

## TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL POR *ASPERGILLUS NIGER* AN 400 EM REATORES BIOLÓGICOS OPERADOS EM REGIME DE BATELADA SEQUENCIAL EM SÉRIE

Igor do Nascimento Barreto(\*), Andreza Dnarla Oliveira Santos, Alana Mayara Ximenes Souza, Barbara Chaves Aguiar Barbosa, Kelly de Araújo Pessoa Rodrigues

\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - igorbarreto36@gmail.com

### RESUMO

A indústria têxtil compreende uma parcela importante do mercado nacional e o considerável volume de efluente gerado, bem como suas características singulares, geram a necessidade de se desenvolver tecnologias que minimizem o impacto causado e que apresentem boa relação custo benefício. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de *Aspergillus niger* AN 400 no tratamento de efluente têxtil contendo o corante índigo carmin com concentração média de 22mg/L na entrada do sistema, visando à remoção de corante e matéria orgânica carbonácea, em reatores em série com volumes úteis de 1L para o primeiro e 3,6L para o segundo, e em bateladas sequenciais, utilizando sacarose, na concentração de 1g/L para o primeiro reator e 0,5g/L para o segundo, como co-substrato. Ao final de 8 ciclos estudados, registrou-se 93% de remoção global de corante, 49% de matéria orgânica particulada e 29% para a fração dissolvida. Necessita-se ainda de aprimoramento do estudo para otimizar os resultados obtidos e assim ocasionar numa futura aplicação do mesmo em escala industrial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fungo, índigo carmin, sacarose, *Aspergillus niger*, batelada sequencial em série.

### INTRODUÇÃO

As indústrias têxteis tem um papel importante na economia brasileira, porém é preocupante o volume de efluentes gerados, não só pela quantidade de água utilizada, mas também pelo fato de o mesmo vir carregado de parcela elevada de corante que não se fixou no tecido durante o processo de tingimento (YANG *et al*, 2009).

É crescente a preocupação com a destinação de tal poluente devido ao grande volume e a composição complexa recalcitrante e contendo compostos comprovadamente carcinogênicos e mutagênicos (ASGHER *et al*, 2013). E também ao dano gerado ao corpo hídrico ao receber tal efluente sem tratamento prévio apropriado (KHELIFI *et al.*, 2008).

Os tratamentos físicos, químicos e biológicos são bastante utilizados no mercado, mas os que utilizam micro-organismos tem se mostrado bastante eficientes e viáveis (SOUZA & ROSADO, 2009), entre eles os fungos. Estes micro-organismos possuem potencial de degradação elevado, graças a importante arsenal enzimático que pode ser empregado no tratamento de poluentes recalcitrantes como os corantes têxteis.

Importante ao conjunto do processo de tratamento da água residuária com o uso de fungos, está a adição de fonte primária de carbono, que segundo SANTOS (2006), quando presente no meio é de grande valor para a eficiência do processo, pois atua de forma significativa no metabolismo dos fungos. A escolha pelo uso da sacarose no presente trabalho se deu pela fácil disponibilidade e baixo custo.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de *Aspergillus niger* AN 400 no tratamento de efluente têxtil contendo o corante índigo carmin visando à remoção de corante e matéria orgânica carbonácea em regime de batelada sequencial em série.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dois reatores confeccionados em vidro com capacidade de 5 L, os quais foram montados e operados em bateladas sequenciais, sendo dispostos em série. Os reatores foram inoculados com a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN 400. A presente pesquisa foi dividida em: cultivo e contagem dos esporos dos fungos, imobilização da biomassa em material suporte, montagem e operação dos reatores e análise dos dados obtidos.

## Inóculo

O *Aspergillus niger* AN 400 foi cultivado em placas de Petri com meio de cultura Agar-Saboraud. A cultura foi mantida em estufa microbiológica sob 28°C, durante sete dias. Posteriormente, os esporos foram removidos com ajuda de solução isotônica Tween 80 e foram armazenados em frasco estéril, para posterior contagem microscópica em Câmara de Neubauer. Para o inóculo do reator, foi utilizada a concentração de  $2 \times 10^6$  esporos/mL.

## Imobilização da Biomassa em Meio de Suporte

O material utilizado para o crescimento aderido da biomassa foi espuma de poliuretano, tendo-se utilizado ainda redes de polietileno para agrupar as espumas e melhorar a imobilização. O material foi previamente lavado e esterilizado em autoclave a 121°C durante 20 minutos para remoção de possíveis impurezas.

Cada reator continha 3 redes de polietileno, com 5 gramas de espuma em cada uma, perfazendo total de quinze gramas de espuma em cada reator. Depois que as espumas foram colocadas nas redes, estas foram transferidas para o reator, no qual foi colocado meio nutritivo com macronutrientes e solução de *Vishniac* de composição (em mg/L): H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (50), FeCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O (0,20), ZnCl<sub>2</sub> (50), MnCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O (0,50), CuCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O (0,38), AlCl<sub>3</sub> · 3H<sub>2</sub>O (0,90) e CoCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O (0,20). O meio nutritivo foi mantido durante 24 horas sem aeração, com o objetivo de promover a fixação dos esporos fúngicos no material suporte. Após esse período foi ligada a aeração durante 7 dias.

## Configuração dos reatores em Bateladas Sequenciais em Série

Os reatores utilizados no estudo eram de vidro e possuíam volume total de 5 L, tendo sido operados com ciclos cujo tempo reacional era de 48 h, em cada reator. O sistema foi operado em série, onde o primeiro reator (R1) recebeu o efluente têxtil *in natura* de indústria localizada na região metropolitana de Fortaleza, o qual foi previamente diluído a 20% (v/v), recebendo ainda adição de antibiótico (0,1 g/L) e sacarose, co-substrato empregado nas concentrações 1 g/L para o primeiro reator (R1) e 0,5 g/L, para o segundo reator (R2). O efluente gerado no reator R1, após 48 h de tratamento, servia como afluente para o segundo reator (R2) com o objetivo de proporcionar pós-tratamento ao efluente de R1.

Procurou-se manter o pH afluente aos reatores em torno de 5, pois de acordo com GRIFFIN (1994) para o pleno desenvolvimento do metabolismo fúngico o meio deve possuir pH entre 4 e 6.

Para facilitar a compreensão, foram utilizadas as seguintes nomenclaturas:

- E1: Afluente (entrada) do primeiro reator (R1);
- S1: Efluente (saída) do primeiro reator (R1);
- E2: Afluente (entrada) do segundo reator (R2);
- S2: Efluente (saída) do segundo reator (R2).

No presente trabalho são apresentados os dados dos 9 ciclos que compuseram o estudo. Houve caracterização do afluente e efluente para cada um dos reatores através das análises físico-químicas de DQO – amostra bruta e centrifugada –, pH e corante. A análise de DQO seguiu os procedimentos descritos por APHA (2005), o pH foi obtido através de leitura em potenciômetro e a análise de corante de acordo com os métodos de Rodrigues *et al* (2011). As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do IFCE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os dados de concentração afluente e efluente de corante em R1 e R2 e as eficiências de remoção para cada reator. A concentração média de corante no afluente do reator R1 foi de 21 mg/L e no reator R2 foi de 3,6 mg/L. A remoção média de corante para o reator R1 foi de 92% e de 40% para o reator R2, sendo a média global do sistema de 93%.

No reator R1 praticamente todos os ciclos apresentaram remoção acima de 85%, com exceção do 6º e do 8º que apresentaram eficiência de remoção de 69% e 72%, respectivamente.

No reator R2 pode-se observar nos ciclos 4, 7, 8 e 10 o aumento da concentração final do corante, o que pode ser atribuído ao desprendimento do corante aderido à biomassa ou ao material suporte (YANG *et al.*,2008). Os ciclos 1, 5 e 6 apresentaram os maiores índices de remoção, 83%, 87%, e 83%, respectivamente. A menor eficiência no reator R2 pode ser atribuída a menor quantidade de co-substrato no mesmo.

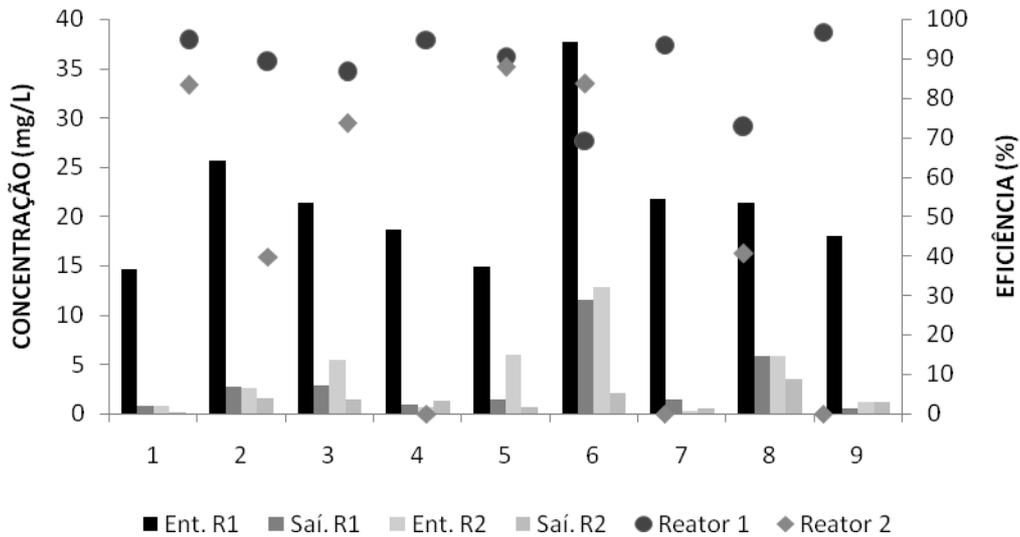
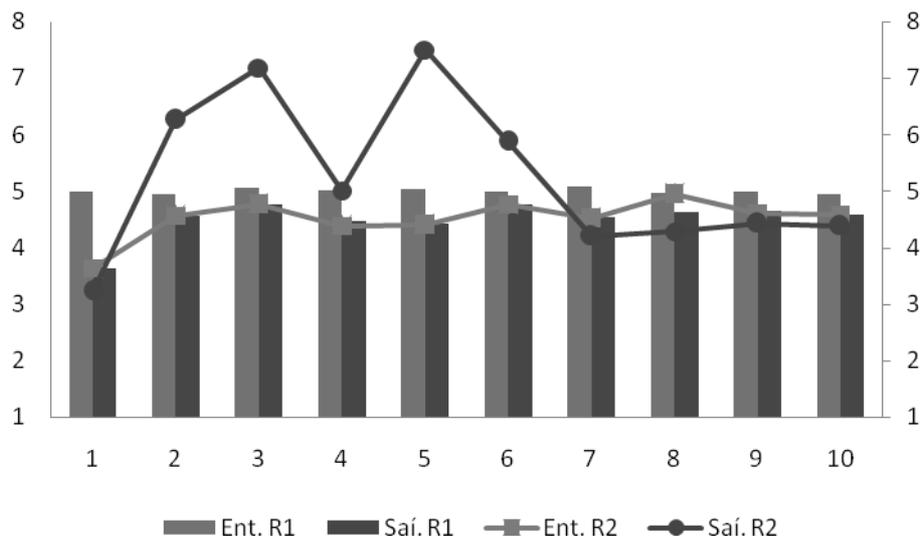


Figura 1. Variação da concentração de corante índigo carmin e eficiências nos ciclos operacionais.

Em relação ao pH, o valor médio no efluente do reator R1 foi de 4,5 e para o reator R2, de 5,4, sendo o pH do afluente do reator R2 igual ao valor do efluente de R1, uma vez que R2 era alimentado com o efluente de R1, conforme já mencionado.

Houve pequeno decaimento no valor de pH na saída do reator R1, onde a maior variação ocorreu no ciclo 1, com entrada de 4,98 e saída de 3,63. De modo geral a variação média dos ciclos operados foi de 0,5. Este decaimento pode ser atribuído à possível produção de compostos acidificantes durante o metabolismo microbiano.

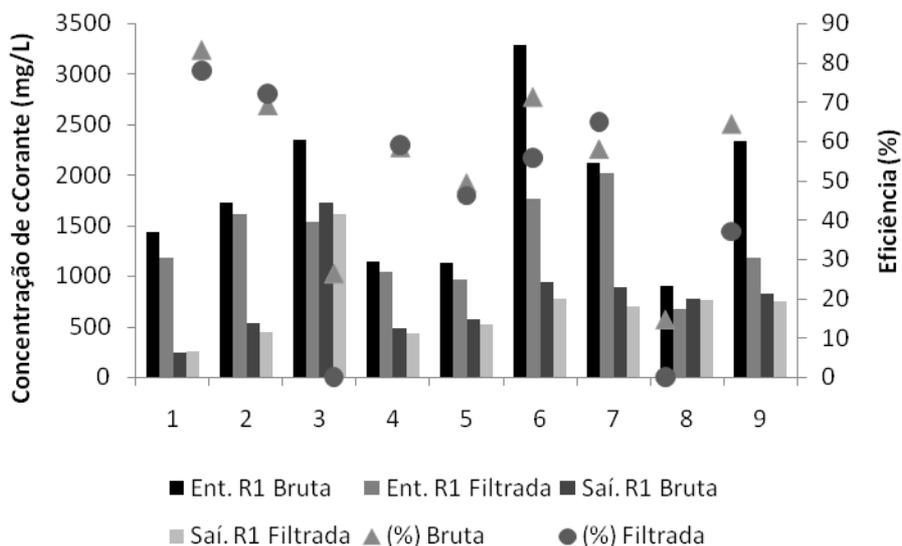
Para o reator R2 houve um acréscimo no valor do pH (Figura 2), possivelmente isto pode estar relacionado e liberação de substâncias tamponantes no meio, buscando assim, manter as condições adequadas as suas necessidades metabólicas (SAMPAIO, 2004). A maior variação no valor de pH ocorreu no ciclo 5, onde o acréscimo foi de 3,09 da entrada para a saída, com valores de 4,41 para 7,5 respectivamente. Segundo Kavanagh (2005) esta elevação está diretamente relacionado ao equilíbrio químico da célula da espécie fungica.



**Figura 2. Variação dos valores de pH durante os ciclos operacionais.**

No que se refere a matéria orgânica, o reator R1 apresentou remoção média de 54% para DQO bruta e 45% para DQO dissolvida. A média de remoção no reator R2 foi de 29% para a parcela bruta e 30% para a parcela dissolvida. A remoção média total de DQO bruta e filtrada para o sistema foi de 69%.

No reator R1, nos ciclos 1 e 2, foram obtidas os maiores índices de remoção DQO particulada e dissolvida, com as médias acima de 69% para a parcela particulada, e médias acima de 72% para a parcela dissolvida (Figura 3).



**Figura 3. Variação da concentração de matéria orgânica e eficiências nos ciclos operacionais no reator R1.**

O reator R2 não apresentou remoção de DQO nos três primeiros ciclos, sendo que a maior eficiência de remoção de matéria orgânica bruta foi no ciclo 4 (64%) e para a parcela dissolvida ocorreu no ciclo 5 (71%), como mostrado na Figura 4. Pode-se inferir a menor eficiência de remoção do reator R2 em relação ao reator R1 devido ao fato do reator R1 ter removido a maior parte de matéria orgânica do efluente e ao segundo reator (R2) degradar os metabolitos oriundos no R1 para polir o efluente ao fim do tratamento.

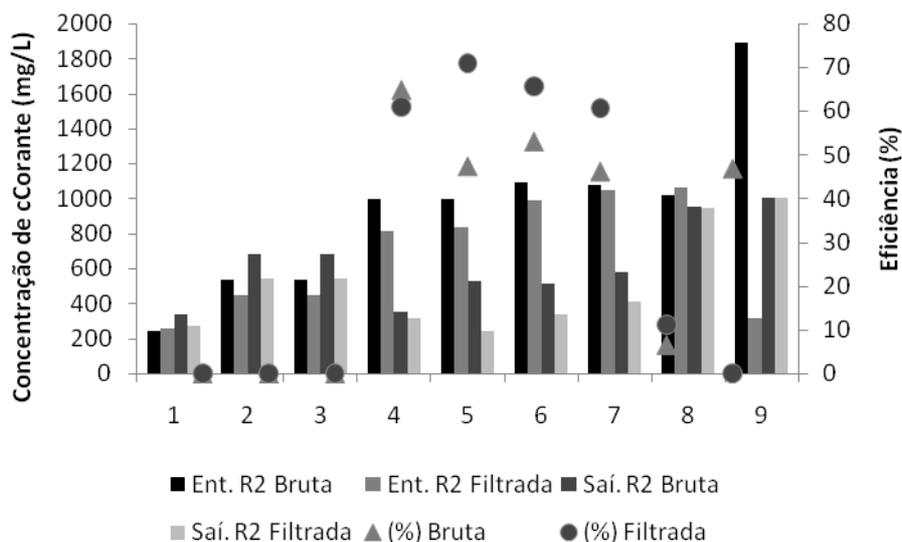


Figura 4. Variação da concentração de matéria orgânica e eficiências nos ciclos operacionais no reator R2.

## CONCLUSÃO

O sistema teve remoção média global acima de 62% para as parcelas dissolvidas e particuladas de matéria orgânica carbonácea e média de remoção global de corante índigo carmim do sistema de 93%, demonstrando que se faz necessária a continuação do estudo para o aperfeiçoamento do tratamento biológico em regime de bateladas em série com as devidas concentrações de cossubstrato para que seja possível sua futura aplicação em escala industrial.

## REFERÊNCIAS

1. Apha. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20ª Edição. American Water Work Association, Water Environment Federation. Washington: 2005. 953p.
2. Asgher, M.; YASMEEN, Q.; IQBAL, H. M. N. **Enhanced decolorization of Solar brilliant red 80 textile dye by an indigenous white rot fungus Schizophyllum commune IBL-06**. Soudi Journal of Biological Sciences, 2013.
3. Griffin, D. H. **Fungal physiology**. 2nd ed. New York: Wiley-Liss, 458p., 1994.
4. Kavanagh, K. **Fungi: Biology and Applications**. Ireland: Wiley, 293p., 2005.
5. Khelifi, E., GANNOUN, H., TOUHAMI, Y., BOUALLAGUI, H., HAMDI, M.. **Aerobic decolourization of the indigo dye-containing textile wastewater using continuous combined bioreactors**. Journal of Hazardous Materials, v. 152, n. 2, p. 683-689, 2008.
6. Rodrigues, K., SILVA, K. M. L., SILVA, G. M. M., LIMA, P. C. C., WANDERLEY, R. P., SILVA, G. **Remoção de corante por uso de Aspergillus niger AN400 em reator em bateladas sequenciais**. Química Nova, v. 34, n.7, p. 1119-1123, 2011.
7. Sampaio, G. M. M. S., SANTOS, E. M. A., LEITÃO, R. C., FACÓ, A. M., MENEZES, E. A., SANTAELLA, S. T., **Pós-tratamento de efluente de um reator UASB através de um reator biológico com fungos**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 9 - Nº 1 - jan/mar 2004, 73-81. ,2004.
8. Santos, G. DOS. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de amiloglucosidase por Aspergillus awamori. 2008. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciencia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa), Ponta Grossa, 2006.
9. Souza, A. F.; ROSADO, F. R. **Utilização de fungos basidiomicetes em biodegradação de efluentes têxteis**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.2, n.1, p.121-139, 2009.

10. Yang, Q., TAO, L., YANG, M., ZHANG, H. **Effects of glucose on the decolorization of Reactive Black 5 by yeast isolates.** Journal of Environmental Sciences, v. 20, n. 1, p. 105-108, 2008.
11. Yang, Q.; Li, C.; Li, H.; Li, Y.; Yu, N.; **Int. Biodet. Biodegradat.** 2009, 63, 280.