

UTILIZAÇÃO DE FUNGOS PARA BIORREMEDIAÇÃO DE EFLUENTES CONTAMINADOS POR CORANTES SINTÉTICOS TÊXTEIS.

SILVA, Bruna Lemos França da¹

RAUBER, Rafael ²

FRUET, Thomas Kehrwald³

RESUMO

A indústria têxtil é uma das atividades que mais contribui para a contaminação do meio ambiente, gerando problemas ambientais com a eliminação dos rejeitos tóxicos nos efluentes, que são provenientes das lavagens de tingimentos do produto final. Existem três métodos de tratamentos desses efluentes industriais, o tratamento físico, químico e o biológico. Destaca-se, que o tratamento biológico é o mais apropriado e utilizado, pelo seu custo benefício. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é verificar se os fungos retiram do efluente têxtil o corante utilizado nas indústrias. Os fungos foram coletados da mata do Centro FAG, para a análise foi isolado e cultivado em laboratório, em meio de cultura sólido BDA e meio de cultura líquido BD. Em 7 dias de crescimento, o fungo isolado, mostrou uma capacidade de descoloração em meio sólido para o corante *Reactive Black 5* (RB5), sendo selecionado para o meio líquido que apresentou atividade de descoloração de 37% do corante Black. Não apresentando atividades de descoloração para o corante *Reactive Blue 214* (RB214). Dessa forma, o presente trabalho conclui que o fungo analisado apresenta uma capacidade promissora de descoloração de corantes sintéticos têxtil.

PALAVRAS-CHAVE: Descoloração, Bioissorção fúngica, Biodegradação.

INTRODUÇÃO

Segundo Severino (2019), o Brasil é um dos grandes produtores de fios, tecidos e malhas em algodão, sendo o segundo maior exportador e o nono maior consumidor. O Paraná é o quarto maior gerador de empregos nessa área, e a região oeste do Paraná concentra 21% das indústrias de malharias e tricô do estado (OLIVEIRA et al., 2017).

À vista disso, cabe destacar que é a atividade têxtil que mais contribui para a contaminação do meio ambiente, gerando problemas ambientais com a eliminação dos rejeitos

¹Acadêmica de graduação em Ciências Biológicas, bacharel do Centro Universitário FAG. blfsilva@minha.fag.edu.br

²Orientador. Doutor em Ciências: Biologia Celular e Molecular, UFRGS. Docente do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário FAG. rafaelr@fag.edu.br

³Coorientador. Doutorando em Biologia comparada na Universidade Estadual de Maringá. Docente do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário FAG. thomas@fag.edu.br

tóxicos, pois é uma atividade que consome muita água em seus procedimentos e quando retorna ao meio ambiente, muitas vezes, não apresentam o tratamento correto. Os rejeitos são provenientes das lavagens de tingimentos do produto final, sendo causador de grande quantidade de efluentes, com uma variedade de poluentes e concentrações (SOARES, 2016). Os reagentes utilizados nessas indústrias contêm composição química diversa, desde compostos orgânicos até inorgânicos (ROSOLEN, 2004).

Essas empresas têxteis são grandes consumidoras de água, utilizando em média 100 m³ para uma tonelada de tecido processado. Quando os tecidos são coloridos, fica fácil a visualização da coloração nos efluentes, que se deve aos corantes específicos, especialmente os que são solúveis em água. Cabe destacar, que não são todas as indústrias que possuem estação própria de tratamento para águas residuais, lançando esses efluentes no ambiente, sem nenhum tratamento (RIBEIRO, 2013).

Os efluentes têxteis exibem variadas composições, apresentando elevada quantidade de material tóxico e recalcitrantes, tornando o tratamento mais difícil, demonstrando, também, alta temperatura, elevada quantidade de sólidos suspensos, pH flutuante, coloração forte, concentrações elevadas de demanda química de oxigênio (DQO), elementos traços e compostos orgânicos e surfactantes (RIBEIRO, 2013).

Com isso, existem três métodos de tratamentos desses efluentes industriais, que são: o tratamento físico, químico e o biológico. O tratamento biológico é o mais apropriado e utilizado, pelo seu custo benefício, já que produz menos lodo e possui natureza sustentável. Dessa forma, a biorremediação, que utiliza capacidades microbianas, é a área de pesquisa para conter a poluição ambiental. Nesses métodos, os microrganismos se adaptam ao poluente, desenvolvendo novas cepas resistentes ao resíduo, transformando qualquer produto tóxico em forma menos nociva por meio da biotransformação (SILVA, 2017).

São vários os estudos utilizando microrganismos para biodegradar compostos tóxicos, pois a biorremediação oferece diversas vantagens como o baixo custo, podendo chegar de 65% a 85% mais econômico, pode ser aplicado no local, o impacto ambiental dessa técnica é mínimo, além disso, pode ser associado com outros tratamentos, garantindo maior eficiência e boa aceitabilidade. Esse tratamento utiliza bactérias, actinomicetos, leveduras e fungos, sendo a forma de execução mais comum através de lagoas aeradas e lodos ativados (RIBEIRO, 2013).

Portanto, os fungos basidiomicetos se tornam ótimos para o processo de biodegradação, considerando as vantagens de sua aplicação, sendo amplamente estudado nos processos de biorremediação, a fim de descontaminar diversificados ambientes como solo, resíduos, efluentes industriais, que foram contaminados com elementos recalcitrantes. Dessa forma, o

tratamento é mais barato que tratamentos químicos e físicos, não gera resíduos secundários, tornando o ambiente cada vez mais saudável (SALVI, 2011). Com vistas a essa temática, o objetivo do presente trabalho é verificar se o fungo é capaz de descolorir do efluente têxtil o corante utilizado nas indústrias.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Para a realização desta pesquisa foi utilizado o método descritivo, com caráter quantitativo e qualitativo, baseada em Bulla (2017).

Primeiramente, foi coletado o fungo no fragmento florestal do Centro Universitário FAG, localizado na Avenida das Torres, 500 – loteamento Fag, Cascavel, na região Oeste do Paraná. O Centro FAG se encontra nas coordenadas 24°56'41'S 53°30'37'W, com latitude de 702 m. Levou-se o fungo até o laboratório de microbiologia da instituição, para coletar os esporos e cultivar em placas de Petri com meio ágar batata dextrose (BDA), deixando-os por 7 dias para crescimento em uma incubadora a 27° C. Após o período de crescimento, tirou-se os fungos da incubadora para montar o experimento (Figura 1).

Os corantes foram pesados em balança analítica, adicionando 0,40g e 0,006g em *beckers* para os dois corantes testados, *Reactive Blue 214* (RB214) e *Reactive Black 5* (RB5). Depois, foi adicionado 40 ml de água destilada estéril em cada Becker, para concentração final de 0,01% para os dois corantes, tanto para meio de cultura sólido, como para meio líquido.

Para o tratamento com meio sólido BDA foram acrescentados 3 discos de 6mm de diâmetro do micélio fúngico para cada placa, em seguida incubou a 28° C por 7 dias. Àqueles que apresentaram atividade de descoloração em meio BDA foram selecionados para teste em meio líquido batata dextrose (BD), com as mesmas concentrações para mensuração da porcentagem de descoloração.

Para os meios de cultura líquido, continham em Erlenmeyer 100ml de meio BD estéreis e foi adicionado 10ml do corante, que, posteriormente, foram inoculados discos de 6mm de diâmetro do micélio fúngico, incubados a 28° C por 7 dias. O tratamento foi realizado em triplicata.

Após os sete dias, realizou-se as leituras das amostras. Primeiramente, filtrou-se individualmente o volume dos Erlenmeyer utilizando um funil de vidro e algodão, a fim de retirar o micélio fúngico. Em seguida, o volume de cada Erlenmeyer foi transferido para tubos

cônicos do tipo falcon e submetidos a centrifugação por 10 minutos a 4200 rpm para obter os sobrenadantes. Pipetou-se 1000 µL de cada tubo falcon para cubeta, que foram submetidas à leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda 593nm. Os resultados foram tabulados em Microsoft[®] Excel e submetidos a conversão para a porcentagem de descoloração (D%) utilizando a seguinte fórmula:

$$D\% = \left(\frac{A_c - A_t}{A_c} \right) \times 100$$

Onde A_t é o valor de absorbância dos tratamentos e A_c o valor de absorbância dos controles.

As absorbâncias das amostras com fungo foram comparadas com o controle pela ANOVA *One-way* com teste T não pareado, assumindo 95% de confiança e 5% de significância, utilizando o programa *GraphPad Prism*, versão 4.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fungo coletado da mata do Centro Universitário FAG conforme a imagem 1A e 1B e isolado no laboratório de microbiologia da instituição, após 7 dias na incubadora, apresentou crescimento em toda a placa de Petri, conforme figura 1C.

Figura 1 – Fungo da mata do Centro Universitário Assis Gurgacz



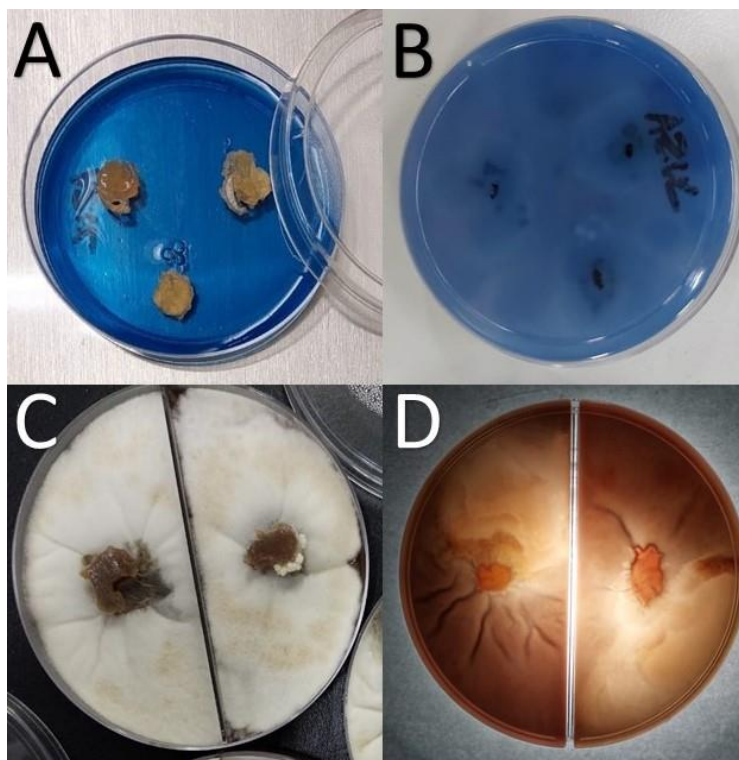
FONTE: Arquivo pessoal, 2021. **A:** Fungo na mata. **B:** Fungo visualizado em lupa. **C:** Fungo isolado após 7 dias de cultura.

Chegou-se ao resultado de que o fungo isolado da mata da instituição apresentou capacidade para descolorir o corante têxtil testado, tanto em meio de cultura sólido, quanto em meio de cultura líquido.

Para o meio de cultura sólido, o fungo analisado apresentou atividade para descolorir o meio com corante *Reactive Black 5* (RB5), e não apresentou atividade para o corante *Reactive Blue 214* (RB214). Observa-se, portanto, na figura 2A, a inoculação do micélio fúngico na placa de Petri contendo o corante, na figura 2B após 7 dias de tratamento, não apresentando alteração na coloração. Já na figura 2D, o fungo analisado descoloriu o corante Preto do meio de cultura, deixando o meio com uma coloração amarronzada.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira *et al.* (2010), que utilizaram o fungo *Lentinula edoddes* na descoloração de efluente têxtil em 12 dias de incubação, a 25°C, mostrando que o fungo analisado descoloriu completamente o meio. Assim como Bulla *et al.* (2017), que em sua pesquisa analisaram dois fungos *Phlebia sp.*, obtendo resultados de 91% de descoloração do meio de cultura sólido para o corante azul (RB19) e 100% para o corante preto (RB5) e o fungo *P. formosus* com 75% e 97%, respectivamente.

Figura 2 – Tratamento em meio de cultura sólido

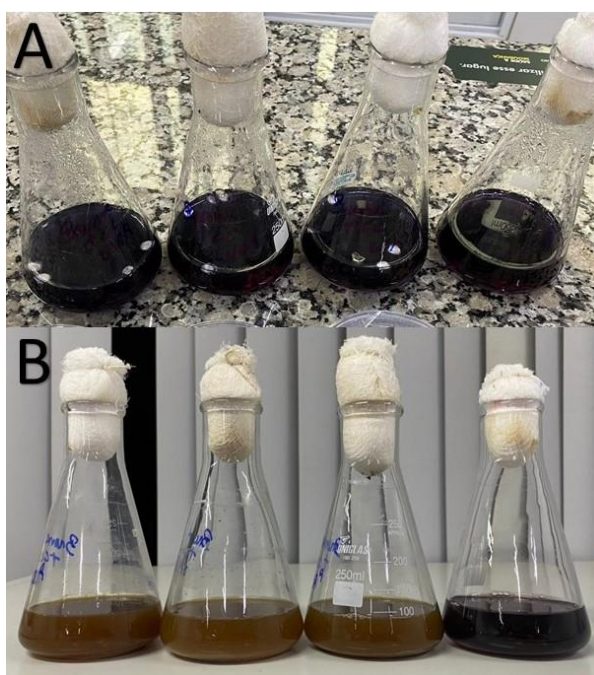


FONTE: Arquivo pessoal, 2021. **A:** fungo visto de cima da placa; **B:** fungo visto de baixo com descoloração

Lira (2020) encontrou resultados parecidos analisando a capacidade do fungo *Penicillium sp.*, que apresentou um halo de descoloração do corante azul brilhante (RBBR) ao redor da colônia de crescimento após 7 dias de cultura. Ainda em sua pesquisa, o autor verificou a capacidade adsortiva do corante no micélio dos fungos *Penicillium sp.* e *Aspergillus amoenus*, que após a secagem e trituração do micélio obteve uma descoloração de 10% e 30%, respectivamente. Resultado relativamente considerável, demonstrando que os isolados em questão apresentam a capacidade adsortiva.

Para o meio de cultura líquido, em 7 dias de crescimento o fungo isolado da mata da instituição mostrou uma atividade de descoloração de 37% do corante *Black*, apresentando a descoloração visualmente conforme a figura 3. Quando as medidas de absorbâncias foram comparadas entre o teste e o controle, verificou-se que a descoloração de 37% é estatisticamente diferente do controle, com $p = 0,009$.

Figura 3 – Tratamento em meio de cultura líquido.



FONTE: Arquivo pessoal, 2021. A: Erlenmeyer com corante *black* e fungo. B: Erlenmeyer com fungo e corante *black* após 7 dias.

Silva (2017) testou vários fungos na descoloração do corante Direct Black 22 e selecionou o fungo *Aspergillus sp.* que apresentou os melhores resultados para descoloração. Demonstrando 100% de descoloração em 75 minutos, com a menor concentração do corante (50mg/l). Quando aumentada a concentração de corantes para 125 e 250mg/L, a taxa de

descoloração foi de 97% e 63%, respectivamente, em um período de 120 min. Resultado parecido com Ribeiro (2013), que testou o fungo *Lentinula edodes* na descoloração do corante RBBR, controlando o pH em 5,0 e 9,0 e concentrações de 0,1 e 0,5 g/L, em ambas apresentou capacidade para descoloração.

Para testar a capacidade de remoção de cor de efluente têxtil, Pizato *et al.* (2017) utilizaram o fungo *Lasiodiplodia theobromae* e chegaram ao resultado de 19,5% de remoção de coloração em 24h (1 dia), de 32,3% em 96h (4 dias) e de 91,3% em 168h (7 dias). Esse resultado expõe correlação entre a remoção da cor com o crescimento micelial durante o procedimento. Dessa forma, sugere-se que a descoloração do efluente ocorreu possivelmente pelo processo de adsorção do corante a biomassa fúngica, pois a biomassa do fungo apresentou ao final do teste coloração azul, sendo que sua cor normal é cinza claro.

O processo de bioadsorção fúngica é executado por células vivas ou mortas. Ocorrendo de forma físico-químico, o grupo fosfato e carboxila, originam-se do ácido glicurônico, possivelmente são responsáveis pelas cargas negativas. Já os grupos amino, provenientes da quitosana, produzem as cargas positivas da parede celular do fungo, permitindo a ligação ou bioadsorção dessas moléculas ao corante têxtil na superfície da parede celular do fungo em poucas horas (LELLIS; *et al.*, 2019).

Existe, também, o processo de biodegradação, que é o principal mecanismo que os fungos utilizam para descolorir corantes têxteis. Esse processo é realizado por enzimas, principalmente por azoredutases, lignina peroxidase, Mn peroxidase e lacase (LELLIS; *et al.*, 2019), que foi verificado por Bulla *et al.* (2017), que analisaram a capacidade de descoloração promissora do fungo *Phlebia sp.*, avaliando a atividade da enzima lignolítica, chegando a conclusão de que a enzima lacase foi grande responsável pela oxidação do substrato.

No entanto, existem alguns problemas quanto à utilização desses organismos para biorremediar um efluente têxtil, pois os fungos possuem limitada capacidade de biodegradar alguns elementos. Quando ocorre alguma alteração na concentração dos poluentes, modificação da estrutura ou na formação do composto que será tratado e a variação do pH são capazes de parar, inibir o microrganismo utilizado no processo (SOUZA E ROSADO, 2009), o que pode ter influenciado na presente pesquisa, visto que não foram controlados alguns desses elementos. Nesse sentido, aponta-se a necessidade de mais pesquisas para avaliar o referido fungo utilizado em condições variadas de cultura, a fim de melhor qualificá-lo para o processo de biorremediação.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos apontam para a conclusão de que o fungo isolado do fragmento florestal do Centro FAG apresenta atividade promissora de descoloração do corante sintéticos têxtil *Reactive Black 5* (RB5), sendo necessário mais estudos para verificar a capacidade adsorptiva do corante no micélio do fungo, bem como verificar a capacidade do mesmo para o próprio efluente têxtil em diferentes composições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BULLA, L. M. C., POLONIO, J. C. CASTRO, A. L. B. P., KAVA, V., AZEVEDO, J. L., PAMPHILE, J. A. **Activity of the endophytic fungi *Phlebia* sp. and *Paecilomyces formosus* in decolourisation and the reduction of reactive dyes' cytotoxicity in fish erythrocytes.** SPRINGER: Maringá, 2017.

LELLIS, B.; POLONIO, C. Z. F.; PAMPHILE, J. A.; POLONIO, J. C.; Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. **Biotechnology Research and innovation**, V.3, p. 275-290. 2019.

LIRA, M. M. A. **Potencial biotecnológico de fungos filamentosos isolados de efluente têxtil para processos de biorremediação.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu. P. 88. 2020.

OLIVEIRA, T. C., LIMA, J. F. A distribuição espacial da indústria Têxtil no estado do Paraná. **FAE**: Curitiba, V. 20, n. 1, p. 171-184, 2017.

PEREIRA, A. R. B., BUENO, F. L., SANTOS, S. C., LIMA, C. A. A., DIAS, A. L. T. Biodegradação de corantes e efluentes têxteis por fungos. **Holos environment**. v. 10, n. 2, p. 165-179, 2010.

PIZATO, E., LOPES, A. C., ROCHA, R. D. C., BARBOSA, A. M., CUNHA, M. A. A. Caracterização de efluente têxtil e avaliação da capacidade de remoção de cor utilizando o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI. **Eng Sanit Ambient**. v.22, n.5, p. 1027-1035, 2017.

RIBEIRO, A. P. A. Efeito de fungos basidiomicetos na descoloração e fitotoxicidade de corantes sintéticos e efluente têxtil. **UFLA**: Lavras, 2013.

ROSOLEN, L. A., MONTEIRO, R. T. R., DELLAMATRICE, H. M. K. Biodegradação de efluente têxtil e nove corantes técnicos utilizando fungos basidiomicetos. **ABQCT**. Piracicaba, 2004.

SALVI, M. B. Fungos basidiomicetos em biorremediação. **IBT, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente**. São Paulo, 2011.

SEVERINO, L. S., RODRIGUES, S. M. M., CHITARRA L. G., FILHO, J. L., CONTINI, E., MOTA, M., MARRA, R., ARAÚJO, A. Série desafios do agronegócio brasileiro (NT3) Produto: Algodão - Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. **EMBRAPA**. 2019.

SILVA, R. L. A. **Biorremediação de águas fluviais contaminadas com corantes da indústria têxtil por fungos filamentosos isolados do bioma Caatinga**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 72, 2017.

SOARES, J. K. N. C. **Efeito da adição de sacarose e sulfato de cobre na descoloração do corante vermelho congo pelo fungo *lentinus crinitus* CCIBt 2611**. Monografia (Curso de Engenharia de Biotecnologia) - Universidade Federal de Campina Grande. Sumé, p.57, 2016.

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.