

## PRODUÇÃO MICROALGAL COM GASES DE COMBUSTÃO E MATERIAIS PARTICULADOS DE ORIGEM TERMELÉTRICA

**XAVIER, Breno Hädrich Pavão Xavier**

Acadêmico do curso de Engenharia Bioquímica Universidade Federal do Rio Grande  
brenohpx@gmail.com

**VAZ, Bruna da Silva**

Acadêmica do curso Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos Universidade Federal do Rio Grande  
bruna\_vaz\_bg@hotmail.com

**COSTA, Jorge Alberto Vieira**

Professor/Pesquisador do Curso Engenharia Bioquímica Universidade Federal do Rio Grande  
jorgealbertovc@terra.com.br

**MORAIS, Michele Greque**

Professora/Pesquisadora do Curso Engenharia Bioquímica Universidade Federal do Rio Grande  
migreque@yahoo.com.br

**Resumo.** *Microalgas são seres microscópicos que utilizam dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na fotossíntese para seu crescimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e tolerância da microalga Spirulina sp. LEB-18 cultivada com efluentes gasosos e materiais particulados de origem termelétrica. Os cultivos foram realizados em biorreatores abertos raceway com meio de cultivo Zarrouk e Zarrouk modificado, com 7% (v/v) de CO<sub>2</sub>, 40 ppm de SO<sub>x</sub> e 60 ppm de NO<sub>x</sub> e 30ppm de cinzas. Foram avaliadas as velocidades específicas máximas de crescimento, concentração celular máxima e produtividades máximas. A microalga em estudo demonstrou ser tolerante à utilização dos gases e particulados em substituição aos nutrientes necessários para seu crescimento. Obteve-se máxima produtividade diária (0,14 g.L<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>) no menor tempo de cultivo em comparação ao cultivo com o meio Zarrouk padrão.*

**Palavras-chave:** *Efeito estufa. Microalgas. Termelétricas.*

### 1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial no século XVIII, o desenvolvimento tecnológico da humanidade tem sido fortemente ligado à utilização de máquinas a combustão e alguns processos químicos poluentes. Uma das consequências negativas da ampla utilização destes processos é o acúmulo de gases poluentes na camada de ozônio, que provoca o Efeito Estufa. Este fenômeno causa uma rápida elevação nos níveis de temperatura da Terra, desequilibrando os sistemas naturais (CENAMO, 2004). As plantas de energia térmica a carvão contribuem em grande parte para este impacto ambiental por serem responsáveis por 22% das emissões globais de CO<sub>2</sub> (SIEGENTHALER et al, 2005), além da liberação em menores quantidades de outros gases nocivos à camada de ozônio, como o SO<sub>x</sub> e o NO<sub>x</sub>. Materiais particulados também são residuais nestas indústrias, causando além de impactos ambientais, problemas nos processos industriais (Bityukova et al, 2010). As microalgas são responsáveis por mais de 50% da

fotossíntese do planeta, assimilando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para crescer (RADMANN, 2007). A biomassa microalgal pode ser empregada para obtenção de biocompostos, como suplemento alimentar humano, alimento animal, fonte de biocombustíveis (COSTA et al, 2008) e biopolímeros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de crescimento e a tolerância da *Spirulina sp.* LEB-18 ao utilizar os gases de combustão e material particulado oriundos da *Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE/ ELETROBRAS)* como fonte de nutrientes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Micro-organismo e meio de cultivo

A microalga utilizada foi *Spirulina sp.* LEB-18 (MORAIS et al, 2008). O meio de cultivo utilizado para os experimentos foi Zarrouk (ZARROUK, 1966) e Zarrouk sem a fonte de carbono ( $\text{NaHCO}_3$ ) que foi substituída por 7% (v/v) de  $\text{CO}_2$ , sem a fonte de enxofre ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) substituída por 40 ppm de  $\text{SO}_x$  e sem fonte de nitrogênio ( $\text{NaNO}_3$ ) substituída por 60 ppm de  $\text{NO}_x$  e com adição de materiais particulados (30 ppm de cinzas) fornecidos pela CGTEE.

### 2.2 Condições de cultivo

Os cultivos foram realizados em biorreatores *raceway*, em câmara termostatizada a 30 °C com fotoperíodo de 12 h claro/escuro (REICHERT et al, 2006). A iluminância de 3200 lux foi fornecida por lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia de 40 W (General Eletric, 40 Watts). A aeração foi realizada através de ar comprimido misturado aos gases  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$ , dispostos em cilindros industriais (White Martins, Brasil). Os experimentos foram realizados em triplicata e amostras foram coletadas assepticamente a cada 24 horas para determinação de pH e concentração celular, em pHmetro digital e espectrofotômetro a 670 nm,

respectivamente. Os cultivos foram realizados até fase estacionária de crescimento ou morte celular. Foram realizados dois ensaios. O ensaio 1 foi realizado com Zarrouk (sem C, S e N) com 7% (v/v) de  $\text{CO}_2$ , 40 ppm de  $\text{SO}_x$ , 60 ppm de  $\text{NO}_x$  e 30 ppm de cinzas. O ensaio 2 foi realizado com Zarrouk. Todos ensaios foram realizados em triplicata.

### 2.3 Determinações Analíticas

As amostras foram coletadas assepticamente a cada 24 horas para determinação de pH e concentração celular, em pHmetro digital (Quimis Q400H, Brasil) e espectrofotômetro (Femto 700 Plus, Brasil) a 670 nm, respectivamente.

### 2.4 Determinação dos Parâmetros Cinéticos

Foi construída uma curva de crescimento ( $\text{g.L}^{-1}$ ) versus tempo de cultivo (d) para cada condição de cultivo da microalga. A partir destas curvas, foram determinadas a concentração celular máxima ( $X_{\text{máx}}$ ,  $\text{g.L}^{-1}$ ) e as velocidades específicas máximas de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ,  $\text{d}^{-1}$ ), calculada pela regressão exponencial da fase logarítmica de crescimento celular, dada pela Equação 1 (Bailey & Ollis, 1986).

$$\mu_x = \frac{1}{X} \times \frac{dX}{dt} \quad (1)$$

A produtividade máxima ( $P_{\text{máx}}$ ,  $\text{g.L}^{-1}.\text{d}^{-1}$ ) foi determinada pela Equação 2:

$$P_x = \frac{X - X_0}{t - t_0} \quad (2)$$

Onde, X e  $X_0$  (em  $\text{g.L}^{-1}$ ) são as concentrações finais e iniciais, respectivamente, e t e  $t_0$  (em dias) são os tempos finais e iniciais do cultivo, respectivamente.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a variação da concentração de biomassa da *Spirulina sp.* LEB-18 em relação ao tempo de cultivo. A Tabela 1 apresenta os parâmetros cinéticos de crescimento da microalga.

Figura 1: Curva de crescimento de *Spirulina sp.* LEB-18 cultivada com Zarrouk (■) e Zarrouk com 7% de CO<sub>2</sub>, 40 ppm de SO<sub>x</sub>, 60 ppm de NO<sub>x</sub> e 30 ppm de cinzas (◆).

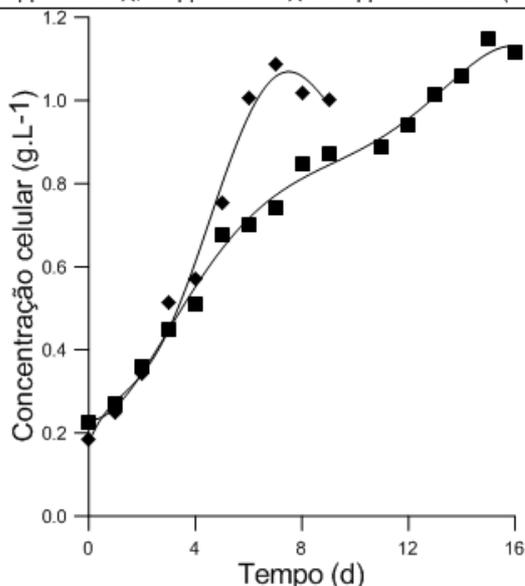


Tabela 1. Concentração celular máxima ( $X_{m\acute{a}x}$ , g.L<sup>-1</sup>), velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ , d<sup>-1</sup>) e produtividade máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ , g.L<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>) obtidos da microalga *Spirulina sp.* LEB-18.

Nº	$X_{m\acute{a}x}$	$\mu_{m\acute{a}x}$	$P_{m\acute{a}x}$
1	1,09±0,07	0,30±0,05	0,14±0,01
2	1,15±0,01	0,30±0,04	0,09±0,00

O ensaio 1, com gases e cinzas, apresentou máxima produtividade (0,14 g.L<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>). No ensaio 2 obteve-se maior concentração celular (1,15 g.L<sup>-1</sup>) (Figura 1), não demonstrando diferença de rendimento em comparação ao ensaio 1 (Tabela 1). O pH do ensaio com cinzas e gases manteve-se estável em torno de 9,0 e 10,0, indicando

que as cinzas e os gases CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> não inibiram o crescimento da microalga *Spirulina sp.* LEB-18, que requer meio alcalino para crescimento (COSTA et al, 2002). Ainda, este experimento em destaque apresentou uma redução nos dias de produção, de 15 d (Ensaio 2) para 10 d. Mostrando a vantagem do cultivo com gases e cinzas, devido a redução dos nutrientes e do tempo de cultivo da microalga *Spirulina sp.* LEB-18 sem perdas em biomassa celular.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de gases e cinzas no meio de cultivo são tolerados para o crescimento da microalga *Spirulina sp.* LEB-18. Há, portanto, uma grande possibilidade de se aplicar estes métodos em escalas maiores, ajudando a reduzir o aquecimento global e os custos com nutrientes para cultivo de microalgas.

#### REFERÊNCIAS

ANTELO, F.S., ANSCHAU, A., COSTA, J.A.V., KALIL, S.J. Extraction and Purification of Cphycocyanin from *Spirulina platensis* in Conventional and Integrated Aqueous Two-Phase Systems. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 21:5, p. 921-926, 2010

BITYUKOVA, L., MÖTLEP, R., KIRSIMÄE, K. Composition of oil shale ashes from pulverized firing and circulating fluidized-bed boiler in narva thermal power plants, Estonia. **Oil Shale**, 27:4, p. 339-353, 2010.

CENAMO, M. C. **Mudanças Climáticas, o Protocolo de Quioto e o Mercado de Carbono**. 2004. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/protocolo\\_quioto.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/protocolo_quioto.pdf)> Acesso em 10/07/2013.

COSTA, J. A. V. ANDRADE, M. R. Cultivo da microalga *spirulina platensis* em fontes

alternativas de nutrientes. **Ciênc. agrotec.** v.32 n.5, 2008.

*maxima geitler*. Ph. D. Thesis University of Paris, 1966.

BAILEY, J. E. & OLLIS, D. F. *Biochemical Engineering Fundamentals* 2<sup>a</sup> ed. Singapore: McGraw-Hill, 1986.

COSTA, J. A. V. COLLA, L. M. DUARTE FILHO, P. KABKE, K. WEBER, A. Modelling of *spirulina platensis* growth in fresh water using response surface methodology. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 18:7, p. 603-607, 2002.

MORAIS, M. G. COSTA, J. A. V. MARINS, L. F. F. REICHERT, C. C. DALCANTON, F. DURANTE, A. J. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* strain. **Z. Naturforschung C.**, v. 63c, p. 144-150, 2008.

RADMANN, E. M. **Cultivo de microalgas com gases de combustão formados da geração termelétrica.** 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

REICHERT, C. C., REINEHR, C. O., COSTA, J. A. V. Semicontinuous cultivation of the cyanobacterium *Spirulina platensis* in a closed photobioreactor. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. 23, p. 23–28, 2006.

SIEGENTHALER, U., STOCKER, T. F., MONNIN, E., LUTHI, D., SCHWANDER, J., STAUFFER, B., RAYNAUD, D., BARNOLA, J. M., FISCHER, H., DELMONNT, V. M., JOUZEL, J. Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene. **Science**, 310, 1313-1317, 2005.

ZARROUK, C. Contribution a Letude Cyanophycees, **Influence de Divers Facteurs physiques et Chimiques sur la Croissance et photosynthese de *Spirulina***