

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE FOTOBIORREATORES TUBULARES PARA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MICROALGAS

Lara Alayce Hugen, Fábio de Farias Neves, Daniel Pedro Willemann

INTRODUÇÃO

Com a crescente busca por alternativas para mitigar a emissão de CO₂ na atmosfera, as microalgas têm ganhado destaque como organismos de grande potencial biotecnológico, devido à sua capacidade de capturar CO₂ e convertê-lo em biomassa, rica em compostos de alto valor biológico e energético. Seu cultivo pode ser realizado em sistemas abertos, como tanques tipo *raceway* ou em sistemas fechados, classificados como fotobiorreatores (PBR). Os sistemas abertos, apesar de serem a opção mais acessível, apresentam maior risco de contaminação e menor controle sobre suas condições de crescimento. Já os sistemas fechados, com diferentes designs como os PBRs de placas planas e os tubulares, apresentam menor risco de contaminação e melhor controle sobre as condições de cultura (GUPTA; LEE; CHOI, 2015). A indústria da construção civil, por sua vez, é responsável por uma parcela significativa das emissões de CO₂. Estima-se que o setor seja responsável por cerca de 40% do total de emissões globais relacionadas ao consumo de energia. (IISD, 2020). Diante desse cenário, estratégias voltadas à sustentabilidade e novas tecnologias integradas ao espaço construído, vêm sendo desenvolvidas. Nesse contexto, a integração de fotobiorreatores em fachadas de edifícios surge como uma alternativa inovadora, unindo estética e funcionalidade. Esses sistemas podem atuar como *brises* dinâmicos e elementos estéticos para as edificações, reduzindo a carga térmica sem bloquear totalmente a radiação solar, ao mesmo tempo em que contribuem para o sequestro de carbono e a produção de biomassa, transformando a fachada em um elemento ativo no desempenho ambiental do edifício.

DESENVOLVIMENTO

O projeto teve início com o desenvolvimento de um fotobiorreator piloto (Figura 1), modelado no software Autodesk Revit, devido à sua facilidade em compatibilizar com outros softwares. Esse primeiro fotobiorreator, já instalado e em funcionamento está localizado na fachada oeste do Laboratório de Modelagem Mecânica e Metrologia aplicadas à Biotecnologia (LAB3M Biotec) da UDESC, em Laguna. Optou-se pelo modelo tubular, com tubos de vidro SCHOTT, escolhidos em decorrência de sua resistência mecânica e excelente sistema de vedação. O fotobiorreator foi desenvolvido em único módulo, composto por 24 tubos suportados por uma estrutura metálica de metalon fixada à parede e apoiada em bases de concreto. Essa solução foi escolhida por sua capacidade de suportar o peso do conjunto, além de facilitar manutenção e desmontagem. A partir da execução do primeiro projeto, um segundo modelo foi elaborado para a fachada Norte da UDESC (Figura 2), caracterizada por uma grande fachada de cerca de 13m x 18m sem a presença de esquadrias. Essa configuração permitiu a concepção de um sistema de maior escala, projetado com 12 módulos independentes. Cada módulo pode operar de forma conjunta ou isolada, o que amplia a flexibilidade de uso e simplifica os processos de instalação e manutenção. Em caso de falha em um dos módulos, este pode ser desconectado sem comprometer a eficiência dos demais. Além disso, a modularidade possibilita que a instalação seja realizada em etapas, de acordo com as demandas de pesquisa e testes em desenvolvimento. Diferentemente do projeto piloto, no qual os tubos estavam dispostos de forma alinhada, neste os tubos foram desenhados de forma que fiquem desalinhados entre si, permitindo uma quantidade significativamente maior de unidades (48 tubos por módulo). Além de resultar em

uma maior produtividade no cultivo das microalgas, causa maior impacto visual, reforçando sua dimensão estética e valorizando a fachada do edifício.

RESULTADOS

O projeto piloto instalado na fachada do LAB3M Biotec da UDESC permitiu observações iniciais sobre o comportamento do sistema em uma escala reduzida e nas condições ambientais de Laguna. Além disso, a presença do fotobiorreator atuou de forma similar a um *brise-soleil*, contribuindo parcialmente para a redução da incidência solar direta no interior do laboratório, sem obstruir totalmente a entrada de luz natural. Os tubos com tecnologia SCHOTT apresentam bom desempenho óptico e resistência às condições ambientais externas, o que reforça seu potencial de utilização em maior escala. A partir dos resultados preliminares do protótipo, espera-se que a instalação na fachada norte da UDESC apresente ganhos significativos em relação ao projeto inicial. A sua maior área e a possibilidade de utilização de múltiplos módulos independentes resultam em um aumento expressivo do volume de biomassa de microalgas produzida e, consequentemente na capacidade de captura de CO₂ (cerca de 1,8kg de CO₂ capturado por 1kg de biomassa produzida (Neves et al, 2018)). Além disso, seu caráter modular e estético apresenta potencial para novos debates sobre a integração de biotecnologias à arquitetura, destacando sua função ecológica e seu papel como elemento de inovação formal e visual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de fotobiorreatores tubulares em fachadas mostra-se uma solução promissora, unindo arquitetura e biotecnologia. O projeto piloto no LAB3M Biotec da UDESC confirma sua viabilidade técnica e seu potencial no sombreamento e conforto térmico. Já a proposta em maior escala, na fachada norte, amplia a capacidade de produção de microalgas e reforça seu papel estético e sustentável na captura de carbono e no possível tratamento de efluentes. Assim, os fotobiorreatores se apresentam como uma estratégia inovadora para reduzir impactos ambientais e promover uma arquitetura mais eficiente e integrada ao meio urbano. Experimentos de conforto térmico e luminoso serão conduzidos no decorrer da pesquisa.

Palavras-chave: fotobiorreatores tubulares; microalgas; fachadas sustentáveis; eficiência energética; sustentabilidade.



Figura 1. Fotobiorreator piloto instalado.

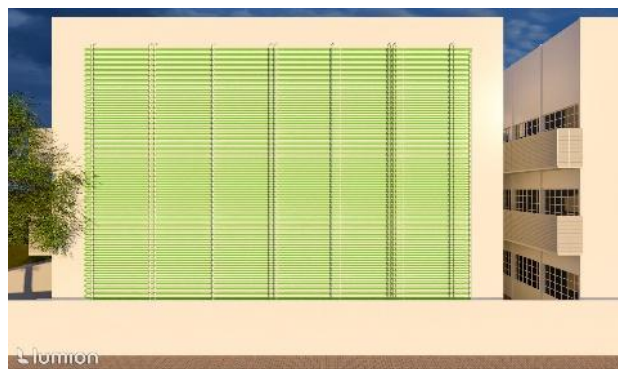


Figura 2. Projeto para a Fachada Norte

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUPTA, P. L.; LEE, S. M.; CHOI, H. J. A mini review: Photobioreactors for large scale algal cultivation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 31, p. 1409-1417, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1892-4>.

IISD – International Institute for Sustainable Development. Buildings and construction sector responsible for 40 % of energy-related CO₂ emissions. Winnipeg: IISD, 2020. Disponível em: <https://www.iisd.org/articles/buildings-construction-sleeping-giant-climate>. Acesso em: 29 ago. 2025.

Neves, F. de F., Hoinaski, L., Rörig, L. R., Derner, R. B., & de Melo Lisboa, H. (2018). Carbon biofixation and lipid composition of an acidophilic microalga cultivated on treated wastewater supplied with different CO₂ levels. *Environmental Technology*, 40(25), 3308–3317. <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1471103>

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Lara Alayce Hugen

MODALIDADE DE BOLSA: PROIP/UDESC (IP)

VIGÊNCIA: 11/2024 a 08/2025 – Total: 10 meses

ORIENTADOR(A): Daniel Pedro Willemann

CENTRO DE ENSINO: CERES

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Tecnologia e Inovação

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Avaliação de Equipamentos para a Produção de Compostos Bioativos derivados de Algas

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP4154-2023