

**A POPULARIZAÇÃO DOS BIOPOLÍMEROS EM PROCESSOS DE FILTRAÇÃO, SORÇÃO E FOTOCATÁLISE: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA E TEMPORAL.**

Bruno Puzi de Oliveira, Alexandre Tadeu Paulino

**INTRODUÇÃO**

A crescente demanda global por água potável, aliada à contaminação exponencial dos corpos hídricos, exige tecnologias de tratamento que sejam eficientes, viáveis e ambientalmente responsáveis. Neste cenário, os biopolímeros que são macromoléculas de origem natural, biodegradáveis e de baixo custo surgem como uma das alternativas mais promissoras, alinhadas aos princípios da química verde. Apesar do interesse científico, o conhecimento na área permanece fragmentado, dificultando uma visão unificada e histórica. Diante desta lacuna, o presente resumo tem como objetivo realizar uma análise bibliográfica e temporal da utilização de biopolímeros em processos de filtração, sorção e fotocatálise, buscando mapear a evolução do campo, identificar os principais materiais, analisar suas vantagens e apontar as perspectivas futuras para a aplicação dessas tecnologias.

**DESENVOLVIMENTO**

O presente trabalho foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica detalhada, realizada entre março e junho de 2025. As buscas ocorreram em bases de dados como scopus, sciencedirect e google scholar, utilizando termos como "biopolymer", "adsorption", "filtration" e "photoanalysis". Foram selecionados mais de 50 artigos publicados entre 2010 e 2025, que abordavam o uso de biopolímeros naturais na remediação de água com dados experimentais validados. Artigos duplicados, aqueles focados em polímeros sintéticos ou que fugiam do escopo temático foram excluídos do estudo.

**RESULTADOS**

Na filtração, a celulose e a quitosana se destacam pela eficiência na remoção de partículas suspensas e íons metálicos (88-96%). A tendência é o desenvolvimento de membranas compósitas e funcionalizadas, que superam as limitações de estabilidade dos biopolímeros puros e atuam como sistemas de tratamento inteligentes. A sorção consolidou-se como uma das aplicações mais promissoras, com a quitosana sendo o material mais investigado devido aos seus grupos funcionais reativos. Ela apresenta eficiência superior a 92% na remoção de metais potencialmente tóxicos de águas, e sua alta capacidade de regeneração (mantendo 86% da eficiência após cinco ciclos) é um fator crucial que valida sua viabilidade econômica e sustentabilidade. Na fotocatálise, os biopolímeros atuam como suportes estratégicos para nanopartículas (como TiO<sub>2</sub> e ZnO), impedindo sua aglomeração e facilitando sua recuperação. Esses sistemas compósitos demonstram alta eficácia na degradação de poluentes orgânicos persistentes, como corantes (94%) e fármacos (87%).

A análise temporal mostrou um crescimento exponencial de publicações a partir de 2015, impulsionado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS). Geograficamente, a pesquisa é liderada por países como china, índia e brasil, que enfrentam desafios hídricos e possuem vasta disponibilidade de biomassa. Há uma clara transição de estudos com processos isolados para sistemas híbridos (sorção + fotocatálise, por exemplo), que tratam efluentes complexos com maior eficiência global. Este cenário demonstra uma transição da pesquisa fundamental para uma ciência aplicada, focada em desenvolver soluções

escaláveis, de baixo custo e que promovam a justiça ambiental, especialmente em contextos descentralizados e vulneráveis.

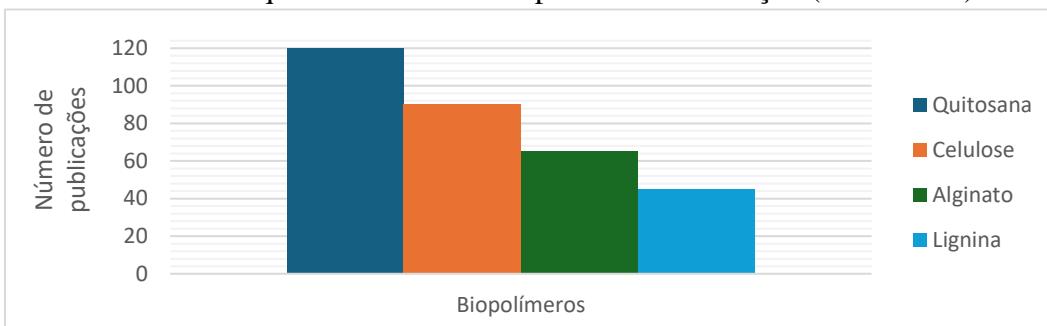
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho atingiu seu objetivo de mapear o cenário científico do uso de biopolímeros no tratamento de água, confirmando sua consolidação como uma tecnologia verde eficaz e promissora. Os resultados evidenciam que materiais como a quitosana e a celulose são altamente eficientes, e sua viabilidade é potencializada pelo caráter renovável, baixo custo e capacidade de reuso. A pesquisa na área está amadurecendo, movendo-se em direção a sistemas híbridos e multifuncionais, projetados para desafios reais. Conclui-se que os biopolímeros não são apenas alternativas, mas ferramentas estratégicas para promover a justiça ambiental, especialmente em contextos descentralizados, contribuindo para a universalização do acesso à água potável.

**Palavras-chave:** Biopolímeros; Tratamento de água; Sorção; Filtração; Fotocatálise; Quitosana; Química verde.

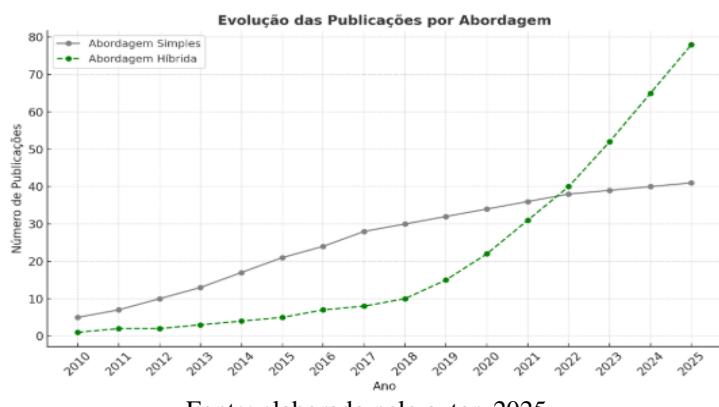
## ILUSTRAÇÕES

**Gráfico 1** – Frequência de uso de biopolímeros em sorção (2010–2025)



*A proeminência da quitosana como o biopolímero mais estudado e utilizado em processos de sorção. Sendo o centro de pesquisa e aprimoramento dos métodos alternativos analisados.*

**Gráfico 2** – Publicações por tipo de abordagem (simples x híbrida)



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

*A evolução do campo de pesquisa, que demonstra visualmente a transição de estudos focados em processos isolados (abordagem simples) para sistemas integrados e mais complexos (abordagem híbrida), o que sinaliza o amadurecimento da tecnologia.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADYA JHA, Sumit M., Exploring the potential of waste biomass-derived pectin and its functionalized derivatives for water treatment, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 275, Part 2, 2024, 133613, Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133613>.

AHMED N. Doyo, et al. Recent advances in cellulose, chitosan, and alginate based biopolymeric composites for adsorption of heavy metals from wastewater, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Volume 151, 2023, 105095, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2023.105095>.

ANDREAS, M. et al. Nanocellulose water treatment membranes and filters: a review. behalf of Society of Chemical Industry, DOI 10.1002/pi.5993, 2020. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/pi.5993>

BALAKRISHAN, A. et al. Biopolymer-supported TiO<sub>2</sub> as a sustainable photocatalyst for wastewater treatment: a review. Environ Chem Lett 20, 3071–3098 (2022). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01443-8>

CHUKWUKA, B. A., et al. Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>)-based photocatalyst materials activity enhancement for contaminants of emerging concern (CECs) degradation: In the light of modification strategies. Chemical Engineering Journal Advances, Volume 10, 2022, 100262, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100262>.

NAGGAR, N. E. A. et al. Green synthesis of BiVO<sub>4</sub>/pectin nanocomposite for photocatalytic degradation of atrazine in water. International Journal of Biological Macromolecules, v. 198, p. 316–326, 2022.

JIA F. C., et al. Recent development of magnetic biochar crosslinked chitosan on heavy metal removal from wastewater – Modification, application and mechanism, Chemosphere, Volume 291, Part 3, 2022, 133035, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133035>.

KHAN, M. et al. Removal of pharmaceutical contaminants from water using lignin-based sorbents. Environmental Research, v. 196, p. 110903, 2021.

KOLYA, H.; Kang, C.-W. Next-Generation Water Treatment: Exploring the Potential of Biopolymer-Based Nanocomposites in Adsorption and Membrane Filtration. Polymers 2023, 15, 3421. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym15163421>

LI, X. et al. Photocatalytic degradation of diclofenac using ZnO/cellulose composite membranes under solar irradiation. Separation and Purification Technology, v. 272, p. 118896, 2022.

PANDEY, A. et al. Pharmaceutical and biomedical applications of cellulose nanofibers: a review. Environ Chem Lett 19, 2043–2055 (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01182-2>.

RU JIANG, et al. Sustainable chitosan-based materials as heterogeneous catalyst for application in wastewater treatment and water purification: An up-to-date review, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 273, Part 1, 2024, 133043, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133043>.

SAUD, A., Saleem, H.; Progress and Prospects of Nanocellulose-Based Membranes for Desalination and Water Treatment. Membranes 2022, 12, 462. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/membranes12050462>

SHARMA, A. K. et al. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> embedded κ-carrageenan/sodium alginate hydrogels for the removal of basic dyes, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 654, 2022, 130155, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.130155>.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Bruno Puzi de Oliveira.

**MODALIDADE DE BOLSA:** Iniciação Científica - IC

**VIGÊNCIA:** 01/09/2024 a 31/08/2025 – Total: 12 meses

**ORIENTADOR(A):** Alexandre Tadeu Paulino.

**CENTRO DE ENSINO:** CCT

**DEPARTAMENTO:** DEQUI – Departamento da Química.

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências exatas e da terra.

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Desenvolvimento de Métodos Despoluentes para Recuperação de Águas Residuais.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP4020-2022