

**GUILHERME DE OLIVEIRA FERREIRA DOS SANTOS**

**Avaliação do tratamento de efluentes do banho de tingimento de indústria têxtil por fungos basidiomicetos em biorreatores**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia USP/Instituto Butantan/IPT, para obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia

Área de Concentração: Biotecnologia

Orientador: Dr. Dácio Roberto Matheus

Versão corrigida. A versão original eletrônica encontra-se disponível tanto na Biblioteca do ICB quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)

São Paulo  
2016

## RESUMO

SANTOS, G. O. F. **Avaliação do tratamento de efluentes do banho de tingimento de indústria têxtil por fungos basidiomicetos em biorreatores.** 2016. 174 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Na cadeia têxtil, o processo de tingimento apresenta-se como um dos mais críticos, gerando efluentes coloridos, alcalinos e salinos que podem acarretar danos ambientais graves, quando não tratados. Pesquisas envolvendo a utilização de fungos basidiomicetos na descoloração de efluentes têxteis mostram-se bastante promissoras, devido à capacidade inespecífica destes fungos em degradar moléculas recalcitrantes, por meio de um complexo multienzimático. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial da aplicação de fungos basidiomicetos no tratamento intermediário de efluentes reais oriundos do banho de tingimento. A descoloração e a toxicidade de efluentes (azul, vermelho e amarelo) tratados por fungos (*Peniophora cinerea*, *Pleurotus ostreatus* e *Trametes villosa*) imobilizados em bucha vegetal foram avaliadas em pequena escala e em biorreator. Em pequena escala (300 mL), *P. ostreatus* foi o mais efetivo para a descoloração do efluente azul (35,92% - com alveijamento; 44,13% - sem alveijamento, em 24 h) e *Trametes villosa* foi o mais efetivo para a descoloração do efluente amarelo (38,88% - com alveijamento; 21,12% - sem alveijamento, em 72 h), enquanto que ambos destacaram-se para o efluente vermelho (*P. ostreatus*: 32,77% - com alveijamento; 33,75% - sem alveijamento, em 24 h; *T. villosa* 28,36% - com alveijamento; 36,40% - sem alveijamento, em 24 h). Verificou-se que substâncias presentes no banho de alveijamento interferiram no tratamento. Análises de toxicidade aguda (*Vibrio fischeri*) e fitotoxicidade (*Sorghum vulgare* e *Lactuca sativa*) revelaram diferentes respostas dos organismos, observando-se redução da toxicidade na maior parte dos tratamentos. Em biorreator (5000 mL) utilizaram-se as melhores condições verificadas em pequena escala. O aumento de escala mostrou-se eficiente quanto aos níveis de descoloração: 65,64% e 52,91% para efluente azul e vermelho, respectivamente, tratado por *P. ostreatus*, em 48 h e 43,35% para o efluente amarelo tratado por *T. villosa*, em 72 h. A reutilização da biomassa fúngica por mais um ciclo de tratamento foi avaliada, garantindo níveis de descoloração relevantes (47,38%, 43,18% e 39,83%, para os efluentes azul, vermelho e amarelo, respectivamente, pelas mesmas espécies e mesmo intervalo de tempo do processo inicial), porém com aumento da toxicidade aguda na maioria dos casos. Os tratamentos fúngicos não reduziram valores de DQO, COT, SST, turbidez e condutividade. Os resultados mostraram que o tratamento intermediário de efluentes têxteis por fungos basidiomicetos foi satisfatório por promover, em um curto espaço de tempo, a redução da cor e, na maior parte dos casos, da toxicidade, que são os maiores problemas encontrados em efluentes têxteis.

**Palavras-chave:** Efluente têxtil. *Pleurotus ostreatus*. *Trametes villosa*. Toxicidade. Descoloração. *Luffa cylindrica*.

## ABSTRACT

SANTOS, G. O. F. **Treatment evaluation of textile dyeing effluents by basidiomycete fungi in bioreactors.** 2016. 174 p. Ph. D. thesis (Biotechnology) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016

In the textile chain, the dyeing process is one of the most critical because it generates colored, alkaline and saline effluents that can cause serious environmental damage if not treated. Researches involving the use of basidiomycete fungi in textile effluent decolorization are very promising, due to the nonspecific ability of these fungi to degrade recalcitrant molecules by using a multienzyme complex. This study aimed to evaluate the potential application of basidiomycete fungi in the intermediate treatment of real effluents from the dye bath. The decolorization and toxicity of effluents (blue, red and yellow) treated by fungi (*Peniophora cinerea*, *Pleurotus ostreatus* and *Trametes villosa*) immobilized in *Luffa cylindrica* were evaluated in a small-scale and in bioreactor. In the small scale (300 mL), *P. ostreatus* was the most effective for the blue effluent (35.92% - with bleaching; 44.13 % - without bleaching, after 24 h) and *T. villosa* was the most effective for the yellow effluent (38.88% - with bleaching; 21.12% - without bleaching, after 72 h), while both stood out for the red effluent (*P. ostreatus*: 32.77% - with bleaching; 33.75% - without bleaching, after 24 h; *T. villosa* 28.36% with bleaching; 36.40% - without bleaching, after 24 h). It was found that substances present in the bleaching bath interfered with the treatment. Analysis of acute toxicity (*Vibrio fischeri*) and phytotoxicity (*Sorghum vulgare* and *Lactuca sativa*) revealed different responses of the organisms, with a reduction of toxicity in most treatments. The best conditions obtained in the small scale were applied to the bioreactor (5000 mL). The increased scale was efficient in reducing the degree of decolorization: 65.64% and 52.91% for the blue and red effluents, respectively, treated by *P. ostreatus* after 48 h and 43.35% for the yellow effluent treated by *T. villosa* after 72 h. The reuse of the fungal biomass for a further treatment cycle was evaluated and provided a significant decolorization level (47.38%, 43.18% and 39.83% for the blue, red and yellow effluents, respectively, for the same species and time period as the initial process) but increased the acute toxicity in most cases. The fungal treatments did not reduce COD, TOC, TSS, turbidity, and conductivity. The results showed that the intermediate treatment of textile effluents by basidiomycete fungi was satisfactory because it promoted, in a short period, the reduction of color and, in most cases, toxicity, which are the biggest problems encountered in textile effluents.

**Keywords:** Textile effluent. *Pleurotus ostreatus*. *Trametes villosa*. Toxicity. Decolorization. *Luffa cylindrica*.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor têxtil apresenta significativa importância no cenário econômico nacional. No entanto, é também destacado como um setor poluidor. A liberação de efluentes coloridos no ambiente, oriundos do processo de tingimento têxtil, representa um grave problema ambiental. Os efluentes da indústria têxtil apresentam uma composição complexa, formada por corantes, surfactantes, dispersantes, ácidos, bases, sais, aditivos, óleos, entre outras substâncias potencialmente tóxicas. Como resultado do processo têxtil tem-se, portanto, um efluente extremamente colorido com altos valores de DQO, condutividade, turbidez, sólidos, COT, que apresentam um difícil tratamento e com grandes possibilidades de ser tóxico para diferentes organismos. Quando não tratados adequadamente, esses efluentes podem causar desequilíbrio nos ambientes naturais, comprometendo a vida aquática e podendo trazer complicações à saúde humana.

Os métodos convencionais de tratamento aplicados nas indústrias raramente resolvem o problema da cor encontrada nos efluentes têxteis. O tratamento destes efluentes incluem processos físicos e químicos, que nem sempre se mostram efetivos, necessitando de tecnologias de tratamento avançado, como os processos de oxidação avançada. Estas tecnologias avançadas quando efetivas, podem ser consideradas de difícil aplicação em escala industrial, devido ao custo elevado de operação e manutenção. Ao consultar os diagnósticos da situação de diversas bacias hidrográficas brasileiras, constata-se com frequência problemas de poluição por corantes de indústrias têxteis. A efetivação de um tratamento que garanta a remoção da cor torna-se, portanto, indispensável. Pesquisas por tratamentos alternativos que apresentem efetividade vêm sendo exploradas. Diante deste cenário, a utilização de fungos basidiomicetos desponta como alternativa promissora e de baixo custo operacional. Estes organismos apresentam um complexo multienzimático inespecífico, que possibilita a biodegradação de uma série de compostos recalcitrantes, incluindo os corantes têxteis.

Nos últimos anos, diferentes espécies de fungos basidiomicetos têm sido estudadas para descoloração de corantes e efluentes têxteis: *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes trogii*, *Schizophyllum commune*, *Pleurotus eryngii*, *Irpex lacteus*, *Coprinus plicatilis*, *Pleurotus ostreatus*, *Peniophora cinerea*, *Trametes villosa*, entre outros. Neste contexto, o grupo de pesquisa multi-institucional “Taxonomia, Ecologia e Biotecnologia de fungos basidiomicetos”, formado por pesquisadores da Universidade Federal do ABC, Universidade de São Paulo, Instituto de Botânica e Universidade Católica de

Santos, vem desenvolvendo projetos relacionados ao tratamento de corantes e efluentes têxteis por fungos basidiomicetos.

A grande maioria dos trabalhos utilizando fungos basidiomicetos encontrados na literatura concentra-se no estudo de descoloração e degradação apenas de corantes têxteis. Poucas pesquisas avaliam o potencial fúngico na descoloração de efluente têxtil real. A utilização desses fungos em biorreatores, com o objetivo de avaliar um maior volume reacional de efluente real, ampliando a escala de trabalho, é ainda mais escassa. O efluente têxtil real apresenta uma complexa composição, o que representa uma maior dificuldade de tratamento, quando comparado aos corantes têxteis em solução.

Na cadeia têxtil, há diversas etapas geradoras de efluentes, incluindo o tingimento, responsável pela geração de efluentes coloridos, constituídos por corantes de difícil degradação. O tratamento convencional geralmente é realizado somente no efluente final, formado por todos os efluentes das diferentes etapas do processo têxtil, tornando difícil o tratamento integral do efluente. Neste panorama, a presente tese de Doutorado é o primeiro trabalho do grupo de pesquisa anteriormente citado, que estudou a aplicação de fungos basidiomicetos no estudo de efluentes têxteis reais, tendo como objetivo principal avaliar a utilização de espécies fúngicas como tratamento intermediário do efluente têxtil real, analisando a descoloração e redução da toxicidade dos efluentes do banho de tingimento. O tratamento fúngico realizado após a etapa de tingimento pode diminuir os níveis de cor e toxicidade do efluente intermediário gerado, possibilitando que o tratamento convencional posterior da própria indústria consiga um resultado mais satisfatório. Desta forma, como resultado final, ter-se-ia um tratamento ambientalmente correto, de alta eficiência e com baixo custo operacional.

## 7 CONCLUSÕES

- Os basidiomicetos *Pleurotus ostreatus* (CCIBT2347) e *Trametes villosa* (CCIBT2628) são capazes de reduzir a cor e toxicidade de efluentes têxteis reais em pequena escala. *P. ostreatus* apresentou melhor desempenho no tratamento de efluentes azul e vermelho, enquanto *T. villosa* desempenha melhor atividade de descoloração no efluente amarelo. Portanto, estes isolados mostraram ter grande potencial para aplicação em escala ampliada (biorreator).
- O alvejamento têxtil possui substâncias que, em conjunto, podem interferir na atividade de descoloração fúngica. Peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), em excesso, apresentou capacidade comprovada de inibição da descoloração do efluente azul por *P. ostreatus*.
- Adaptações requeridas para aumento de escala operacional, em biorreator, foram realizadas e se mostraram efetivas, garantindo bons níveis de descoloração e redução da toxicidade em grande parte dos tratamentos, comparáveis aos níveis observados nos tratamentos em pequena escala. Além disso, verificou-se que *Vibrio fischeri*, *Lactuca sativa* e *Sorghum vulgare* apresentam sensibilidades diferentes em relação à toxicidade de efluentes têxteis, sendo que a maioria dos tratamentos foi efetiva na redução da toxicidade para as plantas-testes estudadas. Tal fato sugere que estudos de tratamentos integrados utilizando plantas podem ser promissores.
- A reutilização da biomassa fúngica para tratamento de efluentes em biorreator apresentou bons resultados de descoloração, mas apresentou aumento da toxicidade na maior parte dos tratamentos. Estes resultados reforçam que a redução da cor dos efluentes têxteis não pode ser relacionada à redução da toxicidade.
- O tratamento fúngico não foi efetivo para redução de valores dos parâmetros físico-químicos avaliados neste trabalho, exigindo tratamento posterior para ajuste destes parâmetros. Portanto, diante de todos os resultados obtidos, conclui-se que o tratamento de efluentes têxteis por fungos basidiomicetos em biorreatores apresenta-se como um tratamento intermediário satisfatório por conseguir em um curto espaço de tempo, a redução da cor e, na maior parte dos casos, da toxicidade, que são os maiores problemas encontrados em efluentes têxteis. Acredita-se que um tratamento combinado garantiria o

tratamento total do efluente. O efluente têxtil pré-tratado por fungos basidiomicetos poderia ser encaminhado para o tratamento convencional com bactérias, e possivelmente conseguir-se-ia a redução dos parâmetros físico-químicos avaliados neste estudo.

### **7.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestões para futuros trabalhos, são listados os seguintes pontos:

- Avaliar a descoloração de efluentes contendo outros corantes têxteis, que também são muito utilizados durante o processo de tingimento, como o C. I. Reactive Black 5, C. I. Reactive Blue 21, C.I Reactive Yellow 145, por fungos basidiomicetos.
- Estudar o tratamento combinado de fungos basidiomicetos e bactérias, avaliando a descoloração, redução da toxicidade e redução dos valores de parâmetros físico-químicos (COT, DQO, sólidos, turbidez, entre outros) de efluentes têxteis.
- Intensificar os estudos com reutilização da biomassa fúngica em biorreatores para tratamento de efluentes têxteis, por mais de dois ciclos, buscando estratégias para redução da toxicidade dos efluentes têxteis.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- ABADULLA, E.; TZANOV, T.; COSTA, S.; CAVACO-PAULO, A.; GÜBITZ, G. M. Decolorization and detoxification of textile dyes with a laccase from *Trametes hirsuta* **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 8, p. 3357–3362, 2000.
- ABIQUIM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA QUÍMICA. **Corantes e pigmentos**. Disponível em: < [http://abiquim.org.br/corantes/cor\\_classificacao.asp](http://abiquim.org.br/corantes/cor_classificacao.asp) > Acesso em: 06 jan. 2016.
- ABIT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **O Poder da moda. Cenários; Desafios; Perspectivas. Agenda de Competitividade da Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira 2015 a 2018**, São Paulo. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/conteudo/links/Poder\\_moda-cartilhabx.pdf](http://www.abit.org.br/conteudo/links/Poder_moda-cartilhabx.pdf)> Acesso em: 18 dez. 2015.
- AGUIAR, A.; FERRAZ, A. Mecanismos envolvidos na biodegradação de materiais lignocelulósicos e aplicações tecnológicas correlatas. **Química Nova**, v. 34, n. 10, p. 1729–1738, 2011.
- AKDOGAN, H. A.; TOPUZ, M. C.; URHAN, A. A. Studies on decolorization of reactive blue 19 textile dye by *Coprinus plicatilis*. **Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 12, n. 1, p. 49, 2014.
- ALMEIDA, E. J. R.; CORSO, C. R. Comparative study of toxicity of azo dye Procion Red MX-5B following biosorption and biodegradation treatments with the fungi *Aspergillus niger* and *Aspergillus terreus*. **Chemosphere**, v. 112, p. 317–322, 2014.
- ALVES, L. A. G. da C. **Avaliação da ecotoxicidade do ibuprofeno e seus metabólitos usando microalgas**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Controle de Qualidade) - Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22<sup>th</sup> ed. Washington DC, USA, 2012.
- ANASTASI, A.; PARATO, B.; SPINA, F.; TIGINI, V.; PRIGIONE, V.; VARESE, G. C. Decolourisation and detoxification in the fungal treatment of textile wastewaters from dyeing processes. **New Biotechnology**, v. 29, n. 1, p. 38–45, 2011.
- ANASTASI, A.; SPINA, F.; PRIGIONE, V.; TIGINI, V.; GIANANTI, P.; VARESE, G. C. Scale-up of a bioprocess for textile wastewater treatment using *Bjerkandera adusta*. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 9, p. 3067–3075, 2010.

---

<sup>1</sup>De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002



ANASTASI, A.; SPINA, F.; ROMAGNOLO, A.; TIGINI, V.; PRIGIONE, V.; VARESE, G. C. Integrated fungal biomass and activated sludge treatment for textile wastewaters bioremediation. **Bioresource Technology**, v. 123, p. 106–111, 2012.

ANDRADE, F. **Remoção de cor de efluentes têxteis com tratamento de lodos ativados e um polieletrólito orgânico**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

AOUNI, A.; FERSI, C.; ALI, M. B. S.; DHAHBI, M. Treatment of textile wastewater by a hybrid electrocoagulation/nanofiltration process. **Journal of Hazardous Materials**, v. 168, n. 2-3, p. 868–874, 2009.

ARANTES, V.; BALDOCCHI, C.; MILAGRES, A. M. F. Degradation and decolorization of a biodegradable-resistant polymeric dye by chelator-mediated Fenton reactions. **Chemosphere**, v. 63, n. 10, p. 1764–1772, 2006.

ARANTES, V. **Caracterização de compostos de baixa massa molar redutores de ferro produzidos por fungos e mediação da reação de Fenton para degradação de polissacarídeos e lignina**. 2008. 165 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2008.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER, W. **Manual sobre toxicidade de efluentes têxteis**. CEP Senai de Artes Gráficas Henrique D'Ávila Bertaso, Porto Alegre, 2011.

ASGHER, M.; YASMEEN, Q.; IQBAL, H. M. N. Enhanced decolorization of Solar brilliant red 80 textile dye by an indigenous white rot fungus *Schizophyllum commune* IBL-06. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 20, n. 4, p. 347–352, 2013.

ASPLAND, J. R. Reactive dyes and their application. **Textile Chemist and Colorist**, v. 24, n. 5, p. 31–36, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15411**: ecotoxicologia aquática – Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a emissão de luz de *Vibrio fischeri* (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 3: Método utilizando bactérias liofilizadas. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713**: ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10561**: águas - determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do Cone de Imhoff. Rio de Janeiro, 1998.

BALLAMINUT, N.; YAMANAKA, R.; MACHADO, K. M. G. Interference of a commercial catalase preparation in laccase and peroxidase activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 1193–1198, 2009.

BARCLAY, S.; BUCKLEY, C. **Waste minimisation guide for the textile industry - a step towards cleaner production**. University of Natal, Durban, South Africa, v. 1, 2000.

BARREDO-DAMAS, S.; ALCAINA-MIRANDA, M. I.; BES-PIÁ, A.; IBORRA-CLAR, M. I.; IBORRA-CLAR, A.; MENDOZA-ROCA, J. A. Ceramic membrane behavior in textile wastewater ultrafiltration. **Desalination**, v. 250, n. 2, p. 623–628, 2010.

BARREDO-DAMAS, S.; ALCAINA-MIRANDA, M. I.; IBORRA-CLAR, M. I.; BES-PIÁ, A.; MENDOZA-ROCA, J. A.; IBORRA-CLAR, A. Study of the UF process as pretreatment of NF membranes for textile wastewater reuse. **Desalination**, v. 200, p. 745–747, 2006.

BASTIAN, E. Y. O.; ROCCO, J. L. S.; SAN MARTIN, E. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil - série P + L**. São Paulo, CETESB - SINDITÊXTIL, 2009.

BAYRAMOĞLU, G.; YAKUP ARICA, M. Biosorption of benzidine based textile dyes Direct Blue 1 and Direct Red 128 using native and heat-treated biomass of *Trametes versicolor*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 143, p. 135–143, 2007.

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

BERGAMINI, R. B. M.; AZEVEDO, E. B.; ARAÚJO, L. R. R. De. Heterogeneous photocatalytic degradation of reactive dyes in aqueous TiO<sub>2</sub> suspensions: Decolorization kinetics. **Chemical Engineering Journal**, v. 149, n. 1-3, p. 215–220, 2009.

BLANCHETTE, R.; KRUEGER, E.; HAIGHT, J. Cell wall alterations in loblolly pine wood decayed by the white-rot fungus, *Ceriporiopsis subvermispora*. **Journal of Biotechnology**, v. 53, n. 2-3, p. 203–213, 1997.

BLANCO, J.; TORRADES, F.; MORÓN, M.; BROUTA-AGNÉSA, M.; GARCÍA-MONTAÑO, J. Photo-Fenton and sequencing batch reactor coupled to photo-Fenton processes for textile wastewater reclamation: Feasibility of reuse in dyeing processes. **Chemical Engineering Journal**, v. 240, p. 469–475, 2014.

BLÁNQUEZ, P.; SARRÀ, M.; VICENT, T. Development of a continuous process to adapt the textile wastewater treatment by fungi to industrial conditions. **Process Biochemistry**, v. 43, n. 1, p. 1–7, 2008.

BORRELY, S. I.; MORAIS, A. V.; ROSA, J. M.; BADARÓ-PEDROSO, C.; PEREIRA, C.; HIGA, M. C. Decoloration and detoxification of effluents by ionizing radiation. **Radiation Physics and Chemistry**, p. 1–5, 2015.

BREEN, A.; SINGLETON, F. L. Fungi in lignocellulose breakdown and biopulping. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 252–258, 1999.

BROWN, M. A.; ZHAO, Z.; GRANT MAUK, A. Expression and characterization of a recombinant multi-copper oxidase: Laccase IV from *Trametes versicolor*. **Inorganica Chimica Acta**, v. 331, p. 232–238, 2002.

BRUNOW, G. Methods to Reveal the Structure of Lignin. In: HOFRICHTER, M. STEINBUCHER, A. (Eds.). **Lignin, Humic Substances and Coal, Biopolymers**. Wiley-VCH, Weinheim, p. 89–116, 2001.

BURATINI, S. V.; BERTOLETTI, E.; ZAGATTO, P. A. Evaluation of *Daphnia similis* as a Test species in Ecotoxicological Assays. **Bulletin of Environmental Contamination Toxicology**, v. 73, p. 878–882, 2004.

CAMARERO, S.; MARTINEZ, M. J.; MARTINEZ, A. T. A new versatile peroxidase. **Biochemical Society Transactions**, v. 29, p. 116–122, 2001.

CAN, O. T.; KOBYA, M.; DEMIRBAS, E.; BAYRAMOGLU, M. Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation. **Chemosphere**, v. 62, n. 2, p. 181–187, 2006.

CASIERI, L.; VARESE, G. C.; ANASTASI, A.; PRIGIONE, V.; SVOBODOVÁ, K.; FILIPPELO MARCHISIO, V.; NOVOTNÝ, C. Decolorization and detoxication of reactive industrial dyes by immobilized fungi *Trametes pubescens* and *Pleurotus ostreatus*. **Folia Microbiologica**, v. 53, n. 1, p. 44–52, 2008.

CASTILLO-CARVAJAL, L.; ORTEGA-GONZÁLEZ, K.; BARRAGÁN-HUERTA, B. E.; PEDROZA-RODRÍGUEZ, M. Evaluation of three immobilization supports and two nutritional conditions for reactive black 5 removal with *Trametes versicolor* in air bubble reactor. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 14, p. 3310–3320, 2012.

CERQUEIRA, A.; RUSSO, C.; MARQUES, M. R. C. Electroflocculation for textile wastewater treatment. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 26, n. 04, p. 659–668, 2009.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L5.227**. Teste de toxicidade com a bactéria luminescente *Vibrio fischeri*: método de ensaio, 2001.

CHIVUKULA, M.; RENGANATHAN, V. Phenolic azo dye oxidation by laccase from *Pyricularia oryzae*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 12, p. 4374–4377, 1995.

CHIVUKULA, M.; SPADARO, J. T.; RENGANATHAN, V. Lignin peroxidase-catalyzed oxidation of sulfonated azo dyes generates novel sulfophenyl hydroperoxides. **Biochemistry**, v. 34, n. 23, p. 7765–7772, 1995.

CHOI, Y.-S.; LONG, Y.; KIM, M.-J.; KIM, J.-J.; KIM, G.-H. Decolorization and degradation of synthetic dyes by *Irpex lacteus* KUC8958. **Journal of Environmental Science and Health. Part A, Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering**, v. 48, n. 5, p. 501–508, 2013.

CIABATTI, I.; TOGNOTTI, F.; LOMBARDI, L. Treatment and reuse of dyeing effluents by potassium ferrate. **Desalination**, v. 250, n. 1, p. 222–228, 2010.

COELHO, G. D. **Purificação parcial do sistema enzimático produzido por *Psilocybe castanella* CCB444 durante crescimento em solo.** 2007.101 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica, São Paulo, 2007.

CONAMA. **Conselho Nacional Do Meio Ambiente.** Resolução n° 357, de 17 de março de 2005.

CONAMA. **Conselho Nacional Do Meio Ambiente.** Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011.

CORDOVA ROSA, E. V.; SIMIONATTO, E. L.; SIERRA, M. M. S.; BERTOLI, S. L.; RADETSKI, C. M. Toxicity-based criteria for the evaluation of textile wastewater treatment efficiency. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 20, n. 4, p. 839–845, 2001.

CORSO, C. R.; ALMEIDA, A. C. M. Bioremediation of dyes in textile effluents by *Aspergillus oryzae*. **Microbial Ecology**, v. 57, n. 2, p. 384–390, 2009.

CZERNIAWSKA-KUSZA, I.; KUSZA, G. The potential of the Phytotoxkit microbiotest for hazard evaluation of sediments in eutrophic freshwater ecosystems. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 179, n. 1-4, p. 113–121, 2011.

DE LUNA, L. A. V.; DA SILVA, T. H. G.; NOGUEIRA, R. F. P.; KUMMROW, F.; UMBUZEIRO, G. A. Aquatic toxicity of dyes before and after photo-Fenton treatment. **Journal of Hazardous Materials**, v. 276, n. 2014, p. 332–338, 2014.

DEVECI, E. Ü.; DIZGE, N.; YATMAZ, H. C.; AYTEPE, Y. Integrated process of fungal membrane bioreactor and photocatalytic membrane reactor for the treatment of industrial textile wastewater. **Biochemical Engineering Journal**, v. 105, p. 420–427, 2016.

DOSHI, R.; SHELKE, V. Enzymes in textile industry- An environment-friendly approach. **Indian Journal of Fibre & Textile Research**, v. 26, p. 202–205, 2001.

EPPENDORF. **Fibra-Cel® Discos.** Disponível em: <<https://online-shop.ependorf.com.br/BR-pt/Equipamentos-para-Bioprocesso-44559/Diversos-44562/Fibra-Cel-Discos-PF67052.html>> Acesso em: 21 jan. 2016.

FANG, Y. X.; YING, G. G.; ZHANG, L. J.; ZHAO, J. L.; SU, H. C.; YANG, B.; LIU, S. Use of TIE techniques to characterize industrial effluents in the Pearl River Delta region. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, n. 1, p. 143–152, 2012.

FERNANDES, T. C. C.; MAZZEO, D. E. C.; MARIN-MORALES, M. A. Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 88, n. 3, p. 252–259, 2007.

FERRARI, R. **Reuso do efluente do processo de mercerização no tingimento de malha de algodão.** 2007. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer statistical analysis system. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.; FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil**. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/producao\\_sustentavel/GUIAS\\_TECNICOS\\_AMBIENTAIS/guia\\_textil.pdf](http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/guia_textil.pdf)> Acesso em: 20 dez. 2015.

FLOHR, L.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de; MATIAS, W. G. Acute and Chronic Toxicity of Soluble Fractions of Industrial Solid Wastes on *Daphnia magna* and *Vibrio fischeri*. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1–10, 2012.

FORGIARINI, E. **Degradação de corantes e efluentes têxteis pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP)**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FUJITA, R. M. L.; JORENTE, M. J. A Indústria Têxtil no Brasil : uma perspectiva histórica e cultural. **ModaPalavra e-periódico**, v. 15, n. 8, p. 91–105, 2015.

GARCIA, J. C.; SIMIONATO, J. I.; ALMEIDA, V. D. C.; PALÁCIO, S. M.; ROSSI, F. L.; SCHNEIDER, M. V.; DE SOUZA, N. E. Evolutive follow-up of the photocatalytic degradation of real textile effluents in TiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> systems and their toxic effects on *Lactuca sativa* seedlings. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 9, p. 1589–1597, 2009.

GHODAKE, G. S.; TALKE, A. a.; JADHAV, J. P.; GOVINDWAR, S. P. Potential of *Brassica juncea* in order to treat Textile-Effluent-Contaminated Sites. **International Journal of Phytoremediation**, v. 11, n. 4, p. 297–312, 2009.

GILL, K.; ARORA, S. Effect of culture conditions on manganese peroxidase production and activity by some white rot fungi. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 30, n. 1, p. 28–33, 2003.

GOLD, M. H.; ALIC, M. Molecular biology of the lignin-degrading basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. **Microbiological Reviews**, v. 57, n. 3, p. 605–622, 1993.

GOMES, A. I. de E. **Avaliação da ecotoxicidade de águas superficiais - Aplicação à bacia hidrográfica do Rio Leça**. 2007. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2007.

GONÇALVES, L. A.; MATHEUS, D. R. Imobilização de *Trametes villosa* CCB 291, *Peniophora cinerea* CCB 204 e *Pleurotus ostreatus* CCB 010 em bucha vegetal para biodegradação de corantes têxteis em biorreatores. **XII Encontro Nacional de Microbiologia Ambiental (ENAMA)**, Manaus, AM, Brasil, 2010.

GONZALES, L.; HERNÁNDEZ, J. R.; PERESTELO, F.; CARNICERO, A.; FALCÓN, M. A. Relationship between mineralization of synthetic lignins and the generation of hydroxyl radicals by laccase and a low molecular weight substance produced by *Petriellidium fusoidium*. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 30, n. 4, p. 474–481, 2002.

GOODELL, B.; JELLISON, J.; LIU, J.; DANIEL, G.; PASZCZYNSKI, A.; FEKETE, F.; KRISHNAMURTHY, S.; JUN, L.; XU, G. Low molecular weight chelators and phenolic compounds isolated from wood decay fungi and their role in the fungal biodegradation of wood. **Journal of Biotechnology**, v. 53, n. 2-3, p. 133–162, 1997.

GOSZCZYNSKI, S.; PASZCZYNSKI, A.; PASTI-GRIGSBY, M. B.; CRAWFORD, R. L.; CRAWFORD, D. L. New pathway for degradation of sulfonated azo dyes by microbial peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium* and *Streptomyces chromofuscus*. **Journal of Bacteriology**, v. 176, n. 5, p. 1339–1347, 1994.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Quimica Nova**, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HADIBARATA, T.; ADNAN, L. A.; RAHIM, A.; YUSOFF, M. Microbial decolorization of an azo dye Reactive Black 5 using white-rot fungus *Pleurotus eryngii* F032. **Water Air Soil Pollution**, p. 1–9, 2013.

HAI, F. I.; YAMAMOTO, K.; FUKUSHI, K. Development of a submerged membrane fungi reactor for textile wastewater treatment. **Desalination**, v. 192, n. 1-3, p. 315–322, 2006.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environmental Science & Technology**, v. 11, p. 714–719, 1977.

HAMMEL, K.; CULLEN, D. Role of fungal peroxidases in biological ligninolysis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 11, n. 3, p. 349–355, 2008.

HASSEMER, M. E. N. **Oxidação fotoquímica - UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - para degradação de poluentes em efluentes da indústria têxtil**. 2006. 175 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

HATAKKA, A.; HAMMEL, K. Fungal biodegradation of lignocelluloses. In: HOFRICHTER, M. (Ed.). **Industrial applications**. Berlin: Springer, 2010. p. 319–340.

HEINFLING, A.; MARTÍNEZ, M.; MARTÍNEZ, A. T.; BERGBAUERA, M.; SZEWZYKA, U. Purification and characterization of peroxidases from the dye-decolorizing fungus *Bjerkandera adusta*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 165, n. 1, p. 43–50, 1998.

HOFRICHTER, M. Review: lignin conversion by manganese peroxidase (MnP). **Enzyme and Microbial Technology**, v. 30, n. 4, p. 454–466, 2002.

JEFFRIES, T. W. Biodegradation of lignin and hemicelluloses. **Biochemistry of Microbial Degradation**, p. 233–277, 1994.

JERÔNIMO, C. E. Uso de técnicas combinadas para o tratamento de efluentes têxteis: Separação físico-química e fotodegradação UV - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, n. 8, p. 1626–1638, 2012.

JONSTRUP, M.; KUMAR, N.; GUIEYSSE, B.; MURTO, M.; MATTIASSON, B. Decolorization of textile dyes by *Bjerkandera* sp. BOL 13 using waste biomass as carbon source. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 88, n. 3, p. 388–394, 2013.

KALYANI, D. C.; PATIL, P. S.; JADHAV, J. P.; GOVINDWAR, S. P. Biodegradation of reactive textile dye Red BLI by an isolated bacterium *Pseudomonas* sp. SUK1. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 11, p. 4635–4641, 2008.

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R.; MONTEIRO, R. T. R.; ARMAS, E. D. de. Biodegradation of textile effluents by *Pleurotus sajor-caju*. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 629–632, 2005.

KAUSHIK, P.; MALIK, A. Fungal dye decolourization: Recent advances and future potential. **Environment International**, v. 35, n. 1, p. 127–141, 2009.

KENT, J. A. (Ed.) **Riegel's handbook of industrial chemistry**. 10<sup>th</sup> ed. Springer US, 2003. 1374 p.

KEREM, Z.; FRIESEM, D.; HADAR, Y. Lignocellulose Degradation during Solid-State Fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, n. 4, p. 1121–1127, 1992.

KIMURA, I. Y.; GONÇALVES JR., A. C.; STOLBERG, J.; LARANJEIRA, M. C. M.; FÁVERE, V. T. de. Efeito do pH e do tempo de contato na adsorção de corantes reativos por microesferas de quitosana. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 51–57, 1999.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. **Dictionary of the Fungi**. 10. ed. Wallingford: CABI Bioscience, 2008. 784 p.

KIRK, T. K.; SCHULTZ, E.; CONNORS, W. J.; LORENZ, L. F.; ZEIKUS, J. G. Influence of culture parameters on lignin metabolism by *Phanerochaete chrysosporium*. **Archives of Microbiology**, v. 117, n. 3, p. 277–285, 1978.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos - métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis, FATMA/GTZ, 2004. 289 p.

KOBYA, M.; GENGEÇ, E.; SENSOY, M. T.; DEMIRBAS, E. Treatment of textile dyeing wastewater by electrocoagulation using Fe and Al electrodes: optimisation of operating parameters using central composite design. **Coloration Technology**, v. 130, p. 226–235, 2014.

KULSHRESTHA, Y.; HUSAIN, Q. Decolorization and degradation of acid dyes mediated by salt fractionated turnip (*Brassica rapa*) peroxidases. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v. 89, n. 2, p. 255–267, 2007.

KUNZ, A.; REGINATTO, V.; DURÁN, N. Combined treatment of textile effluent using the sequence *Phanerochaete chrysosporium*-ozone. **Chemosphere**, v. 44, n. 2, p. 281–287, 2001.

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

LAGUNAS, F. G.; LIS, M. J. Tratamento de efluentes na indústria têxtil algodoeira. **Química Têxtil**, v. 50, p. 6–15, 1998.

LENHARD, D. C. **Descoloração de corantes têxteis reativos por fungos ligninolíticos e por lacase**. 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual do Maringá, Maringá, 2006.

LEONOWICZ, A.; MATUSZEWSKA, A.; LUTEREK, J.; ZIEGENHAGEN, D.; WOJTAS - WASILEWSKA, M.; CHO, N.-S.; HOFRICHTER, M.; ROGALSKI, J. Biodegradation of Lignin by White Rot Fungi. **Fungal Genetics and Biology**, v. 185, p. 175–185, 1999.

LI DONG, J.; YONG, W. Z.; REN, H. Z.; WEI, Z. H.; YI, Z. Z. Influence of culture conditions on laccase production and isozyme patterns in the white-rot fungus *Trametes gallica*. **Journal of Basic Microbiology**, v. 45, p. 190–198, 2005.

LIMA, R. O. A.; BAZO, A. P.; SALVADORI, D. M. F.; RECH, C. M.; OLIVEIRA, D. P.; UMBUZEIRO, G. A. Mutagenic and carcinogenic potential of a textile azo dye processing plant effluent that impacts a drinking water source. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 626, n. 1-2, p. 53–60, 2007.

LORENZO, M.; MOLDES, D.; RODRÍGUEZ COUTO, S.; SANROMÁN, M. A. Inhibition of laccase activity from *Trametes versicolor* by heavy metals and organic compounds. **Chemosphere**, v. 60, n. 8, p. 1124–1128, 2005.

MA, L.; ZHUO, R.; LIU, H.; YU, D.; JIANG, M.; ZHANG, X.; YANG, Y. Efficient decolorization and detoxification of the sulfonated azo dye Reactive Orange 16 and simulated textile wastewater containing Reactive Orange 16 by the white-rot fungus *Ganoderma* sp. En3 isolated from the forest of Tzu-chin Mountain in China. **Biochemical Engineering Journal**, v. 82, p. 1–9, 2014.

MARTÍNEZ, A. T. Molecular biology and structure-function of lignin-degrading heme peroxidases. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 30, n. 4, p. 425–444, 2002.

MARTÍNEZ, Á. T.; SPERANZA, M.; RUIZ-DUEÑAS, F. J.; FERREIRA, P.; CAMARERO, S.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ, M. J.; GUTIÉRREZ, A.; DEL RÍO, J. C. Biodegradation of lignocellulosics: Microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. **International Microbiology**, v. 8, n. 3, p. 195–204, 2005.

MARTINS, D. V. R. **Avaliação ecotoxicológica de efluentes de celulose branqueada de eucalipto ao longo do tratamento biológico**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MARTINS, L. M. **Estudo da aplicação de processos oxidativos avançados no tratamento de efluentes têxteis visando o seu reúso**. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

MAZMANCI, M. A.; ÜNYAYAR, A. Decolourisation of Reactive Black 5 by *Funalia trogii* immobilised on *Luffa cylindrica* sponge. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 337–342, 2005.



MELO, M. O. B. C.; CAVALCANTI, G. A.; GONÇALVES, H. S.; DUARTE, S. T. V. G. Inovações Tecnológicas na Cadeia Produtiva Têxtil: Análise de estudo de caso em indústria no Nordeste do Brasil. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 2, p. 99–117, 2007.

MILAGRES, A. M. F.; ARANTES, V.; MEDEIROS, C. L.; MACHUCA, A. Production of metal chelating compounds by white and brown-rot fungi and their comparative abilities for pulp bleaching. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 30, n. 4, p. 562–565, 2002.

MINITAB. **Minitab Statistic Software**. Release 14 for Windows. Computer Software. Pennsylvania: Minitab, 2003.

MINUSSI, R. C.; DE MORAES, S. G.; PASTORE, G. M.; DURÁN, N. Biodecolorization screening of synthetic dyes by four white-rot fungi in a solid medium: Possible role of siderophores. **Letters in Applied Microbiology**, v. 33, p. 21–25, 2001.

MIRANDA, R. D. C. M.; GOMES, E. D. B.; PEREIRA, N.; MARIN-MORALES, M. A.; MACHADO, K. M. G.; GUSMÃO, N. B. Biotreatment of textile effluent in static bioreactor by *Curvularia lunata* URM 6179 and *Phanerochaete chrysosporium* URM 6181. **Bioresource Technology**, v. 142, p. 361–367, 2013.

MORAIS, A. V. **Avaliação da toxicidade e remoção da cor de um efluente têxtil submetido ao tratamento com feixe de elétrons**. 2015. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MOREIRA NETO, S. L. **Enzimas lignolíticas produzidas por *Psilocybe castanella* CCB444 em solo contaminado com hexaclorobenzeno**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, São Paulo, 2006.

MOREIRA NETO, S. L.; ESTEVES, P. J.; SANTOS, V. T. O.; PARANHOS, A. P.; CESCATO, F.; VITALI, V. M.; MACHADO, K. M. G. Novel salt and alkali tolerant neotropical basidiomycetes for dye decolorisation in simulated textile effluent. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, n. 11, p. 2665–2673, 2011.

NILSSON, I.; MÖLLER, A.; MATTIASSON, B.; RUBINDAMAYUGI, M. S. T.; WELANDER, U. Decolorization of synthetic and real textile wastewater by the use of white-rot fungi. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 38, n. 1-2, p. 94–100, 2006.

NOUR, E. A. A.; CANDELLO, F. P.; DOS SANTOS, E. M. R.; BARRETTO, A. S.; DOMINGUES, L. M. Tratamento biológico de formaldeído: toxicidade residual monitorada por bioensaios com *Daphnia similis*. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 09, n. 1, p. 77–85, 2014.

NOVOTNÝ, Č.; SVOBODOVÁ, K.; BENÁDA, O.; KOFRONOVÁ, O.; HEISSENBERGER, A.; FUCHS, W. Potential of combined fungal and bacterial treatment for color removal in textile wastewater. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 2, p. 879–888, 2011.

OLIVEIRA, C. A. S. **Tratamento de corante têxtil por eletrólise, fotólise e fotocatalise utilizando Led UV**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Campinas, Limeira, 2013.

ONNERUD, H.; ZHANG, L.; GELLERSTEDT, G.; HENRIKSSON, G. Polymerization of monolignols by redox shuttle-mediated enzymatic oxidation: a new model in lignin biosynthesis I. **Plant Cell**, v. 14, n. 8, p. 1953–1962, 2002.

OTTONI, C. A.; SANTOS, C.; KOZAKIEWICZ, Z.; LIMA, N. White-rot fungi capable of decolourising textile dyes under alkaline conditions. **Folia Microbiologica**, v. 58, n. 3, p. 187–193, 2013.

OTTONI, C.; LIMA, L.; SANTOS, C.; LIMA, N. Effect of different carbon sources on decolourisation of an industrial textile dye under alkaline-saline conditions. **Current Microbiology**, v. 68, n. 1, p. 53–58, 2014.

PALÁCIO, S. M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; MÓDENES, A. N.; OLIVEIRA, C. C.; BORBA, F. H.; SILVA, F. G. Toxicity assessment from electro-coagulation treated-textile dye wastewaters by bioassays. **Journal of Hazardous Materials**, v. 172, n. 1, p. 330–337, 2009.

PALMIERI, G.; GIARDINA, P.; SANNIA, G. Laccase-mediated Remazol Brilliant Blue R decolorization in a fixed-bed bioreactor. **Biotechnology Progress**, v. 21, n. 5, p. 1436–1441, 2005.

PARANHOS, A. P. S. **Estudo dos compostos de baixa massa molar, redutores de ferro, produzidos por basidiomicetos com potencialidade em descolorir corantes da indústria têxtil**. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente), Instituto de Botânica, São Paulo, 2011.

PAVKO, A. Fungal decolourization and degradation of synthetic dyes some chemical engineering aspects. **Waste Water- Treatment and Reutilization**, p. 65–88, 2011.

PHUGARE, S. S.; KALYANI, D. C.; SURWASE, S. N.; JADHAV, J. P. Ecofriendly degradation, decolorization and detoxification of textile effluent by a developed bacterial consortium. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, n. 5, p. 1288–1296, 2011.

POINTING, S.; JONES, E.; VRIJMOED, L. Optimization of laccase production by *Pycnoporus sanguineus* in submerged liquid culture. **Mycologia**, v. 92, n. 1, p. 139–144, 2000.

RAMAMURTHY, N.; BALASARASWATHY, S.; SIVASAKTHIVELAN, P. Biodegradation and Physico-chemical changes of textile effluent by various fungal species. **Romanian Journal of Biophysics**, v. 21, n. 2, p. 113–123, 2011.

RIBO, J. M. Interlaboratory comparison studies of the luminescent bacteria toxicity bioassay. **Environmental Toxicology and Water Quality**, v. 12, n. 4, p. 283–294, 1997.

RODRÍGUEZ-COUTO, S. Degradation of azo dyes by white-rot fungi. In: SINGH, S. N. (Ed.) **Microbial Degradation of Synthetic Dyes in Wastewaters**. Springer International Publishing Switzerland, p. 315-331, 2015.

ROSA, J. M. **Reutilização de efluente têxtil tratado via fotocatalise homogênea UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no tingimento de tecidos 100% algodão**. 2013. 304 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

ROSA, J. M.; FILETI, A. M. F.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C. Dyeing of cotton with reactive dyestuffs: the continuous reuse of textile wastewater effluent treated by Ultraviolet / Hydrogen peroxide homogeneous photocatalysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 90, p. 60–65, 2015.

ROSA, S. **Adsorção de corantes reativos utilizando sal quaternário de quitosana como adsorvente**. 2009. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SAEED, A.; IQBAL, M. Loofa (*Luffa cylindrica*) sponge: Review of development of the biomatrix as a tool for biotechnological applications. **Biotechnology Progress**, v. 29, n. 3, p. 573–600, 2013.

SAHINKAYA, E.; UZAL, N.; YETIS, U.; DILEK, F. B. Biological treatment and nanofiltration of denim textile wastewater for reuse. **Journal of Hazardous Materials**, v. 153, n. 3, p. 1142–1148, 2008.

SAMUEL, O. B.; OSUALA, F. I.; ODEIGAH, P. G. C. Cytogenotoxicity evaluation of two industrial effluents using *Allium cepa* assay. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 41, n. 1, p. 21–27, 2010.

SANTOS, A. B.; SANTAELLA, S. T. Remoção de DQO de água residuária de indústria têxtil empregando o processo de lodos ativados em batelada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, p. 151–155, 2002.

SAYAHI, E.; LADHARI, N.; MECHICHI, T.; SAKLI, F. Azo dyes decolourization by the laccase from *Trametes trogii*. **The Journal of The Textile Institute**, p. 1–5, 2016.

SENTHILKUMAR, S.; PERUMALSAMY, M.; JANARDHANA PRABHU, H. Decolourization potential of white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on synthetic dye bath effluent containing Amido black 10B. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 18, n. 6, p. 845–853, 2014.

SILVA, G. L. **Redução de corante em efluente de processo de tingimento de lavanderias industriais por adsorção em argila**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, K. K. O. **Caracterização do efluente líquido no processo de beneficiamento do índigo têxtil**. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

SILVA, M. C.; CORRÊA, A. D.; AMORIM, M. T. S. P.; PARPOT, P.; TORRES, J. A.; CHAGAS, P. M. B. Decolorization of the phthalocyanine dye reactive blue 21 by turnip peroxidase and assessment of its oxidation products. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 77, p. 9–14, 2012.

SILVA, V. H. O. **Avaliação da toxicidade e da degradação do fármaco cloridrato de fluoxetina, em solução aquosa e em mistura com esgoto doméstico, empregando irradiação com feixe de elétrons**. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SOARES, G. M. B. **Aplicação de sistemas enzimáticos à degradação de corantes têxteis**. 2000. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia Têxtil) – Universidade do Minho, Portugal, 2000.

SOLÍS, M.; SOLÍS, A.; PÉREZ, H. I.; MANJARREZ, N.; FLORES, M. Microbial decolouration of azo dyes: a review. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 12, p. 1723–1748, 2012.

STAINS FILE - DYE CLASS. **Dyes**. Disponível em: <<http://stainsfile.info/StainsFile/dyes/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

TAM, N. F. Y.; TIQUIA. Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 11, p. 261-274, 1994

TIGINI, V.; GIANANTI, P.; MANGIAVILLANO, A.; PANNOCCHIA, A.; VARESE, G. C. Evaluation of toxicity, genotoxicity and environmental risk of simulated textile and tannery wastewaters with a battery of biotests. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, n. 4, p. 866–873, 2011.

TORRES, E.; BUSTOS-JAIMES, I.; LE BORGNE, S. Potential use of oxidative enzymes for the detoxification of organic pollutants. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 46, n. 1, p. 1–15, 2003.

TROMBINI, R. B.; OBARA-DOI, S. M. Remoção de cor e análises físico-química de efluentes de indústrias têxteis tratados com *Ganoderma* spp. **Revista Fapciência**, v. 9, p. 101–122, 2012.

TWARDOKUS, R. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil**. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ULSON DE SOUZA, S. M. A. G.; FORGIARINI, E.; ULSON DE SOUZA, A. A. Toxicity of textile dyes and their degradation by the enzyme horseradish peroxidase (HRP). **Journal of Hazardous Materials**, v. 147, n. 3, p. 1073–1078, 2007.

UMBUZEIRO, G. A.; FREEMAN, H. S.; WARREN, S. H.; DE OLIVEIRA, D. P.; TERAQ, Y.; WATANABE, T.; CLAXTON, L. D. The contribution of azo dyes to the mutagenic activity of the Cristais River. **Chemosphere**, v. 60, n. 1, p. 55–64, 2005.

VIEIRA, S.; HOFFMAN, R. **Estatística experimental**. São Paulo. Editora Atlas, 1989. 179 p.

WATHARKAR, A. D.; KHANDARE, R. V.; WAGHMARE, P. R.; JAGADALE, A. D.; GOVINDWAR, S. P.; JADHAV, J. P. Treatment of textile effluent in a developed phytoreactor with immobilized bacterial augmentation and subsequent toxicity studies on *Etheostoma olmstedii* fish. **Journal of Hazardous Materials**, v. 283, p. 698–704, 2015.

WESENBERG, D.; KYRIAKIDES, I.; AGATHOS, S. N. White-rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial dye effluents. **Biotechnology Advances**, v. 22, n. 1-2, p. 161–187, 2003.

WORLD DYE VARIETY. **Reactive Dyes** Disponível em: <<http://www.worlddyevariety.com/reactive-dyes>> Acesso em: 21 jan. 2016.

YAMANAKA, R.; SOARES, C. F.; MATHEUS, D. R.; MACHADO, K. M. G. Lignolytic enzymes produced by *Trametes villosa* CCB176 under different culture conditions. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 1, p. 78–84, 2008.

YESILADA, O.; CING, S.; ASMA, D. Decolourisation of the textile dye Astrazon Red FBL by *Funalia trogii* pellets. **Bioresource Technology**, v. 81, n. 2, p. 155–157, 2002.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática - princípios e aplicações**. São Carlos: Editora Rima, 2006. 478 p.

ŽALTAUSKAITĖ, J.; ČYPAITĖ, A. Assessment of Landfill Leachate Toxicity Using Higher Plants. **Engineering**, v. 4, n. 4, p. 42–47, 2008.

ZANONI, M. V. B.; CARNEIRO, P. A. O descarte dos corantes têxteis. **Ciência Hoje**, v. 29, n. 174, p. 61-64, 2001.

ZHANG, F. M.; KNAPP, J. S.; TAPLEY, K. N. Development of bioreactor systems for decolorization of Orange II using white rot fungus. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 24, p. 48–53, 1999.

ZHANG, W.; LIU, W.; ZHANG, J.; ZHAO, H.; ZHANG, Y.; QUAN, X.; JIN, Y. Characterisation of acute toxicity, genotoxicity and oxidative stress posed by textile effluent on zebrafish. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 24, n. 11, p. 2019–2027, 2012.

ZOLLINGER, H. **Color chemistry: syntheses, properties, and applications of organic dyes and pigments**. 3<sup>rd</sup> Revised Edition, VCHA Zürich/Wiley VCH Weinheim, 2003. 637 p.

ZORPAS, A. A.; VOUKALLI, I.; LOIZIA, P. Chemical treatment of polluted waste using different coagulants. **Desalination and Water Treatment**, v. 45, p. 291-296, 2012.