cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Desenvolvimento e Caracterização de Bioesferas de Liberação Controlada de Fósforo

Cristian B. da Silveira, Aline F. de Oliveira, James F. M. M. Pereira, David C. Garcia, Daniel J. Dall'Orsoletta, Guilherme Dilarri.
Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Introdução

O uso de nutrientes em excesso no processo de fertilização do solo, associado a possibilidade de escassez de fósforo em médio prazo, tem despertado uma preocupação a nível mundial (1). Desta forma, a busca por alternativas sustentáveis para mitigar essa problemática tem sido o foco de diversos grupos de pesquisa associados ao setor agrícola (2). O desenvolvimento de fertilizantes de liberação controlada surge como uma opção promissora para agricultura, pois o uso de dispositivos que permitam a liberação lenta de nutrientes para o solo pode auxiliar no processo de fixação destes compostos, bem como, evitar a perda por lixiviação ou o escoamento superficial (3).

Objetivos

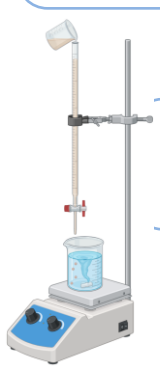
Este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar bioesferas de alginato de sódio (AS) incorporadas com diferentes doses de fósforo.

Metodologia

Preparo das bioesferas



Suspensões:
- AS (2% m/v) em água;
- AS (2% m/v) em solução KH_2PO_4 (0,1; 1,0 e 2,0% m/v)



Reticulação
$CaCl_2$ (2% m/v)



Secagem:
T 50ºC - 24 h

Caracterizações

FTIR-ATR	MEV	TGA







Fonte: Jeol.

Intumescimento GI(%) e Degradação D(%)

- 10 bioesferas foram imersos em 20 mL de água destilada durante períodos de 0,5 a 24 h.

$$GI = \frac{(W_T - W_0)}{W_0} \times 100 \qquad D\% = \frac{(W_0 - W_T)}{W_0} \times 100$$

Perda de Massa (%D) no solo

- 10 bioesferas foram soterradas em 100 g de solo (1, 5, 10, 15, 30, 60 e 90 dias;

Parâmetros FSQ e determinação de Fósforo

- 100 mg de esferas foram imersos em 100 mL de água destilada - 0,5h; 1,5h; 3,0h; 6,0h; 24,0h e 48h:
  - pH;
  - A Cond. Elétrica;
  - Concentração de Fósforo;

Resultados e Discussão

FTIR

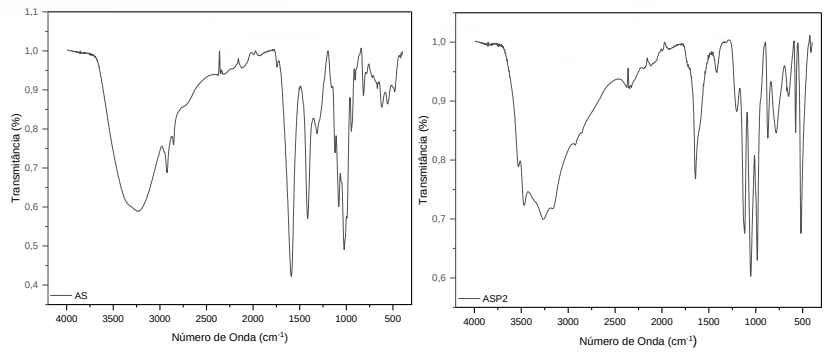


Figura 1. Espectro de FTIR-ATR para as bioesferas AS e ASP2.

MEV

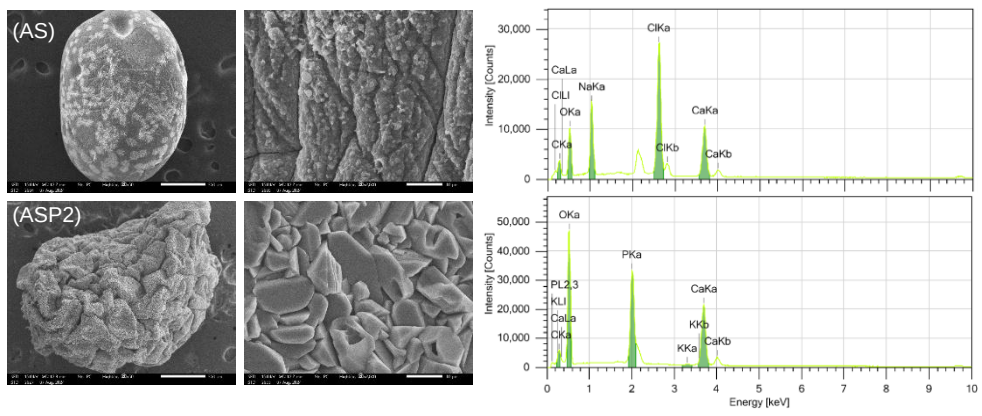


Figura 2. MEV bioesferas AS, ASP2 (50 e 2000x). EDS AS e ASP2.

TGA

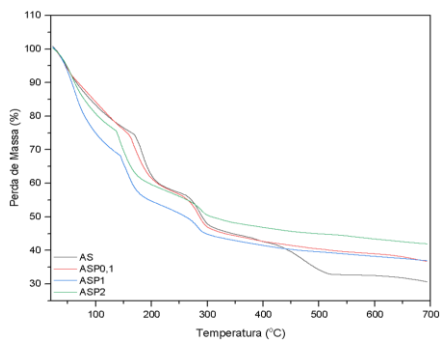


Figura 3. TGA bioesferas AS, ASP0,1 ASP1 E ASP2.

GI(%) e D(%)

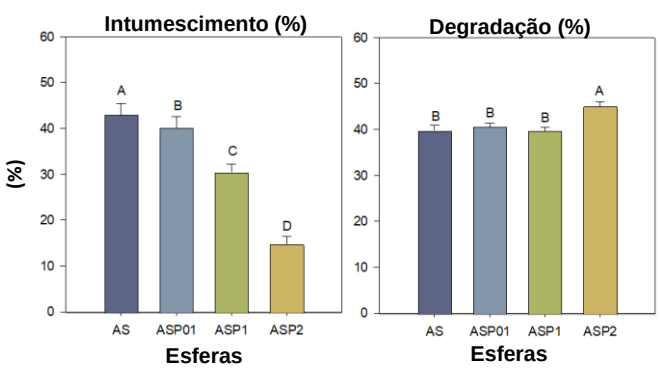


Figura 4. GI (%) e D(%) TGA bioesferas AS, ASP0,1 ASP1 E ASP2.

D(%): Água e no Solo

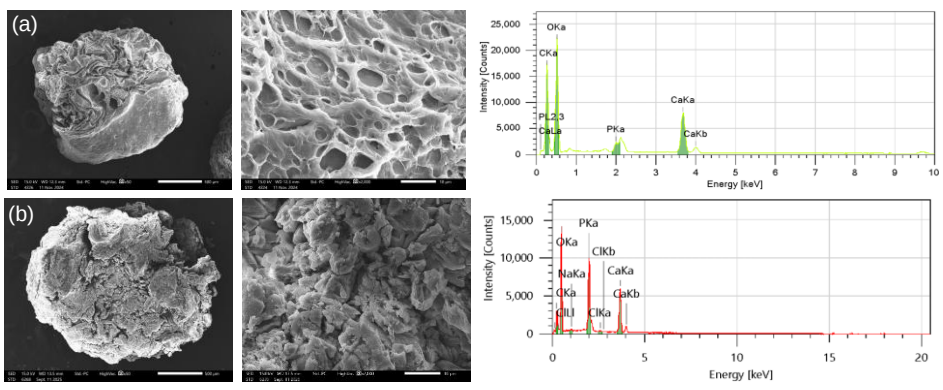


Figura 5. D% bioesfera ASP2 em: (a) água (48 h) e (b) solo (90 dias).

Parâmetros FSQ e determinação de Fósforo

Tabela 1. pH; Cond. Elétric. e Conc. de P - 48 h.

Biosfera	pH	C. E. (µS cm^{-1})	[P] mg L^{-1}
AS	5,6	493	0,00
ASP0,1	5,8	496	12,02
ASP1	4,8	520	20,16
ASP2	4,2	539	22,5

Conclusões

- Bioesfera de AS com P de fácil formação;
- Incorporação de P na matriz AS e liberação lenta;
- AS como plataforma para liberação de nutrientes.

Referências: 1. ÇAYKARA, T. et al. Poly(ethylene oxide) and its blends with sodium alginate. Polymer, v. 46, p. 10750-10757, 2005.
2. 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.
3. FIRMANDA, A. et al. Biopolymer-based slow/controlled-release fertilizer (SRF/CRF): nutrient release mechanism and agricultural sustainability. Journal Of Environmental Chemical Engineering, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 112177, abr. 2024.

Agradecimentos CNPq fapesc UDESC LAGUNA LAQUA & LDM