

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

BRUNA FIGUEIRA DO NASCIMENTO

Análise fitoquímica e caracterização do óleo essencial de folhas e frutos de *Schinus
terebinthifolia* Raddi

Ituiutaba, MG

2026

BRUNA FIGUEIRA DO NASCIMENTO

Análise fitoquímica e caracterização do óleo essencial de folhas e frutos de *Schinus
terebinthifolia* Raddi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal da
Universidade Federal de Uberlândia como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Ciências Biológicas

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Aparecida Povh

Ituiutaba, MG

2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, aos orixás e aos meus guias espirituais, pela proteção, força e equilíbrio concedidos ao longo desta jornada, guiando meus passos e fortalecendo minha fé em todos os momentos.

Aos meus pais, Vanessa e Paulo, sou imensamente grata pelo amor, suporte e por acreditarem em mim em todos os momentos, fazendo o possível e o impossível ao longo de todos esses anos, o que tornou possível a conclusão desta etapa.

Aos meus irmãos, Lucas e Natália, agradeço por toda parceria e amor, que se fortaleceram cada vez mais, apesar da distância, ao longo desses anos.

À minha amada, Sofia, agradeço o carinho, o amor, a ajuda, a paciência, o companheirismo e o apoio constante, que foram essenciais para que eu continuasse firme durante todo o processo.

À minha avó, Nadir, que sempre foi minha inspiração, motivou-me e apoiou-me durante todo esse período, deixo minha imensa gratidão por todos os aprendizados ao longo da vida. Aqui, encontro-me no final da graduação e me despeço desta etapa, mas também me despeço da senhora, que nos deixou recentemente. Sempre serei grata e a amarei eternamente. Também agradeço a toda minha família, que sempre foi suporte e alegria.

Aos amigos que permaneceram em minha cidade natal e estiveram presentes ao longo dessa caminhada (Paulo, Isabela, Felipe, Cams, Gaby, Dani, Case, Duda, Bia, Marília, João, Naju e Bomfim), oferecendo apoio, compreensão e momentos de incentivo nos períodos mais desafiadores, incluindo a saudade, que foi um dos obstáculos mais enfrentados, deixo minha profunda gratidão. Agradeço, ainda, a todos os meus amigos que fiz na graduação, esses que foram de extrema importância e fizeram parte desta etapa, tornando-a leve e alegre durante esses anos.

Agradeço à minha orientadora, pelo suporte e a paciência no desenvolvimento deste trabalho, bem como a todos os meus professores que fizeram parte da minha formação. Saio da universidade com muitos aprendizados e gratidão por todos esses anos de crescimento intelectual e pessoal.

Por fim, deixo minha profunda homenagem ao meu amigo João Reis e aos outros 11 estudantes que tiveram suas trajetórias interrompidas antes de chegarem ao final dessa etapa.

RESUMO

A aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia* Raddi) é uma espécie nativa do Brasil amplamente distribuída e reconhecida pela presença de metabólitos secundários de interesse biológico. O presente trabalho teve como objetivo quantificar os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais, relacioná-los à atividade antioxidante, além de avaliar o rendimento e caracterizar a composição química do óleo essencial extraído das folhas e dos frutos da espécie. O material vegetal foi coletado no Câmpus Pontal da Universidade Federal de Uberlândia, seco, triturado e submetido às análises fitoquímicas. Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu, os flavonoides totais por método espectrofotométrico e a atividade antioxidante pelo ensaio do radical DPPH. O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger e caracterizado por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Os resultados indicaram que as folhas apresentaram maiores teores de compostos fenólicos e flavonoides, bem como maior atividade antioxidante quando comparadas aos frutos. Em contrapartida, os frutos apresentaram maior rendimento de óleo essencial. A análise cromatográfica permitiu a identificação parcial dos constituintes químicos, com elevado percentual de compostos não identificados em ambas as amostras, evidenciando limitações analíticas. Diferenças no perfil químico dos óleos essenciais entre folhas e frutos foram observadas, sugerindo a influência do órgão vegetal e de fatores ambientais. Os resultados obtidos permitem concluir que folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* apresentam diferenças fitoquímicas, antioxidantes e no perfil do óleo essencial.

Palavras-chave: pimenta-rosa; metabólitos secundários; atividade antioxidante; óleo essencial.

ABSTRACT

Schinus terebinthifolia Raddi is a native Brazilian species widely distributed and recognized for the presence of secondary metabolites of biological interest. This study aimed to quantify total phenolic and flavonoid contents, relate them to antioxidant activity, and evaluate the yield and chemical composition of the essential oil extracted from the leaves and fruits of the species. Plant material was collected at the Pontal Campus of the Federal University of Uberlândia, dried, ground, and subjected to phytochemical analysis. Total phenolic compounds were determined using the Folin–Ciocalteu method, total flavonoids by spectrophotometric analysis, and antioxidant activity by the DPPH radical scavenging assay. Essential oil was obtained by hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus and chemically characterized by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the leaves presented higher contents of phenolic compounds and flavonoids, as well as greater antioxidant activity when compared to the fruits. In contrast, the fruits exhibited a higher essential oil yield. Chromatographic analysis allowed partial identification of the chemical constituents, with a high percentage of unidentified compounds in both samples, indicating analytical limitations. Differences in the chemical profile of essential oils between leaves and fruits were observed, suggesting the influence of the plant organ and environmental factors. These findings indicate that leaves and fruits of *Schinus terebinthifolia* Raddi differ in phytochemical composition, antioxidant activity, and essential oil profile.

Keywords: pink pepper; secondary metabolites; antioxidant activity; essential oil.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	METODOLOGIA	8
2.1	Obtenção do material	8
2.2	Análises fitoquímicas.....	9
2.3	Determinação dos compostos fenólicos totais	9
2.4	Quantificação de flavonoides totais.....	9
2.5	Determinação da atividade antioxidante (DPPH).....	10
2.6	Análises estatísticas	12
2.7	Extração e análise do óleo essencial	11
2.8	Caracterização e identificação dos constituintes químicos do óleo essencial	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
3.1	Análises fitoquímicas.....	12
3.2	Rendimento do óleo essencial	14
3.3	Perfil químico do óleo essencial	15
3.4	Comparação entre folhas e frutos	19
3.5	Influência ambiental e implicações ecológicas.....	19
4	CONCLUSÃO	20
5	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolia* Raddi) é uma espécie arbórea nativa do Brasil, pertencente à família botânica Anacardiaceae, apresenta ampla distribuição em diferentes formações vegetais, principalmente na Mata Atlântica e no Cerrado. Seus frutos são amplamente conhecidos e comercializados como pimenta-rosa, sendo descrita como uma importante planta arbórea brasileira. (Carvalho, 2003; Silva *et al* 2019b). O bioma Cerrado constitui a segunda maior formação vegetal do país, caracterizado por sua elevada biodiversidade e ocupando cerca de 2 milhões de km², o que corresponde aproximadamente a 24% do território brasileiro. Além de sua grande extensão territorial, o bioma possui grande relevância ecológica e ambiental no país (MAPBIOMAS, 2024).

Ao longo da história, os recursos naturais sempre desempenharam papel fundamental na sobrevivência humana. Nesse contexto, as plantas medicinais destacam-se por sua utilização terapêutica tradicional, devido às propriedades que estão associadas à presença de metabólitos secundários, como os terpenos e os compostos fenólicos, produzidos pelas plantas como forma de defesa (Almeida, 2011; Taiz; Zeiger, 2009). Dentre esses metabólitos secundários, os fenólicos são caracterizados por possuírem um ou mais anéis aromáticos hidroxilados, capazes de doar elétrons ou átomos de hidrogênio para neutralizar radicais livres, prevenindo danos oxidativos e contribuindo diretamente para a atividade antioxidante dos extratos vegetais.

Dentre os fenólicos, se destacam os flavonoides, sendo o principal grupo estudado na neutralização desses radicais. Dada a relação entre esses metabólitos e a atividade antioxidante, se faz de suma importância quantificá-los para a avaliação do potencial bioativo de *Schinus terebinthifolia*. Essa relação auxilia na compreensão do potencial terapêutico da planta, uma vez que a atividade antioxidante está associada à proteção contra danos celulares induzidos por estresse oxidativo (Bertoldi, 2006; Caldas, 2020; SANTOS *et al.*, 2024).

Além dos fenólicos e flavonoides, os terpenos constituem outra classe de metabólitos secundários, que estão presentes nos óleos essenciais. Esses óleos são formados por terpenos de baixo peso molecular e caracterizam-se por serem misturas voláteis, lipossolúveis e aromáticas (Rodrigues, 2018). O rendimento e a composição química desses óleos podem ser influenciados por diversos fatores, como a parte da planta, o estágio de desenvolvimento e as condições climáticas. Estudos demonstram que variações ambientais exercem influência significativa na proporção de monoterpenos e sesquiterpenos, e na concentração dos constituintes (Barbosa *et al.*, 2007; Guimarães *et al.*, 2023).

O óleo essencial extraído da pimenta rosa exibe rendimentos e perfis químicos distintos a depender do órgão vegetal, o fruto é geralmente reportado como a fonte de maior produção (Oliveira *et al.*, 2024). Em relação à composição, o óleo do fruto é tipicamente rico em monoterpenos, enquanto o óleo das folhas é dominado por sesquiterpenos (Barbosa *et al.*, 2007).

Embora *S. terebinthifolia* seja amplamente estudada, ainda são escassos os trabalhos que realizam em um mesmo estudo a comparação entre folhas e frutos, relacionando compostos fenólicos, flavonoides, atividade antioxidante e características do óleo essencial. Dessa forma, o presente estudo contribui para o conhecimento científico sobre a espécie, auxiliando na identificação do potencial bioativo de cada parte da planta.

Diante disso, parte-se do pressuposto de que as folhas da espécie apresentam maiores teores de compostos fenólicos e flavonoides, resultando em maior atividade antioxidante quando comparadas aos frutos. Além disso, pressupõe-se que a composição química e o rendimento do óleo essencial da espécie variam em função da parte da planta utilizada (frutos e folhas) e das condições ambientais, embora o perfil químico possa divergir devido à existência de diferentes quimiotipos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de compostos fenólicos e flavonoides totais, relacionando-os à atividade antioxidante, além de analisar o rendimento e a composição química do óleo essencial de frutos e folhas de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolia* Raddi).

2 METODOLOGIA

2.1 Obtenção do material

O presente trabalho foi realizado no Câmpus Pontal da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizado na Rua Vinte, nº 1600, bairro Tupã, em Ituiutaba, Minas Gerais. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Botânica e Ecologia do Cerrado (LABEC).

O município de Ituiutaba está situado no Pontal do Triângulo Mineiro, Planalto Central do Brasil, entre as coordenadas 18° 58' 08" de latitude sul e 49° 27' 54" de longitude oeste. Possui área territorial de 2.598,046 km². A população atual é estimada em 106.775 habitantes, apresentando densidade demográfica de 39,34 hab/km² (IBGE, 2025).

O clima da região é classificado como tropical de savana (Aw) segundo Köppen (1948), caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. A vegetação predominante na região é o Cerrado *stricto sensu* (IBGE, 2025).

Os frutos e folhas de *Schinus terebinthifolia* Raddi foram coletados por meio de caminhadas no Câmpus da UFU Pontal entre os meses de dezembro de 2024 e janeiro de 2025. O material foi seco em temperatura ambiente, triturado com ajuda de nitrogênio líquido e armazenado em local seco e fresco até o momento das análises. O estudo foi registrado junto ao SISGEN (Sistema Nacional do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado, cadastro ADBCEDC), pois trata-se de um estudo de acesso ao patrimônio genético.

2.2 Análises fitoquímicas

As análises fitoquímicas foram realizadas no Laboratório de Botânica e Ecologia no Domínio Cerrado (LABEC), do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, Câmpus Pontal, Ituiutaba, MG.

2.2.1 Determinação dos compostos fenólicos totais

Para a determinação dos compostos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin – Ciocalteu com modificações (Singleton; Rossi, 1965). Para a obtenção dos extratos, foi utilizado 0,1g de folhas e 0,1 g de frutos secos com 20 mL de acetona 70%.

A partir do extrato, alíquotas de 20 µL foram homogeneizadas com 150 µL do reagente de Folin – Ciocalteu, adicionado 600 µL de carbonato de sódio 15% e o volume completado até 4 mL com água destilada. Após 45 minutos de incubação em temperatura ambiente e ao abrigo da luz, a absorbância da solução foi verificada a 760 nm em espectrofotômetro UV-Visível. A quantificação do teor de fenóis foi realizada com base em curva de referência de ácido gálico e expresso em mg de fenóis (equivalente de ácido gálico) g⁻¹. M.S.⁻¹ ($y = 0,0263 x - 0,092$ R² = 0,999). Foram realizadas três repetições de folhas e três de fruto, e cada repetição em triplicata.

2.2.2 Quantificação de flavonoides totais

A quantificação de flavonoides totais foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico, adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad *et al.* (2000). Para obtenção dos extratos, foi utilizado 0,3 g de folhas e 0,3 g de folhas secas com 60 mL de uma solução de 85% de etanol 70% e 15% de ácido acético a 10%. A partir dos extratos, 4 mL foram

homogeneizados com 200 µL de cloreto de alumínio ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) a 10% e o volume completado para 5 mL com ácido acético a 10%. A absorbância foi verificada após 30 minutos de incubação em temperatura ambiente e ao abrigo da luz a 425 nm no espectrofotômetro UV-Visível. O teor de flavonoides totais foi determinado em comparação com a curva de referência de quercetina e expresso em mg de flavonoides (equivalente de quercetina) $\text{g}^{-1} \cdot \text{M.S.}^{-1}$ ($y = 0,01353 x + 0,02885$; $R^2 = 0,988$). Foram realizadas três repetições de folhas e três de fruto, e cada repetição em triplicata.

2.2.3 Determinação da atividade antioxidante (DPPH)

O método de determinação da atividade antioxidante se deu através da capacidade dos antioxidantes presentes na amostra em capturarem o radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidraliza) (Brand-Williams *et al.*, 1995; Sanchez-Moreno *et al.*, 1998). O procedimento do ensaio foi realizado de acordo com o método descrito por Mensor *et al.* (2001). Para a obtenção dos extratos foi utilizado 0,2 g de frutos secos com 20 mL de metanol 70% e 10 mg de folhas secas com 100 mL de metanol 70%.

Inicialmente, a solução de DPPH foi preparada a 0,3 mM em metanol 70%. A partir do extrato foram realizadas as reações em diferentes concentrações para frutos e folhas, visto que as folhas apresentaram maior atividade antioxidante, sendo necessária maior diluição dos extratos. As reações foram preparadas nas concentrações de 5, 10, 50, 125 e 250 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ para os frutos e 1, 5, 10, 15 e 20 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ para folhas, em um volume final de 2,5 mL. A amostra foi preparada, em cada concentração, com alíquotas de 2,5 mL de extrato e adicionado 1 mL de solução de DPPH (0,3 mM), obtendo-se um volume de 3,5 mL em cada concentração. As diluições foram mantidas em repouso em temperatura ambiente e ao abrigo da luz por 30 minutos. A leitura de absorbância das amostras foi realizada a 518 nm em espectrofotômetro UV-Visível. O branco foi preparado com 2,5 mL do extrato, nas diferentes concentrações, e 1 mL de metanol 70%, somando também um volume total de 3,5 mL. Foi preparado também o controle com 2,5 mL de metanol 70% e 1 mL do radical livre DPPH.

A leitura obtida foi convertida em porcentagem de atividade antioxidante (%AAO), usando a seguinte fórmula:

$$\% \text{AAO} = 100 - \{[(\text{ABS}_{\text{amostra}} - \text{ABS}_{\text{branco}}) \times 100] / \text{ABS}_{\text{controle}}\}$$

Onde:

AAO% = Percentual de Atividade Antioxidante

ABS_{amostra} = leitura da amostra

ABSbranco = leitura do branco

ABScontrole = leitura do controle

Após a leitura, foi construída a curva de regressão utilizando as concentrações das amostras (5, 10, 50, 125 e 250 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 1, 5, 10, 15 e 20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) e suas respectivas porcentagens de atividade antioxidante (%AAO), obtendo-se assim a equação da reta. Usando o “Microsoft Excel”, a partir da curva de regressão, plotando-se, na abscissa, as concentrações das amostras e, na ordenada, a proporção da atividade antioxidante (%AAO), a equação da reta ($y = ax + b$) foi obtida e sua resolução (substituindo y por 50) resultou no valor de CE_{50} , que se refere à quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50%. A partir deste valor foi avaliada a capacidade da amostra em sequestrar o radical livre DPPH, expressando assim seu potencial antioxidante, sendo mais eficiente quando o extrato apresentar menor CE_{50} (Sousa *et al.*, 2007). Foram realizadas três repetições de folhas e três de fruto, e cada repetição em triplicata.

2.3 Extração e análise do óleo essencial

A extração e análise do óleo essencial foram realizadas no Laboratório de Botânica e Ecologia no Domínio Cerrado (LABEC), do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, Câmpus Pontal, Ituiutaba, MG.

O material seco foi submetido à hidrodestilação, utilizando-se aparelho tipo Clevenger adaptado, durante duas horas de extração, possibilitando o cálculo de seu rendimento, em mL 100g^{-1} de massa seca (MS). O óleo essencial foi acondicionado em microtubo tipo Eppendorf e armazenado em freezer à temperatura de -20°C até o momento da análise qualitativa do óleo essencial.

Para o cálculo do rendimento foi utilizada a fórmula: $\text{Rendimento (\%)} = [\text{Volume de óleo (mL)} / \text{Massa da amostra (g)}] \times 100$. Para frutos foram realizadas quatro repetições, e os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4 Caracterização e identificação dos constituintes químicos do óleo essencial

A caracterização química do óleo essencial foi realizada pela Dra. Arlene Bispo dos Santos Nossol, pesquisadora em Desenvolvimento de Metodologias Analíticas por Cromatografia e Caracterização de Materiais, no Laboratório de Nanobiotecnologia Prof. Dr. Luiz Ricardo Goulart Filho, da Universidade Federal de Uberlândia, Câmpus Umuarama.

A identificação dos constituintes foi conduzida por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), utilizando um sistema GC Agilent Technologies 7890B acoplado a um detector GC/MSD 5977B, equipado com coluna capilar Agilent HP-5MS UI ($30\text{ m} \times 250\text{ }\mu\text{m} \times 0,25\text{ }\mu\text{m}$).

A temperatura do injetor foi ajustada para $210\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando hélio de alta pureza como gás de arraste, com vazão constante de $0,9\text{ mL min}^{-1}$. A injeção de $1,0\text{ }\mu\text{L}$ foi realizada no modo split (20:1). A espectrometria de massas foi conduzida no modo de varredura, na faixa de razão massa/carga (m/z) de 35 a 550, com limiar de contagem de 150 e atraso do solvente de 3 minutos. A temperatura do quadrupolo foi ajustada para $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a temperatura da fonte de íons foi mantida a $280\text{ }^{\circ}\text{C}$. O programa de temperatura do forno foi iniciado a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, seguido de incremento de $3\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até $246\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo nessa temperatura por 30 minutos.

Os dados cromatográficos foram processados utilizando o *software* Agilent MassHunter Unknowns Analysis (versão 10.0). A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas com o banco de dados da biblioteca NIST 23, considerando-se um fator mínimo de correspondência de 80%, além da comparação dos tempos de retenção e dos índices de retenção descritos na literatura especializada.

2.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. Para as análises de fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante, os ensaios foram realizados em triplicata, com três repetições independentes ($n = 9$). O rendimento do óleo essencial foi determinado a partir de uma extração por amostra, sendo apresentado de forma descritiva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises fitoquímicas

Os resultados apresentados na tabela 1 evidenciam os teores médios de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e a atividade antioxidante das folhas e dos frutos da pimenta-rosa. É possível observar que no extrato das folhas houve uma maior expressão tanto de fenólicos totais ($143,98 \pm 11,17\text{ mg EAG.g}^{-1}\text{. M.S}^{-1}$) quanto de flavonoides ($3,13 \pm 0,02\text{ mg EQ.g}^{-1}\text{. M.S}^{-1}$) em comparação ao extrato dos frutos.

Os valores encontrados neste estudo para compostos fenólicos em folhas são superiores aos relatados por Silva *et al.* (2024) em extrato de etanol 70% ($37,21 \pm 2,62$ mg EAG/g) e aos relatados por Nascimento *et al.* (2023) em extrato de acetato de etila ($19,21 \pm 0,40$ mg EAG/g). Em frutos, os valores obtidos para fenólicos totais foram superiores aos relatados por Silva *et al.* (2019b) em extrato de acetona e etanol ($13,06 \pm 0,09$ mg EAG/g).

Os valores obtidos para flavonoides totais em folhas foram inferiores aos encontrados por Nascimento *et al.* (2023) em extrato de acetato de etila ($93,81 \pm 5,17$ mg EQ/g) e bem similares aos relatados por Rodrigues *et al.* (2024) em extrato etanólico ($3,82 \pm 0,01$ mg EQ/g, ambos extratos de folhas de pimenta rosa. A discrepância dos valores relatados evidencia a influência do solvente na extração dos compostos, uma vez que o acetato de etila apresenta polaridade intermediária e, por isso, tende a solubilizar uma maior quantidade de flavonoides em comparação ao etanol. (Gopčević *et al.*, 2022).

Além dos extratos, tais diferenças podem estar relacionadas a fatores ambientais, como a sazonalidade (Gobbo-Neto; Lopes, 2007) e a localidade do material coletado (Donaduzzi *et al.*, 2008), que influenciam diretamente a biossíntese de metabólitos secundários. Ademais, a literatura consultada apresenta variações metodológicas importantes, seja quanto ao tipo de solvente empregado, à técnica de extração ou às condições experimentais utilizadas. Esses fatores podem impactar no perfil químico obtido e, consequentemente, justificar a diversidade de resultados reportados nos diferentes estudos.

A atividade antioxidante foi avaliada pelo ensaio com o radical DPPH, expressa em termos de concentração eficiente (CE_{50}). Esse parâmetro corresponde à quantidade de extrato necessária para inibir 50% do radical DPPH, de modo que valores mais baixos indicam maior capacidade antioxidante, uma vez que menores concentrações são suficientes para promover o efeito desejado. Os frutos apresentaram CE_{50} de $54,11 \pm 2,08$ µg/mL, enquanto as folhas exibiram valor menor ($11,41 \pm 0,25$ µg/mL), o que indica maior eficiência antioxidante.

Os flavonoides são amplamente reconhecidos como importantes agentes antioxidantes, apresentando elevada capacidade de sequestro de radicais livres (Hassanpour; Doroudi, 2023). Alguns estudos também relatam a ocorrência de diferentes compostos fenólicos nas folhas de pimenta rosa, incluindo ácidos fenólicos (como o gálico, o elágico e derivados do ácido cafeico), bem como taninos hidrolisáveis e condensados (Carvalho *et al.*, 2013), e essas classes de metabólitos também apresentam reconhecida atividade antioxidante. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com a relação da atividade antioxidante com o conjunto de metabólitos

fenólicos presentes nas folhas, que pode ser potencializada pela interação sinérgica desses diferentes compostos.

Tabela 1. Teor de compostos fenólicos totais, expressos em mg EAG.g⁻¹. M.S⁻¹, flavonoides totais, expressos em mg EQ.g⁻¹. M.S⁻¹ e atividade antioxidante de *Schinus terebinthifolia* Raddi, expressa em CE₅₀, em µg.mL⁻¹, ocorrente no Campus Pontal, Ituiutaba, Minas Gerais

Parte da planta	Fenólicos totais (FT)	Flavonoides totais (FLT)	CE ₅₀
Frutos	114,96 ± 25,26	0,39 ± 0,008	54,11 ± 2,08
Folhas	143,98 ± 11,17	3,13 ± 0,02	11,41 ± 0,25

Todos os valores são expressos em média de três repetições em triplicata, n=9. Fonte: A autora (2026).

3.2 Rendimento do óleo essencial

O rendimento do óleo essencial de *Schinus terebinthifolia* Raddi obtido pelo método de hidrodestilação das amostras de frutos e folhas está representado, respectivamente, na tabela 2. O resultado da extração dos frutos teve rendimento médio de 5,00 ± 1,62 % (mL·100g⁻¹), enquanto o rendimento médio das folhas foi de 0,68 ± 0,38 %.

O rendimento médio obtido para os frutos neste estudo apresentou-se inferior aos valores relatados por Oliveira *et al.* (2024), que encontraram 7,60 ± 0,03% e por Cole *et al.* (2014) que relataram 6,54 ± 1,06%. Essa discrepância é, em parte, esperada, visto que os trabalhos de Oliveira *et al.* (2024) e Cole *et al.* (2014) expressaram o rendimento em base mássica (m/m), o que limita a comparação direta, pois não considera a densidade do óleo.

Em contrapartida, o rendimento obtido para as folhas foi superior aos valores descritos por Silva *et al.* (2019a), que variaram entre 0,284 ± 0,064% e 0,0158 ± 0,008%, bem como os encontrados por Oliveira *et al.* (2024), que registraram 0,63 ± 0,01%. Embora haja variação nos resultados das folhas, o rendimento neste trabalho mostra-se consistente com a literatura, com algumas diferenças que podem ser atribuídas à origem geográfica, ao estágio de maturação da planta e às condições climáticas no momento da coleta. Ressalta-se que todos os estudos citados empregaram o método de hidrodestilação para a extração do óleo essencial.

Tabela 2. Rendimento (v/m %) do óleo essencial obtido por hidrodestilação de 100 g de Massa Seca de frutos e de folhas de *Schinus terebinthifolia* Raddi

	Volume de óleo (mL)	Rendimento (%)
Folha	0,68 ± 0,38	0,68
Fruto	5,0 ± 1,62	5,0

Média ± DP. Fonte: A autora (2026).

3.3 Perfil químico do óleo essencial

A análise dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* Raddi, por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), permitiu a identificação e quantificação de 18 constituintes químicos distintos. Estes foram confirmados pelo índice de Kovats (IK) e seus tempos de retenção, conforme detalhado na tabela 3.

É fundamental, no entanto, destacar que uma parte da amostra permanece não identificada (84,88% no óleo das folhas e 91,90% no óleo dos frutos). Este alto percentual pode ser atribuído a limitações do sistema analítico, ou à presença de compostos voláteis em concentrações muito baixas ou que não foram detectados/separados de forma ideal nas condições cromatográficas. Dessa forma, a análise dos compostos majoritários se concentra apenas nos constituintes identificados.

O elevado percentual de compostos não identificados observado nos óleos essenciais de folhas e frutos da espécie pode ser atribuído a limitações inerentes à técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) quando aplicada à análise de misturas complexas, como óleos essenciais. A identificação dos constituintes por CG-EM baseia-se na comparação dos espectros de massas e dos índices de retenção com bibliotecas espectrais, as quais nem sempre incluem todos os compostos presentes, como aqueles em baixas concentrações ou com espectros semelhantes aos de outros constituintes, o que pode resultar em um elevado percentual de picos não identificados. Além disso, a ocorrência de coeluição cromatográfica e a resolução limitada de colunas unidimensionais podem gerar picos parcialmente sobrepostos e espectros mistos, dificultando a correta atribuição dos compostos. Estudos demonstram que o emprego de técnicas analíticas mais avançadas, como GC-MS/MS ou cromatografia gasosa bidimensional acoplada à espectrometria de massas de alta resolução, aumenta o número de constituintes identificados, evidenciando que a CG-EM convencional apresenta restrições quando utilizada de forma isolada em amostras quimicamente complexas (Gashaw *et al.*, 2025; Pan *et al.*, 2023).

Entre os constituintes identificados, observou-se que, o componente principal no óleo essencial das folhas foi o D-limoneno (6,43 %), um monoterpreno. Já o óleo essencial dos frutos apresentou o cariofileno (1,95 %), um sesquiterpreno, como composto majoritário.

A divergência do perfil químico da amostra se torna um ponto central de discussão. Enquanto este estudo aponta o cariofileno (um sesquiterpreno) como composto majoritário identificado nos frutos, a literatura frequentemente reporta o domínio de monoterpenos nessa parte da planta, como nos achados de Cole *et al.* (2014) e Cavalcanti *et al.* (2015). Essa inversão de perfil (monoterpenos nas folhas e sesquiterpenos nos frutos) representa uma particularidade notável em relação aos padrões estabelecidos para a espécie.

Os resultados obtidos para os frutos neste estudo corroboram parcialmente os encontrados por Oliveira *et al.* (2024), que também observaram diferenças marcantes entre folhas e frutos. Em seu trabalho, os autores relataram que nos frutos predominaram os monoterpenos, sendo o β -pineno (43,34 %) o composto majoritário, enquanto nas folhas o cariofileno (15,97 %) e o γ -gurjuneno foram predominantes. De forma semelhante, Cole *et al.* (2014) relataram que os frutos maduros apresentaram δ -3-careno (30,26 %), limoneno (17,24 %) e α -pineno (12,15 %) como constituintes principais, confirmando o padrão de maior abundância de monoterpenos em frutos. Outros resultados compatíveis foram os observados por Cavalcanti *et al.* (2015), que identificaram o α -pineno, o δ -3-careno e o limoneno como compostos predominantes nos frutos de *Schinus terebinthifolia*, enquanto nas folhas, os teores mais elevados foram de sesquiterpenos.

A distinção observada no perfil dos constituintes identificados indica variação composicional em relação à literatura. No entanto, considerando o elevado percentual de compostos não identificados, não é possível afirmar a ocorrência de um quimiotipo distinto com base nos dados obtidos. Estudos como o de Barbosa *et al.* (2007) demonstraram que a composição dos óleos essenciais de *S. terebinthifolia* varia de acordo com a temporada, indicando que fenologia, clima e sazonalidade podem alterar os perfis químicos da planta. Guimarães *et al.* (2023) também identificaram correlações estatísticas entre variáveis climáticas (precipitação, temperatura, umidade) e as porcentagens relativas de monoterpenos e sesquiterpenos nas folhas, reforçando que fatores abióticos influenciam a biossíntese desses compostos. De acordo com Taiz e Zeiger (2009) e Gobbo-Neto e Lopes (2007), essas variações no metabolismo secundário sugerem repostas adaptativas da planta às condições ambientais específicas da região de coleta, o que pode justificar a presença majoritária de um sesquiterpreno nos frutos da amostra analisada.

Tabela 3. Composição química detalhada do óleo essencial das amostras de folha e fruto de *Schinus terebinthifolia* Raddi

RT (min)	Índice de kovats (IK)	Composto identificado	% de área (folha)	% de área (fruto)	Categoria química
5,40	922	Triciclo [2.2.1.0 (2,6)] heptano	0,09	0,05	Monoterpeno
5,70	933	α -Pino	1,77	0,13	Monoterpeno
6,09	954	Canfeno	0,18	0,26	Monoterpeno
6,75	972	β -Felandreno	0,06	0,03	Monoterpeno
7,26	991	β -Mirceno	0,49	0,19	Monoterpeno
7,75	1009	α -Felandreno	0,47	0,30	Monoterpeno
7,97	1017	3-Careno	0,69	N/A	Monoterpeno
8,39	1035	p-Cimeno	0,31	0,78	Monoterpeno
8,55	1044	D-Limoneno	6,43	0,24	Monoterpeno
9,61	1085	γ -Terpineno	0,19	0,25	Monoterpeno
11,18	1170	Linalol	0,38	0,50	Monoterpeno oxigenado
14,42	1324	Terpinen-4-ol	0,48	0,78	Monoterpeno oxigenado
15,01	1350	α -Terpineol	0,73	1,34	Monoterpeno oxigenado
19,21	1544	Acetato de (+) - Borneol	0,17	0,17	Monoterpeno oxigenado
25,09	1821	Cariofileno	1,83	1,95	Sesquiterpeno
26,51	1906	α -Humuleno	0,28	0,35	Sesquiterpeno
31,89	2143	Óxido de Cariofileno	0,54	0,77	Sesquiterpeno oxigenado
40,48	2554	Epóxido de α -Bisaboleno	0,03	0,01	Sesquiterpeno oxigenado

Subtotal	N/A	N/A	15,12%	8,10%	N/A
identifica do					
Picos não	N/A	N/A	84,88%	91,90%	Diversos
identifica dos					
TOTAL	N/A	N/A	100,00%	100,00%	N/A

Os constituintes foram identificados por comparação com a biblioteca de espectros de massas NIST e confirmados pelo **Índice de Kovats (IK)**. Os valores de IK foram calculados utilizando a série homóloga de n-alcenos (C10 – C24). Os resultados são expressos em percentual de área (% área), em ordem de eluição.

Fonte: A autora (2025).

A distribuição percentual das classes químicas no óleo essencial extraído das folhas e frutos de pimenta-rosa está representada na tabela 4.

Entre os constituintes identificados, a classe mais representativa no óleo essencial das folhas foi a dos monoterpenos, correspondendo a 10,68% da composição total. Em menor proporção, foram observados sesquiterpenos (2,11%), monoterpenos oxigenados (1,76%) e sesquiterpenos oxigenados (0,57%). No óleo essencial dos frutos, entre os compostos identificados, a classe mais representativa foi a dos monoterpenos oxigenados (2,79%), seguida por sesquiterpenos (2,30%) e monoterpenos (2,23%). Contudo, a elevada porcentagem de picos não identificados, 84,88% nas folhas e 91,90% nos frutos, limita a caracterização abrangente do perfil químico dos óleos essenciais analisados, restringindo as inferências sobre a predominância real das classes químicas na composição total.

A predominância da classe dos monoterpenos nas folhas e a distribuição mais equitativa entre as classes de sesquiterpenos e monoterpenos nos frutos diverge do perfil clássico reportado em grande parte da literatura. Estudos como os de Cole *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2024) frequentemente apontam para uma dominância mais acentuada da classe dos monoterpenos, especialmente nos frutos. No entanto, é essencial considerar que o elevado percentual de picos não identificados (91,90% nos frutos) é uma limitação que impede a comparação direta e a conclusão definitiva sobre o perfil químico total.

Tabela 4. Distribuição percentual das classes químicas no óleo essencial de folha e fruto de *Schinus terebinthifolia* Raddi

Classe química	% total na folha	% total no fruto
Monoterpenos	10,68%	2,23%
Monoterpenos oxigenados	1,76%	2,79%
Sesquiterpenos	2,11%	2,30%
Sesquiterpenos oxigenados	0,57%	0,78%
Subtotal identificado	15,12%	8,10%
Picos não identificados	84,88%	91,90%
TOTAL	100,00%	100,00%

A quantificação foi obtida pela soma do percentual de área (% área) dos constituintes identificados em cada classe química, conforme detalhado na Tabela 3. Fonte: A autora (2025).

3.4 Comparação entre folhas e frutos

A comparação entre folhas e frutos da espécie evidenciou diferenças quanto ao perfil fitoquímico, às propriedades antioxidantes e ao rendimento do óleo essencial. As folhas apresentaram maiores teores de compostos fenólicos e flavonoides totais, o que reflete em maior atividade antioxidante.

Já os frutos, destacaram-se pelo maior rendimento de óleo essencial, indicando maior potencial para a extração desses metabólitos voláteis. Além das diferenças quantitativas, observou-se variação no perfil químico dos óleos essenciais extraídos de cada órgão vegetal, sugerindo a existência de perfis químicos distintos entre folhas e frutos, que pode estar associada a variações ambientais, sazonais ou metodológicas.

3.5 Influência ambiental e implicações ecológicas

As diferenças observadas no perfil fitoquímico entre folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia* podem estar relacionadas à interferência de fatores ambientais sobre a biossíntese de metabólitos secundários, como compostos fenólicos e flavonoides. A literatura demonstra que variações nas condições ambientais associadas à localidade de cultivo podem influenciar a concentração desses compostos em materiais vegetais da mesma espécie, indicando que fatores abióticos exercem papel relevante na modulação das vias metabólicas responsáveis pela produção de metabólitos secundários (Donaduzzi *et al.*, 2008).

As variações observadas no rendimento e na composição química dos óleos essenciais da espécie podem estar relacionadas à influência de fatores ambientais, como condições climáticas, sazonalidade e características edafoclimáticas da região de coleta, conforme descrito por Barbosa *et al.* (2007) e Guimarães *et al.* (2023). Estudos indicam que tais fatores exercem influência direta na biossíntese de metabólitos secundários, podendo resultar em variações na composição química entre populações ou indivíduos da mesma espécie (Barbosa *et al.*, 2007; Guimarães *et al.*, 2023). Dessa forma, as diferenças observadas entre folhas e frutos no presente estudo podem refletir tanto a especificidade do órgão vegetal quanto a influência das condições ambientais locais sobre a expressão metabólica da espécie.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram diferenças fitoquímicas entre folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia*, sendo que as folhas apresentaram teores mais elevados de compostos fenólicos e flavonoides, além de mostrar maior atividade antioxidante em comparação aos frutos, o que relaciona maiores teores de fenólicos e flavonoides à uma maior atividade antioxidante, conforme já descrito na literatura.

Os resultados obtidos pelo método de hidrodestilação evidenciam uma diferença notável no rendimento e no perfil químico dos óleos essenciais extraídos das folhas e dos frutos de espécie, resultando em um rendimento maior nos frutos em comparação com as folhas. Apesar desses resultados, os valores mantêm coerência com os relatados na literatura, considerando-se as variações metodológicas, geográficas e ambientais que afetam a produção e a composição dos óleos essenciais.

A caracterização química permitiu a identificação parcial dos constituintes, sendo necessário enfatizar a elevada porcentagem de compostos não identificados em ambas as amostras, o que representa uma limitação metodológica associada à utilização da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas para análise de misturas complexas. Mesmo com essa limitação, o perfil químico identificado apresentou uma divergência em relação aos padrões descritos na literatura, especialmente nos frutos, evidenciando variação composicional em relação aos padrões descritos na literatura.

Os resultados reforçam a variabilidade química da pimenta-rosa e a importância de considerar as condições de coleta, a sazonalidade e os fatores abióticos na interpretação dos dados ao explorar o potencial das diferentes partes da planta. Dessa forma, os objetivos

propostos neste trabalho foram alcançados, contribuindo para a compreensão das diferenças fitoquímicas, antioxidantes e do perfil químico do óleo essencial entre folhas e frutos de *Schinus terebinthifolia*.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. Z. **Plantas Medicinais**. 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2011. 221 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/xf7vy>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- AWAD, M.A.; De JAGER, A.; VAN WESTING, L.M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit characterization of variation. *Science Horticultural*, v. 83, n. 3-4, p. 249-263, 2000.
- BARBOSA, L. C. A. *et al.* Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1959-1965, 2007. DOI: 10.1590/S0100-40422007000800030. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QHnwNbDwbKLCNktWDq8SvLC/>. Acesso em: 5 out. 2025.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 28, p. 25-30, 1995.
- BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2006. 116 p. Tese (Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/4bc1de1d-4965-47ec-992b-3855a084e384>. Acesso em: 28 nov. 2025.
- CALDAS, J. C. **Determinação de bioativos fenólicos, atividade antioxidante e biológica em pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2020. 71 p. Dissertação (Pós-graduação em Química Aplicada) - Universidade federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em: <https://saberaberto.uneb.br/items/892ac2d0-12c5-4dc5-b9a6-fb3968738cfd>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- CARVALHO, M. G. *et al.* *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 158-169, abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000100022> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/bNdsZSp6jMDqM6qVXxCHGgL/?format=html&lang=en>. Acesso em: 18 set. 2025.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 159-168. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1140197>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- CAVALCANTI, A. S. *et al.* Composição de voláteis e cinética de extração de folhas e frutos de *Schinus terebinthifolius* e *Schinus molle*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São

Paulo, v. 25, n. 4, p. 356-362, jul./ago. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0102695X15001246>. Acesso em: 5 out. 2025.

COLE, E. R. *et al.* Chemical composition of essential oil from ripe fruit of *Schinus terebinthifolius* Raddi and evaluation of its activity against wild strains of hospital origin. **Braz J Microbiol**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 821-828, out. 2014. DOI: 10.1590/s1517-83822014000300009. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4204964/>. Acesso em: 4 out. 2025.

DONADUZZI, C. M. *et al.* Variação nos teores de polifenóis totais e taninos em dezesseis progênies de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) cultivadas em três municípios do Paraná. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, [S. 1.], v. 7, n. 2, 2008. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/1068>. Acesso em: 19 set. 2025.

GASHAW, A. D. *et al.* A comprehensive review-current development in spectroscopic and chromatographic techniques for natural product analysis. **Results in Chemistry**, v. 16, p. 102341, 2025. DOI: 10.1016/j.rechem.2025.102341. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715625003248>. Acesso em: 17 dez. 2025.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2025.

GOPČEVIĆ, K. *et al.* Bioactivity and phenolics profile of aqueous and ethyl acetate extracts of *Satureja kitaibelii* Wierzb. ex. Heuff obtained by ultrasound-assisted extraction. **Scientific Reports**, v.12, n. 21221, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25668-3>. Acesso em: 18 set. 2025.

GUIMARÃES, B. A. *et al.* Seasonality, Composition, and Antioxidant Capacity of Limonene/δ-3-Carene/(E)-Caryophyllene *Schinus terebinthifolia* Essential Oil Chemotype from the Brazilian Amazon: A Chemometric Approach. **Plants**, Basel, v. 12, n. 13, 2497, 2023. DOI: 10.3390/plants12132497. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/13/2497>. Acesso em: 5 out. 2025.

HASSANPOUR, S. H.; DOROUDI A. Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. **Avicenna J Phytomed**, v.13, n. 4, p. 354-376, ago. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10474916/pdf/AJP-13-354.pdf>. Acesso em: 18 set. 2025.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ituiutaba (MG). Perfil municipal. Disponível em: portal “Cidades e Estados”. Acesso em: 01 dez. 2025.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento no Brasil – RAD 2023: destaques**. São Paulo: MapBiomass, 2024. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/wp->

content/uploads/sites/17/2024/05/RAD2023_DESTAQUES_PT_FINAL_27-05-24.pdf.

Acesso em: 12 mar. 2026.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEIT.O, G. G.; *et al.* Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, n. 2, p. 127-30, 2001. DOI: 10.1002/ptr.687.

NASCIMENTO, M. S. *et al.* *Schinus terebinthifolius* Raddi (Brazilian pepper) leaves extract: in vitro and in vivo evidence of anti-inflammatory and antioxidant properties.

Inflammopharmacology, v. 31, n. 5, p. 2505–2519, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10787-023-01316-8> . Acesso em: 12 fev. 2024.

OLIVEIRA, K. C. *et al.* Essential oil from the leaves, fruits and twigs of *Schinus terebinthifolius*: chemical composition, antioxidant and antibacterial potential. **Molecules**, Basel, v. 29, n. 2, p. 469, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29020469>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/2/469>. Acesso em: 21 jul. 2025.

PAN, L. *et al.* Accurate identification and quantification of ultra-multi-target flavours in essential oils through a combination of retention index distribution-based parallel dual-column GC-MS/MS and analyte protectants. **Industrial Crops and Products**, v. 193, p. 116186, 2023. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.116186. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669022016697>. Acesso em: 16 dez. 2025.

RODRIGUES, A. L. M. *et al.* *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira vermelha) - Caracterização química e ação antioxidante de extratos de folhas e caule. In: MORAES, Selene Maia; FROTA, Lucas Soares (org.). **Bioprospecção e Etnobotânica de Plantas Nativas e Cultivadas no Nordeste do Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2024. P. 08-14. Disponível em:

https://www.poisson.com.br/livros/individuais/Bioprospeccao_etnobotanica/Bioprospeccao_e_tnobotanica.pdf#page=8. Acesso em: 06 set. 2024.

RODRIGUES, A. T. **Farmacognosia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 208 p. ISBN 978-85-522-0544-9. Disponível em: https://cm-kl-content.s3.amazonaws.com/201801/INTERATIVAS_2_0/FARMACOGNOSIA/U1/LIVRO_UNICO.pdf. Acesso em: 11 dez. 2025.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SANTOS, M. D. dos; BLATT C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, p.135-140, 1998.

SANTOS, T. T. dos. *et al.* Influência da sazonalidade no teor de fenóis e nas atividades antioxidantes e antimicrobiana do extrato das folhas de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira-vermelha). **Scientia Plena**, Bahia, v. 20, n. 10, mar. 2024. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/7828>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SILVA, A. M. *et al.* Estudo da composição química dos óleos essenciais da pimenta rosa – *Schinus terebinthifolius* Raddi de três acessos da região de Araquari. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)**, [S. l.], v. 1, n. 12, 2019 a. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/micti/article/view/1808>. Acesso em: 4 out. 2025.

SILVA, T. L. *et al.* Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) Fruit: Chemical Composition and Antioxidant Capacity. **Rev. Virtual Quim.** v. 11, n. 5, p. 1614-1624, out. 2019 b. Disponível em: <https://rvq.sbq.org.br/pdf/v11n5a17>. Acesso em: 17 set. 2025.

SILVA, T. L. *et al.* Desenvolvimento de um antioxidante “bio-based” a partir de folhas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e efeito de sua aplicação no processamento de salames suínos. **Revista Observatório de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 12, p. 1-23, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n12-148. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/8249>. Acesso em: 28 mai 2025.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante em cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 342-372. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/tecnologia/luciamariacararetoalves/metabolitos-secundarios-cap-13-fisiologia-vegetal.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.