

Difusão em disco como ferramenta para avaliação comparativa da atividade antimicrobiana de produtos de fermentação de maçã e laranja provenientes de frutas imperfeitas

Tatiana Ribeiro^{1,2*}, Pablo García³, Luisa Barreiros^{1,4}, Patrícia Correia^{1,2}

¹ Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida 400, 4200-072 Porto, Portugal

² REQUIMTE/LAQV, Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida 400, 4200-072 Porto, Portugal

³ Departamento de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade de Salamanca, Campus Miguel de Unamuno, 37007 - Salamanca, Espanha

⁴ LAQV, REQUIMTE, Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, R. Jorge Viterbo Ferreira 228, 4050-313 Porto, Portugal

* tatiribeiro96@hotmail.com

Enquadramento: A valorização de frutas imperfeitas através da fermentação representa uma abordagem sustentável alinhada com os princípios da economia circular e com a bioprospeção de compostos naturais bioativos [1-3]. Apesar do crescente interesse nesta área, ainda são escassas as comparações entre diferentes matrizes frutícolas fermentadas. Frutas como laranja (*Citrus sinensis*) e maçã (*Malus domestica*) destacam-se pelo elevado teor de compostos fenólicos, flavonoides e ácidos orgânicos, substâncias reconhecidas pelo seu potencial antimicrobiano, que pode ser amplificado por processos fermentativos [4-8].

Objetivo: Avaliar a atividade antimicrobiana de extratos obtidos a partir de laranja e maçã fermentadas, explorando a valorização de frutas imperfeitas como fonte de produtos naturais com potencial aplicação alimentar, farmacêutica ou cosmética. **Métodos:** As amostras de laranja e maçã foram submetidas a fermentação controlada em sistema fechado, com recolha periódica de amostras que foram processadas por centrifugação e filtração. A atividade antimicrobiana dos extratos foi avaliada pelo método de difusão em disco sobre estirpes de referência de bactérias Gram-positivo (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*) e Gram-negativo (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). Foram utilizados antibióticos como controlo positivo e água estéril como controlo negativo. Os resultados foram expressos em halos de inibição (mm). **Resultados:** Algumas amostras fermentadas demonstraram atividade antimicrobiana promissora, evidenciada pela formação de halos de inibição. A maçã fermentada revelou maioritariamente atividade contra bactérias Gram-positivo, enquanto a laranja fermentada apresentou efeito inibitório relevante sobre uma bactéria Gram-negativo. Em alguns casos, os halos de inibição foram comparáveis aos dos antibióticos de referência. As diferenças entre matrizes poderão refletir variações no perfil fitoquímico e nos metabolitos gerados durante a fermentação. **Conclusões:** Os resultados preliminares indicam que frutas imperfeitas fermentadas constituem uma fonte sustentável de agentes antimicrobianos naturais, reforçando o potencial da fermentação na valorização de subprodutos frutícolas e no desenvolvimento de ingredientes funcionais inovadores.

Palavras-chave: Fermentação; Frutas imperfeitas; Produtos naturais; Atividade antimicrobiana; Difusão em disco.

Referências

- [1] Santos, D.; Silva, J.; Pintado, M. Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. *Lwt* 2022, v. 154.
- [2] Yaashikaa, P.; Senthil Kumar, P.; Varjani, Sunita. Valorization of agro-industrial wastes for biorefinery process and circular bioeconomy: A critical review. *Bioresource Technology* 2022, v. 343, pp. 126126. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126126>
- [3] Hurling, R. & Shepherd R. Eating with your eyes: effect of appearance on expectations of liking. *Appetite* 2023, v. 41, p. 167-174. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(03\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(03)00058-8)
- [4] Karima, M. Characterization, Antioxidant, and Antibacterial Activity of Vinegar Resulting from the Natural Fermentation of Two Varieties of Apple: Gala Royal and Golden Delicious. *Journal of Food and Nutrition Research* 2025, pp. 246-255.
- [5] Fariñas-Mera, R. et al. The potential of apple pomace extract as a natural antimicrobial agent. *Industrial Crops and Products* 2025, v. 236, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121891>
- [6] Ribeiro, J. et al. From Apple Waste to Antimicrobial Solutions: A Review of Phenolics from PGI 'Maçã de Alcobaça' and Related Cultivars. *Molecules* 2025, v. 30. <https://doi.org/10.3390/molecules30183679>
- [7] Gökhan, A.; Fatma, B. Effects of fermentation on the quality characteristics and biological activities of citrus juices 2023, v. 130, pp. 634-644.
- [8] Sonia, F.; Annalisa, R.; Valentina, B. Solid by-products from the orange essential oil industry: could they be a source of antimicrobials? 2025, v. 232.