

## USO DE DES PARA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE FOLHAS DA JABUTICABEIRA

RAFAELA SUZANA MARTINS<sup>1,2\*</sup>, VANIA ZANELLA PINTO<sup>2,3</sup>, YASMINE MIGUEL SERAFINI MICHELETO<sup>2,4</sup>

### 1 Introdução

A jabuticaba (*Plinia cauliflora*) é uma árvore frutífera da família das Myrtaceae e os seus frutos são ricos em compostos fenólicos (INADA *et al.*, 2015) e consumidos *in natura* ou processados. As folhas das árvores frutíferas da família das Myrtaceae também são promissoras para uso medicinal devido às suas atividades anti-inflamatórias e antioxidantes (RIBEIRO *et al.*, 2019; UEDA *et al.*, 2022) dada a alta concentração de polifenóis. Desta forma, torna-se importante a extração destes compostos e a aplicação na indústria de alimentos, colaborando para o desenvolvimento de alimentos funcionais. No entanto, para a extração de compostos bioativos, deve-se escolher métodos e solventes adequados que tenham afinidade com os compostos presentes na matéria-prima de interesse (REBOCHO *et al.*, 2022).

Assim, o interesse por líquidos eutéticos profundos (DES) vêm aumentando para a substituição dos solventes convencionais. Estes solventes são formados por um composto receptor de ligação de hidrogênio (HBA) e um composto doador de ligação de hidrogênio (HBD), dando origem a uma mistura que forma um sistema eutético com ponto de fusão abaixo do apresentado por cada precursor individualmente. Essa classe de solventes é caracterizada por não serem tóxicos serem biodegradáveis, possuírem alta estabilidade térmica, baixa volatilidade e não serem inflamáveis (ABBOTT *et al.*, 2003; DAI; VERPOORTE; CHOI, 2014). Essas substâncias podem substituir componentes de processos químicos tradicionais por novas tecnologias ambientais sustentáveis, eliminando os resíduos, melhorando assim a eficiência e promovendo benefícios ambientais e econômicos (DAI *et al.*, 2013). A eficiência dos

<sup>1</sup>Título Prisma: USO DE NADES PARA EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL E PROSPECÇÃO DE MATÉRIAS PRIMAS RICAS EM ÁCIDOS CLOROGÊNICOS Titulação acadêmica Rafaela Suzana Martins instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do, Sul, contato: rafaelaamartinss@gmail.com

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisa: Química Tecnológica e Ambiental

<sup>3</sup> Doutora, Instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do, Sul, PR.

<sup>4</sup> Doutora, Instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do, Sul, PR. Orientadora

processos pode ser melhorada com uso de procedimentos de extração assistida por ultrassom (EAU).

A EAU é um processo emergente que promove transferência de massa rápida em menor tempo de extração, além de empregar baixas temperaturas e com menor consumo de reagentes (CHEMAT *et al.*, 2017; ROCHA *et al.*, 2018). Desta forma, o estudo da cinética de extração de compostos bioativos presentes nas folhas de jabuticabeira utilizando solventes eutéticos e assistida por ultrassom visa determinar melhor tempo para extração de compostos fenólicos totais para fomentar a aplicação destes compostos nas diferentes indústrias.

## 2 Objetivos

Determinar o tempo de extração de compostos fenólicos totais (CFT) presentes nas folhas da jabuticabeira através do estudo da cinética de EAU, utilizando diferentes DES.

## 3 Metodologia

As folhas de jabuticaba foram doadas por moradores da região de Laranjeiras do Sul, PR, colhidas nos meses de dezembro e janeiro, secas em estufa com circulação de ar à 50°C por 3 dias, moídas em moinho de facas e armazenadas no ultra freezer a -80°C até a utilização.

Os DES foram preparadas a partir de receptores de hidrogênio (HBA) e doadores de hidrogênio (HBD) (Tabela 1). O preparo dos DES foi pela mistura física do HBA e HBD, seguida de agitação constante em agitador magnético (100 rpm) e aquecimento brando (80°C), até a formação de um líquido viscoso e transparente. Após a formação dos DES, uma mistura eutética foi formada pela diluição de 10% de cada DES em água. A mistura eutética foi empregada para a cinética de extração dos CFT.

Tabela 1 – Doadores de ligações de hidrogênio (HBA) e receptores de ligações de hidrônio (HBD) formadores de solventes eutéticos profundos (DES) e as suas proporções molares

DES	HBA	HBD	Razão Molar
ChCl: AL	Cloreto de colina (ChCl)	Ácido láctico (AL)	1:1
ChCl: AO	ChCl	Ácido oxálico (AO)	1:1
ChCl: A:Gl	ChCl	Água (A) e glicerol Gl	1:1:2
ChCl: AC	ChCl	Ácido cítrico (AC)	1:1
AC: G:A	Ácido Cítrico (AC)	Água(A) e glicose (G)	1:1:0,1

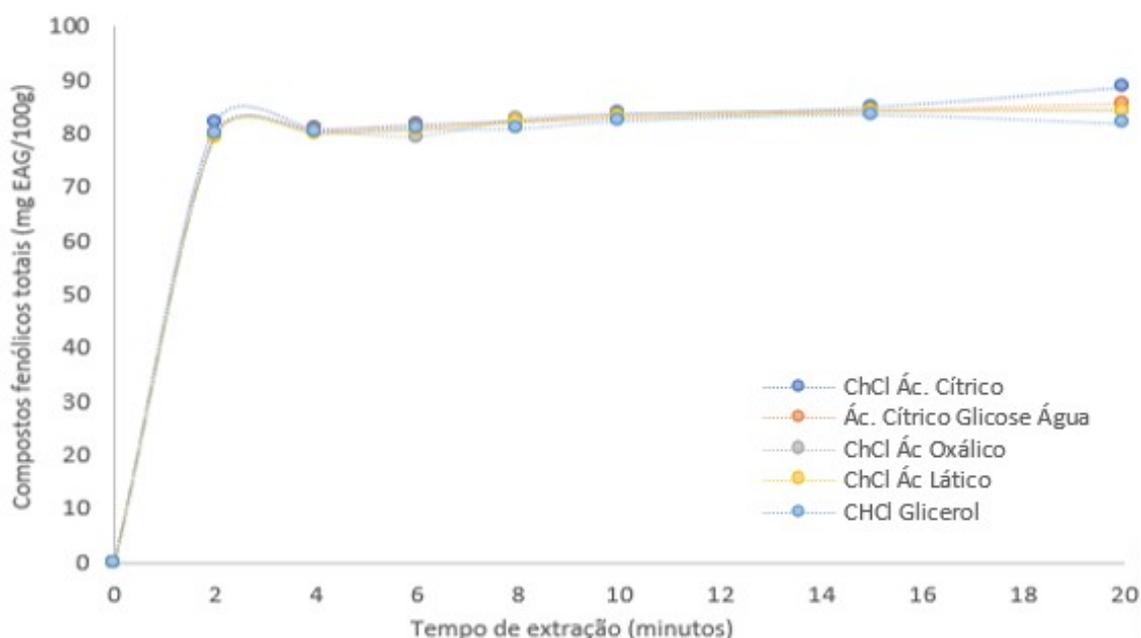
A extração dos CFT foi assistida por ultrassom (Vibra-cell VC 505, Sonics and Material Inc., Newtown, CT, USA) equipado com probe CV33 (5 mm de diâmetro), usando ciclos on/off de 10s operando a 60 kHz por 1, 2, 4, 12, 16 e 20 min, a 30°C. A determinação dos CFT foi realizada através do método Folin-Ciocauteau em microplaca, descrito por BUCIC-KOJIC *et al.* (2007). Os resultados foram expressos em equivalência de mg de ácido gálico por 100 g de folha de jabuticabeira seca (mg EAG 100 g<sup>-1</sup>). O planejamento experimental foi uni-variado com três repetições de cada extração.

#### 4 Resultados e Discussão

Na Figura 1 é possível observar a cinética de extração dos CFT das folhas de jabuticabeira utilizando os 5 diferentes DES indicados na Tabela 1 para a produção de misturas eutéticas com 10% de cada DES.

Visando determinar o tempo necessário para a extração destes compostos, é possível observar que, a extração foi eficiente e, em 4 minutos de processamento, atingiu o equilíbrio nos intervalos de tempo posteriores, para todas as misturas eutéticas estudadas. Esta rápida extração se deve à rápida transferência de massa da amostra para o solvente durante a primeira etapa de sonicação (GOUVEIA *et al* 2018).

Figura 1- Cinética de extração assistida por ultrassom dos compostos fenólicos totais de olhas de jabuticabeira com diferentes DES.



As diferentes misturas eutéicas apresentaram capacidade de extração iguais, indicando que independente dos do HBA e HBD utilizados, a concentração de CFT foi elevada. Em geral, a diferença na eficiência de extração dos compostos fenólicos totais entre diferentes solventes é atribuída às características químicas dos compostos extraídos que têm interações diferentes com cada solvente usado (BENVENUTTI *et al.*, 2019). A ausência de diferença na extração utilizando as diferentes misturas eutéicas pode ser resultado da quantidade de amostra associada à rápida extração logo no início do processo e assim, consequente saturação do solvente (BLANCO *et al.*, 2022).

## 5 Conclusão

As diferentes misturas eutéicas resultaram em elevada extração de CFT, independente dos HBA e HBD empregados para a formação de DES. A EAU resultou em rápida extração, sendo que em 4 minutos todas as misturas eutéicas atingiram equilíbrio. O uso de mais tempo para a extração não é necessário, pois o gasto energético requerido do processo é elevado para um aumento pequeno concentração de CFT.

Desta forma, é possível concluir que a aplicação da técnica de extração assistida por ultrassom e associada com solventes eutéicos é opção viável do ponto de vista tecnológico para recuperar compostos de interesse a partir de matérias-primas vegetais.

## 6 Referências Bibliográficas

- ABBOTT, A. P.; BOOTHBY, D.; CAPPER, G.; DAVIES, D. L.; RASHEED, R. K. Deep Eutectic Solvents formed between choline chloride and carboxylic acids: Versatile alternatives to ionic liquids. **Journal of the American Chemical Society**, v. 126, n. 29, p. 9142–9147, 2004.
- BENVENUTTI, L.; ZIELINSKI, A. A. F.; FERREIRA, S. R. S. Which is the best food emerging solvent: IL, DES or NADES? **Trends Food Science and Technology**, v.90, p.133–146, 2019.
- CHEMAT, F.; KHAN, M. K. Aplicações do ultrassom na tecnologia de alimentos: processamento, preservação e extração. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 18, n. 4, pág. 813-835, 2011.
- BLANCO, L. V.; SAS, O. G.; SÁNCHEZ, P. B.; SANTIAGO, Á. D.; PRADO, B. G. C. Red recovery from water using green 546 extraction solvents. **Water resources and industry**, v. 27, p. 100170, 2022.
- BUCIĆ-KOJIĆ, A; PLANINIĆ, M; TOMAS, S; BILIĆ, M; VELIĆ, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 1, p. 236-242, 2007.

DAI, Y.; VERPOORTE, R.; CHOI, Y. H. Natural deep eutectic solvents providing enhanced stability of natural colorants from safflower (*Carthamus tinctorius*). **Food Chemistry**, v. 159, p. 116– 121, 2014.

DAI, Y., WITKAMP, G., VERPOORTE, R., CHOI, Y. H. (2013b). Natural Deep Eutectic Solvents as a New Extraction Media for Phenolic Metabolites in *Carthamus tinctorius* L. **Analytical Chemistry**, 6272–6278,2013.

GOUVEIA RIBEIRO, L.; DAMASCENO, F. M.; RICARDO SANTOS DA SILVA, P. Extração assistida por micro-ondas de óleo essencial de folhas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *globulus*). Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Química Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Química, [s. L.], 2018.

INADA, K. O. P. et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422–433, ago. 2015.

ROCHA, J. DE C. G. *et al.* Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from jussara (*Euterpe edulis* M.) and blueberry (*Vaccinium myrtillus*) fruits. **Food Science and Technology**, 2018.

REBOCHO, S.; MANO, F.; CASSEL, E.; ANACLETO, B.; BRONZE, M. do R.; PAIVA, A.; DUARTE, A. R. C. Fractionated extraction of polyphenols from mate tea leaves using a combination of hydrophobic/ hydrophilic NADES. **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 571–580, 2022.

RIBEIRO, A. R. C. et al. *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg (Myrtaceae) Leaves as a Source of Antioxidant Compounds. **Antioxidants**, v. 8, n. 8, p. 310,15ago.2019.

UEDA, K. M.; RONKO, L. Z.; TOCI, A. T.; IGARASHI-MAFRA, L.; MAFRA, M. R.; FARIAS, F. O. Green Designer Solvents for Boosting the Extraction of Biocompounds from *Eugenia pyriformis* Cambess Leaves. **ACS Food Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 532–540, 2022.

**Palavras-chave:** Solventes eutéticos, jaboticaba, extração assistida por ultrassom e compostos fenólicos.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES (2022-0414).

**Financiamento:** Fundação Araucária