

QUANTIFICAÇÃO DO PERFIL DE CARBOIDRATOS DE ALGAS UTILIZADOS NA BIOSÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS

IGOR FRANZ SANTA BARBARA¹; LUCAS MORAES BERNEIRA²; TAIS POLETTI²; RAFAEL GUERRA LUND³

¹Universidade Federal de Pelotas – igorfranzsb@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – lahbbiufpel@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – rafael.lund@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As algas, predominantemente marítimas, têm ampla aplicação em diversas áreas, incluindo alimentação, microbiologia e farmacologia, devido à sua versatilidade. Destacam-se as carragenanas, conhecidas por suas propriedades antioxidantes. As algas vermelhas, ricas em ficoeritrina e polissacarídeos como carragenanas e agaranas, despertam interesse em microbiologia, farmacologia e biotecnologia devido a sua capacidade de formar géis e poder antioxidante (ARIAS et al., 2016; GUIMARÃES et al., 2021)

Nanopartículas, com tamanho inferior a 100 nm, desempenham um papel crescente na pesquisa e indústria. As nanopartículas de óxido de ferro, devido às suas propriedades magnéticas e capacidade de adsorção, têm diversas aplicações. Suas características catalíticas, eletrônicas, ópticas e bioativas as mantêm em destaque nas áreas médica, de materiais, farmacêutica e tecnológica (GUIMARÃES et al., 2021)

A síntese de nanopartículas possui diferentes rotas, algumas tóxicas no passado. As principais são "bottom-up," formando partículas pequenas que agregam para criar nanopartículas, e "top-down," reduzindo partículas maiores a nanoscópicas. Novas técnicas de biossíntese visam produção eficiente e sustentável (CASTRO et al., 2013; TAHIR; REIS, 2019; SAIF). Este estudo busca analisar o consumo de carboidratos de algas durante a síntese de nanopartículas de ferro.

2. METODOLOGIA

As macroalgas *Gigartina skottsbergii* e *Mazzaella laminarioides* foram coletadas em 2018 na região de Punta Arenas, Chile. Os organismos marinhos foram lavados com água destilada, identificados morfológicamente e desidratados em um forno a 40 °C. Ao final do processo, foram pulverizados e armazenados em embalagens escuras a -20 °C, longe da luz.

A síntese de nanopartículas de óxido de ferro foi realizada seguindo uma adaptação das metodologias de Abbas et al. (2013) e Berneira et al. (2022).

Inicialmente, um extrato de macroalgas foi preparado utilizando 100 mL de água deionizada e 2 g da macroalga correspondente, aquecendo a mistura a 100 °C por 1 hora. Posteriormente, o extrato foi centrifugado, e o extrato algal foi isolado e utilizado para a subsequente síntese de nanopartículas de óxido de ferro. Para a reação, 2,56 g de heptaidrato de sulfato de ferro foram dissolvidos em 100 mL de água deionizada, e a solução foi misturada (1:1, v/v) com o extrato algal sob agitação e aquecimento a 70 °C por 1 hora. O pH da solução foi ajustado para 11 utilizando uma solução aquosa de hidróxido de sódio 1 M. Após a reação, o produto foi centrifugado a 4000 rpm por 10 minutos, e o precipitado foi desidratado em um forno a 100 °C por 48 horas.

A morfologia das nanopartículas de óxido de ferro e a estimativa do tamanho de suas partículas foram realizadas por meio de equipamento de Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM) modelo CM200 da Philips, Amsterdã, Holanda.

Para a quantificação de carboidratos, o método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS)(HONG et al., 2020) foi realizado usando alíquotas do extrato de algas antes e depois da reação. Uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M foi preparada e misturada com DNS. Simultaneamente, uma solução de tartarato de sódio e potássio tetrahidratado foi preparada e diluída. A reação ocorreu nos extratos pré e pós-síntese de *Gigartina skottsbergii*(GS) e *Mazzaella laminarioides*(ML), comparados a um padrão de glicose (0 a 1 mg/mL). Tubos de ensaio com soluções de 1 mg/mL em proporção 1:1 (v/v) com DNS foram agitados, aquecidos a 100 °C por 15 minutos, resfriados e diluídos a 5 mL para análise espectroscópica. A amostra em branco foi preparada com água destilada. O processo foi repetido após hidrólise ácida com ácido clorídrico a 60 °C por 10 minutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As nanopartículas apresentaram tamanho de partícula mínimo de 20 nanômetros, conforme Figura 1, e estrutura cubica, além de demonstrar provável agrupamento devido a propriedades magnéticas visto que um de seus prováveis produtos é a magnetita.

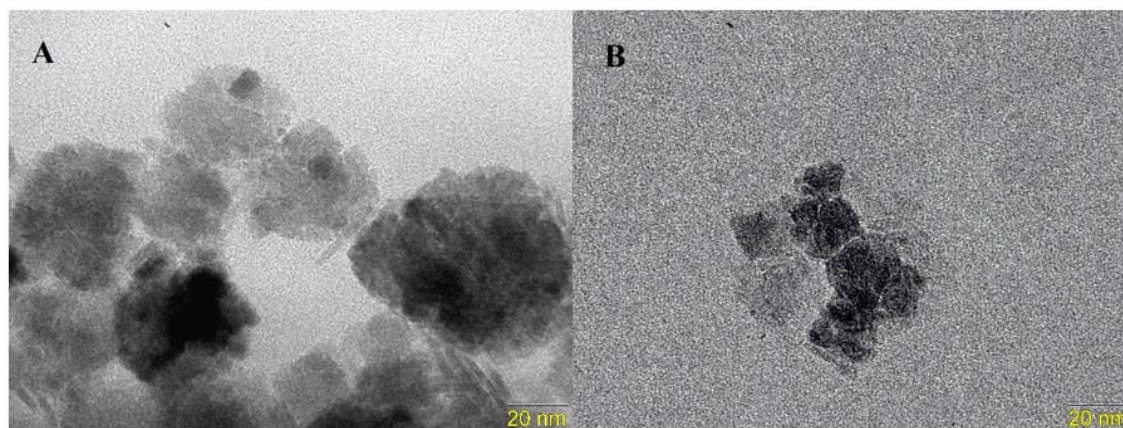


Figura 1. Nanopartículas de óxido de ferro visualizadas por microscopia eletrônica de transmissão

O perfil de carboidratos das algas mostrou que a quantidade de açúcares redutores, polissacarídeos e açúcares totais no extrato de GS era maior do que no extrato de ML. Constatou-se que $19\% \pm 3$ dos açúcares redutores de GS e $41\% \pm 2$ dos açúcares redutores de ML foram consumidos durante a reação de biossíntese. No entanto, em relação aos polissacarídeos, verificou-se que foram consumidos 77,8% e 85,7%, e em relação aos açúcares totais, 74,2% e 82,49% de todos os açúcares foram utilizados no processo de síntese das nanopartículas.

Dessa forma como foi citado por Castro et al. (2013) os polissacarídeos serviram como base para a reação da biossíntese de nanopartículas, entretanto também é possível notar que os açúcares redutores tiveram participação nesse processo de forma que é provável o envolvimento dos grupamentos aldeídos e carboxílicos tanto de polissacarídeos quanto de açúcares redutores.

Tabela 1. Quantidades de açúcares pelo método do DNS.

Amostra	Redutores (mg/mL)	Polissacarídeos(mg/mL)	Totais (mg/mL)
GSE	$0.01157 \pm 0,003$	$0,16849 \pm 0,003$	$0.18006 \pm 0,006$
MLE	$0.00820 \pm 0,001$	$0,10278 \pm 0,003$	$0.11098 \pm 0,004$
GSR	$0.00932 \pm 0,003$	$0,03737 \pm 0,004$	$0.04639 \pm 0,007$
MLR	$0.00483 \pm 0,002$	$0,01460 \pm 0,001$	$0.01943 \pm 0,002$

Nota: GS extrato (GSE); ML extrato (MLE); GS resíduo (GSR); ML resíduo (MLR).

4. CONCLUSÕES

Devido o consumo de polissacarídeos e açúcares redutores durante o processo de síntese de nanopartículas metálicas de ferro, a partir de algas subantárticas é possível pressupor um papel favorável aos grupamentos aldeídos e carboxílicos nesse processo de síntese.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, M.; TAKAHASHI, M.; KIM, C. Facile sonochemical synthesis of high-moment magnetite (Fe₃O₄) nanocube. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 15, n. 1, p. 1–12, 2013.
- ARIAS, F; MANSILLA, A; MATSUHIRO, B.; PAVEZ, J; TORRES, R.; YÁÑEZ-SÁNCHEZ, M. Carrageenans from nuclear phases of subantartic *Mazzaella laminarioides* (Gigartinales, Rhodophyta) and graft copolymerization of alkali-modified carrageenan with acrylamide. **Journal of Applied Phycology**, v. 28, p. 1275–1286, 2016.
- BERNEIRA, L. M.; POLETTI, T.; DE FREITAS, S. C.; MARON, G. K.; CARRENO, N. L. V.; DE PEREIRA, C. M. P. Novel application of sub-Antarctic macroalgae as zinc oxide nanoparticles biosynthesizers. **Materials Letters**, v. 320, p. 132341, 2022.
- CASTRO, L.; BLÁZQUEZ, M. L.; MUÑOZ, J. A.; GONZÁLEZ, F.; BALLESTER, A. Biological synthesis of metallic nanoparticles using algae. **IET Nanobiotechnology**, v. 7, n. 3, p. 109–116, 2013.
- GUIMARÃES, M. L.; AMARANTE, J. F.; DE OLIVEIRA, H. P. A importância dos óleos essenciais na síntese verde de nanopartículas metálicas The importance of essential oils in the green synthesis of metallic nanoparticles. **Revista Matéria**, v. 26, n. 3, p. 1–12, 2021.
- HONG, Y.; CHEN, C.; WU, Y R. Biobutanol production from sulfuric acid-pretreated red algal biomass by a newly isolated *Clostridium* sp. strain WK. **Biotechnology and Applied Biochemistry**, v. 67, n.5, p. 738–743, 2020.
- REIS, C. F. **Revelação de impressões digitais latentes com materiais híbridos magneto-fluorescentes por ESIPT**. 2019. 1–63 f. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, 2019. Acessado em: 21 set. 2022.
- SAIF, S.; TAHIR, A.; CHEN, Y. Green Synthesis of Iron Nanoparticles and Their Environmental Applications and Implications. **Nanomaterials**, v. 6, n. 11, p. 209, 12 nov. 2016.