

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO ALECRIM

ROSAURA O. MORAIARE^{1,2}, LUÁRA V. P. VAZ^{2,3}, ALINE P. DRESCH^{2,4},
GUILHERME M. MIBIELLI^{2,5}, JOÃO P. BENDER^{2,6}

1 Introdução

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) destaca-se na medicina tradicional e pesquisas científicas por suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias. A extração assistida por ultrassom surge como método eficiente para facilitar a liberação desses compostos bioativos da matriz vegetal (VARGAS, 2026). Assim, extrair e caracterizar os extratos de *R. officinalis* é essencial para compreender sua química, avaliar sua qualidade funcional e viabilizar aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética.

2 Objetivos

Extrair os compostos bioativos presentes no alecrim (*Rosmarinus officinalis*) por meio de ultrassom indireto e caracterizar os extratos quanto ao teor de compostos fenólicos totais e à atividade antioxidante, bem como estabelecer o perfil cromatográfico dos compostos extraídos.

3 Metodologia

A amostra de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) foi obtida em um empório de produtos naturais e transportada ao laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Chapecó. A amostra foi seca em estufa (AmericanLab model AL - 102/480) a 60 °C por 24 horas e, em seguida, moída em moinho de facas (AmericanLab model AL - 032S). Por fim, foram embaladas a vácuo em porções de 100 gramas e mantidas sob o abrigo da luz até a realização dos ensaios de extração.

1 Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, rosaura.moraiare@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos (GPPEM).

3 Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó.

4 Mestra, Universidade Federal do Paraná, campus Palotina.

5 Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó.

6 Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, Orientador.

A extração por ultrassom indireto (DENG *et al.*, 2017) foi realizada em triplicata utilizando banho de ultrassom (40 kHz, 250 W). Após o equilíbrio térmico, a biomassa e o etanol foram homogeneizados em tubos fechados, seguindo as concentrações, razões sólido-líquido e temperaturas estabelecidas no planejamento experimental (Tabela 1). O uso dos tubos fechados viabilizou a aplicação da temperatura máxima de 85 °C (superior ao ponto de ebulição do etanol) ao manter a mistura no estado líquido sob pressão, permitindo avaliar seus efeitos na transferência de massa. Por fim, as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante refrigerado até as análises.

Tabela 1. Variáveis e níveis (codificados e reais) do planejamento experimental empregado.

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
Temperatura (°C)	55	70	85
Razão Sólido-Líquido (mg/mL)	40	60	80
Concentração de etanol (% v/v)	40	60	80

Os Compostos Fenólicos Totais (CFT) foram quantificados pelo método de Folin-Ciocalteu (DRESCH *et al.*, 2025). Em microplaca, adicionou-se 20 µL do extrato diluído em etanol (1:40 v/v) e 100 µL de Folin-Ciocalteu (10%, v/v). Após 5 minutos, acrescentou-se 75 µL de carbonato de sódio (7,5%, m/v). Após 1 hora de incubação, a absorbância foi lida a 740 nm, utilizando curva analítica de ácido gálico (0–100 µg/mL).

Para a determinação da Atividade Antioxidante Total (AAT), empregou-se o método do radical DPPH (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995), com modificações. Os extratos (0,001 a 0,01 g.mL⁻¹) foram misturados com solução metanólica de DPPH (0,06 mM). Após incubação no escuro (60 min), a absorbância foi lida a 515 nm e convertida para porcentagem de atividade antioxidante, utilizando curva de calibração de Trolox (0 a 50 µM).

O perfil cromatográfico foi analisado por HPLC-MS (ESI⁻), segundo Bohn *et al.* (2024). Investigaram-se 25 padrões analíticos, abrangendo ácidos fenólicos (gálico, clorogênico, cafeico, sirínico, p-cumárico, rosmarínico, ferúlico, elágico, carnósico, hidroxibenzoico e sinápico), flavonoides/derivados (epigallocatequina, epicatequina, galato de epigallocatequina, procianidina B2, rutina, miricetina, quercetina, hesperetina, flavona, kaempferol e

cirsimaritina) e outros fenóis (pirocatecol e vanilina). Os resultados foram expressos em $\mu\text{g/g}$ de amostra seca.

4 Resultados e Discussão

Os resultados das análises AAT e CFT foram dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Atividade Antioxidante Total (AAT) dos extratos de alecrim (*R. officinalis*) obtidos sob diferentes condições do planejamento experimental.

Ensaio	Razão S/L (mg/mL)	Temperatura (°C)	Etanol (%, v/v)	CFT (mg AGE/g de amostra seca)	AAT (mg TE/g de amostra seca)
1	-1 (40)	-1 (55)	-1 (40)	17,17 $\pm$ 0,6	30,1 $\pm$ 2,6
2	1 (40)	-1 (55)	1 (80)	14,31 $\pm$ 0,2	33,6 $\pm$ 1,7
3	-1 (40)	1 (85)	-1 (40)	13,17 $\pm$ 0,4	17,3 $\pm$ 0,4
4	-1 (40)	1 (85)	1 (80)	16,20 $\pm$ 0,5	16,6 $\pm$ 0,2
5	1 (80)	-1 (55)	-1 (40)	13,20 $\pm$ 0,4	31,0 $\pm$ 2,9
6	1 (80)	-1 (55)	1 (80)	14,35 $\pm$ 0,4	30,8 $\pm$ 1,0
7	1 (80)	1 (85)	-1 (40)	14,71 $\pm$ 1,0	15,5 $\pm$ 2,2
8	1 (80)	1 (85)	1 (80)	17,61 $\pm$ 0,3	16,0 $\pm$ 1,1
9	0 (60)	0 (70)	0 (60)	13,56 $\pm$ 2,5	23,1 $\pm$ 0,1

* Resultados expressos em relação à massa de amostra seca. Valores representam média $\pm$ desvio padrão (n = 3). Letras distintas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05). CFT: Compostos Fenólicos Totais (mg de Equivalente de Ácido Gálico / g de amostra seca); AAT: Atividade Antioxidante Total (mg de Equivalente de Trolox / g de amostra seca).

Em relação ao CFT, os valores oscilaram entre 13,17 e 17,61 mg AGE/g (Tabela 2). A análise estatística de comparação de médias (teste de Tukey, p < 0,05) indicou que não houve diferença significativa entre as condições avaliadas. Esse comportamento sugere que a cavitação ultrassônica foi suficiente para promover a ruptura celular e a rápida transferência de massa de forma homogênea, reduzindo a dependência direta dos parâmetros isolados. Adicionalmente, nota-se que o ponto central (Ensaio 9) apresentou um desvio padrão superior para o CFT ($\pm$ 2,5 mg AGE/g). Essa variação, que representa o erro puro do planejamento, pode ser atribuída à condição térmica intermediária (70 °C), que atua como zona de transição de estabilidade para os fitoquímicos, além da heterogeneidade intrínseca à matriz vegetal pulverizada, gerando flutuações na liberação celular.

Em contrapartida, a AAT demonstrou alta sensibilidade às condições operacionais, com os maiores valores (30,1 a 33,6 mg TE/g) obtidos na menor temperatura (55 °C). A aplicação de 85 °C reduziu o potencial antioxidante à metade (15,5 a 17,3 mg TE/g). Essa acentuada perda evidencia a degradação térmica de fitoquímicos majoritários termolábeis, como os ácidos carnósico e rosmarínico, comprometendo substancialmente a qualidade funcional dos extratos. Além disso, cabe ressaltar que operar com um solvente volátil como o etanol em uma temperatura acima do seu ponto de ebulição gera um aumento crítico da pressão interna do sistema fechado, acarretando perigos operacionais severos no laboratório, como risco de vazamento de gases ou ruptura brusca dos tubos.

A cromatografia revelou perfis fenólicos distintos entre os ensaios. O ácido rosmarínico destacou-se como majoritário (2042,88 µg/g no Ensaio 2), seguido pelo ácido carnósico (628,49 µg/g, Ensaio 5), rutina (62,37 µg/g, Ensaio 2) e ácido cafeico (45,84 µg/g, Ensaio 2). Outros compostos, como a cirsimarina, ocorreram em menores concentrações. Assim, variáveis como temperatura e solvente influenciaram seletivamente a recuperação dos bioativos, demonstrando boa repetibilidade analítica.

Os resultados corroboram a literatura, destacando os ácidos carnósico e rosmarínico como os principais compostos fenólicos não voláteis do alecrim. O ácido carnósico responde por cerca de 90% da capacidade antioxidante do extrato, enquanto o rosmarínico é o principal ácido fenólico da planta (BOUAMMALI *et al.*, 2023). O alto rendimento antioxidante obtido a 55 °C confirma a termolabilidade desses compostos sob aquecimento excessivo, reafirmando o elevado potencial fitoquímico do alecrim.

5 Conclusão

A extração por ultrassom mostrou-se altamente eficiente na obtenção de compostos fenólicos do alecrim. Enquanto o CFT manteve-se estável, a AAT apresentou forte dependência da temperatura. A condição mais branda (55 °C) maximizou a capacidade antioxidante ao preservar metabólitos termolábeis essenciais, como os ácidos rosmarínico e carnósico. Os resultados evidenciam o forte potencial fitoquímico da planta e a viabilidade do método para os setores alimentício, farmacêutico e cosmético.

Referências Bibliográficas

BOHN, Letícia R. et al. Antiproliferative effect of phenolic compounds extracted from winery pomace on TPC-1 thyroid cancer cells. *Food Bioscience*, v. 60, p. 104457, 2024.

BOUAMMALI, H. et al. Rosemary as a Potential Source of Natural Antioxidants and Anticancer Agents: A Molecular Docking Study. *Plants*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 89, 2023.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT - Food Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

DENG, J. et al. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from plant materials, 2017.

DRESCH, Aline P. et al. Valorization of elephant grass biomass: ethanol production from cellulose fraction and anticancer application of lignin. *Biomass Conversion And Biorefinery*, v. 15, n. 13, p. 20365-20382, 2025.

VARGAS, Ana Carolina Giacomelli. Recuperação de compostos fenólicos a partir do resíduo hidrodestilado de alecrim: otimização de extração e efeito antitumoral na linhagem de melanoma cutâneo A375. 2026. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Palotina, 2026.

Palavras-chave: Alecrim; Extração assistida por ultrassom; Compostos fenólicos; Atividade antioxidante; Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0271

Financiamento:

