

APLICAÇÃO DA MICROALGA *PARACHLORELLA KESSLERI* NO TRATAMENTO DE EFLUENTES COM ELEVADA CONCENTRAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS

Inglyd Santos Carneiro, Thaís Agda Rodrigues da Cruz Primo, Everton Skoronski

INTRODUÇÃO

Efluentes com elevadas concentrações de óleos e graxas são gerados principalmente em indústrias de alimentos, frigoríficos de bovinos e suínos, abatedouros, laticínios e em efluentes domésticos (Mendes *et al.*, 2005). A presença de material graxo nesses efluentes compromete o desempenho dos sistemas biológicos de tratamento, devido à flotação da comunidade microbiana e à redução da taxa de transferência de oxigênio em processos aeróbios (Rosa *et al.*, 2009). Além disso, óleos e graxas podem causar entupimento de bombas e tubulações, gerando problemas operacionais nas estações de tratamento (Jeganathan *et al.*, 2007; Song *et al.*, 2011).

A hidrólise surge como alternativa promissora, em função de seu caráter biodegradável, de sua especificidade de atuação e por operar em condições mais brandas de temperatura e pressão (Dumore e Mukhopadhyay, 2012; Jeganathan *et al.*, 2006; Liew *et al.*, 2020). Nesse processo, as lipases se destacam por sua especificidade e por operarem em condições brandas, mas seu uso em tratamento de efluentes ainda é limitado pelo custo elevado e pela baixa produção nacional (Novozymes, 2019). Assim, tornam-se necessários estudos que avaliem o desempenho dessas enzimas e a possibilidade de sua produção a partir de biomassa nacional.

Estudos recentes apontam a microalga *Parachlorella kessleri* como alternativa de produção de lipases distintas das de origem microbiana ou fúngica, devido ao seu elevado teor de lipídeos e lipases (Rios *et al.*, 2018; Theerachat *et al.*, 2017). Além disso, essa microalga já demonstrou seu potencial no tratamento de efluentes da indústria de alimentos, removendo eficientemente nitrogênio e fósforo (Primo *et al.*, 2024; Vargas *et al.*, 2023; Souza *et al.*, 2025). No entanto, pesquisas sobre enzimas de origem microalgal ainda demandam investigações mais aprofundadas, justificando a necessidade de avaliar sua estabilidade e potencial para aplicações industriais. Além disso, a região de Lages (SC), onde se localiza o campus universitário, concentra indústrias alimentícias e apresenta efluentes municipais ricos em óleos e graxas, o que reforça a importância regional da pesquisa.

Desta forma os objetivos deste estudo foram: avaliar a influência da adição de óleo no meio sobre o desempenho da microalga *Parachlorella kessleri* no tratamento de efluentes reais com presença de óleos e graxas; analisar a eficiência do processo associado ao uso de lipases; investigar a capacidade da microalga em assimilar lipídios e o papel da enzima nesse mecanismo; e, por fim, discutir aspectos práticos e operacionais, comparando a produção e extração da enzima com sua aplicação *in situ* por meio do cultivo da microalga.

DESENVOLVIMENTO

Foram realizados 17 ensaios em bateladas, combinando diferentes condições de densidade celular (500, 1000, 1500, 175 e 1825 mg·L⁻¹), pH (5, 7, 9, 3,7 e 10,3) e temperatura (10, 20, 30, 3,5 e 36,5 °C), ao longo de 7 dias de monitoramento. Cada tratamento consistiu na inoculação de *Parachlorella kessleri* em efluente avícola, sendo posteriormente avaliados parâmetros de crescimento, composição e qualidade do meio.

As análises contemplaram a determinação da produtividade de biomassa por gravimetria após filtração em manifold de vácuo, a extração celular para obtenção de extrato bruto enzimático, e a quantificação do crescimento por absorbância a 680 nm e por contagem. O monitoramento do processo incluiu ainda medições diárias de pH, bem como análises de óleos e graxas, demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio Kjeldahl total (NTK), nitrito, nitrato e fósforo, seguindo metodologias padronizadas. Além disso, avaliou-se a atividade de lipase em extratos obtidos da microalga. Dessa forma, foi possível integrar parâmetros de cultivo e de qualidade do efluente, possibilitando avaliar o desempenho de *P. kessleri* nos diferentes tratamentos propostos.

RESULTADOS

A eficiência da *Parachlorella kessleri* no tratamento do efluente foi determinada principalmente pelo pH e temperatura. Os tratamentos E9 e E10 (pH 7; T 20°C) obtiveram os melhores resultados, com remoção de óleos superior a 85%, redução de NTK e DQO, e alta atividade enzimática específica (0,74 e 0,65 U/mg), indicando metabolismo estável e eficiente.

O E13 (pH 7; 36,5°C) atingiu 98% de remoção de óleos, mas com aumento de 51% no NTK por lise celular, mostrando operação no limite fisiológico. Condições extremas de pH (E11, E8, E12) resultaram em colapso metabólico, com remoção negativa de óleos.

O E6 (pH 5; 30°C) registrou alta atividade enzimática (0,78 U/mg) com remoção moderada (52%), indicando resposta de sobrevivência. Os controles (E15-E17) falharam consistentemente, sugerindo toxicidade do efluente base ou contaminação.

Conclui-se que pH neutro 7 e 20°C são condições ideais, equilibrando eficiência e estabilidade metabólica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que a microalga *Parachlorella kessleri* apresenta potencial no tratamento de efluentes ricos em óleos e graxas, especialmente em pH 7 e temperatura de 20 °C, condições que resultaram em elevada remoção de contaminantes e estabilidade metabólica. Ensaios em condições extremas revelaram limitações fisiológicas, mas também destacaram a capacidade adaptativa da espécie. Os resultados reforçam a viabilidade do uso da microalga como alternativa sustentável, associando remoção de poluentes à produção de lipases, o que pode reduzir custos e ampliar a aplicação industrial dessa tecnologia.

Palavras-chave:

Microalga; Hidrólise; Lipase; Termoprocessamento de Frango.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUMORE, N. S.; MUKHOPADHYAY, M. Removal of oil and grease using immobilized

triacylglycerin lipase. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 68, p. 65-70, 2012.
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.12.007>. Acesso em: 02 set. 2025.

JEGANATHAN, J.; BASSI, A.; NAKHLA, G. **Pre-treatment of high oil and grease pet food industrial wastewaters using immobilized lipase hydrolyzation.** Journal of Hazardous Materials, v. 137, n. 1, p. 121-128, 2006.

JEGANATHAN, J.; NAKHLA, G.; BASSI, A. **Hydrolytic pretreatment of oily wastewater by immobilized lipase.** Journal of Hazardous Materials, v. 145, n. 1-2, p. 127-135, 2007.

LIEW, Y. X. et al. **Enzymatic pretreatment to enhance anaerobic bioconversion of high strength wastewater to biogas: A review.** Science of The Total Environment, v. 713, p. 136373, 2020.

MENDES, A. A. et al. **Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos.** Química Nova, v. 28, n. 2, p. 296-305, 2005.

NOVOZYMES. **Annual report 2019.** Bagsværd: Novozymes A/S, 2020. Disponível em: <https://report2019.novozymes.com/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

PRIMO, THAIS AGDA R. DA C.; VARGAS, LUANA BÚRIGO ; ALVES, RAFAELA DEXCHEIMER ; DE FARIAS NEVES, FABIO ; Skoronski, Everton . **New insights into chicken processing wastewater treatment: the role of the microalgae Parachlorella kessleri on nitrogen removal.** Environmental Technology, v. 25, p. 1-13, 2024.

ROSA, D. R. et al. **Performance and molecular evaluation of an anaerobic system with suspended biomass for treating wastewater with high fat content after enzymatic hydrolysis.** Bioresource Technology, v. 100, n. 23, p. 6170-6176, 2009.

SONG, H. et al. **Construction of a whole-cell catalyst displaying a fungal lipase for effective treatment of oily wastewaters.** Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, v. 71, n. 3-4, p. 166-170, 2011.

SOUZA, L. de L.; SKORONSKI, E.; NEVES, F. de F. **Application of Parachlorella kessleri for treatment of poultry processing wastewater: effect of temperature on nutrient removal rate and protein production.** Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 1,p. x-x, 2025.

THEERACHAT, M.; TANAPONG, P.; CHULALAKSANANUKUL, W. **The culture or co-culture of Candida rugosa and Yarrowia lipolytica strain rM-4A, or incubation with their crude extracellular lipase and laccase preparations, for the biodegradation of palm oil mill wastewater.** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 121, p. 11-18, 2017.

VARGAS, L. B.; PRIMO, T. A. R. da C.; ALVES, R. D.; NEVES, F. de F.; TREVISAN, V.; SKORONSKI, E. **Application of a tannin-based coagulant for harvesting Parachlorella kessleri microalgae cultivated in chicken meat thermal processing wastewater.** Aquaculture International, v. 32, p. 461-476, 2023.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Inglyd Santos Carneiro

MODALIDADE DE BOLSA: PROBITI/UDESC (IT)

VIGÊNCIA: 09/2024 a 08/2025. Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Everton Skoronski

CENTRO DE ENSINO: CAV

DEPARTAMENTO: Engenharia Ambiental e Sanitária

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharias/ Engenharia Sanitária

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: - Extração e imobilização de enzimas a partir de fontes alternativas para o tratamento de água e efluente

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3477-2020