



EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS COM POTENCIAL BIOATIVO A PARTIR DE RESÍDUO INDUSTRIAL DE LIMÃO TAITI (*Citrus latifolia* Tan.) UTILIZANDO TECNOLOGIA SUPERCRÍTICA E LÍQUIDOS PRESSURIZADOS

Palavras chave: limão taiti, tecnologia supercrítica, compostos fenólicos, resíduo agroindustrial.

Autores/as:

Leonardo Amorim Medeiros [UNICAMP]

Prof. Dr. Julian Martinez (orientador) [UNICAMP]

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Matéria-prima

O limão Taiti pertencente à família Rutaceae, originário da Califórnia, Estados Unidos, foi introduzida no Brasil pelos portugueses, que utilizavam o fruto como antídoto para a doença escorbuto, causada pela falta de vitamina C no organismo (NETO et al., 2018). O fruto é rodeado por uma casca, com duas frações facilmente separáveis da parte comestível: flavedo e albedo (BRITO et al., 2017). No flavedo pode-se observar a presença de vitaminas, carotenoides e óleo essencial, enquanto no albedo encontra-se a porção esponjosa e branca do fruto. O limão Taiti demanda planejamento e muito cuidado no cultivo, por ser muito propício à infestação de pragas e desenvolvimento de doenças, com período de cultivo restrito, sendo de dezembro a abril (SEBRAE, 2016).

O Brasil é um grande produtor de frutas cítricas, tendo uma produção em 2017 de 1.292.798 toneladas de limão Taiti, sendo os estados de São Paulo (978.860), Bahia (62.018) e Minas gerais (48.020) os maiores produtores. Observando o mercado internacional de limas

ácidas, o Brasil é o segundo maior produtor do mundo e o principal abastecedor de limão Taiti da Europa, com cerca de 79 milhões de toneladas exportadas (FAO, 2019).

Nas indústrias de suco utiliza-se apenas a parte do líquido das vesículas do limão, o que corresponde de 45-50% do fruto, e o restante é descartado pela indústria. Porém, tais resíduos possuem fontes ricas em vitamina C, fibras, ácido fólico e pirixidona, componentes que podem ser reutilizados por outras indústrias, como a farmacêutica e a de rações (BRITO et al., 2017).

Outro fator agravante do grande descarte de subprodutos do limão, é a questão ambiental, uma vez que muitas vezes os resíduos não reutilizados são descartados no ambiente, ocasionando assim uma preocupação com a saúde do ecossistema. Nesse mesmo caminho, muitos componentes essenciais são desperdiçados, como pectina, vitamina C e niacina (VIANA, 2010).

1.2 Componentes de interesse

O limão Taiti possui alguns componentes de interesse na extração, como os compostos fenólicos, os quais são, segundo PARDO (2016), metabolitos secundários derivados da via da pentose fosfato, do ácido shiquímico, e de intermediários dos fenilpropanoides. Esses compostos possuem inúmeras funções nas plantas, como no crescimento, reprodução, defesa, cor e o aroma dos alimentos (VERMERRIS; NICHOLSON, 2008).

Os compostos fenólicos também são encontrados em formas de ésteres ou glicosídeos. Eles são divididos de acordo com suas estruturas moleculares, número de anéis aromáticos e de hidroxilas. E, portanto, são classificados como flavonoides (flavonóis e derivados) e ácidos fenólicos (ácidos benzoico e derivados) e cumarinas (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019).

Os flavonoides pertencem ao grupo de derivados fenólicos solúveis em água, possuem importantes propriedades antioxidantes e se encontram em plantas, frutas, vegetais entre outros. Sua composição química é de 15 carbonos, em uma estrutura cíclica C6-C3-C6, com dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos, condensada por um oxigênio. Tal composto é intensamente estudado devido a seus efeitos, como inibição de peroxidação lipídica, atividade anti-inflamatória, antiviral, atividade contra o câncer e inibição da agregação de plaquetas. (MENDOZA, 2016; ROLEIRA et al., 2015; BENAVENTE-GARCÍA et al., 2007; MARIM et al., 2002).

Outro composto encontrado em grande quantidade no limão é a vitamina C, um micronutriente com diversas funções biológicas, além de ser considerado um ótimo antioxidante, capaz de eliminar espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (QUADROS; BARROS, 2021).

1.3 Processo de extração

A extração de compostos bioativos da casca do limão pode ser realizada por meio de duas técnicas, sendo elas a SFE e PLE. A primeira técnica de extração permite a separação de um soluto de uma mistura de compostos presentes em uma matriz biológica sólida com o auxílio de um solvente adequado (MEIRELES, 2008). Essa extração utiliza solventes acima do ponto crítico, os quais são fluidos compressíveis e que pequenas alterações em suas características acarretam importantes mudanças no material. O solvente mais utilizado é o dióxido de carbono, pois é considerado altamente seletivo, não tóxico, possui temperatura crítica baixa e não é inflamável (MENDOZA, 2016).

Algumas variáveis influenciam na SFE, entre elas a pressão e a temperatura. O aumento da pressão em um processo SFE ocasiona um aumento na densidade do fluido, poder de solvatação e nas interações entre fluido e matriz biológica. A faixa de pressão utilizada depende do tipo de composto a extrair e do material biológico. Já o aumento da temperatura pode ter efeitos contrários: por um lado, a pressão de vapor do soluto aumenta, aumentando a solubilidade e por outro lado, ocorre a diminuição da densidade do solvente, o que proporciona uma menor capacidade de solubilização. Portanto, a maior eficiência do processo é no equilíbrio entre a parte positiva do aumento da pressão dos compostos e a diminuição da densidade com o aumento da temperatura (PARDO et al, 2016).

O processo SFE é baseado na transferência do solvente da fase fluida à superfície sólida. Após isso o solvente penetra na matriz sólida por difusão molecular, fazendo com que os solutos sejam solubilizados primeiramente por dessorção da matriz e posteriormente por solvatação. Após a solubilização, a solução com os solutos volta para a superfície do sólido por difusão molecular e finalmente a solução passa da superfície do sólido para o seio do fluido por convecção (PARDO et al., 2016; VIGANÓ et al., 2016).

A extração com líquidos pressurizados (PLE) ganhou muita credibilidade por se tratar de uma técnica eficiente, que permite a utilização de solventes GRAS, automação e menor tempo de processo (MACHADO et al., 2018).

A PLE é afetada por alguns parâmetros, como a temperatura, pressão, tempo de extração e composição de solvente. O uso de alta pressão favorece a transferência de massa, uma vez que

o solvente se mantém líquido acima do ponto de ebulição. Já a temperatura influencia muito no processo de extração, pois o aumento de temperatura gera uma maior solubilidade nos componentes presentes, além de reduzir a tensão superficial do solvente (MENDOZA, 2016).

Na PLE a amostra é colocada em uma célula de extração com dispersante e extraído com um solvente adequado em temperaturas de 40 a 200 °C e pressões de 4 a 20 MPa em períodos pequenos (5-20 min), e posteriormente o extrato é coletado em um frasco de compressão a gás (TRIPODO et al., 2017).

1.4 Perspectivas

A expectativa em relação ao projeto é conseguir concluir todos os objetivos em tempo hábil, poder realizar todas as etapas de extração tanto da SFE quanto da PLE e poder adquirir o máximo de experiência e conhecimento para o futuro na profissão.

REFERÊNCIAS

ARNOSO, B. J. DE M.; DA COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, 18(1), 39 – 48. 2019.

BENAVENTE-GARCÍA, O. et al. Beneficial Action of Citrus Flavonoids on Multiple Cancer-Related Biological Pathways. **Current Cancer Drug Targets** 7, 795-809, 2007.

BRITO, K. D. et al. Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa in natura e do resíduo albedo. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria*, v. 15, n. 1, p. 123-135, 2017.

BRITO, K. D.; FILHO, J. I. S.; OLIVEIRA, H. B. L de; ARAÚJO, B. G.; NETO, E. P.; LIMA, F. C. S. Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa in natura e do resíduo albedo. p. 64–70. 2017.

EMBRAPA. Produção brasileira de limão 2019. 2020. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base de Dados/index_pdf/dados/brasil/limao/b1_limao.pdf. Acesso em: 3 fev. 2021.

FAO. Lima ácida Tahiti: Mercado e perspectivas para 2019. 2019. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/upload/kceditor/files/Dia%20do%20Lima%cc%83o%20PDF.pdf> Acesso em: 9 fev. 2021.

INVESTSP. Produção de limão é símbolo de orgulho ao Estado de SP, principal produtor do Brasil: essa cadeia de excelência gera r\$ 1.152 bilhão aos nossos cofres. a fruta também representa 98% dos envios brasileiros de cítricos ao exterior.2020. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/producao-de-limao-e-simbolo-de-orgulho-ao-estado-de-sp-principal-produtor-do-brasil/>. 2019. Acesso em: 10 fev. 2021.

MACHADO, A. P. De. F. Extração e encapsulação de antocianinas de subprodutos industriais de frutas utilizando fluidos pressurizados. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2018.F

MAIA, J. D.; ALICIEO, T. V. R. Extração supercrítica aplicada a frutas: revisão. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 3, n. 2, p. 36-48, dez 2017.

MARIN, F.R. et al. Flavonoids as nutraceuticals: structural related antioxidant properties and their role on ascorbic acid preservation. **Studies in Natural Products Chemistry** 26, 741- 778, 2002.

MEIRELES, M. A. (Ed.) Extracting Bioactive Compounds for Food Products. Theory and Applications. CRC Press, eBook (Chapter 6), 2008.

MENDOZA, Mariá del Pilar Garcia. Aproveitamento do resíduo agroindustrial de juçara (*Euterpe edulis Mart.*): Um estudo de diferentes técnicas de extração de compostos fenólicos e antocianinas usando altas pressões. 2016. 114 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

PARDO, F. A. E. Extração de compostos fenólicos com potencial bioativo a partir de bagaço industrial de laranja seco e biotransformado usando CO₂ supercrítico. Campinas, SP: [s.n.], 2016.

QUADROS, L de; BARROS, R. L. S. de. Vitamina C e performance: uma revisão. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 55, p. 112-119, fev. 2016. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/557/532>. Acesso em: 10 fev. 2021.

ROLEIRA, F.M.F. et al. Plant derived and dietary phenolic antioxidants: Anticancer properties. **Food Chemistry** 183, 235–258, 2015.

SEBRAE. O cultivo e o mercado do limão. 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-limao,9e7a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=Componente%20b%C3%A1sico%20da%20brasileira%20ADssima%20caipirinha,o%20restante%20considerado%20res%C3%ADduo%20industrial>. Acesso em: 3 fev. 2021.

SILVA, P.P.M. et al. Physical, chemical, and lipid composition of Juçara (*Euterpe edulis Mart.*) pulp. **Alimentos e Nutrição = Brazilian Journal of Food and Nutrition** 24, 7-13, 2013.

TRIPODO, G.; IIBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A.; GILBERT-LOPEZ, B.; FANALI, C. Optimization of pressurized liquid extraction by response surface methodology of Goji berry (*Lycium barbarum L.*) phenolic bioactive compounds. **Electrophoresis**, v. 39, p. 1673–1682, 2018.

VERMERRIS, W; NICHOLSON, R. Phenolic compound biochemistry. **Ed. Springer Science + Business**, Estados Unidos, p. 276, 2008.

VIANA, D. S. Lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

VIGANÓ, J.; ZABOTI, I.; APARECIDA, P.; BRAGA, D. C.; KELLY, J.; ROBERTO, M.; JÚNIOR, M.; GUILLERMO, F.; REYES, R.; MARTÍNEZ, J. Pressurized liquids extraction as an alternative process to readily obtain bioactive compounds from passion fruit rinds. **Food Bioprocess. Process.** 100, 382–390, 2016.