

BAGAÇO DE AZEITONA COMO FONTE SUSTENTÁVEL DE COMPOSTOS BIOATIVOS: CARACTERIZAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E FITOESTERÓIS

GABRIELLY QUARTIERI SEJANES¹; PAULA FREITAS FILODA²; RAYANE BRAGA MARTINS²; TAMARA MENDES LEITE SILVA TRINDADE²; LEONARDO WERNER²; CLAUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA³

¹Universidade Federal de Pelotas – gabrielly.q.sejanes@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – lahbbiufpel@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A oliveira (*Olea europaea* L.) figura entre as principais culturas produtoras de óleos vegetais no cenário mundial, com destaque para os países da região mediterrânea. Nos últimos anos, entretanto, o cultivo tem se expandido para novas fronteiras agrícolas, incluindo Argentina, Austrália, Chile, China, Estados Unidos e Brasil (FILODA *et al.*, 2021). No contexto brasileiro, o Rio Grande do Sul concentra a maior produção de azeite, especialmente na Serra do Sudeste, onde o município de Encruzilhada do Sul se sobressai em extensão de áreas cultivadas (FILODA *et al.*, 2021).

O avanço do setor olivícola, contudo, traz consigo desafios ambientais, uma vez que o processamento das azeitonas para a obtenção do azeite de oliva pode gerar até 80% de resíduos (EL-BASSI *et al.*, 2021). Nesse sentido, torna-se fundamental a adoção de estratégias de gestão ambiental que possibilitem o manejo desses subprodutos de forma inovadora e sustentável, representando um dos principais desafios para os produtores (DEMICHELIS *et al.*, 2019).

Entre os resíduos gerados, destaca-se o bagaço de azeitona, constituído por caroço, casca, polpa e água do fruto. Essa biomassa apresenta composição rica em água, óleo, proteínas, compostos fenólicos (FILODA *et al.*, 2021), ácidos graxos (VERGE-MÉRIDA *et al.*, 2022) e fitoesteróis (MATEOS; SARRIA; BRAVO, 2019). Os ácidos graxos, além de desempenharem funções estruturais e metabólicas, apresentam propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (SANTA-MARÍA *et al.*, 2023). Já os fitoesteróis, com potenciais aplicações na medicina, estruturalmente semelhantes ao colesterol, atuam inibindo sua absorção intestinal e promovendo a redução do LDL, além de exercerem efeitos antioxidantes e potenciais benefícios terapêuticos frente a doenças cardiovasculares. (HU *et al.*, 2022).

Nesse sentido, torna-se fundamental a valorização dos coprodutos oriundos do processamento de azeitonas, possibilitando a extração de compostos bioativos e oferecendo alternativas para o aproveitamento integral do bagaço, com a consequente redução do impacto ambiental e a transformação desse resíduo em produtos de maior valor agregado (ROMERO-GARCÍA *et al.*, 2014). Estudos em nossos laboratórios têm aplicado análises cromatográficas acopladas à espectrometria de massas, inicialmente em biomassa de algas, mas novas possibilidades de aplicação vêm emergindo com os avanços tecnológicos e industriais. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar o perfil de ácidos graxos e fitoesteróis no óleo extraído do bagaço de azeitona, a fim de avaliar seu potencial para futuras aplicações industriais.

2. METODOLOGIA

O bagaço de azeitona bruto foi obtido em uma agroindústria processadora de azeite de oliva localizada em Encruzilhada do Sul – RS, durante a safra de 2025. O material foi seco em estufa a 45 °C até peso constante, moído em moinho de bolas e armazenado sob refrigeração. A extração do óleo do bagaço seco e moído foi conduzida usando um extrator Soxhlet com 5 g de amostra e 125 mL de solvente hexano por 4 hrs. O solvente foi evaporado em um evaporador rotativo à temperatura ambiente, e o teor de lipídios (%) foi determinado por gravimetria, observando a diferença no peso do balão antes e depois da extração.

Para a caracterização do perfil de ácidos graxos, uma reação de transesterificação foi conduzida misturando-se 0,1 g do óleo extraído, 2 mL de hexano e 0,2 mL de hidróxido de potássio metanólico (2M) sob agitação por 30 s, conforme procedimento estabelecido pelo Conselho Oleícola Internacional (COI, 2015). A camada superior contendo ésteres metílicos foi coletada e injetada no cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massa (CG-EM). Os resultados foram expressos em porcentagem relativa dos ácidos graxos. A análise da composição de fitoesteróis foi conduzida conforme Zhang *et al.* (2020). Inicialmente, 0,25 mg de óleo do bagaço foi submetido à saponificação com solução de KOH 2 mol/L em etanol 95%, mantida a 85 °C por 1 h. A matéria insaponificável foi extraída com hexano e derivatizada empregando N-metil-N-(trimetilsilil)-trifluoroacetamida (MSTFA) e piridina, a 70 °C por 30 min, segundo Berneira *et al.* (2021), sendo posteriormente analisada por CG-EM. Para determinar a composição dos ácidos graxos e fitoesteróis presentes no óleo, foi utilizado um cromatógrafo gasoso (Shimadzu, QP 2020 Plus) equipado com injetor automático AOC-20i e um detector por espectrometria de massas (CG-EM), com uma coluna Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Os resultados foram expressos como porcentagem relativa dos fitoesteróis identificados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição de ácidos graxos (% relativo) do óleo extraído do bagaço de azeitona é apresentada na Tabela 1. Uma mistura de ácidos graxos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e poli-insaturados (PUFA) compõe a fração lipídica do bagaço de azeitona. O ácido oleico foi o mais abundante, representando 43,05% do total de ácidos graxos, seguido pelos ácidos palmítico, linoleico e esteárico (24,44, 16,95 e 6,13%, respectivamente), semelhante ao perfil do azeite de oliva. Os demais ácidos graxos foram encontrados em menores proporções (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com a literatura para produtos e subprodutos da azeitona (NUNES *et al.*, 2021).

Dessa forma, verificou-se que a fração do óleo de bagaço de oliva é essencialmente rica em MUFA (46,25%), com destaque para o ácido oleico, reconhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cardioprotetoras (BERMÚDEZ *et al.*, 2022). Em seguida, verificou-se a presença de SFA (32,20%), destacando-se o ácido palmítico, associado ao fornecimento de energia metabólica (FLEDDERMANN; DEMMELMAIR; KOLETZKO, 2014). Além disso, foi identificada uma fração relevante de PUFA (21,55%), destacando-se ácidos graxos da família ômega-6 (ácido Linoleico), os quais estão relacionados a processos de cicatrização tecidual (ZHAO *et al.*, 2022). Os óleos ricos em MUFA, como o ácido oleico, apresentam maior estabilidade oxidativa em relação aos PUFA, o que os torna especialmente promissores para aplicações industriais. (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Tabela 1. Composição de ácidos graxos (% da área relativa) do óleo do bagaço de azeitona.

Ácidos Graxos	% Relativo
C18:1 (Oleico)	43,05 ± 5,39
C16:0 (Palmítico)	24,44 ± 2,62
C18:2 (Linoleico)	16,95 ± 1,25
C18:0 (Esteárico)	6,13 ± 0,68
C18:3 (Linolênico)	4,54 ± 0,16
C16:1 (Palmitoleico)	2,01 ± 0,25
Outros	2,88 ± 0,28
ΣMFA	46,25
ΣSFA	32,20
ΣPUFA	21,55

Σ soma dos MFA: Ácidos Graxos Monoinsaturados; SFA: Ácidos Graxos Saturados; PUFA: Ácidos Graxos Poli-insaturados. Valor expresso em média ± desvio padrão.

Além da fração de ácidos graxos, a caracterização da fração insaponificável revelou a presença de fitosteróis e triterpenos bioativos. O β -sitosterol foi identificado como composto majoritário (74,71%), amplamente reconhecido por seu efeito hipocolesterolêmico, bem como por suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (DURRANI *et al.*, 2024), em concordância com o observado em outros estudos de Hassanein *et al.* (2022). O lanosterol, detectado em 16,1%, destacou-se por seu papel como precursor de outros esteróis, além de apresentar atividade antimicrobiana (FAGHIH *et al.*, 2022) e relevância para a saúde ocular (XU *et al.*, 2020). Já o campesterol (7,14%) e o stigmasterol (2,06%), ainda que em menores proporções, contribuem para a redução dos níveis de colesterol (IDACAHYATI *et al.*, 2021) e para a modulação de processos inflamatórios (NAZIR *et al.*, 2024).

4. CONCLUSÕES

O estudo permitiu a caracterização do perfil de ácidos graxos e fitoesteróis presentes no óleo extraído do bagaço de azeitona, que apresentou predominância de ácido oleico (43,05%), seguido por ácido palmítico (24,44%), linoleico (16,95%) e esteárico (6,13%), além da presença significativa de esteróis como β -sitosterol, lanosterol, campesterol e stigmasterol. Dessa forma, o bagaço de azeitona evidencia potencial como fonte de compostos bioativos de interesse, podendo ser aproveitado em setores industriais, como o cosmético. Agradecimentos à UFPEL, FAPERGS, CNPq e CAPES.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERMÚDEZ, M. A. *et al.* Roles of Palmitoleic Acid and Its Positional Isomers, Hypogeic and Sapienic Acids, in Inflammation, Metabolic Diseases and Cancer. *Cells*, v. 11, n. 2146, 2022.

BERNEIRA, L. M. *et al.* Bioactivity and composition of lipophilic metabolites extracted from Antarctic macroalgae. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, p. 1275–1285, 2021.

COI. **Conselho Oleícola Internacional**: Normas comerciais aplicáveis a azeite de oliva e óleos de bagaço de oliva. Madri, Espanha. 2015.

DEMICHELIS, F. *et al.* Biowaste management in Italy: Challenges and perspectives. **Sustainability**, v. 11, n. 15, p. 4213, 2019.

DURRANI, A. K. *et al.* Clinical improvement, toxicity and future prospects of β -sitosterol: a review. **CYTA – JOURNAL OF FOOD**, v. 22, n. 1, 2024.

EL-BASSI, L. *et al.* Application of olive mill waste-based biochars in agriculture: Impact on soil properties, enzymatic activities and tomato growth. **Science of the total environment**, v. 755, p. 142531, 2021.

FAGHIH, Z. *et al.* Aryloxy Alkyl Theophylline Derivatives as Antifungal Agents: Design, Synthesis, Biological Evaluation and Computational Studies. **Chemistry Select**, v. 7, 2022.

FILODA, P. F. *et al.* Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 43, n. 3, 2021.

FLEDDERMANN, M.; DEMMELMAIR, H.; KOLETZKO, B. Energetic Efficiency of Infant Formulae: A Review. **Ann. Nutr. Metab.**, v. 64, p. 276–283, 2014.

HASSANEIN, M. M. *et al.* Characterization of Egyptian Monovarietal Koroneiki Virgin Olive Oil and Its Co-Products. **Egypt. J. Chem.**, v. 65, n. 12, p. 637 – 645, 2022.

HU, Y. *et al.* Hydrophilic phytosterol derivatives: A short review on structural modifications, cholesterol-lowering activity and safety. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 5, p. 146–155, 2022.

IDACAHYATI, K. *et al.* In vivo activity of Phaseolus vulgaris as an anti hypercholesterolemic. **Pharmacy Education**, v. 21, n. 2, p. 184 – 188, 2021.

MATEOS, R.; SARRIA, B.; BRAVO, L. Nutritional and other health properties of olive pomace oil. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, v. 60, n. 20, p. 3506–3521, 2020.

NAZIR, S. *et al.* Mechanistic evaluation of antiarthritic and anti-inflammatory effect of campesterol ester derivatives in complete Freund's adjuvant-induced arthritic rats. **Frontiers in Pharmacology**, v. 14, 2024.

NUNES, M. A. *et al.* Chemical Composition and Antimicrobial Activity of a New Olive Pomace Functional Ingredient. **Pharmaceuticals**, v. 14, n. 9, p. 913, 2021.

RODRIGUES, N. *et al.* Fatty Acid Composition from Olive Oils of Portuguese Centenarian Trees Is Highly Dependent on Olive Cultivar and Crop Year. **Foods**, v. 10, p. 496, 2021.

ROMERO-GARCÍA, J. M. *et al.* Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends. **Bioresource Technology**, v. 159, p. 421–432, 2014.

SANTA-MARÍA, C. *et al.* Update on Anti-Inflammatory Molecular Mechanisms Induced by Oleic Acid. **Nutrients**, v. 15, n. 224, 2023.

VERGE-MÉRIDA, G. *et al.* Olive pomace oil and acid oil as alternative fat sources in growing-finishing broiler chicken diets. **Poultry Science**, v. 101, n. 10, 2022.

XU, J. *et al.* Advances in pharmacotherapy of cataracts. **Annals of Translational Medicine**, v. 8, n. 22, 2020.

ZHANG, T. *et al.* Chemical characterization of fourteen kinds of novel edible oils: A comparative study using chemometrics. **LWT- Food Science and Technology**, v. 118, 2020.

ZHAO, D. *et al.* Walnut ointment promotes full-thickness burning wound healing: role of linoleic acid. **ACTA Cirúrgica Brasileira**, v. 37, n. 9, 2022.