

## ESTUDO COMPARATIVO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM PLANTAS AROMÁTICAS

COMPARATIVE STUDY OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN AROMATIC PLANTS

Ketlin Gerhardt Wilkomm<sup>1</sup>

Aline Peiter<sup>2</sup>

Ana Paula Cecatto<sup>3</sup>

Darciane Eliete Kerkhoff<sup>4</sup>

Augusto Cesar Huppes da Silva<sup>5</sup>

**RESUMO:** Esse artigo buscou comparar o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de extratos de três espécies de plantas aromáticas: alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e manjericão (*Ocimum basilicum*). Para isso, foram realizadas análises fitoquímicas visando à quantificação de ácido gálico, rutina e flavonoides totais, bem como ensaios de atividade antioxidante utilizando o método DPPH. Os três extratos apresentaram elevada porcentagem de inibição do radical livre, indicando potencial antioxidante relevante. O alecrim destacou-se por apresentar os maiores teores de compostos fenólicos, enquanto o capim-limão demonstrou desempenho antioxidante semelhante, mesmo com teores mais baixos, sugerindo possível contribuição de outros metabólitos bioativos não fenólicos. O manjericão apresentou resultados intermediários, consistentes com a variabilidade fitoquímica observada na literatura. Os achados reforçam a relevância dessas espécies como fontes naturais de antioxidantes e indicam sua aplicabilidade potencial em produtos farmacêuticos, alimentícios e cosméticos.

1

**Palavras-chave:** Metabólitos secundários. Ensaios fitoquímicos. Bioativos naturais.

**ABSTRACT:** This article aimed to compare the phenolic compound content and antioxidant activity of extracts from three aromatic plant species: rosemary (*Rosmarinus officinalis*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), and basil (*Ocimum basilicum*). Phytochemical analyses were performed to quantify gallic acid, rutin, and total flavonoids, along with antioxidant activity assessment using the DPPH method. All extracts showed a high percentage of free radical inhibition, indicating relevant antioxidant potential. Rosemary stood out for its higher phenolic content, while lemongrass exhibited similar antioxidant performance despite lower phenolic levels, suggesting the contribution of other non-phenolic bioactive compounds. Basil showed intermediate results, consistent with the phytochemical variability reported in the literature. These findings highlight the relevance of these species as natural sources of antioxidants and their potential application in pharmaceutical, food, and cosmetic products.

**Keywords:** Secondary metabolites. Phytochemical assays. Natural bioactives.

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Química pela Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, Rio Grande do Sul - Brasil.

<sup>2</sup>Engenheira Química. Técnica de laboratório químico da Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, Rio Grande do Sul - Brasil.

<sup>3</sup>Doutora em Agronomia. Orientadora e Docente do curso de Engenharia Química da Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, Rio Grande do Sul - Brasil.

<sup>4</sup>Mestre em Engenharia Ambiental. Docente do curso de Engenharia Química da Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, Rio Grande do Sul - Brasil.

<sup>5</sup>Doutor em Química Inorgânica. Docente do curso de Engenharia Química da Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, Rio Grande do Sul - Brasil.

## INTRODUÇÃO

A crescente busca por alternativas naturais para prevenção de doenças e promoção da saúde tem impulsionado o interesse científico por compostos bioativos presentes em plantas medicinais e aromáticas. Dentre esses compostos, os polifenóis, incluindo flavonoides e ácidos fenólicos, destacam-se por sua ampla atividade biológica, especialmente no combate ao estresse oxidativo, responsável por desencadear processos inflamatórios, envelhecimento precoce e diversas patologias crônicas, como câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas (Pammi, 2022; Tlili e Sarikurkcu, 2020 e Hussain et al., 2023).

As plantas aromáticas possuem um rico perfil fitoquímico, incluindo compostos fenólicos livres e conjugados, que variam significativamente entre espécies, cultivares, métodos de cultivo, partes da planta utilizadas e condições de extração (Foss; Przyblowicz e Sawicki, 2022). Essas substâncias atuam como potentes sequestradores de radicais livres, interrompendo as reações em cadeia induzidas por espécies reativas de oxigênio (ROS) (Tlili e Sarikurkcu, 2020 e Pammi, 2022). Além disso, diversos estudos têm evidenciado que os compostos voláteis, como terpenos e aldeídos presentes em óleos essenciais, também podem exercer efeitos antioxidantes, isoladamente ou de forma sinérgica com os fenólicos (Ajayi Arowosegbe e Olawuni, 2024; Rosa et al, 2024).

2

O ensaio com o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) tem sido amplamente utilizado como método rápido e confiável para avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* de extratos vegetais. Esse método permite inferir sobre a capacidade de doação de elétrons ou hidrogênios dos compostos presentes nas amostras, funcionando como um bom indicativo preliminar de seu potencial biológico (Jaafreh, 2024). Contudo, a atividade antioxidante observada não depende apenas da concentração total de fenólicos, mas também da composição qualitativa e das possíveis interações sinérgicas entre diferentes metabólitos secundários (Foss; Przyblowicz e Sawicki, 2022).

Nesse contexto, plantas como *Rosmarinus officinalis* (alecrim), *Cymbopogon citratus* (capim-limão) e *Ocimum basilicum* (manjericão) têm sido amplamente estudadas devido à sua versatilidade terapêutica e uso tradicional na fitoterapia e gastronomia. O alecrim é conhecido pela abundância de ácido carnósico, ácido rosmariníco e rutina, enquanto o capim-limão apresenta citral como principal componente, associado a propriedades antioxidantes e antimicrobianas (Pissolato et al., 2023; Hussain et al 2023). Já o manjericão possui composição fitoquímica variável, com potencial antioxidante dependente da variedade e das condições de

cultivo (Alcântara et al., 2018).

Estudos como os de Sun e Shahrajabian (2023), Pammi, (2022) e Tlili e Sarikurkcu (2020) têm demonstrado a importância de se comparar diferentes espécies vegetais para o mapeamento de potenciais fontes de antioxidantes naturais. Segundo os autores, a caracterização desses compostos, aliada à avaliação funcional via ensaios como o DPPH, constitui uma ferramenta essencial para a valorização da biodiversidade vegetal e desenvolvimento de produtos nutracêuticos, cosméticos e farmacêuticos.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo comparar o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante, por meio do ensaio DPPH, em extratos de três espécies de plantas aromáticas: alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e manjericão (*Ocimum basilicum*). Essa abordagem permite avaliar não apenas o teor de marcadores químicos de interesse, mas também a eficácia funcional dos extratos, contribuindo para o melhor aproveitamento biotecnológico e farmacológico dessas espécies.

## MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa de natureza experimental, com abordagem descritiva e comparativa.

3

As amostras vegetais foram coletadas no mês de agosto de 2025, no município de Horizontina, estado do Rio Grande do Sul, na localidade de Lajeado Mato Queimado, cujas coordenadas geográficas são 27°38'33.5"S de latitude e 54°17'37.1"W de longitude, com altitude média de 170 metros. As plantas foram cultivadas diretamente no solo, com irrigação manual (duas a três vezes por semana), sem uso de defensivos ou tratamentos fitossanitários.

Após a coleta, as amostras frescas foram acondicionadas em envelopes de papel e transportadas até o Laboratório de Química Geral da FAHOR, localizado em Horizontina-RS, onde foram armazenadas e processadas entre os meses de agosto e setembro de 2025.

As amostras foram inicialmente pesadas e submetidas ao processo de maceração com solvente hidroetanólico a 70% (v/v), em proporção suficiente para cobrir o material vegetal. O contato foi mantido por 24 horas, sob agitação leve diária. Em seguida, os extratos foram filtrados com papel de filtro qualitativo e armazenados em frascos de vidro âmbar, sob refrigeração a cerca de 4 °C, até a realização das análises fitoquímicas e antioxidantes.

Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton et al. (1999), ilustrada no Anexo D. Utilizou- se uma

alíquota de 75  $\mu$ L do extrato, à qual foram adicionados 550  $\mu$ L de água destilada e 125  $\mu$ L do reagente de Folin-Ciocalteu. Após 6 minutos, adicionou-se 1,25 mL de solução de carbonato de sódio a 7% (m/v) e 1 mL de água destilada. As amostras foram mantidas em repouso por 90 minutos, protegidas da luz. As leituras foram feitas a 760 nm em espectrofotômetro modelo QUIMIS Q898DRM5. As análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos em miligramas de ácido gálico por 100 grama (mg EAG/100g), utilizando curva padrão.

A quantificação dos flavonoides totais seguiu o método descrito por Miliauskas et al. (2004), com adaptações, ilustrada no Anexo D. Foram utilizados 10 mL do extrato, acrescidos de 1 mL de solução de cloreto de alumínio ( $AlCl_3$ ) a 10% (m/v), em balão volumétrico de 25 mL, completando-se o volume com etanol a 70% (v/v). Após 40 minutos de repouso em ambiente escuro, as leituras foram realizadas a 415 nm, também em espectrofotômetro QUIMIS Q898DRM5. As análises foram feitas em triplicata, e os resultados expressos em miligramas de rutina por 100 g (mg ER/100g), com base em curva padrão.

A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada por meio do ensaio com o radical livre estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH $\bullet$ ), conforme Brand-Williams et al. (1995) e Miliauskas et. al (2004) ilustrada nos Anexos D. Utilizou-se uma solução de DPPH a 0,06 mM em etanol, na qual foram adicionados 100  $\mu$ L dos extratos a 3,9 mL da solução de DPPH. Após 30 minutos de incubação em repouso, protegidos da luz, as leituras foram feitas a 517 nm em espectrofotômetro QUIMIS Q898DRM5. Os ensaios foram realizados em triplicata. A porcentagem de inibição do DPPH foi calculada pela Equação (1).

$$\% \text{ inibição} = \frac{(A\text{control}-A\text{amostra})}{A\text{control}} \times 100$$

(1)

A quantidade de DPPH consumido ( $\mu$ M) foi determinada a partir da curva padrão de DPPH (absorbância  $\times$  concentração).

Os dados obtidos nas análises foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão. Para comparação entre os grupos, foi realizada análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ), a fim de verificar diferenças estatisticamente significativas entre os extratos vegetais analisados. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa InfoStat versão 2020.

## RESULTADOS

As análises dos extratos hidroetanólicos das três espécies vegetais demonstraram variações nos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e na atividade antioxidante avaliada pelo método do DPPH, conforme pode ser visto na Tabela 1.

**Tabela 1** - Teores de ácido gálico, rutina e atividade antioxidante (DPPH) nos extratos vegetais.

Planta	Compostos Fenólicos (mg Ácido Gálico 100g <sup>-1</sup> )	Flavonoides (mg Rutina 100g <sup>-1</sup> )	%Inibição do reagente DPPH*
Alecrim	23,95 ± 1,49 a	28,44 ± 0,03 a	93,26 ± 0,47 a
Manjericão	14,15 ± 0,60 b	27,76 ± 0,12 b	86,55 ± 0,28 b
Capim-Limão	10,01 ± 0,71 c	22,21 ± 0,19 c	93,11 ± 0,04 a

\*Resultados após 30 minutos.

Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) segundo o teste de Tukey.

**Fonte:** As autoras, 2025.

O alecrim apresentou os maiores teores de compostos fenólicos totais e flavonoides, sendo estatisticamente superior às demais espécies. Na sequência, tem-se o manjericão com os maiores teores e pelo capim-limão.

No que se refere à atividade antioxidante, medida pela porcentagem de inibição do radical DPPH, os extratos de alecrim e capim-limão apresentaram resultados significativamente semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ), e ambos superiores ao manjericão, evidenciando maior capacidade de neutralização de radicais livres.

De maneira geral, os dados demonstram que o alecrim possui os maiores teores de compostos bioativos, o que pode justificar sua elevada atividade antioxidante. Embora o capim-limão tenha apresentado os menores teores de compostos fenólicos e flavonoides, sua atividade antioxidante foi equivalente à do alecrim, sugerindo a presença de outros componentes antioxidantes relevantes em sua composição. O manjericão, por sua vez, apresentou teores intermediários de compostos bioativos, porém com menor eficácia antioxidante.

Esses resultados indicam que os três extratos vegetais possuem potencial antioxidante, com destaque funcional para o alecrim e o capim-limão. A divergência entre os teores de compostos fenólicos/flavonoides e a atividade antioxidante observada no capim-limão evidencia a complexidade da matriz vegetal e reforça a importância de estudos complementares

para elucidar os mecanismos bioativos envolvidos. Tal conhecimento pode orientar aplicações biotecnológicas e farmacológicas mais assertivas, promovendo o aproveitamento racional dessas espécies aromáticas.

## DISCUSSÃO

Os dados obtidos demonstram que a composição fitoquímica das espécies estudadas influencia diretamente na atividade antioxidante observada. O alecrim, com maiores concentrações de ácido gálico e rutina, apresentou também a maior capacidade de neutralização do radical DPPH. Essa correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante é amplamente descrita na literatura. Aziz et al. (2022) destaca que os principais constituintes fenólicos do alecrim, como ácido carnósico, carnosol e ácido rosmarínico, exercem potente atividade antioxidante, atuando como sequestradores de radicais livres e estabilizadores celulares. Além disso, Jaafreh (2024) demonstrou que extratos metanólicos de alecrim exibiram a maior atividade antioxidante entre diferentes solventes testados, com valores expressivos no ensaio DPPH (138,3 mg GAE/g), reforçando a forte associação entre o conteúdo fenólico total e a capacidade antioxidante ( $R^2 > 0,88$  para TPC e FRAP).

Reafirmando esses achados, Rosa et al. (2024) relataram uma redução de 63,5% do radical DPPH utilizando óleo essencial de alecrim, reforçando o uso dessa planta como fonte de antioxidantes naturais. Pissolato et al. (2023) também destacam os efeitos fitoterápicos do alecrim, incluindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e neuroprotetoras, com impactos positivos em distúrbios como cefaleias crônicas.

Apesar disso, o capim-limão, mesmo com menores teores de compostos fenólicos, apresentou uma porcentagem de inibição estatisticamente similar à do alecrim. Tal fato pode ser explicado pela presença de outros compostos bioativos, como o citral e os monoterpenos (Hussain et al., 2023). Os autores ainda explicam que esse efeito pode ser atribuído à presença de flavonoides, carotenoides e minerais como magnésio e ferro, que atuam sinergicamente.

De forma similar, Oliveira e Santos (2021) ressaltam que o citral, principal constituinte do óleo essencial de capim-limão, possui ação antioxidante comprovada, sendo responsável por diversas funcionalidades terapêuticas. Saboia et al. (2022) reforçam esse potencial ao relatarem compostos como geraniol,  $\beta$ -citral e flavonóis no extrato hidroalcoólico de capim-limão, que contribuíram para a atividade biológica mesmo com menor conteúdo fenólico. A presença desses compostos voláteis pode, portanto, explicar a elevada atividade antioxidante observada no presente estudo, mesmo diante de teores menores dos marcadores fenólicos analisados.

Essa hipótese é reforçada por Rosa et al. (2024) que apontam a importância de interações sinérgicas entre compostos fitoquímicos na neutralização de radicais livres, o que também pode explicar o desempenho expressivo do capim-limão no ensaio DPPH.

No caso do manjericão, os resultados foram intermediários, o que está em concordância com os achados de Lee e Scagel (2009), os quais identificaram variações intraespecíficas entre cultivares de *O. basilicum* quanto ao conteúdo fenólico e à atividade antioxidante. Estudos reforçam essa variabilidade. Khursheed et al. (2022) demonstraram que sementes de manjericão apresentam teores relevantes de ácido cafeico (4780 µg/g) e ácido gálico (2330 µg/g), além de flavonoides e fibras dietéticas, fatores que podem contribuir para um perfil antioxidante relevante. Além disso, Alcantara et al. (2018) indicaram que o horário de colheita pode influenciar significativamente o teor de compostos ativos do manjericão, como flavonoides e taninos, sugerindo variações relacionadas a fatores ambientais.

A elevada porcentagem de inibição observada nas três espécies (>85%) evidencia o potencial antioxidante desses extratos vegetais, o que demonstrou estudos anteriores, como o de Pammi; Surech e Giri, (2022). Os autores reconhecem essas plantas como fontes promissoras de antioxidantes naturais com aplicabilidade nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Por fim, o método DPPH demonstrou ser eficaz na avaliação do potencial antioxidante dos extratos estudados. Jaafreh (2024) validou o ensaio DPPH entre os métodos mais confiáveis para mensuração da atividade antioxidante, especialmente quando aplicado em conjunto com análises fitoquímicas. Rosa et al. (2024) também confirmaram o uso do DPPH como método robusto, apontando sua sensibilidade para diferentes formulações contendo óleos essenciais.

Dessa forma, os resultados obtidos não apenas confirmam o potencial antioxidante das espécies analisadas, mas também sugere-se testar métodos de extração mais eficientes, bem como ampliar a quantificação de metabólitos como saponinas e terpenos, a fim de correlacionar de forma mais precisa a composição química e o desempenho antioxidante dos extratos.

## CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que plantas aromáticas como alecrim, capim-limão e manjericão apresentam potencial antioxidante relevante e perfis fitoquímicos distintos. A variação observada entre os materiais indica que a composição fitoquímica exerce papel determinante no desempenho biológico, reforçando a importância de compreender essas particularidades. De forma geral, o estudo evidencia o valor científico e aplicável dessas espécies, ao mesmo tempo

em que destaca a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre seus constituintes para ampliar as possibilidades de uso em contextos tecnológicos e biológicos.

A análise comparativa entre teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante demonstrou que tais parâmetros não estão exclusivamente correlacionados, indicando a influência de diferentes classes de metabólitos bioativos. Os resultados reforçam a importância dessas espécies como fontes naturais de antioxidantes, com aplicações promissoras nas áreas alimentícia, cosmética e farmacêutica.

## REFERÊNCIAS

AJAYI, O. S.; AROWOSEGBE, S. M. e OLAWUNI, I. J GC-MS Characterization and bioactivity studies of aerial part of *Hilleria latifolia* (LAM) extract and fractions: Antioxidant and antibacterial potentials. *Ife Journal of Science*. v.26, n.3. 2024

ALCANTARA, Francisca et al. Teor e fitoquímica do óleo essencial de manjericão em diferentes horários de colheita. *Revista de Agricultura Neotropical*. 2018.

AZIZ Ejaz et al. Rosemary species: a review of phytichemicals, bioactivities and industrial applications. *South African Journal of Botany*. 2022.

BRAND Williams W, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food science and Technology*. 1995.

8

FOSS, Kamil; PRZYBLOWICZ Katarzyna E e SAWICKI Tomasz.. Antioxidant activity and profile of phenolic compounds in selected herbal plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 77, p. 581–589, 2022.

HUSSAIN, Ashiq. Tusneem et al. Evaluation of the phytochemical and medicinal value of lemongrass (*Cymbopogon citratus*), by conversion into powders and extracts to develop a nutritional bakery product. *Future Integrative Medicine*, v. 2, n. 3, p. 129–140, 2023.

JAAFREH, Ahmad. M. Evaluation of antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and different types of solvent extractions. *Biomedical & Pharmacology Journal*, v. 17, n. 1, p. 323–339, 2024.

KHURSHEED et al. Biochemical, nutraceutical and phytochemical characterization of chia and basil seeds: A comparative study. *Journal of Food Science and Technology*, v. 59, n. 12, p. 4731–4739, 2022.

LEE Jungmin e SCAGEL Carolyn. Chicoric acid found in basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Elsevier Ltd. 2009

MILIAUSKAS G. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, Washington.2004

OLIVEIRA, Marcia, BARBOSA, Rodrigo e Flores, Danilo. Atividade antioxidante de frutas

cítricas: adaptação do Método de DPPH para experimentação em sala de aula. 2020.

OLIVEIRA, Carla. C. A. e SANTOS, Jânio. S. Compostos ativos de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*): uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, e263101220281, 2021.

PAMMI, Sravanthi S et al. Antioxidant potential of medicinal plants. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v. 25, n. 2, p. 117–130, 2022.

PISSOLATO, Lorrainy. P et al. Alecrim e seus principais efeitos fitoterápicos com impacto na cefaleia: Estudo integrativo de uma terapia não convencional para a saúde humana. *Biosciences and Health*, v. 1, 2023.

ROSA, Carolina et al. Atividade antioxidante do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) pelo método DPPH e emprego em fluido hidratante. *Scientia Naturalis*, v. 6, n. 1, p. 48–70, 2024.

SABOIA, Catarina. S et al. Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo essencial e do extrato bruto do capim-limão (*Cymbopogon citratus*). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, e37611730064, 2022.

SINGLETON, Vernon L.; ORTHOFER, Rudolf e LAMUELA-RAVENTÓS, Rosa M.

Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: *Methods in enzymology*. Academic press, 1999.

9

SUN, Wenli e SHAHRAJABIAN, Mohanmad. H. Therapeutic potential of phenolic compounds in medicinal plants. *Natural health products for human health. Molecules*, v. 28, n. 4, 1845, 2023.

TLILI, Nizar e SARIKURKCU Cengiz. Bioactive compounds profile, enzyme inhibitory and antioxidant activities of water extracts from five selected medicinal plants. *Industrial Crops and Products*, v. 151, 112448, 2020.