

## HIDROGÉIS PARA RETENÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA PARA CULTIVOS AGRÍCOLAS

Mateus Gonzales Domiciano; Jessica Fernanda da Silva; Karla Bornhausen; Renan Luiz; Romano Gon; Regiane da Silva\*

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão, PR.

**Resumo:** Na agricultura, os hidrogéis podem ser utilizados como condicionadores de solo, onde sua principal atuação é a retenção e disponibilização de água para os cultivos agrícolas. Para viabilizar a aplicação dos hidrogéis há a necessidade da adequação das suas propriedades físicas, como resistência mecânica e o grau de intumescimento os quais devem permitir o plantio e o desenvolvimento da planta durante o cultivo. Neste trabalho foram desenvolvidos hidrogéis de amido e colágeno os quais apresentaram resistência ao manuseio quando secos e que foram capazes de absorver entre 5 e 20 vezes a sua massa em água.

**Palavras-chave:** Intumescimento. Amido. Colágeno. Hidrogéis.

**Hydrogels for keeping and providing water in agriculture cultivars.** In agriculture, the hydrogels can be used to moisture the soil, where their main function is to keep and provide water in the agriculture cultivars. To make hydrogels application suitable it is necessary to adequate their physical properties, such as the mechanical resistance and the swelling degree, which should allow the sowing and the growth of the plant during the cultivar. In this study starch and collagen hydrogels were synthesized, presenting resistance to handle when dry, and when in water they absorbed from 5 to 20 times their dry-weight.

**Keywords:** Swelling degree. Starch. Collagen. Hydrogels.

### 1 Introdução

Há um interesse crescente no uso de hidrogéis, que são redes poliméricas absorventes de água, os quais podem ser utilizados na indústria alimentícia, agrícola (OLIVEIRA *et al.*, 2004, AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002), química, cosmética, farmacêutica (PEPPAS *et al.*, 2000), entre outras. Na agricultura, os hidrogéis podem ser utilizados como condicionadores de solo, onde sua principal atuação é a retenção e disponibilização de água para os cultivos agrícolas (SAYED; KIRKWOOD; GRAHAM, 1991). Além de aumentar a capacidade de armazenamento de água do solo, os hidrogéis são capazes de atenuar as reduções de nutrientes por percolação e lixiviação, bem como de melhorar a aeração e drenagem do solo, consequentemente acelerando o desenvolvimento das plantas (VLACH, 1991, OLIVEIRA *et al.*, 2004, SAAD; LOPES; DOS SANTOS, 2009).

Uma vez que existe uma diversidade de aplicações dos hidrogéis há a necessidade da adequação das suas propriedades físicas visando à viabilização de suas aplicações, as quais são fortemente dependentes da flexibilidade do material hidratado e de outras propriedades mecânicas a ela associadas, como a resistência à compressão. Estas propriedades, por sua vez, estão associadas ao grau de intumescimento do hidrogel e dependem diretamente do grau de reticulação da rede polimérica (HOFFMAN, 2002), cuja redução leva à formação de redes poliméricas cada vez menos densas e capazes de absorver maior quantidade de água, tornando-se mais macias, flexíveis e também frágeis. Por outro lado, o incremento no grau de reticulação leva à formação de redes mais densas, capazes de absorver maior quantidade de água, tornando-se mais resistentes a compressão, entretanto o excesso de retículos pode deixá-la quebradiça e de baixa resistência mecânica. Uma estratégia para melhorar as propriedades mecânicas de hidrogéis é a mistura de polímeros, em que a introdução de uma rede frouxamente reticulada em uma rede densamente

\* E-mail: regiane@utfpr.edu.br

reticulada leva a formação de um hidrogel interpenetrado capaz de resistir à alta pressão de compressão sem se romper (TANAKA; GONG; OSADA, 2005).

Além do grau de reticulação, outro fator que determina o grau de intumescimento dos hidrogéis é a sua composição química e, neste caso, a presença de grupamentos como os de ácidos carboxílicos, amidas, hidroxilas, entre outros. Além disso, alguns grupamentos podem conferir maior ou menor flexibilidade à rede polimérica, ou ainda promover à matriz polimérica sensibilidade a variações de estímulos externos como: temperatura, pH, corrente elétrica, ou presença de íons, entre outros (YAMASHITA *et al.*, 2002; CHILKOTI *et al.*, 2002; SHIN *et al.*, 2003 e JONES; JYON, 2003).

Em virtude disto, neste trabalho propomos o desenvolvimento e a caracterização de hidrogéis absorventes de água com propriedades mecânicas que possibilitem o seu uso para retenção de água no solo para o plantio, podendo ser utilizados diretamente no solo ou no revestimento de sementes antes do plantio. Neste trabalho foram utilizados amido de milho e colágeno devido ao fácil processo de geleificação em altas temperaturas em solução aquosa (LANGLEY-DANYSZ, 1995, MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004), para a formação de redes poliméricas de amido semi-interpenetradas com colágeno. Devido à necessidade de obtenção de redes poliméricas altamente absorventes de água, as propriedades cinéticas de intumescimento dos hidrogéis de amido foram estudadas na presença e na ausência de colágeno.

## 2 Objetivos e Metas

O objetivo deste trabalho é estudar as propriedades de cinética de intumescimento de hidrogéis de amido e colágeno visando o uso dos mesmos no plantio de sementes na agricultura.

## 3 Materiais e Métodos

### 3.1 Materiais

Água deionizada, amido de milho e colágeno.

### 3.2 Síntese dos hidrogéis de amido

A síntese do hidrogel de amido foi realizada através da gelatinização do amido em água desionizada à 100° C e subsequente congelamento de 24h seguido de descongelamento de 2h (SIMÕES, 2006). Após isto os géis foram novamente congelados e liofilizados. Foram

preparados hidrogéis de 2, 5, 7, 10 e 20% em massa (amido/água) e nomeados como 2% A, 5% A, 7% A, 10% A e 20% A.

### 3.3 Síntese dos hidrogéis de amido semi-interpenetrados com colágeno

A síntese do hidrogel de amido semi-interpenetrado com colágeno foi realizada através da gelatinização à quente (100° C) do amido de milho (em diferentes proporções) em água desionizada na presença de colágeno (2% em massa). A mistura foi submetida à congelamento de 24h seguido descongelamento de 2h (SIMÕES, 2006). Após isto os géis foram novamente congelados e liofilizados. Foram preparados hidrogéis de 2, 5, 7, 10 e 20% em massa (amido/água) e 2% de colágeno, nomeados como 2% AC, 5% AC, 7% AC, 10% AC e 20% AC.

### 3.4 Determinação da cinética de intumescimento (Q)

Após a síntese, pedaços de membranas de massa conhecida e liofilizada foram deixados intumescer imersos em água desionizada (pH 6,4) até o equilíbrio.

Q foi definido como a relação entre a massa do gel intumescido em função do tempo de absorção de água à 25° C pela massa do gel seco até que equilíbrio fosse atingido (Equação 1). O experimento foi feito em triplicata.

$$Q = \frac{m(\text{gel int umecido})}{m(\text{gel seco})} \quad (1)$$

## 4 Resultados

Após a síntese e a liofilização dos hidrogéis pode-se observar que os mesmos assemelharam-se com um pedaço de isopor firme ao toque, apresentando propriedades mecânicas capazes de resistir ao plantio. Por outro lado, depois de intumescido os hidrogéis apresentaram-se macios e frágeis. Este fato não acarreta problema ao plantio uma vez que as matrizes poliméricas contendo sementes somente serão plantadas quando secas e irão intumescer na terra após receberem água por chuva ou por irrigação, mantendo-se inertes no local do plantio.

Ao intumescer os hidrogéis em água observou-se que o 2% A e 2% AC não apresentaram uma rede polimérica capaz de resistir a absorção de água desmanchando-se em menos de 10 minutos de imersão em água o que impossibilitou a determinação do grau de intumescimento. Por outro lado, os hidrogéis 20% A e 20% AC possuíram baixo grau de intumescimento de aproximadamente 4 vezes o de sua massa em água. Tanto os hidrogéis 2% como os de 20% foram

descartado para proceder à cinética de intumescimento uma vez que suas propriedades de intumescimentos foram inadequadas para garantir a retenção de água para o plantio.

Os hidrogéis 5, 7 e 10 % apresentaram boas propriedades mecânicas aos serem intumescidos, e foram capazes de absorver entre 8 e 18 vezes a sua massa em água em aproximadamente 10 minutos de intumescimento, conforme podemos observar através da figura 1. Este resultado é importantíssimo uma vez que a absorção de água durante a irrigação deve ser rápida garantindo a máxima retenção de água a que foi submetido.

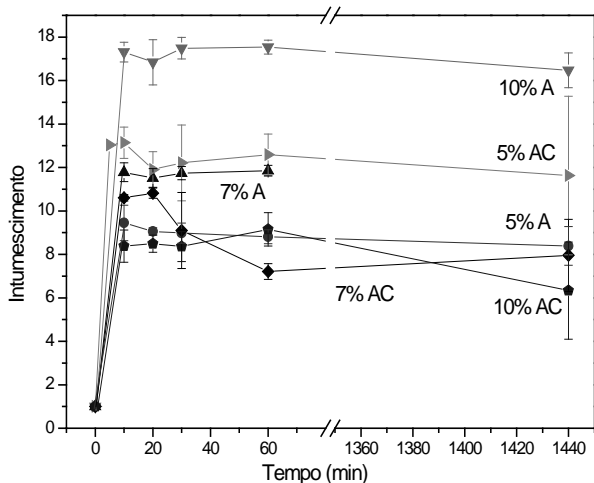


Figura 1 – Intumescimento dos hidrogéis de amido (5% A, 7% A, 10% A) e amido semi-interpenetrado com colágeno (5% AC, 7% AC, 10% AC).

Através da Figura 1 podemos observar que após 10 minutos de intumescimento os hidrogéis mantiveram o valor de intumescimento praticamente constante o que mostra que o equilíbrio de intumescimento é atingido em pouco tempo. Podemos observar que os hidrogéis apresentam redução do valor de intumescimento com o passar do tempo, o que foi atribuído ao fato destas matrizes começarem a desmanchar após atingir o máximo de intumescimento devido ao seu alto caráter hidrofílico e ao baixo grau de reticulação que ocorre durante a síntese dos mesmos por congelamento e descongelamento. O hidrogel 7% A não manteve a rede polimérica íntegra após 24 horas de intumescimento desmanchando-se, o que impossibilitou a determinação do grau de intumescimento da matriz neste tempo.

Pode-se observar ainda através da figura 1 que a presença de colágeno não favorece o aumento de absorção de água, apesar do alto caráter hidrofílico, sendo observada redução no grau de intumescimento dos mesmos, com o incremento do teor de colágeno. Este resultado pode ser atribuído ao aumento de massa de polímero durante a síntese dos hidrogéis o que conseqüentemente leva a formação de uma rede mais densa e, portanto capaz de absorver menor quantidade de água. Por outro lado, o alto caráter hidrofílico do colágeno facilitou a redução de massa dos hidrogéis e

conseqüente destruição da matriz polimérica.

Através da figura 1 podemos observar, ainda, que o hidrogel 10% A, ou seja, o qual foi sintetizado somente com amido foi capaz de absorver maior teor de água, aproximadamente 18 vezes a sua massa em água, e acima de tudo manteve a rede polimérica íntegra após 24 horas de intumescimento por imersão em água. Este resultado indica que o hidrogel 10% A foi a matriz que apresentou as melhores propriedades de intumescimento para ser empregada para a absorção e retenção de água no plantio de sementes uma vez que também mantém sua estrutura íntegra após atingir o equilíbrio.

## 5 Conclusão

O hidrogel 10%, sintetizado somente com amido, quando comparado aos demais hidrogéis de amido ou colágeno, apresentou maior capacidade de intumescimento de água e menor perda de massa após intumescido, sendo a melhor matriz polimérica para ser utilizada para absorção e retenção de água para o plantio, porém as demais matrizes também podem ser utilizadas.

## 6 Referências

- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, v.1, n. 1 p. 23-31, 2002.
- CHILKOTI, A.; DREHER, M. R.; MEYER, D. E.; RAUCHER, D. Targeted drug delivery by thermally responsive polymers. **Adv Drug Delivery Rev**, 2002;54:613-630.
- DA SILVA, R.; DE OLIVEIRA, M.G. Effect of the cross-linking degree on the morphology of poly(NIPAAm-co-AAc) hydrogels. **Polymer**, v. 48, n. 14, p. 4114-4122, 2007.
- HOFFMAN, A.S. Hydrogel for biomedical applications. **Adv. Drug Delivery Rev**, v. 43, p. 3-12, 2002.
- JONES, C.J.; JYON L.A. Shell-restricted swelling and core compression in poly(N-isopropilacrylamide) core-shell microgels. **Macromolecules**, v. 36, p. 1988-1993, 2003.
- LANGLEY-DANYSZ, Les amidons natifs de retour sur scène. **In Revue de L'industrie Agroalimentaire**, v. 539, p. 39-45, 1995.
- MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24(3): 403-406, jul.-set. 2004
- OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre e a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v.8, n.1, p.160-163, 2004.
- PEPPAS, N. A.; BURES, P.; LEOBANDUNG, W.; ICHIKAWA, H. Hydrogel in pharmaceutical formulation. **Eur J Pharm Biopharm**, v. 50, p.27, 2000.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; DOS SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.404-411, 2009

SAYED, H.; KIRKWOOD, R. C.; GRAHAM, N. B. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. **Journal of Experimental Botany**. v. 42, n. 240, p. 891-899, 1991.

SHIN, B. C.; KIM, S. S.; KO, J. K.; JEGAL, J.; LEE, B. M. Gradual phase transition of in poly(N-isopropylacrylamide-co-acrylic acid) gel induced by electric current. **Eur Polym J**, v. 39, p. 579-584, 2003.

SIMÕES, M. M. S. G. **Revestimento de stents com filmes de PVA eluidores de S-nitrosoglutationa**, 2006.

Dissertação (Mestrado em química) – Programa de pós graduação em química, Instituto de química-UNICAMP, 2006. Disponível em <<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/ficha71996.htm>>. Acessado em: 10 de junho de 2010.

TANAKA, Y.; GONG, J. P.; OSADA, Y. Novel hydrogels with excellent mechanical performance. **Prog. Polym. Sci**, v. 30, p. 1–9, 2005

VLACH, T.R. Creeping bentgrass responses to water absorbing polymers in simulated golf greens (on line). Wisconsin, Aug. 1991. [cited nov. 1998]. Disponível em: <http://kimberly.ars.usda.gov>.

YAMASHITA, K.; HASHIMOTO, O.; NISHIMURA, T.; NANGO, M. Preparation of stimuli-responsive water absorbent. **React Funct Polym**, v. 51, p.61-68, 2002.