

AValiação DO EFEITO DE DIFERENTES ConDIÇÕES DE TEMPO E POTÊNCIA NA EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR MICROONDAS (EAM) DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* (L.))

Maíra Lima¹; Jéssica Santos²; Juliana Maia²

¹ Graduação em Nutrição- Universidade Federal do Rio Grande do Norte

² Programa de Pós-Graduação em Nutrição- Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RESUMO: O jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) é um fruto subutilizado, encontrado no nordeste brasileiro, rico em compostos fenólicos que lhe conferem potencial antioxidante, cujo aproveitamento alia benefícios nutricionais e ambientais. Processos de extração inovadores para obter tais compostos incluem a Extração Assistida por Microondas (EAM), possibilitando a redução do uso de solventes, alta reprodutibilidade e extração em temperaturas reduzidas, evitando danos térmicos e perda de ativos. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da EAM da polpa liofilizada do jambolão nos Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Antocianinas Monoméricas Totais (AMT), comparando as potências 1000, 800 e 600W e os tempos de 30 e 60s. Os resultados obtidos não apontaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as potências para o tempo de 30s, mas considerando aspectos como economia de energia e materiais, rápida execução e extratos ricos, bem como um valor de IC₅₀ de 0,42 mg/ml para atividade antioxidante, a condição de 600W em 30s foi considerada a melhor para AMT ($397,81 \pm 23,7$ mg C3G/100g) e CFT ($0,22 \pm 23,7$ mg EAG/100g). O uso de água acidificada nessa metodologia reforça a aplicação de solventes verdes e seu potencial de uso em maior escala e na formulação de novos produtos.

INTRODUÇÃO

O interesse em novas fontes de antioxidantes naturais tem apresentado franco crescimento devido à relação entre estresse oxidativo e promoção ou agravamento de múltiplas doenças crônicas. Com a importância deste tema, a presença de metabólitos secundários em plantas, frutas e vegetais, como os compostos fenólicos, recebem destaque por seu potencial de ação antioxidante [1].

O Jambolão (*Syzygium cumini* (L.)), também conhecido como jamelão ou azeitona preta, comumente encontrado no nordeste brasileiro [2] é uma fonte rica em compostos fenólicos, que lhe conferem potencial antioxidante, inclusive antocianinas, responsáveis por sua cor púrpura/preta, classificando-o como berry [3,4].

Frutas subutilizadas, como o jambolão, podem se mostrar fonte potencial de bioativos ao aliarem benefício nutricional e redução do impacto ambiental no seu aproveitamento para formulação de novos produtos pela indústria alimentícia e/ou nutracêutica [5]. A extração de tais fitoquímicos ocorre por processos de transferência de massa, tendo como objetivo a separação de um composto de sua matriz [6].

Muitos processos tradicionais de extração envolvem a degradação térmica de componentes bioativos, além de necessitar de grande quantidade de solvente e de tempo de residência. Pensando nisso, tecnologias alternativas têm sido desenvolvidas, dentre as quais a Extração Assistida por Microondas (EAM), possibilitando a redução do uso

de solventes, alta reprodutibilidade e extração em temperaturas reduzidas, o que evita danos térmicos ao extrato e minimiza perda de ativos [6].

Baseando-se na transferência de calor por ondas eletromagnéticas, a EAM se configura como um método de extração verde, cujo mecanismo opera através de rotação de dipolo e condução iônica, supondo-se funcionar em três etapas: (1) separação do soluto do sítio ativo da matriz da amostra sob temperatura e pressão elevadas, (2) difusão do solvente na matriz e (3) remoção do soluto da matriz amostral para o solvente [7].

Sendo assim, é de interesse explorar o impacto das diferentes condições de tempo e potência (quantidade de energia fornecida à um sistema para sua conversão em outra forma de energia, como a eletromagnética em calor), bem como da temperatura atingida pela interseção desses parâmetros, na quantidade de compostos fenólicos extraídos e/ou degradados através da aplicação de EAM [8].

OBJETIVO

Avaliar a influência de diferentes condições de tempo e potência na EAM de compostos bioativos presentes na polpa liofilizada do jambolão (*Syzygium cumini*), promovendo uma comparação entre as potências de 1000, 800 e 600 watts por 30 e 60 segundos na extração de Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Antocianinas Monoméricas Totais (AMT).

METODOLOGIA

Os frutos de jambolão foram adquiridos diretamente de um produtor local da cidade de Natal, Rio Grande do Norte/Brasil, sendo higienizados e descaroçados para obtenção da polpa, posteriormente liofilizada a -50°C sob pressão de 0.6 Pa e vácuo/48h, triturada e peneirada para obtenção de um pó fino e homogêneo, por fim congelada a -20°C em embalagens escuras, assim conservada ao longo do período de uso.

O método de extração empregado foi Extração Assistida por Microondas (EAM) submetendo as amostras a três condições de potência, 1000, 800 e 600 Watts, durante dois períodos de tempo, 30 e 60 segundos, utilizando-se água acidificada, preparada com Ácido Trifluoroacético (TFA) a 0,1%, cujo efeito foi mensurado através de ensaios espectrofotométricos.

Para determinação do teor de Compostos Fenólicos Totais (CFT) foi empregado o método de Folin-Ciocalteu [9] com resultados expressos em equivalentes de ácido gálico (mg EAG/ 100g), enquanto para quantificação de Antocianinas Monoméricas Totais (AMT) utilizou-se o método de pH diferencial baseado na equação de Lee (2005) [10] expressa em mg de cianidina 3-glicosídeo (mg C3g/ 100g). A atividade antioxidante se deu através da determinação de IC₅₀ do radical ABTS⁺ (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico), obtendo a concentração de extrato equivalente à redução do radical em 50%, como descrito por Morais *et al.* (2022) [11]

Os resultados das análises de CFT e AMT foram tabulados e analisados pelo método de análise de variância (ANOVA) com pós-teste de Tukey para o nível de significância 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 expressa os resultados obtidos para extração de Compostos Fenólicos Totais (CFT) da polpa liofilizada de *Syzygium cumini* (L.) em equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100 g), cujos maiores valores são atribuídos às extrações realizadas no tempo de 30 segundos, apesar de não diferirem estatisticamente entre as potências ($p < 0,05$). Ainda assim, o maior valor médio encontrado para 30s foi com 600W ($0,22 \pm 23,7$ mg EAG/100g), com aproximadamente o dobro de CFT da maior extração de 60s ($0,13 \pm 0,0$ mg EAG/100g).

Zérovic *et al.* (2017) [12], em seu estudo de *Salvia officinalis L* com solvente etanol 60%, comparou métodos de EAM, banho ultrassom e extração sólido-líquido convencional, encontrando como melhor resultado a EAM e, assim como o presente trabalho, a potência de 600W (10.283g GAE/100g), reforçando o interesse positivo em explorar métodos de extração diferentes dos tradicionais, que maximizem o rendimento dos compostos fenólicos e façam uso de solventes cada vez mais limpos.

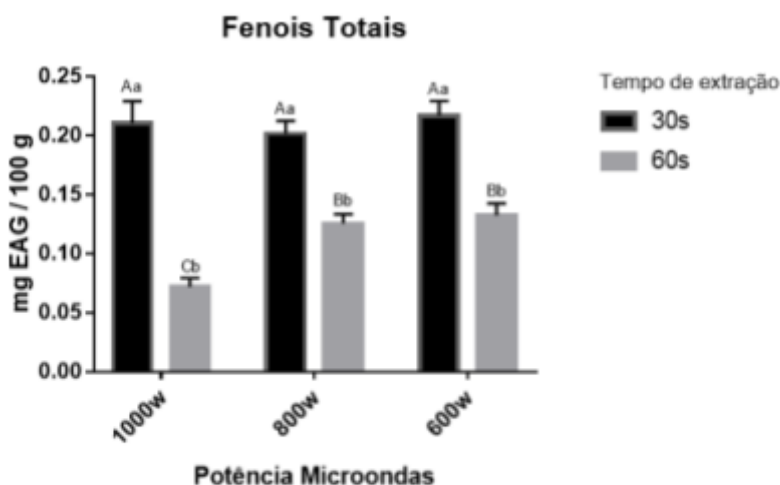


Figura 1. Compostos Fenólicos Totais (CFT) obtidos por Extração Assistida por Microondas (EAM) nas potências de 1000W, 800W e 600W durante o período de 30 e 60 segundos. Letras maiúsculas indicam comparação entre potências no mesmo tempo e letras minúsculas indicam comparação entre tempos na mesma potência. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados

Comportamento semelhante ao de CFT foi verificado no teor de Antocianinas Monoméricas Totais (AMT), expressas em mg de cianidina 3-glicosídeo (cyd-3-glu)/100 g na Figura 2, no qual o tempo de 30s não obteve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a três potências testadas, mas esteve sempre acima do quantitativo correspondente à extração em 60s. A perda de AMT observada na condição de 30s (60°C) para 60s (80°C) surge como uma resposta ao aumento de temperatura associada ao maior tempo de exposição, uma vez que este é um importante fator na instabilidade dessas moléculas. A partir da exposição a temperaturas acima da ambiente (25°C) a degradação de antocianinas é impulsionada, provocando alterações de estrutura e perda de cor, culminando nas menores leituras espectrofotométricas [13].

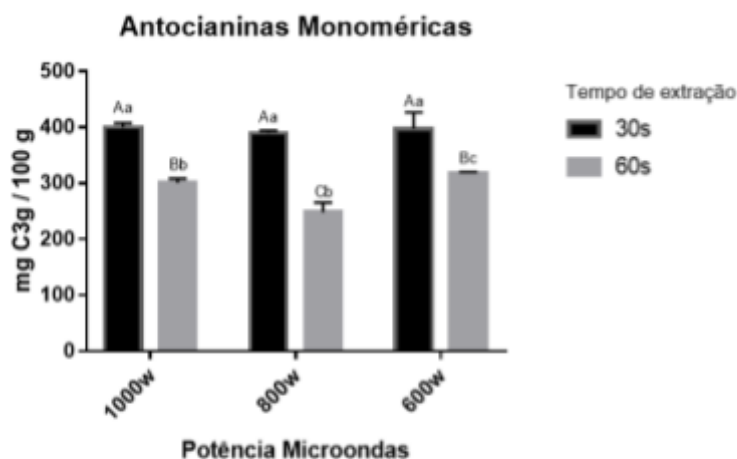


Figura 2. Antocianinas Monoméricas Totais (AMT) obtidos por Extração Assistida por Microondas (EAM) nas potências de 1000W, 800W e 600W durante o período de 30 e 60 segundos. Letras maiúsculas indicam comparação entre potências no mesmo tempo e letras minúsculas indicam comparação entre tempos na mesma potência. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados

Assim, para o tempo de 30s e potência de 600W, apesar da ausência de diferença significativa ($p < 0,05$), considerando-se um menor gasto de energia, economia de tempo e material de estudo, de AMT ($397,81 \pm 23,7$ mg C3G/100g) e CFT ($0,22 \pm 23,7$ mg EAG/100g), a atividade antioxidante da amostra foi verificada sob essas condições através da análise do radical ABTS⁺. Tendo em vista que a ação antioxidante dos extratos está diretamente relacionada ao teor de polifenóis da amostra, agindo na neutralização de espécies de radicais livres [14] a quantidade de extrato necessária para reduzir o teor de radical ABTS⁺ em 50% é representada pelo IC50, para o qual obteve-se a concentração de 0,42 mg/ml.

Rocha e Norenã (2020) [15] em seu estudo com bagaço de uva sob condições semelhantes de EAM, a 1000, 800 e 600W, em períodos mais longos de extração, encontraram como melhor resultado de ação antioxidante sobre ABTS⁺ a condição de 10min a 1000W, sendo esse também seu melhor extrato quanto a compostos fenólicos totais, fazendo jus ao seguimento de análises de atividade antioxidante conforme comportamento dos extratos para CFT, cujos resultados estão diretamente relacionados.

Somado a isso, a solução de água acidificada como solvente apontou melhores resultados para quantificação de compostos fenólicos e antocianinas comparado à extração com metanol [15]. Assim, o uso de água acidificada para extração dos compostos bioativos do jambolão configura uma prática de caráter mais sustentável e de fácil reprodutibilidade, sendo esse um solvente verde, sem risco de toxicidade, acessível quanto à disponibilidade e custo e com forte potencial de uso para substratos diversos, mediante os bons resultados obtidos.

CONCLUSÃO

A Extração Assistida por Microondas (EAM) de compostos bioativos do jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) se mostrou uma alternativa promissora na obtenção de

antocianinas e compostos fenólicos, explorando um método de extração de fácil reprodutibilidade, acesso e execução, obtendo como melhor resultado para ambas análises a condição de 600W de potência no período de 30s, levando em consideração ausência de diferença significativa ($p < 0,05$) entre os extratos, mas aspectos como economia de energia e materiais, rápida execução e extratos ricos, bem como um valor de IC₅₀ de 0,42 mg/ml para atividade antioxidante. A aplicação de água acidificada nessa metodologia reforça o uso de solventes verdes trazendo bons rendimentos e enfatiza seu potencial de uso em substratos diversos, sugerindo-se a realização de mais estudos explorando tais condições de extração em maior escala e na formulação de novos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRETO, J. C. et al. Characterization and Quantitation of Polyphenolic Compounds in Bark, Kernel, Leaves, and Peel of Mango (*Mangifera indica* L.). **Agric. Food Chem.** v. 56, n. 14, p. 5599–5610, jun 2008.
2. SÁ, A.P.C.S. Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels). **Seropédica: Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, p.88, 2008.
3. BANERJEE, A.; DASGUPTA, N.; DE, B. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. **Food Chem**, v.90, p. 727-733, 2005.
4. SKROVANKOVA, S., SUMCZYNSKI, D., MLCEK, J., JURIKOVA, T., & SOCHOR, J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International journal of molecular sciences**, v. 16, p. 24673-24706, 2015
5. TAVARES, I.M.d.C. et al. Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Food Research International**, 82, 1–13, 2016.
6. VIEIRA, G.S. **Estudo dos processos de extração de Antocianinas da polpa de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e da concentração do extrato por nanofiltração**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). UNICAMP, Campinas. 2015
7. ALUPULUI, A.; CĂLINESCU, I.; LAVRIC, V. Microwave Extraction of Active Principles. **U.P.B. Sci. Bull., Series B**, v. 74, p. 129–142, 2012.
8. TSUKUI, A.; REZENDE, C. M. Microwave assisted extraction and green chemistry. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 6, p. 1713–1725, 2014.
9. SWAIN, T., HILLS W.E.. The phenolic constituents of *Punna domestica*. I-quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 63-68, jan. 1959. Wiley.
10. LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.
11. MORAIS, N. S.; PASSOS, T. S. RAMOS, G. R.; FERREIRA, V. A. F.; MOREIRA, S. M.G.; CHAVES FILHO, G. P.; BARRETO, A. P. G.; LEITE, P. I. P.; ALMEIDA, R. S.; PAULO, C. L. R. Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. **Plos One**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 1-24, 18 mar. 2022
12. ZEKOVIĆ, Z. et al. Utilization of sage by-products as raw material for antioxidants recovery — Ultrasound versus microwave-assisted extraction. **Industrial Crops and Products**, v. 99, p. 49–59, 2017.
13. LOPES, T. J. et al. Antocianinas: Uma Breve Revisão Das Características Estruturais E Da Estabilidade. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 291–297, 2007.
14. Kaur C, Kapoor H. Antioxidants in Fruits and Vegetables. **Int J Food Sci Technol.** v. 36, p. 703–725, 2001
15. ROCHA, C. B. DA; NOREÑA, C. P. Z. Microwave-Assisted Extraction and Ultrasound-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Grape Pomace. **International Journal of Food Engineering**, v. 16, n. 1–2, p. 1–10, 2020.