



Seleção de fungos quanto à capacidade de utilização de corantes

Fungi's selection as to the ability to use dyes

Linkia Maura Silva de Almeida¹, Rita de Cássia Mendonça de Miranda²,
Wolia Costa Gomes³

RESUMO: As indústrias têxteis têm como característica principal o uso de água e corantes sintéticos em grande escala, posteriormente gerando uma alta demanda de efluentes contaminados. O lançamento direto desses efluentes, misturados com corantes sintéticos em corpos hídricos, trazem graves impactos ao ambiente aquático, tornando-o altamente tóxico, com alta carga orgânica, DBO e DQO elevadas e impedindo a fotossíntese, além de serem mutagênicos e carcinogênicos ao homem. Esses impactos negativos exigem buscas por conhecimento sobre o melhor tratamento para remediar ambientes contaminados e, dentre os mais variados tipos de tratamento, o biológico (biorremediação), empregam-se fungos e/ou bactérias e as enzimas que eles produzem para remoção de substâncias recalcitrantes. O objetivo do trabalho foi analisar essa capacidade de descoloração e avaliar a toxicidade. Os fungos testados apresentaram diferentes taxas de descoloração, o *Penicillium* F2 se mostrou mais eficiente que o *Penicillium* F4. Avaliando a toxicidade dos metabólitos gerados por meio da descoloração, utilizou-se a bactéria *Escherichia coli* com a finalidade de observar se os metabólitos gerados da descoloração do meio tinham propriedades mutagênicas, e para isso os fungos foram inoculados em meio mineral, utilizando-se o corante como fonte de carbono e comparados com os controles positivo (Ciprofloxacina) e controle negativo (PBS). Após 48 horas de incubação observou-se que as amostras não apresentaram toxicidade; apenas a Ciprofloxacina apresentou mutagenicidade.

PALAVRAS-CHAVE: Corantes; Fungos; Toxicidade; Biorremediação.

ABSTRACT: The main characteristic of the textile industries is the use of water and synthetic dyes on a large scale, which subsequently generates a high demand for contaminated effluents. The direct release of these effluents mixed with synthetic dyes in water bodies causes serious impacts to the aquatic environment, making it highly toxic, with high organic load, high BOD and COD and preventing photosynthesis, besides being mutagenic and carcinogenic to man. These negative impacts require knowledge-seeking about the best treatment to remediate contaminated environments, and of the most varied types of treatments, biological (bioremediation), fungi and / or bacteria are used and the enzymes they produce for the removal of recalcitrant substances. The objective of the study was to analyze this discoloration capacity and to evaluate the toxicity. The fungi tested showed different discoloration rates, *Penicillium* F2 was more efficient than *Penicillium* F4. By evaluating the toxicity of the metabolites generated by means of the discoloration, the bacterium *Escherichia coli* was used in order to observe if the metabolites generated from the discoloration of the medium had mutagenic properties, for this the fungi were inoculated in mineral medium using the dye as source of carbon and compared with positive controls (Ciprofloxacin) and negative control (PBS). After 48 hours of incubation, it was observed that the samples showed no toxicity; only Ciprofloxacin showed mutagenicity.

KEY WORDS: Dyes; Fungi; Toxicity; Bioremediation.

1. Engenheira Ambiental egressa do curso de Engenharia Ambiental da Universidade CEUMA. E-mail: linkiaborba@hotmail.com

2. Docente do Programa de Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente da Universidade CEUMA. Membro do Grupo de Pesquisa Química Tecnológica e Ambiental CEUMA. E-mail: ritamend30@gmail.com

3. Docente do Programa de Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente da Universidade CEUMA. Membro do Grupo de Pesquisa Química Tecnológica e Ambiental CEUMA. E-mail: woliacg@gmail.com



1. INTRODUÇÃO

Desde as décadas passadas, os impactos ambientais vêm se tornando cada vez maiores e frequentes, ocasionados pelo crescimento urbano desenfreado e no aumento de atividades industriais. Assim, as problemáticas das ações antrópicas do homem acabam alcançando uma alta magnitude, e isso pode ser observado através das mudanças na qualidade do ar, solo e água (KUNZ, 2002).

Temos a indústria têxtil que atualmente representa um valor econômico-social, absorvendo uma expressiva quantidade de mão de obra. No Brasil há, em média, cerca de 5.000 indústrias têxteis, distribuídas da seguinte forma: 11% de grande porte; 21% de pequeno porte; e 68% de micro-empresas, logo o setor têxtil ocupa o 5º lugar em empregos diretos e o 6º lugar em faturamentos (GONDIM et al., 2007).

Apesar de ser um setor muito valorizado, as atividades decorrentes dos processos têxteis geram impactos negativos para o meio ambiente, pois exigem um intenso consumo de água e de corantes sintéticos, cuja presença traz como consequência a geração de efluentes com elevado nível de coloração, toxicidade, baixas concentrações de oxigênio dissolvido, alta carga de matéria orgânica, DBO e DQO elevadas, variações de pH, metais pesados, e entre outros (KILIÇ et al., 2007).

Segundo Abiquim (2017), os corantes podem ser definidos como substâncias químicas solúveis e intensamente coloridas que, ao serem aplicados num material, lhe conferem cor. Os corantes foram sintetizados inicialmente pelo químico William Henry Perkin, no ano de 1856 (VAN der ZEE, 2002) e atualmente são aplicados em diversos setores, como na indústria de cosméticos, alimentos, plásticos, couros e principalmente na indústria têxtil, onde é usado para o tingimento de fibra das roupas.

Existem cerca de 10 mil ou mais tipos de corantes sintéticos no mercado, cada um com uma estrutura molecular diferente. Em geral suas micromoléculas contêm dois componentes principais: o cromóforo, que fornece a coloração do corante e o grupo funcional que liga o corante à fibra (BELTRAME, 2000). A grande problemática que gira em torno disso, é que essa substância, ao ser lançada diretamente em corpos hídricos, provoca graves consequências na vida aquática, pois a luz solar deixa de penetrar na água e atingir as plantas aquáticas, impedindo a fotossíntese e a reprodução adequada, mortandade de peixes, além de serem mutagênicos e carcinogênicos ao homem (DURRANT, 2003).

Segundo Nascimento et al., (2011) o grau de toxicidade e efeitos carcinogênicos dos corantes têxteis sintéticos se deve, principalmente, pelo fato de que, em sua maioria, eles são



fabricados a partir de agentes cancerígenos, tais como benzidina, naftaleno e outros compostos aromáticos.

Esses impactos negativos exigem buscas por conhecimento sobre o melhor tratamento para efluentes contaminados por substâncias químicas e a forma mais adequada de fazê-lo, sempre levando em consideração o tempo de tratamento, custo benefício e por fim, a eficiência.

Dentre os tratamentos químicos, físicos e biológicos, o tratamento biológico vem sendo bastante utilizado e uma de suas técnicas, chamada de biorremediação, consiste num processo, onde empregam-se fungos e bactérias ou as enzimas que eles produzem para remediar ambientes contaminados.

Considerando a capacidade dos fungos para a técnica de biorremediação, este artigo foi desenvolvido para selecionar, dentre duas espécies de fungos filamentosos, o melhor para descolorir o corante Azul Algodão Lactofenol de um meio preparado em laboratório e avaliar sua toxicidade.

O presente artigo buscou explicitar uma pesquisa e suas conclusões sobre um tema amplo, quanto ao uso de microrganismos para tratamento de ambientes contaminados por substâncias recalcitrantes, neste caso por corantes sintéticos. Por se tratar de um assunto bem abrangente foi escolhido o tema “Seleção de fungos quanto a capacidade de utilização de corantes”, sendo delimitado a partir dos impactos ambientais que podem ser causados pelo lançamento direto dessas substâncias em corpos hídricos e assim selecionar microrganismos para o presente estudo.

O objetivo foi analisar essa capacidade de descoloração e avaliar a toxicidade. Desta forma, a escolha do tema foi em razão de buscar novas respostas aos tratamentos biológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

FUNGOS FILAMENTOSOS

Pertencentes ao Reino Fungi, são seres relativamente pequenos, não podendo ser vistos a olho nu e estão espalhados por toda parte, no solo, na água e no ar.

Esse reino inclui bactérias, fungos (leveduras e bolores), protozoários e algas microscópicas. A nossa tendência é associar que esses pequenos organismos são todos patógenos, no entanto a maioria auxilia na manutenção do equilíbrio da vida do meio ambiente. Quanto aos fungos, estes são seres eucariotos, organismos cujas células possuem um núcleo distinto contendo o DNA circundado por uma membrana nuclear. Os mais comuns são os bolores. Eles formam massas



visíveis, chamadas de micélios, compostos de longos filamentos (hifas) que se ramificam em qualquer lugar (TORTORA et al., 2017).

Na maioria dos casos, os fungos filamentosos são mais eficazes para esse tipo de processo, pois são capazes de descolorir rapidamente qualquer substância recalcitrante presente no efluente, principalmente os corantes sintéticos, através do mecanismo de adsorção, ou seja, retiram o corante do meio aquoso na medida em que aumenta sua biomassa por atração (MIRANDA, 2010).

SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS FILAMENTOSOS

Foram utilizados dois fungos do gênero *Penicillium sp.*, com um total de 20 amostras, sendo 10 amostras para o *Penicillium F2* e 10 amostras para o *Penicillium F4*. Salienta-se que os fungos utilizados para a pesquisa foram isolados de solo contaminado com agroquímico do Programa de Agricultura Familiar e identificados previamente através das observações micromorfológicas após crescimento pela técnica de microcultivo. Esses fungos encontram-se estocados no Laboratório de Microbiologia Ambiental – LAMAM da Universidade Ceuma e mantidos em meio de cultivo Sabouraud (SAB).

CORANTE SINTÉTICO

O corante escolhido para o experimento foi o Azul Algodão Lactofenol.

PREPARAÇÃO DO MEIO DE CULTURA

Os fungos foram inoculados em placas de Petri esterilizadas, contendo meio de cultivo SAB acrescido de corante (100 µl - microlitros), ficando num período de 5 dias de incubação à 30° C. Posteriormente, foram retirados três blocos de gelose com crescimento micelial e inoculados em frascos Erlenmeyers de 250 mL, contendo 50 mL do meio de Kirk, sendo composto por: 0,05 g de Extrato de Levedura, 0,2 g de KH₂PO₄, 0,05 g de MgSO₄, 0,02 g de CuSO₄, 0,016 g de MnSO₄, pH 7,5 e 1 litro de água destilada (MIRANDA et al., 2012)

MÉTODOS ANALÍTICOS

AVALIAÇÃO DE DESCOLORAÇÃO DO MEIO

Todos os experimentos foram realizados em duplicata, sob condições: estática e agitada a 150 rpm. Para avaliação da descoloração do corante foram retiradas alíquotas a cada 24 horas, durante 05 dias e submetidas a leituras das absorbâncias em espectrofotômetro (BEL SP 1105) no comprimento de onda de 600 nm obtido por meio de varredura.



Essa análise foi realizada por meio de reduções da absorbância obtida no controle (meio líquido contendo corante Azul Algodão Lactofenol sem o micro-organismo), e o percentual de descoloração (%D) foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\%D = \frac{Abs_{T0} - Abs_f}{Abs_{T0}} * 100$$

Onde:

AbsT0 = Absorbância inicial

AbsTf = Absorbância final

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE

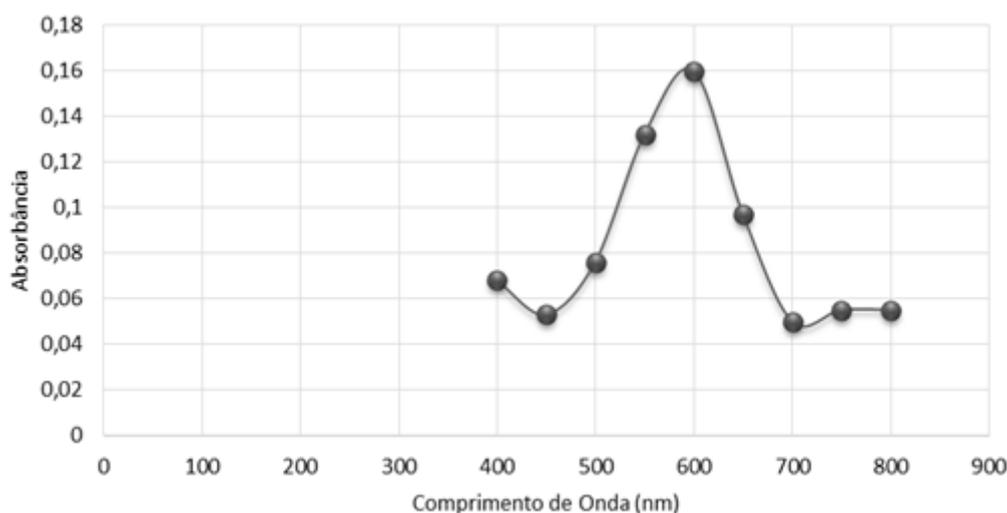
A toxicidade dos metabólitos gerados por fruto da descoloração do corante foi analisada pelo Teste de Recombinação, baseando-se na metodologia de Zdraveski et al., (2000), utilizando a bactéria *Escherichia coli*. A bactéria foi inoculada em tubo Falcon estéril e por se tratar de uma bactéria Lac-(não metaboliza lactose), foi suplementada com 1% de lactose.

Posteriormente, foram perfurados com um objeto cilíndrico quatro blocos de gelose e inoculados em placas de Petri esterilizadas contendo meio de cultivo MacConkey e, em cada bloco, foram injetados 30 µl de Ciprofloxacina (controle positivo), 30 µl de PBS (controle negativo) e 30 µl de amostra do *Penicillium F2* e *Penicillium F4*, após 120 horas (sob condições estáticas e agitadas) misturada com corante, ficando em 48 horas de incubação à 30° C.

RESULTADO E DISCUSSÃO

VARREDURA

A figura 1 apresenta o comprimento de onda mais adequado para a realização das leituras de absorbância do meio misturado com corante (sem microrganismo) e o valor mais adequado foi de 600 nm. Para chegar a esse resultado, foi necessário fazer uma varredura, sendo utilizado espectrofotômetro (BEL SP 1105), medindo o comprimento de onda de 350 até 850 nm.

Figura 1 – Espectro de varredura para leitura de absorvância

Fonte: Autores (2017).

DESCOLORAÇÃO DO MEIO POR FUNGOS FILAMENTOSOS

A tabela 1 apresenta o percentual de descoloração do meio misturado com corante Azul Algodão Lactofenol pelos 2 fungos filamentosos selecionados, logo após 5 dias de análise e em temperatura ambiente (30° C), sob condições estáticas e agitadas.

Dentre as duas espécies de fungos selecionados para os ensaios de descoloração, o *Penicillium F2* se mostrou mais eficiente, reduzindo o corante em 37,5% e 45,6%, sob condições estática e agitada, respectivamente, logo nas primeiras 24 horas. Após 48 horas, a redução da cor foi de 53,57% e 58,12% respectivamente. Em 72 horas reduziu a cor em 61,25% e 71,25%, sob ambas condições. Em 96 horas, observou-se um declive nas reduções, indicando taxas de 56,87% e 67,5%. Por fim, em 120 horas, a redução do corante teve um aumento em 70% em ambas condições.

Diferentemente do outro fungo, o *Penicillium F4* apresentou taxas muito baixas de descoloração. Nas primeiras 24 horas, a redução foi de 20% e 28,12%, sob condições estática e agitada, respectivamente. Em 48 horas, a redução do corante foi de 25,62% e 11,25%, respectivamente. Após 72 horas, notou-se uma redução na coloração de 30% em condição estática e 38,75% em condição agitada. Em 96 horas, as taxas de descoloração foram de 20,62% e 5%, respectivamente. Completada as 120 horas de ensaio, o corante reduziu em apenas 27,5% e 45,62%, sob ambas condições.



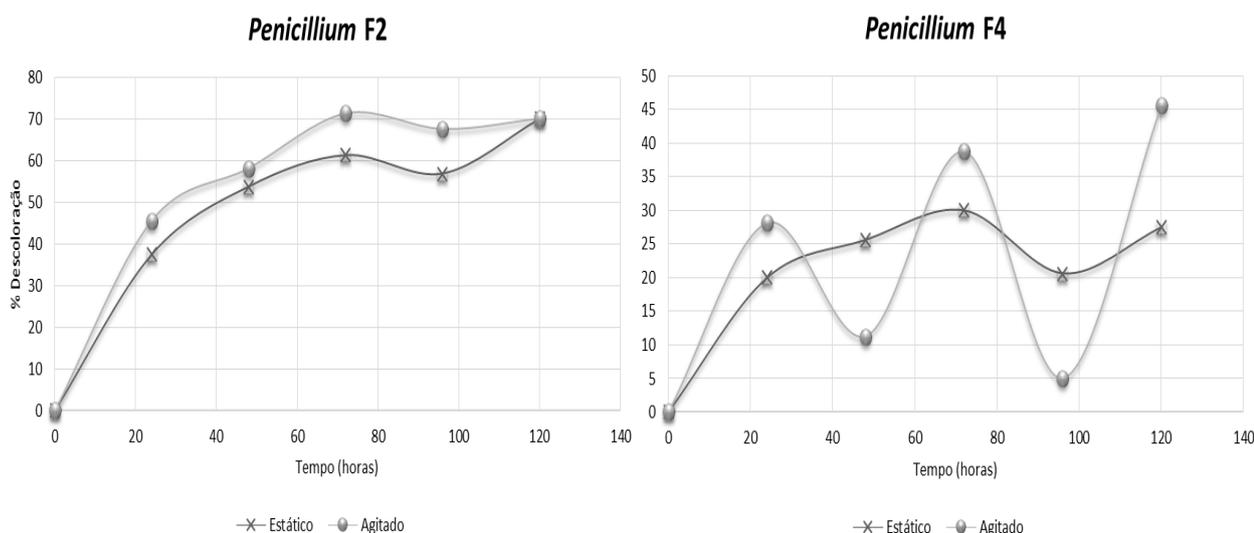
Tabela 1 – Percentual de descoloração do meio em ambas condições em até 120 horas.

Fungo	Descoloração (%)		
	Tempo (horas)	Estático	Agitação
<i>Penicillium F2</i>	24	37,5	45,6
	48	53,75	58,12
	72	61,25	71,25
	96	56,87	67,5
	120	70	70
<i>Penicillium F4</i>	24	20	28,12
	48	25,62	11,25
	72	30	38,75
	96	20,62	5
	120	27,5	45,62

Fonte: Autores (2017)

Nas figuras 2(a) e 2(b) a seguir, são apresentadas as varreduras realizadas nas 20 amostras, sendo 02 amostras de cada fungo, totalizando 04 amostras por dia, em ambas condições, perfazendo-se os 05 dias de análise.

Figuras 2(a) e 2(b) – Varredura de descoloração do corante pelos fungos *Penicillium F2* e *F4*.



Fonte: Autores (2017)

Podemos observar na figura 2(a) que o *Penicillium F2* apresentou uma adsorção satisfatória até o 3º dia em ambas condições, formando um traço parcialmente linear, porém houve uma pequena redução ao 4º dia indicando uma possível dessorção, que ao 5º dia se estabilizou e ambas amostras apresentaram um resultado igual, de 70% de descoloração.



Analisando-se a figura 2(b), observa-se que os resultados referentes ao *Penicillium F4*, sob condição estática, os percentuais de descoloração se mantiveram constantes durante os 05 dias, diferentemente sob condição agitada, que apresentou taxas muito inconstantes, apresentando um processo de desorção, ou seja, os micélios vegetativos do *Penicillium F4* não foram capazes reter o corante misturado ao meio, fazendo com que este fosse devolvido ao meio.

É de grande relevância salientar que, quando se fala de remoção de corantes por microrganismos, há a adsorção destes à parede celular (SILVA et al., 2015), no qual o contaminante é incorporado ao material celular do microrganismo, podendo sofrer desorção, em função de fatores físico-químicos, como a área superficial do adsorvente, tamanho da partícula, pH, temperatura e entre outros que podem levar à liberação do corante ligado fracamente à superfície micelial (SINGH, 2006; WANG & HU, 2008).

Araújo et al., (2013) em seu experimento, compararam duas espécies de *Aspergillus*, sendo elas: *Aspergillus terreus* e *Aspergillus sclerotium*, obtendo resultados satisfatórios quanto a descoloração do corante Índigo Carmim, onde *A. terreus* descoloriu em 100% do corante e *A. sclerotium* em 86,8%. Ao final dos 10 dias de experimento, ambos reduziram a cor em 100%, e *A. terreus* se mostrou mais eficiente, tendo apresentado um ótimo desempenho nas primeiras 120 horas.

Silva et al. (2015) estudaram o processo de descoloração do corante Índigo Carmim presente em efluente têxtil sob influência de nitrogênio amoniacal com reatores, utilizando o fungo *Aspergillus niger AN 400*, obtendo resultados em 2 etapas, cujo tempo de estudo foi de 86 dias. Na etapa 1, a remoção máxima foi de 97% e a mínima foi de 3%, porém, nesta etapa, a remoção do corante não foi satisfatória, pois a suplementação do meio com compostos nitrogenados inibiu a assimilação do corante pelos fungos. Já na etapa 2, a retirada da fonte externa de nitrogênio favoreceu a produção enzimática dos fungos e apresentou a remoção máxima do corante em 97% e mínima de 69%.

Segundo Oliveira et al. (2010), as condições de cultivo das culturas fúngicas podem afetar o metabolismo e a fisiologia do microrganismo, ativando suas enzimas. Pode ocorrer que o nível de descoloração para um microrganismo que se encontra em condição estática, possa ser diferente de outro sob condição de agitação. Uma comparação com diversos corantes apresentou diferentes percentagens de descoloração e foi concluído que pequenas diferenças estruturais podem afetar o grau de descoloração.



TOXICIDADE

O objetivo do teste de toxicidade foi observar se o fungo, ao utilizar o corante como fonte de nutriente, estaria produzindo algum metabólito intermediário tóxico e com isto causando mutagenicidade da bactéria estudada.

Por ser Lac- a *Escherichia coli* (bactéria-teste) não utilizaria a lactose presente no meio, caso sofresse mutação por algum agente presente no meio essa bactéria poderia consumir a lactose formando um halo. Após a realização do teste, observou-se pelo Teste de Recombinação (Zdraveski et al., 2000), que as amostras estudadas não apresentaram toxicidade.

Dos 04 blocos de gelose perfurados, apenas o bloco com a Ciprofloxacina (controle positivo) apresentou mutagenicidade.

Não foram encontrados estudos semelhantes, quanto à avaliação da toxicidade do meio utilizando bactérias, apenas por meio da fitoremediação, ou seja, tratamento biológico que usam plantas e raízes.

Estudos feitos por Ribeiro (2013) avaliaram que as sementes de *Lactuca sativa*, por serem pequenas em tamanho e massa e apresentarem uma baixa quantidade de endosperma disponível (mecanismo de resistência da germinação em condições ambientais adversas), resultaram numa variação na taxa de germinação na presença de corante RBBR, depois de tratado, onde a taxa foi de 96,67%, ou seja, o ambiente não estava tóxico e não interferiu no crescimento da planta.

Segundo Palácio (2009), a toxicidade de um produto degradado com sementes de alface, permitiu observar que nenhuma semente germinou. Então, constatou-se um alto nível de toxicidade do meio. Quanto à avaliação da toxicidade no crescimento da raiz e radícula da planta, foi possível observar baixos níveis de toxicidade, pois não foram suficientes para inibir a germinação, porém retardaram ou inibiram o crescimento da raiz e radícula.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, entre as duas espécies de fungos filamentosos selecionados, o fungo que se mostrou mais eficaz para descolorir o meio misturado com o corante Azul Algodão Lactofenol, foi o *Penicillium F2* em ambas as condições, apresentando valores de 70% de descoloração do corante.

A análise da toxicidade buscou averiguar a eficácia do tratamento em relação ao grau de toxicidade do meio misturado ao corante frente às duas espécies de fungos escolhidas, e ambos não se apresentaram tóxicos; isto mostra que, mesmo com o *Penicillium F4* apresentando descoloração, o



tratamento trouxe resultados satisfatórios para ambos os fungos, pois apenas a Ciprofloxacina (controle positivo) apresentou mutagenicidade.

Dentre esses parâmetros e outros que poderão ser estudados, mostra-se que a biorremediação é um processo de grande importância para o meio ambiente, pois abre caminhos mais acessíveis de tratamento hábil para remediar ambientes contaminados, utilizando-se a própria natureza a favor do ser humano, proporcionando equilíbrio ao ecossistema.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM, Associação Brasileira da Indústria Química. Corantes e pigmentos. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/corantes>>. Acesso 10 nov. 2017.

ARAÚJO, G. R.; BEZERRA, J. D. P.; FREIRE, K. T. L. S.; PAIVA, L. M.; SOUZA MOTTA, C. M.; MALOSSO, E.; SILVA, D. C. V. **Descoloração do corante têxtil índigo carmine por espécies de *Aspergillus***. I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, PE, Vol. 2, 2013.

BELTRAME, L. T. C. **Caracterização de efluente têxtil e proposta de tratamento**. 2000. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

DURRANT, L. R.; **Fungos e Bactérias Degradam Corantes Poluidores**. Jornal da Unicamp. Vol. 3, 2003.

GONDIM, A. L. N.; BARBOSA, A. P. A.; PAZ, M. C. F. **Remoção biológica de corantes têxteis através do consórcio bacteriano entre *Pseudomonas aeruginosa* e *Geobacillus stearothermophilus* UCP 986**. II Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, João Pessoa, Paraíba, 2007.

KILIÇ, N.K.; NIELSEN, J.L.; YÜCE, M.; DÖNMEZ, G. **Characterization of a simple bacterial consortium for effective treatment of wastewaters with reactive dyes and Cr (VI)**. Chemosphere, Vol. 67, n. 4, p. 826-831, 2007.

KUNZ, A.; ZAMORA, P. P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Vol. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

MIRANDA, R. C. M. **Degradação de efluentes têxteis, do polo industrial de Caruaru-PE, por fungos**. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2010.

MIRANDA, R. C. M.; GOMES, E. B.; GOUVEIA, E. R.; MACHADO, K. M. G.; GUSMÃO, N. B. **Decolorization of laundry effluent by filamentous fungi**. African Journal of Biotechnology. Vol. 11(18), pp. 4216-4224, 2012.

NASCIMENTO, C. et al. **Degradation and detoxification of three textile azo dyes by mixed fungal cultures from semi-arid region of Brazilian Northeast**. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, Vol. 54, n. 3, p. 621-628, 2011.



OLIVEIRA, L. H. S.; BARRETO, M. B.; VITALLLI, V. M. V.; MACHADO, K. M. G.; MATHEUS, D. R. **Descoloração de corantes sintéticos por basidiomicetos tropicais brasileiros.** Naturalia, Rio Claro, Vol.33, p. 85-99, 2010.

PALÁCIO, S. M. **Aplicação do processo de eletrocoagulação seguido por degradação fotocatalítica utilizando TiO₂ no tratamento de efluente têxtil.** 2009. Tese (Doutorado) - Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009.

RIBEIRO, A. P. A. **Efeito de fungos basidiomicetos na Descoloração e fitotoxicidade de Corante sintético e efluente têxtil.** 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SILVA, K. M. L.; WANDERLEY, C. R. P.; MARINHO, G.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, A. D. O.; RODRIGUES, K. **Influência do excesso de nitrogênio amoniacal no tratamento de efluente têxtil em reator de bateladas sequenciais com Aspergillus niger AN 400.** Eng Sani Ambient, Vol. 20, n 4, p. 635-643, 2015.

SINGH, H. **Mycoremediation: fungal bioremediation.** Willey-Interscience, 1ª edição. USA, 2006.

TORTORA, G.; FUNKE, R. B.; CASE, L. C. Microbiologia, Artmed Editora LTDA, 12º edição. Porto Alegre, RS, 2017.

WANG, B.E. & HU, Y.Y. **Bioaccumulation versus adsorption of reactive dye by immobilized growing Aspergillus fumigatus beads.** Journal of Hazardous Materials, Vol. 157, n. 1, p. 1 7, 2008.

ZDRAVESKI, Z. Z.; MELLO, J.J.; MARINUS, M. G.; ESSIGMANN, J. M. **Multiple pathways of recombination define cellular responses to cisplatin.** Chemistry & Biology, Vol. 7, n. 1, p. 39-50, 2000.

ZEE, F. P. V. D. **Anaerobic azo dye reduction.** Doctoral Thesis, Wageningen University. Wageningen, The Netherlands, 142 pages, 2002.