Resumo nº 42

FRONTEIRAS EMERGENTES DA EXTRAÇÃO COM FLUIDOS SUPERCRÍTICOS APLICADA A ALIMENTOS E BIORRECURSOS

Amanda Rodrigues[1], Emily Vargas Kutscher[2], Alessandro Cazonatto Galvão[3], Weber da Silva Robazza[4]

1 Bolsista IC/UDESC/CEO

2 Estudante UDESC/CEO

3. Professor UDESC/Oeste

4 Professor Coordenador do projeto UDESC/CEO

INTRODUÇÃO

A extração com fluidos supercríticos (SFE), particularmente empregando dióxido de carbono, apresenta características favoráveis à obtenção de ingredientes alimentícios e compostos bioativos, incluindo poder de solvatação ajustável, baixa viscosidade, elevada difusividade e facilidade de separação do solvente após o processo (AILI et al., 2024). Nos últimos anos, suas aplicações têm se expandido além da extração convencional de lipídios, abrangendo resíduos agroindustriais, microalgas e outros recursos biológicos, o que amplia sua inserção em estratégias de valorização de coprodutos e biorrefinarias (GALLEGO; BUENO; HERRERO, 2019). Entretanto, o aumento do número de publicações não ocorre de maneira uniforme entre as diferentes matrizes e classes de compostos. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a evolução da produção científica relacionada à SFE e identificar matrizes biológicas e compostos-alvo que constituem frentes emergentes de pesquisa.

DESENVOLVIMENTO

Foi realizada uma busca sistemática nas bases Scopus, Web of Science Core Collection e PubMed, considerando publicações indexadas até 2025 relacionadas à aplicação da SFE na obtenção de compostos de recursos biológicos relevantes para alimentos. Após remoção de duplicatas, triagem e aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados 1.204 documentos para as análises quantitativas. As informações relativas às matrizes biológicas e aos compostos-alvo foram submetidas à harmonização semântica, de modo a reunir terminologias semelhantes em categorias comparáveis. Foram calculadas as frequências anuais e acumuladas de publicações para o conjunto total e para as principais categorias. Para comparar as trajetórias temporais, os dados acumulados entre 2010 e 2024 foram ajustados por um modelo exponencial de primeira ordem, utilizando-se a constante de crescimento como indicador da velocidade relativa de expansão científica de cada domínio.

RESULTADOS

A produção científica apresentou trajetória exponencial acentuada, com constante global de crescimento de 0,1664 ano^{-1} e coeficiente de determinação de 0,9968, indicando excelente ajuste do modelo à trajetória observada. Entre as matrizes individuais, as microalgas foram as mais frequentemente estudadas, com 114 registros, seguidas pelas macroalgas, com 68. Considerando categorias harmonizadas, as fontes marinhas e aquáticas reuniram elevado volume de publicações, evidenciando sua relevância no conjunto da literatura analisada.

A análise das constantes de crescimento mostrou, entretanto, que volume atual de publicações e velocidade de expansão não identificam necessariamente as mesmas áreas. A categoria florestal e madeireira apresentou a maior constante de crescimento entre as matrizes, de 0,2547 ano^{-1}, embora

ainda apresentasse número relativamente reduzido de estudos. Em contraste, frutas e vegetais combinaram elevado volume de trabalhos com rápida expansão, apresentando constante de 0,2151 ano^{-1}. Resíduos provenientes de oliva, uva, romã e pescado também estiveram entre as matérias-primas recorrentes, reforçando a crescente associação entre SFE e valorização de coprodutos agroindustriais. Essas diferenças entre dimensão atual dos campos de pesquisa e velocidade de expansão são apresentadas na Figura 1.

Entre os compostos de interesse, óleos, lipídios e ácidos graxos permaneceram como a categoria mais estudada. Entretanto, a categoria proteínas e peptídeos apresentou a maior constante estimada de crescimento entre os compostos-alvo, de 0,2526 ano^{-1}. Esse comportamento esteve relacionado principalmente ao emprego da SFE em processos de fracionamento de matérias-primas ricas em proteínas, como desengorduramento e remoção de compostos indesejáveis, e não necessariamente à extração direta de proteínas. Compostos fenólicos e antioxidantes também foram amplamente representados, assim como carotenoides e outros pigmentos, coerentemente com a crescente demanda por ingredientes funcionais e corantes naturais (NOVAIS et al., 2022). Em sentido oposto, óleos essenciais e compostos voláteis apresentaram a menor taxa de crescimento entre as principais categorias, comportamento compatível com um domínio de pesquisa relativamente mais estabelecido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa envolvendo extração com fluidos supercríticos apresenta rápida expansão e crescente diversificação de matrizes e produtos de interesse. Além das aplicações tradicionais envolvendo lipídios, destacam-se novas frentes relacionadas a recursos marinhos e aquáticos, resíduos agroindustriais e ingredientes ricos em proteínas e compostos funcionais. A análise simultânea do número de publicações e das taxas de crescimento permitiu distinguir áreas consolidadas de nichos científicos emergentes, fornecendo uma perspectiva mais informativa sobre as tendências atuais da SFE e suas oportunidades no processamento sustentável de alimentos e biorrecursos.

Palavras-chave:
extração supercrítica; dióxido de carbono; compostos bioativos; resíduos agroindustriais; biorrecursos.

ANEXOS

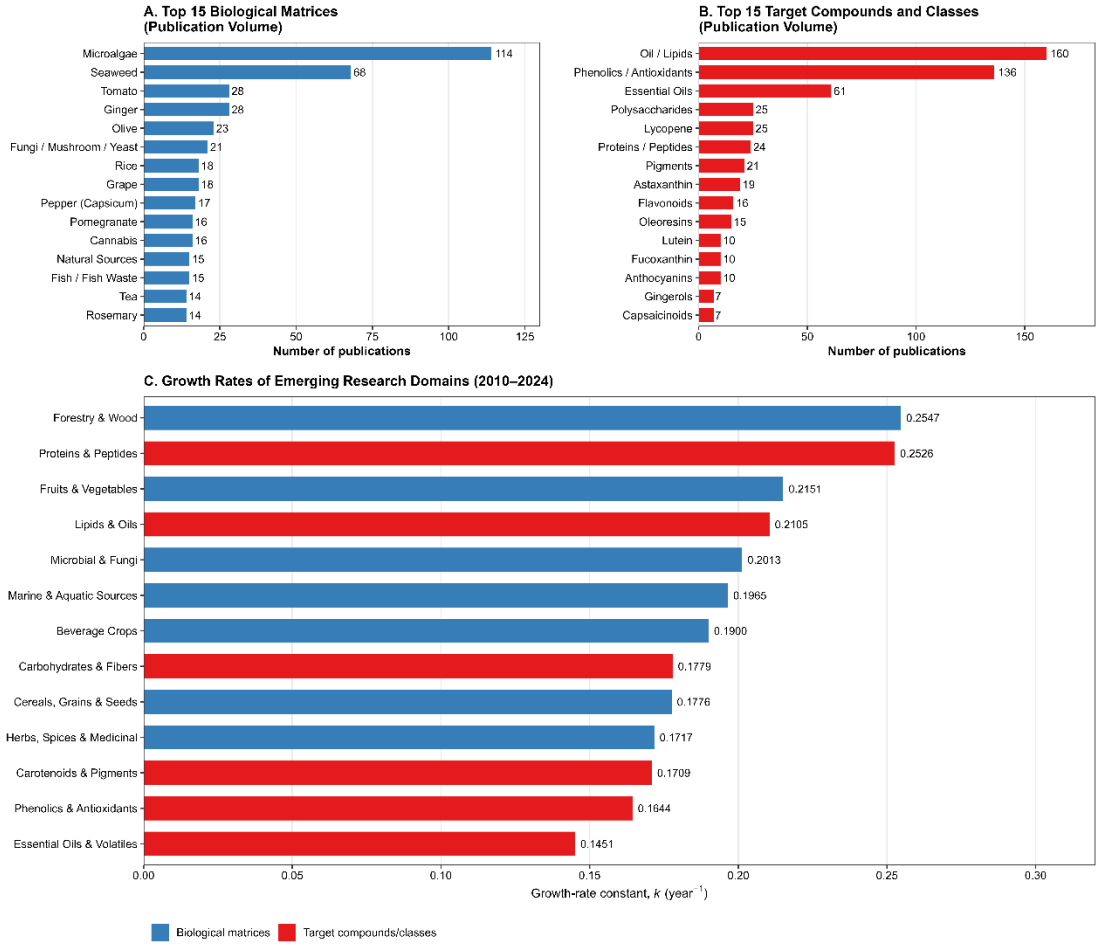


Figura 1. *Volume científico e principais frentes emergentes de pesquisa em extração com fluidos supercríticos. (A) Principais matrizes biológicas segundo o número de publicações; (B) principais compostos e classes de compostos-alvo; e (C) constantes de crescimento das principais categorias de matrizes e compostos entre 2010 e 2024.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AILI, Q. et al. Composing functional food from agro-forestry wastes: selectively extracting bioactive compounds using supercritical fluid extraction. *Food Chemistry*, v. 455, 139848, 2024. DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.139848.

GALLEGO, R.; BUENO, M.; HERRERO, M. Sub- and supercritical fluid extraction of bioactive compounds from plants, food-by-products, seaweeds and microalgae – An update. *TrAC – Trends in Analytical Chemistry*, v. 116, p. 198–213, 2019. DOI: 10.1016/j.trac.2019.04.030.

NOVAIS, C. et al. Natural food colorants and preservatives: a review, a demand, and a challenge. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 70, p. 2789–2805, 2022. DOI: 10.1021/acs.jafc.1c07533.