

PRODUÇÃO DE HIDROGÉIS SUPERABSORVENTE PARA REMOÇÃO DE DISRUPTORES ENDÓCRINOS

Julia Abuhamad de Campos (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Andrelson Wellington Rinaldi (Orientador), Marcos Rogério Guilherme (Co-orientador) e-mail: ra112293@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas e da Terra/
Departamento de Química.

Área de avaliação: Química / Subárea: Química Inorgânica.

Palavras-chave: Hidrogéis; Polímeros; Carboximetilcelulose; Acrilamida;

Resumo:

Os hidrogéis são compostos de rede tridimensional, das quais as propriedades são consideravelmente influenciadas pela interação com solventes, ou seja, a água. Além de ser materiais absorventes, e se devidamente modificados podem se tornar superabsorventes, devido às suas excelentes características adaptativas. Hidrogéis superabsorventes são amplamente utilizados em aplicações como, agricultura e horticultura, fitas de bloqueio de água, medicamentos para sistemas de entrega de medicamentos e dispositivos absorventes, para as quais a absorção de água ou retenção de água é importante. Além disso, a rede tridimensional de hidrogel essencialmente formada pela ligação covalente é resistente à mudança de temperatura, pressão e, portanto, o hidrogel é eficaz para a recuperação de íons metálicos e corantes em uma variedade de condições ambientais. O objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um sistema eficiente baseado em hidrogéis superabsorventes para remoção de espécies consideradas disruptores endócrinos de sistemas aquáticos, a partir de um novo hidrogel, constituído por acrilamida (AAm) e carboximetilcelulose (CMC). Com isso, avaliar suas propriedades hidrofílicas e espectroscópicas, alterando os valores de CMC, AAm. Resultando em hidrogéis com grau de intumescimento de até 659,82% sendo possível ser aplicados como membranas de grande eficiência. O processo de produção é considerado fácil e barato e de bons resultados.

Introdução:

Hidrogéis podem ser definidos como sistemas hidrofílicos formados por dois ou mais componentes unidos por ligações covalentes e/ou eletrostáticas dispostos em uma ou mais redes tridimensionalmente estruturadas envoltas por moléculas de um determinado solvente, geralmente água. A quantidade de água adsorvida pelos hidrogéis está relacionada com a hidrofiliabilidade das cadeias e a densidade de agente de reticulação utilizada na síntese.

A carboximetilcelulose (CMC) é um derivado de polímero natural aniônico e solúvel em água que é amplamente utilizado em detergentes, na exploração de petróleo e nas indústrias de alimentos, papel e têxteis, por possuir propriedades crescentes de viscosidade. A CMC, semelhante a outros polímeros celulósicos naturais, é um polímero degradável sob irradiação, mas

pode ser interligado para formar um hidrogel em condições adequadas. (ZOHURIAAN-MEHR; POURJAVADI; SALEHI-RAD, 2004)

A possibilidade de sintetizar hidrogéis com teores de CMC proporciona a obtenção de hidrogéis com custos menores e mais biodegradáveis, visto que, além da carboximetilcelulose ser um polissacarídeo biodegradável possui um custo inferior ao da acrilamida que se trata um produto sintético. (IBRAHIM; EL SALMAWI; ZAHRAN, 2007)

O objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um sistema eficiente baseado em hidrogéis superabsorventes para remoção de espécies consideradas disruptores endócrinos de sistemas aquáticos, a partir de um novo hidrogel, constituído por acrilamida (AAM) e carboximetilcelulose (CMC). Com isso, avaliar suas propriedades hidrofílicas e espectroscópicas, alterando os valores de CMC e AAM.

Materiais e métodos:

Síntese

A síntese empregada baseou-se na polimerização via radicais livres, começando com a modificação da CMC, em meio ácido. A CMC foi solubilizada em 15 mL de água, acidificada com gotas de HCl concentrado para obter uma solução com pH 3,5 e em seguida foi adicionado metacrilato de glicidila (GMA) para realizar a modificação da CMC, essa reação se processou a 60°C em chapa de aquecimento e agitação constante por um período de 18 h. após a modificação de CMC, adicionou acrilamida (AAM) e acrilato de sódio (AAc). Após a adição de AAM e AAc empregou persulfato de sódio como iniciador, e aguarda-se o processo de polimerização do hidrogel. As quantidades dos reagentes utilizados para reação foram obtidas com base em outros estudos de otimizações realizados anteriormente. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá, durante o ano de 2021/2022, dentro do nosso grupo de pesquisa Rinaldi Research Group.

Composições

Para realização de testes em busca do hidrogel que suprisse as expectativas mínimas, foram realizados estudos com 4 tipos de hidrogéis, alterando somente as concentrações de CMC, AAM e AAc, sendo eles definidos da seguinte Tabela 1.

Tabela 1: formulações dos 4 hidrogéis usado para as análises.

GEL 1	0,5 g CMC	0,3 mL GMA	0,13 g AAM	0,26 g AAc
GEL 2	0,75 g CMC	0,3 mL GMA	0,25 g AAM	0,25 g AAc
GEL 3	0,5 g CMC	0,3 mL GMA	0,25 g AAM	0,25 g AAc
GEL 3	0,75 g CMC	0,3 mL GMA	0,13 g AAM	0,26 g AAc

Intumescimento

Ocorreram em meio a água destilada em pH neutro e temperatura ambiente, os hidrogéis permaneceram completamente imerso a água e foram retirados apenas para pesagem com controle de tempo. Obtendo os dados de grau de intumescimento da Tabela 2.

Propriedades mecânicas

Foram determinadas através do equipamento LLOYD INSTRUMENTS LR 10K plus, em modo de compressão.

Resultados e Discussão:

No presente trabalho elucidou-se a preparação de um copolímero de hidrogel superabsorvente consistindo por acrilamida (AAm) e CMC interligado. A CMC foi adicionada na solução de síntese juntamente com a acrilamida e o acrilato de sódio com o intuito de obter hidrogéis com maior hidrofiliçidade, devido à presença de grupamentos hidroxilas presentes na CMC.

As reações de modificação se mostraram eficientes, pois foi possível sintetizar diferentes hidrogéis, a partir dos reagentes modificados previamente. A partir dos hidrogéis pós-sintetizados, foram realizados ensaios para caracterizá-los, conforme segue.

Intumescimento

Foram estudadas cinéticas de intumescimento dos hidrogéis como potencial na utilização como veículo carreador em sistemas de absorção controlada de água e de espécies solúveis em sistemas aquosos. Foram avaliados parâmetros da cinética de intumescimento, tais como, expoente difusional (n), constante de difusão (k) e coeficiente de difusão (D), que foram obtidos a partir de curvas de intumescimento em função do tempo. Para o intumescimento foram utilizados apenas 1/8 de cada hidrogel. Os dados do grau de intumescimento se apresentam na Tabela 2 e na Tabela 3 apresenta os dados extraídos das medidas de intumescimento.

Tabela 2: Grau de intumescimento obtido em função do tempo.

	Grau de intumescimento (%)	Tempo (mins)
GEL 1	659,82%	1920
GEL 2	230,21%	4800
GEL 3	318,34%	1920
GEL 4	291,01%	17220

Tabela 3: Dados de expoente difusional (n), constante de difusão (k) e coeficiente de difusão (D) para as quatro formulações de hidrogéis sintetizados.

	n	$k (s^{-1})$	D
GEL 1	0,525	0,0322	1,3548
GEL 2	0,305	0,1413	0,8993
GEL 3	0,344	0,0967	0,9707
GEL 4	0,339	0,4819	0,7336

Propriedades mecânicas

Foram determinados os valores de tensão de escoamento (σ_i) que representa a resistência à deformação plástica, módulo de elasticidade (E) que representa a rigidez da resistência à deformação elástica, módulo de resiliência (U_r) que representa a absorção de energia para a deformação elástica, e a tenacidade

(estática) representa a absorção de energia para a deformação plástica, e os resultados encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4: Dados de propriedades mecânicas para as quatro formulações de hidrogéis sintetizados.

	E (kPa)	σ_l (kPa)	U_r (kJ/m ³)	T (kJ/m ³)
GEL 1	43,9	40,8	47,6	80,4
GEL 2	69,3	45,7	44,4	93,4
GEL 3	37,0	43,4	69,1	166,8
GEL 4	54,8	44,9	53,5	120,8

Após os resultados de intumescimento e as propriedades mecânicas dos hidrogéis, optou-se por testar a aplicação dos hidrogéis na forma de membrana e avaliar a potencial aplicabilidade do material. A partir dos resultados apresentados pode-se inferir que os materiais possuem potencial para serem aplicados em sistemas de membranas, e a avaliação se dará na presença de disruptores endócrinos.

Conclusão

A partir da CMC associada aos AAm e AAc foram obtidos hidrogéis considerados bons, e com características peculiares, além disso, vale destacar que os hidrogéis foram preparados a partir de um processo fácil e barato. Cabe ressaltar, que os hidrogéis obtidos possuem potencial para apresentarem alto desempenho em sistemas de membranas, além disso, a CMC pode ser considerada como um excelente candidato para fins de tratamento de água. No entanto, outros estudos se fazem necessários e estão em andamento para alcançar um resultado certo.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, Fundação Araucária, Universidade Estadual de Maringá, Rinaldi Research Group.

Referencias

¹IBRAHIM, S. M.; EL SALMAWI, K. M.; ZAHRAN, A. H. Synthesis of crosslinked superabsorbent carboxymethyl cellulose/acrylamide hydrogels through electron-beam irradiation. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 104, n. 3, p. 2003–2008, 5 maio 2007.

²RATHER, R. A.; BHAT, M. A.; SHALLA, A. H. An insight into synthetic and physiological aspects of superabsorbent hydrogels based on carbohydrate type polymers for various applications: A review. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v. 3, p. 100202, 1 jun. 2022.

³ZOHURIAAN-MEHR, M. J.; POURJAVADI, A.; SALEHI-RAD, M. Modified CMC. 2. Novel carboxymethylcellulose-based poly(amidoxime) chelating resin with high metal sorption capacity. **Reactive and Functional Polymers**, v. 61, n. 1, p. 23–31, 1 ago. 2004.

⁴AOUADA, F. A. et al. Correlação entre parâmetros da cinética de intumescimento com características estruturais e hidrofílicas de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1482–1490, 2009.