



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INTENSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO
BAGAÇO DO MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis sp.*) UTILIZANDO TECNOLOGIAS
A ALTA PRESSÃO**

DESCRIÇÃO DA PESQUISA PIBIC-CNPq

Aluna: Júlia Frassetto Bonareti

Orientador: Prof. Dr. Julian Martínez

Co-orientadora: Profa. Dra. Juliane Viganó

Período: 01/08/2019 até 31/01/2020

Área: Tecnológicas

Campinas – SP, outubro de 2020.



Palavras-chave: maracujá, alta pressão, compostos fenólicos.

1. INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos apresenta-se atualmente como um sério problema social, econômico e ambiental. Quanto à produção de alimentos destinada ao consumo humano, estima-se que um quarto a um terço desta produção seja perdida, o que equivale a 1,3 bilhões de toneladas anuais, sendo 45% desse número entre etapas de processamento industrial, distribuição e consumo (FAO, 2020).

Assim, o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, como o bagaço do maracujá amarelo, é uma alternativa atraente para atenuar problemas ambientais e atuar como fonte para obtenção de compostos bioativos com alto valor agregado para indústrias alimentícias, de cosméticos e farmacêuticas (VIGANÓ et al., 2015). Dentre esses compostos podemos citar os polifenóis, encontrados em quantidades consideráveis no bagaço de maracujá resultante do processo de fabricação de polpas e sucos.

A extração com líquido pressurizado (PLE) tem sido utilizada como uma forma alternativa de extração e fracionamento de produtos naturais. A tecnologia é considerada limpa e se mostrou eficiente para extrair os compostos fenólicos presentes no bagaço de maracujá (VIGANÓ et al., 2016b). Isso ocorre, pois, em alta pressão, o solvente continua líquido mesmo em temperaturas acima do ponto de ebulição equivalente a pressão atmosférica, o que melhora a solubilidade dos compostos no solvente durante a extração (SIE; RIJNDER, 1967). No entanto, algumas matérias-primas, como, por exemplo, os presentes no bagaço de maracujá, podem apresentar elevado teor lipídico que dificulta a ação dos solventes usados na PLE, geralmente etanol e água. Em face disso pode-se empregar a extração com CO₂ supercrítico (SFE), a fim de obter previamente o extrato de menor polaridade (VIGANÓ et al., 2016a).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi o de obter extratos com elevadas concentrações de fenólicos a partir do bagaço de maracujá utilizando PLE em temperaturas superiores a 70 °C, que ainda não haviam sido estudadas, e verificar a influência do método de secagem na extração (secagem em estufa e liofilização), utilizando as condições de otimização de processo SFE e PLE anteriormente propostas por Viganó et al. (2016a) e Viganó et al. (2016b).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O bagaço de maracujá foi dado por uma empresa imediatamente após o processo de extração da polpa. Na etapa de pré-tratamento no laboratório, o material foi dividido, seguindo para dois métodos de retirada de água, sendo metade submetida ao método de secagem direta em estufa a 70 °C e a segunda metade à liofilização. Em seguida, caracterizou-se a matéria quanto à umidade e teor de lipídeos e prosseguiu-se com a SFE utilizando CO₂ como solvente a 35 MPa e 40 °C para remoção de seus compostos apolares, após a qual também se realizou a caracterização de umidade e teor de lipídeos. Com o material obtido com a SFE, prosseguiu-se com a PLE a 70



°C, 90 °C e 110 °C, fazendo análises de rendimento global e fenólicos totais nos extratos obtidos. A melhor condição de temperatura obtida utilizada para PLE com o material liofilizado, seguindo também com análises de rendimento global e fenólicos totais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o teor de umidade da matéria-prima seca em estufa não desengordurada ($5,30 \pm 0,03$ %, m/m bu) foi inferior ao da matéria-prima liofilizada não desengordurada ($8,34 \pm 0,06$ %, m/m bu. O mesmo ocorreu após a desengorduração SFE ($2,90 \pm 0,03$ na estufa e $3,39 \pm 0,05$ % m/m bu com liofilização). Quanto ao teor de lipídeos antes da desengorduração, observou-se pequena variação das amostras quando liofilizada ou não. A amostra seca em estufa apresentou $25,8 \pm 0,6$ %, m/m bs, enquanto o teor na liofilizada foi de $26,6 \pm 0,6$ %, m/m bs. Após desengorduração efetuada pela SFE, obteve-se $1,6 \pm 0,3$ %, m/m bs de teor de lipídeos para a amostra seca em estufa e $1,45 \pm 0,1$ %, m/m bs para a liofilizada.

Após a SFE, realizou-se o estudo da PLE com o bagaço desengordurado oriundo da secagem em estufa e liofilização. Foi utilizado como solvente uma mistura de água + etanol (75:25, m/m) nas temperaturas de 70 °C, 90 °C e 110 °C e pressão fixa em 10 MPa. Com o estudo da temperatura que apresentou comportamento cinético mais satisfatório quanto às análises realizadas, procedeu-se a extração PLE do material liofilizado a fim de avaliar o método de secagem da amostra. Ainda, para definir a melhor condição de extração, realizaram-se análises de rendimento global pelo método de gravimetria e conteúdo de fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON ORTHOFER, LAMUELA-RAVENTOS,, 1990).

Observou-se que o rendimento global da extração PLE foi crescente com o aumento da temperatura, sendo o menor valor ao final dos 180 minutos de extração igual a $19,7 \pm 0,9$ % m/m bs., correspondente à temperatura de 70 °C, seguido pelo valor da extração a 90 °C correspondente a $21,6 \pm 0,2$ m/m bs.. O maior valor foi 27 ± 3 m/m bs., obtido na extração a 110 °C. Esse comportamento ocorre devido ao aumento da solubilidade dos compostos extraíveis da matriz vegetal no solvente, que é devida à diminuição da viscosidade do solvente, ao enfraquecimento das ligações moleculares entre os compostos e a matriz e à redução da tensão superficial (FREITAS et al., 2013). Sendo assim, como o processo de extração é facilitado, o rendimento aumenta com a temperatura. De modo geral, a melhor condição de extração para o rendimento do extrato foi a 110 °C, temperatura que foi aplicada posteriormente para a matéria-prima liofilizada, a fim de avaliar o impacto do método de secagem no comportamento cinético da extração PLE e dos compostos fenólicos do extrato do fruto.

O rendimento de fenólicos totais da extração PLE também foi crescente com o aumento da temperatura. Ao final dos 180 minutos de extração se obteve $29,1 \pm 0,1$, $32,6 \pm 0,3$ e $37,2 \pm 0,8$ mg AGE/g MP bs. correspondentes às temperaturas de 70 °C, 90 °C e 110 °C, respectivamente. Assim como no resultado obtido para rendimento global, o rendimento de fenólicos totais aumentou com a temperatura.

Quanto ao método de secagem, o rendimento global da extração PLE foi maior quando com a liofilização foi utilizada. Os valores obtidos para ambos os métodos de secagem foram estatisticamente iguais até 60 minutos da cinética aplicada, sendo que, a partir de 90 minutos, a matéria-prima seca por liofilização apresentou maior rendimento global. Ao final dos 180 minutos, o rendimento global da PLE da matéria prima



seca em estufa foi de 27 ± 3 % m/m bs., enquanto esta resposta foi de 30 ± 4 % m/m bs. para a matéria-prima liofilizada.

A liofilização é a tecnologia de secagem que consiste na remoção da água através da sublimação. Para sua realização, a água do alimento deve estar no estado sólido e, posteriormente, ser submetida a condições de pressões muito baixas, em câmaras herméticas em que o ar interior e umidade são removidos através de bombas de alto vácuo. Dessa forma, criam-se condições termodinâmicas para que ocorra a sublimação da água, fatores que são favoráveis para a preservação das características nutricionais e morfológicas de um alimento (KOROISHI, 2005). Por essa razão, essa tecnologia é indicada para produtos que tenham elementos sensíveis ao calor. Ou seja, esta rápida transição minimiza inúmeras reações de degradação que ocorrem durante o método de secagem em estufa em que se submete a matéria-prima a elevadas temperaturas, como a reação de Maillard, desnaturação de proteínas e reações enzimáticas (LIAPIS et al., 1985).

Dessa forma, avalia-se que matéria-prima seca por meio de liofilização apresentou maior rendimento global devido à preservação das características originais do produto, garantidas pelo processo de liofilização. Com a liofilização, obtém-se o bagaço de maracujá com estrutura porosa aberta superior, devido à prevenção do colapso da matriz sólida durante a saída da água. Obtém-se, então, uma estrutura porosa que facilita a reidratação da substância (WOLFF e GILBERT, 1990), facilitando a entrada do solvente na matriz vegetal e arraste do material sólido, fator responsável por ocasionar o maior rendimento global por este método de secagem.

Quanto ao rendimento de fenólicos totais, obteve-se valores maiores para a matéria-prima seca em estufa, atingindo ao final dos 180 minutos de extração $37,2 \pm 0,8$ mg AGE/g MP. Enquanto para o material liofilizado foi de 32 ± 1 mg AGE/g MP.

5. CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, conclui-se que melhores performances de PLE podem ser obtidas pela aplicação de temperaturas acima de 70 °C, com melhores resultados a 110 °C, com a obtenção de maiores rendimentos dos compostos alvo, como fenólicos totais, e maior rendimento global.

Isso se explica pelo fato de que, quando o líquido pressurizado é aquecido, a viscosidade do solvente diminui e as ligações moleculares entre a matriz vegetal e os compostos de interesse enfraquecem. Assim, ocorre uma maior penetração do solvente na matriz vegetal e maior concentração de compostos fenólicos com caráter antioxidante nos extratos que foram obtidos, assim como a obtenção de maior rendimento global pela migração de sólidos apolares para o extrato durante a extração.

Ainda, conclui-se que o método de secagem por liofilização não oferece melhores resultados em termos de fenólicos totais, ocorrendo a diminuição do teor de fenólicos totais do seu extrato a 110 °C quando comparado ao extrato obtido do bagaço de maracujá seco em estufa, sob mesma condição de temperatura na PLE. Esse fenômeno pode ser explicado pela inativação da enzima polifenoloxidase durante a secagem em estufa, o que não ocorre pelo processo de liofilização. Dessa forma, a ação da enzima na matéria liofilizada pode ser responsável pela diminuição em seu teor de fenólicos no extrato obtido por PLE.



No entanto, a matéria-prima liofilizada apresentou melhor comportamento quanto ao rendimento global, devido à estrutura porosa criada durante o processo de liofilização, que permite maior extração de sólidos da matriz pelo solvente durante a extração a altas pressões na fase difusional.

BIBLIOGRAFIA

FAO. Regional Office for Latin America and the Caribbean: Losses and food waste in Latin America and the Caribbean. **FAO**, 2020. Disponível em <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/en/c/239392/>. Acesso em 01 de julho de 2020.

FREITAS, L.S. et al. Effect of experimental parameters in the pressurized liquid extraction of brazilian grape seed oil. **Separation and Purification Technology**, v.116, p. 313-318, 2013.

KOROISHI, E. T. Estudo do processo de liofilização: aplicação para suco de laranja. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química- Desenvolvimento de Processos Biotecnológicos na Faculdade de Engenharia Química, Unicamp, Campinas. 2005.

LIAPIS, A.I., MILLMAN, M.J., MARCHELLO, J.M. An Analysis of the Lyophilization Process Using a Sorption-Sublimation Model and Various Operational Policies. **AIChE Journal**, v. 31, n. 10, p. 1594-1604, 1985.

SIE, S. T.; RIJNDERS, G. W. A.; *Sep. Sci.* 2, 729, 1967.

SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R. AND LAMUELA-RAVENTOS, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, 299: 152–178.

VIGANÓ, J. et al. Sub- and supercritical fluid technology applied to food waste processing. **The Journal of Supercritical Fluids**, 96, 272-286, 2015.

VIGANÓ, J. et al. Exploring the selectivity of supercritical CO₂ to obtain nonpolar fractions of passion fruit bagasse extracts. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 110, p. 1-10, 2016a.

VIGANÓ, J. et al. Sequential high pressure extractions applied to recover piceatannol and scirpusin B from passion fruit bagasse. **Food Research International**, v. 85, p. 51-58, 2016b.

WOLFF, E., GILBERT, H. Atmospheric freeze-drying part 1: design, experimental investigation and energy-saving advantages. **Drying Technology**. v. 8, n. 2, p. 385-404, 1990.