

## CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DE HIDROGÉIS À BASE DE GOMAS BIOPOLIMÉRICAS DE USO AGRÍCOLA

Daniel Ribeiro Moura<sup>1</sup>, Maria Clara Silva Campos<sup>2</sup>, Luana Priscila Rodrigues Macedo<sup>3</sup>, Ricardo Barbosa de Sousa<sup>4</sup>,  
Carla Cristina da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica IFTO. e-mail: <[daniel.moura3@estudante.ifto.edu.br](mailto:daniel.moura3@estudante.ifto.edu.br)>

<sup>2</sup>Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio – IFTO. e-mail: <[maria.campos2@estudante.ifto.edu.br](mailto:maria.campos2@estudante.ifto.edu.br)>

<sup>3</sup>Docente do Curso Superior de Farmácia – IFTO. e-mail: <[luana.macedo@ifto.edu.br](mailto:luana.macedo@ifto.edu.br)>

<sup>4</sup>Docente do Curso Superior de Farmácia – IFTO. e-mail: <[ricardo.sousa@ifto.edu.br](mailto:ricardo.sousa@ifto.edu.br)>

<sup>5</sup>Docente do Curso Superior de Farmácia – IFTO. Orientadora. e-mail: <[carla.silva@ifto.edu.br](mailto:carla.silva@ifto.edu.br)>

### 1 INTRODUÇÃO

A busca por práticas agrícolas mais sustentáveis tem impulsionado o desenvolvimento de hidrogéis como condicionadores de solo, devido à sua alta capacidade de retenção de água e liberação controlada de nutrientes (DAS et al., 2024; LU et al., 2024). Entre eles, os hidrogéis bio-baseados, obtidos de polissacarídeos como goma gelana e quitosana, destacam-se por serem biodegradáveis e utilizarem recursos renováveis (AHMED; ALHUMAIDH, 2023; LI et al., 2025). Materiais que combinam goma gelana e laponita apresentam boa estabilidade e intumescimento, ideais para uso agrícola (COSTA et al., 2016). Neste estudo, foram desenvolvidos hidrogéis de goma de cajueiro e gelana com laponita e fosfato de potássio ( $K_2HPO_4$ ), avaliando-se sua capacidade de absorção de água e seu potencial como condicionadores de solo sustentáveis.

### 2 OBJETIVO

Desenvolver e avaliar a capacidade de absorção de água de hidrogéis à base de goma de cajueiro, enriquecidos com micro e macronutrientes, visando a sua aplicação como condicionador de solo na agricultura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os biopolímeros foram isolados e purificados utilizando os métodos de Rodrigues et al. (1993) e Silva et al. (1998) adaptados. Neste método, a goma bruta é solubilizada em proporção de 4% em água destilada, na presença de  $H_2O_2$ , e mantidos em agitação constante por 24 h. O pH deve ser mantido entre 6,0 e 7,0. Após este período, a mistura será filtrada para remoção das impurezas e será adicionado etanol absoluto em proporção 3:1 (etanol:solução de exsudato), para precipitação dos biopolímeros. O precipitado foi filtrado, lavado com acetona e mantido em estufa, a 50 °C, por 24 h, para secagem.

Os hidrogéis foram preparados na forma de *scaffolds*, de acordo com a metodologia de Ratke et al. (2024), onde 1,0 g de goma de cajueiro e 1,0 g de goma gelana foram misturados sob agitação magnética com aquecimento, a 50 mL de água destilada e, em seguida, foram adicionados 0,024 g de  $K_2HPO_4$  e 1,0 g de laponita à solução. Após a gelificação, os hidrogéis foram lavados

com metanol para remoção do excesso de reagente de partida e secos em estufa de circulação de ar a 50 °C por 24 h.

Para determinar a capacidade de intumescimento, os ensaios foram realizados pela imersão de 0.1g dos hidrogéis secos em 10 mL de água destilada, com quantificação da massa de água absorvida em diferentes intervalos de tempo (1, 2, 4, 8, 24 e 48 horas).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto resultou na obtenção de hidrogéis à base de polissacarídeos com resistência mecânica satisfatória, tempo de biodegradação compatível e liberação prolongada de nutrientes, atendendo às condições necessárias para uso agrícola sustentável. A formulação desenvolvida demonstrou potencial para aplicação no condicionamento do solo e para melhoria da eficiência no aproveitamento de fertilizantes (Figura 1). Como a síntese dos hidrogéis não libera no meio reacional nenhum subproduto, não houve necessidade de controle dos parâmetros reacionais.

**Figura 1** - Vista lateral dos hidrogéis à base de biopolímeros naturais após processo de secagem, evidenciando textura estrutura superficial.



No presente estudo, os hidrogéis formulados com goma gelana, goma de cajueiro, laponita e  $K_2HPO_4$  apresentaram variações significativas na capacidade de intumescimento em função da presença ou ausência da goma de cajueiro. Os ensaios foram realizados pela imersão dos hidrogéis secos em água destilada, com quantificação da massa de água absorvida em diferentes intervalos de tempo (1, 2, 4, 8, 24 e 48 horas). Os resultados mostraram que os hidrogéis contendo goma de cajueiro atingiram um índice de intumescimento de aproximadamente 600% após 24 horas, enquanto os hidrogéis controle, sem a goma de cajueiro, apresentaram valores médios de 420% no mesmo intervalo de tempo. Esses dados indicam que a adição da goma de cajueiro aumentou significativamente a capacidade de intumescimento dos hidrogéis. Esse comportamento pode ser atribuído à estrutura altamente hidrofílica da goma, composta majoritariamente por polissacarídeos solúveis, que favorecem a absorção de água e a formação de uma rede polimérica mais flexível e expandida. Estudos prévios corroboram esse achado. Por exemplo, Silva et al. (2022) observaram que a incorporação de goma de cajueiro em hidrogéis de alginato aumentou a capacidade de

intumescimento de 370% para mais de 520%, devido à maior disponibilidade de grupos hidroxilas livres na matriz polimérica.

Hidrogéis à base de goma gelana também são reconhecidos por sua elevada capacidade de absorção. Segundo Gomide et al. (2021), hidrogéis formulados apenas com goma gelana alcançaram índices de intumescimento em torno de 450%, dependendo do grau de reticulação. No entanto, a adição de reforços como a laponita tende a reduzir levemente a taxa de intumescimento, ao conferir maior rigidez à matriz. No presente estudo, mesmo com a presença da laponita, os hidrogéis com goma de cajueiro superaram esse efeito, sugerindo que a contribuição da goma na absorção hídrica foi superior à da rigidez imposta pela argila.

A taxa de intumescimento observada neste estudo também é comparável a sistemas aplicados na área biomédica. Hidrogéis de quitosana e gelatina, por exemplo, atingiram 550% de intumescimento em 24 horas quando utilizados como suportes para liberação de fármacos (SOUZA et al., 2019). Embora o contexto de aplicação seja distinto, os mecanismos de absorção e a importância da arquitetura da rede polimérica são similares. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho demonstram que os hidrogéis à base de goma gelana, goma de cajueiro, laponita e  $K_2HPO_4$  apresentam excelente capacidade de intumescimento, especialmente quando formulados com goma de cajueiro. Essa propriedade os torna promissores para aplicações em liberação controlada de fertilizantes fosfatados, podendo contribuir para uma agricultura mais eficiente e sustentável.

Foi possível fomentar a produção e a prototipagem de materiais sustentáveis alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, especialmente o ODS 12 (consumo e produção responsáveis), reforçando o compromisso do projeto com a sustentabilidade ambiental e o impacto social positivo.

Adicionalmente, o trabalho abre perspectivas para impactos socioeconômicos e ambientais de médio e longo prazo em comunidades extrativistas do município de Araguaína e regiões vizinhas, por meio do uso de matérias-primas renováveis e de processos produtivos que valorizam recursos locais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de hidrogéis à base de biopolímeros naturais demonstrou que é possível obter materiais sustentáveis com potencial para aplicação no condicionamento de solos de uso agrícola, principalmente em solos com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, como os desertificados ou processo de desertificação. O trabalho confirma que o uso de biopolímeros naturais representa uma alternativa promissora aos polímeros sintéticos, agregando valor a matérias-primas renováveis e fortalecendo estratégias de economia circular. Na continuidade deste

estudo, serão investigadas a toxicidade e a citotoxicidade destes hidrogéis, além da determinação dos mecanismos de liberação dos fertilizantes incorporados à matriz polimérica.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao IFTO pelo fomento e apoio na execução do projeto, que viabilizou a realização desta pesquisa, bem como pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, E. M.; ALHUMAIDH, H. Y.** Agricultural applications of natural polymer hydrogels: a review. *Polymers*, v. 15, n. 3, p. 765, 2023.
- COSTA, A. M. S.; MENDONÇA, F. C.; SILVA, G. M.** Gellan gum methacrylate and laponite as an innovative nanocomposite hydrogel for biomedical application. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 133, n. 18, p. 43312, 2016.
- DAS, S.; SHARMA, R.; KUMAR, V.** Advances in hydrogel-based water retention systems for sustainable agriculture. *Agronomy*, v. 14, n. 12, p. 2815, 2024.
- HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M.** Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n. 1, p. 145-154, 1999.
- LI, J.; WANG, L.; ZHANG, T.; et al.** Biodegradable hydrogels from polysaccharides for sustainable agriculture. *npj Sustainable Agriculture*, v. 1, p. 17, 2025.
- LU, X.; ZHAO, Y.; WANG, J.; et al.** Bio-based superabsorbent hydrogels for agricultural water management: mechanisms, materials, and prospects. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 44, p. 58, 2024.
- RATKE, R. F.; DE SOUSA, A.; CHAVES, D. V.; et al.** Cashew gum hydrogel as an alternative to minimize the effect of drought stress on soybean. *Scientific Reports*, v. 14, p. 2159, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52509-2>. Acesso em: 08 de Junho de 2025
- RODRIGUES, J. F.; PAULA, R. C. M.; COSTA, S. M. O.** Métodos de isolamento de gomas naturais: comparação através da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, n. 1, p. 31, 1993.
- SILVA, A. G.; RODRIGUES, J. F.; PAULA, R. C. M.** Composição e propriedades reológicas da goma do angico (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, n. 2, p. 49, 1998.
- ZHANG, Y.; LI, X.; WU, H.; et al.** Sustainable release of fertilizers using polysaccharide-based hydrogels: mechanisms and applications. *Gels*, v. 9, n. 4, p. 276, 2023.