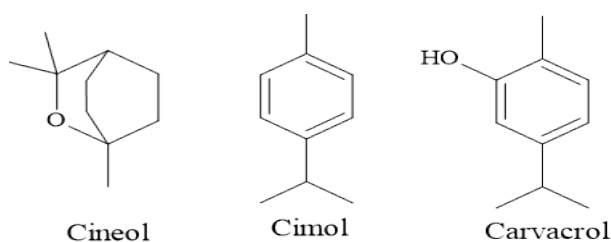
(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Foram identificados 26 compostos, sendo o carvacrol (39,17%) o constituinte majoritário do óleo essencial de *L. gracilis*. Trata-se de monoterpeno fenólico isômero do timol, com fórmula molecular $C_{10}H_{14}O$ e estrutura baseada no anel aromático substituído por grupos isopropila e hidroxila. O carvacrol é encontrado em diversas espécies do gênero *Lippia* e é responsável por aroma forte e característico. Sua presença pode variar conforme o quimiotipo da planta e condições ambientais de cultivo (BADALAMENTI *et al.*, 2025).

Embora presente em menor proporção no OELG analisado, o timol (2,46%) também é monoterpreno fenólico com fórmula molecular $C_{10}H_{14}O$, estruturalmente semelhante ao carvacrol, mas com a hidroxila em posição diferente no anel aromático. O timol é um dos compostos determinantes de quimiotipia em *L. gracilis*, podendo ser o componente predominante em outras variedades da espécie. A proporção entre timol e carvacrol é um fator chave na definição do perfil químico da planta (SILVA-CIRINO *et al.*, 2023).

Outros compostos relevantes identificados no óleo essencial de *L. gracilis* incluem α -pineno (11,13%), cymol (11,12%), eucaliptol ou 1,8-cineol (10,91 %), 1,4-ciclohexadieno (5,24%), éter metílico etílico (4,04%), cariofileno (3,47%) e *cis*- β -terpineol (2,48%). Com base nesses constituintes, as principais classes químicas presentes foram quantificadas da seguinte forma: monoterpenos (70,81%), sesquiterpenos (3,89%), terpenoides (5,24%), metoxifenóis (3,47%), álcoois (4,09%) e hidrocarbonetos (11,74%) (SANTOS *et al.*, 2024).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *L. gracilis*.



A variação na composição química do óleo essencial pode ser atribuída a fatores como quimiotipo da planta, condições ambientais, época de colheita e método de extração, conforme descrito em estudos como os de (OLIVEIRA *et al.*, 2023; TAVARES *et al.*, 2023). Os dados obtidos corroboram a viabilidade de seu uso na formulação de produtos fitoterápicos e cosméticos, desde que sejam asseguradas a padronização e o controle de qualidade durante o processo de produção (ADAMS *et al.*, 2017).

Propriedades Medicinais e Toxicidade

Os efeitos terapêuticos do alecrim de tabuleiro estão, em sua maioria, associados ao óleo essencial extraído da planta, composto principalmente por monoterpenos fenólicos, como o carvacrol e o timol (PRADO *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Tabela 2. Propriedades Terapêuticas do Óleos Essencial de *L. gracilis*

Atividades Biológicas	Compostos	Referências
Antioxidante	Carvacrol e Timol	(SILVA <i>et al.</i> , 2025; DE ALENCAR <i>et al.</i> , 2021; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2023; PRADO <i>et al.</i> , 2012).
Antibacteriana	Carvacrol e Timol	(SANTOS <i>et al.</i> , 2024; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2023; PRADO <i>et al.</i> , 2012; NONATO <i>et al.</i> , 2023).
Antinociceptiva	Carvacrol e Timol	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2023; NONATO <i>et al.</i> , 2023).
Inflamatório	Carvacrol e Timol	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2023; SILVA <i>et al.</i> , 2025; NONATO <i>et al.</i> , 2023).
Acaricida	Carvacrol e Timol	(DE SANTANA <i>et al.</i> , 2022).
Inseticida	Carvacrol e Timol	(DE SANTANA <i>et al.</i> , 2021; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2020; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2023).
Analgésica	Carvacrol e Timol	(CERPE <i>et al.</i> , 2013).

Estudos demonstram que o carvacrol, presente em concentrações superiores a 40% no óleo essencial de *L. gracilis*, é o principal responsável pelas atividades biológicas da planta. Entre elas, destacam-se as propriedades antibacterianas, antifúngicas, inseticidas, carrapaticidas, antioxidantes e anti-inflamatórias (DE ALENCAR FRANÇA *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2023; PRADO *et al.*, 2012; SILVA-NETO *et al.*, 2025).

Segundo Oliveira (2023), o óleo essencial de folhas de *L. gracilis* apresentou efeitos significativos contra fungos fitopatogênicos como *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* e espécies do gênero *Colletotrichum*, inibindo tanto o crescimento micelial quanto a formação de biofilmes fúngicos. Tanto os extratos etanólicos quanto os óleos essenciais de *L. gracilis* schauer demonstraram atividade antibacteriana significativa contra cepas bacterianas multirresistentes (NONATO *et al.*, 2023).

No campo agroecológico, o óleo essencial de *L. gracilis* tem se mostrado promissor como alternativa aos inseticidas (DE ALENCAR FRANÇA *et al.*, 2021). Sua ação inseticida foi demonstrada em diferentes espécies-praga, incluindo o percevejo-marrom e a mosca-minadora (*Liriomyza sativae*), provocando mortalidade larval e pupal, além de alterar o comportamento alimentar e reprodutivo das pragas (OLIVEIRA *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2023). Tais propriedades conferem à planta grande potencial de uso tanto na fitoterapia humana quanto no controle biológico de pragas agrícolas, como no manejo do percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*) (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Apesar dos benefícios terapêuticos e entomológicos, o uso de óleos essenciais exige cautela, especialmente quanto à dosagem e aplicação. Em estudos toxicológicos com tambaqui (*Colossoma macropomum*), a exposição aguda ao óleo essencial de *L. gracilis* resultou em efeitos tóxicos significativos. A concentração letal média (CL₅₀) após 4 horas de exposição foi de 41,63 mg/L, sendo classificada como “ligeiramente tóxica” segundo os critérios de toxicidade para peixes (SANTOS *et al.*, 2023).

Considerações Finais

A espécie *L. gracilis*, é planta de grande importância etnobotânica no Brasil, especialmente na região Nordeste, onde tem uso tradicional consolidado. Seu óleo essencial, rico em carvacrol e timol, apresenta diversas propriedades farmacológicas relevantes, como ação antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, acaricida, inseticida e analgésica, comprovadas por estudos *in vitro* e *in vivo*. Essa diversidade terapêutica evidencia o potencial biotecnológico da planta para aplicação na medicina tradicional, indústria fitoterápica e cosmética.

Por outro lado, o uso de *L. gracilis* demanda precaução devido à toxicidade que pode surgir em altas concentrações dos compostos ativos, destacando a necessidade de padronização e controle rigoroso em seu uso. Para garantir seu aproveitamento sustentável e seguro, é fundamental investir em pesquisas científicas que caracterizem os diferentes quimiotipos da planta e desenvolvam formulações eficazes. Além disso, políticas de conservação e incentivo à pesquisa são essenciais para preservar esse recurso natural promissor e maximizar seus benefícios terapêuticos e ecológicos.

Referências

- ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. 4.1. ed. IL, USA: **Allured Publishing Corporation**, 2017.
- ALENCAR, Isabelle Bruna Menezes Ferreira *et al.* *Lippia gracilis* Schauer (Verbenaceae): principais constituintes químicos e atividades farmacológicas. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 14, p. e14971-e14971, 2024.
- BADALAMENTI, Natale *et al.* A new chemotype of *Lippia javanica* (Burm. f.) Spreng collected in the Masai Mara National Reserve (Kenya): the essential oil chemical composition of its aerial parts. **Natural Product Research**, p. 1-7, 2025.
- CERPE, Patricia *et al.* Complexo de inclusão óleo essencial de *Lippia gracilis* e β -Ciclidextrina: uma alternativa no controle das larvas de Aedes Aegypti. 2013.
- DE ALENCAR FRANÇA, Ana Karolinne *et al.* Ação inseticida in vitro do óleo essencial de *Lippia gracilis* Schauer sobre *Damalinea Bovicola ovis* (Schrank, 1781). **Brazilian Journal of Veterinary Science/Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 28, n. 2, 2021.
- DE MELO, Juliana Oliveira *et al.*, Essential oils of *Lippia gracilis* and *Lippia sidoides* chemotypes and their major compounds carvacrol and thymol: nanoemulsions and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e36511326715-e36511326715, 2022.
- DE SANTANA, Beatriz Porto *et al.* Óleos essenciais com atividade carrapaticida contra *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus e *Rhipicephalus sanguineus*: uma revisão: Aceites esenciales con actividad garrapaticida contra *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus y *Rhipicephalus sanguineus*: una revisión. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e178111537030-e178111537030, 2022.
- DE SOUZA, A. V. *et al.* Extração de óleo essencial de alecrim-do-mato (*Lippia grata* Schauer-

Verbenaceae). 2021.

DE SOUSA, Danilo Diego. Adaptações de plantas da Caatinga. **Oficina de Textos**, 2020.

QUINTANS-JÚNIOR, Lucindo José. Ciências Agrárias. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**, v. 4, n. 2, 2018

NONATO, C. F. A.; Antiacetilcolinesterase, ansiolítica e. antibacteriana de espécies. 2022.

OLIVEIRA, A. C., *et al.*, Essential oils activity from plants of the Brazilian Caatinga on the vegetable leafminer. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 50, e58313, 2020.

OLIVEIRA, Ariana Reis Messias Fernandes de *et al.* Morfoanatomia, composição química e atividade biológica do óleo essencial de espécies nativas de *Lippia*. 2014.

OLIVEIRA, T. N. S. *et al.* Antifungal and antibiofilm activities of the essential oil of *Lippia gracilis* – **Journal of Applied Microbiology**, 2023.

OLIVEIRA, Aline Cândido de. Efeitos subletais do óleo essencial de *Lippia gracilis*, sobre o desenvolvimento do percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*). 2023.

PEIXOTO, Magna Galvão *et al.* In vitro conservation and leaf anatomy of different chemotypes of *Lippia alba* (Mill.) NE BR. **Bioscience Journal**, 2017.

PRADO, V. M. J., *et al.* (2012). Caracterização de chás de genótipos de *Lippia gracilis* Schauer através de perfil cromatográfico por CLAE-DAD. **Química Nova**, 35(9), 1814-1818.

SANTOS, P. R. *et al.* Toxicidade aguda dos óleos essenciais de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton, *Lippia gracilis* Schauer e *Piper aduncum* L. em *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e272853, 2023.

SANTOS, Tamiris Aparecida de Carvalho. Atividade antimicrobiana sobre fitopatógenos: chalconas metoxiladas e óleos essenciais de *Lippia gracilis* e seus compostos majoritários. 2024.

SILVA-NETO, L. A. *et al.* Composição química e avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais de *Lippia hermannioides* e *Matayba marginata*, duas plantas em afloramentos de rochas ferruginosas: um ecossistema brasileiro ameaçado de extinção. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, p. e289902, 2025.

TAVARES, S. R. S. A. *Lippia gracilis* e seus compostos majoritários: efeitos na sobrevivência de *Euschistus heros* – UFS, 2023.

XAVIER, Davi Moura *et al.* Controle alternativo da tiririca (*Cyperus rotundus*) utilizando extrato aquoso do Alecrim de Tabuleiro (*Lippia gracilis*). 2020.

Lippia sidoides Cham.

Joice Barbosa do Nascimento; Ana Cecília Calixto Donelardy; Ana Maria Fernandes Duarte; Débora Odília Duarte Leite; Fázia Fernandes Galvão Rodrigues; José Jonas Ferreira Viturino; Natália Kelly Gomes de Carvalho; Maria Alice Macêdo Ribeiro; José Galberto Martins da Costa.

Figura 1: Folhas e inflorescência de *L. sidoides*.



Fonte: Biodiversity4All. *Lippia sidoides*.

Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/871980-Lippia-organoides>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Identificação e Classificação Botânica

Nome Científico: *Lippia sidoides* Cham.

Nome Popular: Alecrim-pimenta, orégano-brasileiro, salva-do-marajó, erva-de-marajó ou estrepacavalo.

Sinônimos: *Lippia organoides* Kunth, *Lippia medoides* Cham, *Lippia affinis* Schauer, *Lippia berteri* Spreng, *Lippia candicans* Hayek, *Lippia elegans* Cham, *Lippia graveolens* H.B.K.

Família Botânica: Verbenaceae.

Características Botânicas e Usos Populares

Lippia sidoides Cham é arbusto aromático, ereto e ramificado, de odor canforáceo que pode atingir até 3 metros de altura (FEIJÓ, 2018). Suas folhas caducas são simples, opostas, rugosas e recobertas por tricomas glandulares e não glandulares em ambas as faces. As inflorescências terminais são do tipo espiga, com pequenas flores brancas (PAROLIN TRINDADE *et al.*, 2025), e seus frutos são discretos, do tipo aquênio. As sementes apresentam baixa germinação e são difíceis de serem coletadas, devido seu pequeno tamanho (SANTOS, 2023).

A espécie é nativa de regiões tropicais da América Central e do norte da América do Sul (TEIXEIRA *et al.*, 2014). No Brasil, ocorre principalmente na região amazônica e em regiões semiáridas do Nordeste, como formações de Cerrado, Caatinga e florestas secas (OLIVEIRA *et al.*, 2014; PAROLIN TRINDADE *et al.*, 2025). Com ciclo de vida perene, sua floração predominante entre os meses de setembro e dezembro, seguida de frutificação nos primeiros meses do ano, o que coincide com o início do período chuvoso em diversas regiões do Brasil (SOUZA, 2016).

As partes aéreas dessa espécie são tradicionalmente utilizadas como condimento aromatizante na culinária regional da Amazônia e do Cerrado, devido seu sabor picante e aroma intenso, semelhante ao do orégano europeu (SARRAZIN *et al.*, 2015). Além do uso culinário, *L. sidoides* é amplamente empregada na medicina popular brasileira para o tratamento de diversas condições de saúde. Entre suas aplicações mais comuns estão: gripe, malária, doenças hepáticas (como hepatite e icterícia), diabetes, tosse, resfriado, febre, infecções urinárias e intestinais, pneumonia, problemas no baço e no coração. Também é utilizada como antibiótico natural, anti-inflamatório, analgésico e calmante, auxiliando ainda no alívio de dores nas costas, ouvidos e abdômen. Além disso, é reconhecida por suas propriedades cicatrizantes, no tratamento de doenças de pele e na promoção do sono (SANTOS, 2023).

Composição Química

A análise do óleo essencial das folhas de *L. sidoides*, por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), revelou perfil químico diversificado, com predominância de monoterpenos oxigenados e fenóis, conforme mostrado na tabela.

Tabela 1. Compostos identificados (CG/EM) no óleo essencial de *L. sidoides*.

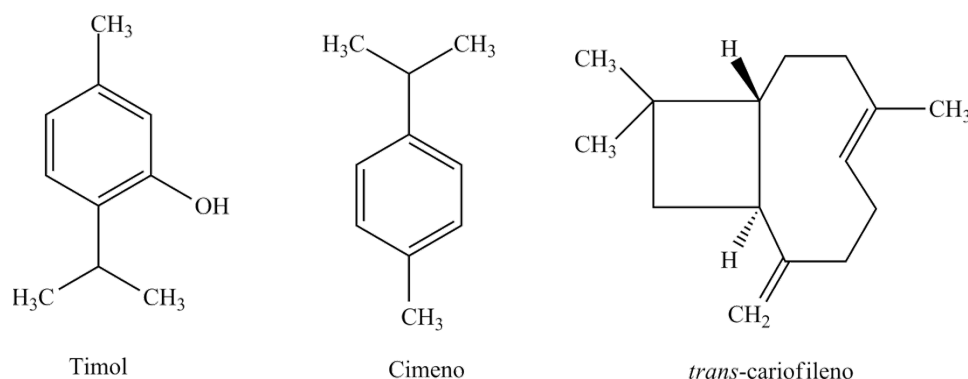
Componentes	(%)	TR (min)	IR
α -pineno	0,76	3,97	1071
β -mirceno	3,04	4,53	1122
Cimeno	19,10	4,90	1148
β -terpineno	1,74	5,01	1156
γ -terpineno	0,50	5,31	1176
<i>p</i> -cimeno	0,10	5,57	1194
Linalol	0,46	5,65	1200
Umbelulona	0,44	6,32	1235
4-terpineno	0,99	6,44	1241
Éter metílico de timol	1,23	6,86	1263
Timol	64,69	7,27	1284
<i>trans</i>-cariofileno	4,37	8,65	1381
Aromadendreno	0,84	8,85	1395
α -cariofileno	0,38	8,97	1406
Ledeno	0,23	9,38	1456
Óxido de cariofileno	1,13	10,36	1554

(%): Porcentagem dos compostos encontrados, TR: Tempo de retenção, IR: Índice de retenção.

Entre os 16 compostos identificados, o timol (64,69%) se destacou como o componente majoritário (Figura 2). Esse resultado é consistente com estudos anteriores realizados com a mesma espécie, como os de Ribeiro *et al.* (2021), Uc-Cachón *et al.* (2024) e Da Cruz Albino *et al.* (2025), que também identificaram o timol como principal constituinte de quimiótipos timol-dominantes de *L. sidoides*. O timol é monoterpene fenólico conhecido por sua potente atividade antimicrobiana, antifúngica e anti-inflamatória, o que confere à espécie grande potencial terapêutico (NAGOOR MEERAN *et al.*, 2017).

Outros constituintes relevantes identificados incluem o *p*-cimeno (19,10%), monoterpene aromático que, além de contribuir para o aroma característico da planta, possui uma diversidade de potenciais terapêuticos, incluindo atividade antioxidante e anti-inflamatória (ARABLOEI SANI *et al.*, 2022), além de atuar como modulador da permeabilidade celular e reduzir a formação de biofilme (AGULLÓ *et al.*, 2017). Também foi detectado o *trans*-cariofileno (4,37%), sesquiterpene com ação anti-inflamatória bem documentada, além de propriedades antinociceptivas e possíveis interações com receptores canabinoides tipo 2 (CB2), conforme relatado por Sharma *et al.* (2016).

Figura 2. Representação estrutural dos compostos majoritários encontrados na composição química do óleo essencial das folhas de *L. sidoides*.



Compostos de menor abundância, como β -mirceno (3,04%), éter metílico de timol (1,23%) e óxido de cariofileno (1,13%), também foram identificados, contribuindo para a complexidade química e as possíveis sinergias biológicas do óleo. Apesar de representarem fração menor da composição total, esses compostos podem desempenhar papéis importantes na bioatividade geral do óleo essencial, especialmente em formulações terapêuticas complexas.

A presença de monoterpenos como α -pineno, β -mirceno, e γ -terpineno, embora em teores mais baixos (<5%), também está alinhada com padrões observados em populações de *Lippia* em outras regiões da América do Sul, sugerindo certa estabilidade do perfil metabólico da espécie em diferentes condições ecológicas (FILHO *et al.*, 2023). No entanto, é importante destacar que a composição química dos óleos essenciais pode variar significativamente em função de fatores como tipo de solo, altitude, clima, época de coleta e método de extração (SAKA *et al.*, 2017).

Esse perfil químico sugere que o óleo essencial de *L. sidoides* da região do Cariri pertence ao quimiotipo timol, um dos mais estudados pela sua alta bioatividade, e reforça a importância da espécie como fonte promissora de compostos bioativos naturais. Os dados obtidos corroboram a viabilidade de seu uso na formulação de produtos fitoterápicos e cosméticos, desde que sejam asseguradas a padronização e o controle de qualidade durante o processo de produção.

Propriedades Medicinais e Toxicidade

O óleo essencial extraído das folhas de *L. sidoides* tem despertado crescente interesse científico devido aos seus compostos bioativos e suas propriedades terapêuticas, especialmente sua atividade antibacteriana. Pesquisa realizada por Sarrazin *et al.* (2015) evidencia que o óleo essencial possui efeito inibitório contra *Staphylococcus aureus* (Concentração Inibitória Mínima (CIM) de 1,25 μ L/mL e Concentração Bactericida Mínima (CBM) de 2,5 μ L/mL) e *Escherichia coli* (CIM variando de 0,15 a 0,31 μ L/mL e MBC de 1,25 μ L/mL), sendo o seu potencial pouco influenciado pelas mudanças na composição do óleo devido à variação sazonal.

De forma semelhante, Gómez-Sequeda *et al.* (2020) afirmam que os óleos essenciais de quimiotipos de *L. sidoides* timol e carvacrol, possuem ação antibacteriana potente contra *E. coli* O157:H7 (CIM₅₀ de 0,9 e 0,3 mg/mL, respectivamente) e *S. aureus* (MRSA) (CIM₅₀ de 1,2 e 0,6 mg/mL, respectivamente), bem como atividade antibiofilme, com porcentagens de inibição superiores a 70,3%, e valores de Concentração Mínima para inibir 50% do biofilme (MIBC₅₀) de 0,45 e 0,19 mg/mL em *E. coli* e 1,2 e 0,07 mg/mL em MRSA.

Estudos indicam que compostos como timol e carvacrol podem ser os responsáveis pela atividade do óleo essencial de *L. sidoides*. De acordo com o estudo de Silva *et al.* (2024), timol e carvacrol demonstraram atividade significativa contra cepas multirresistentes de *A. baumannii* (CIM: 32–128 µg/mL; CBM: 64–256 µg/mL), além de reduzir a formação de biofilmes e modular a resistência a antibióticos, indicando seu potencial terapêutico contra infecções por microrganismos multirresistentes. Assim, esses resultados se alinham com o uso tradicional da planta como antibiótico natural em tratamentos de enfermidades relacionadas a infecções bacterianas.

O efeito quimiossensibilizante antifúngico do óleo por meio da indução de estresse oxidativo também foi demonstrado por Sarrazin *et al.* (2024). Nesse estudo, o óleo demonstrou capacidade de inibir o crescimento de cepas de leveduras do gênero *Candida*, com CIM de 0,31 e 1,25 µL/mL⁻¹, e induziu atividade fungicida com Concentração Fungicida Mínima (CFM) de 0,62 a 5 µL/mL⁻¹. Ademais, os autores também afirmam que o uso combinado desse óleo com fluconazol causou aumento da ação antifúngica do fármaco contra as leveduras.

No que se refere à atividade antioxidante, Filho *et al.* (2023) demonstraram que o óleo essencial de *L. sidoides* apresenta potencial significativo no teste de DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) com Concentração Inibitória de 50% (IC₅₀) de $0.22 \pm 0.02b$ mg/mL⁻¹. Além disso, a capacidade antioxidante do óleo essencial da espécie também foi demonstrada por Teixeira *et al.* (2023), através de diferentes métodos, como ABTS, DPPH, radicais hidroxila, complexo fosfomolibdênio, poder redutor, β-caroteno/ácido linoleico e TBARS.

Foi também revelado que o óleo essencial de *L. sidoides* apresenta atividade inseticida, diminuindo o número de ninfas de *Myzus persicae* (pulgão-verde) de forma proporcional às concentrações testadas (0,1% e 0,5%), demonstrando potencial para o controle do pulgão e indicando aplicabilidade no manejo integrado de pragas (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Complementarmente, o óleo causou mortalidade em larvas de *Aedes Aegypti*, alcançando até 82% de mortalidade na maior concentração avaliada (80 ppm), com valores de concentração letal 50% (CL₅₀) e concentração letal 95% (CL₉₅) obtidos em 24 horas de 53,37 ppm e 93,05 ppm, respectivamente, e em 48 horas, de 38,06 ppm e 112,1 ppm (VERA *et al.*, 2014).

Já no estudo de Perera *et al.* (2022) o óleo essencial demonstrou efeito antiparasitário e antitumoral, apresentando potentes ações contra *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania amazonensis* e *Trypanosoma brucei*, com valores de IC₅₀ variando de 0,02 a 37,8 µg/mL. Além disso, exibiu atividade antiproliferativa em linhagens tumorais humanas, como MCF-7, 22Rv1 e A431, com IC₅₀ entre 6 e 31 µg/mL. e de acordo com os autores foi observado baixa toxicidade para células não malignas, evidenciando boa seletividade e potencial terapêutico.

Complementando esses achados sobre o potencial terapêutico do óleo essencial, (BASTOS DE ARAÚJO *et al.*, 2023), relataram efeitos anticonvulsivantes significativos em modelo animal. A administração do óleo (100 mg/kg) aumentou a latência para o início das convulsões induzidas por pentylenetetrazol (PTZ) em 30–50% ($p < 0,05$) e reduziu a amplitude e frequência da atividade epileptiforme em 20–30% ($p < 0,01$). Além disso, a combinação com diazepam potencializou esses efeitos, promovendo maior aumento na latência e maior redução na atividade elétrica cerebral ($p < 0,001$), embora tenha ocasionado uma redução de cerca de 25% na taxa respiratória ($p < 0,05$), sugerindo um risco de depressão respiratória associado à coadministração.

Embora esses estudos indiquem uma ampla aplicabilidade do óleo essencial de *L. sidoides* tanto no controle de insetos agrícolas quanto de importância médica (Tabela 2), é fundamental ter cautela em relação à sua toxicidade. Tendo em vista que estudos toxicológicos revelam que, quando utilizado em doses elevadas, esse óleo essencial pode apresentar toxicidade (GÓMEZ-SEQUEDA *et al.*, 2020; FILHO *et al.*, 2023) demonstraram por meio de ensaios com cistos de *Artemia salina* que o óleo essencial de *L. sidoides* exibe toxicidade apresentando CL_{50} de $215.73 \pm 22.13 \mu\text{g/mL}^{-1}$. Dessa forma, o óleo não deve ser utilizado em altas concentrações, além disso, o seu uso contínuo deve ser evitado sem orientação adequada, especialmente em casos de distúrbios hepáticos ou renais, devido ao risco de sobrecarga do fígado e dos rins.

Tabela 2: Propriedades Terapêuticas do Óleo Essencial de *L. sidoides*.

Atividades biológicas	Compostos	Referências
Antibacteriana	Timol e carvacrol	(SARRAZIN <i>et al.</i> , 2015)
Antibacteriana, antibiofilme e moduladora		(GÓMEZ-SEQUEDA <i>et al.</i> , 2020; DA SILVA <i>et al.</i> , 2024)
Antifúngico e moduladora		(SARRAZIN <i>et al.</i> , 2024)
Antioxidante		(FILHO <i>et al.</i> , 2023; TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2023)
Atividade inseticida		(TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2014; VERA <i>et al.</i> , 2014)
Antiparasitário e antitumoral		(PERERA <i>et al.</i> , 2022)
Anticonvulsivantes		(BASTOS DE ARAÚJO <i>et al.</i> , 2023)

Considerações Finais

Conclui-se que o óleo essencial extraído das folhas de *L. sidoides* apresenta um perfil químico diversificado, com destaque para o timol como composto majoritário (64,69%), seguido pelo cimeno (19,10%). Suas múltiplas atividades biológicas, incluindo ações antibacteriana, antifúngica, antioxidante, antiparasitária, antitumoral, inseticida e anticonvulsivante, reforçam seu potencial terapêutico e validam muitos dos usos tradicionais da planta. No entanto, os efeitos tóxicos observados em doses elevadas ressaltam a necessidade de cautela em seu uso, especialmente em contextos medicinais. Portanto, se faz necessário estudos complementares, incluindo ensaios de toxicidade crônica, farmacocinética e eficácia em modelos clínicos, para assegurar sua aplicação segura e eficaz em contextos terapêuticos.

Ademais, destaca-se a carência de investigações específicas sobre o óleo essencial, uma vez que grande parte das pesquisas disponíveis aborda majoritariamente os extratos da planta. Assim, torna-se essencial ampliar os estudos focados diretamente no óleo essencial, a fim de elucidar melhor seus mecanismos de ação e potenciais aplicações farmacológicas.

Referências

AGULLÓ, Loreine *et al.* P-Cymene promotes its catabolism through the p-Cymene and the p-cumate pathways, activates a stress response and reduces the biofilm formation in *Burkholderia xenovorans* LB400. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, 1 jan. 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0169544.

ARABLOEI SANI, Maryam *et al.* Therapeutic Effect of P-Cymene on Lipid Profile, Liver Enzyme, and Akt/Mtor Pathway in Streptozotocin-Induced Diabetes Mellitus in Wistar Rats. **Journal of Obesity**, v. 2022. DOI: 10.1155/2022/1015669.

BASTOS DE ARAÚJO, Daniella *et al.* *Lippia origanoides* essential oil possesses anticonvulsant effect in pentylenetetrazol-induced seizures in rats: a behavioral, electroencephalographic, and electromyographic study. **Frontiers in Pharmacology**, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fphar.2023.1289336.

DA CRUZ ALBINO, Rayane *et al.* Qualitative chemical characterization of salva-de-marajó (*Lippia origanoides*, Verbenaceae) preparations. **Fitoterapia**, v. 180, 1 jan. 2025. DOI: 10.1016/j.fitote.2024.106302.

FEIJÓ, Emily Verônica Rosa da Silva. **Caracterização ecogeográfica, morfo-agronômica, molecular e fitoquímica de acessos de *Lippia origanoides* Kunth ocorrentes no estado da Bahia**. 2018. 151 f. Tese (Doutorado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1520>. Acesso em: 16 mar. 2025.

FILHO, Luiz G. A. Dos Santos *et al.* 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, 10 fev. 2023. DOI: 10.1590/0001-3765202320220359.

GÓMEZ-SEQUEDA, Nicolás *et al.* Antimicrobial and antibiofilm activities of essential oils against *Escherichia coli* O157:H7 and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 1–18, 1 nov. 2020. DOI: 10.3390/antibiotics9110730.

NAGOOR MEERAN, Mohamed Fizur *et al.* Pharmacological properties and molecular mechanisms of thymol: Prospects for its therapeutic potential and pharmaceutical development. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, n. JUN, 2017. DOI: 10.3389/fphar.2017.00380.

OLIVEIRA, Danilo R. *et al.* Ethnopharmacological studies of *Lippia origanoides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 2, p. 206–214, 2014. DOI: 10.1016/j.bjp.2014.03.001.

PAROLIN TRINDADE, Gabriela *et al.* Sources of variation of the chemical composition of *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae). **Natural Product Research**, 2025. DOI: 10.1080/14786419.2025.2463119/asset/15bdcb99_083c_4825_b542_d2877f5cdae9/assets/graphic/

PERERA, Wilmer H. *et al.* In Vitro Pharmacological Screening of Essential Oils from *Baccharis parvidentata* and *Lippia organoides* Growing in Brazil. **Molecules**, v. 27, n. 6, p. 1926, 1 mar. 2022. DOI: 10.3390/molecules27061926/s1

RIBEIRO, Fabiana Paiva *et al.* Chemical Composition and Antibacterial Activity of the *Lippia organoides* Kunth Essential Oil from the Carajás National Forest, Brazil. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2021, 2021. DOI: 10.1155/2021/9930336.

SAKA, Boualem *et al.* Chemical Variability and Biological Activities of *Brassica rapa* var. rapifera Parts Essential Oils Depending on Geographic Variation and Extraction Technique. **Chemistry and Biodiversity**, v. 14, n. 6, 1 jun. 2017. DOI: 10.1002/cbdv.201600452.

SANTOS, Rajá Vidya Moreira dos. **Conhecimento etnobotânico de moradores do Residencial Monte Cristo de Boa Vista - Roraima sobre a *Lippia organoides* Kunth. (Salva-do-campo), composição química e análise biológicas**. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufrb.br:8080/jspui/handle/prefix/921>. Acesso em: 16 jul. 2025

SARRAZIN, Sandra Layse F. *et al.* Antimicrobial and Seasonal Evaluation of the Carvacrol-Chemotype Oil from *Lippia organoides* Kunth. **Molecules** **2015**, Vol. **20**, Pages **1860-1871**, v. 20, n. 2, p. 1860–1871, 23 jan. 2015. DOI: 10.3390/molecules20021860.

SARRAZIN, Sandra Layse F. *et al.* Antifungal chemosensitization through induction of oxidative stress: A model for control of candidiasis based on the *Lippia organoides* essential oil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, n. 1, p. e20230532, 5 abr. 2024. DOI: 10.1590/0001-3765202420230532.

SHARMA, Charu *et al.* Polypharmacological Properties and Therapeutic Potential of β -Caryophyllene: A Dietary Phytocannabinoid of Pharmaceutical Promise. **Current Pharmaceutical Design**, v. 22, n. 21, p. 3237–3264, 15 mar. 2016. DOI: 10.2174/138161282266616031115226.

SILVA, Alisson T. *et al.* Bactericidal and Synergistic Effects of *Lippia organoides* Essential Oil and Its Main Constituents against Multidrug-Resistant Strains of *Acinetobacter baumannii*. **ACS Omega**, v. 9, n. 43, p. 43927–43939, 29 out. 2024. DOI: 10.1021/acsomega.4c07565.

SILVA, Livia Souza Guimarães Rocha e. **Condições microbiológicas do ambiente e insumos de aviários e susceptibilidade de *Escherichia coli* a antimicrobianos naturais**. 2016.92 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Microbiologia Agrícola) — Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016. Disponível em: <http://ri.ufrb.edu.br/jspui/handle/prefix/1111>. Acesso em: 16 jul. 2025.

TEIXEIRA, Maria Luisa *et al.* Essential Oils from *Lippia organoides* Kunth. and *Mentha spicata* L.: Chemical Composition, Insecticidal and Antioxidant Activities. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1181–1190, 1 abr. 2014a. DOI: 10.4236/ajps.2014.59131

TEIXEIRA, Maria Luisa *et al.* 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

UC-CACHÓN, Andrés Humberto *et al.* Potential Anti-Infectious Activity of Essential Oil Chemotypes of *Lippia origanoides* Kunth on Antibiotic-Resistant *Staphylococcus aureus* Strains. **Plants**, v. 13, n. 9, 1 maio 2024. DOI: 10.3390/plants13091172

VERA, Sharon Smith *et al.* Essential oils with insecticidal activity against larvae of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research**, v. 113, n. 7, p. 2647–2654, 2014. DOI: 10.1007/s00436-014-3917-6.

Desafios e Perspectivas no Estudo e Aplicação de Óleos Essenciais

José Galberto Martins da Costa.

A dedicação científica, industrial e terapêutica pelos óleos essenciais tem aumentado exponencialmente nas últimas décadas. O uso desses produtos naturais, que vão desde produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios até biopesticidas e conservantes naturais, representa campo fértil para inovação. Entretanto, apesar de seu amplo potencial, diversos desafios técnicos, ecológicos e regulatórios ainda condicionam seu aproveitamento pleno.

Um dos principais fatores que limitam o uso padronizado dos óleos essenciais é a variabilidade de sua composição química, que pode sofrer alterações significativas conforme a estação do ano, o solo, a altitude, a fenologia da planta, a parte vegetal utilizada e até mesmo o método de extração adotado (MUGAO, 2024). Essa limitação dificulta a padronização necessária para aplicações farmacêuticas ou industriais, exigindo metodologias analíticas precisas e repetíveis.

Outro desafio importante é o baixo rendimento de extração de muitos óleos essenciais. Em diversas espécies aromáticas, o rendimento pode ser inferior a 1% da biomassa, tornando o processo economicamente inviável em larga escala sem otimizações tecnológicas. Soma-se a isso, o problema da instabilidade química, considerando que os óleos essenciais são compostos por substâncias voláteis e sensíveis à luz, oxigênio e calor, o que pode levar à perda de atividade biológica ou à formação de subprodutos tóxicos durante o armazenamento e manuseio (DAS; PRAKASH, 2023).

Ainda que, sistematicamente associados ao conceito de “natural e seguro”, muitos óleos essenciais apresentam potenciais efeitos tóxicos, principalmente em doses elevadas ou uso prolongado. Existem indicações crescentes de que componentes como eugenol, citronelal ou timol podem causar irritações cutâneas, sensibilizações, toxicidade hepática e interações medicamentosas, sendo que para a maioria dos constituintes químicos há escassez de estudos toxicológicos detalhados (TAMBURLIN *et al.*, 2021).

Normas de rotulagem, pureza, métodos de controle de qualidade e exigências de segurança variam amplamente entre jurisdições entre países, dificultando o comércio internacional e a confiança do consumidor. Além disso, a exploração não sustentável de espécies produtoras de óleos essenciais, especialmente em biomas frágeis como a Caatinga, pode levar à perda de *habitat*, erosão genética e biopirataria, agravada pela ausência de planos de manejo ou protocolos de acesso aos recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2024).

Considerando os diversos desafios, algumas estratégias vêm sendo apresentadas e executadas para maximizar os benefícios e mitigar os riscos do uso de óleos essenciais. No campo da engenharia de processos, tecnologias emergentes como extração assistida por micro-ondas (MAE), ultrassom (UAE), fluidos supercríticos e extração enzimática têm sido cada vez mais adotadas, e mostrado

resultados promissores ao melhorar o rendimento extrativo e preservar a integridade dos compostos voláteis (NABI *et al.*, 2025).

A inserção de inteligência artificial (IA) e algoritmos de aprendizado de máquina representa tendência que surge, com habilidade para antecipar o perfil químico de óleos essenciais, baseado em dados ambientais, otimizar parâmetros de extração e detectar adulterações ou degradações químicas. O estudo recente de Wang *et al.* (2024), demonstrou como modelos prognósticos podem contribuir na padronização da qualidade de óleos essenciais decorrentes de diferentes regiões geográficas (NAYAK *et al.*, 2025).

Outra frente de estudos com óleos essenciais é que cada vez mais sejam executadas pesquisas que envolvam a criação de formulações inovadoras, como nanoemulsões, lipossomas e sistemas de liberação controlada, que otimizam estabilidade aos compostos, diminuem volatilização, melhoram a penetração em tecidos biológicos e permitem o uso de doses menores com maior eficácia (CHATZIDAKI; MITSOU, 2025).

Quanto ao contexto da sustentabilidade e justiça social, iniciativas voltadas ao cultivo de espécies nativas, certificação de origem, uso ético do conhecimento tradicional e participação ativa das comunidades locais na cadeia produtiva dos óleos essenciais têm ganhado força. Essas abordagens não apenas promovem a conservação ambiental, como também estimulam o desenvolvimento territorial sustentável, especialmente em regiões como o semiárido nordestino.

Enfim, presume-se que, com o avanço das pesquisas e suas tecnologias, exista harmonização regulatória internacional mais sólida, com estudos toxicológicos padronizados, permitindo que os óleos essenciais sejam incorporados com segurança a protocolos médicos, terapias complementares e produtos industriais.

Referências

- ALVES, Jorge Henrique *et al.* Mapeamento e análise da diversidade de sementes em Casas de Sementes do Cariri Cearense / Mapping and analysis of diversity in seed house in Cariri Cearense / Mapeo y análisis de la diversidad en casa de semillas en Cariri Cearense. **Revista Nera**, v. 27, n. 1, 13 dez. 2023.
- ARAÚJO, R. F. *et al.* Etnobotânica e uso de plantas medicinais no Cariri cearense: saberes tradicionais e sustentabilidade. **Revista Nordestina de Biologia**, 21(3), 51–63, 2022.
- CHATZIDAKI, M. D.; MITSOU, E. Advancements in nanoemulsion-based drug delivery across different administration routes. **Pharmaceutics**, v. 17, n. 3, p. 337, 2025. DOI: 10.3390/pharmaceutics17030337.
- DAS, S.; PRAKASH, B. Effect of environmental factors on essential oil biosynthesis, chemical stability, and yields. **Singapore: Springer Nature Singapore**, 2023. p. 225-247. DOI: 10.1007/978-981-99-4370-8_10.
- MUGAO, L. Factors influencing yield, chemical composition and efficacy of essential oils. **Int. J.**

Multidiscip.Res.GrowthEval,v.5,n.4,p.169-178,2024.DOI:10.54660/.IJMRGE.2024.5.4.169-178.

NABI, M. H. B. *et al.* Essential Oils: Advances in Extraction Techniques, Chemical Composition, Bioactivities, and Emerging Applications. **Food Chemistry Advances**, p. 101048, 2025. DOI: 10.1016/j.focha.2025.101048.

NAYAK, S. *et al.* Unlocking the potential of essential oils in aromatic plants: a guide to recovery, modern innovations, regulation and AI integration. **Planta**, v. 262, n. 1, p. 6, 2025. DOI: 10.1007/s00425-025-04724-y.

Projeto Caatinga Essencial: Bioprospecção e Sustentabilidade. Embrapa Semiárido, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 14 out. 2025).

ALVES, Jorge Henrique *et al.* Mapeamento e análise da diversidade de sementes em Casas de Sementes do Cariri Cearense / Mapping and analysis of diversity in seed house in Cariri Cearense / Mapeo y análisis de la diversidad en casa de semillas en Cariri Cearense. **Revista Nera**, v. 27, n. 1, 13 dez. 2023.

ARAÚJO, R. F. *et al.* Etnobotânica e uso de plantas medicinais no Cariri cearense: saberes tradicionais e sustentabilidade. **Revista Nordestina de Biologia**, 21(3), 51–63, 2022.

TAMBURLIN, I. *et al.* Toxicological safety assessment of essential oils used as food supplements to establish safe oral recommended doses. **Food and Chemical Toxicology**, v. 157, p. 112603, 2021. DOI: 10.1016/j.fct.2021.112603.

Conclusão

Ao longo deste livro, foi explorado a temática sobre óleos essenciais sob múltiplas perspectivas, desde sua origem botânica e funções ecológicas, à complexidade de sua composição química e às inúmeras possibilidades de aplicação em diferentes áreas. Observou-se que, embora sejam utilizados habitualmente pelas culturas tradicionais, é na intersecção entre esse saber ancestral e os avanços da ciência moderna que se estabelece seu real potencial.

A grandiosa diversidade química dos óleos essenciais e suas múltiplas atividades biológicas, como propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e repelentes, os colocam em posição estratégica no desenvolvimento de novos fármacos, cosméticos naturais, alimentos funcionais, agentes de controle biológico e terapias integrativas. Considerando que o universo clama por soluções mais sustentáveis, seguras e eficazes, essas substâncias voláteis se insurgem como ferramentas promissoras na transição para modelos mais éticos e ambientalmente conscientes.

Por outro lado, esse acesso não está isento de desafios. A variabilidade química dos óleos essenciais, os baixos rendimentos de extração, a instabilidade dos compostos, os riscos toxicológicos ainda pouco estudados e a ausência de regulamentações globais padronizadas exigem abordagem científica rigorosa, inter e transdisciplinar. Inclusive, o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente em ecossistemas sensíveis como a Caatinga, exige atenção especial quanto à conservação da biodiversidade, aos direitos das comunidades tradicionais e à soberania sobre os recursos genéticos.

Dessa forma, o futuro dos óleos essenciais dependerá não apenas da capacidade técnica de extrair, caracterizar e aplicar seus compostos bioativos, mas também da habilidade humana de fazê-lo com responsabilidade, equidade e respeito aos ciclos da natureza. É nesse equilíbrio entre inovação e ética, entre ciência e cultura, que se encontra o verdadeiro valor dos óleos essenciais, não como simples produtos, mas como expressões vivas da complexidade natural que nos cerca.

Por esse motivo, consolida-se a importância do Laboratório de Produtos Naturais da URCA (LPPN/URCA), enquanto entidade dedicada ao estudo de produtos naturais de espécies da Caatinga, em especial direcionada para pesquisas com óleos essenciais. O LPPN desempenha papel essencial nesse avanço, promovendo pesquisa aplicada, formação de recursos humanos qualificados e desenvolvimento de soluções que respeitam a biodiversidade e a realidade sociocultural do território. Com essa perspectiva, os óleos essenciais podem deixar de ser apenas promessa e se tornarem parte de futuro mais sustentável, ético e baseado na ciência.

Que este livro possa servir de elo entre o conhecimento acumulado e as novas pesquisas a serem implementadas, vislumbrando discentes, docentes, pesquisadores, profissionais em geral e comunidades a continuarem explorando, protegendo e valorizando esse patrimônio invisível, mas profundamente essencial.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aaaçá de queixada · 149

Adulterantes · 50, 51

Ageratum conyzoides (L.) · 9, 70

Aldeídos · 27

Alecrim de tabuleiro · 203

Alecrim-da-chapada · 203

Alecrim-de-cabocla · 93

Alecrim-do-mato · 203, 210

Alecrim-pimenta · 213

Alimentação animal · 88

Aminoácidos · 29

Analgésico · 81, 88, 214

Antifúngica · 33, 80, 109, 126, 135, 137, 138, 146, 154, 189, 215, 218, 219

Antimicrobiana · 17, 33, 73, 75, 81, 82, 83, 97, 109, 114, 122, 125, 127, 135, 136, 138, 144, 145, 166, 176, 188, 209, 211, 215

Antipirético · 88

Aperta-ruão · 164

Aplicações científicas · 80

Araçá de porco · 149

Aracá-abacaxi-do-pará · 149

Araçá-de-veado · 149

Arbusto · 113, 133, 157, 165, 172, 186, 193, 203, 214

Arbusto de lagosta · 133

Arbusto de mosca · 133

Arbusto de mosquito · 133

Aromas · 27, 196

Arvoreto · 80

Asteraceae · 63, 64, 65, 70, 77, 79, 85, 86

B

Betis-branco · 164

Biopesticidas · 33, 34, 224

Boldinho · 133, 134

Boldo · 133, 140, 142

Boldo-brasileiro · 142

Boldo-chinês · 133

Boldo-de-jardim · 142

Boldo-gambá · 133, 134

Boldo-miúdo · 133

Brejos de altitude · 61

C

Caatinga · 15, 26, 55, 56, 57, 58, 69, 84, 88, 92, 94, 121, 154, 172, 204, 210, 214, 225, 226, 227, 228

Camará · 171

Camarinha · 171

Cambará · 171, 185

Cambará lilás · 185

Cambará-de-cheiro · 171

Candeeiro · 79, 80, 82, 83, 84, 85

Canela brava · 93

Canela de cunha · 93

Canelinha · 93

Canelinha brava · 93

Capparaceae · 62, 87, 92

Carrapicho-de-índio · 171

Catinga-de-bode · 70

Caules · 27, 71, 90, 121, 200

Cerrado · 56, 59, 60, 162, 172, 204, 214

Cetonas · 27

Ch

Chapada · 15, 55, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 113

Chumbinho · 171, 185

C

Cidreira brava · 193

Cidreira-brava · 112

Cidreira-do-mato · 112

Classes químicas · 27, 206

Composição química · 25, 27, 28, 34, 38, 44, 51, 53, 74, 75, 80, 81, 84, 89, 90, 91, 95, 96, 100, 106, 107, 113, 114, 117, 122, 123, 124, 127, 136, 137, 145, 146, 151, 152, 153, 159, 166, 169, 174, 175, 176, 177, 178, 187, 195, 206, 207, 211, 216, 222, 224, 226

Compostos bioativos · 17, 41, 46, 75, 88, 90, 127, 160, 197, 217, 227

Compostos orgânicos · 27, 45

Compostos termolábeis · 37, 39

Compostos voláteis · 27, 37, 38, 43, 44, 51, 73, 134, 136, 137, 173, 179, 204, 225

Conservantes alimentares · 33

Controle de qualidade · 50

Conyzoides · 9, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Croton · 9, 64, 93, 94, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 111

Croton campestris a. St. Hil · 105

Croton grewoides baill · 9, 93, 94, 103, 104

Cynophalla flexuosa (l.) · 9, 87, 88

D

Destilação · 37, 39

Diversidade · 24, 34, 55, 56, 57, 65, 69, 71, 80, 137, 143, 160, 199, 209, 216, 226, 227, 228

E

Ebulição · 37, 38, 41

Ecossistemas · 33, 71, 172, 226

Eficácia · 34, 50, 74, 81, 83, 91, 96, 98, 116, 118, 124, 125, 137, 146, 160, 161, 175, 176, 177, 178, 180, 220, 225

Emulsões estáveis · 38

Enxofre · 27

Erva cidreira · 193

Erva daninha de cabra · 70

Erva-de-marajó · 213

Erva-de-maricá · 171

Espécies nativas · 24, 55, 62, 71, 211, 225

Ésteres · 27, 94, 166

Estrepa-cavalo · 213

Estresse ambiental · 33

Éteres · 27

Euphorbiaceae · 63, 64, 93, 94, 101, 105, 111

Expectorante · 88, 121

F

Falsa melissa · 193

Feijão-bravo · 87, 91, 92

Feijão-de-boi · 87

Fenilpropanóides · 27, 29, 30, 72, 75, 94, 160

Fenóis · 27, 109, 134, 215

Flores · 27, 71, 94, 113, 121, 134, 150, 157, 172, 179, 186, 190, 195, 200, 204, 214

Floresta estacional sempre-verde · 56, 61, 62

Floresta tropical sazonalmente seca (ftss) · 55

Fluidos supercríticos · 39, 225

Folhas · 24, 27, 60, 62, 64, 66, 67, 71, 72, 88, 94, 106, 108, 113, 114, 115, 117, 118, 121, 122, 123, 134, 136, 143, 146, 150, 152, 153, 157, 165, 167, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 186, 187, 188, 191, 194, 195, 204, 205, 206, 208, 214, 215, 216, 217, 219

Formações geológicas · 55

Formulações na indústria · 50

Forrageira · 88

Fungos · 33, 55, 97, 144, 208

G

Goiaba de anta · 149

Goiaba-abacaxi · 149

H

Herbácea · 71, 134

Hidrodestilação · 37, 38, 175

Hortelã-da folha-grossa · 120

Hortelã-da-bahia · 120

Hortelã-grande · 121

Hortelã-graúda · 120

Hyptis martiusii benth · 9, 112, 113, 118, 119

I

Inseticida · 33, 75, 114, 136, 175, 179, 180, 208, 209, 210, 218, 219

Insetos · 34, 55, 75, 94, 136, 173, 204, 219

Isoprenóides · 27, 28, 29

Isotiocianatos · 27, 88, 89, 90, 91

J

Jaborantida · 156

L

Lamiaceae · 63, 64, 112, 118, 119, 121, 132, 133, 141, 142

Lantana · 171, 185, 190, 192

Lantana camara linn · 9, 171, 172, 181, 183

Lantana montevidensis (spreng.) Briq · 10, 185, 186, 190, 191

Lantana rasteira · 185

Lantana-pendente · 185

Lippia alba mill · 10, 193, 194, 200

Lippia gracilis schauer · 10, 203, 209, 210, 211

Lippia sidoides cham · 10, 213, 214

Líquens · 55

M

Malva-de-cheiro · 121

Malva-do-reino · 121

Malvariço · 120

Malvarisco · 120

Malva-santa · 142

Manejo sustentável · 80

Mata úmida · 61, 62, 68

Matéria vegetal · 27

Matérias-primas · 50

Medicina popular · 88, 121, 134, 138, 143, 152, 153, 165, 172, 205, 214

Mentrasto · 70

Metabólitos · 15, 24, 25, 27, 52, 64, 91, 98, 146, 152, 167, 178, 180, 189, 199

Microcapsulação · 33

Microrganismos · 33, 81, 97, 100, 124, 127, 176, 217

Monoterpenóides · 27, 28

Murta · 164

Myrtaceae · 60, 62, 63, 64, 149, 152, 154, 155

N

Nanoemulsões · 33, 225

Nordeste · 4, 8, 11, 13, 14, 21, 55, 57, 68, 106, 113, 121, 132, 150, 204, 208, 214

O

Óleos essenciais · 11, 15, 17, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 37, 38, 41, 43, 44, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 63, 74, 75, 80, 83, 88, 89, 91, 100, 107, 108, 109, 118, 124, 135, 136, 141, 152, 153, 172, 177, 178, 180, 182, 192, 196, 197, 198, 208, 211, 216, 217, 224, 225, 226, 227

Orégano-brasileiro · 213

Orégano-francês · 120

P

Pariparoba · 164

Pesticidas · 33, 178

Pimenta-de-fruto · 156

Pimenta-de-macaco · 156

Pimenta-longa · 156

Piper aduncum L · 9, 156, 157, 162, 163, 211

Piper rivinoides Kunth · 164, 165, 169, 170

Piperaceae · 62, 64, 156, 162, 164

Planta aromática · 94

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng · 9, 120, 121, 127, 128, 129, 130, 132

Plectranthus barbatus Andrews · 9, 142, 143

Plectranthus ornatus Codd · 9, 133, 134, 139, 140, 141

Potencial medicinal · 88, 196

Pragas agrícolas · 33, 208

Processo de extração · 40

Produtos naturais · 17, 18, 24, 28, 32, 33, 50, 98, 127, 189, 224, 227

Produtos seguros · 50

Psidium sobralianum landrum & proença · 9, 64, 149, 150

Pteridófitas · 55

Pureza do óleo · 46, 50

Q

Qualidade · 19, 41, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 85, 110, 180, 199, 207, 217, 225

Qualidade dos óleos · 50, 52, 53, 54

Quimiotipos · 32, 33, 73, 159, 197, 199, 209, 217

R

Raízes · 24, 27, 66, 71, 90, 113, 194

Ruão · 164

S

Salva-do-marajó · 213

Sálvia morada · 193

Segurança · 25, 33, 50, 53, 75, 83, 84, 91, 98, 101, 108, 110, 117, 126, 137, 138, 175, 180, 181, 189, 198, 225, 226

Sementes · 24, 27, 34, 71, 89, 121, 150, 157, 172, 204, 214, 227, 228

Semiárido · 11, 17, 55, 61, 68, 181, 226

Sesquiterpenóides · 27, 28

Sete-sangrias · 171

Solventes orgânicos · 37, 195

T

Tapa-buraco · 156

Técnicas de extração · 33

Terpenóides · 28, 29, 30, 46, 100

Toxicidade · 25, 33, 46, 51, 71, 75, 83, 84, 90, 92, 98, 101, 107, 108, 109, 110, 117, 126, 127, 137, 138, 145, 147, 154, 160, 166, 173, 175, 179, 180, 182, 198, 208, 209, 218, 219, 220, 224

U

Uso comercial · 80

Usos terapêuticos · 80

V

Vanillosmopsis arborea baker · 79

Velame-do-campo · 105

Verbenaceae · 58, 63, 64, 65, 104, 172, 181, 184, 186, 190, 191, 193, 200, 201, 203, 209, 210, 214, 220, 221

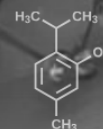
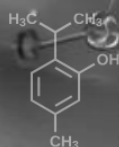
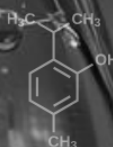
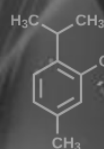
Vermífugo · 71, 88

LPPN

LABORATÓRIO DE PESQUISA DE PRODUTOS NATURAIS

Desde 2001 fazendo ciência no Cariri cearense

EDITORA
OMNIS SCIENTIA



Universidade Regional
do Cariri - URCA



UNILEÃO
Centro Universitário

Finep

INOVAÇÃO E PESQUISA
EMPRESA PÚBLICA DO MCTI



CAPES

CNPq

FUNDAÇÃO VINCULADA AO MCTI

FUNCAP

LPPN

LABORATÓRIO DE PESQUISA DE PRODUTOS NATURAIS

Desde 2001 fazendo ciência no Cariri cearense

EDITORA
OMNIS SCIENTIA



Universidade Regional
do Cariri - URCA



UNILEÃO
Centro Universitário



Finep
INOVAÇÃO E PESQUISA

EMPRESA PÚBLICA DO MCTI



CAPES



CNPq

FUNDACÃO VINCULADA AO MCTI



F U N C A P