CAPÍTULO 102 - COMPOSTOS QUÍMICOS B-PINENO E A-PINENO POSSÍVEIS MARCADORES QUÍMICOS DE SCHINUS TEREBINTHIFOLIA RADDI

Leandro Lima Narcizo[1] Fabiana Da Silva Muinarsk[2] Ana Caroline Alencar de Carvalho[3] Liz María Matilde Duarte Gimenez[4] Isis de Oliveira Almeida[5] Bruno Robaldo Souza[6]

[1]Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, leandro.narcizo@hotmail.com
[2]Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, fabiana.muinarsk@gmail.com
[3]Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, anacarolinealencar33@gmail.com
[4]Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, lizduartegimenez@gmail.com
[5]Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, - isis15.io40@gmail.com
[6]Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - Universidade Federal da Grande Dourados/MS, robaldosouzab@gmail.com

Resumo
Schinus terebinthifolia Raddi popularmente conhecida como pimenta rosa, é uma planta nativa da América do Sul, presente na biodiversidade brasileira. Possui uma quantidade expressiva de óleos essenciais, encontrados principalmente em folhas e frutos com predominância de monoterpenos e sesquiterpenos. Esta revisão foi realizada por meio de consultas nas bases de dados Google Scholar, PubMed®, ScienceDirect® e SciELO. As palavras chaves utilizadas nas buscas dos artigos foram: "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essencial", "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essencial em folhas", "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essências em frutos", "*Schinus terebinthifolia* AND biossíntese","*Schinus terebinthifolia* Raddi AND gênero" nos idiomas inglês e português. Foram selecionados e incluídos nesta revisão apenas artigos científicos publicados entre o período de 2000 a 2025. Os dados coletados nos documentos científicos foram organizados em tabela, com a especificação dos principais compostos marjoritários obtidos em folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi. O gerenciamento de referências foi realizado através do software Mendeley. Óleo essencial extraído das folhas apresentaram como componentes majoritários δ-3-careno, α-pineno, β- pineno, α-felandreno e limoneno. Enquanto as principais substâncias encontradas no óleo essencial extraído das frutas foram δ-3-careno, β-pineno, α-pineno, biciclogermacreno, limoneno, α-felandreno, mirceno e silvestreno. As variações na composição químicas e o rendimento estão relacionadas as funções vitais do espécime dentro do seu ecossistema, pois atuam defendendo-os contra microrganismos e predadores, partes da planta utilizada, localização geográfica, período de colheita, estágio de desenvolvimento, idade da planta e o método de extração. Estudos relatam que a composição química e o rendimento de metabólitos secundários no óleo essencial de folhas e frutos de *Schinus terebintifolhia* Raddi variam significativamente, destacando-se a presença de β-pineno e α-pineno em todos os estudos amostrados, o que em parte pode indicar a possibilidade de ser um marcador químico da espécie.
Palavras-chaves: Pimenta-rosa; Metabólitos secundários; Marcador químico.
Área Temática: Biologia

INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolia Raddi pertence ao maior gênero da família Anacardiaceae na América do Sul, com 28 espécies reconhecidas e 17 variedades de árvores e arbustos nativos de clima temperado, e mais conhecido por suas poucas espécies cultivadas e invasoras. No Brasil são encontradas 12 espécies, sendo 4 endêmicas e 4 sinônimos, facilmente encontradas ao longo da costa brasileira (Silva-Luz *et al*., 2020). A distribuição geográfica das espécies ocorre desde as Américas do Norte e Central, até a América do Sul (Menezes *et al*., 2020). O gênero foi descrito por um sueco naturalista Carl Linnaeous em 1753, designando o gênero *Schinus* L., derivado de "aroeira", nome latino dado para a árvore Mastic (*Pistacia lentiscus* L.*)*.

A composição dos óleos essenciais em estudos de espécies do gênero demonstra a predominância de monoterpenos e sesquiterpenos. Dentre os monoterpenos destaca-se o α- pineno, β-pineno e limoneno e os sesquisterpernos y-cadineno, β-cariofileno, α-cariofileno e germacreno A (Jamal *et al*., 2001, Ibrahim *et al*., 2004; Santos *et al*., 2009). Em um levantamento bibliográfico, Galvão *et al*. (2014) verificaram que *Schinus terebinthifolia* Raddi, é a espécie mais estudada quimicamente, contribuindo com mais de 50% das substâncias isoladas do gênero.

Schinus terebinthifolia Raddi é uma planta rica em óleos essenciais, presentes principalmente nas folhas e nos frutos com a predominância da classe de monoterpenos e sesquiterpenos. Este trabalho consta de uma revisão de literatura com o objetivo de compilar informações sobre os principais compostos majoritáros obtidos em folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi.

METODOLOGIA

Esta revisão foi realizada por meio de consultas nas bases de dados Google Scholar (https://scholar.google.com.br/), PubMed® (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/) ScienceDirect® (https://sciencedirect.com/search) e SciELO (https://search.scielo.org/). As palavras-chave utilizadas nas buscas dos artigos foram: "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essencial", "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essencial em folhas", "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND óleo essências em frutos", "*Schinus terebinthifolia* AND biossíntese", "*Schinus terebinthifolia* Raddi AND gênero" nos idiomas inglês e português. Foram selecionados e incluídos nesta revisão apenas artigos científicos publicados entre o período de 2000 a 2025. Em relação aos critérios de exclusão, foram descartados capítulos de livro, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e resumos publicados em anais de eventos. Inicialmente, foram identificados 156 artigos relacionados ao tema. Após a leitura de títulos e resumos, 48 artigos foram selecionados para análise completa, enquanto 108 estudos foram descartados por não atenderem aos critérios de inclusão. Ao finalizar as pesquisas em cada base, as referências duplicadas foram excluídas. Os dados coletados nos documentos científicos foram organizados em tabela, com a especificação dos principais compostos marjoritários obtidos em folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi. O gerenciamento de referências foi realizado através do software Mendeley.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises históricas revelam que os óleos essenciais são metabólitos secundários, responsáveis por conferir odor e cor aos vegetais que são extraídos de diferentes partes, como raízes, colmos, cascas, folhas, flores e sementes (Santos, 2010). São substâncias lipofílicas, líquidas e voláteis, caracterizadas quimicamente como misturas complexas de compostos de baixo peso molecular, que podem gerar aromas e/ou sabores (Taiz & Zeiger, 2009).

Os metabólitos secundários produzidos pelos vegetais são os que possuem maior número de substâncias biologicamente ativas (Santos, 2010), desenvolvendo várias funções vitais para os vegetais dentro do seu ecossistema, pois atuam defendendo-os contra microrganismos e predadores (Henriques *et al*., 2000). Os mesmos, produzidos por estruturas secretoras especializadas como ductos secretores, células parenquimáticas, tricomas e canais oleíferos, estocados em certos órgãos vegetais tais como nas folhas,

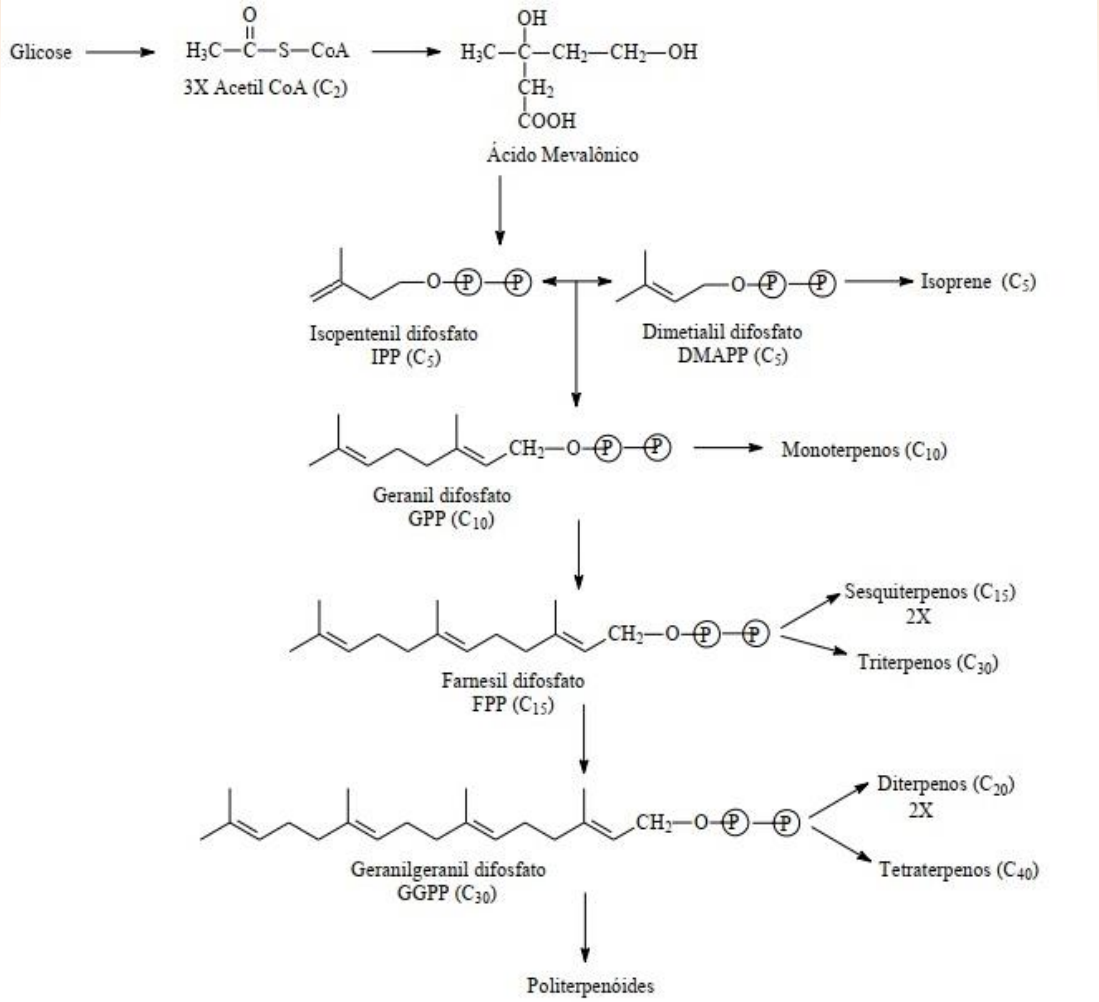
casca e frutos, onde estas estruturas secretoras ocorrem (Simões, 2004).

Ainda segundo Simões, (2004) eles podem estar presentes em um só órgão ou em toda planta, sintetizados em diferentes órgãos variando de acordo com a família e armazenados em células secretoras, cavidades, células epidérmicas. Geralmente, possuem densidade menor que da água e são solúveis em compostos orgânicos (Bakkali *et al*., 2008).

A composição química dos óleos essenciais pode ser influenciada de acordo com a espécie, parte utilizada, localização geográfica, período de colheita, estágio de desenvolvimento, idade da planta, método de extração (Costa *et al*., 2015). Os óleos essenciais geralmente contem cerca de 20 a 60 componentes em diferentes concentrações, com dois ou três componentes apresentando-se em maior concentração 20 a 70% que vão caracterizar e determinar sua propriedade biológica (Bakkali *et al*., 2008). Além disso, se caracteriza pela presença de diferentes classes, normalmente hidrocarbonetos e seus derivados oxigenados, predominando os terpenos e arilpropanoides (Carson *et al*., 2011).

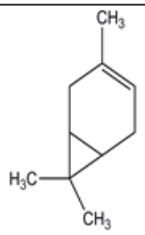
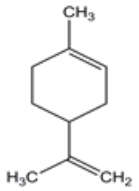
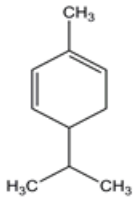
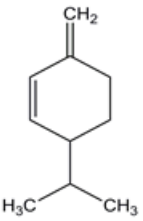
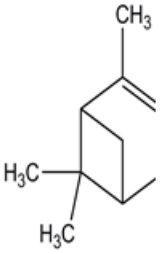
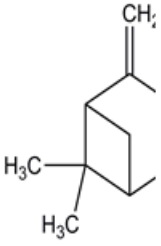
A formação dos compostos presentes nos óleos essenciais se dá a partir da formação de terpenoides originados a partir do ácido mevalônico, ou de fenilpropanoides, oriundos do ácido chiquímico, porém a rota mais comum é do mevalonato (citossólica) (**Figura 1**). Dewic (2002) descreve os terpenos como maior grupo de compostos naturais, com cerca de 30.000 estruturas conhecidas, vistos como polímeros do isopreno (na sua forma ativa pirofosfato de isopentenila e pirofosfato de dimetilalila) unidos, normalmente, por cabeça-cauda e classificados pelo número de unidades de isopreno das quais eles são derivados: hemiterpenos (C5), monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15) e diterpenos (C20), derivados de 1, 2, 3 e 4 unidades de isopreno, respectivamente.

Figura 1 - Biossíntese de terpenos (Taiz e Zeiger, 2009).

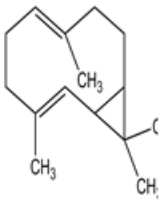
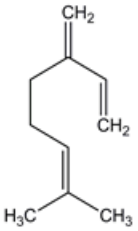
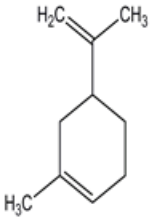
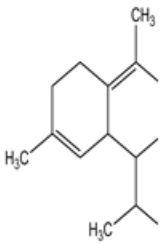
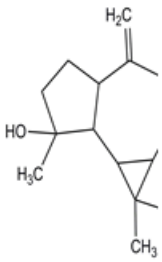


Nas **Tabelas 1 e 2** apresentamos o rendimento e os compostos majoritarios obtidos do óleo essencial dos frutos e folhas de *Schinus terebinthifolia* Raddi.

Tabela 1 – Rendimento e compostos majoritários presentes no óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolia* Raddi.

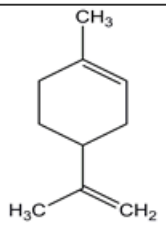
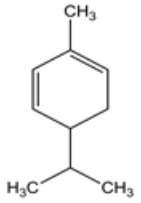
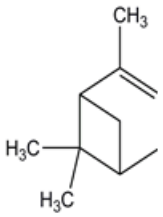
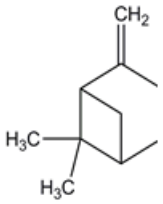
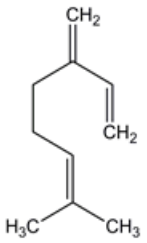
Compostos	Estruturas	Folhas	
		Rendimento (%)	Referências
δ-3-careno		68,78-0,18	Santana *et al.*, 2012; Uliana *et al.*, 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2024.
limoneno		23,8-2,89	Uliana *et al.*, 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Marangoni *et al.*, 2023.
α-felandreno		33,06-0,6	Uliana et al., 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2024.
β-felandreno		18,08-0,12	Santana *et al.*, 2012; Pawlowski *et al.*, 2012; Marangoni *et al.*, 2023.
α-pineno		61,03-1,07	Pawlowski *et al.*, 2012; Santana *et al.*,2012; dos Santos Cavalcanti *et al.*, 2015; Uliana *et al.*, 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Bezerra *et al.*, 2023; Fernandes *et al.*, 2023; Bernadi *et al.*, 2024.
β-pineno		12,59-1,22	Pawlowski *et al.*, 2012; Santana *et al.*,2012; dos Santos Cavalcanti *et al.*, 2015; Uliana *et al.*, 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Bezerra *et al.*, 2023; Fernandes *et al.*, 2023; Bernardi *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2024.

thesis editora científica

biciclogermacreno		15,00-2,09	Pawlowski *et al.*, 2012; Santana et al, 2012; Ennigrou *et al.*,2018; Marangoni *et al.*, 2023.
β-mirceno		20,43-0,05	Santana *et al.*, 2012; Uliana *et al.*, 2016; Ennigrou *et al.*, 2018; Marangoni *et al.*, 2023.
silvestreno		3,70	Santana *et al.*, 2012
δ-cadineno		9,21-2,26	Pawlowski *et al.*, 2012; Santana *et al*, 2012; Oliveira *et al.*, 2024.
espathulenol		1,90-0,10	Santana *et al.*, 2012; Pawlowski *et al.*, 2012; Ennigrou *et al.*, 2018; Marangoni *et al.*, 2023.

thesis editora científica

Tabela 2 – Rendimento e compostos majoritários presentes no óleo essencial de frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi.

Compostos	Estruturas	Frutos	
		Rendimento (%)	Referências
limoneno		23,8-5,52	Affonso *et al.*, 2012; Formagio *et al.*, 2021; Reis *et al.*, 2023; Tschoeke 2024.
α-felandreno		21,1-11,62	Affonso *et al.*, 2012; Guzzo *et al.*, 2018; Reis *et al.*, 2023; Tshoeke 2024.
α-pineno		16,9-11,65	Formagio *et al.*, 2011; Affonso *et al.*, 2012; Ennigrou *et al.*, 2017; Guzzo *et al.*, 2018; Barraqui *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2024; Reis *et al.*, 2023; Tshoeke 2024.
β-pineno		22,56-4,5	Formagio *et al.*, 2011; Affonso *et al.*, 2012; Ennigrou *et al.*, 2017; Guzzo *et al.*, 2018; Barraqui *et al.*, 2023; Oliveria *et al.*, 2024.
β-mirceno		1,99-9,30	Formagio *et al.*, 2011;Afonso *et al.*, 2012; Guzzo et al., 2018; Barraqui *et al.*, 2023; Reis *et al.*, 2023; Oliverira *et al.*, 2024; Reis *et al.*, 2023; Tshoeke 2024.

Os artigos analisados fornecem evidências consistentes sobre a presença de β-pineno e α-pineno em folhas e frutos, indicando sua potencial utilidade como marcadores químicos de *Schinus terebinthifolia*. Além disso, os dados reforçam a influência de fatores ambientais, desenvolvimento da planta e métodos de extração na composição química, contribuindo para futuros estudos de aplicação prática em bioprodutos.

CONCLUSÃO

A análise dos estudos revisados evidencia que a composição química e o rendimento de metabólitos secundários no óleo essencial de folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi variam significativamente. A presença recorrente de β-pineno e α-pineno em todos os trabalhos sugere seu potencial como marcador

químico da espécie, reforçando a relevância de investigações futuras para validação experimental e aplicação prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, C. R. G., FERNANDES, R. M.; DE OLIVEIRA, J. M. G., CARVALHO E. MARTINS, M. C.; LIMA, S.G., SOUZA JUNIOR, G. R., FERNANDES, M. Z. L. C. M., ZANINI, S. F., 2012. Effects of the essential oil from fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) on reproductive functions in male rats**. Journal of the Brazilian Chemical Society**. 23, 180-185.

BARRAQUI, N. S. G., VENTURA, J. A., RUAS, F. G., GOMES, R. B. A., LOVATTI, B. P. O., DA SILVA, S. R. C., FILGUEIRAS, P. R., KUSTER, R. M., 2023. Physical and chemical characteristics of *Schinus terebinthifolia* Raddi (Brazilian peppertree) fruits at different stages of maturation. **Biochemical Systematics and Ecology**. 110.

BERNARDI, J. L., FERREIRA, J. A., PUTON, B. M. S., CAMARGO, D. S., DAL MAGRO, J., JUNGES, A., CANSIAN, R. L., ZENI, J., PAROUL, N., 2024. Potential agrochemical applications of *Schinus terebinthifolius* essential oil. **Journal of Stored Products Research.** 105.

BEZERRA, L. L. A., AZEVEDO, F. R., EVANGELISTA-JÚNIOR, W. S., PAULA-FILHO, F. J., NAVARRO, D. M. A. F., SANTOS, E. F. S., 2023. Efficiency of essential oils in the control of the black bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). **Brazilian Journal of Biology**. 83.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A., 2011. Chemistry and Bioactivity of Essential Oils. In: THORMAR, H. (Ed). Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents. John Wiley.; Sons, Ltd. p. 203-238.

COSTA, D.; COSTA, H.; ALBUQUERQUE, T.; RAMOS, F.; CASTILHO, M.; SANCHES-SILVA, A., 2015. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. **Trends in Food Science & Technology**. v. 45 (2), p. 336-354.

DOS SANTOS CAVALCANTI, A., DE SOUZA ALVES, M., DA SILVA, L., DOS SANTOS PATROCÍNIO, D., SANCHES, M., CHAVES, D. AND DE SOUZA, M., 2015. Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit**. Revista Brasileira de Farmacognosia**. 25, 356-362.

ENNIGROU, A., CASABIANCA, H., VULLIET, E., HANCHI, B., HOSNI, K., 2018. Assessing the fatty acid, essential oil composition, their radical scavenging and antibacterial activities of *Schinus terebinthifolius* Raddi leaves and twigs. **Journal of Food Science and Technology.** 55, 1582-1590.

ENNIGROU, A., CASABIANCA, A., LAARIF, A., HANCHI, B., HOSNI, K., 2017. Maturation-related changes in phytochemicals and biological activities of the Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) fruits. **South African Journal of Botany**. 108, 407- 415.

FERNANDES, S. Y., ARAÚJO, D., PONTES, M. S., SANTOS, J. S., CARDOSO, C. A. L., S, E., MARTINES, M. A. U., ANTUNES, D. R., GRILLO, R. ARRUDA, G. J. SANTIAGO, E. F. 2023. Pre-emergent bioherbicide potential of *Schinus terebinthifolia* Raddi essential oil nanoemulsion for *Urochloa brizantha*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. 47.

FORMAGIO, A. S. N., KASSUYA IRIGUCHI, E. K., ROVEDA, L. M., VIEIRA, M. C., LIMA CARDOSO, C. A., HEREDIA ZARATE, N., TABALDI, L. A., LEITE KASSUYA, C. A.2011. Chemical Composition and Anti-Inflammatory Activity of the Essential Oil of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) Fruits. **Latin American Journal of Pharmacy**. 30,1555-9.

GUZZO S. B.; FOGLIO, M.; VIEIRA P.; TARANTO, O., 2018. And Frattini Fileti, Optimization of hydrodistillation and in vitro anticancer activity of essential oil from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits.

Chemical Engineering Communications. v. 206 (5), p. 619-629.

IBRAHIM, M.; FOBBE, R.; NOLTE, J., 2004. Chemical composition and biological studie of Egyptian *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi oils. **Bull Fac Pharm**, v. 42, p. 289-296.

MARANGONI, J. A., PINTO, V. DA C., KASSUYA, C. A. L., JUNIOR, P. C. DE O., DOS SANTOS, S. M., CARDOSO, C. A. L., SILVA, R. M. M., DA SILVA, M. E., MACHADO, C. D., MANFRON, J., FORMAGIO, A. S. N., 2023. Geographical variation in the chemical composition, anti-inflammatory activity of the essential oil, micromorphology and histochemistry of *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Journal of Ethnopharmacology**. 301.

MENEZES FILHO A. C. P.; DE SOUSA W.C.; CASTRO C. F. S., 2020. Composição química dos óleos essenciais de *Schinus molle* e atividade antifúngica em *Sclerotinia sclerotiorum*. **Colloquium Agrariae**. v. 16, n. 3, p. 115-123.

OLIVEIRA, K. C., FRANCISCATO, L. M.S.S., MENDES, S. S., BARIZON, F. M. A., GONÇALVES, D. D., BARBOSA, L. N., FARIA, M. G. I., VALLE, J. S., CASALVARA, R. F. A., GONÇALVES, J. E., GAZIM, Z. C., RUIZ, S. P., 2024. Essential Oil from the Leaves, Fruits and Twigs of *Schinus terebinthifolius*: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Potential. **Molecules**. Jan 17;29 (2): 469.

PAWLOWSKI, Â., KALTCHUK-SANTOS, E., ZINI, C., CARAMÃO, E., SOARES, G., 2012. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (Anacardiaceae): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. **South African Journal of Botany**. 80, 96-103.

REIS, M. Y. F. A., XAVIER, A. L. M., DE SOUZA, R. M., RAMALHO, Í. M. M., DO NASCIMENTO, Y. M., FERREIRA, M. D. L., DAMASCENO, B. P. G. L., SOBRA, M. V., SAMPAIO, F. C., 2023. Pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil: phytochemical composition and cytotoxic Activity. **Natural Productb Research**.

SANTANA, J., SARTORELLI, P., GUADAGNIN, R., MATSUO, A., FIGUEIREDO, C., SOARES, M., DA SILVA, A., LAGO, J., 2012. Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves – chemical composition andin vitrocytotoxicity evaluation. **Pharmaceutical Biology**. 50, 1248-1253.

SANTOS, A. C. A. DOS; ROSSATO, M; AGOSTININI, F.; SANTOS, P. L. D.; MOLON, R.; DELACASSA, E.; MOYNA, P., 2009. Chemical composition of the essencial oils from leaves and fruits of *Schinus mole* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Journal of Essential Oil - Bearing Plants**. v. 12. p. 16-25.

SANTOS, A. C. A., 2010. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 2, p. 154-159.

SILVA-LUZ, C., PIRANIE, J. R., PELLI, S. K., MITCHELL, J. D., 2020. Anacardiaceae in Flora of Brazil. Rio de Janeiro. **Botanical Garden**.

TSCHOEKE, L. F. P., DE MELO, J. P. R. M., SILVA FILHO, J. G., AQUINO, P. G. V., MELO JUNIOR, J. DE A., BERNARDO, V. B., SANTANA, A. E. G., SANTORO, K. R., MONTEIRO, V. B., BADJI, C. A., 2024. Insecticidal activity of *Schinus terebinthifolius* essential oil for the management of permethrin-resistant *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**. 27.

ULIANNA, M. P., FRONZA, M., DA SILVA, A. G., VARGAS, T.S., ANDRADE, T. U., 2016. AND SCHERER, R. 109. Composition and biological activity of brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius Raddi*) leaves**. Industrial Crops and Products**. 83, 235-240.