



**SEFIC2017  
UNILASALLE**

**A PESQUISA E O  
RESPEITO À DIVERSIDADE**

16 A 20 DE OUTUBRO DE 2017

ISSN 1983-6783

## **TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL VIA PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS E O USO DO *ZEBRAFISH* PARA AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA**

Lucas Pisoni da Silva, Fernanda Rosa da Silveira, Silvio Roberto Taffarel (orient.), Alessandra Marqueze (coorient.)  
Universidade La Salle

### **Resumo**

O presente trabalho tem como finalidade verificar se os processos de tratamento de efluente propostos são eficientes, tanto na degradação do corante quanto na eliminação da toxicidade. Esses tratamentos são conhecidos como Processos Oxidativos Avançados (POA), formador do radical hidroxila ( $\text{OH}^\bullet$ ), que é altamente oxidante, podendo transformar compostos orgânicos em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e íons inorgânicos. Este trabalho está em nível de projeto, ou seja, ainda não foram realizados os ensaios e as análises.

**Palavras-chave:** POA, azo corante, ecotoxicidade

**Área Temática:** Engenharias e Computação

### **1. Introdução - Propósito central do trabalho**

A principal matéria-prima utilizada pela indústria têxtil em seu processo produtivo é o corante. Sua função no processo produtivo têxtil é basicamente conferir cor a seus produtos. Em sua linha de produção é necessário que se utilize uma elevada quantidade de água, gerando assim, águas residuais a serem reconstituídas para seu reuso ou para realizar o lançamento nos corpos hídricos.

Na produção de tecidos de algodão, por exemplo, o consumo de água pode variar de 100 a 300 l / kg de tecido, formando assim grandes quantidades de efluentes a serem tratados. (HASSEMER, 2006).

Os corantes mais utilizados pela indústria são os azóicos (Azo Corantes), os quais formam uma importante classe de compostos orgânicos sintéticos, onde são caracterizados pela presença de uma ou mais ligações do tipo azo ( $-\text{N}=\text{N}-$ ). Podem ser encontrados nos processos de diferentes tipos de indústrias, tais como curtumes, indústrias têxteis, alimentícias, de cosméticos e de papel, sendo a indústria têxtil o maior consumidor, representando assim cerca de 50% da produção mundial de corantes. (SLEIMAN et al, 2007).

O tratamento de efluente proposto nesse trabalho é conhecido como Processos Oxidativos Avançados (POA) o qual representa uma área estratégica, pois sua inserção na indústria se justifica pelo potencial de aplicação em processos, tanto da degradação de poluentes, onde a remoção de cor está contida neste processo, como também no refinamento final de tratamento de efluentes (NOGUEIRA, 2010). Estes processos têm sido descritos como alternativas para a remoção de poluentes persistentes e de efluentes com elevada carga orgânica, quando os tratamentos convencionais não alcançam a eficiência necessária. Os Processos Oxidativos Avançados são definidos como formadores de radicais livres ( $\text{OH}^\bullet$ ), os quais são altamente oxidantes. O radical hidroxila é de extrema relevância, pois o mesmo tem alto poder de oxidar diversos compostos orgânicos em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e íons inorgânicos provenientes de heteroátomos. (VOGELPOHL, et al. 2004).

Com relação à utilização do *zebrafish* (*Danio rerio*) para verificar a ecotoxicidade do efluente bruto e tratado é pelo fato de ser um modelo animal vertebrado ideal devido a várias características como rápido desenvolvimento, facilidade de manutenção, disponibilidade de aquisição e aplicabilidade (WESTERFIELD 1994; Hill et al., 2005). Já foram desenvolvidos recentemente estudos avaliando características comportamentais do *Danio rerio*, como por



exemplo, ansiedade (EGAN et al., 2009), estresse (CHAMPAGNE et al., 2010; PIATO et al., 2011), comportamento social e atividade locomotora (FONTAINE et al., 2008; SEIBT et al., 2010). E talvez a mais importante justificativa para o uso do *zebrafish* é de possuir um elevado grau de homologia, aproximadamente 70%, com os genes humanos.

O objetivo deste trabalho é a aplicação de Processos Oxidativos Avançados em efluente têxtil sintético azoico, visando à descoloração, degradação, a busca por melhores condições experimentais e uso de bioindicador como parâmetro da eficácia dos processos realizados.

### Objetivo Específico

- Avaliar Processos Oxidativos Avançados homogêneos  $H_2O_2/UV$ ,  $FeSO_4$  e Processos Oxidativos Avançados heterogêneo usando cavacos (rejeito no processo de usinagem) como catalizador em efluente sintético que contem azo corante Preto de Amido 10 B comercializado por Neon Comercial Ltda.;
- Avaliar a descoloração e a degradação do efluente após os tratamentos propostos e comparar as eficiências;
- Avaliar a ecotoxicidade no efluente bruto e após os tratamentos sobre o metabolismo do *zebrafish* através da determinação do glicogênio, glicose e lactato;
- A obtenção de superfícies de respostas dos processos por meio do emprego de um planejamento experimental Box-Behnken.

Os efluentes com alta toxicidade geralmente não podem ser tratados com sistemas convencionais, pois apenas transferem os compostos para outras fases, deixando o mesmo ainda com concentração de contaminantes e dependendo de um pós-tratamento gerando altos custos. A ineficiência nos tratamentos de efluentes e a disposição inadequada de maneira irregular atingem a saúde humana e o meio ambiente. Nos seres humanos esses efeitos compreendem desde náuseas, dores de cabeça, irritações na pele e pulmões, entre outras complicações, até mesmo câncer. (HOUK C. P, 1992).

Com relação às características dos corantes é que se fixam a um material qualquer, lhe conferindo cor em pequenas quantidades. São usados na indústria têxtil, papel, alimentos entre outros segmentos. Os efluentes que contenham esses corantes podem vir a modificar o ecossistema, diminuindo a transparência da água e a penetração da radiação solar, modificando a atividade fotossintética, prejudicando assim o meio ambiente. Com relação às toxicidades dos corantes, estes são extremamente prejudiciais à saúde, pois esses compostos podem vir a formar aminas aromáticas, e assim, possuindo um potencial carcinogênico.

## 2. Marco Teórico

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de águas residuais, devido sua elevada necessidade de água em seu processo produtivo. Consome cerca de 15% de toda a água destinada à indústria usando-a como meio de transporte para os produtos químicos que entram no processo, para remoção do excesso daqueles produtos que são indesejáveis e como fluido térmico (aquecimento e resfriamento). (MACHADO L, L. 2007).

De 15 a 20% da produção mundial de corantes é perdida para o meio durante o processo industrial (GUARATINI, ZANONI, 2000). Este resíduo contém concentrações de contaminantes, pelo fato da grande parte dos corantes não se fixarem nas fibras, tornando o efluente colorido de difícil tratamento. (dos SANTOS et al., 2007).

Algumas condições dificultam e encarecem o tratamento dos efluentes da indústria têxtil, pois os mesmos apresentam em sua maioria cargas orgânicas elevadas, cor elevada, pH alcalino e/ou com contaminações na forma solúvel (VANDEVIVERE et al., 1988; RAMOS, 2002). A ineficiência nos tratamentos de efluentes e a disposição inadequada de maneira irregular atingem a saúde humana e o meio ambiente. Nos seres humanos esses efeitos



**SEFIC2017  
UNILASALLE**

**A PESQUISA E O  
RESPEITO À DIVERSIDADE**

**16 A 20 DE OUTUBRO DE 2017**

ISSN 1983-6783

compreendem desde náuseas, dores de cabeça, irritações na pele e pulmões, entre outras complicações, até mesmo câncer. (HOUK C. P, 1992).

Com relação à carga de DQO (Demanda Química de Oxigênio) a média gerada nas indústrias têxteis é de aproximadamente 1700 mgO<sub>2</sub>/L. Outra fonte de poluição e toxicidade dos corantes é devido à presença, em sua composição, de metais pesados (cromo, cobalto, cobre, cádmio, níquel e outros) os quais são tóxicos à flora e a fauna aquática. Efluentes que contenham esses metais pesados e que sejam submetidos a um tratamento com lodo ativado, por exemplo, serão adsorvidos pelo tratamento, trazendo assim problemas posteriores na deposição. (BAPTISTA, I.E., 2001).

A busca pela eficiência nos tratamentos de efluentes e a utilização de outras tecnologias é que se justifica o estudo de Processos Oxidativos Avançados. Os POAs, como são conhecidos, são ótimos na aplicação de remoção de cor e na degradação de corantes, de acordo com CISNEROS et al. 2002, pois este processo quebra as moléculas orgânicas poluentes transformando-as em espécies inertes (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e íons inorgânicos). (LIV et al., 2007).

A formação de radical hidroxila pode ser oriunda de reações envolvendo oxidantes fortes, tais como ozônio (O<sub>3</sub>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Também são classificados como oxidantes fortes o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), o óxido de zinco (ZnO) e a irradiação ultravioleta (UV). (MOVILLA et al., 1997). A geração dos radicais hidroxilas pode ocorrer por diversas formas e combinações dos processos.

Neste trabalho, também será utilizado em um de seus processos (processo de Fenton Heterogêneo) rejeitos da indústria metalomecânica, conhecido como cavacos metálicos. Esse processo de Fenton Heterogêneo visa suprir necessidades que o processo de Fenton Homogêneo apresenta e também pela utilização de rejeitos da indústria metalomecânica, que é o cavaco, usado como catalizador. De acordo com MACHADO L, L. 2007, o processo Fenton Heterogêneo promete suprir a vantagem de não haver um controle rígido do pH, pois o ferro está impregnado no catalizador e assim não sofreria o problema de coagulação e complexação em pH elevado.

Com relação aos ensaios de toxicidade os mesmos são extremamente relevantes, pois permitem avaliar o potencial e o nível de risco que os efluentes descartados poderiam vir a apresentar ao homem e ao meio ambiente na ocorrência de seu descarte; porquanto somente as análises físico-químicas tradicionalmente realizadas (DQO, DBO, etc.), cujos limites encontram-se estabelecidos nas legislações ambientais, não são capazes de distinguir entre as substâncias que afetam os sistemas biológicos e as que são inertes no ambiente. Por isso as análises consideradas tradicionais não são suficientes para avaliar o potencial de risco ambiental dos contaminantes (FERRARI et al., 2004; PANDARD et al., 2006).

### **3. Metodologia**

O trabalho de pesquisa e seus experimentos serão realizados no Laboratório de Pesquisa da Universidade La Salle sediado no município de Nova Santa Rita/RS e no laboratório de Ecogenotoxicologia localizado na sala 712B-1 na Universidade La Salle no município de Canoas/RS.

#### **3.1. Reagentes e Catalizadores**

O Peróxido de Hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 50% (Brentag Química Brasil) - será utilizado em todos os Processos Oxidativos Avançados e NaOH e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ambos, em concentração 1 N serão utilizados para a obtenção do pH inicial do meio reacional.

Sulfato Ferroso (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) - (Synth), utilizado no Reagente Fenton e o Sulfito de Sódio anidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) (Dinâmica) para interromper a reação das amostras coletas.

Todos os reagentes utilizados nas análises possuem grau analítico (P.A.) e as soluções foram preparadas com água deionizada (Milli-Q).



### 3.2. Efluente sintético

Geralmente, efluentes oriundos da indústria têxtil são compostos por materiais orgânicos, como corantes, álcool polivinílico (PVA) e ácido poliacrílico (PAA), e materiais inorgânicos tais como cloreto de sódio, sulfato de sódio e sulfato de magnésio. (MO J. et al, (2007). Assim, o efluente sintético que será utilizado nos ensaios foi elaborado conforme metodologia apresentada por MO J. et al, (2007), e sua composição está sendo apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição do efluente sintético

Composição	Concentração (g.L <sup>-1</sup> )
Corante	0,10
Álcool polivinílico	0,50
NaCl	0,25
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,75

Fonte: MO J. et al, (2007).

O corante utilizado na sintetização será o Preto de Amido 10B fabricado pela empresa Neon Comercial Ltda., a Tabela 2 apresenta os dados relacionado com o corante em questão.

Tabela 2 - Características do corante Preto de Amido 10B.

Formula molecular	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub> N <sub>8</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>9</sub> S <sub>2</sub>
Peso molecular	616,5
Forma	Sólido
Cor	Castanho escuro
Densidade bruta	~ 670 kg/m <sup>3</sup>
Solubilidade em água:	10 g/l (25°C)
Solubilidade 0,1% em Água	Líquido límpido azul escuro

Fonte: Própria do autor.

### 3.3. Equipamentos

#### 3.3.1. Medições de pH e Controle de Temperatura

As medições de pH e temperatura serão feitas com um pHgâmetro (HANNA - modelo HI 8424), previamente calibrado com solução tampão pH 4.0 e 7.0.

#### 3.3.2. Sistemas de Circulação e de Controle de Temperatura

O sistema de controle de temperatura é feito através de um banho termostático com bomba de recirculação lbrom, que permite manter a temperatura desejada no interior do reator. A Figura1 a seguir demonstra o banho termostático será utilizado nos ensaios experimentais.



Figura 1 – Banho termostático. Fonte: própria do autor.





### 3.3.3. Reator Fotoquímico

Os ensaios de degradação fotoquímica UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e Reagente Fenton serão realizados em um reator que apresenta um volume útil de 1.250 ml, onde serão utilizados 1.000 ml de efluente. Esse sistema dispõe de uma fonte de radiação UVC (radiação usada apenas no processo fotoquímico), oriundo de uma lâmpada da marca Osram de 9 W. Todo este sistema será revestido de papel alumínio para evitar a perda de radiação.

Para que a amostra fique em constante agitação durante os ensaios, no reator será instalado sobre um agitador magnético. A Figura a seguir, demonstra o sistema montado sendo realizados testes experimentais.



Figura 2 – Reator fotoquímico e outros equipamentos. Fonte: própria do autor.

### 3.3.4. Espectrofotômetro

O Espectrofotômetro é um instrumento utilizado para medir e comparar a quantidade de luz (radiação eletromagnética) absorvida, transmitida ou refletida por uma determinada amostra. O espectrofotômetro que será utilizado na pesquisa está apresentado na Figura 3.

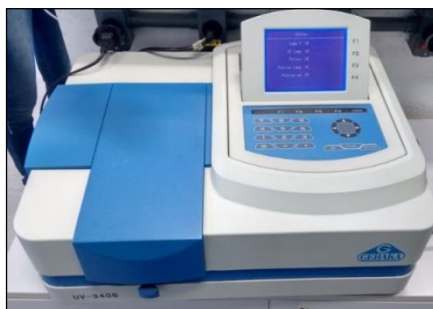


Figura 3 – Espectrofotômetro Gehaka VIS-340G. Fonte: própria do autor.

## 3.4. Planejamento Experimental - Tipo Box-Behnken

O Planejamento Box-Behnken é um planejamento que trabalha com três fatores e três níveis (BOX e BEHNKEN, 1960; BOX et al, 1978). Este planejamento permite a construção de um modelo polinomial de segunda ordem para caracterizar e/ou otimizar um processo com um menor número de experimentos. Este modelo inclui pelo menos um nível intermediário (0), estabelecido para cada combinação de fatores. O modelo apresenta a seguinte forma:

$$Y_i = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_1X_2 + a_5X_2X_3 + a_6X_1X_3 + a_7X_2^2 + a_8X_1^2 + a_9X_3^2 + E$$



Onde,  $a_0 - a_9$  são os coeficientes de regressão,  $X_1$  a  $X_3$  denotam os fatores,  $Y$  é a resposta medida associada com as combinações dos fatores e  $E$  representa o erro experimental.

A Tabela 1 mostra os fatores e seus níveis para o desenvolvimento de Box-Behnken e a 4, o planejamento experimental tipo Box-Behnken.

Tabela 1 - Fatores e seus níveis para o desenvolvimento de Box-Behnken.

<b>FATORES</b>	<b>NÍVEIS</b>			
<b>Fator A</b>	$X_1$	-1	0	1
<b>Fator B</b>	$X_2$	-1	0	1
<b>Fator C</b>	$X_3$	-1	0	1

Fonte: (BOX e BEHNKEN, 1960).

Tabela 4 - Planejamento experimental tipo Box-Behnken.

<b>EXPERIMENTO N.º</b>	<b>VARIÁVEIS CODIFICADAS</b>		
	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	1
6	1	0	1
7	-1	0	-1
8	1	0	-1
9	0	-1	1
10	0	1	1
11	0	-1	-1
12	0	1	-1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Fonte: (BOX e BEHNKEN, 1960).

### 3.5. Experimentos de degradação

Os experimentos propostos neste trabalho serão realizados nos sistemas e procedimentos descritos a seguir.

#### 3.5.1. Procedimento de degradação pelo processo Foto-químico UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Os ensaios deste processo serão realizados em um reator encamisado com temperatura controlada (20°C) por banho termostatizado. Sob agitação magnética será colocado 1 litro de efluente sintetizado e seu pH ajustado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e/ou NaOH) de acordo com o planejamento experimental. Em seguida, será adicionado o peróxido de hidrogênio nas concentrações estabelecidas para cada ensaio, instante no qual a fonte da radiação UVC estará sendo acionada e o tempo a ser cronometrado. Serão coletadas 30 ml para cada amostra utilizando-se de uma seringa e adicionadas em um frasco contendo 0,15 g de sulfato de sódio, para neutralização de residuais de peróxido (as amostras serão coletadas apenas no final do tempo do experimento). Na sequência serão analisadas suas absorvâncias no espectrofotômetro.



### 3.5.2. Procedimento de degradação pelo processo Reagente Fenton

Em um reator encamisado com temperatura controlada (20°C) por banho termostático, sob agitação magnética será colocado 1 litro de efluentes tratado seu pH ajustado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e/ou NaOH) de acordo com o planejamento do experimento. Em seguida, será adicionado o sulfato ferroso e peróxido de hidrogênio nas concentrações estabelecidas. Instante no qual, o tempo começará a ser cronometrado. No final de cada ensaio serão coletadas amostras de 30 ml e adicionadas em um frasco contendo 0,15 g de sulfito de sódio, para neutralização de resíduos de peróxido (as amostras serão coletadas apenas no final do tempo do experimento).

Após, a amostra coletada terá seu pH ajustado para 8 e será mantida em repouso por 1 hora para que o material em suspensão que foi floculado decante. No final desta etapa alíquotas serão retiradas, filtradas e analisadas.

### 3.5.3. Procedimento de degradação pelo processo Fenton Heterogêneo – Cavacos

Os procedimentos relacionados com o Processo Fenton Heterogêneo, que irá utilizar rejeito de usinagem – cavacos metálicos, ainda estão em fase de testes. Após estes testes poderemos definir o planejamento de experimento que será utilizado.

A Figura a seguir ilustra os cavacos que serão utilizados no processo Fenton Heterogêneo.



Figura 5 - Cavacos utilizados no processo Fenton Heterogêneo.

Fonte: Própria do autor.

### 3.6. Procedimento Analítico

As concentrações de corante nas soluções serão determinadas em um espectrofotômetro de absorção molecular modelo UV340G-Visível, marca GEHAKA. Para determinação das concentrações será montada uma curva de calibração a partir de padrões com concentrações conhecidas. A curva de calibração relaciona a concentração do corante com a área (integrada) obtida abaixo do espectro de absorção. As determinações das áreas dos espectros de absorção serão realizadas com o auxílio do software Origin 6.0.

### 3.7. Aspectos Éticos

O projeto de pesquisa já foi aprovado pela Comissão de Ética do Uso Animal da Universidade La Salle Canoas/RS em reunião no dia 03/08/2017 registrado com nº 002/2017 sob responsabilidade da Doutora Alessandra Marqueze.

### 3.8. Testes de Toxidade

Os experimentos e as análises laboratoriais relacionados aos ensaios toxicológicos serão realizados utilizando uma população experimental de peixes da espécie *Danio rerio*, conhecido como *zebrafish*, que serão adquiridos a partir de um fornecedor comercial ainda não definido.



### 3.8.1. Tempo de Exposição

Os *zebrafish* serão submetidos a uma exposição aguda ao contaminante. O tempo considerado como exposição aguda é de 48 horas conforme recomenda a norma de Ecotoxicologia aquática da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 15088:2011, para método estático com peixes.

### 3.8.2. Procedimentos com *Danio rerio*

Os peixes serão acondicionados em um aquário com as medidas (50x50x50cm), com 120 litros de água de abastecimento sem cloro por um período de 7 dias, para aclimação e a fim de eliminar possíveis agentes contaminantes que possam interferir em sua sobrevivência. A partir deste estoque os peixes serão transferidos e distribuídos nas unidades experimentais, 24 horas antes do experimento para aclimação.

No presente projeto, o foco com relação aos ensaios de toxicidade será a pesquisa em exposição aguda do efluente têxtil contendo o azo corante Preto de Amido 10B bruto e do efluente tratamento com os métodos propostos.

Para o desenvolvimento da metodologia será usado um  $n=10$  peixes. Os peixes *Zebrafish* (*Danio rerio*) serão divididos em grupos e colocados em aquários de abastecimento e bomba de oxigenação sem o carvão ativado, 24 horas antes da contaminação para minimizar o estresse.

Um aquário será o grupo controle, este, sem a presença de efluente têxtil utilizado. Nos demais aquários, total de 4, serão divididos em: 1 com o efluente bruto e nos outros 3 os efluentes oriundos das amostras que obtiveram os melhores resultados dos tratamentos propostos. A ilustração dos aquários pode ser visualizada na Figura abaixo.

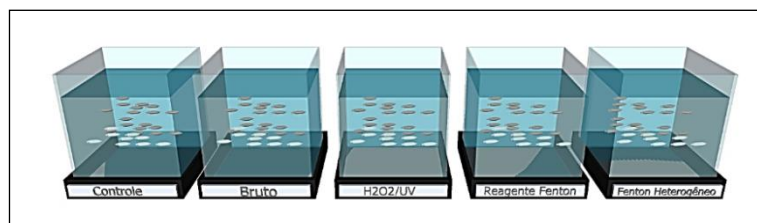


Figura 6 – Ilustração dos aquários. Fonte: própria do autor.

Durante o período da exposição aguda, às 48 horas, será analisado o pH, que deve ser de 6,5 a 7,5, o oxigênio dissolvido, que deve permanecer acima de 5 mg/L, e a temperatura que deve estar entre 23°C a 27°C, esta análise será feita nos 6 aquários.

Após o período de exposição aguda de 48 horas os peixes serão capturados com rede e serão crios anestesiados (Wilson et al., 2009), consequentemente eutanasiados. Até o dia da análise o material ficará preservado sob congelamento em equipamento refrigerado.

## 4. Considerações Finais

Devido ao fato que este trabalho está ainda na fase de projeto, não se tem resultados para considerar e discutir, contudo, é esperado que através dos Processos Oxidativos Avançados, que são tecnologias promissoras no tratamento de efluentes têxteis, e com a realização de experimentos, poderá se ter resultados que demonstrem a descoloração, degradação do efluente. Ainda será possível obter parâmetros que indiquem a toxicidade e a eficiências dos processos oxidativos avançados, através da determinação do glicogênio, glicose e lactato..

Também será possível, através da aplicação do Planejamento Experimental, obter Superfície de Resposta (MSR), que demonstrará as melhores condições de trabalho para cada fator utilizado.





**SEFIC2017**  
**UNILASALLE**

**A PESQUISA E O**  
**RESPEITO À DIVERSIDADE**

16 A 20 DE OUTUBRO DE 2017

ISSN 1983-6783

## Referências

CHAMPAGNE, D.L. et al.; **Translating rodent behavioral repertoire to zebrafish (*Danio rerio*):** Relevance for stress research. Behavioural Brain Research, Volume 214, Issue 2, Pages 332342, 2010.

DOS SANTOS A.B.; CERVANTES F.J.; VAN LIER, J.B. **A review on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: perspectives for anaerobic biotechnology.** Bioresource Technology, v.98, pp.2369-2385, 2007.

EGAN R.J. et al.; **Understanding behavioral and physiological phenotypes of stress and anxiety in zebrafish.** Behav. Brain Res. 205(1):38-44, 2009.

FERRARI, B.; et al.; **Environmental risk assessment of six human pharmaceuticals: are the current environmental risk assessment procedures sufficient for the protection of the aquatic environment?** Environmental Toxicology and Chemistry, 23, 1344–1354, 2004.

FONTAINE, E. et al; **Automated visual tracking for studying the ontogeny of zebrafish swimming.** The Journal of Experimental Biology. 211, 1305-1316, 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. Tese (Doutor em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

HOUK V. S., **The genotoxicity of industrial wastes and effluents: a review.** Mutat Res v.277, pp.91-138, 1992.

MO J. et al. **Pretreatment of a dyeing wastewater using chemical coagulants.** Science Direct. Dyes and Pigments v. 72. Pp. 240-245, 2007.

NOGUEIRA M. R. C., **Tratamento de efluentes líquidos através de adsorção e oxidação catalítica utilizando catalisadores mistos de ferro e manganês.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010.

PANDARD, P.; et al.; **Selecting a battery of bioassays for ecotoxicological characterization of wastes.** Sci. Total Environ. v.363, p.114-125, 2006.

PIATO, A.; et. al.; **Unpredictable chronic stress 62 model in zebrafish (*Danio rerio*): Behavioral and physiological responses.** Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry. 35: 561–567, 2010.

RAMOS I. R. A. **Aplicação de Membranas Dinâmicas ao Tratamento de Efluentes na Indústria Têxtil.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia do Ambiente). Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Portugal (2002).

SLEIMAN M. et al. **Photocatalytic degradation of azo dye Metanil Yellow: Optimization and kinetic modeling using a chemometric approach.** Applied Catalysis B: Environmental, v. 77, n. 1-2, p. 1-11, 2007.

VANDEVIVERE P. C.; BIANCHI R.; VERSTRAETE W. **Treatment and Reuse of Wastewater from the Textile Wet-Processing Industry: Review of Emerging Technologies.** J. Chem. Technol. Biotechnol. n.72, pp.289-302, 1998.



**SEFIC2017**  
**UNILASALLE**

**A PESQUISA E O  
RESPEITO À DIVERSIDADE**

**16 A 20 DE OUTUBRO DE 2017**

ISSN 1983-6783

VOGELPOHL A.; KIM S-M. **Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Wastewater Treatment.** Jour. Ind. Chem., v. 10, pp.33-40, 2004.

WESTERFIELD M. **The Zebrafish Book: A guide for the laboratory use of the zebrafish (Danio rerio).** 4th edition OR: University of Oregon, Institute of Neuroscience, Eugene, 2000.