



OBTENÇÃO E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO AQUOSO RICO EM FICOERITRINA DA MICROALGA *Porphyridium purpureum*

G. S. Martins¹, H. S. Oliveira², H. S. Belmonte³, C. M. O. Couto⁴, B. G. Kubelka⁵, V. G. Martins⁶

1- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (guilhermesantasm@outlook.com)

2- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (helenadsoliveira@gmail.com)

3- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (helenabelmonte0@gmail.com)

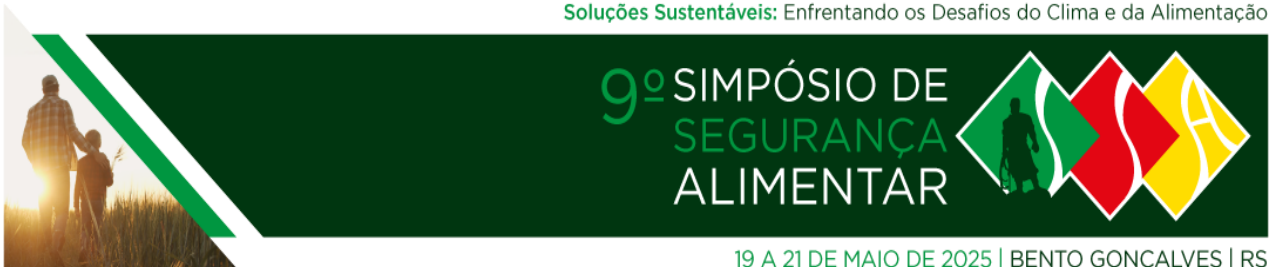
4- Laboratório de Bioquímica Funcional de Organismos Aquáticos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (cynthia_oliveira.ita@hotmail.com)

5- AlgaSul Biotecnologia de Microalgas - CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (kubelkabrano@gmail.com)

6- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: (53) 3233-6500 e-mail: (vilasiamartins@gmail.com)

RESUMO – A microalga *Porphyridium purpureum* é capaz de produzir compostos intracelulares valiosos como a ficoeritrina. Essa ficobiliproteína possui ação antimicrobiana e antioxidante, e tem potencial benefício à saúde humana como ingrediente bioativo, podendo também ser empregada como um aditivo alimentar natural, garantindo maior segurança aos alimentos e menor perda nutricional por oxidação. No entanto, a extração desse composto é dificultada pela necessidade de romper a espessa parede celular de polissacarídeos sulfatados da microalga. Assim, o objetivo desse trabalho foi obter dois extratos aquosos rico em ficoeritrina obtidos por ruptura osmótica e assistido por ultrassom e compará-los em termos de proteína solúvel ($1,479 \pm 0,009$ e $1,614 \pm 0,022$ mg/mL, respectivamente) e ficoeritrina ($0,344 \pm 0,014$ e $0,487 \pm 0,010$ mg/mL, respectivamente). Além disso, foi verificado o potencial antioxidante do extrato obtido por ultrassom, com IC₅₀ em termos de ficoeritrina de 0,61 mg/mL (ABTS) e 1,11 mg/mL (DPPH).

ABSTRACT – *Porphyridium purpureum* microalgae is capable of producing valuable intracellular compounds such as phycoerythrin. This phycobiliprotein has antimicrobial and antioxidant activity, that leads to potential benefits to the human health as a bioactive ingredient and can be used as a



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

natural food additive, ensuring food safety and least oxidation nutritional loss. However, this compound extraction can be difficult due to the microalgae thick sulfated polysaccharide wall. Thus, this study aimed to obtain two phycoerythrin rich aqueous extracts through osmotic rupture and assisted by ultrasound and compared them in terms of protein soluble content (1.479 ± 0.009 and 1.614 ± 0.022 mg/mL, respectively) and phycoerythrin (0.344 ± 0.014 and 0.487 ± 0.010 mg/mL, respectively). Furthermore, the ultrasound obtained extract antioxidant potential was evaluated, and the IC_{50} in terms of phycoerythrin found was 0.61 mg/mL (ABTS) and 1.11 mg/mL (DPPH).

PALAVRAS-CHAVE: microalga; antioxidante; bioatividade; conservante.

KEYWORDS: microalgae; antioxidant; bioactivity; preservative.

1. INTRODUÇÃO

As microalgas possuem grande potencial de uso em alimentos e sua biomassa íntegra acarreta, além da melhora do perfil nutricional, um eventual aumento à vida útil dos alimentos devido às suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas (De Oliveira e Bragotto, 2022). Seu cultivo compacto, com baixo impacto ambiental e rápido crescimento as tornam fontes interessantes de insumos industriais, especialmente alimentícios (Tan *et al.*, 2020). Apesar de estudos indicarem a segurança no consumo da microalga *Porphyridium purpureum* (Murbach *et al.*, 2024), há poucos que exploram seu potencial como insumo alimentar (Nguyen *et al.*, 2024). Um dos motivos é a necessidade de romper a sua espessa parede de polissacarídeos, que dificultam a obtenção dos compostos bioativos presentes no interior dessa microalga e que também não permite que se atinja todo seu potencial bioativo ao ser utilizada *in natura* (Li *et al.*, 2021; Nunes *et al.*, 2024).

Após a quebra da parede da microalga, os compostos obtidos podem ser isolados, permitindo seu uso de forma individualizada (Su *et al.*, 2023). Um desses compostos é a ficobiliproteína ficoeritrina, um pigmento vermelho com capacidade antimicrobiana e antioxidante, presente na microalga *P. purpureum* e responsável por seu processo fotossintético (Nguyen *et al.*, 2024). Assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar dois extratos aquosos obtidos por ruptura osmótica e assistido por ultrassom em relação aos teores de proteína solúvel e ficoeritrina. Além disso, será determinado o potencial antioxidante (DPPH e ABTS) no extrato que apresentar maior teor de ficoeritrina.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

2. MATERIAL E MÉTODOS

A microalga *Porphyridium purpureum* foi gentilmente cedida pela empresa AlgaSul Biotecnologia de Microalgas. Ela foi produzida em biorreatores externos de 240 L, em meio de cultivo f/2, e fotoperíodo de 12 h de luz natural. A biomassa foi extraída por centrifugação (4000 rpm; 15 min) e liofilizada a -80 °C.

Os extratos hidrossolúveis com ficoeritrina foram obtidos por ruptura osmótica e por ultrassom. Os extratos em ambos tratamentos foram obtidos através da remoção da biomassa sólida por centrifugação (4500 ×g; 5 min; 25 °C). A extração através de ruptura osmótica foi realizada seguindo metodologia descrita por Li *et al.* (2021), com modificações. Em um reator, foram adicionados 1 g de biomassa liofilizada e 50 mL de água destilada e a extração foi realizada sob agitação constante (5 °C; 6 h). A extração assistida por ultrassom foi realizada seguindo metodologia descrita por Zheng *et al.* (2011), com modificações. Em um reator em banho de gelo, foram adicionados 1 g de biomassa liofilizada e 50 mL de água destilada, e a extração foi realizada utilizando-se uma sonda ultrassônica (600 W; 30 s; 5 s de intervalo; 20 min). Alíquotas foram retiradas nos tempos de 2,5, 5, 7,5 e 10 min.

O teor de ficoeritrina nos extratos foi estimado utilizando espectrofotômetro UV-VIS (Kasuaki IL-592, Brazil), a 620, 650 e 565 nm, através da metodologia descrita por De Marsac e Houmard (1988). O teor de proteína solúvel foi determinado através do método de Lowry *et al.* (1951). A concentração de proteínas foi estimada através de curva-padrão, construída com albumina sérica bovina em concentração entre 0 g/L e 0,36 g/L nas mesmas condições do método. O potencial antioxidante do extrato foi testado utilizando dois métodos distintos: eliminação do radical livre estável 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) (Rufino *et al.*, 2007b) e captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) (Rufino *et al.*, 2007a). Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey e teste t a 5% de significância, através do software STATISTICA 7 (StatSoft Inc.). Análise de regressão linear foi utilizada para calcular a curva padrão de albumina e os valores de IC₅₀ da atividade antioxidante, e o coeficiente de correlação de Pearson foi usado para medir a força da dependência linear, através do software Excel (Office 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de ficoeritrina e proteína solúvel encontrados (Tabela 1) demonstram que há maior eficiência na extração dos compostos intracelulares hidrossolúveis da microalga através do tratamento auxiliado por ultrassom, em relação a ruptura osmótica. O menor tempo de extração aliado ao maior



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

teor de ficoeritrina ($p>0,05$) no extrato confirma o potencial do ultrassom para a quebra da parede celular e obtenção dos compostos de interesse de maneira mais eficiente. No entanto, devido aos efeitos da cavitação ultrassônica que causam degradação em corantes e em compostos orgânicos (Song *et al.*, 2024), há uma diminuição dos teores de ficoeritrina ($p>0,05$) do extrato quando o tempo de ultrassom atinge 20 min, apesar de não afetar o teor de proteínas solúveis ($p<0,05$). Simovic *et al.* (2022) observou que a degradação de ficoeritrina já se inicia mesmo em temperaturas brandas (25 °C), acarretando na perda do enovelamento e desnaturação da proteína, sugerindo assim que a degradação da ficoeritrina se deve ao aquecimento causado pela cavitação ultrassônica.

Tabela 1 – Teores de proteína solúvel e ficoeritrina obtidos através de diferentes tratamentos.

Tratamento	Proteína Solúvel (mg/mL)	Ficoeritrina (mg/mL)
Ultrassom (2,5 min)	na	0,089±0,01 ^f
Ultrassom (5 min)	na	0,144±0,003 ^e
Ultrassom (7,5 min)	na	0,278±0,013 ^d
Ultrassom (10 min)	1,614±0,022 ^a	0,487±0,010 ^a
Ultrassom (20 min)	1,589±0,012 ^a	0,446±0,004 ^b
Ruptura Osmótica (6 h)	1,479±0,009 ^b	0,344±0,014 ^c

*Letras distintas na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre os ensaios ($p>0,05$). na = não avaliado

Ainda na Tabela 1, nota-se que há um rápido aumento do teor de ficoeritrina no extrato até o tempo de 10 min. Greenly e Tester (2015), através de contagem de células intactas, verificaram a integridade da parede celular de diferentes espécies de microalgas ao longo de tratamento auxiliado por sonda de ultrassom. Nesse estudo, até 2 min de ultrassom foram suficientes para romper mais de 80% das células. Assim, um tempo prolongado de extração auxiliada por ultrassom além de desnecessário para uma extração eficiente da ficoeritrina, danifica o composto de interesse.

O IC50 encontrado para a atividade antioxidante no extrato aquoso obtido pela extração assistida por ultrassom no tempo de 10 min, em relação ao teor de ficoeritrina, foi de 0,61 mg/mL para o ensaio de ABTS ($R^2 = 0,9783$) e de 1,11 mg/mL para o de DPPH ($R^2 = 0,9849$). O valor para o ensaio de ABTS é próximo ao encontrado por Li *et al.* (2021) também em extrato aquoso não purificado de *P. Purpureum*, de 0,53 mg/mL. Porém, o valor para o ensaio de DPPH é menor que o encontrada por Karuppanan *et al.* (2024) para a ficoeritrina purificada, de 0,26 mg/mL. Dessa maneira, são necessários estudos para verificar se outros compostos hidrossolúveis da microalga



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

presentes nos extratos podem influenciar na atividade antioxidante, e se o aumento da pureza da ficoeritrina pode potencializar seu uso como insumo na indústria de alimentos.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que há maior teor de proteína solúvel e de ficoeritrina no extrato aquoso da microalga *Porphyridium purpureum* ao utilizar a extração auxiliada por ultrassom, comparado com a ruptura osmótica. Além disso, a capacidade antioxidante do extrato indica seu potencial como ingrediente bioativo. No entanto, maiores estudos são necessários para compreender se a bioatividade está relacionada somente a ficoeritrina, e se o aumento da sua pureza no extrato pode potencializá-la.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE MARSAC, N. T.; HOUMARD, J. Complementary chromatic adaptation: physiological conditions and action spectra. In: *Methods in enzymology*. **Academic Press**, 1988. p. 318-328.

DE OLIVEIRA, A. P. F.; BRAGOTTO, A. P. A. Microalgae-based products: Food and public health. **Future Foods**, v. 6, p. 100157, 2022.

GREENLY, J. M.; TESTER, J. W. Ultrasonic cavitation for disruption of microalgae. **Bioresource Technology**, v. 184, p. 276-279, 2015.

LI, T.; XU, J.; WANG, W.; CHEN, Z.; LI, C.; WU, H.; WU, H.; XIANG, W. A novel three-step extraction strategy for high-value products from red algae *Porphyridium purpureum*. **Foods**, v. 10, n. 9, p. 2164, 2021.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of biological chemistry**, v. 193, n. 1, p. 265-275, 1951.

MURBACH, T. S.; GLÁVITS, R.; ENDRES, J. R.; HIRKA, G.; VÉRTESI, A.; BÉRES, E.; SZAKONYINÉ, P. I. An evaluation of the genotoxicity and 90-day repeated dose oral toxicity in rats of *Porphyridium purpureum*. **Journal of Applied Toxicology**, v. 44, n. 10, p. 1616-1632, 2024.

NGUYEN, A. Q.; MOHAMMADI, M.; ALIAN, M.; MURALITHARAN, G.; CHAUHAN, V. S.; BALAN, V. Exploring the versatility of *Porphyridium* sp.: A comprehensive review of cultivation, bio-product extraction, purification, and characterization techniques. **Biotechnology Advances**, p. 108471, 2024.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

NUNES, A. L. F.; LIMA, V. S.; MIRANDA, J. R.; RESENDE, M. E. T.; SILVA, C. A. S. D.; MARTINS, M. A.; COIMBRA, J. S. D. R. Cell disruption of microalgae: advances and perspectives. **Ciência Rural**, v. 54, n. 5, p. e20220330, 2023.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; DE MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS+**. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 128. 2007a.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; DE MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 126. 2007b.

SIMOVIC, A.; COMBET, S.; VELICKOVIC, T. C.; NIKOLIC, M.; MINIC, S. Probing the stability of the food colourant R-phycoerythrin from dried Nori flakes. **Food Chemistry**, v. 374, p. 131780, 2022.

SONG, T.; WANG, Z.; JIANG, Y.; YANG, S.; DENG, Q. Research Progress on the Degradation of Organic Pollutants in Wastewater via Ultrasound/Periodate Systems: A Review. **Molecules**, v. 29, n. 11, p. 2562, 2024.

SU, M.; BASTIAENS, L.; VERSPREET, J.; HAYES, M. Applications of microalgae in foods, pharma and feeds and their use as fertilizers and biostimulants: Legislation and regulatory aspects for consideration. **Foods**, v. 12, n. 20, p. 3878, 2023.

TAN, J. S.; LEE, S. Y.; CHEW, K. W.; LAM, M. K.; LIM, J. W.; HO, S. H.; SHOW, P. L. A review on microalgae cultivation and harvesting, and their biomass extraction processing using ionic liquids. **Bioengineered**, v. 11, n. 1, p. 116-129, 2020.

ZHENG, H.; YIN, J.; GAO, Z.; HUANG, H.; JI, X.; DOU, C. Disruption of *Chlorella vulgaris* cells for the release of biodiesel-producing lipids: a comparison of grinding, ultrasonication, bead milling, enzymatic lysis, and microwaves. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 164, p. 1215-1224, 2011.