

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/08/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until Aug. 28, 2025

RAFAEL BONCHRISTIANO REIS

**PROSPECÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS MEDICINAIS NATIVAS
DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA: SAZONALIDADE, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**

Botucatu

2024

RAFAEL BONCHRISTIANO REIS

**PROSPECÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS MEDICINAIS NATIVAS
DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA: SAZONALIDADE, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia - Horticultura

Orientadora: Marcia Ortiz Mayo Marques

Coorientador: Lin Chau Ming

Botucatu

2024

R375p

Reis, Rafael Bonchristiano

Prospecção de óleos essenciais de plantas medicinais nativas de um fragmento de floresta : sazonalidade, composição química e atividade antimicrobiana / Rafael Bonchristiano Reis. -- Botucatu, 2024

115 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Marcia Ortiz Mayo Marques

Coorientadora: Lin Chau Ming

1. bioprospecção. 2. óleos essenciais. 3. RENISUS. 4. sazonalidade. 5. atividade antimicrobiana. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título:

PROSPECÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS MEDICINAIS NATIVAS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA: SAZONALIDADE, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

AUTOR: RAFAEL BONCHRISTIANO REIS

ORIENTADORA: MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

COORDENADOR: LIN CHAU MING

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:

Dr.ª MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES (Participação Virtual)

Centro de Pesquisa de Recursos Genéticos Vegetais / Instituto Agrônomo de Campinas IAC

Documento assinado digitalmente
MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES
Data: 28/02/2024 20:57:48-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Documento assinado digitalmente
FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM
Data: 01/03/2024 11:04:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. MARCELO TELASCRÊA (Participação Virtual)
Engenharia Química / Centro Universitário Sagrado Coração

Documento assinado digitalmente
MARCELO TELASCRÊA
Data: 01/03/2024 09:42:41-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Botucatu, 28 de fevereiro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Profundos agradecimentos às vidas que dividiram o espaço e tempo aos quais me inseri. Até mesmo àquelas que não dividiram, mas que ainda ecoam no mundo através das artes. Grato por todos que “abriram a roda” para eu participar, colegas da FCA de Botucatu e da “Horti”: Bárbara, Walney, Moacir, Harlesson, Sinara, Jorgiani, Hélio, Júlia, Beatriz, José, Débora, Jolinda, Manu, Paulo, Hebert e Caio. Aos Professores Ismael, Tecchio, Isaac, Cristiano Funari, Silvio Nagy, Leonardo. Aos colegas da Fazenda Experimental de São Manuel. Às amigas Fran, Cristina, Ana Flávia e Elaine. Aos colegas da Rep. Vila Velha, Andres, Gabi, Gabriel e Júlio. Aos velhos amigos, Marcus “Tutty”, Thúlião, Alberto “Goves”, Victor, Ricardinho, Felipão, Álvaro. À minha família. A todos e todas do Laboratório de Fitoquímica do IAC, Mari, Paulo, Marina, Júlio, Jorge, Muriel, Murilo, Pedro, Dani, Jú, Sandra, Rose, Cássia e Ruth. À Patrícia e Débora da FEPAF. Àqueles que me orientaram e foram os responsáveis pela excelência do trabalho, Dicão, Prof. Marcelo Telascrea, Dra. Sandra M. P. Silva, Prof. Filipe Bonfim, Dra. Roselaine Facanali, Prof. Lin C. Ming e Profa. Marcia Ortiz M. Marques.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP nº: 2018/25812-1; 2017/50338-9).

RESUMO

Com a aprovação do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, instituído em dezembro de 2008 pela Portaria nº 2.960, diversas iniciativas foram tomadas para que as plantas medicinais pudessem ser empregadas no sistema único de saúde brasileiro. Conjuntamente foi elaborada a Relação Nacional de Plantas Medicinais de interesse ao SUS (RENISUS), que inclui espécies nativas com eficácia terapêutica comprovada e utilizadas tradicionalmente pela população. O emprego criterioso destas plantas como medicamento requer estudos que forneçam parâmetros de identificação e controle de qualidade. Os princípios ativos encontrados nestas plantas podem ter ocorrência comum entre gêneros pertencentes à mesma família botânica, ou predominarem em uma única espécie. Sendo assim, a realização de análises da droga vegetal possibilita a caracterização do material e descoberta de substâncias com potencial uso terapêutico. A análise da composição química de uma droga vegetal deve sempre estar agregada às informações sobre os fatores bióticos e abióticos a qual a espécie foi cultivada ou coletada. Este projeto teve como objetivo a caracterização da composição química dos óleos essenciais e avaliação *in vitro* da atividade antimicrobiana dos seus óleos essenciais (OE) a partir da bioprospecção de espécies coletadas em duas épocas do ano (estação seca e chuvosa) na fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual, Botucatu –SP, a partir da busca de espécies aparentadas citadas na lista RENISUS. Foram feitas coletas nas estações seca e chuvosa das folhas das seguintes espécies: *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae); *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis* spp., *Mikania glomerata* Spreng., *Vernonanthura polyanthes* (Sprengel) Vega & Dematteis (Asteraceae); *Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S. Mill., *Cordia ecalyculata* Vell., *Cordia sellowiana* Cham., *Cordia superba* Cham. (Cordiaceae); *Croton floribundus* Spreng, *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae); *Bauhinia forficata* Link, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Erythrina falcata* Benth, *Machaerium scleroxylon* Tul. (Fabaceae); *Eugenia uniflora* L., *Psidium guajava* L. (Myrtaceae); *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae). A extração dos óleos essenciais foi realizada por hidrodestilação em aparato Clevenger, em triplicata. A análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-EM). Após a verificação da normalidade dos dados de rendimento e dos compostos majoritários, procedeu-se com a análise estatística, aplicando o teste t-pareado com um nível de

significância de 5%. Realizou-se a Análise de Componentes Principais para avaliar o conjunto de compostos observados nas diferentes espécies. Os óleos essenciais apresentaram rendimentos variáveis conforme as espécies, com rendimentos maiores para *Casearia sylvestris* (0,81% e 0,75%), *Baccharis dracunculifolia* (0,34% e 0,39%), *Copaifera langsdorffii* (0,49% e 0,29%) e *Eugenia uniflora* (0,25% e 0,36%). As espécies *Eugenia uniflora*, *Baccharis dracunculifolia*, *Casearia sylvestris*, *Croton floribundus*, *Croton urucurana* e *Machaerium scleroxylon* se destacaram pela atividade inibitória contra *Bacillus cereus* e *Escherichia coli*.

Palavras-chave: bioprospecção; óleos essenciais; RENISUS; sazonalidade; atividade antimicrobiana.

ABSTRACT

With the approval of the National Program of Medicinal Plants and Herbal Medicines, established in December 2008 by Ordinance No. 2,960, several initiatives were taken so that medicinal plants could be used in the Brazilian unified health system. At the same time, the National List of Medicinal Plants of Interest to the SUS (RENISUS) was prepared, which includes native species with proven therapeutic efficacy and traditionally used by the population. The judicious use of these plants as a medicine requires studies that provide identification and quality control parameters. The active ingredients found in these plants may have common occurrence between genera belonging to the same botanical family or predominate in a single species. Thus, the analysis of the herbal drug enables the characterization of the material and the discovery of substances with potential therapeutic use. The analysis of the chemical composition of herbal drugs should always be aggregated with information on the biotic and abiotic factors in which the species was cultivated or collected. The objective of this project was to characterize the chemical composition of essential oils and to evaluate, *in vitro*, the antimicrobial activity of their essential oils (EO) from the bioprospection of species collected in two seasons of the year (dry and rainy season) in the phytophysiology of Seasonal Semideciduous Forest, Botucatu – SP, from the search for related species mentioned in the RENISUS list. The leaves of the following species were collected in the dry and rainy seasons: *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae); *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis* spp., *Mikania glomerata* Spreng., *Vernonanthura polyanthes* (Sprengel) Vega & Dematteis (Asteraceae); *Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S. Mill., *Cordia ecalyculata* Vell., *Cordia sellowiana* Cham., *Cordia superba* Cham. (Cordiaceae); *Croton floribundus* Spreng, *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae); *Bauhinia forficata* Link, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Erythrina falcata* Benth, *Machaerium scleroxylon* Tul. (Fabaceae); *Eugenia uniflora* L., *Psidium guajava* L. (Myrtaceae); *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae). The extraction of the essential oils was carried out by hydrodistillation in a Clevenger apparatus, in triplicate. The analysis of the chemical composition of the essential oils was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). After verifying the normality of the yield data and of the major compounds, the statistical analysis was carried out, applying the paired t-test with a significance level of 5%. Principal Component Analysis was performed to evaluate the set of compounds

observed in the different species. The essential oils showed variable yields, with higher yields observed in *Casearia sylvestris* (0.81% and 0.75%), *Baccharis dracunculifolia* (0.34% and 0.39%), *Copaifera langsdorffii* (0.49% and 0.29%) and *Eugenia uniflora* (0.25% and 0.36%). The species *Eugenia uniflora*, *Baccharis dracunculifolia*, *Casearia sylvestris*, *Croton floribundus*, *Croton urucurana* and *Machaerium scleroxylon* stood up for their inhibitory activity against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*.

Keywords: bioprospecting; essential oils; RENISUS; seasonality; antimicrobial activity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	<i>Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS.....</i>	20
2.2	<i>Informações quimiotaxonômicas sobre as famílias botânicas alvo.....</i>	22
2.1.1	Família Anacardiaceae.....	23
2.2.2	Família Asteraceae (Compositae).....	25
2.2.3	Família Cordiaceae (Boraginaceae).....	28
2.2.4	Família Euphorbiaceae.....	31
2.2.5	Família Fabaceae (Leguminosae).....	32
2.2.6	Família Myrtaceae.....	35
2.2.7	Família Salicaceae.....	37
2.3	<i>Sazonalidade na produção de metabólitos especializados.....</i>	38
2.4	<i>Dados da Fazenda Experimental de Edgárdia.....</i>	40
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1	<i>Caracterização da área da Fazenda Edgárdia, Botucatu, São Paulo.....</i>	43
3.2	<i>Seleção dos gêneros investigados.....</i>	43
3.3	<i>Coleta, beneficiamento e secagem do material vegetal.....</i>	44
3.4	<i>Dados climáticos.....</i>	44
3.5	<i>Preparo das exsiccatas e identificação botânica.....</i>	46
3.6	<i>Extração e rendimento do óleo essencial das folhas.....</i>	46
3.7	<i>Caracterização da composição química dos óleos essenciais.....</i>	47
3.8	<i>Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais.....</i>	47
3.9	<i>Análises estatísticas.....</i>	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1	<i>Famílias botânicas, gêneros e espécies coletadas no município de Botucatu – SP.....</i>	50
4.2	<i>Rendimento dos óleos essenciais.....</i>	52
4.3	<i>Resultado da composição química dos óleos essenciais das espécies coletadas.....</i>	55
4.3.1	Família Anacardiaceae.....	55
4.3.2	Família Asteraceae.....	58

4.3.3	Família Cordiaceae.....	68
4.3.4	Família Euphorbiaceae.....	77
4.3.5	Família Fabaceae.....	83
4.3.6	Família Myrtaceae.....	93
4.3.7	Família Salicaceae.....	98
4.4	<i>Resultado da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais.....</i>	<i>101</i>
5	CONCLUSÕES.....	106
	REFERÊNCIAS.....	107

1 INTRODUÇÃO

Foi a partir do conhecimento tradicional que Richard Spruce, Ernst Von Bibra, Schultes, Humboldt e outros estudiosos oriundos de países desenvolvidos descobriram muitas das atuais drogas que foram isoladas ou desenvolvidas na indústria farmacêutica. Atualmente, por volta de 40% dos produtos farmacêuticos têm origem na natureza e no conhecimento tradicional, incluindo medicamentos de destaque como a aspirina, vincristina, morfina, entre outros (Organização Mundial da Saúde, 2023).

A prática da medicina tradicional e tratamentos complementares com o emprego de fitoterápicos têm se difundido entre os países membros da Organização Mundial da Saúde nos últimos anos. Segundo a Organização, 50% da população adulta na Alemanha faz uso de produtos fitoterápicos. Cerca de 88% dos Estados Membros reconheceram o uso da Medicina Tradicional e Complementar, o que corresponde a 170 Estados Membros (Organização Mundial da Saúde, 2019). Nestes países desenvolveram-se formalmente políticas, leis, regulamentos e programas voltados para o tema. Dentre eles, inclui-se o Brasil, ao incorporar no SUS o fornecimento de drogas vegetais, com a implementação do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos em dezembro de 2008. O estabelecimento deste Programa é relativamente recente e ainda requer o desenvolvimento de muita pesquisa em um tema que é multidisciplinar.

O Programa publicou uma lista (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS – RENISUS) que inclui 71 espécies empregadas na fitoterapia, tanto exóticas quanto nativas, as quais objetiva-se uma padronização para seu fornecimento no SUS. A grande maioria dos estudos utilizados nas monografias disponibilizadas pelo Ministério da Saúde avaliam a composição de princípios ativos obtidos dos extratos aquosos das plantas, demonstrando espaço para investigações na avaliação do uso medicinal de produtos do metabolismo vegetal que se obtêm através de outros métodos. Por exemplo explorar o potencial uso de óleos essenciais da flora regional para diferentes propósitos. Resultados de pesquisas relacionadas ao Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos possibilitaram a criação de um produto larvicida patenteado, contra o mosquito transmissor da dengue obtido a partir do óleo essencial da espécie vegetal *Lippia sidoides* Cham. (Brasil, 2018).

O óleo essencial é considerado um derivado vegetal que apresenta potencial farmacêutico, além de aplicações nas indústrias de alimentos e cosméticos. No âmbito farmacêutico e alimentício, tem-se explorado bastante o efeito antimicrobiano e anti-inflamatório de óleos essenciais, tendo como um exemplo, a fabricação do fitomedicamento Acheflan com ação anti-inflamatória para uso tópico à base de óleo essencial de *Varronia curassavica*, espécie nativa brasileira, conhecida como erva-baleeira, de interesse para o SUS (Brasil, 2009), totalmente desenvolvido com tecnologia brasileira (Facanali *et al.*, 2020).

O óleo essencial é um produto complexo do metabolismo vegetal constituído por diversas classes de substâncias, dentre elas, os terpenos. Assim como qualquer outro produto originado de matéria-prima vegetal, seu padrão químico é influenciado por fatores genéticos, ambientais, ontogênicos e de tratamentos pós-colheita (Montanari, 2023). Por este motivo, todo estudo prospectivo deve agregar informações sobre a origem do material vegetal, conjuntamente com a avaliação de sua composição química e realização de testes *in vitro*.

A análise da composição química dos óleos essenciais fornece suporte para o entendimento dos efeitos terapêuticos apresentados pelo uso da droga vegetal na forma de fitoterápico, uma vez, que pesquisas recentes sugerem que os terpenos presentes nos óleos essenciais podem apresentar sinergismo com outros princípios ativos em uma planta medicinal reduzindo efeitos colaterais (Russo, 2010).

Inserido no contexto do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização da composição química dos óleos essenciais de espécies aparentadas dos gêneros (Anacardiaceae, Asteraceae, Cordiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrtaceae e Salicaceae) das plantas constantes no RENISUS coletadas nas estações seca e chuvosa em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Botucatu, Estado de São Paulo. Assim como verificar atividade antimicrobiana dentre as espécies que se destacaram em termos de rendimento de óleo essencial.

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/08/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until Aug. 28, 2025

5 CONCLUSÕES

Os óleos essenciais apresentaram rendimentos variáveis, com rendimentos maiores durante o período chuvoso, destacando-se: *Casearia sylvestris*, *Baccharis dracunculifolia*, *Copaifera langsdorffii*, *Mikania* spp. e *Eugenia uniflora*.

A composição química dos óleos essenciais das espécies foi influenciada pela sazonalidade. De forma geral, verificou-se que os hidrocarbonetos sesquiterpênicos foram as substâncias predominantes nos óleos essenciais.

A espécie que apresentou maior potencial em relação à atividade antimicrobiana do óleo essencial foi *Eugenia uniflora*, com melhor resultado contra o microrganismo *Bacillus cereus* com concentração mínima bactericida de 0,062 mg/mL e 0,031 mg/mL para as coletas nas estações seca e chuvosa, respectivamente. O óleo essencial desta espécie também foi capaz de suprimir o crescimento de colônias de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermides*.

REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). **Asteraceae Family**. Disponível em: <https://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 17 dez. 2023.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas-chromatography/mass spectrometry**. 4 ed. Allured, 2017.

ALMEIDA, L. F. R. *et al.* Dry and wet seasons set the phytochemical profile of the *Copaifera langsdorffii* Desf. essential oils. **Journal of Essential Oil Research**, v.26, p.292-300, 2014.

ALVES, T. R. **Diversidade de mamíferos de médio e grande porte e sua relação com o mosaico vegetacional na Fazenda Experimental Edgárdia, Unesp, Botucatu/SP**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, 111p., 2009.

AMARAL, J. G. **Estudo das variações sazonais e intrapopulacional dos metabolitos secundários majoritários das folhas de *Eremanthus glomerulatus* Less. (Asteraceae)**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, 156p, 2008.

Asteraceae *in* **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB55>. Acesso em: 17 dez. 2023

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Quim. Nova**, v.30, n.8, p.1959-1965, 2007.

BELL, E. A.; CHARLWOOD. **Secondary plant products**. Springer-Verlag, New York, 1980, 674p.

BONNER, J.; GALSTON, A. W. **Principles of plant physiology**. W. H. Freeman & Co. San Francisco, 1992, 499p.

BRANT, R. S. *et al.* Teor do óleo essencial de cidrão [*Aloysia triphylla* (L'Her.) Britton] em função da variação sazonal. **Rev. Bras. Pl. Med.** v.10, n.2, p.83-88, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos no Sistema Único de Saúde**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/pnpmf/plantas-medicinais-e-fitoterapicos-no-sus>. Acesso em: 21 dez. 2023

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul** / Lidio Coradin; Alexandre Siminski; Ademir Reis – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Croton cajucara* Benth, Euphorbiaceae (sacaca)** Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Mikania glomerata* Spreng., Asteraceae (guaco)** Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Lippia sidoides* Cham., Verbenaceae (alecrim-pimenta).** Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informações sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae (aroeira-da-praia)** Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.** Brasília, DF. 2009, 135p.

CARUZO, M. B. R. *et al.* *Croton*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17512>. Acesso em: 02 ago. 2023

CARVALHO, W.; PANOSO, L. A., MORAES, M. H. Levantamento semidetalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia, município de Botucatu - SP. **Boletim Científico Faculdade Ciências Agrônômicas**. UNESP (Botucatu), n. 2, 1991. 242 p.

CASSOLA, H. **Aspectos da estrutura fitossociológica e silvigenética em fragmentos de floresta estacional semidecídua com diferentes histórias de perturbação em Botucatu, SP**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 86p., 2008.

CASTRO, M. S. *et al.* *Vernonanthura*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/fb602891>. Acesso em: 15 dez. 2023

CAZELLA, L. N. *et al.* Antimicrobial activity of essential oil of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) aerial parts at flowering period. **Frontiers in plant science**, v.10, p.27, 2019.

Cordiaceae. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB624866>. Acesso em: 15 dez. 2023

CORREA-JUNIOR, C. C.; SCHEFFER, M. C.; MING, L. C. **Cultivo agroecológico de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Ministério de desenvolvimento agrícola. Curitiba. 2006, 147p.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, 1981, 1262p.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. The New York Botanical Garden, New York, 1988, 534p.

DUARTE, M. C. T. *et al.* Anti-*Candida* activity of Brazilian medicinal plants. **Journal of ethnopharmacology**, v.97, p.305-311, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

ESTEVES, I. *et al.* Gastric antiulcer and anti-inflammatory activities of the essential oil from *Casearia sylvestris* Sw. **Journal of Ethnopharmacology**, v.101, p.191-196. 2005.

Eugenia. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10560>. Acesso em: 02 ago. 2023

Fabaceae. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB115224>. Acesso em: 02 ago. 2023

FABIANE, K. C. *et al.* Physicochemical characteristics of the essential oils of *Baccharis dracunculifolia* and *Baccharis uncinella* DC (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p.197-203, 2008.

FACANALI, R.; MARQUES, M. O. M.; HANTAO, L. W. Metabolic profiling of *Varronia curassavica* Jacq. terpenoids by flow modulated two-dimensional gas chromatography coupled to mass spectrometry. **Separations**, v.7, n8, p.1-17, 2020.

FARNSWORTH, N. R. *et al.* Medicinal plants in therapy, **Bulletin of the World Health Organization**, v.63, n.6, p.965-981, 1985.

FERNANDES, T. M. **Plantas medicinais**: memória da ciência no Brasil. Editora Fiocruz, 2004.

FERREIRA, G. K. *et al.* Avaliação sazonal circadiana do óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* G.Mey. (Piperaceae). **Braz. J. of Develop.** v.6, n.6, p.41356-41369, 2020.

FIGUEIREDO, A. S. G. **Efeito da sazonalidade no perfil químico e na atividade antioxidante de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) e ação modulatória desta planta sobre o metabolismo oxidativo de neutrófilos**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, 30p, 2010.

FILARDI, F. L. R.; CARDOSO, D. B. O. S.; LIMA, H.C. *Machaerium*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB29780>. Acesso em: 02 ago. 2023

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Florestalis**, v.57, p.27-43, 2000.

GALLON, M. E. *et al.* Metabolomic analysis applied to chemosystematics and evolution of megadiverse Brazilian Vernoniae (Asteraceae). **Phytochemistry**, v.150, p.93-105, 2018.

GAZIM, Z. C. *et al.* Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological investigations of *Baccharis dracunculifolia* DC.(ASTERACEAE). **Frontiers in Pharmacology**, 13, 1048688, 2022.

GILANI, A. H.; RAHMAN, A. Trends in ethnopharmacology. **Journal of ethnopharmacology**, v.100, p.43-49, 2005.

GOBBO-NETO; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GUIMARÃES, B. D. A. *et al.* Seasonality, composition, and antioxidant capacity of limonene/ δ -3-carene/ (E)-caryophyllene *Schinus terebinthifolia* essential oil chemotype from the brazilian amazon: a chemometric approach. **Plants**, v.12, 2497, 2023.

HEIDEN, G. *Baccharis*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB5177>. Acesso em: 01 ago. 2023

HOFMANN, A. **LSD and the divine scientist: the final thoughts and reflections of Albert Hofmann**. Vermont: Park Street Press, 2013.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 123 p.

INOUE, Y. *et al.* The antibacterial effects of myrcene on *Staphylococcus aureus* and its role in the essential oil of the tea tree (*Melaleuca alternifolia*). **Natural medicines**, v.58, p.10-14, 2004.

ISHARA, K. L. **Aspectos florísticos e estruturais de três fisionomias de cerrado no município de Pratânia, São Paulo**. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, 156p., 2010.

JONES, S. B.; LUCHSINGER, A. E. **Plant systematics**. McGraw-Hill, New York, 2nd ed. 1986, 512p.

JORGE, L. A. B. *et al.* Estrutura diamétrica e arranjo especial das espécies mais abundantes de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Botucatu, SP. **Floresta e Ambiente**, v.22, n3. p.355-367, 2015.

JOSEPH, B.; PRIYA, R. M. Phytochemical and biopharmaceutical aspects of *Psidium guajava* (L.) essential oil: a review. **Research Journal of Medicinal Plants**, v.5, p.432-442, 2011.

KATIKOU, P. *et al.* An updated review of tetrodotoxin and its peculiarities. **Marine Drugs**, v.20, 47, 2022. <https://doi.org/10.3390/md20010047>

KOEHN, F. E.; CARTER, G. T. The evolving role of natural products in drug discovery. **Nature reviews drug discovery**, v.4, p.206-220, 2005.

LEGAULT, J.; PICHETTE, A. Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.59, p.1643-1647, 2007. <https://doi.org/10.1211/jpp.59.12.0005>

LIMA, E. J. S. P. D. *et al.* Antitumor effect of the essential oil from the leaves of *Croton matourensis* Aubl. (Euphorbiaceae). **Molecules**, v.23, 2974. 2018. <https://doi.org/10.3390/molecules23112974>

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: Nativas e exóticas. Instituto Plantarum, 2002.

LUU-DAM, N. A. *et al.* Chemistry and bioactivity of *Croton* essential oils: literature survey and *Croton hirtus* from vietnam. **Molecules**, v.28, 2361, 2023. <https://doi.org/10.3390/molecules28052361>

MARANGONI, J. A. *et al.* Geographical variation in the chemical composition, anti-inflammatory activity of the essential oil, micromorphology and histochemistry of *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Journal of Ethnopharmacology**, v.301, 115786, 2023.

MARQUETE, R.; MEDEIROS, E. V. S. S. Salicaceae. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14384>. Acesso em: 02 ago. 2023

MARTINS, D. **Classificação climática de Botucatu-SP**. Botucatu: Departamento de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999.

MARTINS, M. V. *Erythrina*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB29676>. Acesso em: 02 ago. 2023

MILAN, E.; MORO, R. S. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terra Plural**, v.10, n.1, p.75-88, 2016.

MINTEGUIAGA, M. *et al.* Recent findings in the chemistry of odorants from four *Baccharis* species and their impact as chemical markers **Chemistry & Biodiversity**, v.12, p.1339-1348, 2015.

MINTEGUIAGA, M. *et al.* Morphoanatomy and essential oil analysis of *Baccharis trimera* (Less.) DC.(Asteraceae) from Uruguay. **Industrial Crops and Products**, v.112, p.488-498, 2018.

MISRA, A.; SRIVASTAVA, S. Chemotaxonomy: an approach for conservation & exploration of industrially potential medicinal plants. **J. Pharmacognosy & Nat. Products**, v.2, n.4, p.1-2, 2016.

MONTANARI, I. Melhoramento de espécies nativas aromáticas: produtividade, rastreabilidade e qualidade. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 11., 2023, Campinas. **Palestras [...]** Campinas, SP: Instituto Agrônomo (IAC), 2023. ISBN 978-65-88904-09-1

MOREIRA, L. **Análise morfométrica e biodiversidade da vegetação na microbacia hidrográfica da Fazenda Experimental Edgárdia**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 75p. 2007.

MORENO-PIZANI, M. A. *et al.* Essential oil content of *Baccharis crispa* Spreng. regulated by water stress and seasonal variation. **AgriEngineering**, v.2, p.458-470, 2020.

Myrtaceae. *In*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB171>. Acesso em: 17 dez. 2023

PARREIRA, N. A. *et al.* Antiprotozoal, schistosomicidal, and antimicrobial activities of the essential oil from the leaves of *Baccharis dracunculifolia*. **Chemistry & biodiversity**, v.7, p.993-1001, 2010.

PAULUS, D. *et al.* Teor e composição química de óleo essencial de cidrô em função da sazonalidade e horário de colheita. **Hort. Bras.** v.31, n.2, p.203-209, 2013.

PEREIRA, C. H. A. **Efeito da sazonalidade na produção de substâncias em *Piper aduncum* L.** Monografia (Graduação), Universidade de Taubaté, 45p. 2019.

PHILIPPE, G.; ANGENOT, L. Recent developments in the field of arrow and dart poisons. **Journal of ethnopharmacology**, v.100, p.85-91, 2005.

PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO, R. Florística de uma floresta estacional semidecidual localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP. **Brasil. Acta. Bot. Bras.** v.22, n.4, p.1085-1094. 2008.

PROCHNOW, D. **Crescimento, produção e qualidade do óleo essencial de *Aloysia triphylla* em função da disponibilidade hídrica e sazonalidade**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria, 2015, 57 p.

PROENÇA, C. E. B.; COSTA, I. R.; TULER, A. C. *Psidium*. *In*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB24034>. Acesso em: 02 ago. 2023

RAMAWAT, K. G. An introduction to biodiversity and chemotaxonomy. *In*: Ramawat, K.G. **Biodiversity and Chemotaxonomy, Sustainable Development and Biodiversity**, Springer Nature, Switzerland, p.1-20, 2019.

RÄTSCH, C. **The encyclopedia of psychoactive plants: Ethnopharmacology and its applications**. Switzerland: Park Street Press Rochester, 1997.

RIBEIRO, S. M.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. **Iheringia, série Botânica**, v.73, n.1, p.31-39, 2018.

RITTER, M. R. *et al.* *Mikania*. *In*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB5378>. Acesso em: 01 ago. 2023

RIZZINI, C. T. **Tratamento de fitogeografia do Brasil: aspectos florísticos e estruturais**. São Paulo: HUCITEC, EDUSP, 1979. v.2, 374 p.

RUSSO, E. B. Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. **British journal of pharmacology**, v.163, p.1344-1364, 2011.

RUSSO, E. B.; MARCU, J. *Cannabis* pharmacology: the usual suspects and a few promising leads. **Advances in Pharmacology**, v.80, p.67-134, 2017.

SALAZAR, G. J. T. *et al.* Phytochemical characterization of the *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae) essential oil and antibacterial activity evaluation. **Industrial Crops & Products**, v.122, p.591–595, 2018.

Salicaceae. *In*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/fb214>. Acesso em: 17 dez. 2023

SANTANA, J. S. *et al.* Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves – chemical composition and *in vitro* cytotoxicity evaluation. **Pharmaceutical Biology**, v.50, p.1248-1253, 2012.

SANTOS, A. C. *et al.* Antifungal effect of *Schinus molle* L., Anacardiaceae, and *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, essential oils of Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, p.154-159, 2010.

SATO, L. M.; ENGEL, V. L. **Regeneração natural em ecounidades maduras e em reorganização de fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Instituto de Biociências – UNESP, 2010, 28p.

SCHIMITBERGER, V. M. B. *et al.* Volatile compounds profile changes from unripe to ripe fruits of Brazilian pepper (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Industrial Crops and Products**, v.119, p.125-131, 2018.

SILVA, D. T. *et al.* Análise do efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial das folhas de *Nectandra grandiflora* Nees. **Revista Árvore**, v.39, n.6, p.1065-1072, 2015.

SILVA-LUZ, C. L. *et al.* *Anacardiaceae*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15471>. Acesso em: 17 dez. 2023

SINGH, R. Chemotaxonomy: a tool for plant classification. **Journ. Medic. Pl. Studies**, v.4, n.2, p.90-93, 2016.

SINGH, R.; GEETANJALI, J. Chemotaxonomy of medicinal plants: possibilities and limitations. In: Singh, R. **Natural Products and Drug Discovery**, Elsevier, Switzerland, p.119-126, 2018.

SIVICASA, D. C. L. **Caracterização estrutural e de biodiversidade de árvores e aves em florestas de cuesta de Botucatu**: existe relação entre estoque de carbono e biodiversidade? Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, 233p., 2020.

SOUZA, M. M. **Análise paleoambiental quaternária do ecótono Cerrado/Mata Atlântica no município de Mogi-Guaçu, SP**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, 98p., 2014.

SOUZA, P. V. R. D. *et al.* *Vernonia polyanthes* (Spreng.) Less.: uma visão geral da sua utilização como planta medicinal, composição química e atividades farmacológicas. **Revista Fitos**, v.126, p.105-115, 2017.

STACE, C. A. **Plant taxonomy and biosystematics**. Edward Arnold, London, 2nd ed. 1989.

STAPF, M. N. S. *Cordia*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB116137>. Acesso em: 01 ago. 2023

SUSSA, F. V. **Efeito do manejo agrícola, da sazonalidade e dos elementos traço na produção dos óleos voláteis de erva-cidreira (*Melissa officinalis* L.)**. Tese (Doutorado), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 128p. 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Plant physiology and development**. Ed. 6. Sinauer associates incorporated, 2015.

TANKEU, S. Y. *et al.* Essential oil variation of *Tagetes minuta* in South Africa – a chemometric approach. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.51, p.320-327, 2013.

THIESEN, L. A. **Disponibilidade hídrica e sazonalidade sobre a fitomassa, anatomia foliar e produção de óleo essencial de cidró**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, 98p, 2019.

TRIPATHI, Y. C.; ANJUM, N. Chemotaxonomy evaluation of medicinal and aromatic plants used in Ayurveda. *In*: DHIMAN *et al.* **Recent trends in good agricultural and collection practices for medicinal plants**. Central Council for Research in Ayurvedic Sciences, New Delhi, 2015. p.345-376.

UPTON, R. *et al.* **American herbal pharmacopoeia**: botanical pharmacognosy-microscopic characterization of botanical medicines. CRC Press, 2016.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of chromatography**. v,11, p.463-471.1963.

VICTORIA, F. N. *et al.* Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: antioxidant and antimicrobial properties. **Food and chemical toxicology**, v.50, p.2668-2674, 2012.

WANDERLEY, M. G. L. *et al.* **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Volume 5. Instituto de Botânica, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global report on traditional and complementary medicine 2019**. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/312342>. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/traditional-medicine-has-a-long-history-of-contributing-to-conventional-medicine-and-continues-to-hold-promise>. Acesso em: 23 de dez. 2023

XIA, J. *et al.* MetaboAnalyst 3.0 - making metabolomics more meaningful. **Nucleic Acids Research**. v.43, p.251-257, 2015.

YANAGIZAWA, Y. A. N. P.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Composição florística e estrutura da comunidade de plantas do estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.459-467, 1999.

ZHANG, Y. *et al.* Chemical variability in volatile composition among five species of genus *Solidago* (Asteraceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v.84, p.42-46, 2019.

ZIDORN, C. Plant chemophenetics – A new term for plant chemosystematics/plant chemotaxonomy in the macro-molecular era. **Phytochemistry**, v.163, p.147–148, 2019.