

## ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE BIOFILMES DE ALGINATO DE SÓDIO E MICROALGA RETICULADOS COM CaCl<sub>2</sub> EM ÁGUAS DOCE E SALINA

Maria Eduarda Campos Borges, Angélica de Souza Duarte, Fabio de Farias Neves, Guilherme Dilarri, Cristian Berto da Silveira, Aline Fernandes de Oliveira.

### INTRODUÇÃO

Desde 1950, o uso do plástico expandiu-se rapidamente, especialmente no setor de embalagens, devido à leveza, durabilidade e baixo custo, mas com graves impactos ambientais, já que é produzido a partir de derivados fósseis não biodegradáveis (GEYER, 2017; MIZOGUCHI, 2019). Essa preocupação impulsionou a busca por alternativas, como biofilmes de fontes renováveis (BEZERRA, 2024). Entre os biopolímeros, destaca-se o alginato de sódio, extraído de algas marrons (QUEIROZ, 2019), enquanto microalgas, como a Spirulina *Arthrospira platensis*, vêm sendo investigadas como aditivos por seu alto potencial biotecnológico e tolerância a variações ambientais (VICTOR, 2024).

No entanto, filmes de alginato puro são hidrossolúveis, exigindo reticulação para maior resistência e estabilidade (GARCIA-CRUZ, 2008). Assim, este estudo avalia a degradação de biofilmes de alginato de sódio (AS) e de alginato com microalga (ASMA), ambos reticulados com CaCl<sub>2</sub> 2%, em água doce e salina, sob agitação e repouso, ao longo do tempo.

### DESENVOLVIMENTO

Para preparo dos biofilmes de alginato (AS), foi feita uma solução de alginato de sódio a 2% (m/v) com água destilada, mantida sob agitação magnética por 24h em temperatura ambiente, colocada em placas de Petri e seca a 35 °C. Após a secagem, os biofilmes foram recortados, em 5 x 5 cm, reticulados por imersão em solução de CaCl<sub>2</sub> 2% por 20 min e colocados para secagem em temperatura ambiente (OLIVEIRA, 2009). Para o preparo dos biofilmes com microalga (ASMA), foram preparadas separadamente uma solução de alginato de sódio (1g/25 mL) e uma solução de Spirulina (0,125g/25 mL), agitadas por 6h e posteriormente combinadas, permanecendo sob agitação por 24h. A solução resultante foi colocada em placas de Petri e secas e os filmes passaram pelo mesmo processo de recorte, reticulação e secagem. Para os testes de degradação, os biofilmes reticulados (AS e ASMA) foram secos a 50 °C por 48h, pesados e imersos em água doce e salina (separadamente), sob repouso e agitação (Incubadora Shaker Luca-223 a 20 °C, 120.0 rpm), por 1, 5, 10 e 30 dias, após foram secos em estufa até peso constante. A variação de massa foi avaliada comparando o peso seco antes e após o tempo de imersão.

### RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os resultados de degradação (%) dos biofilmes AS e ASMA reticulados, submetidos a diferentes condições de imersão. Em água doce, ambos apresentaram leve perda de massa ao longo do tempo, com degradação ligeiramente maior sob agitação. Para o biofilme ASMA em água doce sob agitação, por exemplo, a degradação atingiu 6,23% após 30 dias, comparado a 3,09% no mesmo período em repouso. Já o AS, embora apresente um padrão semelhante, demonstrou menor variação, atingindo 4,30% após 30 dias sob agitação. Além disso, não houve degradação física visível nos filmes em água doce, apenas leve mudança de cor nos biofilmes da microalga, passando de um forte verde para um tom levemente azul.

Em contraste, os biofilmes em água salina demonstraram um comportamento atípico, com valores negativos de degradação para o AS em quase todas as condições, indicando um ganho

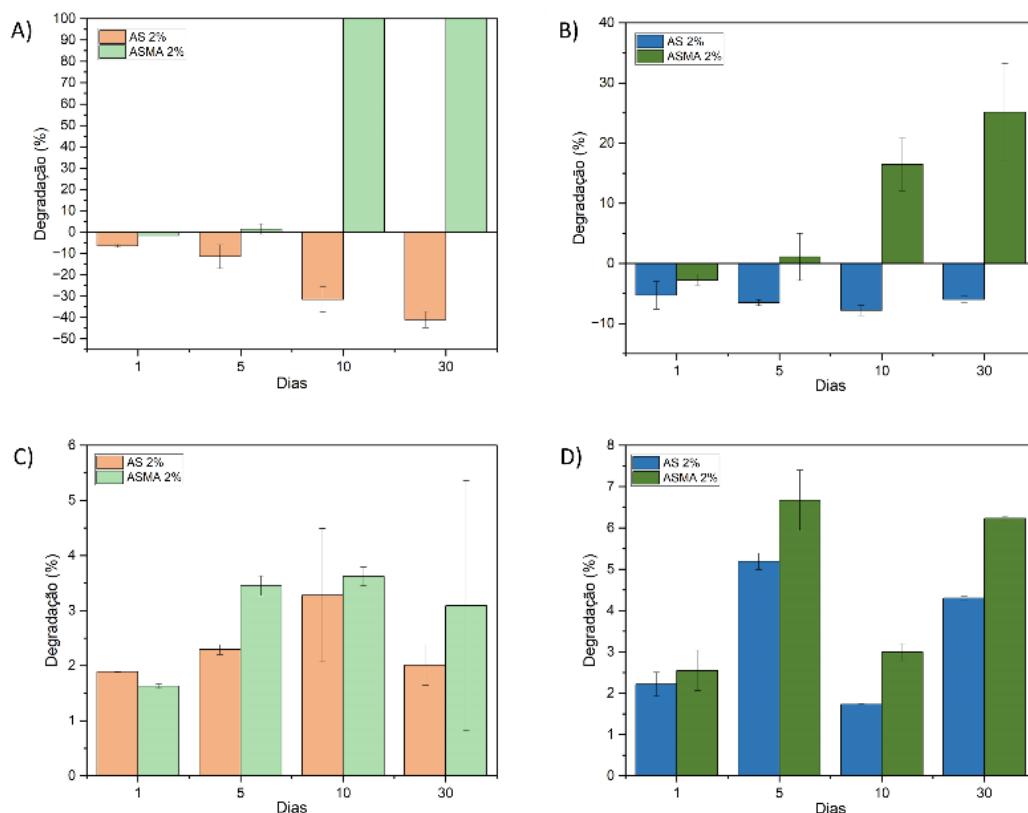
de massa à medida que o intervalo de tempo aumenta, especialmente sob repouso. Este resultado sugere um acúmulo de cátions divalentes e outros íons na superfície à medida que a água salina evapora, promovendo a adsorção dos sais pelos filmes e possivelmente promovendo maior reticulação ao longo do tempo. Para os biofilmes de ASMA, observou-se aumento significativo da degradação tanto em repouso quanto sob agitação, atingindo 100% após 10 dias em repouso, esse resultado vai de acordo com os resultados de ZORTÉA (2024), que também apresentaram uma perda significativa de massa dos biofilmes em água salina em repouso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes revelaram comportamentos distintos: em água doce, houve perda de massa para os dois biofilmes estudados. Os biofilmes de AS, em condições salinas, ganharam massa e reticularam ao longo do tempo e para os biofilmes de ASMA, em água salina, observa-se uma degradação completa, indicando enfraquecimento da matriz polimérica mediante a decomposição das microalgas em ambientes salinos e doces. Esses dados sugerem que o biofilme ASMA pode ser uma alternativa para futuras embalagens que se decompõem em água salina.

**Palavras-chave:** biopolímeros; degradação; sustentabilidade.

## ILUSTRAÇÕES



**Figura 1.** Gráficos da porcentagem de degradação dos biofilmes em (A) água salina e repouso, (B) água salina e agitação, (C) água doce e repouso e em (D) água doce e agitação (D).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, P. H. D. S. Desenvolvimento de biofilmes à base de alginato de sódio reforçados com subproduto da produção do suco de laranja. USP, 2024.
- ENNACERI, H. et al. Microalgal biofilms: Towards a sustainable biomass production. *Algal Research*, v. 72, 2023.
- GARCIA-CRUZ, C. H. et al. Alginato bacteriano: aspectos tecnológicos, características e produção. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, *Química Nova*, 2008.
- GEYER, R. et al. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, n. 7, 2017.
- MIZOGUCHI, I. H. Os desafios do plástico e cenários para o futuro. UFRGS, 2019.
- OLIVEIRA, A. F. D. Desenvolvimento, caracterização e aplicação de biofilmes e esferas obtidos a partir de carboximetilcelulose e alginato de sódio em processos de liberação controlada de nutrientes. Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2009.
- QUEIROZ, L. B. P. D. Desenvolvimento de filme biodegradável de alginato de sódio com adição de extrato de erva-mate. UFRGS, 2019.
- SILVA, N. F. P. D. Crescimento de Microalgas em Águas Residuais: Produção de Biomassa e Remoção de Nutrientes. Dissertação (Mestrado) – FEUP, 2014.
- VICTOR, M. M. et al. Microalgas: uma estratégia sustentável na transformação e obtenção de compostos orgânicos. *Química Nova*, v. 47, n. 2, 2024.
- ZORTÉA, N. L. M. et al. Análise da degradação em água salina de biofilmes de amido de mandioca com nanopartículas de argila e resíduos da indústria vitivinícola. Seminário de Iniciação Científica – UDESC, 2024.

---

## DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Maria Eduarda Campos Borges

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROIP/UDESC

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

**ORIENTADOR(A):** Aline Fernandes de Oliveira

**CENTRO DE ENSINO:** CERES

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências Exatas e da Terra / Química

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Avaliação do efeito da adição de diferentes aditivos nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas de biomateriais obtidos a partir de alginato de sódio.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP4137-2023