

## POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA CARRAGENANA: DESENVOLVIMENTO DE HIDROGEL A PARTIR DA MACROALGA *GIGARTINA SKOTTSBERGII*

PATRÍCIA DAIANE ZANK<sup>1</sup>; MATHEUS PEREIRA DE ALBUQUERQUE<sup>2</sup>; RAFAELY PICCIONI ROSADO<sup>2</sup> ANDRE RICARDO FAJARDO<sup>2</sup>; JANICE LUEHRING GIONGO<sup>3</sup>; RODRIGO DE ALMEIDA VAUCHER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [patricia-zank@hotmail.com](mailto:patricia-zank@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [rafaelypiccioni@hotmail.com](mailto:rafaelypiccioni@hotmail.com),  
[matheusalbuquerque813@gmail.com](mailto:matheusalbuquerque813@gmail.com), [andre.fajardo@ufpel.edu.br](mailto:andre.fajardo@ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Rio Grande – [janicegiongo@hotmail.com](mailto:janicegiongo@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [rdvaucher@hotmail.com](mailto:rdvaucher@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Os oceanos, que cobrem 70% da superfície terrestre e concentram até 90% da biodiversidade global, representam uma fonte estratégica de compostos bioativos com potencial para aplicações cosméticas e farmacêuticas (MACIEL; TAVARES; CALUZ; GASPARG et al., 2018). Entre os organismos marinhos, as macroalgas destacam-se pela capacidade de adaptação a ambientes extremos, como alta radiação ultravioleta (UV) e baixa disponibilidade de nutrientes, condições que estimulam a produção de metabólitos com relevância biotecnológica (RODRIGUES; FREITAS; PEREIRA; ROCHA-SANTOS et al., 2015; BERNEIRA; DE; DA SILVA; VENZKE et al., 2021).

A carragenana, polissacarídeo sulfatado extraído da macroalga *Gigartina skottsbergii*, apresenta propriedades estruturais que permitem a formação de hidrogéis tridimensionais com alta capacidade de retenção de água e comportamento semelhante ao de tecidos vivos, características que os tornam atrativos para aplicações biomédicas (SELIKAR, 2012). Esses hidrogéis podem ser físicos, quando formados por interações moleculares reversíveis, ou químicos, quando obtidos por reticulação covalente, garantindo maior estabilidade estrutural (ULLAH; OTHMAN; JAVED; AHMAD et al., 2015).

Neste trabalho, a carragenana foi utilizada como matriz principal para a elaboração de um hidrogel funcional, capaz de formar uma rede polimérica estável e versátil. Essa estrutura permite incorporar compostos bioativos, controlar sua

liberação e manter a integridade da formulação, favorecendo aplicações em sistemas terapêuticos e formulações tópicas de uso biomédico e farmacêutico.

## 2. METODOLOGIA

As membranas de hidrogel foram preparadas conforme descrito por (GULART *et al.* 2020), dissolvendo-se 100 mg de carragenana em 5 mL de água destilada a 60 °C. Em etapa separada, 1000 mg de álcool polivinílico (PVA) foram dissolvidos em 15 mL de água destilada a 80 °C por 3 horas. As soluções foram combinadas, e o pH ajustado para 5. A mistura resultante foi agitada a 100 rpm por 30 minutos, até completa homogeneização, e vertida em placas de Petri (85 × 10 mm). Posteriormente, as amostras foram congeladas a -20 °C por 12 horas e submetidas a cinco ciclos de congelamento-descongelamento (1 hora a -20 °C seguida de 30 minutos em temperatura ambiente). Ao final, as membranas foram liofilizadas para caracterizações posteriores.

A análise térmica foi realizada por Calorimetria Diferencial de Varredura Modulada (MTDSC) utilizando um equipamento DSC Q2000 (TA Instruments Inc., USA). Amostras de aproximadamente 3 mg foram pesadas em balança analítica Sartorius M500P ( $\pm 0,001$  mg) e acondicionadas em cápsulas de alumínio hermeticamente seladas. O ensaio consistiu em dois ciclos de aquecimento e resfriamento, com variação de temperatura de -80 °C a 150 °C e taxa de aquecimento de 5 °C/min, sob atmosfera de nitrogênio (50 mL/min). A análise dos dados foi realizada no software TA Universal Analysis 2000 (versão 4.5), permitindo identificar transições térmicas e avaliar a estabilidade dos filmes.

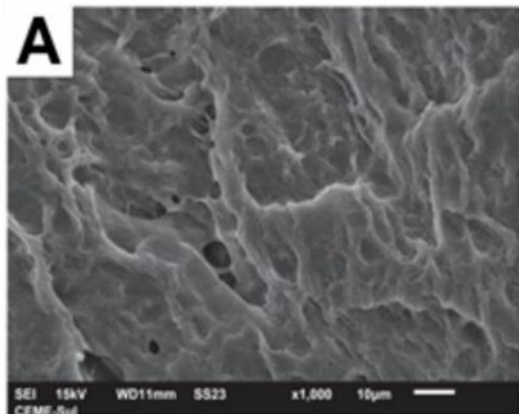


FIGURA 1: MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

micrografias

foram obtidas em diferentes ampliações, com ênfase em 1000×, para avaliar a homogeneidade da superfície, a presença de poros, possíveis aglomerados e a interação entre os polímeros constituintes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação do hidrogel à base de carragenana e PVA demonstrou ser eficiente e reprodutível, resultando em uma matriz polimérica estável, tridimensional e com alta capacidade de retenção de água, características relatadas para sistemas poliméricos hidrofílicos com comportamento semelhante ao de tecidos biológicos (SELIKAR, 2012). A análise térmica por DSC confirmou a integridade e a estabilidade estrutural do material, com comportamento consistente ao observado em hidrogéis fisicamente reticulados de PVA e carragenana descritos anteriormente (ULLAH; OTHMAN; JAVED; AHMAD et al., 2015). Os termogramas não apresentaram eventos térmicos de primeira ordem para a carragenana pura na faixa de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , reforçando seu caráter amorfo. Para os filmes formados, transições endotérmicas iniciais foram detectadas no primeiro ciclo de aquecimento, com temperaturas de fusão em torno de  $153\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguidas de transição irreversível para um estado amorfo estável, conforme evidenciado pela ausência de novos picos em ciclos subsequentes.

A microscopia eletrônica de varredura revelou superfícies homogêneas e ausência de separação de fases, indicando alta compatibilidade entre os polímeros e formação de uma rede polimérica contínua, conforme descrito para hidrogéis derivados de polissacarídeos com potencial biomédico (LIMA-TENÓRIO; TENÓRIO-NETO; GUILHERME; GARCIA et al., 2015). As micrografias mostraram

baixa rugosidade e ausência de poros ou agregados, confirmando a eficiência do processo de gelificação e a formação de um material denso e bem organizado.

#### 4. CONCLUSÕES

A metodologia empregada possibilitou a obtenção de um hidrogel com propriedades estruturais, térmicas e físico-químicas adequadas para aplicações tópicas e biomédicas, reforçando seu potencial como biomaterial versátil e seguro.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACIEL, O. M. C.; TAVARES, R. S. N.; CALUZ, D. R. E.; GASPAR, L. R. *et al.* Photoprotective potential of metabolites isolated from algae-associated fungi *Annulohyphoxylon stygium*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, 178, p. 316-322, 2018/01/01/ 2018.

LIMA-TENÓRIO, M. K.; TENÓRIO-NETO, E. T.; GUILHERME, M. R.; GARCIA, F. P. *et al.* Water transport properties through starch-based hydrogel nanocomposites responding to both pH and a remote magnetic field. **Chemical Engineering Journal**, 259, p. 620-629, 2015/01/01/ 2015.

RODRIGUES, D.; FREITAS, A. C.; PEREIRA, L.; ROCHA-SANTOS, T. A. P. *et al.* Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal. **Food Chemistry**, 183, p. 197-207, 2015/09/15/ 2015.

SELIK TAR, D. Designing Cell-Compatible Hydrogels for Biomedical Applications. **Science**, 336, n. 6085, p. 1124-1128, 2012/06/01 2012.

ULLAH, F.; OTHMAN, M. B. H.; JAVED, F.; AHMAD, Z. *et al.* Classification, processing and application of hydrogels: A review. **Materials Science and Engineering: C**, 57, p. 414-433, 2015/12/01/ 2015.

GULARTE, MATHEUS S., RAFAEL F. N. QUADRADO, NATHALIA S. PEDRA, MAYARA S. P. SOARES, NATÁLIA P. BONA, ROSELIA M. SPANEVELLO, AND ANDRÉ R. FAJARDO. "Preparation, Characterization and Antitumor Activity of a Cationic Starch-Derivative Membrane Embedded with a B-Cyclodextrin/Curcumin Inclusion Complex." **International Journal of Biological Macromolecules** 148 (2020): 140-52.