

Caracterização e comparação do tratamento de efluente, sintético e real, a partir do fungo *Phanerochaete chrysosporium*

Characterization and comparison of effluent treatment, synthetic and real, from the fungus *Phanerochaete chrysosporium*

RESUMO

Guilherme Pedrero Firmino
Guilherme.firmino96@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Juliana Martins Teixeira de Abreu Pietrobelli
jpietrobelli@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Cecilia Claudete Ricaczski
ceciliaricaczski@yahoo.com.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Eduardo Bittencourt Sydney
eduardosydney@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Os efluentes industriais coloridos podem causar diversos problemas ambientais se descartados de maneira incorreta, pois é dificilmente degradado no meio ambiente. O fungo *Phanerochaete chrysosporium* vem sendo estudado para a degradação de corantes presentes nesses efluentes, a partir de suas enzimas extracelulares lignolíticas. O presente trabalho tem o objetivo de observar se os compostos químicos presentes no efluente industrial colorido interfere na capacidade de descoloração do efluente. Para isso, foi realizado a caracterização do efluente, a partir das medições de DQO, pH, nitrogênio total, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis. Os testes de descoloração foram realizados a partir de uma solução de corante de 20 mg/L com meio de cultura e inóculo, efluente real com meio de cultura e inóculo e efluente real somente com inóculo. As medições de descoloração foram realizadas no espectrofotômetro. A caracterização do efluente apresentou quantidades de compostos muito acima do permitido para descarte, a solução de corante sintético apresentou 89% de descoloração, porém o efluente real não apresentou descoloração.

PALAVRAS-CHAVE: Biodegradação. Efluentes. *Phanerochaete chrysosporium*.

ABSTRACT

Colored industrial effluents can cause various environmental problems if disposed of incorrectly as it is hardly degraded in the environment. The fungus *Phanerochaete chrysosporium* has been studied for the degradation of dyes presents in the effluents from their ligninolytic extracellular enzymes. The present work aims to observe if the chemical compounds presents in the colored industrial effluent interferes in the discoloration capacity. For this, the characterization of the effluent was performed from the measurements of DQO, pH, total nitrogen, total solids, fixed solids and volatile solids. Discoloration tests were performed from 20 mg/L dye solution with culture medium and inoculum, effluent with culture medium and inoculum and effluent with inoculum, the discoloration measurements were performed on a spectrophotometer. The characterization of the effluent showed much higher amounts of compounds than allowed for disposal, the synthetic dye solution showed 89% discoloration, but the real effluent showed no discoloration.

KEYWORDS: Biodegradation. Effluents. *Phanerochaete chrysosporium*

INTRODUÇÃO

Os efluentes coloridos, se descartados sem o tratamento adequado, podem ocasionar sérios danos ambientais, pois diminui a penetração de luz no ambiente aquático, prejudicando a atividade fotossintética. Também pode apresentar toxicidade, pois em sua composição há compostos aromáticos, metais pesados, entre outros (YAGUB et al., 2014, p. 173).

Alguns fungos basidiomicetos, vêm sendo estudados para o tratamento desses efluentes, como por exemplo, o fungo *Phanerochaete chrysosporium* que produz as enzimas manganês peroxidase e lignina peroxidase, ambas são apontadas como responsáveis pela mineralização de corantes sintéticos. As enzimas são extracelulares, ou seja, sintetizadas pelo fungo e, posteriormente, excretadas para o meio. As enzimas geradas apresentam baixa especificidade, o que aumenta a quantidade de compostos com quem podem reagir (DELLAMATRICE, 2005, p. 37).

A utilização deste fungo pode oferecer uma limpeza completa dos poluentes, pois consegue oxidar os componentes do corante em dióxido de carbono, amônia e água. Além do *Phanerochaete chrysosporium*, também foi identificadas essas características em outros fungos, como o *Trametes versicolor* e no *Pseudomas luteola* (RADHA et al., 2005, p. 3337).

O presente trabalho propôs a caracterização e o tratamento do efluente industrial, sintético e real, a partir do fungo *Phanerochaete chrysosporium*, e com isto, observou se houve interferência dos compostos presentes no efluente real no processo de descoloração. O corante utilizado no trabalho foi o Basazol Yellow 5G Liq.

MATERIAIS E MÉTODOS

Determinação do pH e DQO do efluente

Para a determinação do pH foi utilizado o pHmetro digital Pro-01-1014. Para determinação da DQO foi utilizado o kit Hach.

Determinação de Nitrogênio total do efluente

O método utilizado foi o Micro-Kjeldhal, que se baseia na transformação do nitrogênio contido na amostra em sulfato de amônio, por meio de digestão com ácido sulfúrico e posterior destilação para liberar a amônia, que é fixada em solução ácida e titulada (APHA, 1999, p.370). A concentração de nitrogênio total da amostra foi calculada pela Eq. (1).

$$N_{NTK} = \frac{(V1 - V2)}{V_{am}} \times N_{ác} \times 14.000 \quad (1)$$

Onde: NTK=Nitrogênio total (mg/L); V1=Volume de ácido usado para titular (mL); V2=Volume da solução de ácido usado para titular o branco (mL); $N_{ác}$ =Normalidade da solução de ácido usado na titulação; V_{am} =Volume da amostra

Determinação de Sólidos Totais, Fixos e voláteis do efluente

Os Sólidos totais são todas as substâncias que permanecem na cápsula após secagem total da amostra. Sólidos fixos são as substâncias que permanecem na capsula após a evaporação e calcinação da amostra. Os sólidos voláteis é o resultado obtido da subtração entre os sólidos totais e fixos (APHA, 1999, p.225).

Os resultados foram obtidos, a partir das Equações (2), (3) e (4).

$$\text{Sólidos Totais} = \frac{P2-P1}{V.am} \times 1000000 \quad (2)$$

$$\text{Sólidos Fixos} = \text{Sólidos Fixos} \frac{P3-P1}{V.am} \times 1000000 \quad (3)$$

$$\text{Sólidos Voláteis} = \text{Sólidos Totais} - \text{Sólidos Fixos} \quad (4)$$

Onde: V.am=Volume da amostra (mL); P1 = Tara da cápsula (g); P2 = Cápsula com amostra após secagem (g); P3 = Cápsula com amostra após calcinação (g)

Manutenção do microrganismo

A cepa do fungo *Phanerochaete chrysosporium* foi obtida por doação pela EMBRAPA Ceará.

A espécie fúngica foi cultivada em meio Batata Dextrose Ágar (BDA). Para a manutenção da cepa, procedeu a esterilização do meio em autoclave a 121 °C por 15 minutos, após o resfriamento, o fungo foi inoculado em câmara de fluxo laminar e levado a estufa de 39°C por cinco dias e posteriormente guardado sob refrigeração a 4°C.

Condição de cultura

O meio líquido foi similar ao utilizado por Radha et al. (2005, p. 3338), porém com ausência do cloridrato de tiamina. O meio consiste em: D-Glucose 5,0g/L; K₂PO₄ 2,0 g/L; NH₄Cl 0,05 g/L; MgSO₄.7H₂O 0,5 g/L; CaCl₂.2H₂O 0,1 g/L; 10 mL de solução de minerais. A solução de minerais consiste em: MnSO₄ 0,5 g/L; FeSO₄.7H₂O 0,1 g/L; ZnSO₄.7H₂O 0,1 g/L.

Para o efluente sintético, foi preparado o meio líquido e adicionado corante em uma concentração de 20 ppm, autoclavado e ajustado o pH para 4,5. Para o efluente real, foi ajustado o pH para (4,5), adicionado os mesmos componentes do meio líquido e autoclavado. O inóculo de cada meio consistiu em 1 cilindro de 6,0 mm de diâmetro obtido do meio de cultura sólido (PEREIRA, 2010, p. 170).

Efluente

O efluente foi fornecido por uma indústria de bandejas de papelão, localizada nos Campos Gerais, bem como o corante Basazol Yellow 5G Liq. que esta utiliza no início do processo para coloração dos produtos.

Teste de descoloração do efluente sintético e real

Foram preparadas amostras de 50 mL de meio sintético com inóculo, 50 mL de meio real com inóculo e 50 mL de meio real sem inóculos, todos com o pH ajustado para 4,5 e autoclavados por 15 minutos a 121°C. As amostras foram inseridas no Shaker modelo TE – 420, mantidas em rotação de 100 rpm e temperatura de 37°C por 10 dias. As amostras de controle consistiam em 50 mL de solução de corante sintético com meio e sem inóculo, 50 mL de efluente real sem meio e sem inóculo e 50 mL de efluente real com meio e sem inóculo.

As medições da descoloração dos efluentes foram realizadas no espectrofotômetro FEMTO UV/VIS modelo 800 XL. Para o efluente sintético, o resultado foi obtido através da absorbância da amostra. Para o real, o resultado foi obtido pelo decréscimo do pico de absorbância a 300nm.

Curva do efluente sintético.

A curva em solução aquosa foi preparada a partir de uma solução de 200 ppm de corante em meio líquido e diluída para as seguintes concentrações: 25, 20, 15, 10 e 5 ppm. A absorbância das respectivas concentrações da solução fora lida em espectrofotômetro FEMTO UV/VIS modelo 800 XL, a 415nm.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização do efluente

Os resultados da caracterização do efluente estão na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros da caracterização do efluente

Parâmetro	Valor
pH	6,00
DQO	8120 mg/L
Nitrogênio Total	56 mg/L
Sólidos Totais	9450 mg/L
Sólidos Fixos	4173 mg/L
Sólidos Voláteis	5277 mg/L

Fonte: Autoria própria.

Segundo o Instituto Ambiental do Paraná, o valor máximo de DQO permitido para lançamento de efluente é de 150 mg/L, valor menor do que obtido na amostra de efluente (IAP, 2019, p. 1). O alto valor da DQO apresentada está relacionado com os de produtos químicos utilizados durante o processo de tingimento. Nesses processos são utilizados espessantes, detergentes, solventes orgânicos etc. (ANDRADE, 2003, p. 22).

O pH obtido está em conformidade com as diretrizes de lançamento de efluentes líquidos. Segundo as Resoluções do Conama, o pH deve estar entre 6 - 9.

A concentração de nitrogênio está fora das diretrizes de lançamento de efluentes da Conama, onde a concentração máxima é de 20 mg/L (BRASIL, 2011, p. 5). O nitrogênio é um parâmetro importante, pois a alta concentração nos corpos de água pode causar a eutrofização (CETESB, 2010, p. 1).

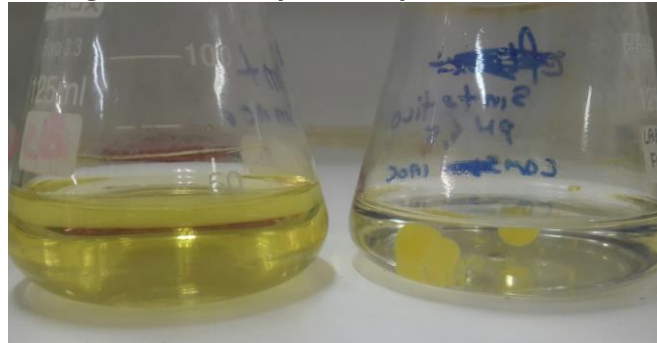
A quantidade de sólidos totais está acima das diretrizes de lançamento, onde a concentração máxima é de 500 mg/L (BRASIL; 2005, p. 7). A caracterização de sólidos totais, é importante, pois quantidades elevadas de sólidos na água podem causar sedimentações de leitos dos rios. Os sólidos voláteis estão associados a matéria orgânica, e a alta proporção de sólidos voláteis em relação aos sólidos totais condiz com o valor obtido da DQO (CETESB, 2010, p. 1).

Descoloração do corante sintético

O teste realizado no corante sintético apresentou alto grau de descoloração do efluente em relação ao padrão, sendo 88,9%.

Conforme Figura 1, devido a cor amarelada da biomassa após os testes, pode-se verificar que a remoção da cor ocorreu através de bioissorção, porém pode ter ocorrido, em conjunto, a degradação do corante perante as enzimas lignina peroxidase e manganês peroxidase (CRIPPS; BUMPUS; AUST, 1990, p. 1117).

Figura 1: Descoloração da solução com corante sintético

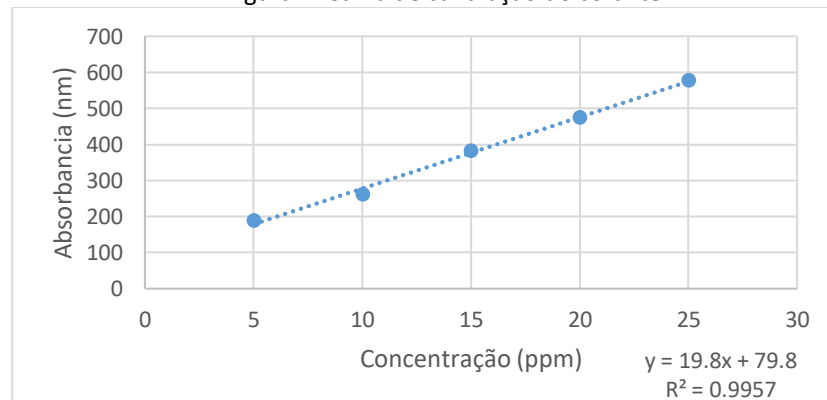


Fonte: Autoria própria

Curva de calibração

A curva de calibração foi obtida a partir de leituras em UV-Vis das soluções padrões de corante (5 a 25 mg/L) e as absorvâncias correspondentes, a 415nm. O resultado é apresentado na Figura 2. Conforme verifica-se, a relação linear apresentou excelente coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9957$).

Figura 2: Curva de calibração do corante



Fonte: Autoria própria

Descoloração do efluente real

Os testes realizados no efluente real com meio e inóculo e no efluente real apenas com inóculo não apresentaram formação de biomassa, diminuição da cor e nem diminuição do pico de absorvância. Portanto, o fungo não foi capaz de crescer e degradar o efluente real, com o método utilizado. Sua incapacidade de crescimento pode estar relacionada a presença de compostos químicos que são utilizados no processo de tingimento e que apresentam efeitos inibidores para o crescimento do fungo *Phanerochaete chrysosporium*.

CONCLUSÕES

O efluente utilizado apresentou DQO, sólidos totais e concentração de nitrogênio muito acima do permitido pela legislação, podendo causar impactos ambientais severos se não tratado de forma correta.

O fungo *Phanerochaete chrysosporium* se mostrou eficiente na descoloração da solução de corante sintético, entretanto, não foi capaz de descolorir a amostra de efluente real. Evidenciando que há interferência dos componentes químicos presentes no efluente no processo de descoloração ocasionado pelo fungo.

REFERÊNCIAS

- YAGUB, Mustafa T. et al. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review. **Advances in colloid and interface science**, v. 209, p. 172-184, 2014.
- CRIPPS, Colleen; BUMPUS, John A.; AUST, Steven D. Biodegradation of azo and heterocyclic dyes by *Phanerochaete chrysosporium*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 56, n. 4, p. 1114-1118, 1990.
- PEREIRA, Aline Ramalho Brandão et al. Biodegradação de corantes e efluentes têxteis por fungos. **Holos Environment**, v. 10, n. 2, p. 165-179, 2010.
- DELLAMATRICE, Priscila Maria. **Biodegradação e toxicidade de corantes têxteis e efluentes da Estação de Tratamento de Águas Residuárias de Americana, SP**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- RADHA, K. V. et al. Decolorization studies of synthetic dyes using *Phanerochaete chrysosporium* and their kinetics. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 10, p. 3337-3345, 2005.
- APHA. **American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater**, 19th edition, 1999.
- ANDRADE, Flávio. **Remoção de cor de efluentes têxteis com tratamento de lodos ativados e um polieletrólito orgânico**. 2003. Tese de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo**. São Paulo, 2015. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2010/07/23/relatorios-da-cetesb-apontam-tendencias-dos-indices-de-qualidade-ambiental-registradas-em-2009/>> Acesso em: 15 de Jul. 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Resolução 430/2011, Padrões de lançamento de Efluentes. Governo Federal, Brasília. Publicado no DOU nº 92, de 13 de maio de 2011, Seção 1, p. 89.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Resolução 357/2005, Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. Governo Federal, Brasília. Publicado no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p. 58 - 63.
- IAP. Instituto Ambiental do Paraná. Parâmetros de Lançamento de Efluentes Líquidos. Curitiba-PR. Disponível em: www.iap.pr.gov.br/pagina-49.html Acesso em: 19 jul. 2019.