



EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO BAGAÇO DE OLIVA

R. C. Riéffel¹, L. D. F. Marczak¹, I. C. K. Guerreiro²

1- Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CEP: 90035-007 – Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (55) 99718-9898– e-mail: (roberta.rieffel@ufrgs.br)

2- Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CEP: 90035-007 – Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 99959- 7891– e-mail: (ligia@enq.ufrgs.br)

3 - Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CEP: 90610-000 – Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 98026-1279– e-mail: (irenemail@gmail.com)

RESUMO. O bagaço da oliveira é o subproduto da produção do azeite e representa aproximadamente 85% da produção de olivas, sendo que seu descarte inadequado pode causar impactos ambientais adversos. Este estudo teve como objetivo desenvolver um processo verde para extrair compostos bioativos desse bagaço usando solventes sustentáveis (água e 1,3-propanediol). Os extratos obtidos foram analisados quanto à sua composição fenólica e atividades biológicas *in vitro*. Os extratos apresentaram capacidade antioxidante em sistemas de redução *in vitro*. Oleuropeína e hidroxitirosol foram quantificados, o extrato com maiores teores de hidroxitirosol e oleuropeína foi analisado via UHPLC-QqTOF-MS, tendo sido identificados 33 compostos. Este extrato apresentou atividade antiglicante e maior capacidade de inibição do DPPH que o acetato de tocoferol, um antioxidante natural utilizado na indústria. O uso de técnicas alternativas como métodos extrativos simples, juntamente com o uso de solventes naturais não tóxicos, garante a sustentabilidade do processo produtivo de insumos naturais e eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: bagaço da oliveira; compostos fenólicos; subprodutos

ABSTRACT. Olive pomace is a by-product of olive oil production and represents approximately 85% of olive production. Its improper disposal can cause adverse environmental impacts. This study aimed to develop a green process to extract bioactive compounds from this pomace using sustainable solvents (water and 1,3-propanediol). The extracts obtained were analyzed for their phenolic composition and *in vitro* biological activities. The extracts showed antioxidant capacity in *in vitro* reduction systems. Oleuropein and hydroxytyrosol were quantified. The extract with the highest levels of hydroxytyrosol and oleuropein was analyzed via UHPLC-QqTOF-MS and 33 compounds were identified. This extract showed antiglycation activity and greater DPPH inhibition capacity than tocopheryl acetate, a natural antioxidant used in the industry. The use of alternative techniques such as simple extractive methods, together with the use of non-toxic natural solvents, ensures the sustainability of the production process of natural and effective inputs.

KEYWORDS: olive pomace; phenolics compounds; by-products

1. INTRODUÇÃO

O aumento expressivo da população global e do consumo de alimentos é a principal causa do crescimento da geração dos resíduos agrícolas. Esses resíduos representam um desafio significativo em escala mundial devido aos impactos que causam no meio ambiente, na economia e na sociedade (Capanoglu et al., 2022). Na produção alimentar brasileira, a expansão da olivicultura é



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

considerável, impulsionada pelos benefícios à saúde e ao bem-estar associados ao consumo do azeite (Rodrigues et al., 2015).

A produção nacional de oliveiras está direcionada, principalmente, à produção de azeite. A qualidade dos azeites brasileiros é amplamente reconhecida, o que gera perspectivas positivas para o crescimento desse setor e estimula o aumento da sua produção (Elkacmi et al., 2017). O Rio Grande do Sul apresenta um crescimento exponencial no cultivo de oliveiras, representando cerca de 80% da produção nacional (IBRAOLIVA, 2023). Contudo, o avanço na produção de azeite implica em um aumento significativo na geração de resíduos. Dentre esses subprodutos, destaca-se o bagaço da oliva pois, de acordo com Bellumori et al. (2017), esse bagaço representa cerca de 85% da produção de olivas e seu descarte inadequado pode gerar impactos ambientais significativos (Dermeche et al., 2013).

O bagaço da oliva representa um grande desafio para os produtores, uma vez que eles necessitam encontrar soluções técnicas, ambientais e econômicas viáveis para geri-lo adequadamente (Annab et al., 2019). Esse subproduto pode ser valorizado para a composição de produtos inovadores, pois é considerado uma fonte de compostos bioativos naturais, com destaque para os compostos fenólicos, os quais são os principais responsáveis por sua fitotoxicidade e baixa degradabilidade (Rodrigues et al., 2015). Por outro lado, esses compostos fenólicos despertaram o interesse da comunidade científica por seus potenciais benefícios à saúde (Alu`datt et al., 2010). Dessa forma, a recuperação e valorização desses compostos no bagaço é de grande importância (Medeiros et al., 2016). Segundo Romani et al. (2019), os bioativos naturais dos subprodutos da oliva podem ser recuperados e reutilizados em aplicações em diversos setores industriais, baseando-se nos pilares da economia circular, onde os subprodutos não são considerados resíduos, mas são valorizados como fontes renováveis de bioativos. Além disso, as indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica aumentaram seu interesse em extratos naturais de plantas e subprodutos ricos em compostos bioativos, devido à crescente demanda por ingredientes naturais com benefícios significativos para a saúde (Cifá et al., 2018). Entretanto, a seleção cuidadosa do método de extração é crucial para a eficaz recuperação desses compostos, de forma que a busca por técnicas e equipamentos ecologicamente corretos tem se destacado (Chanioti et al., 2018).

1.1 Objetivos

Considerando os desafios associados aos métodos extrativos que utilizam solventes orgânicos ou técnicas complexas e inviáveis, o presente estudo visa desenvolver novos processos



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

simples, econômicos e sustentáveis para a extração de compostos fenólicos do bagaço da oliveira, usando um solvente natural para recuperar os bioativos do bagaço.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção e processo extrativo do bagaço da oliveira

O bagaço da oliveira (safra de 2022, cultivares Arbequina, Arbosana, Picual e Koroneike) foi coletado em uma agroindústria localizada em Bagé, RS. Para o processo de extração do bagaço, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a uma temperatura de 55 °C, moídas em moinho de facas e homogeneizadas ($\leq 400 \mu\text{m}$). A extração sólido-líquido foi empregada por 20 min sob agitação contínua e temperatura de 55 °C. Diferentes solventes e proporções sólido:líquido foram investigados: OPE1: foi preparado com água como solvente e proporção sólido:líquido de 1:15 (p:v); OPE2: foi desenvolvido com 1,3 propanodiol:água (50:50, v:v) como solvente e razão sólido:líquido 1:15 (p:v); OPE3: foi preparado com 1,3 propanodiol e razão sólido:líquido 1:10 (p:v).

2.2 Análise da capacidade antioxidante e antiglicante

Os extratos do bagaço foram avaliados quanto a sua capacidade antioxidante *in vitro*, pela redução do reagente Folin-Ciocalteu (Waterhouse, 2002), desativação do radical ABTS (Re et al., 1999) e do radical DPPH (Gonzales et al., 2021) e pela inibição da oxidação do sistema beta-caroteno/ácido linoleico (Paim et al., 2018). O extrato OPE3 foi avaliado quanto sua atividade antiglicação (Shen, Xu e Sheng, 2017).

2.3 Caracterização dos extratos do bagaço da oliveira

Os compostos oleuropeína e hidroxitirosol foram quantificados simultaneamente por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Habibi et al., 2018) nos extratos do bagaço da oliveira. O teor de flavonoides foi avaliado pela metodologia colorimétrica do cloreto de alumínio (Chang et al., 2020). O extrato OPE3 foi avaliado quanto ao perfil qualitativo dos compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de massas (Peralbo-Molina et al., 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Extração do bagaço de azeitona

A extração do bagaço da oliveira foi desenvolvida aplicando os princípios da química verde: solventes mais seguros, design para eficiência econômica e uso de matérias-primas renováveis



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

(Goldsmith et al., 2018). A Tabela 1 apresenta a capacidade redutora do reagente Folin-Ciocalteu, o conteúdo total de flavonoides e a capacidade de desativação do radical ABTS.

Tabela 1. Caracterização do OPE: capacidade redutora do reagente de Folin-Ciocalteu, teor total de flavonoides e capacidade antioxidante (inibição do radical ABTS)

Extratos	Capacidade de redução de Folin-Ciocalteu (mg EAG/g)	Flavonoides totais (mg EQ/g)	Capacidade antioxidante ABTS ($\mu\text{mol ET/g}$)
OPE1	14.9 ± 0.5^b	4.0 ± 0.7^c	96.2 ± 3.7^c
OPE2	29.0 ± 1.3^a	5.0 ± 0.2^b	105.6 ± 4.8^b
OPE3	33.0 ± 5.7^a	5.3 ± 0.2^a	128.0 ± 0.4^a

Os valores são expressos como médias \pm desvios-padrão. As mesmas letras dentro de uma coluna significam ausência de diferença estatística. Análises seguidas por ANOVA unidirecional e teste post hoc de Tukey ($p < 0,05$).

Os extratos OPE2 e OPE3 mostraram capacidades redutoras sob o Folin-Ciocalteu, teores de flavonoides e capacidade antioxidante maiores do que o extrato OPE1, destacando seu potencial como um solvente verde para extrair compostos valiosos do bagaço da oliveira.

3.2 Capacidade antioxidante

A porcentagem de inibição do radical DPPH e a capacidade de inibir a peroxidação do beta-caroteno foram analisadas para os três extratos de bagaço da oliveira e foi comparada ao acetato de tocoferol em diferentes concentrações (Figura 1). O acetato de tocoferol foi escolhido considerando que é um antioxidante amplamente utilizado em cosméticos e alimentos (Nunes et al., 2018).

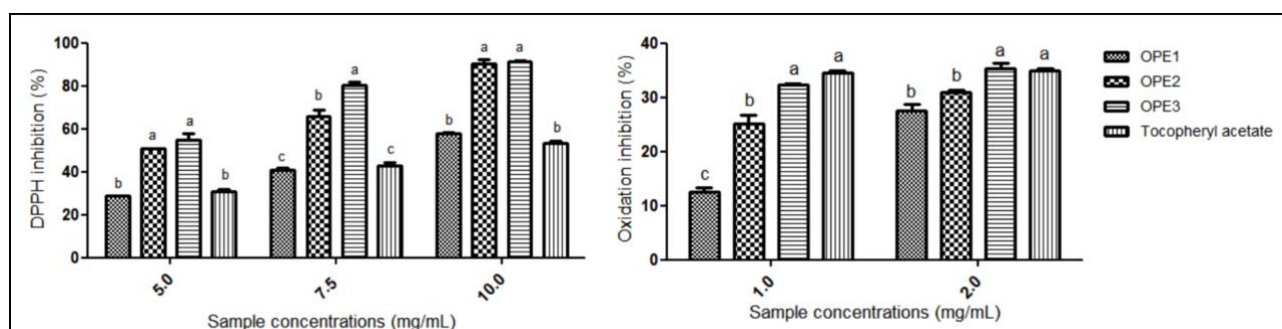


Figura 1. Análise da atividade antioxidante expressa pela porcentagem de inibição do radical DPPH e Análise da inibição da oxidação (expressa como porcentagem) no sistema betacaroteno/ácido linoleico. As letras iguais dentro da mesma concentração não diferem. Análises seguidas por ANOVA unidirecional e teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$).

Conforme pode ser observado, a capacidade antioxidante dos extratos foram dependentes da concentração. O extrato OPE1 demonstrou uma capacidade de inibir o DPPH semelhante ao acetato de tocoferol em todas as concentrações testadas. Os extratos OPE2 e OPE3 demonstraram uma atividade de eliminação do DPPH consistentemente maior do que as outras amostras testadas. O extrato OPE3 demonstrou uma diferença significativa em sua capacidade de inibir a oxidação do beta-caroteno em comparação com os demais extratos e a mesma capacidade antioxidante do acetato de



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

tocoferol em ambas as concentrações testadas. Devido seus resultados promissores a capacidade antiglicante desse extrato foi analisada e comparada com um potente antiglicante, a carnosina, e os resultados estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Capacidade antiglicante

Amostra	Concentração (mg/mL)	Capacidade Antiglicante (%)
OPE3	2.0	24.4 ± 3.2 ^c
OPE3	3.5	40.4 ± 3.1 ^b
Carnosina	0.3	91.0 ± 3.4 ^a

Os valores são expressos como médias ± desvios-padrão. Letras diferentes dentro de uma linha significam resultados diferentes. Análises seguidas por ANOVA unidirecional e teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$).

3.3 Caracterização dos extratos do bagaço da oliveira

Os extratos foram analisados por CLAE para a determinação de hidroxitirosol (HT) e oleuropeína (OLE) (Figura 2). Ambos os compostos foram quantificados nos extratos, com maior concentração de oleuropeína em comparação ao hidroxitirosol. O extrato OPE3 apresentou os maiores níveis, reforçando a capacidade extrativa do 1,3 propanediol como solvente. Portanto, considerando todos os resultados obtidos até o momento, esse extrato foi analisado por UHPLC-QqTOF-MS.

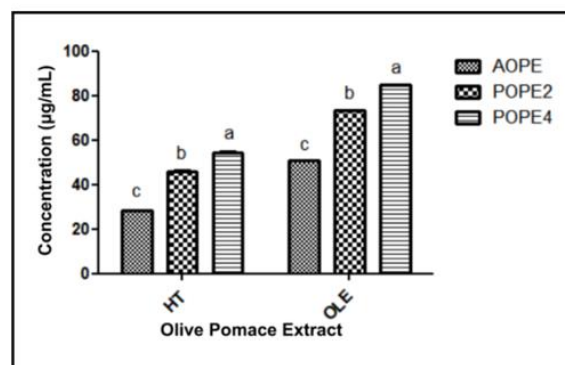


Figura 2. Determinação de hidroxitirosol (HT) e oleuropeína (OLE) em extratos de bagaço de azeitona. Os resultados são apresentados como µg/mL no extrato. Letras diferentes em cada análise composta significam diferença significativa. Análises seguidas por ANOVA unidirecional e teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$).

Na análise qualitativa dos compostos fenólicos um total de 33 compostos foram encontrados: hidroxitirosol, tirosol, Dihidroxitirosol, tirosol glucosídeo, hidroxitirosol glucosídeo, loganina, secologanina, ácido logânico, secologanosídeo, comselogoside, cafeoil-6'-secologanosídeo, oleosídeo, oleosídeo-dimetil-éster, oleosídeo glucosídeo, oleosídeo ribosídeo, oleosídeo-11-metil éster, luteolina, luteolina glucosídeo, Taxifolina, rutina, vanilina, benzil primeverosídeo, oleuropeína, oleuropeína aglicona, Dihidro-oleuropeína, derivado de oleuropeína, 10-hidroxi-oleuropeína, oleaceina, acetoxipinoresinol, Apigenina glucoside, p-HPEA-EA, pinoresinol, verbascoside.



4. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um processo sustentável de extração de bioativos do bagaço da oliva, utilizando técnicas simples e um solvente natural eficiente (1,3 propanediol). Os extratos apresentaram compostos fenólicos e demonstraram notável capacidade antioxidante *in vitro*. O extrato com 1,3 propanediol apresentou maior nível de atividade antioxidante que o acetato de tocoferol. Esta descoberta sugere uma aplicação potencial promissora para esse extrato como ingrediente antioxidante para a indústria. No geral, este trabalho contribui para a valorização sustentável e viável do bagaço da oliva como fonte renovável de matérias-primas.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Programa Catalisa ICT (SEBRAE/MCTI).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALU'DATT, M. H., ALLI, I., EREIFEJ, K., ALHAMAD, M., AL-TAWAHA, A. R., & RABABAH, T. Optimisation, characterization and quantification of phenolic compounds in olive cake. **Food Chemistry**, v.123, p.117-122, 2010.
- ANNAB, H., FIOL, N., VILLAESCUSA, I., & ESSAMRI, A. A proposal for the sustainable treatment and valorisation of olive mill wastes. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.7, n. 1, p. 102803, 2019.
- BELLUMORI, M., CECCHHI, L., ROMANI, A., MULINACCI, N., & INNOCENTI, M. Recovery and stability over time of phenolic fractions by an industrial filtration system of olive mill wastewaters: a three-year study. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 7, p. 2761-2769, 2017.
- CAPANOGLU, E.; NEMLI, E.; TOMAS-BARBERAN, F. Novel approaches in the valorization of agricultural wastes and their applications. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 70, n. 23, p. 6787-6804, 2022.
- CHANIOTI, S.; TZIA, C. Extraction of phenolic compounds from olive pomace by using natural deep eutectic solvents and innovative extraction techniques. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 48, p. 228–239, 2018.
- CIFÁ, D., SKRT, M., PITTIA, P., DI MATTIA, C., & POKLAR ULRIH, N. Enhanced yield of oleuropein from olive leaves using ultrasound-assisted extraction. **Food science & nutrition**, v. 6, n. 4, p. 1128-1137, 2018.
- DERMECHE S. et al. Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. **Process Biochem**, v. 48, n.10, p. 1532-1552, 2013.
- ELKACMI, R.; BOULMAL, N.; KAMIL, N.; BENNAJAH, M. Techno-economical evaluation of a new technique for olive mill wastewater treatment. **Sustainable Production and Consumption**, v. 10, p. 38-49, 2017.
- IBRAOLIVA. Instituto Brasileiro de Olivicultura. Produção de Azeites do RS. Pró-Oliva. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/pro-oliva>. Acesso em 4 fevereiro de 2024.
- NUNES, M. A. et al. Olive pomace as a valuable source of bioactive compounds: A study regarding its lipid- and water-soluble components. **Science of The Total Environment**, v. 644, p. 229-236, 2018.
- PERALBO-MOLINA, A., PRIEGO-CAPOTE, F., LUQUE DE CASTRO, M. D. Tentative identification of phenolic compounds in olive pomace extracts using liquid chromatography–tandem mass spectrometry with a quadrupole–quadrupole-time-of-flight mass detector. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 46, p. 11542-11550, 2012.
- RODRIGUES, F.; PIMENTEL, F. B.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 116-124, 2015.
- ROMANI, A., IERI, F., URCIUOLI, S., NOCE, A., MARRONE, G., NEDIANI, C., & BERNINI, R. Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *Olea europaea* L. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1776, 2019.