

Composição Química e Atividade Antioxidante de Óleos Essenciais das Folhas da *Schinus terebinthifolius* e *Siparuna guianensis*

Chemical Composition and antioxidant activity of Essential Oil from *Schinus terebinthifolius* and *Siparuna guianensis* Leaves

Raquel Miranda dos Santos,^a Karolina Lima Nogueira,^a  Vanessa Mara Chapla^{a,*} 

^a Federal University of Tocantins, CEP 77402-970, Gurupi-TO, Brazil.

*E-mail: vmchapla@mail.uft.edu.br

Recebido em: 22 de Agosto de 2022

Aceito em: 17 de Setembro de 2022

Publicado online: 26 de Outubro de 2022

The present work aimed to evaluate the chemical composition of the essential oils of two species found in the Cerrado of Tocantins State, Brazil. The essential oil of *Schinus terebinthifolius* (aroeira) and *Siparuna guianensis* (negramina) were obtained from the leaves by hydrodistillation, using the Clevenger apparatus, with a yield of 0.16% v/w and 0.20% v/w, respectively. Sixteen and twenty constituents were identified by gas-chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) in the essential oils from *S. terebinthifolius* and *S. guianensis*, respectively, most of them being monoterpenes in both essential oils. The main volatile constituent of *S. terebinthifolius* essential oil was identified as D-limonene with 12.09%, while for *S. guianensis*, β -myrcene was identified as the major constituent, with 79.47%. The antioxidant activity was determined using the DPPH method in thin layer chromatography, and both essential oils were active. However, the allelopathic activity using lettuce seeds was not evidenced for both essential oils.

Keywords: Essential oil; monoterpenes, antioxidant activity; aroeira; negramina.

1. Introdução

Os óleos essenciais (OEs), em sua grande maioria, são caracterizados por suas ações biológicas, como analgésicas, anti-inflamatórias, fungicidas,¹ antimicrobianas, inseticidas e antioxidantes.² São extraídos de plantas aromáticas a partir dos ramos, sementes, frutos, raízes, botões, flores, folhas, caules, madeira e casca, onde são depositados seus constituintes químicos.³

O bioma Cerrado é bastante rico em espécies medicinais, que com frequência possuem substâncias farmacologicamente ativas. Devido ao conhecimento empírico tradicional destes vegetais, os seus óleos essenciais estão sendo cada vez mais estudados por serem possíveis fontes de substâncias com atividades antimicrobianas e antioxidantes contribuindo para aplicações no campo da medicina, agricultura e cosméticos.⁴

Amplamente distribuída ao longo da costa brasileira, inclusive no Cerrado, a *Schinus terebinthifolia*, conhecida popularmente como aroeira, é utilizada na medicina popular por apresentar diferentes atividades biológicas como antialérgica, anti-inflamatória e antimicrobiana.^{5,6} Estudos de óleos essenciais extraídos da *S. terebinthifolia* apresentaram atividade contra *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818), uma das principais pragas da cultura da soja,⁷ efeito anti-quimiotático, efeito antidermatófito inibindo o crescimento de espécie do gênero *Trichophyton* e *Microsporium*⁸ e atividade inseticida contra *Anopheles gambiae* s.s., *An. arabiensis* e *Culex quinquefasciatus*, vetores da malária africana.⁹ Os compostos majoritários identificados nos óleos essenciais foram: α -pineno,^{7,9} β -pineno,⁷ limoneno,⁷ germacreno-B,⁸ δ -cadineno,⁸ β -elemeno,⁸ α -Muurolool,⁸ δ -3-careno⁹ e silvestreno.⁹

Siparuna guianensis é uma espécie vegetal neotropical que se distribui principalmente por áreas de Cerrado no Brasil. É conhecida popularmente por negramina, caezinho, erva de rato, catingueiro e limão bravo.¹⁰ Suas folhas são utilizadas na medicina popular contra febre, gripe, reumatismo, sinusite, dores no corpo, dores de cabeça ou para desconfortos gástricos. Possui propriedades aromatizantes, estimulantes, anti-inflamatórias, diuréticas, além de ser considerada carminativa.¹¹ Estudos fitoquímicos apontaram forte potencial antimicrobiano, que pode estar relacionado com a presença de terpenos, tanino e flavonoides⁴ sendo este último grupo associado também a potencial anti-inflamatório e ansiolítico.^{11,12}

Estudos de óleos essenciais extraídos da *S. guianensis* relatam atividade antimicrobiana,^{13,14} atividade antileishmania e citotóxica contra células L6 e *L. amazonenses*,¹⁰ alta toxicidade para todos os estágios de desenvolvimento de *A. aegypti* e *C. quinquefasciatus* e alta atividade

repelente para o estágio adulto dos mosquitos.¹¹ Entre os compostos majoritários relatados no OE das folhas estão: curzerenona,^{13,15} curzereno,^{13,15} β -mirreno,^{10-11,16} 2-undecanona,^{11,16} germacreno-B,¹³ germacreno-D,^{10, 13} germacrone,¹³ biciclogermacreno,^{10,13} trans- β -elemenona,¹³ δ -elemeno,¹³ β -elemeno,¹³ γ -elemeno,¹³ atractilona,¹³ β -yerangeno,¹³ α -muurolool,¹⁵ γ -muurolool¹⁵ e γ -cadineno.¹⁵

Este trabalho visa identificar a composição química de óleos essenciais de duas espécies de plantas encontradas na região sul do estado do Tocantins, Brasil, com predominância do bioma Cerrado, *S. terebinthifolius* e *S. guianensis*, além de avaliar as atividades antioxidantes e alelopáticas não descritas para estas espécies. Estas atividades são importantes para a valorização da biodiversidade do bioma Cerrado, visando o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis na região.

2. Experimental

2.1. Material vegetal

As partes das folhas mais jovens (nervura e limbo) das espécies *S. terebinthifolius* e *S. guianensis*, foram coletadas em plantas adultas no estágio de floração plena na Universidade Federal do Tocantins (UFT) no campus de Gurupi. A cidade de Gurupi localiza-se no sul do estado do Tocantins (Brasil), 11° 43' 45" S, longitude 49° 04' 07" W e 287 m de altitude. As espécies foram coletadas no início da manhã de dias sem precipitação, 08/04/2019 para *S. terebinthifolius* e 10/02/2020 para *S. guianensis* (acesso SisGen AE5B275). *S. guianensis* foi identificada e depositada no herbário da Universidade Federal do Tocantins (campus Porto Nacional) número 10496. Após a coleta, as amostras foram armazenadas sob refrigeração no laboratório de Reatividade de Compostos Orgânicos da UFT.

2.2. Extração dos óleos essenciais

Os óleos essenciais foram extraídos pelo método de hidrodestilação, utilizando aparelho de Clevenger acoplado a um balão de fundo redondo (3 L), por um período de 2 h. Foram utilizados 250 g de folhas frescas da *S. terebinthifolius* e 300 g de folhas frescas da *S. guianensis*. Após, os óleos obtidos foram secos com sulfato de sódio e acondicionados em frascos de vidro âmbar e armazenados sob refrigeração. O cálculo do rendimento foi realizado através da relação da massa do óleo essencial obtido com a massa fresca do material vegetal utilizado para a extração (% v/m).⁷

2.3. Caracterização química dos óleos essenciais

A investigação da composição química dos óleos essenciais foi realizada por análise cromatográfica em fase gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM). As

análises foram efetuadas em um cromatógrafo a gás acoplado ao espectrofotômetro de massas modelo GCMS-QP202 da marca Shimadzu (Japão). Equipado com uma coluna capilar HP-5MS, a temperatura foi de 50 °C a 280 °C, com taxa de aquecimento de 2 °C.min⁻¹. Para gás de arraste foi utilizado o hélio. A temperatura do injetor e detector foi de 280 °C, com o modo de injeção tipo splitless. Pressão a 107,4 kPa com fluxo total de 13,9 mL.min⁻¹ e fluxo da coluna de 1,82 mL.min⁻¹ com o tempo de equilíbrio de 1 min. Foi injetado 1 μ L de solução (1 μ L do óleo essencial em 1 mL de acetato de etila). Os espectros de massa foram obtidos no intervalo de 40-650 amu, operando em 70 eV, e a fonte foi mantida à temperatura de 280 °C. Os constituintes do óleo essencial foram identificados pela comparação de seus espectros de massas com o banco de dados do sistema CG-EM NIST 14 (National Institute of Standards and Technology), e índices de retenção (IR) com dados de literatura.^{17,18} Obteve-se os IR dos compostos identificados aplicando-se a equação de Van den Dool & Kratz, 1963¹⁹ utilizando padrão de alcanos (C9-C20).

2.4. Avaliação biológica

2.4.1. Ensaio antioxidante qualitativo

Os óleos essenciais foram avaliados quanto à reatividade frente ao 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH, Sigma-Aldrich), utilizando o método por cromatoplaça.²⁰ Essa atividade é observada quando ocorre redução do DPPH com os compostos antioxidantes presentes nos OEs. Os OEs foram aplicados em placas de sílica gel pré-prontas 60G F254 (Lemandou®) (CCDC) e eluídos com hexano (100%, Dinâmica). As cromatoplaças foram borrifadas com uma solução metanólica 0,2% de DPPH, e deixadas sob a luz artificial durante 20 minutos. O potencial antioxidante foi evidenciado pela presença de manchas amareladas, decorrentes da redução do DPPH, contra a coloração roxa (púrpura) do fundo.

2.4.2. Ensaio da atividade alelopática

Os OEs foram avaliados quanto à atividade alelopática utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa* L., Feltrin Sementes). Foram utilizadas cinco diferentes concentrações dos OEs: 100, 500, 1000, 2000 e 3000 μ g.mL⁻¹.

A aplicação das concentrações foi realizada em triplicata em placas de Petri, forradas com papel filtro. Após a adição de 1 mL de cada concentração, esperou-se 24 h para evaporação do solvente e adicionou-se 15 sementes de alface em cada placa, juntamente com 5 mL de água destilada. No controle foi utilizado apenas água destilada. As sementes foram incubadas em torno de 25 °C durante 5 dias. Ao final do período foram contadas as sementes germinadas e medidas com o auxílio do paquímetro levando em conta o tamanho da radícula e o tamanho da radícula até o caule, chamada de ápice caulinar. O teste foi realizado em triplicata.

A análise estatística consistiu nas médias do tamanho da radícula e ápice caulinar, em milímetros. Os valores

foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o programa SISVAR 11.98 e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade. A taxa de germinação das sementes foi encontrada de acordo com a fórmula: $G = (N/A) \cdot 100$. Onde: G = germinabilidade; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.²¹

3. Resultados e Discussão

A extração de óleo essencial a partir de folhas das espécies vegetais *S. terebinthifolius* e *S. guianensis* apresentaram rendimento de 0,16% v/m e 0,20% v/m respectivamente. A quantidade de óleo essencial presente nas espécies se dá primordialmente por fatores ambientais, genéticos e climáticos como temperatura, pluviosidade, altitude e época estacional. Estes influenciam de forma direta ou indireta no rendimento de óleo essencial durante a extração e também na composição química dos mesmos, principalmente na produção de metabólitos secundários.²²

O rendimento do óleo essencial das folhas de *S. terebinthifolius* e *S. guianensis* pelo processo de hidrodestilação pode variar em função do tempo de extração. Segundo alguns dados literários, foram obtidos rendimentos de 0,8% extraídos de 1 kg de folhas de *S. terebinthifolius* pelo período de 2 h²³ e aproximadamente de 1,75%, a partir da extração 25 g de folhas de *S. guianensis* pelo período de 1 h e 30 min.¹⁶

Os resultados das análises dos óleos essenciais, extraídos das duas plantas, utilizando GC-EM, apontaram uma variedade de compostos químicos, os quais estão descritos na Tabela 1, com predominância de monoterpênicos, sesquiterpênicos, sesquiterpênicos oxigenados e de compostos fenólicos.

Para o óleo essencial extraído de *S. terebinthifolius*, 16 compostos foram identificados, entre eles, o D-limoneno (Figura 1) foi o composto de maior abundância, com 12,09%. Para o óleo essencial extraído de *S. guianensis*, 20 compostos foram identificados com predominância do composto β -mirceno (Figura 1), com 79,47%.

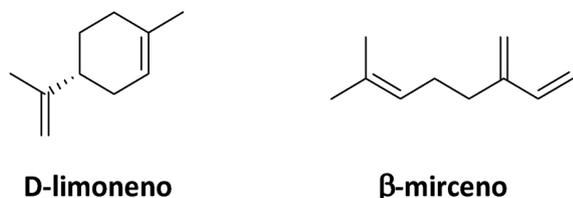


Figura 1. Estruturas dos compostos majoritários dos óleos essenciais das folhas das espécies vegetais

De acordo com a análise da composição química de *S. terebinthifolius*, o componente majoritário do óleo essencial obtido é o D-limoneno, composto multifuncional abundantemente encontrado em plantas cítricas, o qual possui propriedades antioxidantes, anti-inflamatória,

anticancerígena, antidiabética, gastroprotetora entre outras.²⁴ Estudos publicados indicam a presença de D-limoneno nos óleos essenciais extraídos tanto das folhas como dos frutos de *S. terebinthifolius*.²⁵ Silva et al.⁶ comparou resultados de óleos essenciais extraídos de folhas obtidas de espécie macho e fêmea e frutos verdes e maduros, os quais apresentaram diferenças em suas composições. O óleo essencial obtido das folhas da planta do gênero macho resultou quase exclusivamente na presença de D-limoneno (96,6%), enquanto o óleo essencial das folhas da planta de gênero fêmea apresentou uma maior variedade de compostos, estando entre os majoritários o β -cariofileno (30,2%) e o δ -3-careno (27,8%). A comparação proveniente dos óleos essenciais obtidos de frutos verdes e maduros indicou o D-limoneno (39,5%) como composto majoritário do produto obtido de frutos verdes, sendo que o terpinen-4-ol (31,1%) apresentou % de área próxima ao do D-limoneno. O terpinen-4-ol (64,6%) apresentou-se como composto majoritário do óleo essencial obtido de frutos maduros. Maciel et al.⁸ relata baixo potencial antioxidante do óleo essencial de *S. terebinthifolius*, tendo como constituinte majoritário o germacreno D, diferente da composição química relatada neste trabalho que apresentou o D-limoneno como majoritário.

A composição química do óleo extraído da *S. guianensis* apontou como composto majoritário o β -mirceno, que possui atividade antibacteriana contra patógenos humanos como *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* e *Pseudomonas aeruginosa*.¹⁴ Em alguns dados literários é perceptível verificar que o óleo essencial das folhas de *S. guianensis* é predominantemente constituído por terpenos, dentre os quais destacam-se o β -mirceno, germacreno D e *E,E*-farnesol, siparunona,²⁶ bicilogermacreno,²⁷ α -terpinoleno, α -bisabolol,¹⁰ ácido decanóico, 2-undecanona, β -pineno,¹² germacrona, epi- α -bisabolol, principais responsáveis pela atividade antioxidante do mesmo.

Existe uma considerável variação na composição dos constituintes de óleos essenciais de certas espécies de plantas. Essa variação pode ocorrer tanto em função da sazonalidade como da diferença entre indivíduos de diferentes populações e de mesma população.²⁸⁻²⁹ Devido à mistura complexa de compostos e suas diferentes composições nos OEs, é comum avaliar o potencial antioxidante utilizando métodos com DPPH.³⁰

A partir da avaliação qualitativa do óleo essencial revelada com solução metanólica do radical DPPH (0,2%), foi possível observar a presença de substâncias antioxidantes, evidenciadas pela presença de manchas amarelas sobre o fundo roxo da cromatoplaça, resultantes da redução do radical DPPH. Calculou-se o fator de retenção (FR) das manchas que apresentaram atividade antioxidante dos respectivos óleos, para *S. terebinthifolius* foi obtido FR de 0,64 e 0,14, enquanto que para *S. guianensis* FR de 0,69; 0,31 e 0,1. Esta atividade pode estar associada aos diferentes constituintes químicos identificados que possuem atividade antioxidante relatada na literatura.^{31,32}

Tabela 1. Percentual relativo dos componentes identificados nos óleos essenciais das folhas das duas espécies

n°	Compostos	Classe de Compostos	t _R (min)	Espécies vegetais	
				<i>Schinus terebinthifolius</i> *	<i>Siparuna guianensis</i> *
1	trans-β-Ocimeno	M	4,127		1,21
2	β-Pineno	M	4,761		0,22
3	β-Mirceno	M	4,866		79,47
4	D-Limoneno	M	5,494	12,09	0,85
5	Biciclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-metil-5-(1-metiletil)-	M	5,543		0,90
6	β-Ocimeno	M	5,707		0,26
7	2,6-Octadien-1-ol, 2,7-dimetil-	M	6,504		0,54
8	p-Cimen-8-ol	M	7,870	4,25	
9	Carveol	M	8,336	5,46	
10	3-Metilciclopentil acetato		8,455		0,22
11	D-Carvona	M	8,700	3,95	
12	Acetato de trans-Pinocarvil	M	8,812		0,93
13	1,2,8,9-diepoxi-p-mentano	M	9,302	3,94	
14	2-Undecanona	C	9,326		7,86
15	4,6,6-trimetil-Biciclo[3.1.1]hept-3-en-2-ona	M	9,624	6,18	
16	2,5,6-trimetil-1,3,6-Heptatrieno	M	9,948		0,29
17	4-Isopropenil-1-metil-1,2-ciclohexanodiol	M	10,133	5,87	
18	Ciclohexano, 1-etenil-1-metil-2,4-bis(1-metiletenil)	S	10,600		0,35
19	Isocariofileno	S	11,158		0,22
20	trans-α-Bergamoteno	S	11,267		0,24
21	(S,1Z,6Z)-8-Isopropil-1-metil-5-metilenociclo-deca-1,6-dieno	S	11,850	4,39	
22	Germacreno D	S	11,961		3,12
23	2-Dodecanona	C	12,024		0,79
24	Eudesma-4(14),11-dieno	S	12,073	5,16	
25	Fenol, 3,5-bis(1,1-dimetiletil)	CF	12,188	8,87	0,22
26	Germacreno B	S	12,141		1,17
27	(-)-Espatuleno	SO	13,158		0,75
28	Óxido de Cariofileno	SO	13,236	7,85	
29	T-Cadinol	SO	13,917	5,06	
30	α-Cadinol	SO	14,064	5,35	
31	1-Naftalenol, decahidro-1,4a-dimetil-7-(1-metiletilideno)	CF	14,125	7,00	
32	1-acetoxi-3,7-dimetil-6,11-Undecadieno		16,174	7,01	
33	(E)-β-Fameseno	S	17,083		0,36
34	Fitol	DO	18,641	7,55	
Total				99,98	99,97
Cetona				0,00	8,65
Compostos Fenólicos				15,87	0,22
Monoterpenos				41,74	84,67
Diterpenos oxigenados				7,55	0,00
Sesquiterpenos				9,55	5,46
Sesquiterpenos Oxigenados				18,26	0,75
Total				92,97	99,75

t_R = tempo de retenção, C – cetona, CF – compostos fenólicos, M – monoterpenos, DO – diterpenos oxigenados, S – sesquiterpenos, SO – sesquiterpenos oxigenados. *Os valores representam a porcentagem relativa de cada composto baseado na área do pico no cromatograma

O efeito aleloquímico pode ser visível sobre as plantas, sendo esta uma indicação secundária do efeito causado pela ação alelopática sobre a germinação a nível molecular e celular. De forma geral, a ação dos aleloquímicos ocorre pela perturbação nas atividades vitais das plantas: fotossíntese, respiração, assimilação de nutrientes, síntese protéica, atividades enzimáticas, permeabilidade da plasmalema, além de desregular o crescimento da planta.³³

Não foi observado efeito aleloquímico para os OEs testados em sementes de alface. A atividade biológica de um dado aleloquímico, depende, tanto da concentração, como do limite da resposta da espécie afetada. O limite de inibição para um dado químico não é constante, pois depende intrinsecamente, da sensibilidade dessa espécie receptora, como também dos processos metabólicos dessa planta e das condições ambientais. Rice (1984)³⁴ menciona que, quando em baixa concentração, os efeitos alelopáticos podem não ser inibitórios para dada espécie receptora, podendo ocorrer efeitos estimulatórios em determinados casos. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que, em relação à germinação das sementes de alface, não houve diferenças significativas quando comparados aos controles, todos em todas as concentrações dos dois óleos essenciais testados a percentagem de germinação foi acima de 90%. Assim não houve diferença significativa no comprimento das plântulas e da raiz da alface nas concentrações testadas comparando-se com o controle.

4. Conclusões

Os óleos essenciais extraídos das folhas das espécies *S. terebinthifolius* e *S. guianensis* destacaram-se por apresentarem atividade antioxidante frente à metodologia do sequestro do radical DPPH, mesmo não apresentando atividade aleloquímica. Na caracterização química, foi possível evidenciar uma predominância maior de monoterpenos tanto para *S. terebinthifolius* como para *S. guianensis*, tendo como composto majoritário o D-limoneno no OE obtido de *S. terebinthifolius* e o β -mirceno no OE obtido de *S. guianensis*. Apesar de haver dados da composição química dos OEs das espécies na literatura, não havia relatos para *S. terebinthifolius* coletadas no estado do TO, pois a composição química pode variar de acordo com o local da coleta. Observou-se que em muitos locais o composto majoritário foi diferente do D-limoneno, mas identificado em menor proporção. Para *S. guianensis* a composição química do óleo essencial está de acordo com a relatada na literatura para espécies coletadas no estado do TO, tendo o β -mirceno como constituinte majoritário, contudo para outras regiões do país este composto foi identificado em quantidades menores. Assim podemos concluir que mesmo em diferentes regiões do país os óleos essenciais das espécies aqui estudadas possuem composição química semelhante, variando na grande maioria a proporção dos constituintes químicos.

Agradecimentos

A UFT e ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica.

Referências Bibliográficas

1. Ali, B.; Al-Wabel, N. A.; Shams, S.; Ahamad, A.; Khan, S. A.; Anwar, F.; Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* **2015**, *5*, 601. [Crossref]
2. Pandey, A. K.; Singh, P.; The Genus *Artemisia*: a 2012-2017 Literature Review on Chemical Composition, Antimicrobial, Insecticidal and Antioxidant Activities of Essential Oils. *Medicines* **2017**, *4*, 68. [Crossref] [PubMed]
3. Lyra, L. P. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista, 2019. [Link]
4. Bessa, N. G. F. de; Borges, J. C. M.; Beserra, F. P.; Carvalho, R. H. A.; Pereira, M. A. B.; Fagundes, R.; Campos S. L.; Ribeiro, L. U.; Quirino, M. S.; Chagas Junior, A. F.; Alves, A.; Preliminary phytochemical screening of native Cerrado plants of medicinal popular use by the rural community of the Vale Verde settlement - Tocantins. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* **2013**, *15*, 692. [Crossref]
5. Gomes, R. B. de A.; Souza, E. S. de; Barraqui, N. S. G.; Tosta, C. L.; Nunes, A. P. F.; Schuenck, R. P.; Ruas, F. G.; Ventura, J. A.; Filgueiras, P. R.; Kuster, R. M.; Residues from the Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolia* Raddi) processing industry: Chemical profile and antimicrobial activity of extracts against hospital bacteria. *Industrial Crops and Products* **2020**, *143*, 1. [Crossref]
6. Silva, P. T.; Azevedo, F. R. P.; Dias, F. M. F.; Lima, M. C. L.; Rodrigues, T. H. S.; Souza, E. B.; Bandeira, P. N.; Santos, H. S.; Composição Química do Óleo Essencial Extraído das Folhas dos Indivíduos Macho e Fêmea e Frutos de *Schinus terebinthifolius*. *Revista Virtual de Química* **2019**, *11*, 180. [Crossref]
7. Vicenço, C. B.; Silvestre, W. P.; Silva, V. T. da; Menegol, I. V.; Hahn, R. C.; Lima, T. S.; Agostini, F.; Pauletti, G. F.; Bioactivity of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolia* Raddi. Essential Oils on *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818). *Brazilian Archives of Biology and Technology* **2020**, *63*, 1. [Crossref]
8. Maciel, A. J.; Lacerda, C. P.; Danielli, L. J.; Bordignon, S. A. L.; Fuentesfria, M. A. A.; Antichemotactic and Antifungal Action of the Essential Oils from *Cryptocarya aschersoniana*, *Schinus terebinthifolia*, and *Cinnamomum amoenum*. *Chemistry & Biodiversity* **2019**, *16*, 1. [Crossref] [PubMed]
9. Kweka, E. J.; Nyindo, M.; Mosha F.; Silva, A. G.; Insecticidal activity of the essential oil from fruits and seeds of *Schinus terebinthifolia* Raddi against African malaria vectors. *Parasites & Vectors* **2011**, *4*, 1. [Link]
10. Andrade, M. A.; Azevedo, C. dos S.; Motta, F. N.; Santos, M. L. dos; Silva, C. L.; Santana, J. M. de; Bastso, I. M. D.; Essential oils: in vitro activity against *Leishmania amazonensis*, cytotoxicity and chemical composition. *BMC complementary*

- and alternative medicine* **2016**, *16*, 444. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Aguiar, R. W. S.; Santos, S. F. dos; Morgado, F. S.; Ascencio, S. D.; Lopes, M. de M.; Viana, K. F.; Didonet, J.; Ribeiro, B. M.; Insecticidal and repellent activity of *Siparuna guianensis* Aubl. (Negramina) against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *PLoS One* **2015**, *10*, 1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 12. Fischer, D. C. H.; Gualda, N. C. A.; Bachiega, D.; Carvalho C. S.; Lupo, F. N.; Bonotto, S. V.; Alves, M. de O.; Yogi, A.; Di Santi, S. M.; Avila, P. E.; Kirchgatter, K.; Moreno, P. R. H.; In vitro screening for antiplasmodial activity of isoquinoline alkaloids from Brazilian plant species. *Acta Tropica* **2004**, *92*, 261. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 13. Oliveira, M. S.; Cruz, J. N.; Costa, W. A.; Silva, S. G.; Brito, M. P.; Menezes, S. A. F.; Neto, A. M. J. C.; Andrade, E. H. A.; Carvalho Junior, R. N. de; Chemical Composition, Antimicrobial Properties of *Siparuna guianensis* Essential Oil and a Molecular Docking and Dynamics Molecular Study of its Major Chemical Constituent. *Molecules* **2020**, *25*, 1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 14. Moura, W. de S.; Souza, S. R. de; Campos, F. S.; Cangussu, A. S. R.; Santos, E. M. S.; Andrade, B. S.; Gomes, C. H. B.; Viana, K. F.; Haddi, K.; Oliveira, E. E.; Nascimento, V. L.; Aguiar, R. W. de S.; Antibacterial activity of *Siparuna guianensis* essential oil mediated by impairment of membrane permeability and replication of pathogenic bacteria. *Industrial Crops and Products* **2020**, *146*, 1. [[Crossref](#)]
 15. Ferreira, R. M. dos A.; D'haveloose, N. P.; Cruz, R. A. S.; Araújo, R. S.; Carvalho, J. C. T.; Rocha, L.; Fernandes L. P.; Costa, T. S.; Fernandes, C. P.; Souto, R. N. P.; Nano-emulsification Enhances the Larvicidal Potential of the Essential Oil of *Siparuna guianensis* (Laurales: Siparunaceae) against *Aedes aegypti* (Stegomyia) (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* **2019**, *57*, 788. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 16. Portella, A. C. F.; Munaro, M.; Ascêncio, S. D.; Siqueira, C. de A.; Ferreira, T. P. de S.; Aguiar, R. W. de S.; Caracterização físico-química do óleo essencial da *Siparuna guianensis* Aublet. *Química Nova* **2014**, *37*, 844. [[Crossref](#)]
 17. Adams, R. P.; Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. 4.1ª ed., Allured Publishing Corporation: Illinois, 2017.
 18. NIST Chemistry Web Book. NIST Standard Reference Database Number 69, 2022. [[Crossref](#)]
 19. Van Den Dool, H.; Kratz, D. J.; A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A* **1963**, *11*, 463. [[Crossref](#)]
 20. Simões-Pires C. A.; Queiroz, E. F.; Henriques A. T.; Hostettmann, K.; Isolation and on-line identification of antioxidant compounds from three Baccharis species by HPLC-UV-MS/MS with post-column derivatization. *Phytochemistry Analysis* **2005**, *16*, 307. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 21. Boaes, T. S.; Arruda, G. L. de; Souza, T. P. de; Chagas Junior, A. F.; Chapla, V. M.; Variação da produção metabólica do fungo endofítico *Diaporther sp.* isolado de *Clitoria guianensis* Benth utilizando OSMAC. *Periodico Tchê Química* **2019**, *16*, 870. [[Link](#)]
 22. Lopes-Lutz, D.; Alviano, D. S.; Alviano, C. S.; Kolodziejczyk, P. P.; Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. *Phytochemistry* **2008**, *69*, 1732. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 23. Santos, M. R. A.; Lima, R. A.; Silva, A. G.; Lima, D. K. S.; Sallet, L. A. P.; Teixeira, C. A. D.; Facundo, V. A.; Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* **2013**, *15*, 757. [[Crossref](#)]
 24. Anandakumar, P.; Kamaraj, S.; Vanitha, M. K.; D-limonene: A multifunctional compound with potent therapeutic effects. *Journal of Food Biochemistry* **2021**, *45*, 1. [[Crossref](#)]
 25. Mohamed, A. A.; Behiry, D. I.; Ali, H. M.; EL-Hefny, M.; Salem, M. ZM; Ashmawy, N. A.; Compostos Fitoquímicos de Ramos de Extrato Líquido Oleoso de *P. halepensis* e Óleo Essencial de *S. terebinthifolius* e Sua Potencial Atividade Antifúngica. *Processes* **2020**, *8*, 1. [[Crossref](#)]
 26. Melo, D. C. de; Miranda, M. L. D.; Ferreira Júnior, W. G.; Andrade, P. M. de; Alcoba, A. L. T.; Silva, T. de S.; Anticariogenic and Antimycobacterial Activities of the Essential Oil of *Siparuna guianensis* Aublet (Siparunaceae). *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry* **2017**, *9*, 55. [[Crossref](#)]
 27. Andrade, M. A.; Cardoso, M. das G.; Gomes, M. de S.; Azeredo, C. M. O. de; Batista, L. R.; Soares, M. J.; Rodrigues, L. M. A.; Figueiredo, A. N. S.; Biological activity of the essential oils from *Cinnamodendron dinisii* and *Siparuna guianensis*. *Brazilian Journal of Microbiology* **2015**, *46*, 189. [[Crossref](#)]
 28. Kokinni, S.; Vokou, D.; *Mentha spicata* (Lamiaceae) Chemotypes Growing Wild in Greece. *Economic Botany* **1989**, *43*, 192. [[Link](#)]
 29. Tarayre, M.; Thompson, J. D.; Escarré, J.; Linhart, Y. B.; Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. *Oecologia* **1995**, *101*, 110. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 30. Oliveira, A. C. de; Valentim, I. B.; Goulart, M. O. F.; Silva, A. S.; Bechara, E. J. H.; Trevisan, M. T. S.; Fontes vegetais naturais de antioxidantes. *Química Nova* **2009**, *32*, 689. [[Link](#)]
 31. Ruberto, G.; Baratta, M. T.; Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model system. *Food Chemistry* **2000**, *69*, 167. [[Crossref](#)]
 32. Martins, M. R.; Arantes, S.; Candeias, F.; Tinoco, M. T.; Cruz-Moraes, J.; Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils. *Journal of Ethnopharmacology* **2014**, *151*, 485. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 33. Magiero, E. C.; Assmann, J. M.; Marchese, J. A.; Capelin, D.; Paladini, M. V.; Trezzi, M. M.; Efeito alelopático de *Artemisia annua* L. na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* **2009**, *11*, 317. [[Link](#)]
 34. Rice, E. L.; *Allelopathy*, 2ª. ed., Academic Press: New York, 1984.