

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* PELO MÉTODO DE DPPH

Milenna Nathalia Borges¹

Bruno Henrique Fontoura²

Solange Teresinha Carpes³

RESUMO: Uso de plantas para fins medicinais é uma prática estabelecida e utilizada das mais variadas formas. Pertencente à família Myrtaceae, a *Melaleuca alternifolia* é uma planta ornamental com potencial farmacêutico. Suas folhas são capazes de produzir um óleo essencial rico em terpenos aromáticos, onde o terpinen-4-ol é o composto majoritário com grande aplicação biológica. A crescente demanda por óleos essenciais gera uma grande quantidade de resíduos, os quais, geralmente são descartados de forma incorreta podendo trazer sérios danos ambientais. Esses resíduos podem ainda conter uma grande concentração de compostos bioativos com potencial para aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e medicinal. Desta forma, o resíduo gerado na extração do óleo essencial de melaleuca foi seco em estufa a 40° C por 42 horas, moído em moinho de facas e utilizado para obtenção do extrato. Alíquotas de 5 g do resíduo foi extraído em 30 mL de etanol 80% (v/v) em banho-maria à 70° C durante 1 hora. A atividade antioxidante foi determinada pelo método do sequestro do radical DPPH o qual obteve-se um teor de $256,42 \pm 6,29$ μmol de Trolox g^{-1} de amostra. Evidenciando que o resíduo da extração do óleo de melaleuca é rico em compostos com potencial antioxidante, podendo ter diversas aplicações biológicas.

Palavras-chave: Plantas medicinais; Atividade antioxidante; DPPH.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE RESIDUE FROM THE EXTRACTION OF *Melaleuca alternifolia* ESSENTIAL OIL BY THE DPPH METHOD

ABSTRACT: The use of plants for medicinal purposes is an established practice and is used in a variety of ways. Belonging to the Myrtaceae family, *Melaleuca alternifolia* is an ornamental plant with pharmaceutical potential. Its leaves are capable of producing an essential oil rich in aromatic terpenes, where terpinen-4-ol is the major compound with great biological application. The growing demand for essential oils generates a large amount of waste, which is usually disposed of incorrectly and can cause serious environmental damage. This waste can also contain a high concentration of bioactive compounds with potential for applications in the food, pharmaceutical and medicinal industries. Thus, the residue generated in the extraction of tea tree essential oil was dried in an oven at 40°C for 42 hours, ground in a knife mill and used to obtain the extract. Aliquots of 5 g of the residue were extracted in 30 mL of 80% ethanol (v/v) in a water bath at 70°C for 1 hour. The antioxidant activity was determined by the DPPH radical scavenging method, which obtained a content of 256.42 ± 6.29 μmol of Trolox g^{-1} of sample. This shows that the residue from the extraction of tea tree oil is rich in compounds with antioxidant potential and may have several biological applications.

Keywords: Medicinal plants; Antioxidant activity; DPPH.

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (PPGTP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Pato Branco - milenna.nathalia.mn.19@gmail.com

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAG), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Pato Branco - bruno-hf@hotmail.com

³Docente do Departamento de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Pato Branco - carpes@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

Há séculos o uso de plantas para fins medicinais é uma prática estabelecida, utilizadas das mais variadas maneiras, usadas para o tratamento ou a prevenção de algumas doenças (Islam et al., 2024). As plantas, além de serem grandes aliadas para a indústria farmacêutica, atuando como fonte de matéria-prima, fazem parte também do quadro econômico de muitos países, gerando fonte de renda para a sua população (Hasan et al., 2024). Estima-se que mundialmente, a quantidade de plantas que podem ser empregadas para algum uso relacionado à saúde, pode chegar a mais de cinquenta mil espécies (Hasan et al., 2024).

Pertencente à família Myrtaceae, a *Melaleuca alternifolia* é uma planta originária da Austrália, cujas folhas eram utilizadas pelos povos indígenas para a produção de um chá aromático, para o tratamento de doenças respiratórias e por essa razão, é comumente conhecida como ‘árvore do chá’ (Amrita; Sharma, 2024).

Além do uso farmacêutico a melaleuca também é utilizada como planta ornamental. As diversas espécies dessa planta podem se desenvolver como arbustos ou até mesmo como grandes árvores, como é o caso da *Melaleuca leucadendra* e a *Melaleuca quinquenervia*. O óleo essencial de melaleuca foi inicialmente identificado pelo povo australiano na década de 1920, mas, na década de 1950, houve uma diminuição em seu uso, acompanhado com as mudanças no perfil de consumo da população, que evidenciaram o aumento do uso de produtos sintéticos. Com o estímulo da horticultura nos anos de 1960, houve um crescente interesse e uma maior demanda pelo óleo essencial de melaleuca. (Ter Huurne et al., 2023).

O óleo essencial, biossintetizado nas folhas de melaleuca é rico em terpenos aromáticos (monoterpenos e sesquiterpenos) (Sushma et al., 2024), dentre os quais, o composto terpinen-4-ol (monoterpeno), pode ser o responsável pelas atividades biológicas apresentadas pelo óleo, como atividades antifúngicas, antibacterianas e anti-inflamatórias (Simran; Madankar, 2023). Devido às suas propriedades biológicas, os óleos essenciais têm se tornado grandes aliados da indústria farmacêutica (Sonawane; Rampurawala; Anantwar, 2024).

Devido ao crescimento de problemas com resistência a medicamentos, o óleo essencial de melaleuca se destaca quanto a sua atividade antimicrobiana, onde é possível utilizá-lo frente a microrganismos resistentes a antibióticos, de forma isolada ou combinada (Cai et al., 2024). Ademais, este óleo tem apresentado atividade antifúngica, para humanos, plantas e animais e propriedades repelentes, contra insetos (Deng et al., 2025).

O óleo essencial de melaleuca pode ser obtidos de diversas partes da planta (caule, folhas, flores e raízes) e são ricos em compostos voláteis, da classe dos terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) sintetizados pela planta pelas rotas do metileritritol fosfato (MEP) e ácido mevalônico (Shen et al., 2024).

Os métodos mais conhecidos para realizar a extração dos óleos essenciais são a hidrodestilação, a extração com solventes apolares e a prensagem a frio, mas novos métodos vêm surgindo, como a extração por micro-ondas, com fluído supercrítico ou ultrassom assistido (Yang et al., 2024). Todos os métodos podem gerar resíduos, que por muitas vezes são descartados de maneira incorreta, em maior quantidade em extrações em escala industrial. Estes resíduos ainda podem possuir outras classes de compostos químicos como os compostos fenólicos, que têm alto potencial biológico (Carpes et al., 2021).

Muitos óleos essenciais ricos em compostos bioativos como os compostos fenólicos vêm sendo uma alternativa natural de compostos antioxidantes, atuando frente aos radicais livres (Cravero et al., 2024). Os radicais livres, moléculas instáveis, ao buscar estabilidade retiram elétrons de outras estruturas, como as células, que perdem sua estabilidade, gerando uma reação em cadeia. Essa reação de oxirredução pode apresentar como um grande problema para os tecidos biológicos saudáveis, causando diversas doenças no corpo humano (Ismail; Tannous, 2024).

Estes radicais, podem surgir em nosso organismo a partir de mecanismos internos, como respiração celular, processos inflamatórios, situações de isquemia, hormônios e respostas imunes, podendo ter sua exposição aumentada por mecanismos externos, como radiação, poluição, pesticidas, tabagismo, dieta inadequada, alcoolismo entre outras, podendo gerar o estresse oxidativo (Rana et al., 2024).

O processo de estresse oxidativo, ocorre quando há um número mais elevado de radicais livres do que o sistema antioxidante endógeno é capaz de estabilizar, com isso os compostos antioxidantes se tornam fundamentais, por serem os responsáveis por doar os elétrons para os radicais livres, tornando-os estáveis, atuando assim como defesa para o organismo (Sattar; Ahmed; Khalaf, 2024).

Visto isto a análise de atividade antioxidante pelo método de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), visa utilizar um radical estável, capaz de interagir com o composto antioxidante presente na amostra que se deseja analisar (Najmeh; Sayyed; Jabbari, 2024). Durante o processo desta análise o nitrogênio livre do DPPH é reduzido pelo antioxidante presente na amostra em questão (Rana et al., 2024).

Levando em consideração a importância biológica, farmacológica e econômica dos óleos essenciais, e o potencial biológico dos compostos presentes nos resíduos da extração, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antioxidante do resíduo da extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, através do método do sequestro do radical DPPH.

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) foram colhidas em fevereiro de 2024, no município de Maringá, PR, Brasil. A extração do óleo essencial das folhas foi conduzida pelo método de hidrodestilação e o resíduo sólido dessa extração foi seco em estufa a 45°C até peso constante e em seguida foi triturada em moinho de facas, tipo Willey (30 mesh).

O extrato hidroalcoólico foi obtido, com 5 gramas do resíduo e 30 mL de etanol/água 80/20% (v/v), banho-maria a 70°C por 1 hora, com agitação em vortex a cada 20 minutos. O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro e armazenado em freezer a -12 °C até a realização da análise.

A medida da atividade do sequestrante do radical DPPH (1,1-difenil-2 picrilhidrazil) foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Fontoura et al. (2024). Para avaliação da atividade antioxidante, os extratos foram reagidos com o radical estável DPPH em uma solução de etanol. Na forma de radical, o DPPH possui uma absorção característica a 517 nm, a qual desaparece após a redução pelo hidrogênio doado por um composto antioxidante. A mistura foi constituída da adição de 0,5 mL de extrato, 3 mL de etanol absoluto e 0,3 mL da solução do radical DPPH 0,3 mM. O antioxidante sintético Trolox foi utilizado para construção da curva padrão e os resultados expressos em mM ET g⁻¹ (ET: Equivalente em Trolox).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade antioxidante do resíduo de melaleuca pelo método de DPPH foi de 256,42 ± 6,29 µmol de ET g⁻¹ de amostra.

Em trabalhos conduzidos por Fontoura et al. (2023) foi possível observar que a alteração nas condições de extração como temperatura, concentração de etanol e tempo de extração

causou uma variação nos valores de atividade antioxidante em cascas de *Bertholletia excelsa* de $569,45 \pm 10,56$ a $2010,83 \pm 7,94$ mM ET g⁻¹.

Estudos conduzidos por Perin *et al.* (2020) também evidenciam que a mudança nas condições que mais afetam a extração de compostos fenólicos com potencial antioxidante (solvente, temperatura e tempo de extração) gerou uma variação no conteúdo fenólico de $414,06 \pm 4,21$ a $989,20 \pm 1,80$ mg EAG g⁻¹ para cascas de *Calycophyllum spruceanum*.

Neste estudo, não foi encontrado na literatura resultados de atividade antioxidante do resíduo da extração de óleo essencial de melaleuca, o que dificulta sua comparação. Além disso, é sabido que qualquer alteração nas condições de plantio, colheita, secagem, uso de solvente extrator e também método de extração e de análise pode modificar os resultados encontrados (Chamali et al., 2023; Vergana-Salinas et al., 2012).

CONCLUSÃO

O uso do resíduo da extração do óleo essencial de melaleuca, que muitas vezes é desprezado gerando um potencial problema ambiental, pode ser uma ótima fonte de compostos naturais com potencial antioxidante, podendo assim ser utilizado para as mais diversas aplicações cosméticas, farmacológicas e na tecnologia de alimentos.

Outros estudos complementares devem ainda ser realizados como determinação de fenóis totais, atividade antioxidante por outros métodos complementares e a identificação do perfil químico presente na amostra, bem como suas aplicações biológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMRITA C.; SHARMA, A. D. 2024. In vitro Aspergillosis and Mucormycosis inhibitory activity determination of essential oil of *Melaleuca alternifolia*: Insights from molecular docking of principal bioactive components, ADMET, PASS and wet lab validation. <https://doi.org/10.1016/j.ecofro.2024.06.005>.

CAI, D.; YE, Y.; SONG, J.; LIU, S.; ZENG, X.; ZHU, B.; TAO, Y.; CHENG, J.; YANG, Y.; ZHANG, Y.; ZOU, Q.; GOU, Y.; SUN, H.; ZENG, H. Z. A chitosan-modified tea tree oil self-nanoemulsion improves antibacterial effects in vivo and in vitro and promotes wound healing by influencing metabolic processes against multidrug-resistant bacterial infections. **International Journal of Biological Macromolecules**, p. 136404–136404, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.136404>.

CARPES, S. T.; BERTOTTO, C.; BILCK, A. P.; YAMASHITA, F.; ANJOS, O.; BAKAR SIDDIQUE, MD ABU; HARRISON, S. M.; BRUNTON, N. P. Bio-based films prepared with apple pomace: volatiles compound composition and mechanical, antioxidant and antibacterial properties. **Lwt-Food Science And Technology**, v. 144, p. 111241, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111241>.

CHAMALI, S.; BENDAOU, H.; BOUAJILA, J.; CAMY, S.; SAADAOU, E.; CONDORET, J.-S.; ROMDHANE, M; *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* **2023**, 35, 100464. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2023.100464>.

CRAVERO, C. F.; JUNCOS, N. S.; GROSSO, N. R.; OLMEDO, R. H. Antioxidant activity evaluation of the combination of Oregano (*Origanum vulgare*) and Laurel (*Laurus nobilis*) essential oil as two natural “chain-breaking” antioxidants by direct measurement of sunflower oil oxidation. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p. 103403–103403, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103403>.

DENG, X.; WEI, Y.; JIANG, S.; YE, J.; CHEN, Y.; XU, F.; CHEN, J.; SHAO, X. Recent advances in the application of tea tree oil in the storage of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 219, p. 113260, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113260>.

FONTOURA, B. H.; PERIN, E. C.; SIMON, A. P.; BETT, C. F. Chemometric Tools to Characterize Phenolic Compounds with Antioxidant Activity of *Melipona quadrifasciata* Propolis from Brazil. *Food Analytical Methods*, v. 17, n. 6, p. 812–824, 2024. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02611-y>.

FONTOURA, B. H.; PERIN, E. C.; TEIXEIRA, S. D.; DE LIMA, V. A.; CARPES, S. T. Multivariate and machine learning approaches for prediction of antioxidant potential in *Bertholletia excelsa* barks. **Journal of King Saud University - Science**, v. 35, n. 7, p. 102792–102792, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102792>.

HASAN, N.; LASKAR, R. A.; FAROOQUI, S. A.; NAAZ, N.; SHARMA, N.; BUDAZOTI, M.; JOSHI, D. C.; CHOUDHARY, S.; BHINDA, M. S. Genetic Improvement of Medicinal and Aromatic Plant Species: Breeding Techniques, Conservative Practices and Future Prospects. **Crop Design**, p. 100080, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2024.100080>.

ISLAM, M. M.; RAHMAN, S.; HOQUE, N.; MAMUN, MD. AL; MOHEUDDIN, MD. SULTAN; ALI, D. S.; RASHID, M. R. A.; MASUM, S.; FERDAUS, DR. H.; NILOY, N. T.; RAHMAN, D. A. REMP: A Unique Dataset of Rare and Endangered Medicinal Plants in Bangladesh for Sustainable Healing and Biodiversity Conservation. **Data in Brief**, v. 57, p. 110895–110895, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110895>.

ISMAIL, R.; TANNOUS, J. H. Free radical quantification in chemical systems: Challenges and future perspectives. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 210, p. 97–111, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2024.08.021>.

NAJMEH, M.; SAYYED, A. N. A.; JABBARI, M. Exploring the DPPH radical scavenging capacity for activated carbon nanoparticles prepared from date seed by an electrochemical approach. **Journal of the Indian Chemical Society**, v. 101, n. 10, p. 101269–101269, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2024.101269>.

PERIN, E. C.; FONTOURA, B. H.; LIMA, V. A.; CARPES, S. T. RGB pattern of images allows rapid and efficient prediction of antioxidant potential in Calycophyllum spruceanum barks. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, n. 9, p. 7104–7114, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.07.015>.

RANA, M. D. S.; RAYHAN, N. M. A.; EMON, M. D. S. H.; ISLAM, M. [D. T.](#); RATHRY, K.; HASAN, M. [D. M.](#); MANSUR, [M. D. M. I.](#); SRIJON, [B. C.](#); ISLAM, [M. D. S.](#); RAY, A. [R.](#); RABIK, [M. D. A.](#); ISLAM, A., ZAHAN, [M. D. K. E.](#); HOSSEN, M. [D. F.](#); ASRAF, M. [D. A.](#) Antioxidant activity of Schiff base ligands using the DPPH scavenging assay: an updated review. **RSC Advances**, v. 14, n. 45, p. 33094–33123, 2024. <https://doi.org/10.1039/d4ra04375h>.

SATTAR, Z. A.; AHMED, M. M.; KHALAF, Y. H. Green synthesis of Curcuma longa-mediated Palladium nanoparticles as antioxidant, antimicrobial, and anticancer agents. **Results in Chemistry**, v. 9, p. 101675–101675, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101675>.

SIMRAN V. P.; MADANKAR, C. S. Synthesis of Melaleuca alternifolia & Cinnamomum zeylanicum oil microcapsules using molecular inclusion technique. **Materials Today Proceedings**, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.243>.

SHEN, Q. J.; SUN, J.; PAN, J. N.; TU, T.; ZHOU, W. W. Synergistic antimicrobial potential of essential oil nanoemulsion and ultrasound and application in food industry: A review. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, p. 103867–103867, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103867>.

SONAWANE, M. S.; RAMPURAWALA, U.; ANANTWAR, S. P. Development and validation of a method for the simultaneous estimation of terpinene-4-ol and 1,8-cineole in Melaleuca alternifolia (Maiden & Betche) Cheel and Rosmarinus officinalis L. oil using HPTLC coupled with a QbD approach. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 43, p. 100584, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2024.100584>.

SUSHMA K.; PANDEY, H.; PADALIA R. C.; TIWARI, A.; PRAKASH, O. Phytochemical analysis, post-harvest shade drying, and biological activities of Melaleuca linariifolia Sm. from foothills of Kumaun Himalayas, India. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 114, p. 104824–104824, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2024.104824>.

TER HUURNE, M. B.; POTGIETER, L. J.; BOTELLA, C.; RICHARDSON, D. Melaleuca (Myrtaceae): Biogeography of an important genus of trees and shrubs in a changing world. **South African Journal of Botany**, v. 162, p. 230–244, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.08.052>.

VERGARA-SALINAS, J. R.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; TORRES, J. L.; AGOSIN, E.; PÉREZ-CORREA, J. R; *J. Agric. Food Chem.* **2012**, 60 (44), 10920–10929. <https://doi.org/10.1021/jf3027759>

YANG, H.; ZHOU, P.; LI, X.; LIQUN, S. A green and efficient approach for the simultaneous extraction and mechanisms of essential oil and lignin from Cinnamomum camphora: Process optimization based on deep learning. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 277, p. 134215–134215, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134215>.