

Desafios e Perspectivas no Estudo e Aplicação de Óleos Essenciais

José Galberto Martins da Costa.

A dedicação científica, industrial e terapêutica pelos óleos essenciais tem aumentado exponencialmente nas últimas décadas. O uso desses produtos naturais, que vão desde produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios até biopesticidas e conservantes naturais, representa campo fértil para inovação. Entretanto, apesar de seu amplo potencial, diversos desafios técnicos, ecológicos e regulatórios ainda condicionam seu aproveitamento pleno.

Um dos principais fatores que limitam o uso padronizado dos óleos essenciais é a variabilidade de sua composição química, que pode sofrer alterações significativas conforme a estação do ano, o solo, a altitude, a fenologia da planta, a parte vegetal utilizada e até mesmo o método de extração adotado (MUGAO, 2024). Essa limitação dificulta a padronização necessária para aplicações farmacêuticas ou industriais, exigindo metodologias analíticas precisas e repetíveis.

Outro desafio importante é o baixo rendimento de extração de muitos óleos essenciais. Em diversas espécies aromáticas, o rendimento pode ser inferior a 1% da biomassa, tornando o processo economicamente inviável em larga escala sem otimizações tecnológicas. Soma-se a isso, o problema da instabilidade química, considerando que os óleos essenciais são compostos por substâncias voláteis e sensíveis à luz, oxigênio e calor, o que pode levar à perda de atividade biológica ou à formação de subprodutos tóxicos durante o armazenamento e manuseio (DAS; PRAKASH, 2023).

Ainda que, sistematicamente associados ao conceito de “natural e seguro”, muitos óleos essenciais apresentam potenciais efeitos tóxicos, principalmente em doses elevadas ou uso prolongado. Existem indicações crescentes de que componentes como eugenol, citronelal ou timol podem causar irritações cutâneas, sensibilizações, toxicidade hepática e interações medicamentosas, sendo que para a maioria dos constituintes químicos há escassez de estudos toxicológicos detalhados (TAMBURLIN *et al.*, 2021).

Normas de rotulagem, pureza, métodos de controle de qualidade e exigências de segurança variam amplamente entre jurisdições entre países, dificultando o comércio internacional e a confiança do consumidor. Além disso, a exploração não sustentável de espécies produtoras de óleos essenciais, especialmente em biomas frágeis como a Caatinga, pode levar à perda de *habitat*, erosão genética e biopirataria, agravada pela ausência de planos de manejo ou protocolos de acesso aos recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2024).

Considerando os diversos desafios, algumas estratégias vêm sendo apresentadas e executadas para maximizar os benefícios e mitigar os riscos do uso de óleos essenciais. No campo da engenharia de processos, tecnologias emergentes como extração assistida por micro-ondas (MAE), ultrassom (UAE), fluidos supercríticos e extração enzimática têm sido cada vez mais adotadas, e mostrado

resultados promissores ao melhorar o rendimento extrativo e preservar a integridade dos compostos voláteis (NABI *et al.*, 2025).

A inserção de inteligência artificial (IA) e algoritmos de aprendizado de máquina representa tendência que surgem, com habilidade para antecipar o perfil químico de óleos essenciais, baseado em dados ambientais, otimizar parâmetros de extração e detectar adulterações ou degradações químicas. O estudo recente de Wang *et al.* (2024), demonstrou como modelos prognósticos podem contribuir na padronização da qualidade de óleos essenciais decorrentes de diferentes regiões geográficas (NAYAK *et al.*, 2025).

Outra frente de estudos com óleos essenciais é que cada vez mais sejam executadas pesquisas que envolvam a criação de formulações inovadoras, como nanoemulsões, lipossomas e sistemas de liberação controlada, que otimizam estabilidade aos compostos, diminuem volatilização, melhoram a penetração em tecidos biológicos e permitem o uso de doses menores com maior eficácia (CHATZZIDAKI; MITSOU, 2025).

Quanto ao contexto da sustentabilidade e justiça social, iniciativas voltadas ao cultivo de espécies nativas, certificação de origem, uso ético do conhecimento tradicional e participação ativa das comunidades locais na cadeia produtiva dos óleos essenciais têm ganhado força. Essas abordagens não apenas promovem a conservação ambiental, como também estimulam o desenvolvimento territorial sustentável, especialmente em regiões como o semiárido nordestino.

Enfim, presume-se que, com o avanço das pesquisas e suas tecnologias, exista harmonização regulatória internacional mais sólida, com estudos toxicológicos padronizados, permitindo que os óleos essenciais sejam incorporados com segurança a protocolos médicos, terapias complementares e produtos industriais.

Referências

- ALVES, Jorge Henrique *et al.* Mapeamento e análise da diversidade de sementes em Casas de Sementes do Cariri Cearense / Mapping and analysis of diversity in seed house in Cariri Cearense / Mapeo y análisis de la diversidad en casa de semillas en Cariri Cearense. **Revista Nera**, v. 27, n. 1, 13 dez. 2023.
- ARAÚJO, R. F. *et al.* Etnobotânica e uso de plantas medicinais no Cariri cearense: saberes tradicionais e sustentabilidade. **Revista Nordestina de Biologia**, 21(3), 51–63, 2022.
- CHATZIDAKI, M. D.; MITSOU, E. Advancements in nanoemulsion-based drug delivery across different administration routes. **Pharmaceutics**, v. 17, n. 3, p. 337, 2025. DOI: 10.3390/pharmaceutics17030337.
- DAS, S.; PRAKASH, B. Effect of environmental factors on essential oil biosynthesis, chemical stability, and yields. **Singapore: Springer Nature Singapore**, 2023. p. 225-247. DOI: 10.1007/978-981-99-4370-8_10.
- MUGAO, L. Factors influencing yield, chemical composition and efficacy of essential oils. **Int. J.**

Multidiscip.Res.GrowthEval,v.5,n.4,p.169-178,2024.DOI:10.54660/IJMRGE.2024.5.4.169-178.

NABI, M. H. B. *et al.* Essential Oils: Advances in Extraction Techniques, Chemical Composition, Bioactivities, and Emerging Applications. **Food Chemistry Advances**, p. 101048, 2025. DOI: 10.1016/j.focha.2025.101048.

NAYAK, S. *et al.* Unlocking the potential of essential oils in aromatic plants: a guide to recovery, modern innovations, regulation and AI integration. **Planta**, v. 262, n. 1, p. 6, 2025. DOI: 10.1007/s00425-025-04724-y.

Projeto Caatinga Essencial: Bioprospecção e Sustentabilidade. Embrapa Semiárido, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 14 out. 2025).

ALVES, Jorge Henrique *et al.* Mapeamento e análise da diversidade de sementes em Casas de Sementes do Cariri Cearense / Mapping and analysis of diversity in seed house in Cariri Cearense / Mapeo y análisis de la diversidad en casa de semillas en Cariri Cearense. **Revista Nera**, v. 27, n. 1, 13 dez. 2023.

ARAÚJO, R. F. *et al.* Etnobotânica e uso de plantas medicinais no Cariri cearense: saberes tradicionais e sustentabilidade. **Revista Nordestina de Biologia**, 21(3), 51–63, 2022.

TAMBURLIN, I. *et al.* Toxicological safety assessment of essential oils used as food supplements to establish safe oral recommended doses. **Food and Chemical Toxicology**, v. 157, p. 112603, 2021. DOI: 10.1016/j.fct.2021.112603.