

QUANTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA FOLHA DO *Tamarindus indica L.*

Maria E. R. Santos¹; Sara I. C. G. Barbosa²; Lucas S. Frota²; Selene M. Moraes^{1,2}

¹*Laboratório de Química de Produtos Naturais, Curso de Química, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.*

²*Laboratório de Química de Produtos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.*

eeduarda.rodrigues@aluno.uece.br

Palavras-Chave: Tamarindo, Metabolitos secundários, Antioxidante.

Introdução

A valorização de plantas medicinais como fontes de compostos bioativos tem ganhado destaque nas ciências químicas, especialmente diante da crescente demanda por produtos naturais com potencial terapêutico e antioxidante. Entre as espécies de interesse, *Tamarindus indica L.*, conhecida popularmente como tamarindo, pertence à família Fabaceae e está amplamente distribuída em regiões tropicais, incluindo o Brasil. Tradicionalmente, suas folhas, frutos e sementes são utilizadas no tratamento de distúrbios gastrointestinais, febres, inflamações e infecções microbianas (SOOKYING et al., 2022). Estudos fitoquímicos indicam que suas folhas contêm compostos com reconhecida ação antioxidante, como ácido gálico, ácido elágico, rutina e queracetina (GHALY et al., 2023; JOSHI et al., 2023).

A atividade antioxidante de extratos vegetais está intimamente relacionada à presença de metabólitos secundários, como compostos fenólicos e flavonoides. Para estimar essa atividade in vitro, métodos baseados na neutralização de radicais estáveis, como DPPH e ABTS, são amplamente utilizados por sua sensibilidade e reproduzibilidade. Os fenóis atuam como agentes redutores, quelantes de metais e sequestradores de radicais livres, enquanto os flavonoides possuem estruturas aromáticas conjugadas que permitem a doação de elétrons ou átomos de hidrogênio, estabilizando os radicais. Essas propriedades químicas conferem aos extratos vegetais um alto potencial bioativo, sendo eficazes na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (LI et al., 2023). A quantificação desses compostos é fundamental para estimar o valor funcional e farmacológico de produtos vegetais. Dado seu uso etnobotânico e o interesse por naturais, avalia-se o potencial antioxidante da espécie. Isso contribui para validar aplicações terapêuticas e prospectar novas moléculas bioativas.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas de tamarindo, bem como quantificar os teores de compostos fenólicos e flavonoides, a fim de contribuir para a caracterização bioativa dessa espécie vegetal e reforçar seu potencial para aplicações farmacológicas e industriais.

Material e Métodos

Obtenção do material vegetal

As folhas da planta *Tamarindus indica* L. foram coletadas em maio de 2025, na Caucaia, Ceará, com as coordenadas 3°44'25.34"S, 38°37'52.01"W.

Obtenção do extrato vegetal

As folhas de tamarindo foram coletadas, sendo secas, moídas e submetidas ao método de maceração com etanol 70% na proporção etanol-material 1:1, em temperatura ambiente, por um período de 7 dias consecutivos sem renovar o líquido extrator. O líquido extrator foi então filtrado e concentrado em rotaevaporador à temperatura de 50 °C. A solução foi submetida a liofilização, produzindo o extrato hidroetanólico das folhas liofilizadas.

Quantificação de Fenóis totais

A determinação do teor de fenóis totais foi feita por meio de espectroscopia na região do visível utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia de Sousa et al. (2007). Para a quantificação de flavonoides. Utilizou-se o reagente cloreto de alumínio ($AlCl_3$) a 2,5% seguindo a metodologia de Funari e Ferro (2006).

Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi avaliada pelo método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) seguindo a metodologia descrita por Becker et al. (2019), com modificações, pelo método de ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etylbenzotiazolino-6sulfônico)) descrito por Re et al. (1999). Ambos os testes foram realizados em microplaca de fundo chato de 96 poços em leitor Elisa BioTek, modelo ELX 800. A absorbância foi aferida em 490 nm para o radical DPPH• após 60 min de incubação, a 630 nm para o radical ABTS⁺• após 10 minutos de incubação. Como padrão negativo foram utilizadas todas as soluções, excetuando-se a amostra. Foram extintos da análise os valores referentes às colorações naturais dos extratos. A concentração inibitória média (IC_{50} ; $\mu g/mL$) foi obtida por meio de curvas de calibração, coletadas plotando as diferentes absorções relativa as concentrações e posteriormente analisadas por regressão linear. Os antioxidantes BHT e trolox foram utilizados para comparação.

Resultados e Discussão

A quantificação de compostos fenólicos totais no extrato etanólico das folhas de tamarindo (EEFTD) resultou em um valor de $115,08 \pm 6,43$ mg EAG/g de extrato. Já os flavonoides apresentaram um valor de $12,64 \pm 0,42$ mg EQ/g de extrato. Esses valores indicam que as folhas do tamarindo é uma fonte considerável de metabólitos secundários com potencial bioativo, especialmente compostos fenólicos, os quais estão fortemente associados à atividade antioxidante (SOOKYING et al., 2022; LE et al., 2022),

Comparando com outros estudos, os níveis de fenóis encontrados no EEFTD são consistentes com os de outras espécies medicinais conhecidas por seu potencial antioxidante. Segundo Le et al. (2022), a elevada presença de fenóis pode contribuir significativamente para a neutralização de radicais livres devido à sua capacidade de doar elétrons ou átomos de hidrogênio, interrompendo reações em cadeia oxidativas. Esses resultados corroboram os de Sookying et al. (2022), que também identificaram efeitos antioxidantes significativos em células HepG2 tratadas com extratos da folha de tamarindo, destacando a contribuição desses metabólitos para a proteção celular frente ao estresse oxidativo.

A análise por meio da DPPH e do cátion ABTS é amplamente aceita na literatura para avaliar o potencial antioxidante de substâncias naturais (SOOKYING et al., 2022). Os resultados revelaram uma efetiva atividade antioxidante do EEFTD, através da concentração inibitória média (CI_{50}) de $12,64 \pm 0,13$ $\mu\text{g}/\text{mL}$ para DPPH e $16,42 \pm 0,37$ $\mu\text{g}/\text{mL}$ para ABTS, indicando alta eficácia do extrato Le et al. (2022),

Tabela 1. Quantificação de metabólitos secundários e atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas de *Tamarindus indica* L. (EEFTD)

Amostras	Fenóis totais (mg EAG/g)	Flavonoides (mg EQ/g)	CI_{50} DPPH \bullet ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	CI_{50} ABTS $^{+}\bullet$ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)
BHT (Padrão)	-	-	$10,25 \pm 0,02$	$10,67 \pm 0,08$
Trolox (Padrão)	-	-	$12,35 \pm 0,05$	$12,43 \pm 0,07$
EEFTD	$115,08 \pm 6,43$	$12,64 \pm 0,42$	$12,14 \pm 0,13$	$16,42 \pm 0,37$

CI_{50} - concentração inibitória média; BHT - Butil-hidroxitolueno; Trolox - 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid; EAG - equivalente a ácido gálico; EQ - equivalente a quer cetina.

A forte correlação entre os teores de compostos fenólicos e a atividade antioxidante observada reforça a importância desses metabólitos na defesa contra o estresse oxidativo. Isso é particularmente relevante no contexto da fitoterapia e desenvolvimento de produtos naturais com potencial terapêutico. A elevada atividade antioxidante observada reforça a viabilidade do uso do extrato etanólico de folhas de tamarindo como insumo para o desenvolvimento de

formulações fitoterápicas, suplementos alimentares ou cosméticos naturais. Além disso, o estudo contribui para a valorização de recursos vegetais amplamente disponíveis no Brasil, com potencial para aplicações sustentáveis e inovadoras.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que o extrato etanólico das folhas de *Tamarindus indica* apresenta relevante potencial antioxidante, confirmado pela capacidade de inibir os radicais DPPH e ABTS, com IC_{50} de $12,64 \pm 0,13 \mu\text{g/mL}$ e $16,42 \pm 0,37 \mu\text{g/mL}$, respectivamente. Esses achados reforçam o papel da espécie como fonte natural de compostos bioativos com atividade antioxidante. A quantificação de metabólitos secundários revelou teores expressivos de fenóis totais ($115,08 \pm 6,43 \text{ mg EAG/g}$) e flavonoides ($12,64 \pm 0,42 \text{ mg EQ/g}$), indicando a presença de classes de substâncias com reconhecida ação protetora frente ao estresse oxidativo.

Esses resultados estão diretamente relacionados aos objetivos propostos neste estudo, que visavam a caracterização bioativa do extrato etanólico da folha de tamarindo por meio da quantificação de fenóis e flavonoides, bem como da avaliação de sua atividade antioxidante. A partir disso, pode-se afirmar que o extrato apresenta potencial promissor para aplicações farmacológicas, cosméticas e alimentícias, além de reforçar seu uso tradicional na medicina popular.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Química de Produtos Naturais (LQPN), CNPq e Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Referências

- BECKER, M.; NUNES, G.; RIBEIRO, D.; SILVA, F.; CATANANTE, G.; MARTY, J. Determination of the Antioxidant Capacity of Red Fruits by Miniaturized Spectrophotometry Assays. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 3, n. 4, p. 223–227, dez. 2019.
- FROTA, K. M. G. et al. Potencial antioxidante de extratos vegetais: aplicações farmacológicas e alimentícias. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 25, e20230010, 2023.
- FUNARI, C. S. DE; FERRO, V. DE O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 171–178, 2006.
- GHALY, M. M. E. et al. Phytochemical profile and antioxidant activity of *Tamarindus indica* leaf extracts. **Heliyon**, v. 9, n. 2, e13160, 2023.

JOSHI, R. K.; SHAH, N.; DESHMUKH, R. R. Phytoconstituents and biological activities of *Tamarindus indica* L.: A review update. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 12, n. 1, p. 38–46, 2023.

LE, Phuong Ha et al. Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity of tamarind seed and pulp extracts. **Vietnam Journal of Biotechnology**, Hanoi, v. 20, n. 2, p. 239-247, 2022.

LI, C. et al. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. **Molecules**, v. 28, n. 2, p. 471, 2023.

MARTINS, N. et al. Phenolic compounds and bioactivity of *Tamarindus indica* L.: a review over its food and medicinal uses. **Molecules**, v. 27, n. 7, p. 2201, 2022.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. **Journal of Natural Products**, v. 83, n. 3, p. 770–803, 2020.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.

SOOKYING, J. et al. Botanical aspects, phytochemicals, and toxicity of *Tamarindus indica* leaf and a systematic review of antioxidant capacities of *T. indica* leaf extracts. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 977015, 2022.

SOUZA, C. M. DE M. et al. Total phenolic and total flavonoid content in *Copaifera langsdorffii* leaves and antioxidant activity. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351–355, 2007.

THAIPONG, K. et al. Comparison of antioxidant activity and total phenolic content of different extracts of Thai fruit using the FRAP, DPPH and ABTS assays. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6–7, p. 669–675, 2006.