



II-478 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DETOXIFICAÇÃO DE EFLUENTES TÊXTEIS ATRAVÉS DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POA's), UTILIZANDO *Daphnia magna* Straus COMO ORGANISMO BIOINDICADOR

Daiana Dalberto ⁽¹⁾

Bióloga formada na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Filipe Vargas Zerwes ⁽²⁾

Engenheiro Ambiental. Pesquisador do Grupo de Ciência e Tecnologia Ambiental - UNISC

Ênio Leandro Machado ⁽³⁾

Químico Industrial, Doutor em Engenharia (UFRGS). Professor Adjunto do Departamento de Química e Física - UNISC

Eduardo Alexis Lobo Alcayaga ⁽⁴⁾

Biólogo, Pós Doutor em Contaminação Aquática pelo Instituto Nacional de Recursos Ambientais, Japão (2000). Atualmente é Professor titular da Universidade de Santa Cruz do Sul, RS.

Endereço ⁽¹⁾: Avenida Independência, 2293 – Bairro Universitário – Santa Cruz do Sul - RS – CEP: 96815-900 – Brasil – Tel.: (51)3717-7545 – daianapru@yahoo.com.br

RESUMO

O setor têxtil é um dos pioneiros do processo de industrialização do Brasil. Estas indústrias se desenvolveram e atualmente se destacam entre as oito principais atividades fabris do país, tornando-se assim um dos segmentos produtivos de maior importância. Podemos destacar, como atividades geradoras de resíduos potencialmente tóxicos ao meio ambiente, os efluentes da indústria têxtil, particularmente aqueles oriundos das etapas de tingimento, enxágüe e centrifugação, por apresentarem elevadas cargas de matéria orgânica e salinidade, especialmente corantes em suspensão. A cor aparente então conferida ao efluente pode ser removida por neutralização de cargas da dupla camada elétrica. Convencionalmente faz-se a combinação da coagulação/floculação para descolorimento dos efluentes, usando coagulantes metálicos (sais de alumínio) e polieletrólito catiônico. Em função do comprometimento da sustentabilidade ambiental dos ecossistemas receptores deste efluente, o mesmo necessita de uma correta disposição final. A detoxificação deste efluente é possível através de Processos Oxidativos Avançados (POA's), (destacando o processo de fotocatalização), cujos resultados podem ser avaliados através do monitoramento ecotoxicológico. Este monitoramento é apropriado por fornecer informações sobre o perigo potencial de uma substância sobre a biota aquática. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar ecotoxicologicamente efluentes têxteis, antes e depois da aplicação do POA fotocatalização, utilizando o microcrustáceo *Daphnia magna* Straus como organismos teste. A norma ABNT 12713 (2004) foi seguida para a realização do cultivo e testes com o referido organismo. Foi estimado a CE(I)50 48h (Concentração Efetiva Inicial mediana – concentração da amostra no início do ensaio, que causa efeito agudo a 50% dos organismos em 48h, nas condições de ensaio), de cada teste ecotoxicológico com o referido organismo. Para determinação dos resultados foi utilizado o método estatístico Trimmed Spearman-Kärber. Resultados revelaram que a amostra bruta apresentou CE(50) 48h 70,7%, sendo considerado medianamente tóxico. As amostras tratadas apresentavam diferentes pHs. Uma das amostras tratadas apresentou pH: 7 e CE(50) 48h 29,7% e a outra amostra apresentou pH: 7,6 e CE(50) 48h 41,7%, sendo as duas consideradas altamente tóxicas. Para duas réplicas de pH: 7,6, foi calculado média \pm desvio-padrão (C.V= 79,4%). Com os testes ecotoxicológicos foi averiguado a necessidade de correção de pHs, visto que este é um parâmetro exigido pela legislação vigente para liberação de efluentes líquidos a um corpo receptor, juntamente com outras análises. É perceptível a diferença de toxicidade da mesma amostra com pHs diferentes, sendo a amostra de pH: 4 extremamente tóxica, com CE(50) 48h de 11% e a de pH: 7,6 medianamente tóxica, com CE(50) 48h de 65,1%. Nota-se que a amostra com pH corrigido ficou no mesmo nível de toxicidade da amostra bruta, passando de extremamente tóxica a medianamente tóxica. A legislação diz que um pH ideal para ser lançado em um corpo receptor é entre 6 e 9. Com pH: 7,6, duas amostras tratadas apresentaram toxicidade completamente diferentes, sendo uma amostra com CE(50) 48h de 18,3% e a outra de CE(50) 48h de 65,1%, sendo consideradas extremamente tóxica e medianamente tóxica, respectivamente. Com esta significativa diferença de toxicidade, fica clara a necessidade de aumentar o número de réplicas para as amostras para que ocorra uma maior precisão das amostras.

PALAVRAS-CHAVE: Ecotoxicologia, detoxificação, *Daphnia magna*, POA's, Efluente têxtil.

INTRODUÇÃO

A água é essencial para a manutenção dos recursos hídricos e indispensáveis para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Desta forma, os efluentes líquidos que são lançados nos corpos receptores sem tratamento adequado, acabam comprometendo a sobrevivência das populações aquáticas.

Impactos irreversíveis ao ecossistema aquático podem ser causados devido a quantidade e variedade de poluentes lançados no ar, solo ou diretamente nos corpos d'água. Sendo assim, programas de monitoramento ambiental são fundamentais para avaliar e prever impactos, visto que fornecem informações relevantes sobre a extensão da poluição, do impacto provável, permitem avaliar a eficiência de ações mitigadoras adotadas com o propósito de reduzir ou eliminar a origem da contaminação e podem ser utilizados na avaliação de normas ou guias que estejam em vigor, elaborados com fins de proteção ambiental.

A ecotoxicologia é uma moderna ciência que estuda o impacto potencialmente deletério de substâncias ou compostos químicos que constituem poluentes ambientais sobre os organismos vivos. Como objetivos da ecotoxicologia estão inseridos: avaliar a toxicidade de poluentes em laboratório e no meio ambiente; compreender os mecanismos de ação de substâncias tóxicas e avaliar o risco que substâncias ou compostos químicos tóxicos apresentam para o meio ambiente.

Dentre os segmentos industriais geradores de efluentes contendo poluentes orgânicos persistentes destacam-se o de fármacos, pesticidas, petroquímicos, têxteis e de lavanderias, entre outros. Especificamente para o setor têxtil e de lavanderias, considera-se que no processo utilizam-se corantes solúveis e não solúveis em meio aquoso, nonilfenóis etoxilados e sais quaternários de amônio que são os principais poluentes no meio aquático. Tais insumos deveriam ser recuperados no processo de tingimento através de recirculação e/ou reutilização do banho. Desafios pertinentes a qualidade das peças de tecidos tingidas, com banhos reutilizados, demandam investigações, quanto ao método de tingimento, segregação dos efluentes e métodos mais limpos para remediar os banhos de tingimento não mais recirculáveis.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar ecotoxicologicamente efluentes têxteis produzidos em laboratório, antes e depois da aplicação de POA's (processos oxidativos avançados - processo de eletroflotação).

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de efluentes têxteis brutos e tratados com POA's foram testados ecotoxicologicamente, utilizando o microcrustáceo *Daphnia magna* Straus, 1820 (figura 1).

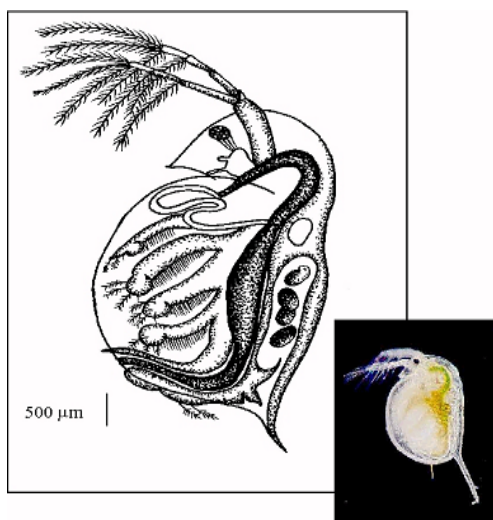


Figura 1: Organismo teste *Daphnia magna*



A escolha por *Daphnia magna* como organismo teste fundamenta-se principalmente por:

- os descendentes são geneticamente idênticos, assegurando uma uniformidade de respostas nos ensaios;
- a cultura em laboratório sob condições controladas é fácil e sem grandes dispêndios;
- manuseio simples;
- a espécie reage sensivelmente à ampla gama de agentes nocivos;
- o ciclo de vida e de reprodução é curto;
- *Daphnia magna* é reconhecido internacionalmente como organismo teste.

Para a realização do presente trabalho, efluentes sintéticos foram fabricados em laboratório. Os efluentes foram testados na sua forma bruta e após aplicação dos POA's, destacando o processo de eletroflotação.

O nível de sensibilidade do organismo teste *Daphnia magna* foi testado, tendo o dicromato de potássio como a substância de referencia. Os testes ecotoxicológicos foram realizados expondo os organismos jovens a diferentes concentrações da amostra, por 48h. Baseando-se na imobilidade dos organismos testados, calculou-se a porcentagem de imobilidade por concentrações e estimou-se a CE(I)50 48h (Concentração Efetiva Inicial Mediana - concentração da amostra no início do ensaio que causa efeito agudo a 50% dos organismos em 48h, nas condições de ensaio) calculada utilizando o método estatístico Trimmed Sperman-Karber Method (Hamilton, 1979) para dados não paramétricos.

Metodologia de Cultivo e Teste

A presente pesquisa desenvolveu-se no Laboratório de Ecotoxicologia da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC. Os procedimentos metodológicos da rotina de ecotoxicologia utilizados no mesmo seguem as normas da ABNT 12713 (2004). Sendo utilizado para a realização dos testes de toxicidade o microcrustáceo *Daphnia magna* como organismo bioindicador.

O cultivo é realizado em 12 lotes usando beckers de 2L, contendo cada um o meio de cultura com 25 a 30 indivíduos. Estes são alimentados diariamente com cultura algácea, sendo utilizada a alga *Scenedesmus subspicatus*. As culturas são mantidas a 20°C e em fotoperíodo de 16 horas dentro de um germinador.

Diariamente retiram-se as mudas e os filhotes, e duas vezes por semana é realizada a manutenção dos lotes, ou seja, a troca do meio de cultura. Além disso, uma vez por mês os indivíduos são testados em nível de sensibilidade com dicromato de potássio, visando assegurar a qualificação dos testes de toxicidade.

Para a realização dos testes de toxicidade, expõem-se os neonatos (2 a 26 h de idade) a soluções contendo o efluente. A partir da amostra são preparadas cinco diluições e um controle, sendo as diluições realizadas com precisão volumétrica utilizando-se progressão geométrica de razão $\frac{1}{2}$, (figura 2).

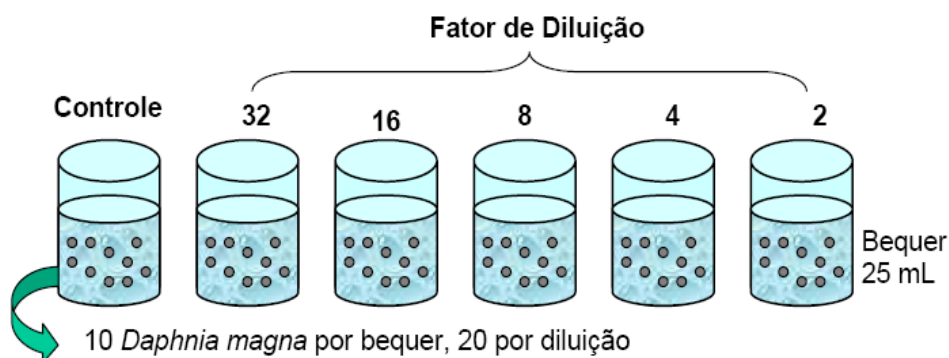


Figura 2: Diluições testes ecotoxicológicos.

Os organismos teste são acrescentados aos beckers fazendo-se a distribuição sempre da menor para a maior concentração do agente tóxico, iniciando pelo controle. Os frascos são cobertos com filme PVC e levados para germinadora de teste.



Durante o teste os organismos não são alimentados nem ficam expostos à luz. Após o tempo de prova se estabelece um número de indivíduos imóveis por concentração. O resultado do teste aponta a menor quantidade de diluição que causa efeito agudo sobre os organismos.

Processamento da informação

A partir dos resultados das determinações da CE(I)50 48h foi utilizada uma escala de toxicidade relativa, conforme mostra a tabela 1 (Lobo *et al.*, 2006).

Tabela 1: Escala de toxicidade relativa para CE50 48h (%) com *Daphnia magna*.

Percentil	CE(I)50	Toxicidade relativa
25º	<25%	Extremamente tóxica
50º	25-50%	Altamente tóxica
75º	50-75%	Medianamente tóxica
	>75%	Pouco tóxica

No processamento da informação, empregou-se a estatística descritiva para a tabulação dos dados e sua ilustração gráfica, como por exemplo, gráfico de barras (histogramas) para a visualização e interpretação da distribuição percentual dos resultados dos testes de toxicidade (Johnson e Bhattacharyya, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme avaliação ecotoxicológica, o resultado para a amostra bruta apresentou CE(50) 48h 70,7%, sendo considerado medianamente tóxico. As amostras tratadas apresentavam diferentes pHs. Uma das amostras tratadas apresentou pH: 7 e CE(50) 48h 29,7% e a outra amostra apresentou pH: 7,6 e CE(50) 48h 41,7%, sendo as duas consideradas altamente tóxicas. Para duas réplicas de pH: 7,6, foi calculado média \pm desvio-padrão (C.V= 79,4%), figura 3.

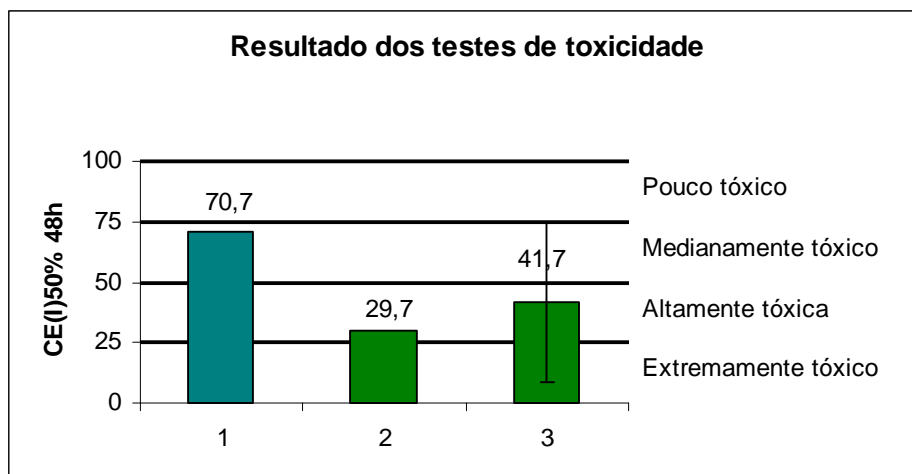


Figura 3: Resultado dos testes de toxicidade com efluente têxtil bruto (1) e tratado (2 pH: 7 e 3 pH: 7,6). O efluente 3 apresenta média \pm desvio-padrão de duas réplicas (C.V=79,4%).

Pode ser vista na figura 4, a necessidade de correção de pH, já que este é um parâmetro exigido pela legislação vigente para liberação de efluentes líquidos a um corpo receptor, juntamente com outras análises. É perceptível a diferença de toxicidade da mesma amostra com pHs diferentes, sendo a amostra de pH: 4 extremamente tóxica, com CE(50) 48h de 11% e a de pH: 7,6 medianamente tóxica, com CE(50) 48h de 65,1%.

Nota-se que a amostra com pH corrigido ficou no mesmo nível de toxicidade da amostra bruta, passando de extremamente tóxica a medianamente tóxica. A legislação diz que um pH ideal para ser lançado em um corpo receptor é entre 6 e 9.

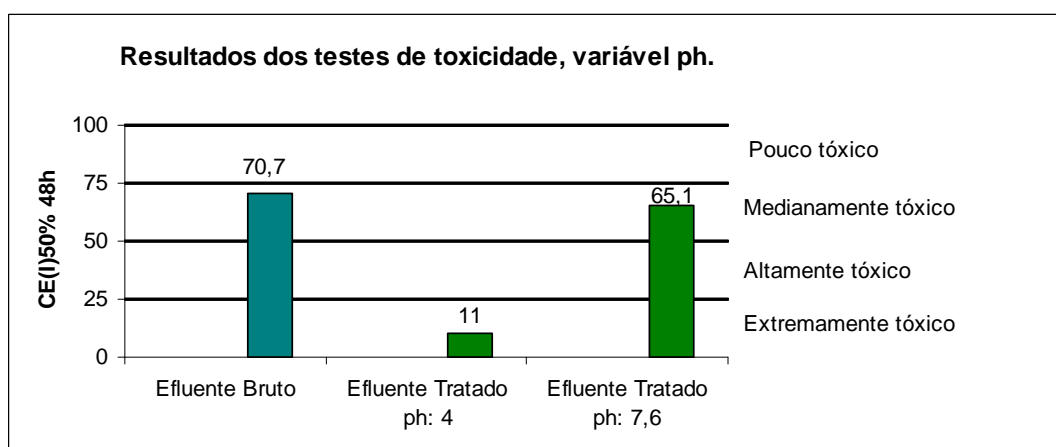


Figura 4: Comparação dos resultados mudando a variável pH.

Com pH: 7,6, duas amostras tratadas apresentaram toxicidade completamente diferentes como mostra a figura 5, sendo uma amostra com CE(50) 48h de 18,3% e a outra de CE(50) 48h de 65,1%, sendo consideradas extremamente tóxica e medianamente tóxica, respectivamente. Com esta significativa diferença de toxicidade, fica clara a necessidade de aumentar o número de réplicas para as amostras para que ocorra uma maior precisão das amostras.

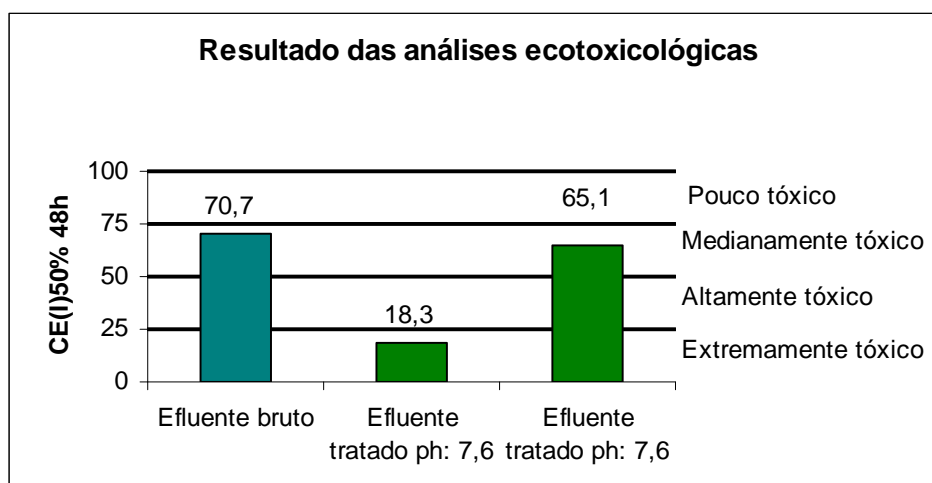


Figura 5: Diferença de resultados para o mesmo efluente, mostrando necessidade de maior número de réplicas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados revelaram que o tratamento de eletroflotação não é eficiente para este efluente, do ponto de vista da ecotoxicologia, uma vez que as amostras tratadas apresentaram-se mais tóxicas do que a amostra bruta. Porém, do ponto de vista químico, estes resultados poderiam ser explicados considerando que a anodização do eletrodo metálico utilizado no processo de eletroflotação pode gerar hipoclorito de sódio, manganês e subprodutos oxidados, contribuindo para aumentar a toxicidade do efluente. Desta forma, novos ensaios laboratoriais deverão ser realizados para a comprovação desta hipótese.

Em função do alto desvio-padrão obtido ($C.V = 79,4\%$), recomenda-se aumentar o número de réplicas na tentativa de aumentar a precisão das amostras.

Com base nestes resultados é necessário dar continuidade à pesquisa com este efluente.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12713: Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com Daphnia spp (Cladocera, Crustácea)*. Rio de Janeiro, 2004. 21p.
2. HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. *Trimmed Spearman-Kärber method for calculation of EC50 and LC values in bioassays*. Burlington research inc.fci. tecnol. N. 11, v. 7, p. 114-119. 1979.
3. JOHNSON, R., BHATTACHARYYA, G. *Statistics: Principles and Methods*. New York: John Wiley & Sons, 1986. 578p.
4. LOBO, E. A.; RATHKE, F.S.; BRENTANO, D. M. Ecotoxicologia aplicada: o caso dos produtores de tabaco na bacia hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil. p. 41-68. In: ETGES, V. E.; FERREIRA, M. A. F. *A produção do tabaco: impacto no ecossistema e na saúde humana na região de Santa Cruz do Sul/RS*. Santa Cruz do Sul: EDINISC, 2006. 248p.