

Design of a Cylindrical Photobioreactor with Central Orifice for the Production of Microalgae

N. N. V. Ramirez¹, L. M. Raymundo¹, J. O. Trierweiler¹

¹Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

Abstract

Introdução:

Microalgas têm sido estudadas por seu elevado conteúdo de lipídios que podem ser usados para a produção de biocombustíveis. Em nosso laboratório atualmente são cultivadas em fotobiorreatores tipo air-lift plano ilustrado na Figura 1a. Um fotobiorreator air-lift possui como elementos principais uma placa central que divide a zona de ascensão e queda do meio e um distribuidor de ar, responsável pela injeção de ar e agitação do meio.

Para determinar a quantidade de lipídios em um cultivo de microalgas é necessário usar métodos tradicionais que precisam de volumes maiores de amostras. Para obter 0,5 g de amostra seca de microalga em um cultivo de 3 dias, é necessário centrifugar 1 litro do mesmo. Além disso, são necessárias medições em triplicata para obter valores significativos. Com os fotobiorreatores atualmente disponíveis no laboratório não é possível realizar um acompanhamento diário uma vez que para quantificar a quantidade de lipídios se teria que remover uma quantidade considerável de meio. Desta forma é necessário que se aumente a escala visando permitir que se possa analisar a quantidade de lipídios sem perturbar demasiadamente o sistema.

Devido ao espaço ocupado para grandes volumes, o air-lift de placas planas é pouco prático para aplicação em nosso laboratório devido ao seu formato e à estrutura de iluminação. Pensando nisso, foi idealizado um fotobiorreator cilíndrico com um orifício central para iluminação (ver Figura 1b).

Uso do software COMSOL Multiphysics®:

Um dos desafios na determinação dos parâmetros e dimensões de projeto reside na diferença entre o perfil de velocidades no escoamento radial frente ao escoamento linear dos fotobiorreatores planos. Utilizando a interface física Bubbly Flow do COMSOL Multiphysics em uma análise pseudo-transiente, pode-se determinar:

- Posicionamento do distribuidor de ar: obter a melhor mistura em função de sua posição na base do fotobiorreator.
- Diâmetro interno e externo, e altura do fotobiorreator: Testar dimensões definidas por parâmetros pré-estabelecidos como: relação superfície-volume, altura de placa central, relação de volume cultivo-reator.
- Diâmetro e altura da placa central: dimensionamento da placa central que permita a distribuição do perfil de velocidades do líquido entre as seções da ascensão e descida.

- Presença da placa central: avaliação da necessidade de seu uso para que haja um escoamento adequado.

Resultados:

Foi possível determinar o padrão de escoamento e as dimensões de um novo fotobiorreator air-lift com placa central, descritas na Figura 2. O melhor posicionamento dos distribuidores de ar é na parte central próximo do diâmetro interno.

Conclusão:

O COMSOL permite que fatores importantes para o sucesso deste fotobiorreator sejam definidos através da simulação do escoamento bifásico.

Atualmente estão sendo realizadas as etapas finais do projeto para determinação do custo total e possíveis modificações com fins operacionais e construtivos. Novas simulações devem ser realizadas antes de sua construção para uma melhor aproximação da situação real.

Reference

Gris LRS, Paim AC, Farenzena M, Trierweiler JO. Laboratory apparatus to evaluate microalgae production. Braz J Chem Eng. 2013;30:487-97.

Figures used in the abstract

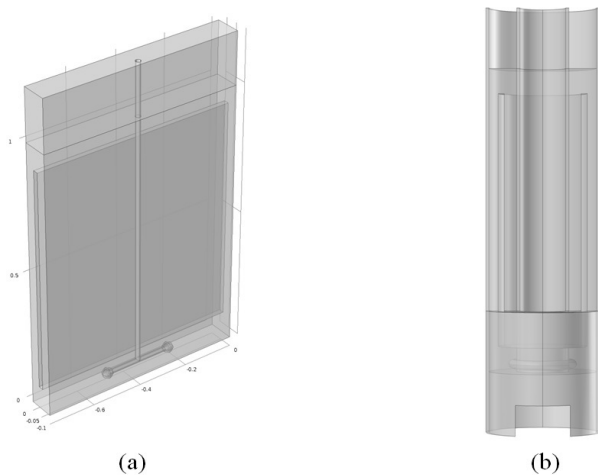


Figure 1: Fotobiorreatores air-lift de mesmo volume: (a) plano; (b) cilíndrico com orifício.

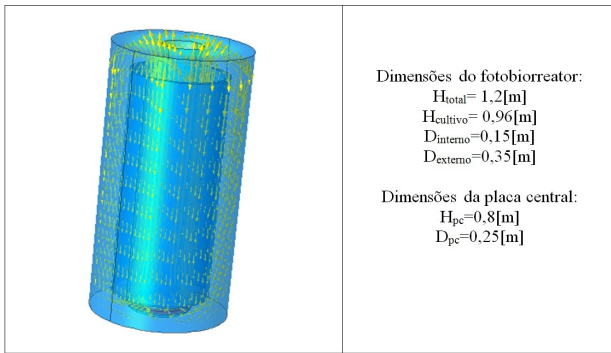


Figure 2: Dimensões do fotobiorreator air-lift cilíndrico com iluminação no orifício central.