

**DESENVOLVIMENTO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO A BASE DE ALGINATO DE SÓDIO E MICROALGAS VISANDO O PROCESSO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES PARA O SOLO.**

Débora Giaretta, Aline Fernandes de Oliveira, Carolina Rosai Mendes, Fábio de Farias Neves, Guilherme Dilarri, Cristian Berto da Silveira.

**INTRODUÇÃO**

Os fertilizantes, conforme o Decreto Nº 4.954/2004, são substâncias minerais ou orgânicas que visam suprir deficiências nutricionais do solo, aumentando a produtividade agrícola. Divididos em orgânicos e inorgânicos, seu uso excessivo, especialmente de nitrogênio e fósforo, pode causar a eutrofização de corpos hídricos, promovendo a acidificação do solo, a emissão de gases de efeito estufa e riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Como alternativa para os fertilizantes químicos, os biofertilizantes e fertilizantes de liberação controlada contendo aditivos, como géis de biopolímeros, surgem como soluções sustentáveis, reduzindo lixiviação e melhorando a eficiência nutricional (AOUADA et al., 2009). As microalgas, cultivadas em águas residuais, destacam-se como biofertilizantes promissores, pois além de promover a recuperação de nutrientes, apresentam a capacidade de transferir estes nutrientes para o solo, aumentando, desta forma, a sua fertilidade (GIGLOU et al., 2021; DAGNAISSE et al., 2022). Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da concentração de microalgas nas propriedades físico-químicas e morfológicas das bioesferas de alginato de sódio.

**DESENVOLVIMENTO**

Para a produção das bioesferas, preparou-se uma suspensão de alginato de sódio (AS-1% m/v) em de água destilada. Esta suspensão ficou sob agitação magnética por 24h. As bioesferas de AS contendo microalgas foram produzidas a partir de três suspensões, AS, e duas suspensões de microalgas (1% e 2% m/v), denominadas respectivamente ASM1 e ASM2. A formação das bioesferas ocorreu por meio da gelificação iônica, onde foi gotejada as suspensões de AS, ASM1 e ASM2 em solução de  $\text{CaCl}_2$  (2% m/v), utilizando uma bureta de 25 mL, com 5 minutos de gotejamento e mais 15 minutos sob agitação magnética. Após o período de homogeneização as bioesferas AS, ASM1 e ASM2 foram peneiradas, lavadas e secas em estufa a 35°C por 24 h.

Para a determinação do Grau de intumescimento (GI) foram utilizadas 10 bioesferas de cada amostra, AS, ASM1 e ASM2, que foram secas em estufa à 50 °C por 24 h. Ao final deste período as amostras foram pesadas e adicionadas à 20 mL de água destilada por períodos de 0,5 h; 1,5 h; 3 h; 6 h; 24 h e 48 h. Ao final de cada intervalo de tempo, o excesso de água das bioesferas foi retirado com o auxílio de um papel absorvente. Foi realizada a pesagem da massa úmida e, posteriormente, determinado o GI. O ensaio de degradação (%D) foi realizado concomitantemente ao GI, no qual, após a pesagem da massa úmida, as amostras foram colocadas em placas de Petri e levadas para a estufa a 50 °C. A massa seca foi determinada após atingir peso constante. Com o resultado da massa final foi possível determinar a %D.

A fim de simular a liberação de fósforo para a solução do solo, foi realizando o estudo de degradação das bioesferas em água. Nesta etapa foram utilizadas 100 mg de cada amostra, que foram secas em estufa a 50 °C por 24 h. Ao final do período de secagem as amostras foram pesadas e imersas em 100 mL de água ultrapura, por períodos de 0,5 h; 1,5 h; 3 h; 6 h; 24h e 48h. Após cada intervalo de tempo, a água foi filtrada e foram determinados os parâmetros

físico-químicos tais como o pH, a condutividade, a turbidez e a determinação dos íons fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

## RESULTADOS

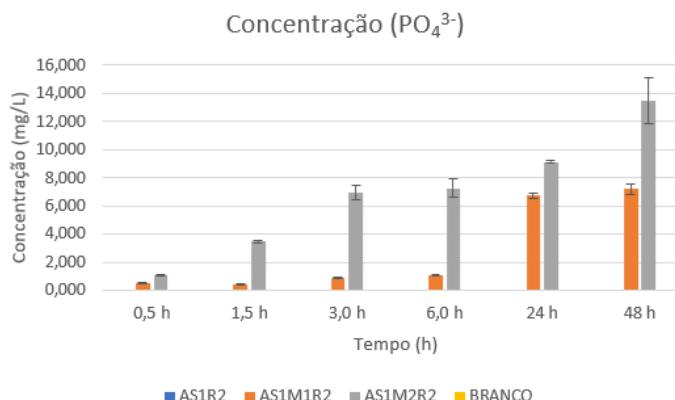
O ensaio de GI revelou diferenças entre os tratamentos. As bioesferas de AS apresentaram menor absorção de água, com grau máximo de 10,73% após 24 h. A incorporação da microalga promoveu um aumento significativo na retenção hídrica, o tratamento com ASM1 atingiu 33,35%, enquanto a amostra de ASM2 registrou 42,73%. Isso indica que o aumento na concentração da microalga está favorecendo a retenção de água na matriz polimérica (SILVA et al., 2022). Quanto à %D, observou-se comportamento distinto, as bioesferas de AS puro exibiram maior taxa, 57,77% em 24 h. Já as bioesferas com microalga apresentaram menor perda de massa, onde a amostra ASM1 degradou 50,14% e a bioesfera ASM2 teve a menor degradação, 38,71%. Os parâmetros físico-químicos mostraram valores de pH variando de 5,5 a 6,2. Percebe-se um efeito decrescente na condutividade elétrica com o aumento na concentração das microalgas nas bioesferas, atingindo 485,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para ASM2 em 24 h. Ao analisar os resultados de turbidez percebesse uma relação direta entre turbidez e concentração de microalgas, onde observa-se o valor máximo de 4,1 NTU para a bioesfera de ASM2 em 24h. Quanto à liberação de fósforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), AS não liberou valores detectáveis pela metodologia utilizada. Em contrapartida, ASM1 liberou 7,190 mg/L em 48 h e a bioesfera de ASM2 atingiu 13,46 mg/L, demonstrando uma relação direta entre concentração e nutriente liberado, conforme pode ser observado na Figura 1. Por fim, o estudo demonstrou uma fase inicial de liberação rápida (até 6 h), seguida por liberação gradual, compatível com difusão e degradação da matriz (MISHRA et al., 2017; PAULINE et al., 2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que as bioesferas constituem sistemas eficientes para liberação controlada de fósforo, com potencial aplicação como fertilizantes de ação prolongada. A presença de microalga não apenas aumentou a capacidade de intumescimento e reduziu a degradação da matriz, mas também influenciou na liberação do nutriente, reduzindo riscos de lixiviação e perdas ambientais, contribuindo para uma agricultura mais circular e eficiente.

**Palavras-chave:** alginato de sódio; microalga; fertilizante orgânico; bioesferas.

## ILUSTRAÇÕES



**Figura 1.** Gráfico de concentração de  $\text{PO}_4^{3-}$  em águas residuais em diferentes tempos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C. Hidrogéis biodegradáveis: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, Brasília, v. 28, nov. 2009.
- BRASIL. Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jan. 2004. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.
- DAGNAISSE, S. L. *et al.* Microalgae as Bio-fertilizer: a New Strategy for Advancing Modern Agriculture, Wastewater Bioremediation, and Atmospheric Carbon Mitigation. **Water Air and Soil Pollution**, 2022.
- GIGLOU H. R. *et al.* Potential of natural stimulants and spirulina algae extracts on Cape gooseberry plant: A study on functional properties and enzymatic activity. **Food Sci Nutr.** 2024.
- MISHRA, R. K. *et al.* Hydrogels: an introduction to a controlled drug delivery device. In: MISHRA, R. K. (ed.). Design and development of new nanocarriers. William Andrew Publishing, 2017. p. 631-654.
- PAULINE, S. P. *et al.* Characterization of the biopolymeric hydrogel with spinach extract and evaluation of its swelling and degradation behaviour. **Journal of Polymer Research**, v. 28, n. 7, p. 258, 2021.

---

## DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Débora Giaretta

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROIP/UDESC (IP)

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

**ORIENTADOR(A):** Cristian Berto da Silveira

**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:** Desenvolvimento de fertilizante orgânico a base de alginato de sódio e microalgas visando o processo de liberação controlada de nutrientes para o solo.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** PVES74-2024