

## REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E CORANTE EM ÁGUA SINTÉTICA UTILIZANDO FUNGO *Aspergillus niger* AN 400.

Nathália Magalhães (\*), Carlos Ronald Pessoa Wanderley, Glória Marinho, Kelly Rodrigues

\*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, [nathaliamagalhaes.tga@gmail.com](mailto:nathaliamagalhaes.tga@gmail.com).

### RESUMO

Esta pesquisa visou avaliar a viabilidade da aplicação do fungo *Aspergillus niger* AN 400 para degradar o corante têxtil Índigo Carmim em efluente sintético, onde simula tanques de lavagem de uma indústria. O experimento foi executado com o inóculo na forma dispersa em reatores aerados. Foram feitas três séries de reatores onde em duas delas foi acrescida glicose como fonte de carbono, nas concentrações de 2 g/L e 5 g/L, que foram chamados de RFGI e RFGII, nesta ordem, e a terceira série de reatores foi executada sem adição de glicose, classificada como RF. A concentração média inicial de corante foi de 0,13 g/L de corante índigo, onde RF obteve eficiência na redução do corante de 53%, e para os reatores RFGI e RFGII, ambos, tiveram redução de 100% do corante no meio sintético no 15º dia dos testes. O pH do meio em RF decaiu a partir do sétimo dia, e os de RFGI e RFGII a partir do quarto dia, indicando a adaptação do fungo e a provável produção de ácidos orgânicos. A matéria orgânica oxidável, medida como DQO, teve eficiência de redução no percentual de 56%, 40% e 5%, para RF, RFGI e RFGII, respectivamente. O tratamento de efluente têxtil usando o fungo *Aspergillus niger* AN 400, apresenta-se promissor, ao passo que se conseguiu degradar o poluente por completo, no caso dos reatores contendo glicose. No entanto a DQO deve ser investigada mais a fundo, e mais testes devem ser feitos a respeito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índigo Carmim, Biodegradação, *Aspergillus niger*, Corante, Batelada.

### INTRODUÇÃO

Entre os corantes usados nas indústrias têxteis, os corantes indigóides estão entre os mais empregados, com aplicação em diversos segmentos industriais além da têxtil, como no caso da alimentícia e de papel e celulose. Os corantes indigóides possuem uma estrutura molecular complexa, tornando-os quimicamente estável e mais resistente ao tratamento (ALMEIDA *et al.*, 2012)

As indústrias têxteis usam em seus processos uma carga muito grande de água que, somados a grande variedade de corantes utilizados, geram efluentes volumosos e de característica complexa, além de tudo com uma elevada carga orgânica e sais inorgânicos. Devido a isto, nas últimas décadas, com a grande expansão industrial, surgiram leis mais rigorosas que regulamentam sobre os descartes desses efluentes gerados, pois os corpos hídricos que recebem esses despejos sofrem com a inegável degradação. Por conta disto, as indústrias estão sendo forçadas a desenvolver produtos e práticas inovadoras, visando mitigação de impactos (KAMIDA, 2004)

Dentre os tratamentos utilizados para descolorir o efluente gerado, a maioria dos métodos apresentam desvantagens, gerando um grande custo econômico para o segmento, pouca versatilidade, sensíveis a componentes presentes no efluente e/ou geram resíduos que necessitam de um pós-tratamento. Assim, o tratamento biológico surge como alternativa viável para tratamento desses efluentes (van der ZEE e VILLAVERDE, 2005).

Entre os organismos usados para a viabilização desses efluentes temos os fungos, que vêm mostrando eficiência para o tratamento de águas residuárias têxteis, assim como para a reciclagem de matéria orgânica. Os fungos possuem grande capacidade para romper moléculas de corantes por intermédio de enzimas extracelulares liberadas no meio (RODRIGUES, 2006).

O presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade da aplicação do fungo *Aspergillus niger* AN 400 na degradação do corante Índigo Carmim em efluente têxtil sintético, a partir de ensaio em reatores em batelada com biomassa dispersa. Foram utilizadas duas concentrações diferentes de glicose, 5 g.L<sup>-1</sup> e 2 g.L<sup>-1</sup>, como fonte primária de carbono, além de averiguar a eficiência de remoção de matéria orgânica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### INÓCULO

Os esporos de *Aspergillus niger* AN 400 foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura *Saboraud Dextrose*, composta por peptonas, Agar-agar, 2% de *Dextrose* e glicose. As placas de Petri e o meio de cultura foram previamente esterilizados em autoclave durante quinze minutos. As placas de Petri cultivadas foram mantidas durante sete dias em estufa microbiológica, a uma temperatura de 28°C. Após o período, os esporos foram removidos com a ajuda de alça de *Drigalsky* e solução salina isotônica contendo Tween 80, e posteriormente armazenada em frasco estéril para futura contagem microscópica em Câmara de Neubauer. Para inóculo dos reatores foi utilizada a concentração de  $2 \times 10^6$  esporos.mL<sup>-1</sup>.

### MEIO SINTÉTICO

Foram coletadas amostras dos tanques de lavagem de uma indústria têxtil e feitas as análises para a caracterização da água. Com base no estudo feito do efluente *in natura*, foi preparada uma água sintética com características e concentrações de corante semelhante ao do último tanque do processo de lavagem, ou seja, no qual o corante estava menos concentrado.

No preparo, foi usada água da torneira e adicionado corante Índigo Carmim, até que o efluente sintético atingisse concentração de 0,13 g/L. Assim como na indústria, foi adicionado 0,1 g/L de hidrossulfito de sódio para auxiliar na diluição do corante, que se solubiliza em meio alcalino. Também foi adicionado ao meio sintético 1 mL/L de solução de Vishniac, com a seguinte composição (g/L): EDTA (10,0), ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (4,40), MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O (1,0), CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O (0,32), (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O (0,22), CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (1,47) e FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (1,0). No preparo da água foi utilizada a glicose nas concentrações de 5 g/L e 2g/L, como cossustrato, para duas séries de reatores.

### MONTAGEM E OPERAÇÃO DOS REATORES EM BATELADA

Foram feitos quatro ensaios, cada ensaio continha oito reatores feitos de recipientes de vidro com volume total três litros. O oxigênio foi introduzido através de aeradores e mangueiras para aquário.

Inicialmente, cada reator recebeu 1000 mL de meio sintético. Em seguida, nos reatores com cossustrato, foi adicionada a 5 g/L de glicose em um grupo de reatores, na outra série de reatores foi acrescida 2 g/L, e ainda houve uma série de reatores que não recebeu adição de cossustrato. Posteriormente o inóculo foi inserido nos reatores, próximos ao bico de Bussen para minimizar contaminações, em concentração de  $2 \times 10^6$  esporos.mL<sup>-1</sup>, para cada reator. A Tabela 1 apresenta a nomenclatura dos reatores em função da adição ou não de glicose.

**Tabela 1: distribuição dos reatores segundo sua caracterização e objetivo no estudo.**

REATOR	SIGLA	QUANTIDADE
Fungo sem glicose	<b>RF</b>	<b>8</b>
Fungo com Glicose 2 g/L	<b>RFGI</b>	<b>8</b>
Fungo com Glicose 5 g/L	<b>RFGII</b>	<b>8</b>

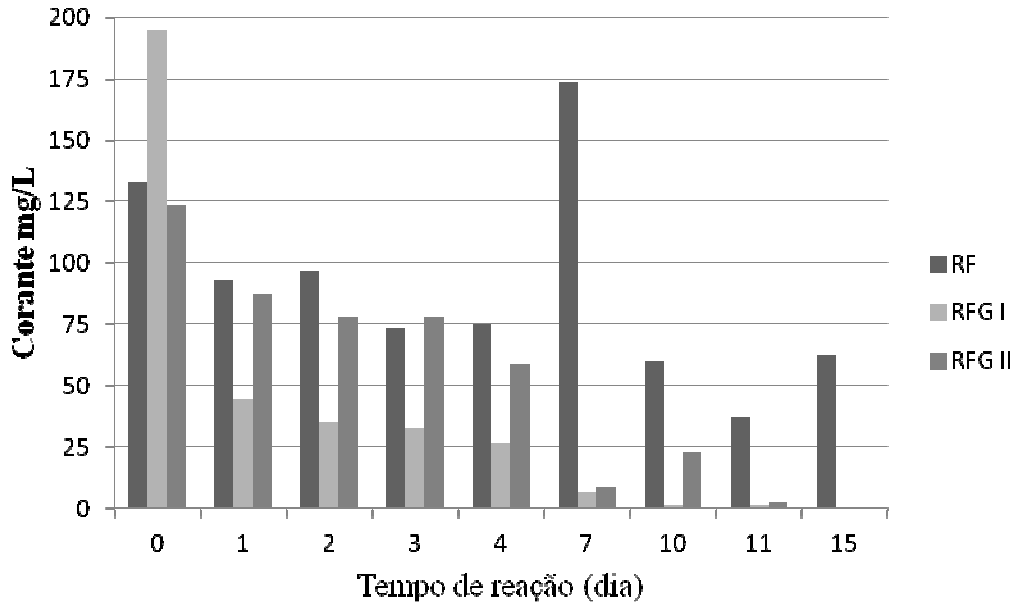
Os reatores permaneceram em aeração constante durante quinze dias de operação. Antes da montagem, foram armazenadas amostras de cada grupo de reator para análises, a fim de determinar as características do afluente.

Uma unidade de cada grupo de reatores foi retirada sempre no mesmo horário da montagem, os dias de desmonte de reatores foram: 1º, 2º, 3º, 4º, 7º, 10º, 11º e 15º dia de operação.

O monitoramento dos reatores se deu através das análises físico-químicas de pH, corante e Demanda Química de Oxigênio (DQO). As análises seguiram os procedimentos descritos em APHA (2005), exceto corante, a qual foi determinada segundo descrito em Rodrigues *et al.* (2011).

## RESULTADOS

Os reatores tiveram concentração média inicial de 0,13 g/L de corante índigo. Ambos os reatores que tiveram o meio incrementado com glicose, RFGI e RFGII, tiveram eficiência de 100% de descoloração do corante contido no efluente sintético. E para o reator RF, a eficiência ficou em 53% de descoloração do meio. A Figura 1 as concentrações de corante índigo ao longo do tempo reacional.



**Figura 1. Remoção do corante Índigo no decorrer dos dias de operação dos reatores.**

Em análise comparativa entre o RF e os reatores RFGI e RFGII, observa-se que a glicose foi um fator determinante para que ocorresse a descoloração do meio de maneira mais eficiente. Os reatores RF durante o tempo de reação não apresentaram redução gradual do corante, isto se dá devido aos dias 7 e 15, que apresentaram um aumento na concentração com relação a concentração apresentada pelo tempo reacional que o antecedeu. No 7º dia do tempo reacional do RF, é provável que este reator tenha recebido acidentalmente uma carga de corante maior durante o processo de composição da água. Desconsiderando o 7º dia e levando em conta somente a água de entrada da partida dos reatores, e as concentrações apresentada o último dia do tempo reacional, observa-se uma eficiência baixa para RF, que pode ser atribuído a ausência de fonte primário de carbono adicionada ao meio.

Para os reatores RFGI e RFGII suas eficiências foram bastante relevantes, e ambos alcançaram a mesma eficiência de 100% de remoção do corante índigo carmim, contudo, ao observar a Figura 2, percebe-se que uma menor concentração de glicose (2 g/L) favoreceu a redução de concentração de corante, principalmente por ter reduzido consideravelmente as concentrações de corante nas primeiras 24 horas. Já em RFGII, o mesmo não ocorreu, pois devido à presença de grande quantidade de glicose (5 g/L), esta teria sido consumida preferencialmente em detrimento do corante, visto se tratar de substância de mais fácil assimilação para o fungo (GRIFFIN, 1994).

O pH inicial dos reatores foi de 4, considerado dentro da faixa ótima para o crescimento de fungos do gênero *Aspergillus* (WHELLER, 1991). Na Figura 2 apresenta as variações do pH ao longo do período reacional dos reatores estudados.

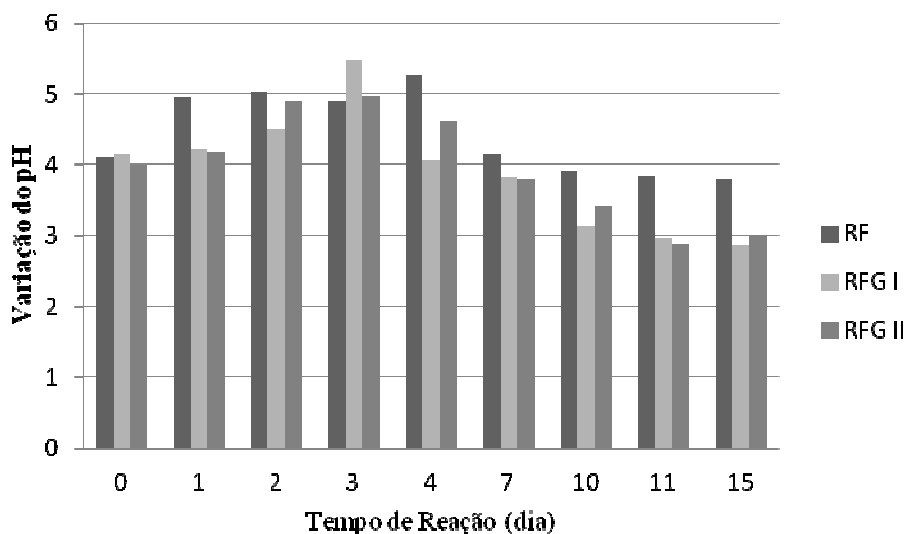


Figura 2. Variação do pH ao longo do tempo de reação das três séries de reatores.

O decaimento gradativo do pH a partir do 4º dia de operação nos reatores RFGI e RFGII indicou a adaptação da biomassa e o início de uma maior atividade metabólica a partir do consumo da glicose e do corante, produzindo possivelmente maior quantidade de ácidos orgânicos. Para que as moléculas do corante sejam quebradas o fungo utiliza enzimas extracelulares, e a melhor produção dessas enzimas ocorre entre as faixas de pH 4,0 e 7,0, como relatado por Maciel (2006) e que, para os fungos, as enzimas mais ativas são sintetizadas em baixo pH, favorecendo assim a degradação do poluente em questão (MORE *et al.*, 2010).

A eficiência de remoção de matéria orgânica oxidável, medida como DQO, para os reatores RF atingiu 56% no final do tempo reacional, já o RFGI atingiu um valor um pouco menor, chegando a 40%, e para os reatores RFGII a redução foi quase insignificante, atingindo somente 5% de redução de DQO. Na Figura 3 estão apresentados os valores de DQO observados durante o período de operação dos reatores.

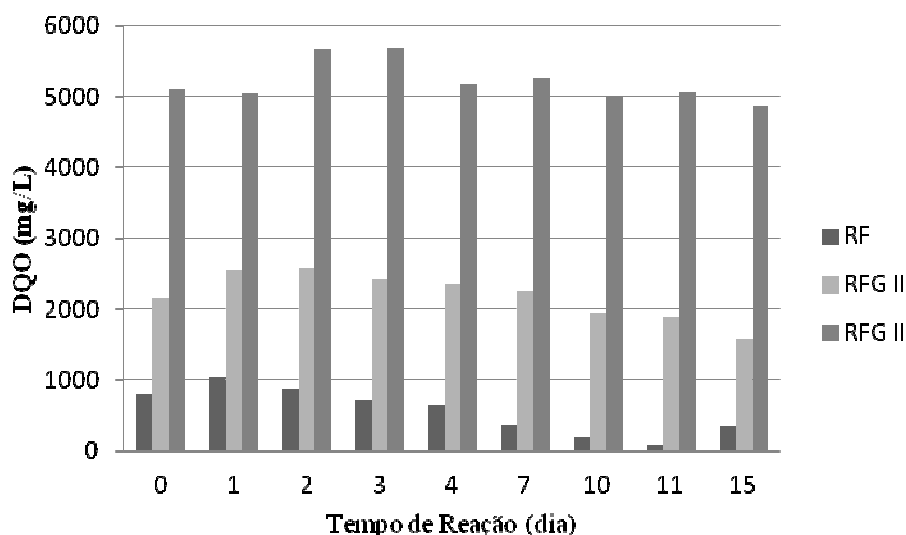


Figura 3. Concentração de DQO em mg/L durante o tempo reacional.

Dentre os reatores com glicose, a menor concentração de glicose propiciou maior estabilidade no processo de remoção de DQO além de ter atingido valores mínimos de corante antes dos reatores com mais glicose, o que é desejável, porque quanto menor a necessidade de utilização de glicose nesses processos, melhor economicamente. Os reatores RF conseguiram reduzir uma quantidade um pouco maior de DQO (56%), porém sua redução de corante foi inferior aos reatores com glicose, tornando-o desvantajoso. Além disto, uma menor redução da DQO nos reatores utilizando glicose pode ser explicada que, durante o consumo de açúcar pelo fungo poder gerar alguns ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, que pode ser contabilizada como matéria orgânica na DQO. Sobre a baixa eficiência nos reatores RFGII, Somasiri *et al.* (2008) explicam que pode está relacionado com a formação de subprodutos pela quebra de ligações químicas do corante, além de metabólitos provenientes do consumo da glicose pelo fungo, e o não consumo dos mesmos, acarretando em acúmulo de matéria orgânica carbonácea. Então é possível que tenha havido formação de subprodutos que não foram assimilados pelos fungos ao degradarem o grupo cromóforo do corante (ALI *et al.*, 2008). Além de tudo, o não decaimento da DQO pode está relacionada com a grande disponibilidade de fonte de carbono presente no reator (SILVA *et al.*, 2012).

É notório que a glicose como fonte de carbono no meio teve um papel fundamental para uma alta eficiência de descoloração, contudo, o uso dela em concentrações mais altas não significa que o reator terá maior eficiência de um modo geral, não são fatores relativamente proporcionais, pois uma maior concentração de glicose não favoreceu uma maior redução na DQO, por mais que tenha tido sucesso na degradação do corante índigo, foi a concentração mais baixa de glicose, ou ausência desta, que apresentou uma melhor eficiência na redução da matéria orgânica.

## CONCLUSÕES

Os dados apresentados mostram que o tratamento de efluente têxtil, contendo Índigo Carmim, com o uso da espécie *Aspergillus niger* é bastante promissor. Visto que, em ambos os reatores contendo glicose obtiveram um bom desempenho de descoloração da água sintética, tendo ambos redução de 100% do corante em água sintética. A utilização de matéria carbonácea foi fundamental para o alcance desta eficiência, porém a utilização de grandes concentrações não favoreceu a redução de matéria orgânica, contabilizada na forma de DQO, atingindo somente 5% de eficiência de remoção para os reatores que utilizaram 5 g/L de glicose (RFG II), contudo uma menor concentração (2 g/L) obteve um valor de eficiência relevante, alcançando por volta de 40%. A eficiência dos reatores que não utilizaram glicose (RF) foram bem promissores também a respeito da redução de DQO (56%), porém a redução de corante foi inferior, chegando somente a 53%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALI, N. F.; EL-MOHAMEDY, R. S. R. Microbial decolourization of textile waste water. *Journal of Saudi Chemical Society*, v.16, n.2, p.117-123, 2012.
2. ALMEIDA, D. G.; SILVA, M. G. C.; MIRANDA, R. C. M.; MACIEL, C. C. S.; GUSMÃO, N. B. Descoloração do corante Índigo Carmim e produção de Lacase por fungos filamentosos. *Scientia Plena*, v.8, n.5, 2012.
3. APHA. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. American Water Work Association, Water Environment Federation, 20ª Edição, 2005.
4. GRIFFIN, D. H. *Fungal Physiology*. New York: Wiley-Liss, n.2, p.458, 1994.
5. KAMIDA, H. M. Biodegradação e toxicidade de efluente contendo corantes, tratado com *Pleurotus sajor-caju*. Tese de Doutorado, 2004.
6. MACIEL, G. M. Desenvolvimento de bioprocesso para produção de xilanases por fermentação no estado sólido utilizando bagaço de cana-de-açúcar e farelo de soja. Curitiba, Dissertação de Mestrado, 2006.
7. MORE, T. T., YAN, S., TYAGI, R. D., SURAMPALLI, R.Y. Potential use of filamentous fungi for wastewater sludge treatment. *Bioresource Technology* 101, 7691–7700, 2010.
8. RODRIGUES, K. A. Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética. 2006. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, área de concentração em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
9. 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 seqüenciais. *Química Nova*, v. 34, n.7, p. 1119-1123, 2011.
10. SILVA, C. G. F.; PINHEIRO, Z. B.; ANDRADE, M. V. F.; LIMA, P. C. C.; MARINHO, G.; RODRIGUES, R. Estudo da remoção de fenol por *Aspergillus ornatus* em reatores biológicos. *Fungos e Águas Residuárias Industriais: Nova Tecnologia*, v.1, p.45-59, 2012.

11. SOMASIRI, W.; Li X.F.; Ruan W.Q.; Jian C. Evaluation of the efficacy of up flow anaerobic sludge blanket reactor in removal of colour and reduction of COD in real textile wastewater. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 9, p. 3692-3699, 2008.
12. Van der ZEE, F. P.; VILLAVERDE, S. Combined anaerobic-aerobic treatment of azo dyes – A short review of bioreactor studies. *Water Research*, 39, 1425-1440, 2005.
13. WHELLER, K. A. Influence of pH on the growth of some toxigenic species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*. *International Journal of Food Microbiology*, n.12, p.141-150, 1991.