

EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM SEGUIDA DE QUANTIFICAÇÃO POR HPLC DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM *SCHINOPSIS BRASILIENSIS*

Pedro H. F. Mendes¹; Sóstenes S. Barbosa²; Urias S. de Araújo³, Anaildes L. de Carvalho⁴; Bruno O. Moreira⁵.

¹UESB E-mail: peufmendes@gmail.com; ²UFBA E-mail: DMPBARBOSA@hotmail.com; ³UFBA uriassarauro@hotmail.com; ⁴UESB E-mail: anaildes.carvalho@uesb.edu.br; ⁵UFBA E-mail: bomoreira@gmail.com

Palavras-Chave: Baraúna, ácido gálico, ácido elágico.

Introdução

A *Schinopsis brasiliensis* Engl., conhecida popularmente como baraúna ou braúna, é uma espécie arbórea, pertencente à família Anacardiaceae, e amplamente distribuída no Nordeste brasileiro. Trata-se de uma árvore de grande porte, de crescimento lento, que pode atingir até 15 metros de altura e apresenta madeira extremamente densa e resistente, sendo excelente para construção civil, carpintaria, produção de álcool, lenha e carvão (SILVA, 2014). É popularmente utilizada no tratamento de diversas enfermidades, como inflamações, diarreia, doenças cardiovasculares e infecções (CALIXTO, 2022). Essas propriedades terapêuticas estão associadas à presença de compostos fenólicos, substâncias químicas naturais encontradas em plantas, caracterizadas por pelo menos um grupo hidroxila, desempenhando papéis essenciais em sua sobrevivência e desenvolvimento, como a proteção contra radiação UV e infecções, fortalecimento estrutural da célula vegetal e ação antioxidante (ANGELO; JORGE, 2007).

Essas substâncias, amplamente distribuídas em plantas, apresentam diversas aplicações tanto na nutrição animal quanto em contextos terapêuticos, alimentares e industriais. Em nutrição animal, seu consumo ocorre naturalmente por meio da ingestão de folhas, frutos e sementes, fornecendo propriedades antioxidantes e promotoras do desenvolvimento animal, contribuindo para aumento da secreção de enzimas digestivas e diminuição de bactérias patogênicas no organismo (MAHFUZ et al., 2021).

Na medicina tradicional e na fitoterapia, compostos fenólicos são utilizados por suas propriedades cicatrizantes, antioxidantes, analgésicas anti-inflamatórias e antimicrobianas, sendo empregados no tratamento de inflamações, feridas e distúrbios gastrointestinais e cardiovasculares em humanos e animais (VIEIRA et al., 2008). Esses efeitos têm motivado a utilização de extratos concentrados em suplementos nutricionais e produtos farmacológicos como cremes, pomadas e loções.

Dessa forma, os compostos fenólicos são substâncias de relevância biológica e tecnológica, e sua extração possibilita a utilização em uma ampla gama de aplicações que vão desde a alimentação e saúde de animais e humanos até a indústria de alimentos e cosméticos.

Entre esses compostos, destacam-se o ácido gálico e seus ésteres (galato de metila e galato de etila), o flavonoide quercetina-3-O-β-D-xilopiranosídeo e o polifenol ácido elágico, todos amplamente reconhecidos por suas propriedades bioativas e por suas aplicações nas áreas farmacológica e alimentícia. O ácido gálico (3,4,5-triidroxibenzoico) é amplamente distribuído em folhas, sementes e cascas de plantas, apresentando notável atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e potencial antitumoral (LIMA, 2014). Da mesma forma, os flavonoides galato de metila e o galato de etila, compartilham propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias e têm sido utilizados como modelos para o desenvolvimento de compostos terapêuticos (LIANG et al., 2023; SHARMA et al., 2025).

A quercetina-3-O-β-D-xilopiranosídeo, um flavonoide glicosilado, é encontrado em diversas plantas e é caracterizado por sua elevada capacidade antioxidante e atividade anti-inflamatória, antinociceptiva e antimutagênica. Esse composto é de grande interesse em

pesquisas farmacológicas devido ao seu potencial terapêutico em doenças inflamatórias e metabólicas (CARRAZONI, 2016).

O ácido elágico é um polifenol presente em frutos e vegetais, com reconhecida ação antioxidante, anti-inflamatória, antimutagênica e antiproliferativa. Estudos indicam que esse composto desempenha papel importante na prevenção de doenças crônicas, incluindo doenças hepáticas e câncer, além de contribuir para a proteção celular contra estresse oxidativo (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2025).

Para uma análise precisa de várias substâncias em uma mesma amostra, a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) se mostra ideal, pois é uma técnica analítica amplamente empregada para separar, identificar e quantificar compostos químicos em misturas complexas. É um método que se diferencia pela utilização de pressões elevadas, colunas com partículas muito finas e detectores sensíveis, permitindo uma separação mais rápida, eficiente e precisa dos analitos (SHUKLA et al., 2023).

Assim, este trabalho teve como objetivo realizar a extração ultrassônica de ácido gálico, galato de metila, galato de etila, queracetina-3-O-β-D-xilopiranosídeo e ácido elágico presentes em folhas de *Schinopsis brasiliensis*, seguida da quantificação por HPLC.

Material e Métodos

Preparo da amostra

As folhas da planta foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C até peso constante. Em seguida, o material vegetal seco foi pulverizado e armazenado. A extração dos compostos fenólicos foi realizada por meio da técnica de extração sólido-líquido assistida por ultrassom (UA-SLE). Para cada ensaio, $1,000 \pm 0,005$ g do pó das folhas foi transferido para um bêquer de vidro, ao qual foram adicionados 22 mL da mistura de solventes previamente otimizada (54% de água, 26% de etanol e 22% de acetona v/v/v). O sistema foi submetido à sonicação (20 kHz, 400 W, 35 min).

O extrato foi filtrado em papel-filtro, e o filtrado concentrado em evaporador rotativo a 50 °C até obtenção de extrato espesso. O resíduo foi transferido para frascos de vidro e mantido em incubadora até completa secagem, originando o extrato seco.

Preparo dos Padrões

Soluções-estoque dos padrões de ácido gálico, galato de metila, galato de etila, ácido elágico e queracetina-3-O-β-D-xilopiranosídeo (SB8) foram preparadas para construção das curvas analíticas e posterior quantificação dos compostos no extrato de *S. brasiliensis* por HPLC.

Os padrões foram dissolvidos em uma mistura de metanol/água (MeOH:H₂O, 9:1 v/v) e submetidos a banho ultrassônico por 15 minutos. Em seguida, as soluções foram centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos e filtradas com algodão utilizando pipeta de Pasteur.

As concentrações finais foram ajustadas conforme cada padrão: ácido gálico e galato de etila (0,55 mg/mL), ácido elágico e galato de metila (1,0 mg/mL) e SB8 (2,0 mg/mL).

Análise por HPLC

As análises por HPLC foram realizadas em um sistema Shimadzu Prominence (Osaka, Japão) equipado com uma bomba de mistura quaternária de baixa pressão (LC-20AT) e um desgaseificador a vácuo em linha de quatro canais (DGU-20A5) controlado por um módulo de interface CBM-20A e um detector de arranjo de diodos (DAD, SPD-M20A). A análise cromatográfica foi realizada em uma coluna Shim-pack CLC-ODS (100 × 4,6 mm de diâmetro interno, 5 µm, Shimadzu). Os compostos foram identificados comparando os tempos de retenção da amostra e os espectros ultravioleta (UV) com seus respectivos padrões autênticos. As separações foram obtidas por eluição em gradiente utilizando solução de ácido fórmico a 0,2% (v/v) (solvente A) e acetonitrila (solvente B). Os gradientes de composição utilizados

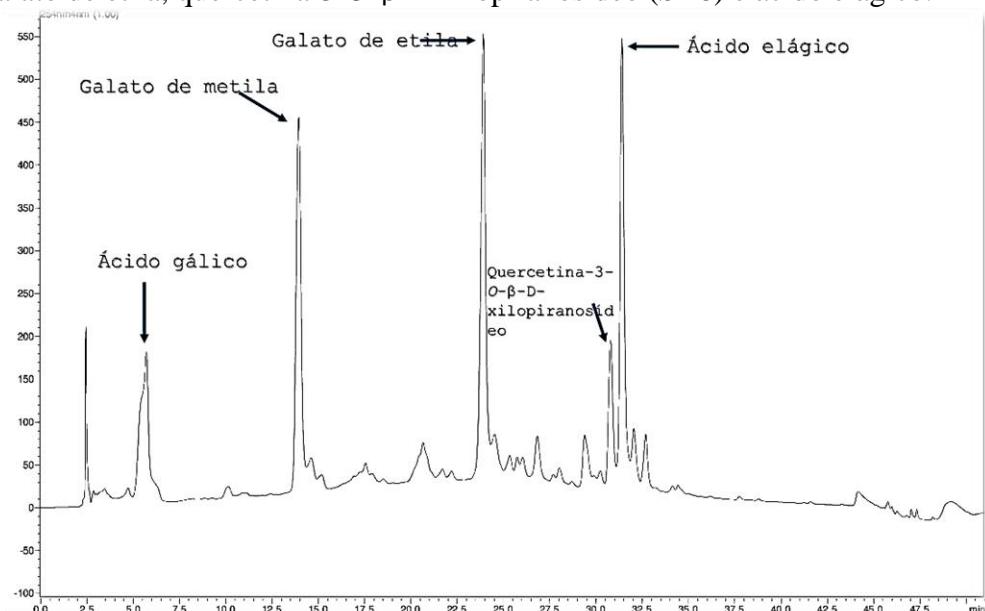
foram: 0-25 minutos: 15% a 50% do solvente B; 25-38 minutos: 50 a 70% de B; 38-41 minutos: 70 a 100% de B; e 41-44 minutos: 100% de B. Após o término do gradiente, foi incluído um período de condicionamento da coluna, reduzindo gradativamente a concentração do solvente B para o ponto inicial, a fim de restaurar as condições ideais de equilíbrio para as próximas injeções, totalizando 51 min de análise. O volume de injeção foi de 20 μ L com vazão de 0,9 mL min⁻¹, e as amostras foram monitoradas a 270, 254 e 360.

Resultados e Discussão

A análise cromatográfica do extrato de *Schinopsis brasiliensis* permitiu a identificação e quantificação de cinco compostos fenólicos: ácido gálico, galato de metila, galato de etila, ácido elágico e quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo (SB8). Um cromatograma representativo do extrato é apresentado na Figura 1. Esses resultados evidenciam a importância da seleção adequada dos parâmetros cromatográficos, como a fase estacionária e a fase móvel, para garantir uma separação eficiente e reproduzível das substâncias bioativas presentes em extratos vegetais.

Para a identificação das substâncias bioativas no extrato de *S. brasiliensis*, foram utilizados padrões de referência comerciais correspondentes aos compostos ácido gálico, galato de metila, galato de etila, ácido elágico e quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo (SB8).

Figura 1: Cromatograma com tempo de retenção e área dos picos de ácido gálico, galato de metila, galato de etila, quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo (SB8) e ácido elágico.



Conforme apresentado na Tabela 1, os padrões apresentaram excelente linearidade nas faixas de concentração avaliadas, com coeficientes de correlação (R^2) superiores a 0,99, o que evidencia a precisão e a confiabilidade do método analítico empregado. Os tempos de retenção (t_R), observados na Tabela 1, variaram entre 5,70 e 31,40 minutos, demonstrando uma adequada separação entre os compostos e, consequentemente, facilitando sua detecção. Os limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) também confirmaram a sensibilidade do método, apresentando valores reduzidos, especialmente para o galato de etila (LOD = 0,01 mg/mL; LOQ = 0,03 mg/mL).

Tabela 1: Equação de regressão, coeficientes de correlação, faixas de linearidade, LOD e LOQ das substâncias bioativas investigadas.

Substância	t_R (min)	Equação de Regressão	R^2	Faixa linear (mg/mL)	LOD (mg/mL)	LOQ (mg/mL)
Ácido gálico	5,70	$y = 2,9x10^8 + 3,6x10^6$	0,9938	0,5 – 0,05	0,03	0,08
Galato de metila	13,93	$y = 8,7x10^7 - 8,2x10^5$	0,9913	0,3 – 0,03	0,04	0,11
Galato de etila	23,91	$y = 6,9x10^8 + 1,0x10^7$	0,9971	0,2 – 0,016	0,01	0,03
Quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo	30,78	$y = 2,7x10^7 + 6,8x10^6$	0,9990	1,3 – 0,006	0,06	0,18
Ácido elágico	31,40	$y = 4,0x10^6 + 6,0x10^5$	0,9944	1,0 – 0,1	0,10	0,31

t_R = tempo de retenção em minutos. Na equação de regressão $y = ax+b$, x se refere à concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$), y é a área do pico. R^2 é o coeficiente de correlação da equação. LOD é o limite de detecção e LOQ é o limite de quantificação

Em relação à quantificação apresentada na Tabela 2, o composto majoritário foi o SB8, com concentração de $199,6 \pm 3,51$ mg/g, seguido pelo ácido gálico ($31,2 \pm 1,24$ mg/g) e pelo galato de etila ($18,7 \pm 0,60$ mg/g). O ácido elágico ($9,5 \pm 0,21$ mg/g) e o galato de metila ($6,9 \pm 0,28$ mg/g) apresentaram as menores concentrações. Esses resultados indicam que o extrato de *S. brasiliensis* constitui uma fonte expressiva de compostos fenólicos, o que pode estar relacionado à sua atividade antioxidante e ao seu potencial terapêutico.

Tabela 2: Concentração de compostos fenólicos presentes no extrato de *Schinopsis brasiliensis*.

Composto	Concentração no extrato (mg/g)
Ácido Gálico	$31,2 \pm 1,24$
Galato de Metila	$6,9 \pm 0,28$
Galato de Etila	$18,7 \pm 0,60$
Ácido Elágico	$9,5 \pm 0,21$
SB8	$199,6 \pm 3,51$

Os resultados obtidos corroboram estudos prévios que relatam a presença significativa de compostos fenólicos em *Schinopsis brasiliensis*, espécie reconhecida por seu elevado teor de substâncias antioxidantes. A abundância desses compostos está relacionada às propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes tradicionalmente atribuídas à espécie, o que justifica o uso popular da braúna em práticas medicinais. Dessa forma, os achados deste estudo reforçam o potencial farmacológico do extrato de *Schinopsis brasiliensis* e evidenciam a relevância de investigações futuras voltadas ao isolamento e à caracterização de seus princípios ativos, com vistas a possíveis aplicações terapêuticas e biotecnológicas (SARAIVA et al., 2011; LIMA-SARAIVA et al., 2017)

Conclusões

A aplicação da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), associada à extração sólido-líquido assistida por ultrassom, demonstrou elevada eficiência na identificação e quantificação de compostos fenólicos em folhas de *Schinopsis brasiliensis*. A presença significativa de quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo (SB8), ácido gálico, galato de etila, ácido

elágico e galato de metila confirma o elevado potencial fitoquímico da espécie. Os parâmetros cromatográficos obtidos incluindo coeficientes de correlação superiores a 0,99, baixos limites de detecção e quantificação e adequada separação dos analitos evidenciam a precisão e a sensibilidade do método analítico empregado. Os resultados reforçam a relevância biotecnológica de *Schinopsis brasiliensis* como fonte de flavonoides e outros compostos fenólicos, com possíveis aplicações nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia.

Referências

- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz.** v. 66, n. 1, p. 1-9. 2007.
- CALIXTO, M. G. **Extração de metabólitos secundários da espécie schinopsis brasiliensis engler utilizando diferentes solventes.** Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2022.
- CARRAZONI, A. S. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO E ANTINOCICEPTIVO DE Miconia minutiflora (Bonpl.) DC. (MELASTOMATACEAE).** Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.
- LIANG, H.; HUANG, Q.; ZOU, L.; WEI, P.; LU, J.; ZHANG, Y. Methyl gallate: Review of pharmacological activity. **Pharmacological Research.** v. 194. p. 1-9. 2023.
- LIMA, K. G. **Avaliação do efeito do ácido gálico no tratamento de células de hepatocarcinoma hepg2.** Tese (Mestrado em Biologia Molecular e Celular), Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.
- LIMA-SARAIVA, S. R. G. de; OLIVEIRA, F. G. da S.; OLIVEIRA JUNIOR, R. G. de; ARAÚJO, C. de S.; OLIVEIRA, A. P. de; PACHECO, A. G. M.; ROLIM, L. A.; AMORIM, E. L. C. de; CÉSAR, F. C. S.; ALMEIDA, J. R. G. da S. Chemical Analysis and Evaluation of Antioxidant, Antimicrobial, and Photoprotective Activities of *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae). **The Scientific World Journal.** p. 1-10. 2017.
- MAHFUZ, S.; SHANG, Q.; PIAO, X. Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology.** v. 12, p.1-19. Beijing, 2021.
- SARAIVA, A. M.; CASTRO, R. H. A.; CORDEIRO, R. P.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; CASTRO, V. T. N. A.; AMORIM, E. L. C.; XAVIER, H. S.; PISCIOTTANO, M. N. C. In vitro evaluation of antioxidant, antimicrobial and toxicity properties of extracts of *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology.** v. 5. p. 1724-1731. 2011.
- SHARMA, R.; RAZA, M. A.; FIRDOUS, A. Therapeutic potential and pharmaceutical development of multitargeted polyphenolic compound ethyl gallate. **Pharmacological Research - Natural Products.** v. 8. 2025.
- SHUKLA, R.; SINGH, P. K.; UPADHYAY, S. A Comprehensive Review on High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). **International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Research.** v. 27. p. 312-324. 2023.

SILVA, E. de O. **Fenologia, qualidade de diásporos e micropropagação de baraúna (schinopsis brasiliensis engler)**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2014.

VIEIRA, A. P.; SANTOS, N. R. dos; BORGES, J. H. S.; VINCENZI, M. P. A.; SCHMITZ, W. O. Ação dos flavonóides na cicatrização por segunda intenção em feridas limpas induzidas cirurgicamente em ratos Wistar. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. v. 29, n. 1, p. 65–74. Londrina, 2008.

WOJTUNIK-KULESZA, K.; NIZIŃSKI, P.; KRAJEWSKA, A.; ONISZCZUK, T.; COMBRZYŃSKI, M.; ONISZCZUK, A. Therapeutic Potential of Ellagic Acid in Liver Diseases. **Molecules**. v. 30. 2025.