

EFEITOS DA QUALIDADE DA LUZ NA FIXAÇÃO DE CO₂ POR MICROALGAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RAFAEL MIRITZ BARTZ¹; DANIELE MARTIN SAMPAIO²; MAURIZIO SILVEIRA
QUADRO³

¹Universidade Federal de Pelotas – rafaelmiritz@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – dmartinsampaio@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – mausq@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o avançar dos anos, o desenvolvimento global vem sendo freado pela alta dependência de combustíveis fósseis, que são grandes emissores de gases do efeito estufa, principalmente o gás carbônico (CO₂), o que pode levar à degradação dos ecossistemas (Saravanan *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024).

O contínuo uso de combustíveis fósseis representa uma ameaça à sobrevivência humana, limitando o crescimento econômico e a produção industrial, tornando necessária a busca por novas formas de produção de energia que minimizem as emissões de gás carbônico. Nesse cenário, as microalgas surgem como uma alternativa para a captura de carbono e como matéria-prima para biocombustíveis. As microalgas são organismos fotossintéticos, com alta taxa de crescimento e baixa necessidade de espaço (Carvalho Silvello, *de et al.*, 2022; Song, Q. *et al.*, 2023; Song, X. *et al.*, 2023; Suparmaniam *et al.*, 2019; Udayan *et al.*, 2023), sendo capazes de fixar cerca de 60 vezes mais CO₂ do que uma floresta, com valores de 440 a 550 g·m⁻²·dia⁻¹ (Wu *et al.*, 2023).

A coleta e fixação de CO₂ pelas microalgas ocorrem por meio do processo de fotossíntese, sendo o mecanismo de conversão de dióxido de carbono atmosférico em biomassa significativamente diferente do de outras plantas e vegetações. As microalgas possuem uma taxa de crescimento mais rápida, o que resulta em uma taxa de fotossíntese, e conseqüentemente, uma taxa de fixação de CO₂ maior quando comparadas a outras plantas (Shah *et al.*, 2023).

A luz é o componente mais significativo para a fotossíntese (Li, Li e Ho, 2022), destacando a importância da otimização de parâmetros relacionados à luz com o objetivo de aumentar a produtividade das microalgas e fortalecer o processo de fotossíntese. Algumas das características mais relevantes são a intensidade, periodicidade e qualidade da luz. A biomassa das microalgas aumenta com o incremento da intensidade luminosa, desde que dentro de uma faixa apropriada. No entanto, há um limite para a quantidade de luz, pois, se for excessiva, pode inibir o crescimento das microalgas (He *et al.*, 2015; Seo *et al.*, 2017).

Este trabalho então tem como objetivo verificar através de uma revisão bibliográfica a influência da qualidade da luz na fixação de gás carbônico por microalgas.

2. METODOLOGIA

O estudo foi feito a partir de uma revisão bibliográfica de diversos trabalhos sobre fixação de CO₂ por microalgas e a influência da qualidade da luz. A busca por publicações relacionadas à área de estudo foi realizada em sua totalidade no portal Scopus. Buscando pelos trabalhos mais atuais e completos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cultivo de microalgas, as fontes de luz podem ser divididas em duas categorias: naturais e artificiais. Nas luzes artificiais, sendo os LEDs os mais utilizados, parâmetros como intensidade de luz, fotoperíodo e espectro podem ser facilmente ajustados em comparação com a luz solar (Carvalho *et al.*, 2011).

É descrito na literatura que o principal limitante no crescimento e na captação de CO₂ pelas microalgas é a fotoinibição, sendo a intensidade de luz ideal para a fixação de CO₂ pelas microalgas o intervalo entre 26-400 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Maltsev *et al.*, 2021).

O comprimento de onda da luz que as microalgas utilizam varia entre 400 e 700 nm, mas há variação entre as espécies de microalgas. O crescimento das algas também pode ser aprimorado sob diferentes cores de luz, como iluminação vermelha, azul, verde e amarela, sendo que os melhores resultados são obtidos com luzes vermelha e azul, promovendo um aumento na porcentagem de lipídios e proteínas nas células das microalgas (Cheirsilp e Torpee, 2012; Das *et al.*, 2011).

Outros autores relatam a influência da luz no crescimento de microalgas em diferentes espécies. A espécie *Nannochloropsis sp.* produziu mais biomassa quando exposta a uma fonte de LED monocromática de luz azul, em comparação com LEDs de luz verde, vermelha ou branca (Das *et al.*, 2011). A espécie *C. vulgaris* teve uma taxa de crescimento mais elevada quando exposta à luz LED azul a uma intensidade de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ durante um fotoperíodo de 12 horas (Atta *et al.*, 2013).

Resultados diferentes foram encontrados por outros autores, que observaram uma taxa de crescimento maior da microalga *N. oleoabundans* sob cultivo em LEDs de luz branca, além de uma taxa de fixação de CO₂ e produção máxima de biomassa da espécie *C. vulgaris*, também sob LEDs de luz branca (Esteves *et al.*, 2020).

Junto com a intensidade de luz, outro parâmetro que influencia o crescimento das microalgas é a concentração de CO₂. Em um estudo realizado por Rao *et al.*, (2022), que avaliou o rendimento de biomassa da espécie *N. oceanica*, variando as concentrações de CO₂ e a intensidade de luz, observou-se um maior rendimento de biomassa sob condições de intensidade de luz de 60 a 80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com concentrações de CO₂ variando de 30% até 70%, atingindo um rendimento de 2,45 g/L.

Todavia, a aplicação de LEDs aumenta os custos de eletricidade e os custos de investimento em \$19,30 e \$7,40 por quilograma de biomassa seca, respectivamente, dificultando a implementação de grandes fotobiorreatores para a produção de biomassa com a finalidade de produção de biocombustíveis (Blanken *et al.*, 2013). A luz solar, como alternativa, também apresenta suas limitações para a produção de microalgas, como o espectro prejudicial da radiação UV, que pode danificar a morfologia e a integridade das células de microalgas, quebrando a cadeia molecular do DNA e impactando a fotossíntese (Phukan e Syiem, 2019; Wang *et al.*, 2015).

4. CONCLUSÕES

O cultivo de microalgas tem grande potencial para a produção de biomassa e para a fixação de CO₂. O controle da luz na produção de microalgas é um parâmetro essencial para se obter um maior rendimento de biomassa e,

consequentemente, de fixação de CO₂. Contudo, ainda há barreiras a serem vencidas, como o alto custo e investimento para a implantação da tecnologia em larga escala, utilizando LEDs como fonte de luz. Quando se utiliza a luz solar, os efeitos prejudiciais da radiação UV nas células de microalgas também representam um desafio. Portanto, são necessárias futuras pesquisas e desenvolvimento tecnológico para solucionar essas lacunas, garantindo a eficiência produtiva sem comprometer a sustentabilidade do processo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTA, M. *et al.* Intensity of blue LED light: A potential stimulus for biomass and lipid content in fresh water microalgae *Chlorella vulgaris*. **Bioresource Technology**, v. 148, p. 373–378, nov. 2013.
- BLANKEN, W. *et al.* Cultivation of microalgae on artificial light comes at a cost. **Algal Research**, v. 2, n. 4, p. 333–340, out. 2013.
- CARVALHO, A. P. *et al.* Light requirements in microalgal photobioreactors: an overview of biophotonic aspects. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 89, n. 5, p. 1275–1288, 23 mar. 2011.
- CARVALHO SILVELLO, M. A. DE *et al.* Microalgae-based carbohydrates: A green innovative source of bioenergy. **Bioresource Technology**, v. 344, p. 126304, jan. 2022.
- CHEIRSILP, B.; TORPEE, S. Enhanced growth and lipid production of microalgae under mixotrophic culture condition: Effect of light intensity, glucose concentration and fed-batch cultivation. **Bioresource Technology**, v. 110, p. 510–516, abr. 2012.
- DAS, P. *et al.* Enhanced algae growth in both phototrophic and mixotrophic culture under blue light. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 4, p. 3883–3887, fev. 2011.
- ESTEVEZ, A. F. *et al.* The Effect of Light Wavelength on CO₂ Capture, Biomass Production and Nutrient Uptake by Green Microalgae: A Step Forward on Process Integration and Optimisation. **Energies**, v. 13, n. 2, p. 333, 9 jan. 2020.
- HE, Q. *et al.* Effect of light intensity on physiological changes, carbon allocation and neutral lipid accumulation in oleaginous microalgae. **Bioresource Technology**, v. 191, p. 219–228, set. 2015.
- LI, S.; LI, X.; HO, S.-H. How to enhance carbon capture by evolution of microalgal photosynthesis? **Separation and Purification Technology**, v. 291, p. 120951, jun. 2022.
- MALTSEV, Y. *et al.* Influence of Light Conditions on Microalgae Growth and Content of Lipids, Carotenoids, and Fatty Acid Composition. **Biology**, v. 10, n. 10, p. 1060, 18 out. 2021.
- PHUKAN, T.; SYIEM, M. B. Modulation of oxidant and antioxidant homeostasis in the cyanobacterium *Nostoc muscorum* Meg1 under UV-C radiation stress. **Aquatic Toxicology**, v. 213, p. 105228, ago. 2019.
- RAO, M. *et al.* Light Conditions Determine Optimal CO₂ Concentrations for *Nannochloropsis oceanica* Growth with Carbon Fixation. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 10, n. 27, p. 8799–8814, 11 jul. 2022.
- SARAVANAN, A. *et al.* CO₂ bio-mitigation using genetically modified algae and biofuel production towards a carbon net-zero society. **Bioresource Technology**, v. 363, p. 127982, nov. 2022.
- SEO, S.-H. *et al.* Light intensity as major factor to maximize biomass and lipid productivity of *Ettlia* sp. in CO₂-controlled photoautotrophic chemostat. **Bioresource Technology**, v. 244, p. 621–628, nov. 2017.

- SHAH, S. V. *et al.* Effect of different light on microalgae growth and its integration with carbon dioxide sequestration technologies with emphasis on biofixation by microalgae. **Materials Today: Proceedings**, v. 73, p. 92–99, 2023.
- SONG, Q. *et al.* Insights into the Effect of Rhamnolipids on the Anaerobic Fermentation and Microalgae Lipid Production of Waste Activated Sludge: Performance and Mechanisms. **ACS ES&T Engineering**, v. 3, n. 3, p. 438–448, 10 mar. 2023.
- SONG, X. *et al.* Thallium-mediated NO signaling induced lipid accumulation in microalgae and its role in heavy metal bioremediation. **Water Research**, v. 239, p. 120027, jul. 2023.
- SUPARMANIAM, U. *et al.* Insights into the microalgae cultivation technology and harvesting process for biofuel production: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 115, p. 109361, nov. 2019.
- UDAYAN, A. *et al.* Production of microalgae with high lipid content and their potential as sources of nutraceuticals. **Phytochemistry Reviews**, v. 22, n. 4, p. 833–860, 23 ago. 2023.
- WANG, B. *et al.* The combined effects of UV-C radiation and H₂O₂ on *Microcystis aeruginosa*, a bloom-forming cyanobacterium. **Chemosphere**, v. 141, p. 34–43, dez. 2015.
- WU, W. *et al.* Advancements on process regulation for microalgae-based carbon neutrality and biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 171, p. 112969, jan. 2023.
- ZHANG, L. *et al.* Enhancing efficient reclaim of phosphorus from simulated urine by magnesium-functionalized biochar: Adsorption behaviors, molecular-level mechanistic explanations and its potential application. **Science of The Total Environment**, v. 906, p. 167293, jan. 2024.