

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGEL PARA USO FUTURO COMO POMADA PARA TRATAMENTO E CICATRIZAÇÃO DE QUEIMADURAS

Mariana Seo Welcomme¹, Julia Midori Harada¹, Susana Seo Welcomme¹,
Andreza Ribeiro Simioni², Daniela Santos Silva¹.

¹Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes Rua Paraibuna, 75 - Jardim São Dimas - 12245-780 - São José dos Campos - SP, Brasil, marianaceo.sw05@gmail.com, julia.midori.harada@gmail.com, susana.sw05@gmail.com, danielass@univap.br.

²Universidade do Vale do Paraíba, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova - 12244-390, São José dos Campos - SP, Brasil, simioni@univap.br.

Resumo

O hidrogel é um material polimérico que possui diversos usos. Ele pode ser produzido a partir da gelatina e utilizado como possível agente cicatrizante de queimaduras. Nesse estudo, o hidrogel foi preparado utilizando o método de reticulação química e sua caracterização foi realizada por meio de três técnicas: O teste do Grau de Intumescimento (%GI), a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e a Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Com os resultados, foi possível observar um hidrogel de estrutura uniforme e com a presença de redes, com um intumescimento satisfatório e com os espectros de acordo com o esperado.

Palavras-chave: Hidrogel. Cicatrização. Queimadura. Gelatina.

Curso: Ensino Médio, Técnico em Química.

Introdução

O hidrogel é um material polimérico amplamente estudado e utilizado em diversas áreas da ciência, sobretudo, em aplicações biomédicas. Sua estrutura composta por redes tridimensionais hidrofílicas permite a exploração da sua grande capacidade de absorção e retenção de solventes. Devido à versatilidade do hidrogel e pela sua capacidade de retenção de água, pode ser utilizado como curativo de feridas, com destaque para as queimaduras, uma vez que auxilia no crescimento epitelial (TAVARES, 2015).

Queimaduras são traumas graves, que estão entre as principais causas de mortalidade e morbidade (LACERDA, 2010). Estão relacionadas ao contato – direto ou indireto – da pele com fontes de calor ou frio, radiação, fontes de eletricidade, plantas e animais – como a urtiga e as águas vivas. Os casos de queimaduras são bastante recorrentes, o que pede uma grande área de pesquisa voltada para a sua superação (LACERDA, 2010).

A gelatina é um polímero derivado do colágeno, que compõe a base dos hidrogéis. Como um polímero natural, apresenta propriedades de biocompatibilidade e biodegradabilidade, que garantem a aceitação do material pelo organismo (PRESTES, 2012).

Diante do potencial e aplicações promissoras do hidrogel, este projeto tem por objetivo aprofundar o estudo do hidrogel como agente cicatrizante, explorando suas propriedades físicas, químicas e métodos de caracterização.

Metodologia

O hidrogel foi sintetizado de acordo com a metodologia descrita por Ambrosio (2022), com base no método de reticulação química. Dissolveu-se a gelatina (*Gelatin Porcine Skin Type A Sigma G-2500: Sigma Aldrich*) em 100 mL de água destilada em constante agitação e aquecimento a 40 °C. Posteriormente, foi adicionado glutaraldeído como agente reticulante e deixado à temperatura ambiente para a gelificação, permanecendo em descanso por 24h na mesma temperatura. Após, a amostra foi encaminhada para ciclos de centrifugação a 4500 rpm e lavagem com água destilada para a remoção de impurezas.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Os sistemas de hidrogel, por conta de suas redes tridimensionais, têm a capacidade de absorver água sem perder as suas propriedades estruturais e químicas. O tratamento das amostras para o ensaio foi feito com base na metodologia descrita por Kavoosi *et al.*, (2017). Inicialmente as amostras foram pesadas e imersas em água destilada por um período pré-estabelecido. Em seguida, elas foram secas a partir de prensagem em papel absorvente e pesadas novamente. Todos os testes foram realizados em triplicata (Equação 1).

$$\%GI = (\text{Massa do sistema intumescido} - \text{Massa inicial}) / (\text{Massa inicial}) \times 100 \quad (1)$$

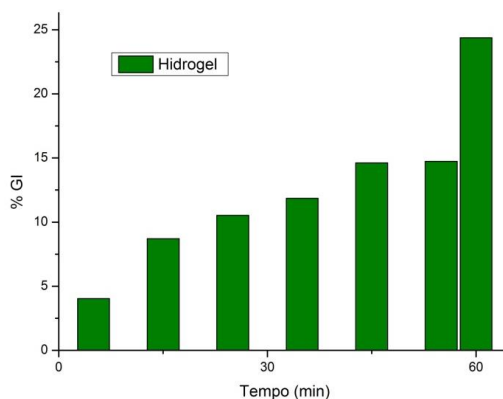
A morfologia externa do hidrogel foi examinada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), a partir do equipamento EVO-MA10 (Zeiss, Alemanha). As amostras foram liofilizadas e recobertas com ouro (Au) para a obtenção das imagens. Tal análise permitiu a avaliação da morfologia da rede formada na síntese do sistema hidrogel e seus padrões de distribuição nas amostras analisadas.

Os espectros de absorção no infravermelho foram obtidos na região de 4000 a 450 cm^{-1} com resolução de 4 cm^{-1} com 32 varreduras no modo transmissão, com temperatura controlada em 20 °C. O espectrofotômetro utilizado foi o *Spectrum 400* com Transformada de *Fourier* (FTIR), tecnologia de refletância total atenuada (ATR) da fabricante *PerkinElmer*. Foram realizadas leituras das amostras de hidrogel e gelatina para comparações posteriores.

Resultados

O grau de intumescimento (%GI) foi realizado para avaliar a capacidade de absorção de líquidos de determinado sólido. A amostra apresentou %GI de $24,38 \pm 13,76\%$ em uma hora (Figura 1).

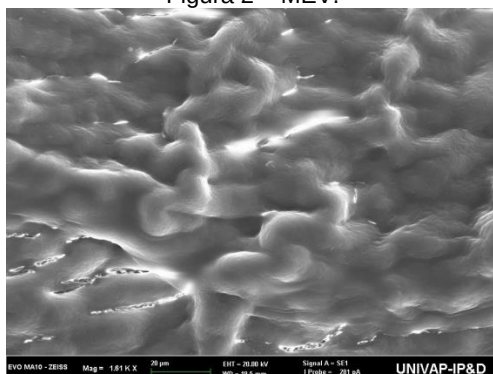
Figura 1- Grau de intumescimento.



Fonte: As autoras (2023).

A Figura 2 mostra os resultados do MEV.

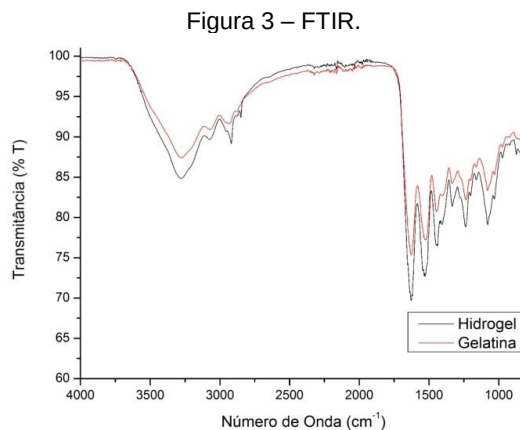
Figura 2 – MEV.



Fonte: As autoras (2023).

A Figura 3 mostra o resultado da Espectroscopia FTIR.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições



Fonte: As autoras (2023).

Discussão

A estabilidade nas propriedades tanto físicas quanto químicas do hidrogel, provenientes das ligações covalentes formadas a partir do processo de *cross-linking* químico, durante a síntese, se dá pela adição do agente reticulante glutaraldeído (FRACHINI; PETRI, 2019; GONSALVES *et al.*, 2011).

De acordo com Bukhari *et al.*, (2015) e El-Halah *et al.*, (2020) a propriedade de intumescimento está ligada a materiais que apresentam configuração de redes, resultado do processo de *cross-linking* entre as moléculas do material, e pode ser descrita como a capacidade de um polímero de não se dissolver ao absorver água ou outro solvente. A água penetra nas redes do polímero, após o contato inicial com a superfície, por fenômenos como a capilaridade e difusão, formando ligações de hidrogênio através de hidroxilas, aminos e carboxilatos (BRITO *et al.*, 2013; BUKHARI *et al.*, 2015; EL-HALAH *et al.*, 2020).

Ambrosio (2022) obteve %GI de 22,11% após uma hora de teste, enquanto encontrou-se um resultado de 24,38% nesse estudo. O que demonstra que o grau de intumescimento do hidrogel pode ser afetado por diversas variáveis, principalmente pH, composição do sistema, influência do agente reticulante e temperatura (BRITO *et al.*, 2013; OSTROWSKA-CZUBENKO *et al.*, 2015).

A partir da observação da imagem de MEV, pode-se dizer, também, que o sistema apresenta estrutura uniforme e presença das redes em sua composição, característica determinante para um sistema hidrogel com morfologia adequada, como descrita na literatura em Bakravi *et al.*, (2018), Unagolla e Jayasuriya (2020) e He *et al.*, (2021).

A espectroscopia no infravermelho foi utilizada para realizar a comparação das bandas correspondentes às ligações presentes no hidrogel e gelatina. Os picos observados encontram-se na Tabela 1 e são equivalentes para ambas as amostras analisadas.

Tabela 1 - Região de Estiramento no Infravermelho

Ligação	Região de estiramento
C-H	1550 cm ⁻¹
N-H	3300 cm ⁻¹
C=O	1630 cm ⁻¹
N-H e C-N	1200 cm ⁻¹
O-H	3400 cm ⁻¹
C-O	1000 cm ⁻¹

Fonte: Billiet *et al.*, (2013) e Saraiva *et al.*, (2015).

Conclusão

Com o desenvolvimento do estudo, foi possível analisar o potencial de aplicação do hidrogel como futura pomada para o tratamento de queimaduras, analisando suas propriedades físicas e químicas através das caracterizações de %GI, MEV e FTIR. Foi possível comprovar que o hidrogel possui a alta absorção de água, morfologia esperada e picos no FTIR condizentes com a gelatina em sua formulação, propriedades ideais para sua aplicação.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Referências

AMBROSIO, J. A. R. **Nanosistemas de entrega de fármacos à base de hidrogel para Terapia Fotodinâmica**. 2022. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Processamento de Materiais, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2022.

BAKRAVI, A. et al. Synthesis of gelatin-based biodegradable hydrogel nanocomposite and their application as drug delivery agent. **Adv. Polym. Technol.**, v.37, n.7, p. 2625–2635, 2018.

BILLIET, T. et al. Quantitative contrasts in the photopolymerization of acrylamide and methacrylamide-functionalized gelatin hydrogel building blocks. **Macromol. Biosci.**, v.13, n.11, p.1531-1545, 2013.

BRITO, C. W. Q. et al. Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilamidaacrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. **Quim. Nova**, v. 36, n. 1, p. 40-45, 2013.

BUKHARI, S. M. H. et al. Synthesis and Characterization of Chemically Cross-Linked Acrylic Acid/Gelatin Hydrogels: Effect of pH and Composition on Swelling and Drug Release. **International Journal of Polymer Science**, v. 2015, n. 187961, p.1-15,2015.

FRACHINI, E. C. G.; PETRI, D. F. S. Magneto-Responsive Hydrogels: Preparation, Characterization, Biotechnological and Environmental Applications. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 30, n. 10, p. 2010-2028, 2019.

KAVOOSI, G. et al. Preparation and characterization of a novel gelatin–poly(vinyl alcohol) hydrogel film loaded with Zataria multiflora essential oil for antibacterial–antioxidant wound-dressing applications. **J. Appl. Polym. Sci.**, v. 134, n. 39, p. 1-9, 2017.

LACERDA, Liliane do Amaral; CARNEIRO, Aline Couto; OLIVEIRA, Andréa Fernandes de; GRAGNANI, Alfredo; FERREIRA, Lydia Masako. Estudo epidemiológico da Unidade de Tratamento de Queimaduras da Universidade Federal de São Paulo. **Revista Brasileira de Queimaduras**, v. 9, n. 3, p. 82-88, 2010.

OSTROWSKA-CZUBENKO, J; GIERSEWSKA, M; PIERÓG, M. pH-responsive hydrogel membranes based on modified chitosan: water transport and kinetics of swelling. **J. Polym. Res.**, v.22, n.153, p. 1-12, 2015.

PRESTES, Rosa Cristina. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. 1, p. 65-74, 02 jul. 2015.

SARAIVA, S. M. et al. Synthesis and characterization of a photocrosslinkable chitosan–gelatin hydrogel aimed for tissue regeneration. **RSC Adv.**, v. 5, n. 78, p. 63478–63488, 2015.

TAVARES, Walter de Souza; SILVA, Raquel Souza da. Curativos utilizados no tratamento de queimaduras: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Queimaduras**, v. 14, n. 4, p. 300-306, 2015.

UNAGOLLA, J. M; JAYASURIYA, A. C. Hydrogel-based 3D bioprinting: A comprehensive review on cell-laden hydrogels, bioink formulations, and future perspectives. **Applied Materials Today**, v.18, n.100479, p. 1-22, 2020.