

## 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 "photoatalysis". 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  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$ ), 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.

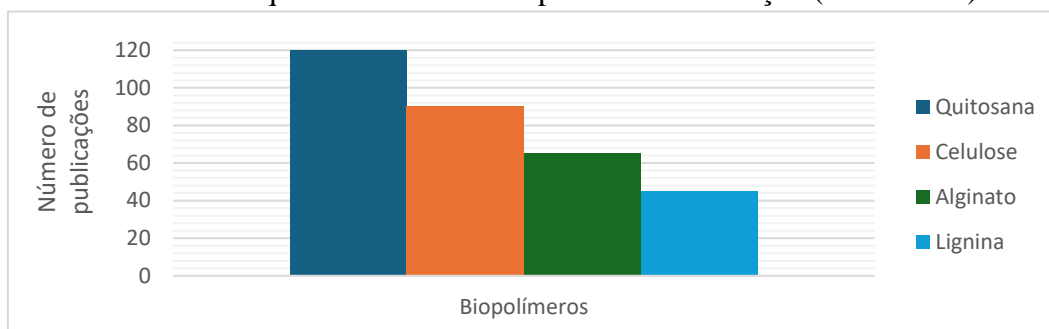
### CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

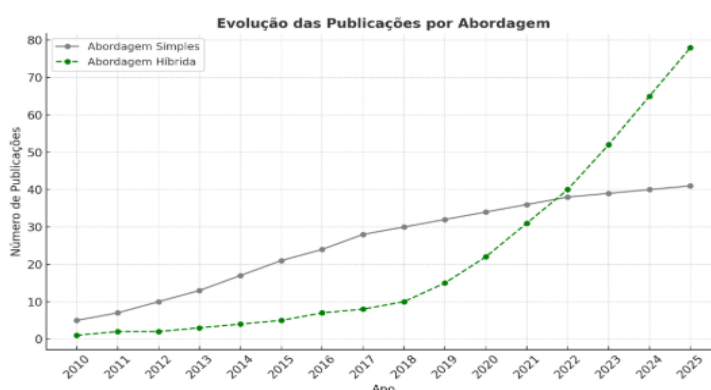
### ILUSTRAÇÕES

**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 mostra 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.cej.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