

TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO POR PHANEROCHAETE CRYSOSPORIUM EM REATOR EM BATELADAS SEQUENCIAIS

Amanda Moraes Araújo(*), Gustavo Evangelista dos Santos, Carlos Ronald Pessoa Wanderley, Germana Maria, Marinho Silva, Kelly de Araújo Rodrigues Pessoa

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Maracanaú/e-mail: manda.moraesaraujo@gmail.com

RESUMO

A remoção de corantes constitui-se em um grande problema na indústria têxtil, considerada atividade de alto potencial poluidor, devido à geração de elevados volumes de efluentes. Estas águas residuárias, caso não sejam tratadas corretamente, podem ser prejudiciais tanto ao ambiente aquático quanto a saúde do homem. Diante disso, neste trabalho foi estudada a degradação do corante Índigo Carmim, presente em água residuária sintética, em um reator em bateladas sequenciais com biomassa imobilizada de *Phanerochaete chrysosporium*. Utilizou-se a concentração média inicial de 20 mg/L de corante e 1 g/L de glicose como co-substrato. Ao final de 12 ciclos estudados registrou-se 44,7%, de remoção de corante. Os valores de remoção média e global de DQO foram 56,5% e 66,6%, respectivamente. Necessita-se ainda de aprimoramento do estudo para otimizar os resultados obtidos e um aperfeiçoamento do processo utilizado afim de aumentar a eficiência de remoção dos compostos presentes em efluentes têxteis, visando aplicação em escala comercial.

PALAVRAS-CHAVE: biorremediação, efluente têxtil, Indigo Carmin, *Phanerochaete chrysosporium*.

INTRODUÇÃO

Observa-se nos últimos anos um forte crescimento econômico nacional, principalmente devido ao desenvolvimento de atividades industriais, que de acordo com (BAËTA et al., 2012; CERQUEIRA et al., 2009), a indústria têxtil é uma importante atividade econômica responsável por esse desenvolvimento.

As indústrias têxteis geram grande quantidade de efluentes e resíduos sólidos com grande carga de corantes que são naturalmente de difícil degradação. Esses resíduos possuem em sua composição surfactantes e agentes quelantes, causadores de perturbações na vida aquática, principalmente pelo desenvolvimento do processo de eutrofização (AQUINO NETO et al., 2011).

Devido a sua característica recalcitrante, os corantes não são facilmente degradados em técnicas convencionais de degradação, tendo fungos e bactérias como os principais decompositores encontrados para remediar estes compostos através do tratamento biológico dos efluentes (ALMEIDA et al, 2012; ERDUNLU et al., 2012).

Processos físicos, químicos e biológicos são algumas das formas de tratamento possíveis para o efluente têxtil. Dentre os processos biológicos, a biorremediação técnica que utiliza os micro-organismos como fungos, bactérias, algas ou a produção de enzimas proveniente deles com o propósito de degradar, reduzir e eliminar esses poluentes do meio ambiente (PIRES, 2013).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a degradação do corante Indigo Carmin presente em água residuária sintética por inóculo fúngico de *Phanerochaete chrysosporium*.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em duas etapas: cultivo e produção do inóculo e montagem, alimentação e operação do reator biológico contendo os fungos. O reator foi operado em batelada sequencial, totalizando 12 ciclos.

Na primeira etapa, a espécie foi repicada em placas de Petri estéreis contendo meio de cultura Agar Potato Dextrose, previamente esterilizadas a 121° C. A inoculação do fungo no reator foi feita utilizando-se o método de *plag* (OTTONI, 2012). Nos primeiros 10 dias, o reator foi alimentado com meio de crescimento, a fim de que o biofilme pudesse crescer aderido ao material suporte.

Na segunda etapa, utilizou-se espumas de poliuretano cortadas em cubos (2x2cm) como meio suporte para a imobilização da espécie fúngica, sendo acondicionadas em redes de polietileno, que em seguida foram colocadas dentro do reator, juntamente com o meio para crescimento dos fungos, constituído de 4 L de água da torneira e macronutrientes. Todo o material foi esterilizado por 20 minutos em autoclave a uma temperatura 121°C. Para evitar a fotodegradação do corante, o reator foi revestido por um saco plástico preto, como mostrado na Figura 1.



Figura 1: Reator com biomassa fúngica imobilizada. Autor, 2017.

A operação do reator foi realizada, preparando-se 4,2 L de efluente sintético. Primeiramente, adicionava-se o corante à água da torneira para verificação da absorbância. Em seguida, eram acrescentados a glicose, antibiótico, micro e macronutrientes e feito o ajuste de pH ($\pm 5,00$). Depois, 200 mL da água residuária sintética eram retirados para análise, e os 4 L restantes colocados no reator. Após completar o tempo reacional de 24 horas, retirava-se uma alíquota de aproximadamente 50 mL e acrescentava-se 0,25 g/L de glicose. Seguida a mistura do efluente, aproximadamente, 50 mL eram retirados para posterior análise, ficando o restante do efluente até o final do tempo reacional de 48 horas, retirando-se a alíquota no volume que se queira analisar. A água residuária era renovada a cada ciclo.

A composição da água residuária sintética utilizada na alimentação do reator consistiu em água da torneira, adicionada de 0,05 g/L de corante, meio nutritivo com macronutrientes, composto por (g/L): $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,42), KH_2PO_4 (0,84), MgSO_4 (0,84), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,84). Além disso, adicionou-se 4 mL/L de solução de micronutrientes (g/L): $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,082), $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,01), H_3BO_3 (0,1), $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,5), NaCl (1), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (3); antibiótico (0,1). A glicose foi acrescentada ao meio como cossubstrato, na concentração de 1 g/L.

Foram realizadas análises de cor de acordo com Rodrigues et al. (2011), DQO (APHA, 2005), bem como o monitoramento do pH.

Microbiologia do reator

Com o objetivo de verificar a presença apenas da espécie fúngica inoculada no reator, realizou-se ao final da operação dos ciclos análise microbiológica.

A contagem de micro organismos foi feita com procedimento de diluição em série e plaqueamento em placas de Petri contendo meios seletivos: meio Martin, para a contagem de colônia de fungos e meio Nutriente Agar para contagem do número de colônias de bactérias (ANDRADE, 2013).

Uma amostra da biomassa foi retirada e transferida para erlenmeyer contendo 250 mL de solução salina (0,9%) e pérolas de vidro que auxiliam no desprendimento da biomassa do meio suporte e agitadas em agitador do tipo vórtex. Alíquotas de 1 mL foram retiradas do erlenmeyer e transferidas para tubos de ensaio em sucessivas diluições: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} . Em seguida essas diluições foram espalhadas nos meios seletivos com auxílio de alça de Drigalsky.

As placas foram vedadas e mantidas em estufa microbiológica (28°C) durante por 2 dias, para a contagem de bactérias, e 5 dias, para a contagem de fungos, onde se prosseguiu com a análise e contagem das colônias. Todas as diluições foram feitas em duplicata.

RESULTADOS

A água residuária sintética que alimentou o reator biológico durante o período estudado apresentou as características mostradas na Tabela 1, sendo que nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores, respectivamente, com 24 horas de tempo de reação e com 48 horas (final do ciclo).

Tabela 1 - Características da água residuária sintética inicial. Autor, 2017.

Variável	Concentração média
Corante (mg/L)	20,30
DQO bruta (mg/L)	1409
DQO filtrada (mg/L)	1437
pH	5,03

Tabela 2 - Características da água residuária sintética após 24 horas. Autor, 2017.

Variável	Concentração média
Corante (mg/L)	13
DQO bruta (mg/L)	833
DQO filtrada (mg/L)	566
pH	2,86

Tabela 3 - Características do efluente final (48 horas) do reator. Autor, 2017.

Variável	Concentração média
Corante (mg/L)	10
DQO bruta (mg/L)	447
DQO filtrada (mg/L)	378,5
pH	2,71

Durante a operação do reator, houve remoção média de corante Indigo Carmim de 44,7%, com máxima de 76,41% (ciclo 7) e mínima de 22,96% (ciclo 2). Na Figura 2, são mostradas as concentrações de remoção do sistema.

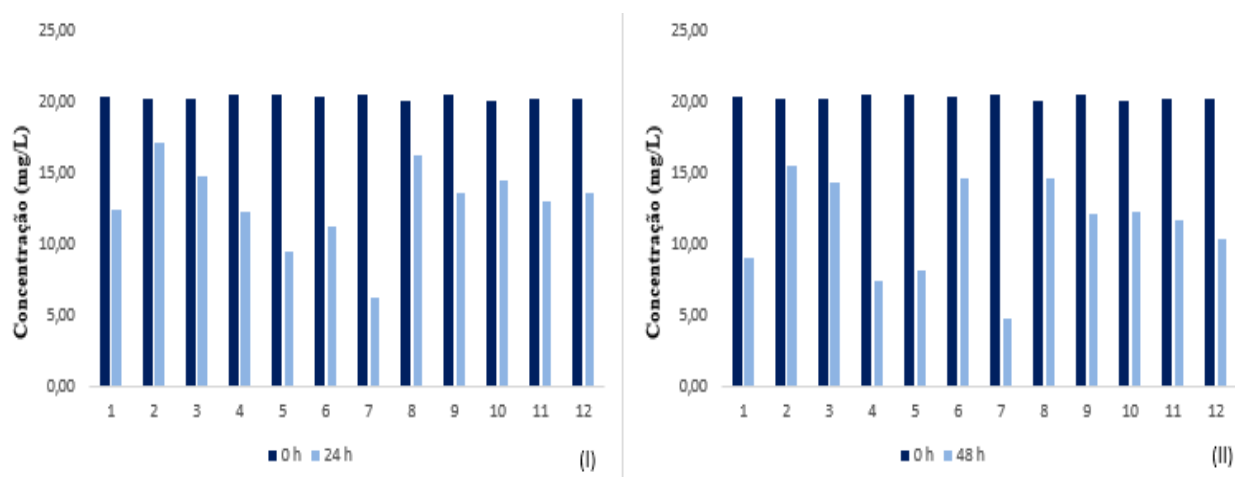


Figura 2 – Concentrações de corante em 24 horas (I) e 48 horas (II). Autor, 2017.

Singh (2006), cita em seu trabalho que, a presença de um substrato de fácil absorção, como a glicose, auxilia na melhor utilização do poluente pelos fungos, pois o mesmo, ao se envolver em reações secundárias com os produtos formados durante a oxidação enzimática do substrato de fácil assimilação, ficaria mais disponível a bioassimilação. Contudo, ainda de acordo com Singh (2006) e Lopes et al. (2011), a adição de glicose ao meio favorece a remoção de poluentes se estiver em concentração adequada. Logo, a concentração de glicose presente na água residuária pode estar relacionada com os resultados obtidos de degradação do corante.

Segundo Khelifi et al. (2008), os fungos consomem as fontes de carbono mais fáceis de serem assimiladas nos estágios iniciais de crescimento, e posteriormente, iniciam a produção de metabólitos secundários e de enzimas extracelulares que realizam a biodegradação de corantes.

Com relação à remoção de DQO, os valores de eficiência foram maiores se comparados aos de corante, como mostrado nas Figuras 2 e 3:

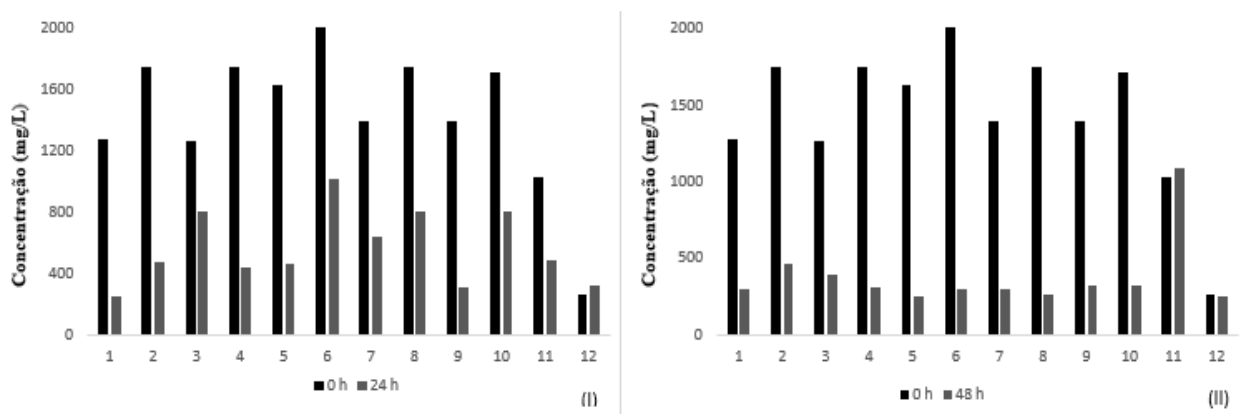


Figura 2 – Concentrações de DQO filtrada em 24 horas (I) e 48 horas (II). Autor, 2017.

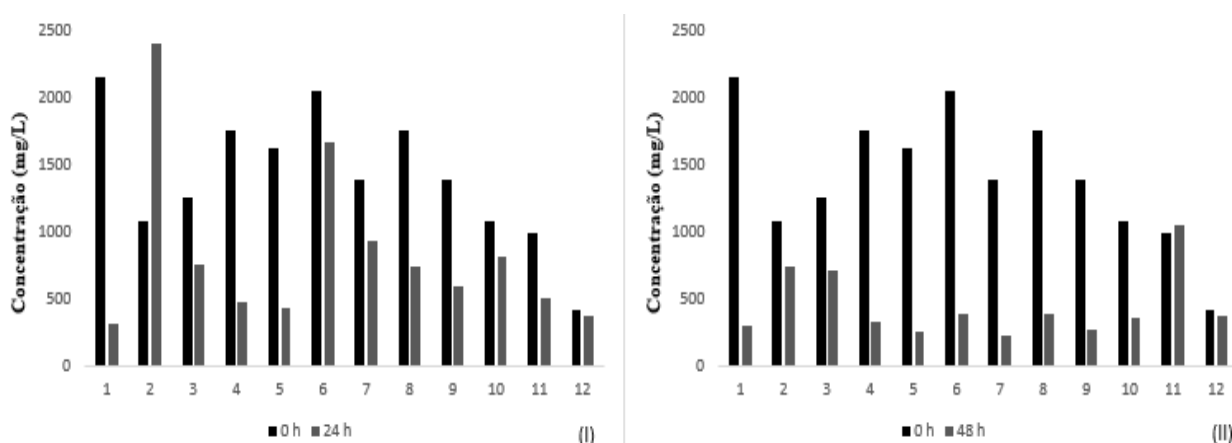


Figura 3 – Concentrações de DQO bruta em 24 horas e 48 horas (II). Autor, 2017.

Com relação às eficiências de remoção média e global, os valores foram de 56,5% e 66,6%, respectivamente, sendo a eficiência máxima de 80,43 % (ciclo 1) e 85,36% (ciclo 6).

De acordo com a literatura, a maior remoção de DQO com relação ao corante pode ser justificada pelo fato de que o fungo provavelmente consumiu a glicose como fonte primária de carbono em detrimento do corante, produzindo energia e metabólitos que podem ser acumulados no interior da célula ou excretados, formando subprodutos que são contabilizados na DQO.

Os valores de pH apresentaram média de 2,86 no tempo reacional de 24 horas, podendo-se observar um pH mínimo de 2,51 no primeiro ciclo e um pH máximo de 3,34 no segundo ciclo. Na saída o pH ficou com média de 2,76, com mínimo de 2,48 no primeiro ciclo e 2,94 no último ciclo.

Observou-se que o meio foi mantido ácido ao longo dos ciclos, o que segundo More et al., (2010), a produção de ácidos orgânicos como metabólitos secundários de fungos pode proporcionar a manutenção do meio ácido, o que é fundamental para melhor produção enzimática e de acordo com Fu e Viraraghavan, (2001), o pH pode influenciar tanto na capacidade de biossorção, como também a coloração da solução de Indigo Carmim.

CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos, observou-se que o reator biológico operado em bateladas sequenciais se apresenta como uma tecnologia capaz de reduzir o nível de corante do efluente. Em nenhum dos ciclos de operação foi observado o aumento da concentração de corante no efluente final em comparação com sua concentração inicial. Contudo, observou-se ainda a presença de cor no efluente final, sendo necessário avaliar se a concentração de glicose utilizada está adequada, ou se está inibindo a assimilação do corante e metabolização do mesmo.

A diminuição do pH pode estar relacionada com a produção de ácidos orgânicos devido a degradação do corante e consumo da glicose. No entanto, o parâmetro manteve-se em uma faixa ideal para o metabolismo fúngico.

Através da análise microbiológica, pode-se observar que a presença de bactérias foi praticamente nula em relação à concentração de fungos no reator, evidenciando o seu bom funcionamento. Vale ressaltar a necessidade de se realizar novos estudos para o aperfeiçoamento do processo visando aumentar a eficiência de remoção dos compostos presentes nesse efluente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, D. G., Silva, M. G. C., Mendonça, R.C., Maciel, C. C. S., Gusmão, N. B. **Descoloração do corante Índigo Carmim e produção de Lacase por fungos filamentosos**. Scientia Plena; Vol. 8, nº 5, 2012.
2. Andrade, Lidiana, Kummer, Ana C. B., Fazolo, Ajadir, Dasmaceno, Simone, & Hasan, Salah D. M. (2010). **Influência de nitrogênio amoniacal e vazão de ar no processo de nitrificação, etapa de tratamento de efluente de abatedouro de peixe**. Engenharia Agrícola, 30(1), 160-167.
3. APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20ª Edição. American Water Work Association, Water Environment Federation. Washington: 2005. 953p.
4. Aquino neto, S., Magri, T. C., Silva, G. M., Andrade, A. R. **Tratamento de Resíduos de Corante por Eletroflocação: Um Experimento para Cursos de Graduação em Química**. Química Nova, v.34, n.8, p.1468-1471, 2011.
5. Baêta, B. E. L., Aquino, S. F., Silva, S. Q., Rabelo, C. A. **Anaerobic degradation of azo dye Drimaren blue HFRL in UASB reactor in the presence of yeast extract a source of carbon and redox mediator**. Biodegradation, v. 23, n. 2, p. 199-208, 2012.
6. Cerqueira, A., Russo, C., Marques, M. R. C. **Electroflocculation For Textile Wastewater Treatment**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v.26, n.4, p.659-668, 2009.
7. Erdunlu, N. **Reuse of effluent water obtained in different textile finishing processes**. Autex Research Journal. Vol. 12, Issue 1, Pages 23–28, março 2012.
8. Fu, Y., Viraraghavan, T. **Fungal decolorization of dye wastewaters: a review**. Bioresource Technology, v. 79, p. 251-262, 2001.
9. 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, p. 683 689, 2008.
10. Lopes, M. S. S., Oliveira, P. C. C., Andrade, M. V. F., Araújo, R. S., Marinho, G. M., Rodrigues, K. A. **Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio em batelada com inóculo fúngico**. EngSanitAmbient, v.16 n.1, jan/mar 2011, 17-26.
11. More, T. T., Yan, S., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y. **Potential use of filamentous fungi for wastewater sludge treatment**. Bioresource Technology, v. 101, n. 20, p. 7691 – 7700, 2010.
12. Ottoni, C. A. **Descoloração de corantes têxteis por fungos lignolíticos em condições de pH e salinidade elevada**. Tese (de doutorado em Engenharia Química e Biológica) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 51p., 2012.
13. Pires, J. F. **Avaliação do potencial enzimático de fungos endofíticos de Coffea arabica (café), sob cultivo orgânico e convencional, na remediação de efluentes têxteis**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alfenas. Minas Gerais, 2013.
14. 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.
15. Singh, H. **Mycorremediation**, Revista Wiley. New Jersey, 2006.