COMPÓSITO POLIMÉRICO UTILIZANDO CASCA DE CAFÉ: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Autores: Ana Caroline Grillo do Amaral Gonçalves[1], Michel Picanço Oliveira[2], Josinaldo Oliveira Dias[2].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, anacarolinegrilloamaral@gmail.com.
[2]Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Governador Lindemberg, 316 – 6, Centro – 29550-000 – Jerônimo Monteiro-ES, Brasil, michel.oliveira@ufes.br, josinaldo.dias@ufes.br.

Resumo

Este artigo apresenta uma análise bibliométrica sobre compósitos poliméricos reforçados com casca de café, com o objetivo de mapear o cenário da pesquisa, identificar tendências e lacunas. A casca de café, subproduto abundante da indústria cafeeira, apresenta potencial como carga lignocelulósica para a valorização de resíduos agroindustriais e o desenvolvimento de materiais sustentáveis. A metodologia empregou buscas nas bases *Scopus* e *Web of Science*, com os descritores "*coffee husk*" e "*composite*", considerando publicações de 2020 a 2025. Foram analisados indicadores de produção científica, periódicos, autores, países, instituições, citações e palavras-chave. Os resultados mostram crescimento da produção e concentração dos estudos em matrizes como polipropileno e polietileno, além de avanços em propriedades mecânicas, estabilidade térmica e estratégias de melhoria da interface fibra-matriz. As análises destacam sustentabilidade, biodegradabilidade e economia circular como tendências centrais. Conclui-se que a casca de café constitui reforço promissor para compósitos poliméricos e que futuras pesquisas devem priorizar desempenho interfacial e escalabilidade industrial.
Palavras-chave: Casca de café. Compósito. Polipropileno. Análise bibliométrica. Materiais sustentáveis.

Área do Conhecimento: Engenharias – Engenharia de Materiais e Metalúrgica

Introdução

A preocupação com a sustentabilidade e a necessidade de reduzir o impacto dos resíduos industriais têm impulsionado o desenvolvimento de novos materiais. Compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais constituem alternativa aos materiais convencionais, e o polipropileno (PP) destaca-se como matriz por sua processabilidade, baixo custo e propriedades mecânicas (Chang, 2020).

Compósitos de matriz polimérica apresentam elevada capacidade de suporte de carga, estabilidade térmica e resistência química, ampliando sua aplicação em setores como automotivo e aeroespacial. A escolha da matriz influencia o comportamento ambiental e os parâmetros de processamento; termoplásticos, como o PP, oferecem ciclos produtivos rápidos e possibilidade de reaproveitamento após o uso (Vishwas, Sharnappa, Satyabodh, 2021).

O reforço pode ser empregado na forma de partículas, plaquetas ou fibras. Fibras naturais vêm recebendo atenção devido à origem renovável, menor densidade e menor impacto ambiental (Mahmud *et al.*, 2021). Nesse contexto, a casca de café, resíduo abundante da indústria cafeeira, apresenta composição lignocelulósica compatível com sua utilização em compósitos e contribui para a valorização de resíduos e a economia circular (Tsigkou *et al.*, 2025)

O desempenho dos compósitos depende das propriedades da matriz, das características do reforço e da eficiência da interface fibra-matriz (Kangishwar *et al.*, 2023). Em compósitos de PP com casca de café, a extrusão promove a mistura dos constituintes, embora o cisalhamento possa fragmentar as fibras e o fluxo orientar o reforço. Assim, composição e microestrutura gerada no processamento determinam as propriedades finais. (Blasi *et al.*, 2023)

A presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica sistemática da literatura científica sobre o potencial de utilização da casca de café como reforço em compósitos de matriz

polimérica, empregando o polipropileno como matriz, e mapear tendências, lacunas e oportunidades de pesquisa entre 2020 e 2025.

Metodologia

A análise bibliométrica seguiu protocolo sistemático nas bases *Scopus* e *Web of Science* (*WoS*), reconhecidas pela ampla cobertura de literatura científica revisada por pares. A estratégia de busca empregou a combinação de palavras-chave com operador booleano: ("*coffee husk*") *AND* ("*composite*"), com recorte temporal de 2020 a 2025.

A busca resultou em 190 registros, como demonstrado na Tabela 1. Foram incluídos artigos de periódicos que abordassem diretamente a síntese, caracterização ou aplicação de compósitos reforçados com casca de café; foram excluídos trabalhos fora do período ou relacionados a outros polímeros ou reforços.

Tabela 1 – Quantitativo de trabalhos encontrados em cada base de dados.

Etapa	Quantidade
Quantidade de registros da *Scopus*	48
Quantidade de registros da *Web of Science (WoS)*	142
Registros totais identificados	190

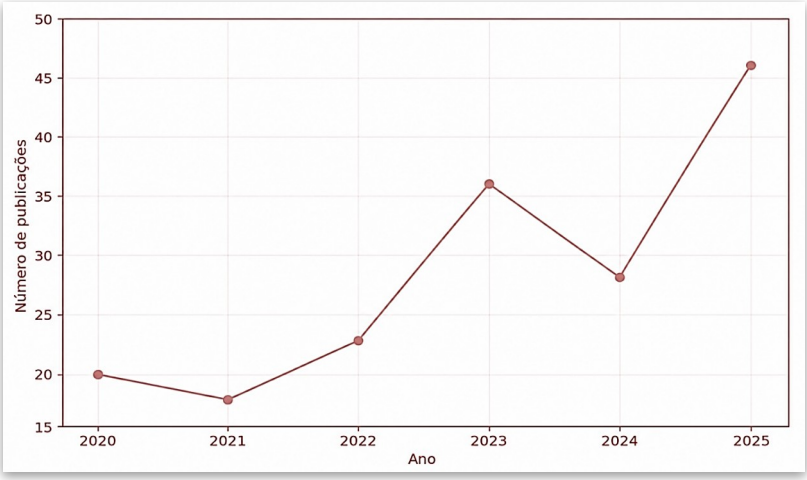
Fonte: Os autores (2026).

Os dados de autores, afiliações, países, periódicos, palavras-chave e citações foram extraídos das duas bases e processados no RStudio com o pacote Bibliometrix. Foram gerados indicadores de produção anual, instituições e países, impacto de citações, palavras-chave, aplicações e redes de colaboração, com normalização básica de nomes e agrupamento temático.

Resultados

A produção científica sobre compósitos de polipropileno reforçados com casca de café apresentou crescimento entre 2020 e 2025, superior a 120%, com pico em 2025, conforme Figura 1. O resultado evidencia o fortalecimento do tema e o crescente interesse na valorização de resíduos agroindustriais.

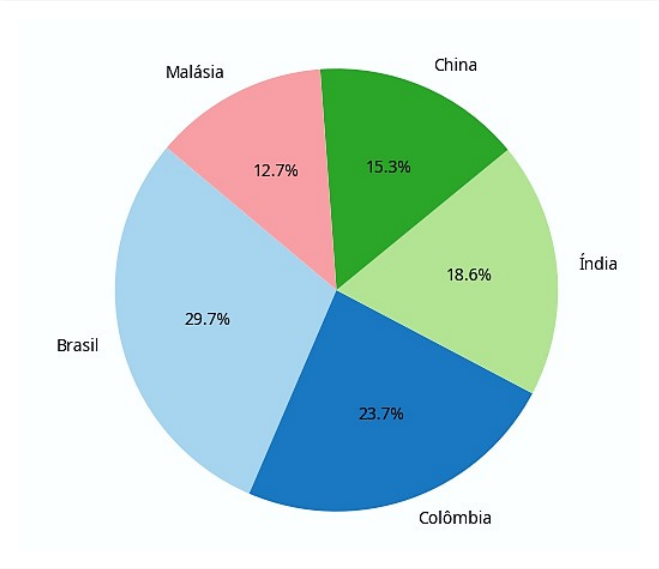
Figura 1 – Evolução das publicações por ano.



Fonte: Os autores (2026).

Os periódicos com maior número de publicações incluem *Polymers*, *Journal of Polymers and the Environment*, *Materials*, *Sustainable Environment Research* e *Journal of Applied Polymer Science*. O Brasil destaca-se entre os países contribuintes, seguido por Colômbia, Índia, China e Malásia, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Principais países em publicações sobre o tema.

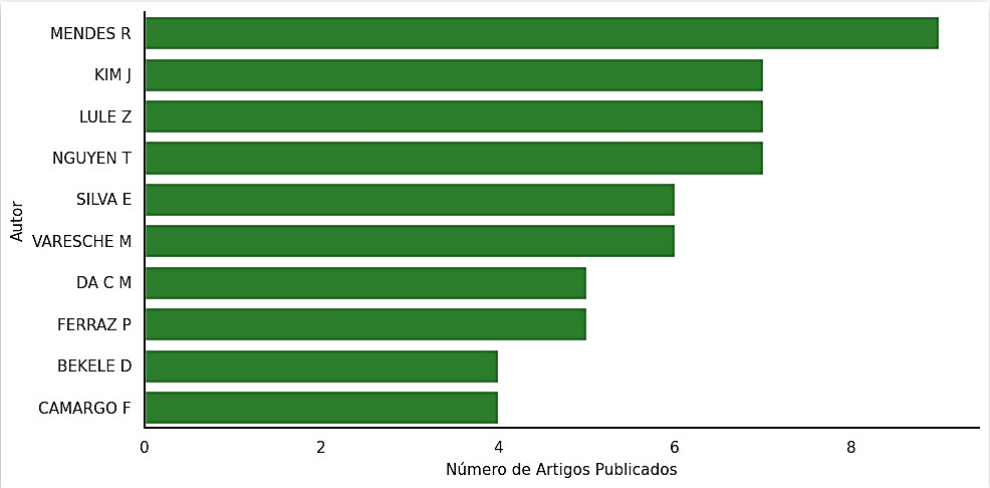


Fonte: Os autores (2026).

Discussão

A produção científica apresenta concentração em grupos específicos de autores, com destaque para Mendes R., Kim J., Lule Z. e Nguyen T., conforme Figura 3, indicando a consolidação de pesquisadores e redes de colaboração em um campo ainda especializado. A diferença relativamente pequena entre os autores mais produtivos sugere participação contínua de diferentes centros de pesquisa.

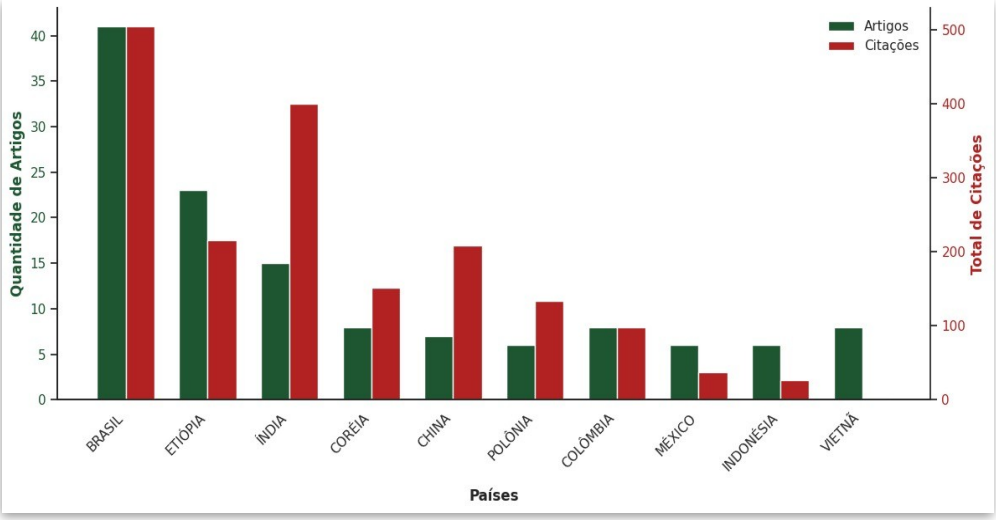
Figura 3 - Principais autores e número de publicações sobre o tema.



Fonte: Os autores (2026).

Observa-se na Figura 4, sob a perspectiva geográfica, que o Brasil ocupa posição de liderança, com aproximadamente 41 artigos e mais de 500 citações. Etiópia e Índia também apresentam elevada produtividade, enquanto a Índia se destaca pelo volume de citações. A distribuição reforça a relação entre produção científica e disponibilidade de biomassa residual em países produtores de café. As instituições mais produtivas incluem UFLA, USP e UFSCAR, evidenciando a participação de universidades brasileiras em uma temática associada à produção cafeeira e à valorização do resíduo agroindustrial.

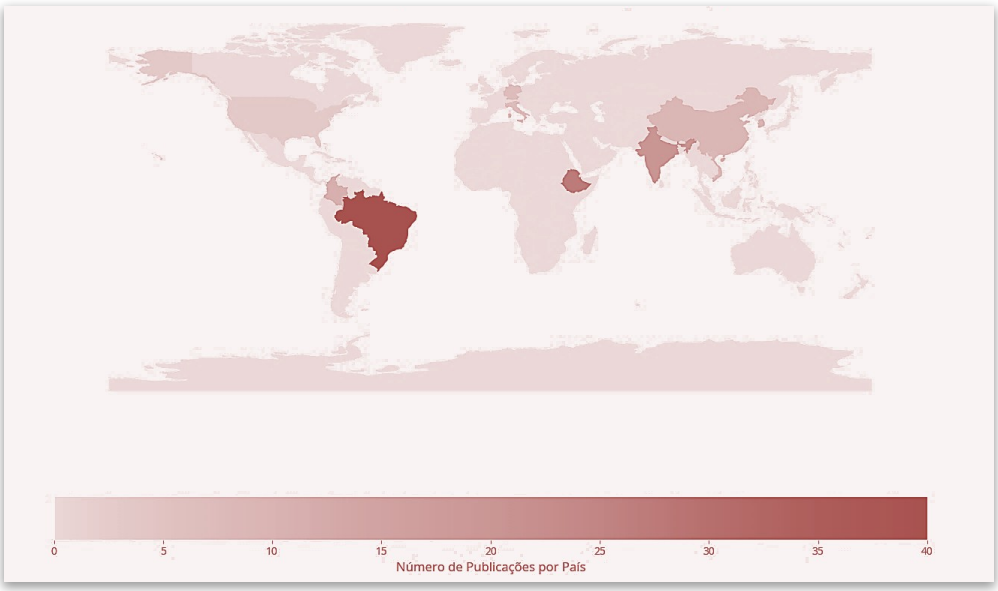
Figura 4 - Relação da quantidade de artigos científicos, país de origem e número de citações sobre o tema.



Fonte: Os autores (2026).

O mapa de produção global, Figura 5, evidencia a liderança do Brasil, seguido por Etiópia, Índia e Colômbia. A predominância de países produtores de café demonstra a influência da disponibilidade do resíduo sobre a geração de conhecimento e sobre a busca de soluções locais e sustentáveis. A colaboração internacional complementa esse cenário ao evidenciar a formação de redes entre diferentes centros de pesquisa e países.

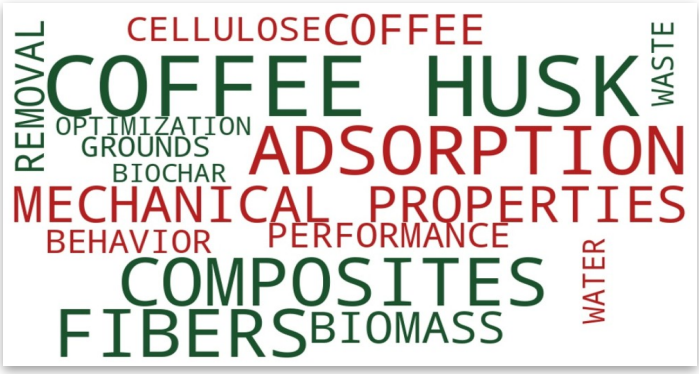
Figura 5 – Mapa múndi com número de publicações por país.



Fonte: Os autores (2026).

As palavras-chave mais frequentes, evidenciadas na Figura 6, incluem “*Coffee husk*”, “*Composites*”, “*Mechanical properties*”, “*Fibers*” e “*Adsorption*”, indicando concentração em propriedades mecânicas e em aplicações ambientais. As tendências apontam para otimização do processamento e modificação da superfície da casca para melhorar a interface fibra-matriz.

Figura 6. Nuvem de palavras com palavras-chave sobre o tema.



Fonte: Os autores (2026).

A evolução temática mostra transição de estudos sobre polipropileno e propriedades mecânicas para temas como biochar, adsorção, biodegradabilidade e aplicações funcionais, refletindo o amadurecimento e a diversificação do campo. Nota-se um interesse crescente em Biochar (biocarvão) e propriedades de Adsorção nos anos mais recentes (2024-2025), sugerindo que a casca de café está sendo explorada não apenas como reforço estrutural, mas também para tratamento de efluentes e aplicações funcionais, como indicado na Tabela 3, refletindo a dinâmica e a adaptabilidade da pesquisa às novas demandas e desafios tecnológicos e ambientais.

Tabela 3 – Evolução temática (2020-2025).

Ano	Principais Temas (Keywords)
2020	Coffee husk, Polypropylene, Methylene blue, Fiber-reinforced plastics
2021	Coffee husk, Biocomposite, Lignocellulose, Sugarcane bagasse
2022	Coffee husk, Biocomposite, Mechanical properties, Lignocellulose
2023	Coffee husk, Degradation, Sound absorption, Response surface methodology
2024	Adsorption, Biochar, Biodegradability, Biochar-nanocomposite
2025	Coffee husk, Thermal properties, Adsorption, Biocomposites

Fonte: Os autores (2026).

Conclusão

A análise bibliométrica realizada demonstrou um campo de pesquisa dinâmico e em expansão sobre compósitos de polipropileno reforçados com casca de café. O aumento no número de publicações e a diversidade de países e periódicos envolvidos revelam a importância global deste tema. A valorização da casca de café como reforço em compósitos de PP oferece uma solução promissora para desafios ambientais e econômicos, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade e da economia circular.

Os trabalhos mais recentes de 2024 a 2026 indicam uma mudança de foco. Enquanto os estudos iniciais estavam concentrados na caracterização físico-química da casca de café, as pesquisas atuais enfatizam: otimização de processos, modelagem estatística (*Response Surface Methodology*), desenvolvimento de materiais de alto desempenho, aplicações biomédicas, embalagens sustentáveis, compósitos acústicos, materiais multifuncionais. E cresce o interesse por economia circular, análise do ciclo de vida (LCA), sustentabilidade industrial e substituição de materiais derivados do petróleo.

A literatura evidencia que a casca de café deixou de ser considerada apenas um resíduo agrícola e passou a ser tratada como uma matéria-prima estratégica para aplicações de maior valor agregado. O campo evoluiu de estudos básicos de caracterização para pesquisas voltadas ao desenvolvimento de produtos e tecnologias industrialmente aplicáveis.

Os resultados apontam que os compósitos poliméricos representam atualmente a principal rota tecnológica investigada, seguidos pela produção de adsorventes ambientais e materiais carbonáceos. Paralelamente, observa-se crescente integração da casca de café aos conceitos de bioeconomia e economia circular, reforçando seu potencial como recurso renovável para os setores de materiais, energia e meio ambiente.

Esses padrões sugerem que futuras pesquisas devem se concentrar na padronização de metodologias de caracterização, na melhoria das propriedades dos compósitos e na incorporação da casca de café em cadeias produtivas sustentáveis de maior valor econômico, no desenvolvimento de agentes compatibilizantes mais eficazes e na escalabilidade industrial dos processos, contribuindo assim para a consolidação desses materiais como uma alternativa viável e sustentável.

Referências

Blasi, A. et al. (2023) Lignocellulosic Agricultural Waste Valorization to Obtain Valuable Products: An Overview. **Recycling**, v. 8, n. 4, p. 61. https://doi.org/10.3390/recycling8040061

Chang BP, Mohanty AK, Misra M (2020) Studies on durability of sustainable biobased composites: a review. **RSC** Adv 10(31):17955–17999. https://doi.org/10.1039/c9ra09554c

Kangishwar, S. et al. (2023) A comprehensive review on polymer matrix composites: material selection, fabrication, and application. **Polymer Bulletin**. https://doi.org/10.1007/s00289-022-04087-4

Mahmud, S., Hasan, K.M.F., Jahid, M.A. et al. (2021) Comprehensive review on plant fiber-reinforced polymeric biocomposites. **J Mater Sci** 56, 7231–7264. https://doi.org/10.1007/s10853-021-05774-9

Tsigkou, K. et al. (2025) Coffee processing waste: Unlocking opportunities for sustainable development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 210, p. 115263, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115263

Vishwas M., Sharnappa J., Satyabodh M. K. (2021) A comprehensive review on material selection for polymer matrix composites subjected to impact load. **Defence Technology**, Volume 17, Issue 1, Pages 257-277, ISSN 2214-9147, https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.04.002.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.