BIOPROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DA MICROALGA MARINHA *Porphyridium cruentum*

Willy de Paula Rocha, Kerlon Silva Henrique, Gabriela de Amorim da Silva, Juscielle Nicolladelli, Ângelo Paggi Matos, Giustino Tribuzi, Fabio Farias de Neves

INTRODUÇÃO

No panorama contemporâneo da biotecnologia, as microalgas marinhas consolidaram-se como ativos estratégicos de elevada densidade tecnológica, operando como biofábricas naturais capazes de sintetizar compostos bioativos de alto valor agregado (MATOS, 2017). Dentre a vasta biodiversidade microalgal, a *Porphyridium cruentum* destaca-se pelo seu potencial metabólico singular, despertando o interesse de setores industriais que buscam insumos inovadores para o desenvolvimento de bioprodutos nutracêuticos e suplementos funcionais (MATOS *et al.,* 2016). *P. cruentum* é uma microalga vermelha unicelular marinha, mede de 6 a 10 micrômetros com parede celular frágil o que facilita a extração de compostos bioativos. Durante o cultivo, a microalga libera polissacarídeos denominado exopolisascarídeos sulfatados que formam uma camada gelatinosa ao seu redor. Além disso, produz pigmentos chamados ficoeritrina, que dão sua cor avermelhada e serve de base como corante natural para ser incorporados em produtos da indústria de alimentos e farmacêutica (MARCATI *et al.*, 2014).

A viabilização comercial desta biomassa demanda, contudo, uma validação técnica rigorosa que fundamente suas aplicações. Assim, justifica-se a necessidade de realizar a caracterização centesimal e o mapeamento do perfil proteico e lipídico da espécie para atestar sua competitividade frente às fontes convencionais. O objetivo central deste trabalho foi realizar a análise de composição centesimal em termos de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, fibras e lipídeos, bem como a identificação dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados de *P. cruentum* cultivada em bolsas verticais transparentes com volume de trabalho de 80L e, assim, fornecer subsídios científicos para sua exploração industrial.

DESENVOLVIMENTO

Para ter início, os experimentos foram cultivados primeiramente no LCBA (CERES) em pequena escala para obtenção de inóculo usando Erlenmeyer de 1L. Depois, transferidos para recipientes de 20 L e levados para a unidade piloto do LCBA instalada na Praia do Gi em Laguna/SC. Lá, foram transferidos para fotobiorreatores verticais com 60 L de meio de cultura (sais e nutrientes para chegar próximo à composição da água do mar), totalizando um volume final de 80 L (inóculo + meio de cultura).

A cultura foi mantida e deixada crescer até a sua fase estacionária que ocorreu após 12 dias de cultivo. Em seguida, todo o cultivo foi transferido para uma caixa-d'água e adicionado o floculante (TANFLOC SG TANAC), para separação da biomassa. A cultura permaneceu por pelo menos 12h para decantação; após isso, foi passada por um filtro ultrafino para separar a parte sólida da líquida e, então, levada de volta ao LCBA (CERES) para secagem e análise de composição química.

A determinação da composição centesimal seguiu metodologias consolidadas para cada fração bioquímica. O teor de umidade foi quantificado por meio da secagem da biomassa em estufa a 105°C, por um período de 3 a 4 horas até a obtenção de peso constante, conforme Horwitz (2010). O conteúdo de cinzas (minerais totais) resultou da incineração das amostras em forno mufla a 550°C durante 5 horas (LUTZ, 2008). A fração proteica foi analisada via método Kjeldahl (AOAC 991.20), contemplando as etapas de digestão ácida, destilação a vapor e titulação com HCl 0,1 N, utilizando-se o fator de conversão de nitrogênio N x 5,75 (LOURENÇO *et al.*, 2004). Os lipídeos totais foram extraídos em sistema Soxhlet (AOAC 963.15) com éter de petróleo, precedido por uma digestão ácida rigorosa com HCl 4,0 N durante 6 horas (HORWITZ, 2010). A fração de carboidratos e fibras foi obtida pelo método da diferença em relação aos demais parâmetros.

Para a análise qualitativa e quantitativa do perfil lipídico, os ácidos graxos foram submetidos à esterificação metílica seguindo o procedimento de Hartman e Lago (1973). A identificação dos ésteres metílicos ocorreu por cromatografia gasosa (CG-2014, Shimadzu) com detector de ionização em chama. Utilizou-se uma coluna capilar RESTEK (105 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e filme de fase estacionária de 0,25 mm, composta por 10% cyanopropylphenil e 90% biscyanopropylsiloxane. A programação térmica iniciou-se em 140 ºC (por 5 minutos), com rampa de 2,5 ºC/min até 240 ºC, mantendo-se em isoterma final por 15 minutos. O injetor operou em modo *splitless* a 260 ºC, temperatura também aplicada ao detector. Os ácidos graxos foram quantificados em comparação dos tempos de retenção com padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma) usando o software GC solution e expresso em porcentagem (%) de massa.

RESULTADOS

A caracterização bioquímica da *P. cruentum* revelou uma biomassa com diferenciais químicos acentuados, especialmente no que tange à sua funcionalidade nutricional.

A análise centesimal evidenciou um teor proteico expressivo de 33,19%, posicionando-a como uma fonte alternativa robusta para a suplementação de proteínas (Tabela 1). No entanto, o grande destaque biotecnológico reside na composição de seus lipídeos. Embora o teor total de lipídeos seja relativamente baixo (2,84%), o que exige estratégias de otimização de cultivo para aumentar o rendimento em escala industrial, a qualidade da fração lipídica é excepcional. Os ácidos graxos poli-insaturados (AGP) representam 30,71% do total, com uma concentração notável de ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 ω3) de 19,09% (Tabela 2). Este valor supera largamente diversas fontes de origem vegetal, validando a microalga como insumo valioso para o mercado de suplementos de ômega-3. Além disso, a microalga apresentou elevado teor de ácido araquidônico (ARA, C20:4 ω6) com valor de 8,73%. O ácido araquidônico é um ácido graxo essencial que forma a estrutura das membranas celulares e atua como o principal precursor dos eicosanoides como prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos. Ele regula a inflamação, a coagulação, a dor e o crescimento dos tecidos (SU *et al.*, 2016). A microalga também apresentou na fração lipídica, teores consideráveis de ácido palmítico (C16:0, 14,72%) e ácido oleico (C18:1, 2,03%). Estes valores de ácidos graxos encontrados na microalga *P. cruentum* são comparados com valores encontrados em Matos *et al.* (2016), validando esta microalga como potencial fonte de ácidos graxos ω-3 e ω-6.

Adicionalmente, a elevada concentração de cinzas (24,91%) sugere uma riqueza mineral que pode ser explorada estrategicamente para a fortificação de alimentos e formulações nutracêuticas. Como limitação técnica, destaca-se que a extração eficiente desses componentes requer uma digestão ácida minuciosa (6 horas) para extração de lipídeos. Além disso, estudos de optimização do cultivo para elevar ainda mais a síntese de lipídeos e ácidos graxos é de grande valia. De forma integrada, a riqueza proteica e o perfil lipídico qualificado confirmam a superioridade desta biomassa frente às fontes convencionais de ácidos graxos de cadeia longa.

A solidez dos resultados obtidos demonstra que a microalga atende plenamente aos requisitos de bioprospecção estratégica, superando as expectativas iniciais do estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização bioquímica de *P. cruentum* confirma seu valor nutricional desta microalga para a possível aplicação na indústria de bioprodutos. A convergência entre os elevados teores proteicos (33%), a riqueza mineral e o perfil lipídico dominado pelo EPA (ômega-3) e, também, ARA (ômega 6) estabelece a espécie como uma matéria-prima de excelência, com possível aplicação direta em nutracêuticos e alimentos funcionais.

A aplicação de rigorosos padrões metodológicos permitiu não apenas validar o potencial comercial da biomassa, mas também identificar os principais componentes bioquímicos da microalga. Conclui-se que a bioprospecção realizada provê a base técnica necessária para a exploração econômica sustentável desta biofábrica marinha, atendendo integralmente aos objetivos propostos nesta investigação.

Palavras-chave: *Porphyridium cruentum; microalga vermelha; ácidos graxos; composição centesimal; compostos bioativos.*

ANEXOS

Tabela 1. *Composição química centesimal da biomassa de P. cruentum*

Parâmetro	Quantidade (%)
Umidade	6,58 ± 0,12
Cinzas	24,91 ± 0,20
Proteínas	33,19 ± 0,80
Lipídeos	2,84 ± 0,23
Carboidratos + fibras	32,38 ± 1,30

Tabela 2. *Resultado dos ácidos graxos presentes na microalga P. cruentum*

Ácido graxo	Quantidade (%)
C10:0	0,221
C11:0	0,482
C12:0	0,481
C13:0	0,381
C14:0	0,121
C14:1	0,251
C16:0	14,722
C16:1	1,711
C17:1	0,331
C18:0	2,036
C18:1 ω9	0,383
C18:2 ω6	1,515
C18:3 ω3	0,421
C20:3 ω6	0,371
C20:3 ω3	0,548
C20:4 ω6	8,762

C20:5 ω3	19,093
AGS	**18,444**
AGM	**2,676**
AGP	**30,710**
ω-3/ω6	**1,95**

Legenda: AGS = Total ácidos graxos saturados; AGM = Total ácidos graxos monoinsaturados; AGP = Total ácidos graxos poli-insaturados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HARTMAN, L.; LAGO, R. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of AOAC International**. Volume I: agricultural chemicals, contaminants, drugs. Gaithersburg: AOAC International, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LOURENÇO, S. O. *et al.* Distribution of intracellular nitrogen in marine microalgae: calculation of new nitrogen-to-protein conversion factors. **European Journal of Phycology**, v. 39, n. 1, p. 17-32, 2004.

MARCATI, A. *et al.* Extraction and fractionation of polysaccharides and B-phycoerythrin from the microalga *Porphyridium cruentum* by membrane technology. **Algal Research**, v. 5, p. 258-263, 2014.

MATOS, Â. P. The impact of microalgae in food science and technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 94, n. 11, p. 1333-1350, 2017.

MATOS, Â. P. *et al*. Chemical characterization of six microalgae with potential utility for food application. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, n. 7, p. 963-972, 2016.

SU, G. *et al*. Enhancing total fatty acids and arachidonic acid production by the red microalgae *Porphyridium purpureum*. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 3, n. 1, p. 33, 2016.