

## HIDROGEL DE CARRAGENA APLICADO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE FERTILIZANTES

Caroline Belotto Kanehira

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Agnieszka Joanna Pawlicka Maule

Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

caroline.kanehira@usp.br

### Objetivos

A presente pesquisa visa a obtenção de um hidrogel a partir de polissacarídeo carragena, para absorção e liberação controlada de água e/ou fertilizante NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) nas plantações agrícolas. As amostras sintetizadas serão caracterizadas em relação às suas propriedades físico-químicas incluindo a capacidade de intumescência, absorção e liberação de água e/ou fertilizante, e estabilidade estrutural em água. Também será analisada a biodegradação do hidrogel em solo para avaliar sua possível reutilização nos ciclos de plantio.

### Métodos e Procedimentos

Os hidrogéis foram sintetizados usando a metodologia descrita por Mohamadnia et al. (2008). Foram usadas as carragenas dos tipos kappa (kC) e iota (iC), doadas pela empresa CP Kelco®. 5 g de kC (3,7 wt%) foram dissolvidas em 130 mL (95,9 wt%) de água sob agitação magnética a 40-80°C. Depois, 1,33 g (0,4 wt%) de glicerol foi adicionado e agitado por mais alguns minutos. Para a iC, a proporção foi de 5 g iC (4,7 wt%), 100 mL (94,7 wt%) de água e 0,62 g (0,6 wt%) de glicerol. Em seguida, a solução obtida de kC foi mantida a 25°C, e a de iC em estufa a 40-46°C, até gelificar e desidratar. O estudo de sorção de água do hidrogel foi realizado através da inserção dele em 30 mL de água deionizada. A capacidade do hidrogel absorver a água foi calculada através da diferença de massa do hidrogel seco e a massa final do hidrogel túrgido. O grau de absorção %G foi calculado

através da equação (1), em que Mt é a massa do hidrogel túrgido após um período t de tempo de submersão em água, e Ms é a massa do hidrogel seco.

$$\%G = (Mt - Ms) / Ms) \cdot 100\% \quad (1)$$

Para a análise dos ciclos de absorção-dessorção de água do hidrogel, foi realizado o intumescimento e secagem de amostras repetidamente. A amostra do hidrogel foi submersa em água deionizada por 24 horas e depois seca, em ambiente coberto com exposição ao sol, para simular um plantio real por mais 24 horas. A análise de biodegradação do hidrogel em solo, o produto sintetizado foi cortado em pedaços de ~0,5 g, de forma adaptada ao procedimento escrito por Sabadini (2015). As amostras de hidrogel seco (controle), hidrogel intumescido com solução de 10 mL de fertilizante NPK (contendo íons NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e K<sup>+</sup>) por 1 L de água, e hidrogel intumescido em água destilada foram pesadas e enterradas (no total foram 6 amostras, sendo 2 para cada tipo de hidrogel) em potes de 50 mL de solo simulado com terra vegetal, humus e água destilada (ASTM-G160-12, 2019). Três sementes de alface crespa peletizada foram enterradas junto aos hidrogéis. O crescimento das plantas foi acompanhado por 22 dias.

### Resultados

Após a síntese, os hidrogéis a base de kC e iC foram testadas em relação a estabilidade em água. O hidrogel kC apresentou ótima estabilidade em água. Ele atingiu 6 ciclos de absorção-dessorção sem dissolver-se por

completo, com grau de absorção 1638,02% no primeiro ciclo. A sua boa estabilidade foi provavelmente devido à presença de pequenos poros de diâmetros  $\sim 0,043$  mm. Já o hidrogel iC dissolveu-se com facilidade em meio aquoso, provavelmente porque seus poros tiveram os diâmetros de  $\sim 0,9$  mm (Figura 1).

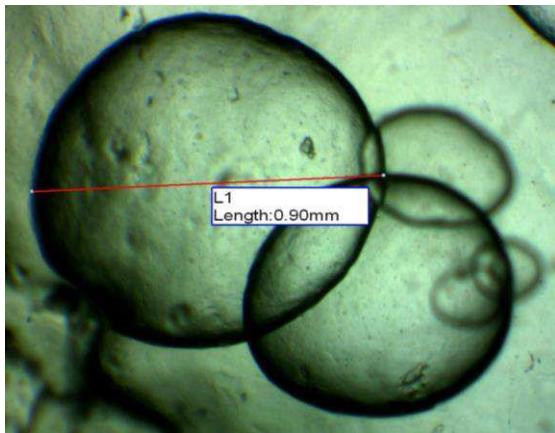


Figura 1: Foto de microscópio óptico evidenciando poros no hidrogel iC seco

Durante o processo de secagem, o gel kC apresentou significativo crescimento de microorganismos (Figura 2), enquanto o iC foi pouco afetado. Sugere-se que esses microorganismos sejam fungos, devido ao mofo superficial e a coloração esverdeada e/ou preta. Eles serão analisados posteriormente.



Figura 2: Foto da superfície de hidrogel kC seco

Devido a solubilidade em água do hidrogel iC, somente o hidrogel kC foi usado para teste de plantio de sementes peletizadas de alface crespa. Após 22 dias do plantio dessas sementes ao lado do hidrogel kC, observou-se que as sementes plantadas com o hidrogel seco (controle) germinaram mais rápido do que as com o hidrogel com fertilizante e hidrogel com água (Figura 3). Portanto, o hidrogel seco absorveu a água e a liberou de modo controlado.



Figura 3: Imagens de germinação de sementes de alface peletizada com hidrogel com fertilizante, hidrogel com água e controle após 22 dias

## Conclusões

O hidrogel kC apresentou maior capacidade de intumescência, além de ter boa estabilidade em água, devido ao fato de ser um polissacarídeo contendo os grupos sulfato, e por apresentar pequenos poros de  $\sim 0,043$  mm de diâmetro. O estudo do plantio revelou ainda, que as amostras de controle se desenvolveram mais rápido do que outras amostras, o que sugere que o gel deve ser plantado ao lado do sementes na forma seca para poder absorver a água e depois liberar ela de modo controlado. Os próximos passos deste estudo envolvem o teste de plantio das sementes com os hidrogéis secos e contendo fertilizante. Também pretende se fabricar hidrogéis de alginato de sódio entrecruzado com  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{KCl}$ .

## Referências Bibliográficas

ASTM G160-12(2019), **Standard Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials** by Laboratory Soil Burial, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, [www.astm.org](http://www.astm.org).

MOHAMADNIA, Z.; ZOHURIAAN-MEHR, M. J.; KABIRI, K.; JAMSHIDI, A.; MOBEDI, H. Ionically cross-linked carrageenan-alginate hydrogel beads. **Journal of Biomaterials Science**, Polymer Edition, Iran, v. 19, n. 1, p. 47-59, 2008.

SABADINI, C. R. **Redes Poliméricas de Macromoléculas Naturais como Hidrogéis Superabsorventes**. Orientadora: Agnieszka Pawlicka. 2015. 150f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.