



Otimização da extração de compostos antioxidantes da pitáia utilizando ultrassom

Optimization of antioxidant compound extraction from pitaya using ultrasound

Luiziane Gonçalves dos Santos¹, Nathele Lopes Regino², Caroline Casagrande Sipoli³, Isabella Salvat Luccas⁴, Fabio Alexandre Pereira Scacchetti⁵, Rúbia Michele Suzuki⁶

RESUMO

Este artigo relata um estudo sobre a extração de compostos bioativos da pitáia utilizando ultrassom, com foco na comparação de dois solventes, etanol e metanol. O objetivo principal foi avaliar a eficácia desses solventes na extração de compostos bioativos da pitáia e sua atividade antibacteriana contra diferentes cepas de bactérias. Os resultados revelaram um notável potencial antioxidante no extrato de pitáia, com destaque para as condições de extração que envolveram o uso de metanol como solvente. Esta escolha demonstrou ser particularmente vantajosa, uma vez que os testes de DPPH confirmaram sua eficácia na captura de radicais livres. Além disso, na avaliação da atividade antibacteriana contra diversas cepas bacterianas, o extrato obtido com etanol também apresentou a melhor resposta, indicando um amplo espectro de ação contra as bactérias testadas. Esses resultados destacam o potencial da pitáia como uma fonte rica em compostos bioativos, com aplicações em produtos naturais de saúde e alimentos funcionais. Este estudo contribui para a compreensão dos processos de extração e uso desses compostos em aplicações biotecnológicas.

PALAVRAS-CHAVE: antibacteriana; antioxidantes; extração; pitáia.

ABSTRACT

This article reports a comprehensive study on the extraction of bioactive compounds from dragon fruit, with a focus on comparing two solvents, ethanol and methanol. The main objective was to evaluate the effectiveness of these solvents in extracting bioactive compounds from dragon fruit and their antibacterial activity against different bacterial strains. The results revealed a remarkable antioxidant potential in the dragon fruit extract, with methanol as the standout solvent for extraction. This choice proved to be particularly advantageous, as DPPH tests confirmed its effectiveness in capturing free radicals. Furthermore, in the evaluation of antibacterial activity against various bacterial strains, the extract obtained with ethanol also showed the best response, indicating a broad spectrum of action against the tested bacteria. These findings highlight the potential of dragon fruit as a rich source of bioactive compounds, with applications in natural health products and functional foods. This study contributes to understanding the processes of extraction and utilization of these compounds in biotechnological applications.

KEYWORDS: antibacterial; bioactive; extraction; pitaya.

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: luiziane@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1912994029639224.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: nathelelopesregino@gmail.com ID Lattes: 19779801078865415.

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ-AP). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: carolinesipoli@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8845341087624651.

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: isabellasalvat@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4550213018209855.

⁵Docente do Programa de Pós-graduação em Têxtil e Moda (PPGTM). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: fabioscacchetti@utfpr.edu.br. ID Lattes: 9257961917837785.

⁶Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ-AP). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: rubiasuzuki@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3718123505118681.



INTRODUÇÃO

A busca por fontes naturais de compostos bioativos tem gerado interesse na investigação de frutas exóticas. A pitáia vermelha (*Hylocereus spp.*), têm se destacado devido às suas propriedades antioxidantes (LUO *et al.*, 2014), atividade antiviral e propriedades anticancerígenas (STRACK *et al.*, 2003; AZIZ, 2010). Originária das regiões tropicais da América Central e do Sul, a pitáia vermelha oferece um subproduto valioso em sua casca, rica em compostos bioativos.

A extração de compostos bioativos é realizada por vários métodos, sendo a extração com solventes (como etanol e metanol) utilizando ultrassom um dos procedimentos mais comuns para isolar e preservar esses compostos (BROWN, 2019). O ultrassom, uma técnica amplamente empregada, acelera o processo de extração com ondas ultrassônicas de alta frequência, reduzindo o tempo necessário para obter os extratos desejados (PARNIAKOV *et al.*, 2015). Além disso, a pitáia vermelha exibe alta atividade antibacteriana, abrindo perspectivas de pesquisa sobre seu potencial como agente antibacteriano (Wang *et al.*, 2019).

Ademais, vale ressaltar que a pitáia vermelha também exibe alta atividade antibacteriana, devido à presença de compostos bioativos em sua composição. De acordo com estudos de Wang *et al.* (2019), os extratos obtidos a partir da pitáia vermelha demonstram uma significativa atividade inibitória em relação a diversas cepas de bactérias patogênicas. Essas descobertas abrem novas perspectivas para pesquisas sobre o potencial da pitáia vermelha como um agente antibacteriano natural de grande interesse.

Dessa forma, o presente trabalho buscou avaliar o desempenho dos solventes etanol e metanol na extração de compostos bioativos da pitáia, com foco na determinação do solvente mais eficaz. Além disso, foi analisada a atividade antioxidante e antibacteriana dos extratos, visando otimizar a extração de substâncias de relevância biológica e também para ressaltar o valor agregado desse subproduto para possíveis aplicações na indústria química.

METODOLOGIA

AMOSTRAS

A pitáia foi adquirida com um produtor local da cidade de Marialva, estado do Paraná, Brasil. A casca foi separada da polpa, secas em estufa de circulação (Solab modelo SL-102) a 60 °C, com pesagens frequentes até obtenção de peso constante. Após secagem, a amostra foi triturada em mixer (Black&Decker HC32P), embaladas a vácuo e mantidas a -18° C até o momento das análises.

PREPARO DOS EXTRATOS

Foram preparados quatro conjuntos distintos de extratos para análise: dois com etanol e dois com metanol como solventes, testados nas proporções 01:30 e 01:05. Na proporção de 01:30, utilizou-se 0,5 g de extrato para 15 mL de solvente, enquanto na proporção de 01:05, empregou-se 5 g de amostra para 25 mL de solvente. A extração com



os solventes etanol e metanol seguiu o método de GU *et al.* (2010) adaptado. A casca de pitaiá, granulada a 2 mm, foi adicionada aos frascos Erlenmeyer com solvente, selados hermeticamente e submetidos a um banho ultrassônico (Lavadora ultrassônica L-200, 36000 Hz) por 1 hora. Após a filtração para separar a amostra sólida do extrato líquido, os extratos foram armazenados em frascos âmbar, em ambiente refrigerado e protegidos da luz para preservar suas propriedades. O procedimento manteve uniformidade para todos os solventes e proporções testadas.

DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Para a determinação da capacidade antioxidante dos extratos obtidos, foram realizados testes utilizando o método do radical livre DPPH de acordo com a metodologia proposta por RUFINO *et al.* (2007) com adaptações.

DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

Para avaliar a atividade antibacteriana dos extratos de pitaiá com metanol e etanol na proporção de 01:05, utilizou-se o método de difusão em disco de papel adaptado do documento M02-A11. Discos de papel de 6 mm de diâmetro (LABORCLIN) impregnados com 15 µL do extrato foram colocados em placas de ágar Mueller-Hinton (KASVI). Antes disso, 100 µL de uma suspensão bacteriana a 10⁶ UFC/mL foi uniformemente distribuída nas placas de Petri.

As placas foram então incubadas a 37°C por um período de 24 h, utilizando cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* ATCC® 25923TM, *Staphylococcus epidermidis* ATCC® 12228TM, *Klebsiella pneumoniae* ATCC® 13883TM e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC® 27853TM.

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS E FLAVONÓIDES TOTAIS

A determinação dos fenólicos totais foi realizada segundo a metodologia de Minussi *et al.* (2003) adaptada. Os resultados foram quantificados com base em uma curva padrão de ácido gálico, conforme à equação linear $y=0,006x+0,127$ ($R^2=0,999$).

A quantificação dos flavonoides totais seguiu a metodologia descrita por Funari e Ferro (2006). Os resultados foram derivados utilizando uma curva padrão de quercetina, conforme à equação linear $y=0,007x+0,145$ ($R^2=0,999$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da capacidade antioxidante, avaliados através do método DPPH para os extratos etanólicos e metanólicos foram expressos como média ± desvio padrão (n=6) e estão dispostos na Tabela 1.



Tabela 1 – Porcentagens de atividade antioxidante (%AA) da pitaita pelo método DPPH e quantificação de fenólicos e flavonoides totais

Solvente	Proporção (m:v)	DPPH (%)	Fenólicos (mg EAG 100 g ⁻¹ de amostra)	Flavonóides (mg EAG 100 g ⁻¹ de amostra)
Etanol	01:30	77,82 ± 2,97	123,65 ± 2,52	7.51 ± 1,15
Metanol	01:30	98,89 ± 0,68	136,71 ± 2,28	31.06 ± 2,98
Etanol	01:05	99,73 ± 0,12	256,17 ± 1,78	72.85 ± 0,97
Metanol	01:05	97,51 ± 0,77	290,24 ± 0,94	111.27 ± 0,86

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados obtidos por meio do método de sequestro do radical livre DPPH indicaram alto potencial antioxidante em todos os extratos. Na proporção de 01:30, tanto o extrato etanólico quanto o metanólico alcançaram 77,82% e 99,89%, respectivamente. Já na proporção de 01:05, o extrato etanólico obteve 99,73%, enquanto o metanólico atingiu 97,51%.


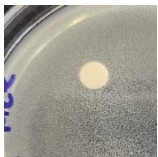
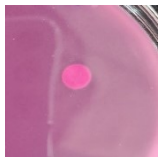
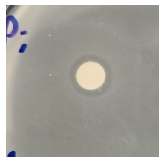
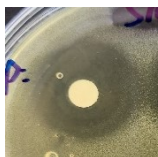
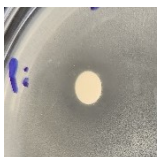

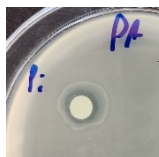
Ao analisar os resultados do método DPPH, nota-se que as proporções de 01:30 e 01:05 do extrato com metanol como solvente apresentaram alta atividade antioxidante semelhante. No entanto, ao utilizar etanol como solvente, a proporção mais eficaz foi 01:05. Os resultados dos níveis de fenólicos e flavonoides para cada solvente e proporção são detalhados na Tabela 1.

Ao quantificar os fenólicos, a melhor proporção foi o extrato metanólico (01:05), com concentração superior a valores encontrados na literatura para pitaitas. A literatura relata que a concentração de fenólicos é de 283,5 por 100 g na casca de variedades de Taiwan (WU *et al.*, 2006). Essas variações podem ser atribuídas a diferentes condições de cultivo e variações genéticas entre as variedades (ABREU *et al.*, 2012).

Da mesma forma, o extrato metanólico (01:05) mostrou a mais alta concentração de flavonoides. Em estudos anteriores, teores de flavonoides em cascas de pitaitas de Taiwan atingiram 59,5 mg de catequina por 100 g (WU *et al.*, 2006), valor inferior ao obtido neste estudo. Neste estudo, a casca da pitaita apresentou concentrações mais altas de fenólicos do que de flavonoides, em concordância com pesquisas anteriores, sugerindo que os fenólicos desempenham um papel proeminente na atividade antioxidante da casca (GOMEZ-CARAVACA *et al.*, 2013). A preferência pelo uso do metanol na extração de fenólicos e flavonoides se deve à sua maior polaridade, o que proporciona maiores rendimentos na extração de compostos bioativos devido à afinidade com grupos funcionais polares, como as hidroxilas presentes nos fenólicos e flavonoides.

A atividade antibacteriana foi avaliada medindo os diâmetros das zonas de inibição (ZOI) em milímetros com um paquímetro. Os resultados, apresentados na Tabela 2 como médias e desvios padrão com base em cinco medições, destacam o etanol como o solvente mais eficaz, demonstrando atividade antibacteriana eficaz contra todas as cepas bacterianas testadas, enquanto o metanol não apresentou atividade antibacteriana em algumas delas.

Tabela 2 – Formação de Zona de inibição (ZOI) das bactérias (mm)

Extrato/solvente	ZOI (mm)			
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. aeruginosa</i>
	0	0	9,5 ± 0,7	8,5 ± 0,7
Pitaia (metanol)				
	22,5 ± 0,7	15,5 ± 0,7	12,5 ± 0,7	9,5 ± 0,7
Pitaia (etanol)				

Fonte: Autoria própria (2023).

A alta concentração de fenólicos na casca da pitaia sugere sua contribuição para a atividade antibacteriana, interferindo nas membranas celulares das bactérias e inibindo processos metabólicos essenciais para o crescimento bacteriano (PEREIRA *et al.*, 2019).

Conclusão

Os resultados obtidos revelaram alta capacidade antioxidante do extrato da casca de pitaia, destacando que ela possui um considerável potencial como uma fonte abundante de compostos bioativos. Além disso, as condições de extração mais eficazes foram aquelas que empregaram o metanol como solvente. Essa escolha se mostrou particularmente vantajosa, visto que em todos os testes realizados, o extrato metanólico apresentou respostas eficientes.

Agradecimentos

Ao Laboratório Multiusuário de Apoio à Pesquisa da UTFPR Campus Apucarana (LAMAP).

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. C. et al. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. *Rev Inst Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-61, 2012.



- Aziz, F. A., e NOOR, M. M. (2010). Ethanol extract of dragon fruit and its effects on sperm quality and histology of the testes in mice. *Biomedical Research*, 21(2), 126-130.
- Brown, A. C. (2019). Antioxidants in Cactus Pear (*Opuntia* spp.): A Review. *Journal of Food Science*, 84(10), 2539-2549.
- CLSI (2012) Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard—Eleventh Edition. CLSI Document M02-A11. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, 32(1)
- FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Análise de flavonoides. *Boletim de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, n. 2, p. 313-343, 2006.
- Gomez-Caravaca, A. M., et al. (2013). Phenols, flavonoids and antioxidant activity of aqueous and methanolic extracts of propolis (*Apis mellifera* L.) from Algarve, South Portugal. *Journal of Natural Products*, 45(3), 301-315.
- Luo, H. et al. Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbon dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. *Chem Cent J*, [S.I.], 03 ago. 2014. 8, p. 1-7.
- MINUSSI, R. C. et al. Reação de Folin: métodos quantitativos para compostos fenólicos. *Química Nova*, v. 26, n. 3, p. 287-291, 2003.
- Parniakov, O., Barba, F. J., Grimi, N., Lebovka, N., & Vorobiev, E. (2015). Extraction assisted by pulsed electric energy as a potential tool for green and sustainable recovery of nutritionally valuable compounds from mango peels. *Food Chemistry*, 187, 198-204.
- Pereira, A. B., et al. (2019). Antioxidant and antimicrobial activity of different extracts of Prickly pear peel. *Food Chemistry*, 276, 683-690.
- RUFINO, M.S.M; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; JIMENEZ, J.P.; CALIXTO, F.D.S. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH, *Comunicado Técnico Embrapa*, v. 127 p.1-4, 2007.
- Strack, Dieter; Vogt, Thomas; Scheliemann, Willibald. Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, [S.I.], 05 out. 2003. 62, p. 247–269.
- WANG, X.; LI, H.; ZHANG, Q. Development of antioxidant and intelligent pHsensing packaging films by incorporating purple-fleshed sweet potato extract into chitosan matrix. *Journal of Food Packaging Research*, v. 5, n. 2, p. 75-88, 2019.
- WU, L. C., HSU, H. W., CHEN, Y. C., CHIU, C. C., LIN, Y. I., HO, J. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, v.95, p.319–327, 2006.
- Z. Gu, C. Deming, H. Yongbin, C. Zhigang, G. Feirong, Optimization of carotenoids extraction from *Rhodobacter sphaeroides*. *LWT Food Sci. Technol.* 41(6), 1082–1088 (2008).