

Composição química do óleo essencial de *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) no sul da Bahia, Brasil

Essential oil composition of *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) from South Bahia, Brazil

Carolina Weber Kffuri^{1,3}, Roger Raupp Cipriano², Cicero Deschamps², Pedro Melillo de Magalhães³,
Jailson Santos de Novais¹ & Gabriela Narezi^{1,3}

1. Universidade Federal do Sul da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais (UFSB/IFBA), Porto Seguro, Bahia, Brasil

2. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia, Laboratório de Ecofisiologia, Curitiba, Paraná, Brasil

3. Universidade Federal do Sul da Bahia, Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica Pau-Brasil (NEA-PB), Porto Seguro, Bahia, Brasil

Resumo

O óleo essencial dos frutos de *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) do sul da Bahia foi isolado por hidrodestilação. A composição química do óleo essencial foi examinada por GC-MS e resultou em 19 compostos, sendo identificados 98,77% do óleo. Os compostos majoritários foram α -felandreno (24,46%), β -felandreno (14,64%), β -pineno (13,53%), α -pineno (11,33%), mirceno (7,41%) e o-cimeno (6,07%). Os compostos presentes no óleo essencial de *X. sericea* apontam para uma diversidade de ações farmacológicas, potencial no tratamento de doenças e, em especial, como agente antimicrobiano e pesticida natural, evitando o uso de agrotóxicos que aumentam a contaminação humana e ambiental e a resistência em diversas espécies.

Abstract

The essential oil from *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) fruits from Southern Bahia was isolated by hydrodistillation. The chemical composition of the essential oil was examined by GC-MS and resulted in 19 compounds, being identified 98.77% of the oil. The major compounds were α -phellandrene (24.46%), β -phellandrene (14.64%), β -pinene (13.53%), α -pinene (11.33%), myrcene (7.41%), and o-cymene (6.07%). The compounds present in the essential oil of *X. sericea* point to a variety of pharmacological actions, potential in the treatment of diseases, and especially as an antimicrobial agent and natural pesticide, avoiding the use of pesticides that increase human and environmental contamination and resistance in several species.

Palavras-chave:

α -felandreno. β -felandreno. Biodiversidade. Bioinsumos. Mata Atlântica.

Keywords:

α -phellandrene. β -phellandrene. Atlantic Forest. Biodiversity. Bioinputs.

Recebido em: 30/08/2023

Aceito em: 20/03/2024

Editora responsável: Cristiana B. N. Costa (UFSB)

eISSN: 2595-6752



Introdução

A ecorregião conhecida como Floresta Costeira da Bahia (Saiter et al., 2016) é designada como um *hot-point* dentro do *hotspot* da Mata Atlântica, devido à alta biodiversidade e à incidência de espécies endêmicas e ameaçadas (Martini et al., 2007; Myers et al., 2000). É uma área crítica para a conservação da biodiversidade (Mittermeier et al., 2011; Ostroski et al., 2018) e para pesquisas com espécies vegetais que possuem atividades biológicas e terapêuticas.

O gênero *Xylopia* L., pertencente à família Annonaceae, é composto por aproximadamente 160 espécies de distribuição pantropical e está representado no Brasil por 35 espécies (Flora e Funga do Brasil, 2024). Numerosas espécies entre as Annonaceae são odoríferas, consequência da presença de óleos essenciais, contendo principalmente compostos terpênicos (Fournier et al., 1999). O gênero *Xylopia* produz uma variedade de metabólitos, incluindo óleos essenciais,



alcalóides, taninos, amidas, lignóides, acetogeninas e terpenóides (Silva et al., 2009; Moreira et al., 2013).

A espécie *Xylopia sericea* A.St.-Hil. é nativa do Brasil e conhecida popularmente como pindaíba, pindaíba-vermelha, embiriba ou pimenta-de-macaco. Está associada a solos inférteis e ricos em Fe e Al (Figueiredo et al., 2022). É considerada uma espécie pioneira de dispersão zoocórica, perenifólia e de crescimento rápido, distribuída geograficamente nos biomas do Cerrado (*lato sensu*), Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (Flora e Funga do Brasil, 2024). É tradicionalmente utilizada como alimento e, na medicina popular, como analgésico, carminativo, anti-inflamatório, antimalárico e em distúrbios gástricos (Craveiro; Alencar, 1986; Silva et al., 2015; Gomes et al., 2022). Estudos científicos dos últimos dez anos apontam que o óleo essencial dessa espécie apresenta atividade antioxidante, bactericida, anti-inflamatória, antiplasmódica, inibidora da enzima urease e preventiva do crescimento do *H. pylori* (Mendes et al., 2017; Gontijo et al., 2019; Gomes et al., 2022). Este é o primeiro trabalho sobre o perfil químico do óleo essencial de *X. sericea* ocorrente na Bahia, e é fundamental para analisar comparativamente a composição química da espécie e revelar diferenças nos metabólitos associados a áreas geográficas e época de colheita, assim como apontar possíveis usos e novas pesquisas.

Materiais e Métodos

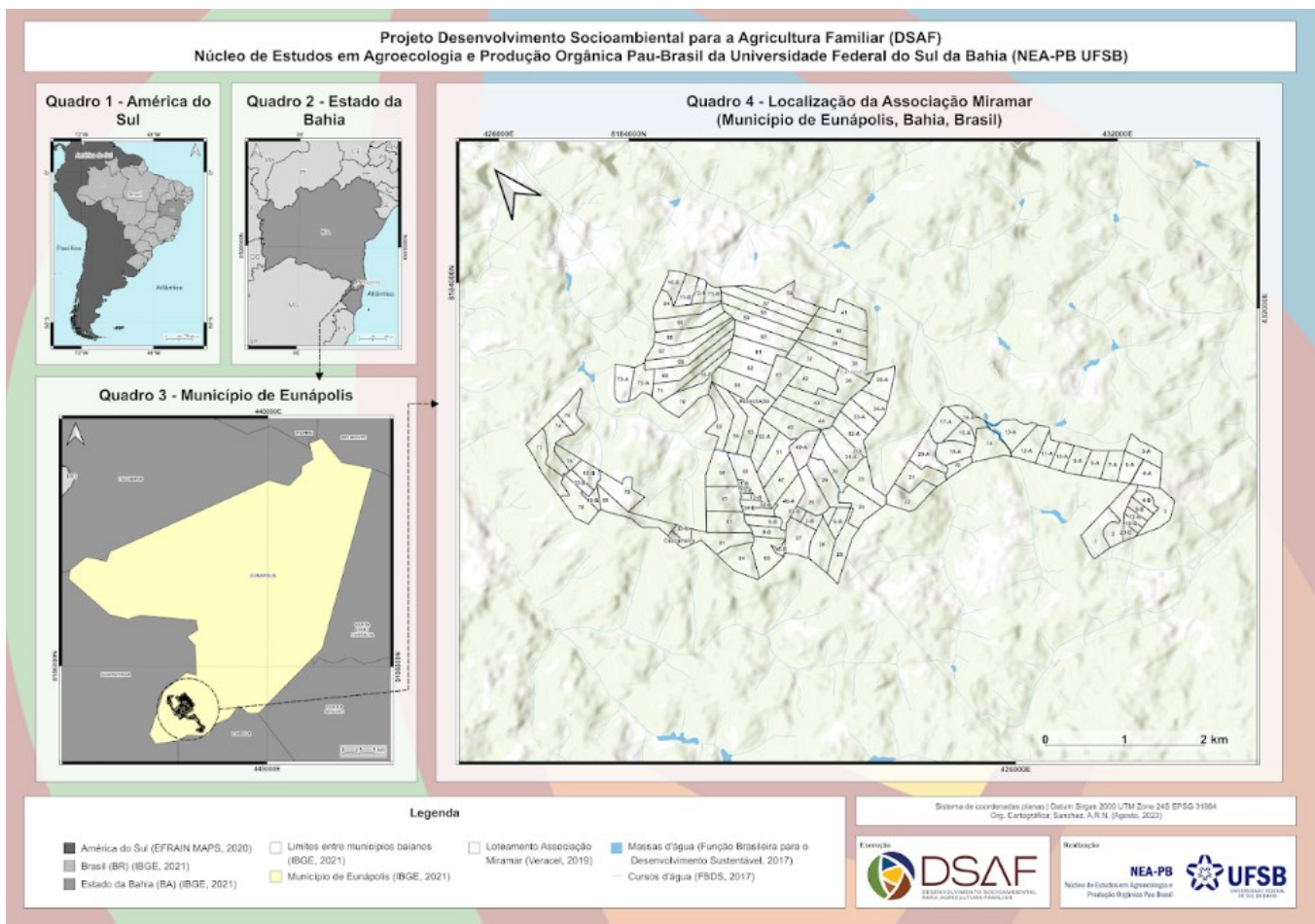
Material Botânico

Os frutos de *Xylopia sericea* foram coletados na área da Associação Agrícola Comunitária Miramar, no município de Eunápolis, Bahia (16.4508S 39.6831W) (Figura 1), no mês de fevereiro de 2023. Neste local, observou-se uma frutificação por ano. As plantas foram secas à temperatura ambiente (20 °C) por 5 dias e, posteriormente, acondicionadas em sacos de papel Kraft até a extração do óleo essencial e identificação da composição química.

Extração e Análise dos Óleos Essenciais

A quantidade de 20 g de material vegetal fresco foi utilizada. A extração do óleo essencial ocorreu por hidrodestilação em aparelho Clevenger, por duas horas. Vinte gramas de frutos foram secas em estufa a 65 °C até atingir peso constante para determinar a massa seca. O rendimento foi determinado pesando-se o óleo extraído e levando-se em consideração o peso de massa seca, sendo expresso em massa por massa (mg/g). O óleo extraído foi armazenado em freezer a -20 °C até o momento de análise. Trata-se de uma análise qualitativa de amostra de óleo essencial por cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas (GC-MS). Ou seja, não se trata de uma quantificação com padrão/padrões internos, mas sim o

Figura 1. Localização da Associação Agrícola Comunitária Miramar em Eunápolis, Bahia.



percentual relativo de cada analito presente na amostra. Para a preparação das amostras, uma alíquota de 20 mg da amostra foi transferida para frasco de 2 ml e adicionado 1,0 ml de acetato de etila. As condições cromatográficas: Coluna capilar: HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m); Temperaturas: injetor = 220 °C; coluna = 60 °C, 3 °C/min, 240 °C; detetor = 250 °C Volume injetado: 1,0 μ l, Vazão do gás de arraste (He): 1,0 ml/min. A identificação foi realizada através do cálculo dos índices de retenção dos analitos, utilizando-se a co-injeção de uma mistura de padrões de hidrocarbonetos (C8 a C24), comparação com a biblioteca eletrônica do equipamento (NIST-11) e com dados da literatura (Adams, 2007).

Resultado e Discussão

De acordo com o perfil químico do óleo essencial de *Xylopiá sericea* (OXS), foram encontrados 19 compostos (Tabela 1), totalizando 98,77% de compostos identificados. Os compostos majoritários são α -felandreno (24,46%), β -felandreno (14,64%), β -pineno (13,53%), α -pineno (11,33%), mirceno (7,41%) e o-cimeno (6,07%).

Abaixo é apresentada a tabela com a identificação dos analitos da amostra do óleo essencial. A identificação foi realizada através do cálculo dos índices de retenção dos analitos, utilizando-se a co-injeção de uma mistura de padrões de hidrocarbonetos (C8 a C24), comparação com a biblioteca eletrônica do equipamento (NIST-11) e com dados da literatura (Adams, 2007).

Câmara et al. (1996) encontraram 15 compostos nos frutos de *X. sericea*, sendo os principais mirceno (21,68%), β -pineno (13,01%) e β -elemene (10,32%). Pontes et al. (2007) encontraram 24 compostos e apontaram β -pineno (45,59%), α -pineno (17,18%), mirceno (9,13) e α -Copaeno (7,47) como compostos majoritários,

Tabela 1. Composição química dos óleos essenciais dos frutos de *Xylopiá sericea* coletados na Associação Agrícola Comunitária Miramar, Eunápolis, Bahia. *IRcalc = Índice de retenção calculado; **IRtab = Índice de retenção tabelado (Adams, 2007).

	Compostos	IRcalc*	IRtab**	%
1	α-pineno	931	932	11,33
2	canfeno	945	946	2,11
3	sabineno	971	969	4,07
4	β-pineno	975	974	13,53
5	mirceno	990	988	7,41
6	α-felandreno	1007	1002	24,46
7	o-cimeno	1022	1022	6,07
8	β-felandreno	1027	1025	14,64
9	1,8-cineol	1028	1026	1,96
10	(E)- β -ocimeno	1044	1044	1,09
11	linalool	1099	1095	0,52
12	borneol	1161	1165	1,89
13	terpinen-4-ol	1173	1174	0,84
14	α -terpineol	1187	1186	1,11
15	verbenona	1202	1202	1,96
16	acetato de isobornila	1289	1283	1,67
17	trans-cariofileno	1418	1417	1,07
18	germacreno D	1480	1480	2,11
19	biciclogermacreno	1495	1500	0,93
Monoterpenos hidrocarbonetos				84,71
Monoterpenos oxigenados				9,95
Sesquiterpenos hidrocarbonetos				4,11
Identificados				98,77

corroborando com os resultados dessa pesquisa, com exceção de β -elemene (Câmara et al., 1996) e α -copaeno (Pontes et al., 2007) e os altos teores de α - e β -felandreno encontrados em Eunápolis. Craveiro e Alencar (1986) encontraram 84 compostos no OXS, sendo os principais compostos 1,8 cineol (22,32%), o-cimeno (17,92%), β -pineno (6,85%) e α -pineno (6,35%). Mendes et al. (2017) encontraram também 84 compostos voláteis nos frutos de *X. sericea*, os principais compostos identificados foram os sesquiterpenos espatulenol (16,42%), guaiol (13,93%) e germacreno D (8,11%), diferindo bastante da composição desta pesquisa pela ausência de guaiol e de spatulenol, considerado um marcador químico da família Annonaceae (Costa et al., 2009).

Corroborando com os resultados encontrados na literatura (Craveiro; Alencar, 1986; Camara et al., 1996; Pontes et al., 2007), o OXS apresentou maior porcentagem de monoterpenos (78,94%) em comparação com sesquiterpenos (21,06%), com exceção de Mendes et al. (2017), que encontraram a maioria de sesquiterpenos na composição, além de diterpenos. A síntese de metabólitos secundários é regulada por vários fatores ambientais, e também durante o desenvolvimento das plantas, com alterações tanto nas concentrações como na constituição química (Sangwan et al., 2001; Gobbo-Neto; Lopes, 2007). Dois fatores ambientais que têm influência considerável sobre a produção de óleos voláteis são a temperatura e a disponibilidade hídrica. Além disso, fatores genéticos são importantes na determinação do teor e da composição de metabólitos secundários. A composição geral dos terpenos é característica para cada espécie, mas alguns dos terpenos, como o β -felandreno, estão sob forte controle genético (Baradat; Yazdani, 1988).

O composto majoritário α -felandreno é um monoterpene cíclico muito comum encontrado em vários óleos essenciais. Recebeu esse nome da espécie *Eucalyptus pbellandra* (agora *E. radiata* Sieber ex DC.), a planta de onde foi isolado pela primeira vez (Radice et al., 2022; Thangaleela et al., 2022). É usado para produzir fragrâncias, sabões, detergentes, cremes e loções, e sua atividade biológica é de interesse na agricultura, em alimentos e rações, e suas propriedades farmacológicas são de interesse para as indústrias farmacêutica e cosmética (Radice et al., 2022). Plantas brasileiras com alto teor de α -felandreno são: *Schinus terebinthifolia* Raddi (34,38%), *Schinus molle* L. (46,52%), *Aniba rosiodora* Ducke (22,8%), *Piper dilatatum* Rich. (22,5%) *Lantana camara* L. (16,4%) e *Xylopiá aromática* (Lam.) Mart. (2,2-6,4%).

O crescimento de *Xylopiá sericea* em condições climáticas do sul da Bahia resultou em 24,46% de α -felandreno. É o monoterpene mais reativo, conhecido por sua degradação troposférica e formação de aerossol (Mackenzie-Rae et al., 2018). Apresenta várias atividades biológicas que envolvem efeitos inseticidas, antimicrobianos, analgésicos, imunológicos, anti-inflamatórios, de resposta neural, anticancerígenos e cicatrizantes (Thangaleela et al., 2022). No óleo essencial de *Echinophora tenuifolia*, o δ -3-careno, que é o principal componente dos óleos essenciais selvagens, foi substituído por α -felandreno em condições de cultivo e, assim, apresentou maiores efeitos fungicidas (Sanli; Ok, 2023). A atividade antifúngica envolve alteração na morfologia micelial, perturbação da estabilidade da membrana e aumento do vazamento de íons e outros materiais celulares (Tyagi et al., 2011). Além disso,

o α -felandreno apresentou atividade inseticida para barata – *Blattella germanica* (Jung et al., 2007) – e repelente contra a mosca branca – *Bermisia tabaci* – e ninfas de *Metopolophium dirbadum*, responsáveis por perdas severas na produção agrícola e práticas de horticultura (Bleeker et al., 2009). O óleo essencial de *Piper acutifolium* Ruiz & Pav. (α -felandreno, 38,18%) apresentou efeito semelhante ao glifosato (Cuadros-Siguas et al., 2023). Contra larvas de mosquitos, os óleos essenciais das folhas de *Echinophora lamondiana* Yıldız & Bahç. (α -felandreno 14,1%) e das sementes de *Piper klotzschianum* (Kunth) C.DC. (α -felandreno, 17%) apresentaram atividade contra *Aedes aegypti* e *Aedes quadrimaculatus* (Nascimento et al., 2013; Ali et al., 2015). Apresentou atividade antimicrobiana in vitro contra *Bacillus* sp., *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* e inibiu o crescimento de *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Rhodococcus rhodochorus*, *Arthobacter protophormiae*, *Staphylococcus aureus* e *Aspergillus flavus* (Thangaleela et al., 2022). As atividades antimicrobianas do α -felandreno e outros terpenos foram mais eficazes contra bactérias Gram-positivas (Radice et al., 2022).

Na área da saúde humana, o α -felandreno exerce efeitos antinociceptivos (Lima et al., 2012). Em *S. terebinthifolia*, mostrou efeitos anti-hiperalgésicos e antidepressivos, abrindo novas possibilidades para o desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento da dor crônica e depressão (Piccineli et al., 2015). Possui potentes propriedades anticancerígenas contra vários tipos de câncer de pulmão, mama e próstata (presente em *Solanum erianthum* D.Don), tumor de fígado e resposta imune contra leucemia (Lin et al., 2014). É um agente citoprotetor, controlando a inflamação, protegendo dos radicais livres e tem propriedades antidematogênicas (Siqueira et al., 2016). Os tratamentos com α -pineno e α -felandreno mostraram atividade de cicatrização de feridas, com melhora do tecido cicatricial e deposição de colágeno, e a estimulação da proliferação de fibroblastos (Sawatdee et al., 2016; Tracy et al., 2016; Espinosa-Espinosa et al., 2023). Os terpenos possuem efeito adesivo na pele, que inicia o efeito de cicatrização (Heal et al., 2016). Outra aplicação potencial de óleos essenciais ricos em α -felandreno é seu uso como conservante natural de alimentos. Presente em *S. molle*, inibiu o crescimento do gênero *Salmonella* em carne crua (Hayouni et al., 2008), preveniu a oxidação lipídica e o desenvolvimento de sabores rançosos em amendoim (Olmedo et al., 2012). Além dos efeitos benéficos, a aplicação tópica de α -felandreno pode causar irritações na pele e a administração oral pode resultar em náuseas, vômitos, diarreia e distúrbios intestinais, portanto, estudos intensivos sobre os efeitos adversos são necessários. Também há evidências de sua toxicidade mutagênica e carcinogênica (Radice et al., 2022; Thangaleela et al., 2022).

O monoterpeno β -felandreno, o segundo composto mais abundante identificado na OXS (14,64%), tem valor comercial como ingrediente-chave em perfumes, medicamentos, cosméticos e produtos de limpeza. É um potencial combustível renovável e os hidrocarbonetos, como o β -felandreno, também oferecem a vantagem de serem capazes de armazenar maior energia relativa do que os álcoois (Bentley et al., 2013). É o composto majoritário nos óleos essenciais de várias espécies botânicas – i.e *Aniba parviflora* (Meisn.) Mez, *Cryptocarya alba* (Molina) Looser, *Angelica archangelica* L., *Ferula orientalis* L., *Stachys glutinosa* L., *Peperomia circinnata* Link, *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand – e foi descrito como agente

antibacteriano, antimicótico e antioxidante (Iscan et al., 2015; Touma et al., 2020). O óleo essencial de *Stachys lavandulifolia* Vahl, rica em β -felandreno, apresentou atividade antimicrobiana contra *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *Candida* sp. (Iscan et al., 2012; Dahham et al., 2015). Os teores mais elevados de β -felandreno em vários óleos essenciais foram positivamente correlacionados com a atividade antibacteriana de amplo espectro (Vaz Perigo et al., 2016; Mendes et al., 2019). O óleo essencial de *S. lavandulifolia*, rica em β -felandreno, apresentou alta atividade de eliminação de radicais DPPH (Iscan et al., 2012). O óleo das folhas de *Murraya koenigii* (L.) Spreng. (β -felandreno, 40,7%) apresentou alta atividade inibitória da colinesterase (El-Shiekh et al., 2023).

A atividade de controle biológico sobre pragas de cultivos agrícolas é também reportada. Quando os tomates infestados por larva de *Tuta absoluta* tiveram seus óleos essenciais analisados, o β -felandreno foi o monoterpeno majoritário e posteriormente bioensaios de dose-resposta com a mistura de cinco componentes atrativos de pragas provocaram uma atração relativamente baixa no predador, mas, quando o β -felandreno foi removido da mistura, aumentou a atração do predador (Ayelo et al., 2021). A análise da composição de monoterpenos do tecido cortical de clones de *Pinus elliotii* Engelm. e *Pinus taeda* L., com genética conhecida para resistência à ferrugem fusiforme (*Cronartium quercuum*), sugerem que o teor de β -felandreno é um indicador na seleção de pinheiros resistentes à ferrugem (Michelozzi et al., 1995). Além disso, as plantações da espécie no Brasil são atacadas pelo macaco-prego (*Sapajus nigritus*), que causa danos à madeira e perdas financeiras quando remove a casca de algumas espécies de pinus para se alimentar. As espécies com baixo teor de monossacarídeo e alto teor de β -felandreno foram as menos atacadas (Silva et al., 2022). O composto apresentou fortes efeitos fumigantes letais contra operárias da formiga-de-fogo, *Solenopsis invicta*, que é uma das espécies invasoras mais devastadoras do mundo, afetando negativamente seres humanos, animais selvagens, plantações e gado. Para controlar essas infestações, pesticidas químicos são amplamente utilizados em todo o mundo, levando a efeitos negativos no meio ambiente e na saúde humana (Ning Zhang et al., 2021). O óleo essencial de *Cephalotaxus sinensis* (Rehder & E.H.Wilson) H.L.Li, que possui como composto majoritário o β -felandreno, possui alta atividade inseticida de contato e fumigante de amplo espectro contra as pragas agrícolas *Megoura japonica*, *Plutella xylostella* e *Sitophilus zeamais* e é indicado para o desenvolvimento de um novo inseticida (Shujie-Ma et al., 2020).

β -pineno e α -pineno são os monoterpenos de maior ocorrência encontrados nos óleos essenciais das Annonaceae em geral (Fournier et al., 1999) e de espécies de *Xylopi* (Maia et al., 2005; Kouame et al., 2009; Costa et al., 2016; Tegang et al., 2018; Peres et al., 2020; Cascaes et al., 2022; Moraes et al., 2023). *Xylopi aethiopica* e *Xylopi parviflora* Spruce apresentaram β -pineno como composto majoritário (28.2 - 35.7%) e grande efeito citotóxico em células de câncer de mama (Bakarng-Via et al., 2014). Muitas atividades farmacológicas são relatadas para esses monoterpenos incluindo anti-cancerígenos (Zhou et al., 2004; Hatami et al., 2023), antimicrobianos (Rodrigues et al., 2021; Borges et al., 2022; Kharazmkia et al., 2022), antimaláricos (van Zyl et al., 2006; Huong et al., 2023), antioxidantes (Abd-ElGawad et al., 2023), anti-inflamatórios (Rufino et al., 2014; Santos et al., 2023), hipoglicêmicos (Santos et al., 2023), analgésicos (Rufino et al., 2014; Li

et al., 2016), ansiolíticos e neuroprotetores (Khoshnazar et al., 2020; Khan et al., 2022). A terebentina, largamente utilizada na indústria, é principalmente composta por α -pineno (Allenspach; Steuer 2021). Isômeros de pineno influenciam a comunicação das plantas por emissões voláteis de sinais de resistência sistêmica adquirida e induzem a defesa nas plantas vizinhas (Nyamwihura et al., 2022). O α -pineno é o principal aleloquímico de muitas plantas daninhas e os extratos contendo este composto apresentaram diferentes graus de inibição alelopática na germinação de sementes e no crescimento de outras plantas (Chen et al., 2022). O β -pineno possui baixa atividade pesticida comparada com pesticidas comerciais, mas quando modificado estruturalmente com a fusão de um grupo amida, por exemplo, produziu inseticidas potentes (Wang et al., 2023).

O mirceno foi encontrado em todos os trabalhos de composição do óleos essenciais de *X. sericea*, com exceção de Mendes et al.(2017). É um monoterpene abundante que ocorre como constituinte principal em muitas espécies de plantas (i.e brasileiras *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Sousa et al., 2008), *Piper regnellii* (Miq.) C.DC. (Pessini et al., 2005), mas sua extração é cara, por isso, é produzido comercialmente a partir do β -pineno (Felter et al., 2020). É matéria-prima para fragrâncias, cosméticos, vitaminas e farmacêuticos, e um aromatizante popular usado na fabricação de alimentos e bebidas, baseado inicialmente na sua baixa toxicidade oral e dérmica (Behr e Johnen, 2009; Surendran et al., 2021). Mas em 2018, a FDA (Administração Federal de Medicamentos dos Estados Unidos) tomou medidas regulatórias para não permitir mais o uso do aditivo alimentar mirceno, como aromatizante sintético, com base nos resultados dos estudos de carcinogenicidade (Mog et al., 2019; Felter et al., 2020). As principais propriedades biológicas relatadas do β -mirceno são propriedades ansiolíticas, antioxidantes, antienvhecimento, anti-inflamatórias e analgésicas (Serendran et al., 2021). Como inseticida, a síntese de feromônios a partir do mirceno é de particular interesse por causa de seu uso em armadilhas de insetos para controlar a população, interromper o acasalamento e evitar a produção de ovos (Behr; Johnen, 2009; Keeling et al., 2021).

O monoterpene o-cimeno é um hidrocarboneto monocíclico, presente nos óleos essenciais de mais de 100 espécies de plantas, e encontrado como composto principal em óleos essenciais de várias espécies, incluindo os gêneros *Artemisia* (Asteraceae), *Protium* (Burseraceae), *Ocimum*, *Origanum*, *Thymus*, (Lamiaceae) e *Eucalyptus* (Myrtaceae), e ocorrendo naturalmente em mais de 200 tipos de alimentos (suco de laranja, toranja, tangerina, manteiga, cenoura, orégano e a maioria das especiarias (Quintans et al., 2013, Santana et al., 2015; Santos et al., 2019). Tanto *X. sericea* como *X. aromatica*, que contém o-cimeno como componente principal (Lago et al., 2003), são utilizadas como especiarias no Brasil (Oliveira et al., 2012), em substituição à pimenta-do-reino *Piper nigrum* L., que em geral apresenta como composto majoritário β -caryophylleno (Ashokkuma et al., 2021). Os frutos foram descritos por Saint-Hilaire como semelhantes à pimenta-do-reino (*P. nigrum*), mas melhores, pois considerava os frutos da *X. sericea* mais macios e aromáticos (Mügge et al., 2016). O o-cimeno é um composto importante na indústria em vários processo catalíticos e utilizado na síntese de fungicidas, pesticidas, perfumes, fragrâncias e na produção de precursores de antioxidantes, como o p-cresol (Kummer et al. , 2008; Satira et al., 2021). É um dos principais

constituintes de extratos e óleos essenciais usados em medicamentos tradicionais como agentes antimicrobianos (Marchese et al., 2017). Possui uma variedade de propriedades farmacológicas, incluindo antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, antiparasitária, antidiabética, antiviral e antitumorais (Marchese et al., 2017; Balahbib et al., 2021). Pode ser usado como um agente antibacteriano contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Bagamboula et al., 2004; Kiskó e Roller, 2005). Atividades inseticidas e repelentes são associadas ao o-cimeno (Feng et al., 2021; Bourakna et al., 2022); as larvas de *Endocrita signifer*, uma das principais pragas do eucalipto na China, reconhecem o o-cimeno (voláteis de plantas induzidas por herbívoros) no tronco de eucaliptos hospedeiros e migram do húmus da floresta para o tronco das árvores (Xu, et al., 2022).

O óleo essencial de *X. sericea*, assim como os óleos essenciais em geral, contém uma mistura complexa de compostos químicos que podem agir sinergicamente uns com os outros (Perrucci et al., 1995; Ksouri et al., 2023), sugerido pela alta similaridade estrutural dos terpenóides presentes nessas misturas complexas (Harris, 2002). O sinergismo representa a interação ou interação dinâmica de dois ou mais componentes para produzir um aumento (potenciação) ou inibição (antagonismo) (Williamson, 2001). Os compostos majoritários, assim como os minoritários do óleo essencial de *X. sericea* podem agir em sinergia, antagonismo ou efeito aditivo. O timol e o carvacrol, por exemplo, em combinação com outros componentes do óleo essencial, exibiram atividade antibacteriana aumentada (Didry et al., 1993). Por outro lado, γ -terpineno e o-cimeno reduziram a atividade antibacteriana do terpinen-4-ol (Cox et al., 2001). Esses efeitos sinérgicos dos componentes do óleo essencial também foram observados para atividade inseticida e alimentação de insetos (Bekele; Hassanali., 2001; Ayelo et al., 2021). A sinergia pode acontecer entre óleos essenciais e outras drogas, e combiná-los pode aumentar a atividade das drogas como no caso de agentes antimicrobianos em alimentos (Chen, et al., 2022; Ju et al., 2020), antifúngicos (Ju et al., 2022), antivirais (Ksouri et al., 2023) biopesticidas (Faria et al., 2023) e organismos resistentes (Sharma et al., 2023).

Conclusão

Os produtos naturais são uma fonte inestimável de compostos químicos bioativos e a biodiversidade da Mata Atlântica do sul da Bahia oferece grande possibilidade de desenvolvimento de novos produtos. O registro da atividade farmacológica dos compostos presentes no óleo essencial de *X. sericea* do sul da Bahia apontam para uma diversidade de ações farmacológicas, e a possibilidade de sinergia entre esses compostos e outras drogas. É rico em α -felandreno, β -felandreno, β -pineno, α -pineno, mirceno e o-cimeno, e outros compostos de interesse, e tem grande potencial no tratamento de doenças, e em especial como agente antimicrobiano e pesticida natural, evitando o uso de agrotóxicos que aumentam a contaminação humana e ambiental e a resistência em diversas espécies. Novas pesquisas relacionadas à utilização do óleo essencial de *X. sericea* são necessárias.

É uma espécie de classificação ecológica secundária inicial e pode compor os projetos de restauração de florestas na região,

embora o desenvolvimento de sementes em viveiros ainda seja bastante difícil e carente de pesquisas. A possibilidade do plantio e participação de agricultores familiares na extração e venda de óleos essenciais é especialmente incentivada na região, o que intensifica a importância dos trabalhos de composição química dos óleos essenciais de plantas regionais.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Jomar Jardim, UFSB - Herbário CEPEC, pela identificação do material botânico, e às famílias da Associação Agrícola Comunitária Miramar.

Financiamento

Este trabalho foi desenvolvido através do apoio financeiro, técnico e logístico do projeto Desenvolvimento Socioambiental para a Agricultura Familiar (DSAF), do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica Pau-Brasil (NEA-Pau Brasil), da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), responsável pela execução do Acordo de Cooperação Técnica, Científica e de Inovação entre UFSB, Veracel Celulose e Fundação de Apoio à Pesquisa e à Extensão - FAPEX (PROCESSO No 23746.000103/2019-67).

Contribuições de Autoria

Conceitualização: CWK. Curadoria de dados: CWK. Análise formal: CWK, JSN, RPC, CD, GN. Aquisição de financiamento: GN. Investigação: CWK. Metodologia: CWK, CD, RPC, PMM. Administração do projeto: GN. Recursos: GN. Redação - rascunho original: CWK. Redação - revisão e edição: CWK, JSN, RPC, CD, GN.

Conflito de Interesse

Não se aplica.

Disponibilidade dos Dados

Os dados integrais analisados durante o estudo atual estão apresentados no corpo do manuscrito.

Conformidade ética

Autorização para coleta botânica na área da Associação Agrícola Comunitária Miramar.

Referências

- Abd-ElGawad AM, Saleh I, El-Razek MHA, et al. Chemical profiling of significant antioxidant and phytotoxic microwave-extracted essential oil from *Araucaria heterophylla* resin. *Separations* 2023;10(2):141. <https://doi.org/10.3390/separations10020141>
- Adams RP. Identification of essential oil by gas chromatography/mass spectrometry. 4 ed. Illinois: Allured Publishing, Carol Stream; 2007.
- Ali A, Tabanca N, Ozek G, et al. Essential oils of *Echinophora lamondiana* (Apiales: Umbelliferae): A relationship between chemical profile and biting deterrence and larvicidal activity against mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology* 2015; 52(1):93-100. <https://doi.org/10.1093/jme/tju014>
- Allenspach M, Steuer C. α -pinene: A never-ending story. *Phytochemistry* 2021;190:112857. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112857>
- Ashokkumar K, Murugan M, Dhanya MK, Pandian A, Warkentin, TD. Phytochemistry and therapeutic potential of black pepper *Piper nigrum* (L.) essential oil and piperine: A review. *Clinical Phytoscience* 2021;7(1):1-11. <https://doi.org/10.1186/s40816-021-00292-2>
- Ayelo PM, Yusuf AA, Pirk CW, et al. Terpenes from herbivore-induced tomato plant volatiles attract *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae), a predator of major tomato pests. *Pest Management Science* 2021;77(11):5255-67. <https://doi.org/10.1002/ps.6568>
- Bagamboula CF, Uyttendaele M, Debevere J. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology* 2004;21(1):33-42. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(03\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00046-7)
- Balahbib A, El Omari N, Hachlafi NEL, et al. Health beneficial and pharmacological properties of p-cymene. *Food and Chemical Toxicology* 2021;153:112259. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112259>
- Baradat PH, Yazdani R. Genetic expression for monoterpenes in clones of *Pinus sylvestris* grown on different sites. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1988;3(1-4):25-36. <https://doi.org/10.1080/02827588809382492>
- Bakarnga-Via I, Hzounda JB, Fokou PVT, et al. Composition and cytotoxic activity of essential oils from *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich, *Xylopiya parviflora* (A. Rich) Benth.) and *Monodora myristica* (Gaertn) growing in Chad and Cameroon. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2014;14(1). <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-125>
- Behr A, Johnen L. Myrcene as a natural base chemical in sustainable chemistry: A critical review. *ChemSusChem: Chemistry & Sustainability Energy & Materials* 2009;2(12):1072-95. <https://doi.org/10.1002/cssc.200900186>
- Bekele J, Hassanali A. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyanse* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. *Phytochemistry* 2001;57(3):385-391. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00067-X)
- Bentley FK, García-Cerdán JG, Chen HC, Melis A. Paradigm of monoterpene (β -phellandrene) hydrocarbons production via photosynthesis in cyanobacteria. *BioEnergy Research* 2013;6(3):917-929. <https://doi.org/10.1007/s12155-013-9325-4>
- Bleeker PM, Diergaarde PJ, Ament K, et al. The role of specific tomato volatiles in Tomato-Whitefly interaction. *Plant Physiology* 2009;151(2):925-35. <https://doi.org/10.1104/pp.109.142661>
- Borges MFA, Lacerda RS, Correia JPA, Melo TR, Ferreira SB. Potential antibacterial action of α -pinene. *Medical Sciences Forum* 2022;12(1):11. <https://doi.org/10.3390/eca2022-12709>
- Bourakna Z, Righi K, Assia Righi F. GC/MS Analysis of *Eucalyptus globulus* L. (Myrtaceae) leaves essential oil from Algeria and their insecticidal activity against adults of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera; Tephritidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 2022;25(4):876-87. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2129459>
- Câmara CAG, Alencar JW, Silveira ER. Volatile constituents of *Xylopiya sericea* St. Hill. *Journal of Essential Oil Research* 1996;8(1):75-8. <https://doi.org/10.1080/10412905.1996.9700559>
- Cascaes MM, Moraes AAB, Cruz JN, et al. Phytochemical profile, antioxidant potential and toxicity evaluation of the essential oils from *Duguetia* and *Xylopiya* species (Annonaceae) from the Brazilian Amazon. *Antioxidants* 2022;11(9):1709. <https://doi.org/10.3390/antiox11091709>
- Chen H, Zhong Q. Physical and antimicrobial properties of self-emulsified nanoemulsions containing three synergistic essential oils. *International Journal of Food Microbiology*

- 2022;365:109557. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109557>
- Chen M, Qiao Y, Quan X, Shi H, Duan Z. Physiological, biochemical and phytohormone responses of *Elymus nutans* to α -pinene-induced allelopathy. *PeerJ* 2022;10:e14100. <https://doi.org/10.7717/peerj.14100>
- Craveiro AA, Alencar JW, O. Vostrowsky. Essential oil of *Xylopia sericea*. A comparative analysis. *Journal of Natural Products* 1986;49(6):1146–8. <https://doi.org/10.1021/np50048a039>
- Costa EV, Silva, Oliveira C, Botelho M, Daniel Pereira Bezerra. Chemical composition of the essential oil from the fresh fruits of *Xylopia laevigata* and its cytotoxic evaluation. *Natural Product Communications* 2016;11(3):1934578X1601100324. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100324>
- Cox SD, Mann CM, Markham JL. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology* 2001;91(3):492–497. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01406.x>
- Cuadros-Siguas CF, Herrera-Calderon O, Batiha GES, Almohmadi, NH, Aljarba NH, et al. Volatile components, antioxidant and phytotoxic activity of the essential oil of *Piper acutifolium* Ruiz & Pav. from Peru. *Molecules* 2023;28(8):3348. <https://doi.org/10.3390/molecules28083348>
- Dahham SS, Tabana YM, Iqbal MA, Ahamed MBK, Ezzat MO, Majid ASA, et al. The anticancer, antioxidant and antimicrobial properties of the sesquiterpene β -caryophyllene from the essential oil of *Aquilaria crasna*. *Molecules* 2015;20(7):11808–29. <https://doi.org/10.3390/molecules200711808>
- Didry NP, Dubreuil L, Pinkas M. Antibacterial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde alone or in combination. *Die Pharmazie* 1993;48(4):301–304.
- El-Shiekh RA, Kassem H, Khaleel AE, Menna. Anticholinesterases activity of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. and *Murraya paniculata* (L.) Jacq. essential oils with GC/MS analysis and molecular docking. *Natural Product Research*. 2023; 30:1–5. <https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2241150>
- Espinosa-Espinosa L, Canales-Alvarez O, Rodríguez-López MG, et al. Biological activity of *Bursera schlechtendalii* essential oil and the roles of its chemical components in the wound healing process. *International Journal of Molecular Sciences* 2023;24(13):11040. <https://doi.org/10.3390/ijms241311040>
- Felter SP, Llewelyn C, Navarro L, Zhang X. How the 62-year old Delaney Clause continues to thwart science: Case study of the flavor substance β -myrcene. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2020;115:104708. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2020.104708>
- Feng YX, Zhang X, Wang Y, Chen ZY, Lu XX, Du YS. The potential contribution of cymene isomers to insecticidal and repellent activities of the essential oil from *Alpinia zerumbet*. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2021 Feb 1;157:105138–8. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2020.105138>
- Figueiredo CG, Ávila MA, Souza CS, et al. Relationship of woody species composition with edaphic characteristics in threatened riparian Atlantic Forest remnants in the upper Rio Doce basin, Brazil. *Nordic Journal of Botany*. 2022; (11). <https://doi.org/10.1111/njb.03679>
- Flora e Funga do Brasil 2024 [Internet]. Rio de Janeiro: JBRJ [citado em 10 ago 2023]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- Fournier G, Leboeuf M, Cavé A. Annonaceae essential oils: A review. *Journal of Essential Oil Research* 1999;11(2):131–142. <https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9701092>
- Gomes JVD, Borges AS, Athaydes BR, et al. Anti-*Helicobacter pylori* potential, antioxidant capacity, and anti-inflammatory activity of *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) leaves. *Phytomedicine Plus* 2021;2(1):100214. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100214>
- Gontijo DC, Brandão GC, Nascimento MFAD, Oliveira AB. Antiplasmodial activity and cytotoxicity, isolation of active alkaloids, and dereplication of *Xylopia sericea* leaves ethanol extract by UPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2019;71(2):260–269. <https://doi.org/10.1111/jphp.13029>
- Gobbo-Neto L, Lopes NP. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 2007;30:374–381. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- Harris R. Synergism in the essential oil world. *International Journal of Aromatherapy* 2002;12(4):179–86. [https://doi.org/10.1016/S0962-4562\(02\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S0962-4562(02)00083-8)
- Hatami S, Mansoori Y, Heiran R, Taheri A, Ghasemian A, Osanloo M. Alginate nanoparticles containing *Rosmarinus officinalis* essential oil and α -pinene: cytotoxicity and effect on apoptotic-involved genes in human melanoma and breast cancer cell lines. *Nanomedicine Research Journal* 2023;8(3):301–310. <https://doi.org/10.22034/nmrj.2023.03.009>
- Hayouni EA, Chraief I, Abedrabba M, et al. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against Salmonella inoculated in minced beef meat. *International Journal of Food Microbiology* 2008;125(3):242–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.005>
- Heal CF, Banks JL, Lepper PD, Kontopantelis E, van Driel ML. Topical antibiotics for preventing surgical site infection in wounds healing by primary intention. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016; (11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011426.pub2>
- Huong LT, Dai DN, Thin DB, Hung NH, Thinh BB. Essential oils of *Distichochlamys benenica*: Chemical constituents, mosquito larvicidal and antimicrobial activities. *Natural Product Communications*. 2023; 18(8):1934578X231193541. <https://doi.org/10.1177/1934578X231193541>
- İşcan G, Demirci B, Demirci F, et al. Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Stachys lavandulifolia* subsp. *lavandulifolia* Essential Oil and its Infusion. *Natural Product Communications* 2012;7(9):1241–1244. <https://doi.org/10.1177/1934578X1200700937>
- Ju J, Xie Y, Yu H, et al. Synergistic inhibition effect of citral and eugenol against *Aspergillus niger* and their application in bread preservation. *Food Chemistry* 2020;310:125974. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125974>
- Ju, J, Xie Y, Yu H, et al. Synergistic interactions of plant essential oils with antimicrobial agents: A new antimicrobial therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2022;62(7):1740–1751. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1846494>
- Keeling C I, Tittiger C, MacLean M, Blomquist GJ. Pheromone production in bark beetles. In: Blomquist G, Vogt RG, editors. *Insect pheromone biochemistry and molecular biology*. Cambridge, MA: Academic Press; 2021. p. 123–162. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819628-1.00004-3>
- Khan-Mohammadi-Khorrami MK, Asle-Rousta M, Rahnama M, Amini R. Neuroprotective effect of alpha-pinene is mediated by suppression of the TNF- α /NF- κ B pathway in Alzheimer's disease rat model. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology* 2022;36(5):e23006. <https://doi.org/10.1002/jbt.23006>
- Kharazmkia A, Al-Abodi HR, Yadegari JG, Vahidi A, Mahmoudvand H. Potential effects of alpha-pinene, a monoterpene commonly found in essential oils against *Toxoplasma gondii* infection; an in vitro and in vivo study. *Journal of Parasitic Diseases* 2022;46(4):1055–1061. <https://doi.org/10.1007/s12639-022-01514-1>
- Khoshnazar M, Parvardeh S, Bigdeli MR. Alpha-pinene exerts neuroprotective effects via anti-inflammatory and anti-apoptotic mechanisms in a rat model of focal cerebral ischemia-reperfusion. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*

- 2020;29(8):104977. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104977>
- Kiskó G, Roller S. Carvacrol and p-cymene inactivate *Escherichia coli* O157: H7 in apple juice. *BMC Microbiology* 2005;5:1-9. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-5-36>
- Kouame BA, Mamyrbekova-Bekro JA, Nemlin J, Yves-Alain B. Chemical composition and antioxidant activities of essential oils of *Xylopiya aethiopic* (Dunal) A. Rich. *European Journal of Scientific Research* 2009;37(2):311-318.
- Ksouri A, Klouz A, Bouhaouala-Zahar B, Moussa F, Bezzarga M. Docking-based evidence for the potential of ImmunoDefender: A novel formulated essential oil blend incorporating synergistic antiviral bioactive compounds as promising Mpro inhibitors against SARS-CoV-2. *Molecules* 2023;28(11):4296. <https://doi.org/10.3390/molecules28114296>
- Kummer R, Estevão-Silva C F, Bastos R L, et al. Original Research Effect of p-cymene on chemotaxis, phagocytosis and leukocyte behaviors. *In Vitro* 2008;10:100.
- Lago J H G, Moreira I C, Tanizaki T M, et al. Mono and sesquiterpenes from the leaf essential oil of *Xylopiya brasiliensis* Spreng. (Annonaceae). *Journal of Essential Oil Research* 2003;15(6):406-407. <https://doi.org/10.1080/10412905.2003.9698623>
- Li XJ, Yang YJ, Li YS, Zhang WK, Tang HB. alpha-Pinene, linalol, and 1-octanol contribute to the topical anti-inflammatory and analgesic activities of frankincense by inhibiting COX-2. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016, 179, 22–26. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.12.039>
- Lima D F, Brandão M S, Moura J B, et al. Antinociceptive activity of the monoterpene α -phellandrene in rodents: possible mechanisms of action. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2012;64(2):283-292. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2011.01401.x>
- Lin JJ, Yu CC, Lu KW et al. α -Phellandrene alters expression of genes associated with DNA damage, cell cycle, and apoptosis in murine leukemia WEHI-3 cells. *Anticancer Research* 2014;34(8):4161-4180.
- Mackenzie-Rae FA, Wallis HJ, Rickard AR, et al. Ozonolysis of α -phellandrene—Part 2: Compositional analysis of secondary organic aerosol highlights the role of stabilised Criegee intermediates. *Atmospheric Chemistry and Physics* 2018;18(7):4673-4693. <https://doi.org/10.5194/acp-18-4673-2018>
- Maia JGS, Andrade EHA, da Silva ACM, et al. Leaf volatile oils from four Brazilian *Xylopiya* species. *Flavour and Fragrance Journal* 2005;20(5):474-477. <https://doi.org/10.1002/ffj.1499>
- Marchese A, Arciola CR, Barbieri R, et al. Update on monoterpenes as antimicrobial agents: A particular focus on p-cymene. *Materials* 2017;10(8):947. <https://doi.org/10.3390/ma10080947>
- Martini AMZ, Fiaschi P, Amorim AM, Paixão JLD. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*. 2007; 16(11), 3111-3128. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9166-6>
- Mendes JL, Araújo TF, Carvalho GM, et al. Chemical composition and mechanism of vibriocidal action of essential oil from resin of *Protium heptaphyllum*. *The Scientific World Journal* 2019;1-6. <https://doi.org/10.1155/2019/9563213>
- Mendes RDF, Pinto NDC, da Silva JM, et al. The essential oil from the fruits of the Brazilian spice *Xylopiya sericea* A. St.-Hil. presents expressive in-vitro antibacterial and antioxidant activity. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2017;69(3), 341-348. <https://doi.org/10.1111/jphp.12698>
- Michelozzi M, White TL, Squillace AE, Lowe WJ. Monoterpene composition and fusiform rust resistance in slash and loblolly pines. *Canadian Journal of Forest Research* 1995;25(2):193-197. <https://doi.org/10.1139/x95-023>
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks T M, Gascon C. Global biodiversity conservation: The critical role of hotspots. In Zachos FE, Habel JC, editors. *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 3-22. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1
- Mog SR, Zang YJ. Safety assessment of food additives: Case example with myrcene, a synthetic flavoring agent. *Toxicologic Pathology* 2019;47(8):1035-1037. <https://doi.org/10.1177/0192623319879634>
- Moraes AA, Cascaes MM, Nascimento LD, et al. Chemical evaluation, phytotoxic potential, and in silico study of essential oils from leaves of *Guatteria schomburgkiana* Mart. and *Xylopiya frutescens* Aubl. (Annonaceae) from the Brazilian Amazon. *Molecules* 2023; 14;28(6):2633. <https://doi.org/10.3390/molecules28062633>
- Moreira IC, Roque NF, Vilegas W, et al. Genus *Xylopiya* (Annonaceae): chemical and biological aspects. *Chemistry & Biodiversity* 2013;10(11):1921-43. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201100308>
- Mügge FL, Paula-Souza J, Melo JC, Brandão MG. Native plant species with economic value from Minas Gerais and Goiás: A discussion on the currentness of the data recovered by the French naturalist Auguste de Saint-Hilaire. *Horticultura Brasileira* 2016;34:455-62. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160402>
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GA, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 2000;403(6772):853-8. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nyamwihura RJ, Ogungbe IV. The pinene scaffold: Its occurrence, chemistry, synthetic utility, and pharmacological importance. *RSC Advances* 2022;12(18):11346-75. <https://doi.org/10.1039/D2RA00423B>
- Olmedo RH, Nepote V, Grosso NR. Aguaribay and cedron essential oils as natural antioxidants in oil-roasted and salted peanuts. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 2012;89(12):2195-205. <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2129-4>
- Oliveira VB, Yamada LT, Fagg CW, Brandão MG. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. *Food Research International* 2012;48(1):170-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.011>
- Ostroski P, Saiter FZ, Amorim AM, Fiaschi P. Endemic angiosperms in Bahia coastal forests, Brazil: an update using a newly delimited area. *Biota Neotropica* 2018;18:e20180544. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0544>
- <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2005000300006>
- Peres MC, Souza-Costa GC, Reis LEL, et al. *In natura* and nanoencapsulated essential oils from *Xylopiya aromatica* reduce oviposition of *Bemisia tabaci* in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Pest Science* 2020;93:807-821. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01186-6>
- Perrucci S, Macchioni G, Cioni PL, Flamini G, Morelli I. Structure/activity relationship of some natural monoterpenes as acaricides against *Psoroptes cuniculi*. *Journal of Natural Products* 1995;58(8):1261-1264. <https://doi.org/10.1021/np50122a018>
- Pessini GL, Dias-Filho BP, Nakamura CV, Ferreira AG, Cortez DAG. Neolignanas e análise do óleo essencial das folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 2005;15:199-204.
- Piccinelli AC, Santos JA, Konkiewitz EC, et al. Antihyperalgesic and antidepressive actions of (R)-(+)-limonene, α -phellandrene, and essential oil from *Sebinus terebinthifolius* fruits in a neuropathic pain model. *Nutritional Neuroscience* 2015;1;18(5):217-24. <https://doi.org/10.1179/1476830514Y.0000000119>
- Pontes WJT, Oliveira JCSD, Câmara CAGD, et al. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopiya sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). *Química Nova* 2007;30:838-841. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000400015>
- Quintans JD, Menezes PP, Santos MR et al. Improvement of p-cymene antinociceptive and anti-inflammatory effects by inclu-

- sion in β -cyclodextrin. *Phytomedicine*. 2013;20(5):436-40. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2012.12.009>
- Radice M, Durofil A, Buzzi R, et al. Alpha-phellandrene and alpha-phellandrene-rich essential oils: A systematic review of biological activities, Pharmaceutical and Food Applications. *Life*. 2022;14(12):1602. <https://doi.org/10.3390/life12101602>
- Rodrigues PR, Junior LM, Souza WFC, et al. O-ATRP synthesized poly (β -pinene) blended with chitosan for antimicrobial and antioxidant bio-based films production. *International Journal of Biological Macromolecules* 2021;193:425-432. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.10.156>
- Rufino AT, Ribeiro M, Judas F, et al. Anti-inflammatory and chondroprotective activity of (+)- α -pinene: structural and enantiomeric selectivity. *Journal of Natural Products* 2014;77(2):264-9. <https://doi.org/10.1021/np400828x>
- Saiter FS, Brown JL, Thomas WW, Oliveira-Filho AT, Carnaval AC. Environmental correlates of floristic regions and plant turnover in the Atlantic Forest hotspot. *Journal of Biogeography* 2016;43(12):2322-2331. <https://doi.org/10.1111/jbi.12774>
- Satira A, Espro C, Paone E, et al. The limonene biorefinery: From extractive technologies to its catalytic upgrading into p-cymene. *Catalysts*. 2021;11(3):387. <https://doi.org/10.3390/catal11030387>
- Sangwan NS, Farooqi AHA, Shabih F, Sangwan RS. Regulation of essential oil production in plants. *Plant growth regulation*. 2001;34:3-21. <https://doi.org/10.1023/A:1013386921596>
- Sanli A, Ok FZ. Chemical composition and antimicrobial activity against phytopathogenic fungi of essential oils obtained from *Echinophora tenuifolia* subsp. *sibthorpiana* grown in wild and cultivated conditions in Turkey. *Molecules* 2023;28(2):585. <https://doi.org/10.3390/molecules28020585>
- Santana MF, Guimarães AG, Chaves DO, et al. The anti-hyperalgesic and anti-inflammatory profiles of p-cymene: Evidence for the involvement of opioid system and cytokines. *Pharmaceutical Biology* 2015;53(11):1583-1590. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.993040>
- Santos ES, Machado STS, Rodrigues FB, et al. Potential anti-inflammatory, hypoglycemic, and hypolipidemic activities of alpha-pinene in diabetic rats. *Process Biochemistry* 2023;126:80-6. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.12.023>
- Santos WBR, Melo MAO, Alves RS, et al. p-cymene attenuates cancer pain via inhibitory pathways and modulation of calcium currents. *Phytomedicine* 2019;61:152836. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.152836>
- Sawatdee S, Choochuay K, Chanthorn W, Srichana T. Evaluation of the topical spray containing *Centella asiatica* extract and efficacy on excision wounds in rats. *Acta Pharmaceutica* 2016;66(2):233-244. <https://doi.org/10.1515/acph-2016-0018>
- Shujie M, Jia R, Guo M, Qin K, Zhang L. Insecticidal activity of essential oil from *Cephalotaxus sinensis* and its main components against various agricultural pests. *Industrial Crops and Products* 2020;150:112403. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112403>
- Silva LMA, Filho EGA, Rodrigues THS, et al. Metabolomic profiling of phloem sap from different pine species and implications on black capuchin. *Journal of Chemical Ecology* 2022;48(7-8):660-669. <https://doi.org/10.1007/s10886-022-01365-3>
- Silva MSD, Tavares JF, Queiroga KF, et al. Alcaloides e outros constituintes de *Xylopija langsdorffiana* (Annonaceae). *Química Nova* 2009;32:1566-1570. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600040>
- Siqueira HDAS, Neto BS, Sousa DP, et al. α -phellandrene, a cyclic monoterpene, attenuates inflammatory response through neutrophil migration inhibition and mast cell degranulation. *Life Sciences* 2016;160:27-33. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.07.008>
- Sousa OV, Silvério MS, Del-Vechio G V, et al. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of the essential oil from *Eremanthus erythropappus* leaves. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2008;60(6):771-777. <https://doi.org/10.1211/jpp.60.6.0013>
- Surendran S, Qassadi F, Surendran G, Lilley D, Heinrich M. Myrcene—what are the potential health benefits of this flavouring and aroma agent?. *Frontiers in Nutrition* 2021;8:699666. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.699666>
- Tegang AS, Beumo TMN, Dongmo PMJ, Ngoune LT. Essential oil of *Xylopija aethiopica* from Cameroon: Chemical composition, antiradical and in vitro antifungal activity against some mycotoxicogenic fungi. *Journal of King Saud University-Science* 2018;30(4):466-471. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.09.011>
- Thangaleela S, Sivamaruthi BS, Kesika P, et al. A narrative review on the bioactivity and health benefits of alpha-phellandrene. *Scientia Pharmaceutica* 2022;90(4):57. <https://doi.org/10.3390/scipharm90040057>
- Touma J, Navarro M, Sepúlveda B, et al. The chemical compositions of essential oils derived from *Cryptocarya alba* and *Laurelia sempervirens* possess antioxidant, antibacterial and antitumoral activity potential. *Molecules* 2020;25(23):5600. <https://doi.org/10.3390/molecules25235600>
- Tracy NI, Chen D, Crunkleton DW, Price GL. Hydrogenated monoterpenes as diesel fuel additives. *Fuel* 2009;88(11):2238-2240. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.02.002>
- Tyagi AK, Malik A. Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. *Food Control* 2011;22:1707-1714. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.04.002>
- Van Zyl R L, Seatlholo ST, Van Vuuren SF, Viljoen AM. The biological activities of 20 nature identical essential oil constituents. *Journal of Essential Oil Research* 2006;18(1):129-133. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.12067134>
- Vaz Perigo C, Torres RB, Bernacci LC, et al. The chemical composition and antibacterial activity of eleven *Piper* species from distinct rainforest areas in Southeastern Brazil. *Industrial Crops and Products* 2016;94:528-539. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.028>
- Wang J, Gao Y, Rao X, et al. Preparation of Amide-Containing Insecticidal Derivatives from the Renewable Natural Product β -Pinene. *Journal of Renewable Materials*. 2023; 11(5).
- Williamson EM. Synergy and other interactions in phytomedicines. *Phytomedicine* 2001;8(5):401-409. <https://doi.org/10.1078/0944-7113-00060>
- Xu Y, Qiu Z, Zhang Y, et al. Volatiles from *Eucalyptus* trunks and forest floor humus influence the habitat transfer, host selection, and aggregation of *Endocrita signifer* larvae. *Forests* 2022;13(12):2058. <https://doi.org/10.3390/f13122058>
- Zhou JY, Tang FD, Mao GG, Bian RL. Effect of alpha-pinene on nuclear translocation of NF-kappa B in THP-1 cells. *Acta Pharmacologica Sinica* 2004;25(4):480-484.

Como citar este artigo***How to cite this article***

(ABNT)

KFFURI, C.W.; CIPRIANO, R.R.; DESCHAMPS, C.; MAGALHÃES, P.M.; NOVAIS, J.S.; NAREZI, G. Composição química do óleo essencial de *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) no sul da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, Porto Seguro, v. 7, e123, 2024. DOI: 10.33447/paubrasilia.2024.e0123.

(Vancouver)

Kffuri CW, Cipriano RR, Deschamps C, Magalhães PM, Novais JS, Narezi G. Composição química do óleo essencial de *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae) no sul da Bahia, Brasil. Paubrasilia 2024;7:e123. doi:10.33447/paubrasilia.2024.e0123.