AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA E PH NO MECANISMO DE INTUMESCIMENTO DE HIDROGÉIS BASEADOS EM PECTINA

Vinícius Duarte Machado (PIBIC/FA, Prof. Dr. Ernandes Taveira Tenório Neto (Orientador), e-mail: ernandes.tenorio@uepg.br

Departamento de Química, UEPG

Química, Química orgânica

Palavras-Chave: *Hidrogel, intumescimento, pectina, interação*

Resumo

A pectina é um polissacarídeo biocompatível e biodegradável, utilizada na formulação de hidrogéis devido à sua capacidade de absorção de fluidos, modulável por pH e temperatura. Este trabalho teve como objetivo avaliar como essas variáveis influenciam o grau de intumescimento (GI) e os mecanismos de difusão e relaxação macromolecular em hidrogéis de pectina, utilizando um modelo matemático proposto pelo grupo. Os hidrogéis foram sintetizados a partir de pectina, dialisados e secos, e posteriormente submetidos a ensaios de intumescimento em diferentes condições de pH, força iônica e temperatura. Os resultados demonstraram a forte relação do pH e da força iônica com o GI, com relaxação macromolecular predominando em meio ácido e difusão em meio neutro, enquanto a temperatura modulou a velocidade de absorção. O modelo mostrou-se eficaz para caracterizar o mecanismo de intumescimento, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de hidrogéis com propriedades ajustáveis.

Introdução

A pectina é um polissacarídeo biocompatível e biodegradável de baixo custo, com ampla aplicação na formulação de hidrogéis (HGs). Esses materiais apresentam alta capacidade de absorção de fluidos, característica que pode ser modulada por fatores externos como pH, força iônica (FI) e temperatura (T) [1]. Neste trabalho, buscou-se avaliar a influência desses parâmetros sobre o grau de intumescimento (GI) e sobre os mecanismos de difusão e relaxação macromolecular por meio de um modelo matemático desenvolvido pelo grupo.

Materiais e Métodos

A pectina foi inicialmente modificada com GMA em pH 10 e, a partir da solução resultante, os hidrogéis foram sintetizados em eppendorfs contendo pectina modificada, DMAAm e persulfato de sódio, com reação a 60 °C. Após a polimerização, os hidrogéis foram submetidos a diálise em água destilada com trocas periódicas, seguidas de secagem a 40 °C. Para os ensaios de intumescimento, prepararam-se tampões de pH 1,2 (NaCl + HCl, 0,2 M) e pH 7 (NaH_2PO_4, 0,2 M). As amostras secas foram imersas em soluções sob diferentes condições de pH, FI e T (30 e 40 °C). O GI foi determinado por medidas periódicas de massa até o equilíbrio.

Resultados e Discussão

O planejamento fatorial permitiu avaliar de forma sistemática a influência da T, do pH e da FI sobre o GI. O modelo matemático proposto apresentou excelente ajuste estatístico, confirmando sua confiabilidade e capacidade preditiva. Em meio ácido, no qual os grupos –COOH da pectina permanecem praticamente não ionizados, observou-se que a FI foi o fator mais relevante, favorecendo a penetração de solvente devido ao efeito dos íons, o que levou ao predomínio da relaxação macromolecular. Nessa condição, a T contribuiu para o aumento da constante k, associada à velocidade de difusão do solvente, indicando que o processo de absorção é limitado por transporte difusional. Em meio neutro, a pectina se encontra carregada negativamente, o efeito Donnan tornou-se determinante para o comportamento do GI [2]. O aumento da FI, reduziu a absorção de fluídos, enquanto a T passou a exercer um papel dominante, tanto para a velocidade de difusão quanto a contribuição relativa entre difusão e relaxação. A análise da relação a*/b* revelou que, em todas as formulações, o mecanismo de intumescimento foi do tipo anômalo, combinando difusão Fickiana e relaxação macromolecular. Contudo, a relaxação desempenha papel fundamental no processo. Além disso, os resultados indicaram uma anticorrelação entre o GI e a razão a*/b*: quanto maior a absorção total, maior a contribuição da relaxação.

Conclusão ou Conclusões

O estudo demonstrou que o comportamento de intumescimento dos HGs de pectina modificada depende fortemente do pH e da FI do meio. Em pH ácido, a absorção foi predominante pelo efeito específico dos íons e pela relaxação macromolecular, enquanto em pH neutro predominou o efeito Donnan, com maior contribuição da difusão. A T modulou principalmente a velocidade de difusão (k). Dessa forma, o modelo proposto mostrou-se eficaz para descrever o mecanismo de intumescimento e permite direcionar o desenvolvimento de hidrogéis com propriedades ajustáveis para aplicações específicas.

Agradecimentos

Agradeço a FA pela bolsa, fomento a pesquisa e pela oportunidade, à UEPG pelo espaço e infraestrutura oferecida para a realização das atividades, ao C-LABMU.

1. HOSSEIN BANIASADI et al. Innovations in hydrogel-based manufacturing: A comprehensive review of direct ink writing technique for biomedical applications. **Advances in colloid and interface science**, v. 324, p. 103095–103095, 1 fev. 2024
2. TANG, Jian *et al*, Effect of Nonlinear Elasticity on the Swelling Behaviors of Highly Swollen Polyelectrolyte Gels, **Gels**, v. 7, n. 1, p. 25–25, 2021.