

CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DO SUCO DE LARANJA (*CITRUS SINENSIS*) UTILIZANDO MEMBRANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO

Gabriel Marques Gusmão (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Jumara Silva Santos, Carolina Moser Paraíso (Coorientador), Angélica Marquetotti Salcedo Vieira (Orientadora). E-mail: amsvieira@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Engenharia Sanitária/Tratamento de Água

Palavras-chave: Ultrafiltração; Compostos Fenólicos; Resíduos da agroindústria

RESUMO

Os subprodutos da produção de sucos apresentam altos níveis de compostos bioativos, como fenólicos e flavonoides, associados a benefícios à saúde. Processos de separação por membranas são ambientalmente adequados e operam em temperaturas brandas, sendo atrativos para a concentração e purificação desses extratos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação da filtração por membranas na recuperação e purificação de compostos bioativos de resíduos de laranja (*Citrus sinensis*). Nos ensaios, utilizaram-se membranas de ultrafiltração de placa plana (5 kDa e 30 kDa). No início da filtração, a membrana de 30 kDa apresentou fluxo inicial mais elevado ($\sim 3,0$ L/h·m²) em comparação à de 5 kDa ($\sim 1,3$ L/h·m²), resultado esperado devido ao maior tamanho de poro. A turbidez foi reduzida significativamente, com reduções de 90,7% para 5 kDa (42,00 NTU) e 92,9% para 30 kDa (31,66 NTU), indicando a eficiência do processo na clarificação. O teor de compostos fenólicos totais apresentou reduções de aproximadamente 37% no permeado de 5 kDa e 38% no de 30 kDa em relação ao extrato. Assim, a filtração por ultrafiltração mostrou-se viável para a clarificação de extratos de resíduos de laranja.

INTRODUÇÃO

A indústria do suco de laranja gera grandes volumes de resíduos, como cascas, sementes e bagaços, que representam quase metade do peso da fruta. Esses materiais são ricos em compostos bioativos de interesse para os setores alimentício, farmacêutico e cosmético, mas em grande parte ainda são subutilizados (Tahir et al., 2023).

A ultrafiltração por membranas surge como uma alternativa promissora para a recuperação e concentração desses compostos, por ser um método físico de baixo impacto ambiental e que preserva suas propriedades funcionais. Contudo, fatores

como o *foulling* e a escolha adequada da membrana influenciam diretamente a eficiência do processo (Habert et al., 2006).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a aplicação do processo de filtração por membrana para a recuperação e purificação de compostos bioativos do resíduo de laranja (*Citrus sinensis*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Performance das membranas

O bagaço de laranja proveniente da indústria de sucos foi seco em estufa de circulação de ar (55 °C/48 h) e submetido à extração de compostos bioativos em banho ultrassônico (45 min/65 °C) com água destilada (50 g/L) (Paraiso et al., 2019). Este extrato foi utilizado na alimentação da ultrafiltração. A filtração foi realizada em unidade de ultrafiltração (Millipore®, Pellicon 2 Mini) equipada com membranas de éster de celulose em configuração de placa plana (0,1 m²) e curva de corte de 5 e 30 kDa, operando a 1 bar.

Análise físico-química do permeado

O extrato e permeado foram analisados quanto a diferentes parâmetros: pH por meio de pHmetro digital; sólidos solúveis (°Brix) por refratômetro; e turbidez (NTU) em turbidímetro portátil (AOAC, 2016). A cor foi determinada em colorímetro segundo o sistema CIELaB, em que L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* de verde (-a*) a vermelho (+a*) e b* de azul (-b*) a amarelo (+b*). O teor de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu, utilizando curva padrão de ácido gálico (R² = 0,99) e leitura da absorbância a 725 nm (Singleton & Rossi, 1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a variação do fluxo (L/h·m²) em função do tempo durante a filtração do extrato de resíduo de laranja utilizando membranas de 5 kDa e 30 kDa. No início da filtração, a membrana de 30 kDa apresentou fluxo inicial mais elevado (~3,0 L/h·m²) em comparação à de 5 kDa (~1,3 L/h·m²), o que já era esperado devido ao seu maior tamanho de poro, permitindo maior passagem do extrato. Entretanto, ambas sofreram um rápido decaimento do fluxo nos primeiros 200 s, possivelmente devido ao entupimento dos poros e à formação da camada de torta, que aumentam a resistência à passagem. Após esse período, observou-se estabilização do fluxo em torno de 0,1 L/h·m², representando reduções de aproximadamente 96,7% para 30 kDa e 92,3% para 5 kDa, indicando o equilíbrio entre a pressão aplicada e a resistência total do sistema causada pelo *fouling*. Comportamentos semelhantes do fluxo de permeado foram observados em membranas para extrato de folhas de chá verde (Bindes et al., 2019).

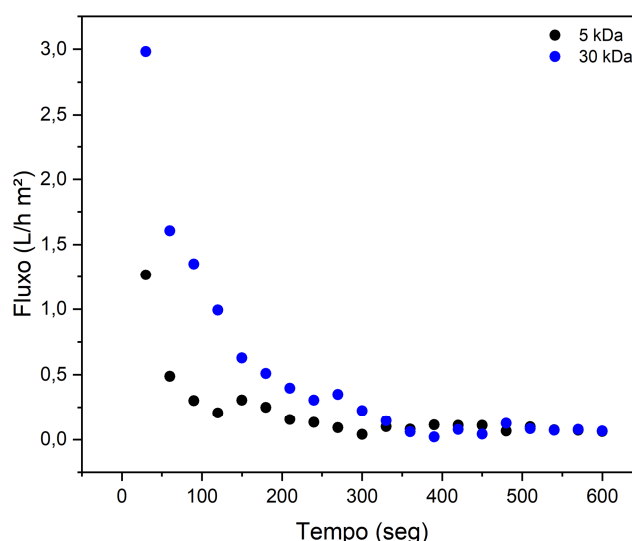


Figura 1 – Variação do fluxo (L/h·m²) em função do tempo durante a filtração de extrato de resíduo de laranja utilizando membranas de 5 kDa e 30 kDa.

A passagem do extrato de resíduo de laranja pelas membranas resultou em modificações significativas nas características físico-químicas do permeado (Tabela 1). Observou-se redução nos sólidos solúveis, com diminuição de aproximadamente 44,7% no permeado de 30 kDa e 17% no de 5 kDa em relação ao extrato, sendo a redução mais significativa para a membrana de menor poro (1,40 °Brix). A turbidez apresentou redução significativa, de 90,7% para 5 kDa (42,00 NTU) e 92,9% para 30 kDa (31,66 NTU), indicando a eficiência do processo na clarificação do extrato. O teor de compostos fenólicos totais apresentou redução de aproximadamente 37% no permeado de 5 kDa e 38% no de 30 kDa em relação ao extrato, sugerindo retenção parcial desses compostos. A retenção de compostos bioativos não é desejável em processos de clarificação, pois compromete as propriedades funcionais do extrato. No entanto, pequenas perdas são comuns após a filtração por membrana, devido à interação dos compostos com a matriz do extrato e à obstrução da superfície ou dos poros da membrana. (Bindes et al., 2019).

Tabela 1- Resultados das análises físico-químicas do permeado.

Parâmetros	Extrato	Permeado 5 kDa	Permeado 30 kDa
pH	4,48 ^b	4,57 ^a	4,38 ^c
TSS (°Brix)	2,53 ^a	1,40 ^c	2,10 ^b
Turbidez (FAU)	450,00 ^a	42,00 ^b	31,66 ^b
TPC (mg EAG/g)	3,63 ^a	2,28 ^b	2,27 ^b
L	57,27 ^a	32,00 ^b	52,33 ^a
a	0,57 ^b	-0,97 ^c	2,90 ^a
b	29,26 ^a	25,27 ^b	32,17 ^a

Nota: Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de significância. TSS: Total de sólidos solúveis; TPC: Teor de Compostos Fenólicos.

CONCLUSÕES

Por fim, conclui-se que a filtração com membranas de placas planas de 5 kDa e 30 kDa mostrou-se viável para a clarificação do extrato de resíduos de laranja, mantendo elevada concentração de compostos fenólicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária pelo incentivo ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis. Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, 20th edition, 2016.

BINDES, M.M.M., V.L. CARDOSO, M.H.M. REIS, AND D.C. BOFFITO. **Maximisation of the polyphenols extraction yield from green tea leaves and sequential clarification. *Journal of Food Engineering***, v. 241, p.97–104, 2019.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

PARAÍSO, C. M.; SANTOS, S. S.; CORREA, V. G.; MAGON, T.; PERALTA, R. M.; VISENTAINER, J. V.; MADRONA, G. S. 2019. **Ultrasound assisted extraction of hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) bioactive compounds for application as potential functional ingrediente. *Journal of Food Science and Technology***, v. 56, p. 4667–4677, 2019.

SINGLETON, V.L., AND J.A. ROSSI. **Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal Enology. Viticulture***, v. 16, p. 144–158, 1965.

TAHIR, Z.; KHAN, M. I.; ASHRAF, U.; IJAZ, A.; MUBARIK, U. **Industrial Application of Orange Peel Waste-A Review**, 2023.