

BIOENSAIOS USADOS PARA A AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE LODOS GERADOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIAS TÊXTEIS

Gomes, L.S.; Silva, F.A.; Barbosa, S.; Kummrow, F.*

Universidade Federal de Alfenas; Alfenas-MG.

*fabio@unifal-mg.edu.br

Palavras-chave: Lodo têxtil, bioensaios, toxicidade, genotoxicidade.

Introdução

O setor têxtil é classificado como de alto potencial poluidor, pois apresenta elevado consumo de água e energia elétrica, utiliza produtos tóxicos em seus processos, produz e lança grandes volumes de efluentes, que quando tratados, geram quantidades elevadas de lodo e outros resíduos sólidos (MATHUR et al., 2007; SHARMA et al., 2007).

O destino final desse lodo é um grande problema, pois nesses resíduos podem estar presentes altas concentrações de substâncias tóxicas conhecidas e desconhecidas, bem como os seus produtos de transformação, que podem ser produzidos durante o próprio tratamento ou ainda no meio ambiente por processos bióticos e abióticos (HEWITT; MARVIN, 2005). Devido a esses fatores determinar quimicamente todos os toxicantes presentes em amostras de lodo é uma tarefa impraticável (KAPANEN; ITÄVAARA, 2001; WILKE et al., 2008). Nesse contexto, os bioensaios podem ser utilizados para complementar a avaliação química do lodo, pois podem integrar os efeitos de todos os agentes tóxicos, inclusive as possíveis interações entre efeitos (aditivos, antagônicos e sinérgicos), sendo sensíveis à fração biodisponível dos toxicantes presentes (KAPANEN; ITÄVAARA, 2001). Porém, pouca atenção tem sido dada ao uso de testes ecotoxicológicos para a caracterização de lodos (WILKE et al., 2008). Assim, esse trabalho teve por objetivo averiguar os bioensaios já utilizados para avaliação de toxicidade de lodo gerado por indústrias do setor têxtil.

Materiais e Métodos

A proposta desse trabalho foi realizar uma revisão dos estudos que utilizam bioensaios para a avaliação de toxicidade de lodos gerados pelo setor têxtil. Para tanto, foram efetuados levantamentos de artigos científicos publicados entre os anos de 1998 e 2008 nas bases de dados Lilacs, Pubmed, Scielo, Scirus e também no Google scholar utilizando os descritores: *Textile sludge*, *Toxicity* e *Genotoxicity*.

Resultados e Discussão

Foram encontrados nove artigos que avaliaram a toxicidade de lodo do setor têxtil através de diferentes bioensaios. A Tabela 1 apresenta um resumo dos bioensaios utilizados e dos principais resultados encontrados nesses estudos.

Os bioensaios com plantas foram os mais utilizados nos estudos encontrados e diferentes parâmetros foram avaliados, entre eles germinação de sementes, alongamento de raízes e formação de biomassa foram os mais empregados. Embora, o alongamento de raízes apresente boa sensibilidade à presença de metais e a compostos orgânicos, a produção de biomassa parece ser o parâmetro mais sensível para a avaliação desse tipo de resíduo. As amostras de lodo têxtil fresco foram as que apresentaram maior toxicidade para plantas e o processo de compostagem se mostrou eficiente para a redução da fitotoxicidade. O ensaio com algas é amplamente utilizado, pois esses organismos são importantes na manutenção do equilíbrio de ambientes aquáticos. Nesse ensaio a produção de biomassa é normalmente o parâmetro avaliado. No estudo de Rosa et al. (2007a) foram observados resultados positivos apenas para amostras de lodo têxtil fresco.

Para avaliação de toxicidade aguda os bioensaios com *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri* são considerados como padrão internacional (RODRIGUES; PAWLOWSKY, 2007). Particularmente, a *D. magna* tem como principais vantagens a sua alta sensibilidade, curto ciclo reprodutivo e baixo custo. Para as amostras avaliadas, o bioensaio com *D. magna* foi bastante eficiente na detecção de toxicidade, tanto de amostras frescas, quanto estabilizadas. Para *V. fischeri*, apenas lodo fresco apresentou toxicidade.

Rosa et al. (2007a) avaliaram lodo fresco e estabilizado utilizando diferentes bioensaios e seus resultados demonstraram a seguinte sensibilidade decrescente: algas semelhantes (~) a plantas (formação de biomassa) > plantas (germinação) ~ microcústeos > bactérias ~ peixes > anelídeos. Também foi observado que entre os organismos aquáticos a *D. Magna* apresentou maior sensibilidade em relação aos peixes (*Poecilia reticulata*), em que foi observada toxicidade apenas para o lodo fresco. Nesse estudo, as minhocas apresentaram menor sensibilidade aos toxicantes presentes nas amostras, não sendo observados resultados positivos.

O bioensaio com *V. fischeri* foi o ensaio com bactérias mais utilizado para a avaliação de lodo têxtil. Durante seu metabolismo, esse microrganismo utiliza parte da energia obtida no ciclo de Krebs para emitir luz. Dessa forma, ao entrar em contato com substâncias tóxicas, capazes de inibir a produção de energia, as bactérias cessam ou diminuem essa emissão. Suas maiores vantagens são: rapidez (15 min.), sensibilidade, reprodutibilidade e baixo consumo de amostra. Novamente, apenas lodo fresco apresentou toxicidade para as amostras avaliadas (PARK et al., 2005; RODRIGUES; PAWLOWSKY, 2007; ROSA et al., 2007a). Park et al. (2005) utilizaram os bioensaios com rotífero marinho e *V. fischeri* para avaliar amostras de lodo têxtil e os resultados obtidos permitiram concluir que ambos organismos apresentaram sensibilidade satisfatória, porém o *V. fischeri* foi relativamente mais sensível, sendo útil para discriminar amostras com pequenas diferenças de toxicidade.

Apenas um trabalho foi encontrado cuja abordagem tratava da genotoxicidade desse tipo de amostras, e o bioensaio utilizado foi o teste Salmonella/microsoma (teste de Ames). Esse teste é o mais utilizado mundialmente para avaliação de mutagenicidade de amostras de interesse ambiental. Nesse estudo, as amostras foram submetidas a um procedimento de extração orgânica que permite a recuperação de compostos apolares como as aminas aromáticas, principais componentes de corantes, além de corantes genotóxicos possivelmente presentes nesse tipo de resíduo. Das quinze amostras avaliadas nesse estudo doze apresentaram atividade mutagênica especialmente para a linhagem TA98 na presença de ativação metabólica (mistura S9) (UMBUZEIRO et al., 2004).

Conclusão

A destinação final de lodos gerados no tratamento de efluentes domésticos e industriais permanece como um dos maiores desafios da atualidade. Sua aplicação em solos agrícolas tem sido considerada como uma opção viável devido a sua alta concentração de nutrientes e composição rica em matéria orgânica, fato que confere a esse tipo de resíduo, propriedades fertilizantes e/ou condicionadoras de solo. Contudo, a disposição incontrolada de lodo pode resultar em impacto ambiental de grandes proporções. Visando minimizar esses impactos, poluentes prioritários devem ser determinados, bem como a toxicidade desse tipo de resíduo. Nesse contexto, o uso de bioensaios é essencial para avaliação da sua toxicidade. Como os diferentes organismos utilizados em bioensaios apresentam sensibilidades distintas e os vários ensaios avaliam parâmetros diversos, um único teste pode não ser suficiente para detectar todos os efeitos biológicos causados pelos componentes desse tipo de lodo, sendo aconselhável o uso de vários bioensaios para uma ampla avaliação.

Tabela 1. Resumo dos estudos sobre avaliação de toxicidade de lodos têxteis. Unifal-MG. Alfenas-MG, 2008.

Bionsaios com plantas e algas					
Espécies	Parâmetro avaliado	Amostras	Preparo das amostras	Resultados	Ref.
Soja e trigo – sementes	Germinação das sementes e alongamento das raízes	Lodo têxtil fresco e lodo compostado (90 dias de compostagem)	Extratos aquosos	Não foi observada toxicidade para as amostras de lodo compostado. Lodo têxtil apresentou efeitos tóxicos para ambas as espécies sendo o trigo mais sensível.	Araújo et al., (2001)
Soja (IAC Foscari) e trigo (IAC 305) - plântula	Massa da matéria seca total, altura da parte aérea, comprimento radicular, conteúdo de clorofila e atividade da peroxidase	Lodo têxtil compostado com cavacos de madeira	Lodo compostado adicionado de água e solução de Hoagland	Houve diminuição da massa de matéria seca, da altura da parte aérea, do comprimento radicular e do conteúdo de clorofila de ambas espécies. Aumento na atividade da peroxidase. Concentrações mais elevadas causaram sinais de toxicidade nas folhas.	Araújo et al., (2005)
Soja (IAC Foscari) e trigo (IAC 305) - plântula	Germinação, massa da matéria seca total, altura da parte aérea, comprimento radicular	Lodo têxtil compostado (90 dias de compostagem)	Extratos aquosos (I) e lodo compostado adicionado de solução de Hoagland (II)	Para os extratos aquosos (I) não foi observada toxicidade. Para as amostras adicionadas com Hoagland (II) houve diminuição da massa seca total, do comprimento da parte aérea e das raízes.	Araújo e Monteiro, (2005)
Soja e feijão caupi	Massa de matéria seca das raízes e dos brotos, fixação de nitrogênio (N), atividade da glutatona sintetase, teor de leghemoglobina e nodulação	Lodo têxtil compostado com cavacos de madeira	Lodo compostado adicionado a Latossolo amarelo - Podzol	Houve diminuição na massa seca das raízes e dos brotos para ambas espécies. A atividade da glutatona sintetase e o teor de leghemoglobina não foram afetados. Não houve toxicidade sobre a fixação N.	Araújo et al., (2007)
Rúcula (<i>Eruca sativa</i> L.)	Peso seco dos brotos.	Lodo têxtil e estabilizado	Extratos aquosos	Ambos os tipos de lodo apresentaram toxicidade. O lodo fresco mostrou-se mais tóxico do que lodo estabilizado	Rosa et al., (2007b)
Alga (<i>Scenedesmus subspicatus</i>) e repolho (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>)	Algas - inibição do crescimento. Repolho - germinação e formação de biomassa	Lodo têxtil fresco e estabilizado	Extratos aquosos para algas e lodo adicionado a Podzólico vermelho-amarelo para o repolho	Para o repolho o lodo fresco apresentou efeitos tóxicos para ambos os parâmetros. Para as algas apenas o lodo fresco apresentou toxicidade. Não foi observada toxicidade para o lodo estabilizado	Rosa et al., 2007a.
Bionsaios com organismos aquáticos					
Microcrustáceo (<i>Daphnia magna</i>)	Imobilização	Lodo de tratamento de efluentes de tingimento e lodo de tratamento de indústria têxtil	Extratos aquosos	Ambas as amostras demonstraram toxicidade.	Rodrigues e Pawlowsky, (2007)
Microcrustáceo (<i>Daphnia magna</i>) e peixes (<i>Poecilia reticulata</i>)	Mortalidade	Lodo têxtil fresco e estabilizado	Extratos aquosos	Os dois tipos de amostras apresentaram toxicidade para <i>Daphnia magna</i> . Para os peixes apenas o lodo fresco apresentou toxicidade.	Rosa et al., (2007a)
Rotífero (<i>Brachionus plicatilis</i>)	Mortalidade e Inibição do crescimento populacional	Lodo de tratamento de efluentes de tingimento	Extratos aquosos	Foi observada alta toxicidade	Park et al., (2005)
Bionsaios com bactérias					
<i>Vibrio fischeri</i>	Inibição da luminescência	Lodo de tratamento de efluentes de tingimento e lodo de tratamento de indústria têxtil	Extratos aquosos	Apenas a amostra do lodo da indústria têxtil apresentou toxicidade	Rodrigues e Pawlowsky, (2007)
<i>Vibrio fischeri</i>	Inibição da luminescência	Lodo têxtil fresco e estabilizado	Extratos aquosos	Apenas o lodo fresco apresentou efeito tóxico	Rosa et al., (2007a)
<i>Vibrio fischeri</i>	Inibição da luminescência	Lodo de tratamento de efluentes de tingimento	Extratos aquosos	Foi observada alta toxicidade	Park et al., (2005)
<i>Salmonella typhimurium</i> TA98 e TA100	Mutagenicidade (teste Salmonella/microsossoma)	Lodo de tratamento de efluentes de tingimento	Extratos orgânicos (metanol)	Das 15 amostras analisadas, 12 apresentaram resultados positivos especialmente com a linhagem TA98 na presença de ativação metabólica (S9)	Umbuzeiro et al., (2004)
Bionsaios com organismos terrestres					
Mínhocas (<i>Eisenia foetida</i>)	Formação de biomassa	Lodo têxtil fresco e estabilizado	Lodo adicionado a Podzólico vermelho-amarelo	Não foi observada toxicidade para ambas as amostras.	Rosa et al., (2007a)

De acordo com os resultados encontrados na literatura podemos concluir que devem ser desenvolvidos novos estudos a fim de estabelecer estratégias, envolvendo preparo das amostras e utilização dos diferentes bioensaios, adequadas à avaliação desse tipo de resíduo garantindo assim a sua correta destinação e minimizando os seus impactos ambientais.

Referências

- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Plant bioassay to assess toxicity of textile sludge compost. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 286-290, 2005.
- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R.; CARDOSO, P.F. Composto de lodo têxtil em plântulas de soja e trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 549-554, 2005.
- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R.; CARDOSO, P.F. Effect of composted textile sludge on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea. **Bioresource Technology**, Fayetteville, v. 98, p. 1028-1032, 2007.
- ARAÚJO, A.S.F.; SAHYOUN, F.K.; MONTEIRO, R.T.R. Evaluation of toxicity of textile sludge compost on seed germination and root elongation of soybean and wheat. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 2, p. 117-119, 2001.
- HEWITT, L.M.; MARVIN, C.H. Analytical methods in environmental effects-directed investigation of effluents. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 589, p. 208-232, 2005.
- KAPANEN, A.; ITÄVAARA, M. Ecotoxicity Tests for Compost Applications. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 49, p. 1-16, 2001.
- MATHUR, N.; BHATNAGAR, P.; MOHAN, K.; BAKRE, P.; NAGAR, P.; BIJARNIA, M. Mutagenic evaluation of industrial sludge from common effluent treatment plant. **Chemosphere**, Oxford, v. 67, p. 1229-1235, 2007.
- PARK, G.S.; CHUNG, C.S.; LEE, S.H.; HONG, G.-H.; KIM, S.H.; PARK, S.Y.; YOON, S.J.; LEE, S.M. Ecotoxicological Evaluation of Sewage Sludge Using Bioluminescent Marine Bacteria and Rotifer; **Ocean Science Journal**, Seoul, v. 40, n. 2, p. 91-100, 2005.
- RODRIGUES, N.L.V.B.; PAWLOWSKY, U. Testes de toxicidade aguda através de bioensaios no extrato solubilizado dos resíduos Classe II A – Não inertes e Classe II B – Inertes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 8-16, 2007.
- ROSA, E.V.C.; GIURADELLI, T.M.; CORRÊA, A.X.R.; RÖRIG, L.R.; SSHWINGEL, P.R.; RESGALLA-JR., C.; RADETSKI, C.M. Ecotoxicological evaluation of the short term effects of fresh and stabilized textile sludges before application in forest soil restoration. **Environmental Pollution**, Barking, v. 146, p. 463-469, 2007a.
- ROSA, E.V.C.; MATERA, L.; SOUZA-SIERRA, M.M.; RÖRIG, L.R.; VIEIRA, L.M.; RADETSKI, C.M. Textile sludge application to non-productive soil: Physico-chemical and phytotoxicity aspects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 68, p. 91-97, 2007b.
- SHARMA, K.P.; SHARMA, S.; SHARMA, S.; SINGH, P.K.; KUMAR, S.; GROVE, R.; SHARMA, P.K. A comparative study on characterization of textile waste waters (untreated and treated) toxicity by chemical and biological tests. **Chemosphere**, Oxford, v. 69, p. 48-54, 2007.
- UMBUZEIRO, G.A.; ROUBICEK, R.A.; OLIVEIRA, D.P.; MURAKAMI, D.; COIMBRÃO, C.A.; STRAUS, E.L. Mutagenic activity of sludge samples generated in dyeing processing textile plants. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 29-36, 2004.
- WILKE, B.M.; RIEPERT, F.; KOCH, C.; KÜHNE, T.; Ecotoxicological characterization of hazardous wastes. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 70, p. 283-293, 2008.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.