

## **Utilização de Efluentes Gasosos e Resíduo Sólido de Termelétrica à Carvão nos Cultivos de *Synechococcus nidulans* LEB 115: Avaliação dos Parâmetros Cinéticos**

**Leticia Schneider Fanka, Jessica Hartwig Duarte e Jorge Alberto Vieira Costa**

Universidade Federal do Rio Grande – Escola de Química e Alimentos  
Caixa Postal 474 – CEP 96203-900 Rio Grande – RS - E-mail: jorgealbertovc@terra.com.br

### **RESUMO**

*O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros cinéticos de crescimento da microalga *Synechococcus nidulans* LEB 115, em meio de cultivo contendo os resíduos  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$  e cinzas. Para isto, foram realizados experimentos avaliando diferentes concentrações de  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$  e a adição de cinzas provenientes da queima de carvão mineral e a utilização de  $\text{CO}_2$  como fonte de carbono no meio de cultivo. A partir dos ensaios, foi possível observar que a microalga apresentou maiores valores de concentração celular máxima nos cultivos controle, seguido do experimento do ensaio 2 (10 % de  $\text{CO}_2$ , 100 ppm de  $\text{NO}$ , 60 ppm de  $\text{SO}_2$  e 40 ppm de cinzas), sendo  $0,94 \pm 0,01 \text{ g L}^{-1}$  e  $0,82 \pm 0,04 \text{ g L}^{-1}$  respectivamente. A partir deste estudo, foi possível demonstrar a potencialidade da microalga em apresentar crescimento em meio de cultivo contendo os gases  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}$ , além de cinzas provenientes da queima do carvão mineral.*

**Palavras-chave:** Cianobactérias, mitigação biológica,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ , cinzas.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, vem crescendo consideravelmente o número de alterações climáticas e catástrofes naturais, o que acontece por diferentes motivos, como a queima de combustíveis fósseis. Dentre eles, na região sul do país, o que possui maior abundância é o carvão mineral, que é um dos maiores emissores de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera. A mitigação biológica é uma alternativa para a diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa, visto que organismos fotossintéticos, como as microalgas, podem utilizar o  $\text{CO}_2$  presente nestes gases em seu metabolismo, gerando biomassa de interesse industrial e comercial para diferentes bioprodutos.

Porém, além do  $\text{CO}_2$ , são emitidos pelas indústrias outros gases, como o  $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$ , assim como efluentes sólidos, que podem ser prejudiciais para o crescimento microalgal. Sendo assim, vem sendo realizado por diferentes autores, o isolamento de cepas de locais próximos à emissão destes gases, visando obter microalgas resistentes. A microalga *Synechococcus nidulans* LEB 115, foi isolada da lagoa de decantação de cinzas presente na Usina Termelétrica Presidente Médici (Candiota-RS).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros cinéticos de crescimento da microalga *Synechococcus nidulans* LEB 115, em meio de cultivo contendo os resíduos  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$  e cinzas.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A microalga utilizada no presente estudo foi a *Synechococcus nidulans* LEB 115, isolada da lagoa de decantação de cinzas da Usina Termelétrica Presidente Médici, localizada na cidade de Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil. Esta cepa é pertencente ao Laboratório de Engenharia Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande. Para o cultivo microalgal, foi utilizado o meio de cultivo BG 11 modificado, sendo as fontes originais de carbono (bicarbonato de sódio e carbonato de sódio) substituídas pela injeção de CO<sub>2</sub> comercial. Além disso, foram adicionados aos cultivos diferentes concentrações de SO<sub>2</sub>, NO e adição de cinzas.

Foi realizada a adaptação do inóculo pelo período de 7 d (RADMANN et al., 2011), com a injeção de 20% (v v<sup>-1</sup>) de cada uma das diferentes concentrações de gases testadas nos experimentos. Todos os cultivos foram realizados em duplicata, durante 10 d e concentração inicial de 0,2 g L<sup>-1</sup>. Os ensaios foram mantidos em câmara termostatzada à 30°C, com iluminância de 88 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (fornecidas por lâmpadas fluorescentes de 40 W) com um fotoperíodo de 12 h claro/escuro. O biorreator utilizado foi do tipo tubular, com volume útil de 1,8 L. As condições de cultivo avaliadas estão demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1: Condições de cultivos avaliadas nos experimentos

<b>Ensaios</b>	<b>Cinzas (ppm)</b>	<b>NO (ppm)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (ppm)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (%)</b>
Controle	-	-	-	-
1	-	100	60	10
2	40	100	60	10
3	40	-	400	10
4	40	400	-	10
5	40	200	200	10

A agitação dos cultivos foi realizada através de pedra porosa, com auxílio de bomba pneumática com vazão de 0,3 vvm, onde nos ensaios com a injeção de gases, a aeração era pausada 1 min antes e retornava 1 min após a injeção. Foi utilizada a vazão de 0,05 vvm para a injeção dos gases nos experimentos, a cada 40 min na fase clara, durante 1 min, por meio de pedra porosa. Para os ensaios controle, foi utilizado o meio de cultivo BG 11 sem modificação da fonte de carbono.

Foram realizadas diariamente medidas de crescimento microalgal, efetuando-se o monitoramento da concentração celular nos ensaios, por meio de espectrofotômetro digital (QUIMIS Q798DRM) a 670 nm, que determina a densidade ótica das culturas. A concentração celular é obtida através de curva padrão, que correlaciona massa seca e densidade ótica (COSTA et al., 2002). Também foi realizada a cada 24 h a medição do pH nos cultivos, com a utilização de pHmetro digital (QUIMIS Q.400H).

Com os resultados obtidos das determinações diárias, foram calculados os parâmetros cinéticos: concentração celular máxima (X<sub>máx</sub>), produtividade máxima (P<sub>máx</sub>), velocidade específica máxima de crescimento (µ<sub>máx</sub>) e tempo de geração (t<sub>g</sub>).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos nos experimentos são demonstrados na Tabela 2, sendo possível verificar que a microalga obteve uma maior concentração celular máxima quando utilizado o

ensaio controle. Porém, entre os ensaios onde foram adicionados efluentes industriais, o ensaio 2 apresentou o maior crescimento celular máximo ( $p < 0,1$ ) ( $0,82 \pm 0,04 \text{ g L}^{-1}$ ). Enquanto que a produtividade apresentou valores semelhantes para os ensaios controle ( $0,09 \pm 0,01 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), 1 ( $0,07 \pm 0,01 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), 2 ( $0,09 \pm 0,01 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), 5 ( $0,06 \pm < 0,01 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ).

Tabela 2: Parâmetros cinéticos de crescimento da microalga *Synechococcus nidulans* LEB 115.

Ensaios	$X_{\text{máx}} (\text{g L}^{-1})$	$P_{\text{máx}} (\text{g L}^{-1} \text{ d}^{-1})$	$T_g (\text{d})$	$\mu_{\text{máx}} (\text{d}^{-1})$
Controle	$0,94 \pm 0,01^a$	$0,09 \pm 0,01^a$	$6,30 \pm < 0,01^{bc}$	$0,11 \pm < 0,01^{bc}$
1	$0,56 \pm 0,04^c$	$0,07 \pm 0,01^a$	$3,99 \pm 0,48^a$	$0,18 \pm 0,02^a$
2	$0,82 \pm 0,04^b$	$0,09 \pm 0,01^a$	$7,70 \pm < 0,01^c$	$0,09 \pm < 0,01^c$
3	$0,31 \pm 0,01^d$	$0,03 \pm 0,01^b$	N.I**	N.I**
4	$0,33 \pm 0,01^d$	$0,03 \pm < 0,01^b$	N.I**	N.I**
5	$0,58 \pm 0,06^c$	$0,06 \pm < 0,01^a$	$4,71 \pm < 0,88^{ab}$	$0,15 \pm 0,03^{ab}$

Médias  $\pm$  desvios padrões ( $n=2$ ); Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os ensaios realizados, ao nível de 90 % de confiança ( $p < 0,1$ ).

Radmann et al. (2011) cultivaram *Synechococcus nidulans*, também isolada da UTPM, utilizando 12 % ( $v v^{-1}$ ) de  $\text{CO}_2$ , 60 ppm de  $\text{SO}_2$  e 100 ppm de NO, em reatores tubulares em série. Os autores encontraram resultados de crescimento celular máximo inferiores ao presente estudo em condições semelhantes, próximos a  $0,2 \text{ g L}^{-1}$  em 10 d de cultivo. Além disso, as produtividades máximas também foram inferiores ao presente trabalho em condições semelhantes, sendo de  $0,04 \text{ g L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ . Este estudo foi realizado com maior vazão de entrada dos gases ( $540 \text{ mL min}^{-1}$ ) que o presente trabalho, injetados durante 10 min a cada 2 h, o que pode ter influenciado na redução do crescimento celular das microalgas.

Ao analisar os experimentos 1 e 2, observa-se que apesar da velocidade específica máxima de crescimento celular ter sido obtida no ensaio 1 ( $p < 0,1$ ), sem adição de cinzas, a maior concentração celular máxima ( $p < 0,1$ ) foi obtida no ensaio em que as cinzas foram adicionadas (ensaio 2). Sendo assim, verifica-se que esta cepa pode ser capaz de utilizar, em suas vias metabólicas, os nutrientes presentes nas cinzas. A microalga estudada foi isolada de lagoas de decantação de cinzas na UTPM, o que pode justificar a tolerância desta cepa aos componentes presentes neste resíduo sólido.

Quando  $\text{SO}_2$  é injetado no cultivo, reage com  $\text{H}_2\text{O}$ , formando  $\text{HSO}_3^-$ , que pode ser convertido em  $\text{SO}_3^{2-}$  (pH acima de 6,00) ou  $\text{SO}_4^{2-}$  (pH entre 2,00 e 6,00), gerando espécies moleculares altamente oxidativas, que podem ocasionar peroxidação de lipídios na membrana e branqueamento da molécula de clorofila (CHIUI et al., 2011). Este fato pode explicar a inibição do crescimento celular quando exposta a 400 ppm de  $\text{SO}_2$ .

A presença de NO nos cultivos microalgais está diretamente associada com as condições fisiológicas das células. Em baixas concentrações, NO pode ser convertido a  $\text{NO}^2$  e, então, oxidado a  $\text{NO}_3^-$  no meio de cultivo e utilizado pelas células como fonte de nitrogênio para compor as biomoléculas de proteínas. No entanto, esta influência positiva é limitada, de modo que uma maior concentração de NO no meio de cultivo acarreta em redução da velocidade específica máxima de crescimento celular na maior parte das espécies microalgais (DORA et al., 2009). Nos cultivos de *Synechococcus nidulans* LEB 115, quando cultivada com 400 ppm de NO,

a concentração celular máxima foi  $0,33 \pm 0,01 \text{ g L}^{-1}$ , demonstrando uma inibição do crescimento devido a alta concentração deste composto.

### **CONCLUSÕES**

Nos experimentos realizados com a microalga *Synechococcus nidulans* LEB 115 adicionando-se resíduos industriais, a maior ( $p < 0,1$ ) concentração celular máxima foi obtida no ensaio com adição de 10 % de  $\text{CO}_2$  ( $\text{v v}^{-1}$ ), 60 ppm de  $\text{SO}_2$ , 100 ppm de NO e 40 ppm de cinzas ( $0,82 \pm 0,04 \text{ g L}^{-1}$ ). Além disso, no experimento realizado com as mesmas condições, porém sem adição de cinzas, esta concentração celular obtida apresentou diferença significativa ( $p < 0,1$ ) demonstrando a possibilidade da capacidade de *Synechococcus nidulans* LEB 115 em assimilar no seu metabolismo os componentes presentes nas cinzas provenientes de usina termelétrica à carvão mineral.

**Agências de Fomento:** Capes e CGTEE/Eletrobrás/ANEEL.

### **REFERÊNCIAS**

- 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, p. 603-607, 2002.
- CHIU, S. Y.; KAO, C. Y.; HUANG, T. T.; LIN, C. J.; ONG, S. C.; CHEN, C. D.; CHANG, J. S.; LIN, C. S. Microalgal biomass production and on-site bioremediation of carbon dioxide, nitrogen oxide and sulfur dioxide from flue gas using *Chlorella sp.* cultures. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 9135-9142, 2011.
- DORA, J.; GOSTOMCZYK, M. A.; JAKUBIAK, M.; KORTYLEWSKI, W.; MISTA, W.; TKACZUK, M. Parametric studies of the effectiveness of oxidation of NO by ozone. **Chemical and Process Engineering**, v. 30, p. 621-634, 2009.
- RADMANN, E. M.; CAMERINI, F. V.; SANTOS, T. D.; COSTA, J. A. V., Isolation and application of  $\text{SO}_x$  and  $\text{NO}_x$  resistant microalgae in biofixation of  $\text{CO}_2$  from thermoelectricity plants. **Energy Conversion and Management**, v. 52, p. 3132-3136, 2011.