

## DESENVOLVIMENTO DE BIOESFERAS DE FÓSFORO A BASE DE ALGINATO DE SÓDIO.

David Cardoso Garcia, Ana Júlia Gaspar Schmitz, James Frederico M. Matos Pereira,  
Guilherme Dilarri, Cristian Berto da Silveira, Aline Fernandes de Oliveira.

### INTRODUÇÃO

O uso excessivo de fertilizantes convencionais, embora importante para a produtividade agrícola, tem causado sérios impactos ambientais, como eutrofização e perdas de nutrientes por lixiviação (GONZÁLES et al., 2022). Nesse contexto, biofertilizantes surgem como alternativas sustentáveis, oferecendo maior eficiência de uso dos nutrientes e reduzindo danos aos ecossistemas (PEREIRA et al., 2023). O alginato de sódio, um polissacarídeo natural derivado de algas marinhas marrons, destaca-se pela capacidade de formar géis estáveis, além de ser biodegradável e biocompatível, o que o torna adequado para sistemas de liberação controlada de nutrientes (ÇAYKARA et al., 2005; OLIVEIRA, 2009). Entre os macronutrientes de maior relevância destaca-se o fósforo, este elemento é essencial ao metabolismo vegetal, mas sua disponibilidade no solo é limitada e sua perda por lixiviação representa um desafio agrícola (SOLOVCHENKO et al., 2019). Neste contexto, este trabalho visa o desenvolvimento de bioesferas de alginato de sódio contendo íons fosfato na sua composição.

### DESENVOLVIMENTO

Foram preparadas bioesferas de alginato de sódio (AS) 2% m/v e bioesferas de alginato de sódio (2% m/v) contendo três concentrações de íons fosfato, (ASP01) 0,1% de  $\text{PO}_4^{3-}$ , (ASP1) 1% de  $\text{PO}_4^{3-}$  e (ASP2) 2% de  $\text{PO}_4^{3-}$  m/v. As relações de massa de AS e volumes de água e solução de íons  $\text{PO}_4^{3-}$  (0,1%, 1% e 2%), foram de 1g para 50 mL. Todas as suspensões AS, ASP01, ASP1 e ASP2 ficaram sob agitação magnética por 24 h. Para formar as bioesferas foi utilizado o método de gelificação ionotrópica (OLIVEIRA, 2009), onde as suspensões biopoliméricas de AS, ASP01, ASP1 e ASP2 foram gotejadas por 5 min, sob agitação magnética, em uma solução de  $\text{CaCl}_2$  (2% m/v), seguido de mais 15 minutos de agitação para completar o processo de reticulação. Por fim, as biesferas foram lavadas com água destilada e dispostas em placas de Petri para secagem em estufa à 35°C por 24 horas.

Os biomateriais foram caracterizados por Análise de Espectroscopia no Infravermelho (FTIR - ATR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Também foram determinados o Grau de Intumescimento (GI) e o Grau de Degradação (GD) das bioesferas em água. A fim de avaliar o efeito do processo de degradação das bioesferas sobre a qualidade de água, foram determinados os parâmetros físico-químicos pH, Condutividade Elétrica (CE) e Turbidez (T). Para determinar a concentração de fósforo liberada pelas bioesferas para água foi empregado o método espectrofotométrico de Murphy Riley (1962).

### RESULTADOS

A metodologia empregada para a produção das bioesferas se mostraram eficiente. Por meio das análises de FTIR percebe-se que o aumento da concentração de íons fosfato altera a composição química do biomaterial. Já as micrografias mostram a presença dos íons  $\text{PO}_4^{3-}$  na superfície das bioesferas, confirmando a eficiência do processo de produção. O teste de (GI) mostrou que a bioesfera de AS teve a maior absorção de água, 47,68% em 0,5 horas. Para as bioesferas com a adição de fósforo houve uma redução no GI, o que pode ser explicado pela cristalização de sais fósforo na superfície do biomaterial, conforme pode ser observado nas

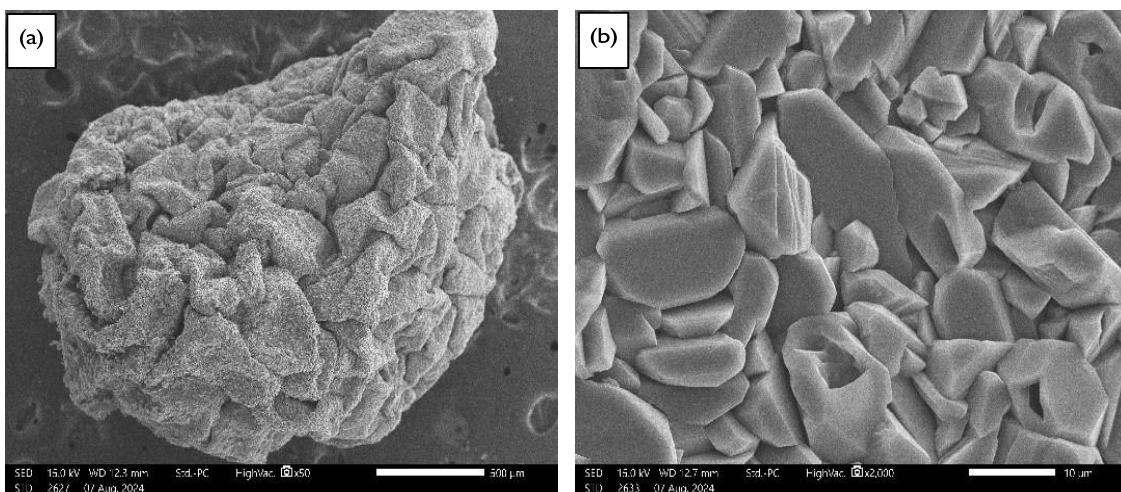
micrografias da Figura 1. Quanto ao GD, as bioesferas ASP2 apresentaram maior taxa de degradação, 47,00% em 24 horas, possivelmente devido à lixiviação dos íons sulfatos da superfície do biomaterial. Essa perda de massa interferiu nos parâmetros físico-químicos da água, onde foram observados os menores valores de pH e os maiores valores de CE para as bioesferas de ASP2. A influência na Turbidez foi similar para todas as bioesferas. A liberação de íons fosfato para as bioesferas ASP1 e ASP2 foram muito superiores à ASP01. Estes resultados demonstram que este biomaterial pode ser aplicado com sucesso na nutrição do solos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises mostraram que a adição de fósforo às bioesferas de alginato de sódio alterou sua estrutura molecular. Essa alteração resultou em uma redução do intumescimento e uma maior taxa de degradação, interferindo, desta forma nos parâmetros físico-químicos de qualidade de água. A liberações de íons fosfato para água demonstra o potencial de aplicação deste material como um fertilizante orgânico de liberação controlada.

**Palavras-chave:** fosfato; fertilizante orgânico; liberação controlada.

## ILUSTRAÇÕES



**Figura 1.** Micrografia da bioesfera de ASP2 ampliação de (a) 50 x e (b) 2000x

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÇAYKARA, T. et al. Poly(ethylene oxide) and its blends with sodium alginate. **Polymer**, v. 46, p. 10750-10757, 2005.
- GONZÁLES, A. A. et al. Can microalgae grown in wastewater reduce the use of inorganic fertilizers? **Journal of Environmental Management**, v. 323, p. 1-10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115641>
- OLIVEIRA, A. F. de. Desenvolvimento, caracterização e aplicação de biofilmes e esferas obtidos a partir de carboximetilcelulose e alginato de sódio em processos de liberação controlada. Dissertação de Mestrado, UDESC, 2024.

controlada de nutrientes. 2009. 171 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PEREIRA, A. S. A. P. et al. Microalgae organomineral fertilizer production: A life cycle approach. *Algal Research*, v. 71, p. 1-10, 2023.

SOLOVCHENKO, A. et al. Phosphorus starvation and luxury uptake in green microalgae revisited. *Algal Research*, v. 43, 2019.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** David Cardoso Garcia

**MODALIDADE DE BOLSA:** PIVIC

**VIGÊNCIA:** 12/2024 a 08/2025 – 8 meses

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

**CENTRO DE ENSINO:** CERES

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Engenharia da 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