



SETAC – Brazil

## Testes de Toxicidade com *Daphnia magna*: Uma Ferramenta para Avaliação de um Reator Experimental UASB

K. DOS SANTOS LAITANO & W. G. MATIAS\*

Departamento de Engenharia Sanitária-Ambiental, UFSC, LABTOX,  
Campus Universitário, Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC

### RESUMO

Testes de toxicidade com organismos aquáticos constituem uma ferramenta efetiva para avaliação, predição ou detecção dos efeitos dos poluentes sobre os organismos vivos. Embora existam diversos sistemas de tratamento de esgotos e de resíduos implantados, a maioria apresenta problemas de funcionamento e não cumpre com sua finalidade de tratamento e disposição correta desses resíduos. Reatores UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente) têm sido utilizados com sucesso para tratamento de efluentes e de lixiviados provenientes de outros sistemas de tratamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de um reator experimental do tipo UASB no tratamento de lixiviado, por meio de testes de toxicidade aguda com *Daphnia magna*. Foram realizadas 16 coletas de efluente ao longo de 6 meses, antes e após o tratamento no reator. O acompanhamento da toxicidade dos efluentes antes e após o tratamento no reator UASB permitiu detectar alterações provenientes da própria operação do sistema de tratamento. Os resultados indicam que o tratamento de efluentes nesse tipo de reator pode reduzir a toxicidade original das amostras em até 80%. Contudo, os baixos valores de  $CE_{50}$  encontrados nos testes demonstram a presença de alta toxicidade para todas as amostras. Quanto aos parâmetros físico-químicos monitorados, observamos a capacidade desse tipo de reator tratar lixiviados mesmo utilizando diferentes cargas orgânicas, pois a taxa de remoção de DQO foi constante ao longo de todo o período. Os testes de toxicidade usados no presente trabalho estão baseados no efluente como um todo e podem fornecer um caminho para avaliar um efluente na ausência de informações detalhadas sobre as substâncias que o mesmo contém. A vantagem de usar organismos vivos para detectar a toxicidade é que os efeitos observados são realmente aqueles provocados pelas substâncias que estão biodisponíveis, ou que estão numa forma em que afetam diretamente os organismos. Esforços devem ser direcionados para aumentar a eficiência desse reator, melhorando ainda mais a qualidade dos efluentes tratados nesse sistema.

*Palavras-chave:* testes de toxicidade, *Daphnia magna*, reator UASB, lixiviado.

### ABSTRACT

#### **Toxicity tests with *Daphnia magna*: a tool to evaluate a experimental UASB reactor**

Toxicity bioassay with aquatic organisms are an effective tool to assess, predict or simply detect pollution effects on living organisms. Although diverse systems of sewage treatment systems exist, the majority of them presents have functioning problems and they do not fulfill with its purpose of treatment and correct disposal of these residues. UASB reactors (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) have been used to treat effluents and leachate deriving from other treatment systems. The aim of this research was evaluate the efficiency of an experimental UASB reactor in the leachate treatment, utilizing acute toxicity tests with *Daphnia magna*. Sixteen effluent samples were collected during six months, before and after the reactor's

\* Corresponding author: William Gerson Matias, e-mail: will@ens.ufsc.br.

treatment. The effluent toxicity evaluation allowed the detection of changes caused by the own treatment system operation. Results showed that the effluent treatment in this kind of reactor could reduce toxicity up to 80%, although low values of  $EC_{50}$  for carried tests showed high toxicity in all samples. The toxicidade tests used in the present work are based on the whole effluent and can show a way to evaluate an effluent when there is no detailed information that the same contain. Efforts should address the increase of reactor's efficiency, improving the quality of treated effluents in this system.

*Key words:* toxicity testes, *Daphnia magna*, UASB reactor, leachate.

## INTRODUÇÃO

Testes de toxicidade podem ser definidos como procedimentos nos quais as respostas de organismos-teste são utilizadas para detectar ou avaliar os efeitos adversos ou não de uma ou mais substâncias sobre os sistemas biológicos. Estes testes constituem-se basicamente na exposição de organismos a diferentes condições, as quais tentam simular o ambiente natural, visando assim a detectar seus efeitos letais e/ou subletais.

Testes de toxicidade com invertebrados aquáticos fornecem importante suporte na determinação de impactos químicos ao meio ambiente (Gherardi-Goldstein *et al.*, 1990). O microcrustáceo de água doce *Daphnia magna* tem sido amplamente utilizado como indicador biológico em estudos e controle da qualidade da água e em testes de toxicidade na avaliação de efluentes (Nieto, 2000).

Os lixiviados são muitas vezes os principais causadores da poluição gerada pelos aterros e lixões. A água de chuva precipitada sobre aterros sanitários, bem como águas de nascentes, percolam através do lixo, diluem e carregam a matéria orgânica e os contaminantes, dando origem ao líquido percolado, que pode causar sérios problemas ambientais. A alta carga orgânica e a complexa composição desses líquidos podem comprometer a qualidade de águas nas regiões próximas e de interferência aos aterros sanitários, seja através do deflúvio para corpos de água superficiais ou através da infiltração até lençóis subterrâneos. Esta complexa composição pode conferir elevado grau de toxicidade, caso não seja tratado adequadamente.

Existe grande dificuldade em tratar lixiviados, já que estes não têm composição definida. O tratamento depende de muitos fatores, entre eles: composição do resíduo, concentração de material orgânico biodegradável, densidade, tipo de pré-tratamento, seqüência de disposição, compactação, profundidade, material de cobertura, fatores climáticos, tempo de disposição, entre outros.

Embora existam diversos sistemas de tratamento de efluentes e de resíduos implantados, a maioria deles apresenta problemas de funcionamento e não é efetiva no tratamento e na disposição correta desses resíduos. Reatores UASB (reator

anaeróbio de fluxo ascendente) têm sido utilizados com sucesso no tratamento de efluentes e de lixiviados provenientes de outros sistemas de tratamento. Nesse tipo de reator, as bactérias responsáveis pela conversão da matéria orgânica são retidas no seu interior, o que possibilita menores tempos de detenção hidráulica, tornando assim estes sistemas competitivos em relação a outras possibilidades de tratamento de águas residuárias e compatíveis com a eficiência dos processos aeróbios.

Porém, sabe-se que nem sempre um bom desempenho no sistema de tratamento significa redução dos efeitos tóxicos do efluente. Mesmo com eficiente tratamento de efluentes, substâncias xenobióticas, inibidoras, genotóxicas ou não biodegradáveis podem não ser removidas e, assim, causar impactos sobre os ecossistemas.

Poucos são os trabalhos no Brasil que correlacionam o desempenho e a tratabilidade dos efluentes com sua toxicidade (Quaglia & Quadros, 1995). A grande maioria dos trabalhos aborda principalmente as características físico-químicas do efluente e seus impactos no corpo receptor. O emprego de testes de toxicidade aguda em efluentes permite avaliar os possíveis impactos que às vezes a simples caracterização físico-química da água não revela.

O presente trabalho visa a contribuir com os estudos de toxicidade aguda através de uma avaliação da eficiência de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) experimental no tratamento de lixiviados, utilizando como ferramenta os testes de toxicidade com *Daphnia magna*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O reator UASB utilizado foi construído em acrílico e seu volume útil é de 9,5 litros. O reator foi operado em temperatura ambiente, com exceção dos meses frios, quando foi realizado aquecimento interno com banho termostático, para manter a temperatura na faixa dos 25° a 27°C. A alimentação foi feita por meio de uma bomba peristáltica com fluxo contínuo, sendo que os parâmetros, demanda química de oxigênio (DQO), pH, carga orgânica volumétrica (COV – gDQO/L.r.d), tempo de retenção hidráulica (TRH) e vazão (Q), foram monitorados semanalmente.

O reator foi operado em regime contínuo durante 288 dias, sendo que a carga orgânica foi aumentada ao longo do tempo para verificarmos a eficiência de remoção de DQO. As amostras do lixiviado utilizadas nos experimentos foram coletadas na entrada (afluente) e na saída (efluente) do reator UASB.

Quanto aos testes de toxicidade aguda, estes foram realizados seguindo as normas técnicas propostas por CETESB (1986). Em cada teste foram utilizados diferentes fatores de diluição em duplicata, além de frascos controle (sem adição de lixiviado). Para cada concentração foi observada a imobilidade e/ou a mortalidade dos indivíduos após o período de exposição de 24 e 48 horas, encerrando o teste após 48 horas.

A partir dos dados de imobilidade e/ou mortalidade do organismo-teste, calculou-se a  $CE_{50}$  utilizando o método de Sperman-Karber “Trimmed Sperman-Karber method for estimating medial lethal concentration in toxicity bioassays” para a avaliação da toxicidade aguda através do programa computacional “LC50 Programs JS Pear test” (Hamilton, 1977).

Após a obtenção dos valores de  $CE_{50}$ , foi calculada a porcentagem de redução de toxicidade através da fórmula proposta por Isidori *et al.* (2003):

$$\%redução = 1 - \left( \frac{CE_{50}bruto}{CE_{50}tratado} \right) \times 100$$

Os testes de toxicidade foram realizados durante um período de 6 meses a partir da estabilização do reator. Foram realizados 32 testes de toxicidade, sendo 16 com o afluente e 16 com o efluente proveniente do reator UASB.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros analisados no lixiviado tratado pelo reator UASB, bem como os valores da  $CE_{50}$ , 48 h, estão na Tabela 1.

**Tabela 1** — Características das amostras e valores da  $CE_{50}$ , 48 h, em % de diluição, para as amostras de afluente e efluente, provenientes do reator UASB.

Tempo de operação (dias)	pH	Temperatura °C	% Remoção DQO	COV	TRH (dias)	Vazão	$CE_{50}$ afluente	$CE_{50}$ efluente
128	8,8	21,8	79,9	5,4	2,5	3,8	13,4	<10
133	7,2	18,9	55,0	4,5	2,5	3,8	13,8	<10
157	8,1	26,4	86,0	6,0	2,0	4,7	<6,3	3,1
163	7,9	26,5	22,0	6,1	1,7	5,6	<6,3	17,7
176	7,7	21,1	NA	5,5	1,3	7,1	4,4	9,5
190	7,6	26,4	96,0	6,0	1,7	5,6	4,4	17,7
197	8,0	28,4	96,0	5,4	1,3	7,1	4,8	17,7
205	7,9	24,5	92,0	6,0	1,9	4,9	2,2	8,2
212	7,9	25,2	99,0	6,0	1,9	4,9	5,5	13,2
226	7,8	24,0	96,0	5,9	3,4	2,8	0,5	18,1
247	7,4	30,0	NA	7,0	1,2	8,0	2,9	21,5
252	8,0	22,7	81,6	6,6	1,1	8,5	2,9	17,7
262	8,3	20,6	NA	7,0	1,2	8,0	2,9	19,6
269	7,4	25,3	86,7	8,6	1,0	9,7	1,1	23,7
275	7,4	30,2	85,4	8,1	1,0	9,5	1,1	21,2
287	7,7	28,6	NA	8,1	1,1	9,0	1,1	21,8
Média	7,8	25,0	81,3	6,4	1,7	6,4	4,4	16,5
Desvio-padrão	0,4	3,4	22,1	1,1	0,7	2,2	4,2	5,9
Coef. de variação	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0,3	1,0	0,4

NA = não avaliado.

Quanto aos parâmetros físico-químicos monitorados, observamos a capacidade deste tipo de reator de tratar lixiviados mesmo utilizando diferentes cargas orgânicas, pois a taxa de remoção de DQO foi constante ao longo de todo o período.

Analisando os valores de  $CE_{50}$  obtidos para os afluentes e efluentes (Figura 1) verificamos grande variabilidade ao longo do tempo. Gherardi-Goldstein *et al.* (1985) também encontraram amplas variações na toxicidade de efluentes, independente da existência ou não de tratamento.

A toxicidade do afluente tende a aumentar (diminuição dos valores de  $CE_{50}$ ), enquanto a toxicidade do efluente tratado tende a diminuir (aumento dos valores da  $CE_{50}$ ). Os baixos valores de  $CE_{50}$  encontrados nos testes, principalmente com o afluente, demonstram a presença de alta toxicidade para todas as amostras.

Mesmo com grande variação temporal da toxicidade dos efluentes testados foi possível calcular a porcentagem de redução de toxicidade (Tabela 2), proporcionada pela utilização do reator UASB para o tratamento de efluentes. Para um tempo de exposição de 48 h, a porcentagem de remoção média de toxicidade foi de 81%, com um desvio-padrão de 14,6 e coeficiente de variação de 0,2.

Os valores de redução de toxicidade obtidos neste trabalho estão muito próximos dos encontrados por Zagatto *et al.* (1988), que observaram um nível de redução de toxicidade de 85% para efluentes industriais. Nieto (2000), em seus experimentos, observou que indústrias que utilizam reatores anaeróbios como tratamento primário ou secundário conseguem reduzir de 92,7% a 97,6% a toxicidade original dos efluentes.

Apesar da variabilidade ao longo do tempo, apenas nas primeiras amostragens é que a toxicidade do efluente é maior do que a toxicidade do afluente. Isto pode ser atribuído ao fato de que o reator estava no início de operação e, portanto, não estabilizado suficientemente para eliminar os compostos tóxicos presentes nas amostras.

Os testes de toxicidade usados no presente trabalho estão baseados no efluente como um todo e podem fornecer um caminho para avaliar um efluente na ausência de informações detalhadas sobre as substâncias que o mesmo contém. A vantagem de usar organismos vivos para detectar a toxicidade é que os efeitos observados são realmente aqueles provocados pelas substâncias que estão biodisponíveis, ou que estão numa forma em que afetam diretamente os organismos.

O acompanhamento da toxicidade dos efluentes antes e após o tratamento no reator UASB permitiu detectar alterações provenientes da própria operação do sistema de tratamento. Considerando todos os problemas operacionais desse reator encontrados ao longo do tempo pode-se concluir que o reator consegue remover a toxicidade original do efluente em até 80%. Além disso, a eficiência média de remoção de DQO foi de 75%, valor muito próximo aos encontrados por Calvacanti (2003). Os baixos valores de  $CE_{50}$  observados nos testes demonstram a presença de alta toxicidade mesmo após o tratamento das amostras de lixiviado no reator UASB.

Os testes de toxicidade realizados confirmam que esta é uma ferramenta prática e vantajosa na avaliação da toxicidade de efluentes, apresentando respostas rápidas e seguras para o controle e monitoramento da qualidade ambiental.

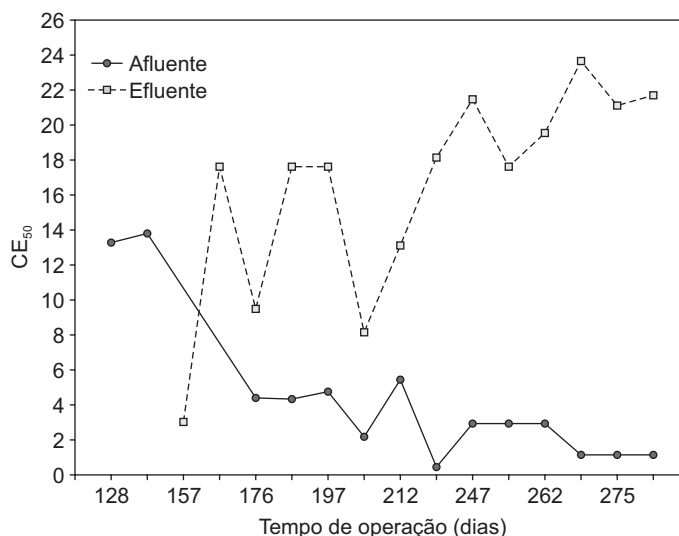


Figura 1 — Evolução da toxicidade ao longo do tempo.

**Tabela 2** — Porcentagem de redução de toxicidade obtida nos testes com os afluentes e com os efluentes.

Tempo de operação (dias)	Redução da toxicidade (%)
128	NC
133	NC
157	NC
163	NC
176	53,4
190	75,0
197	73,0
205	73,1
212	58,8
226	97,5
247	86,5
252	83,5
262	85,1
269	95,4
275	94,8
287	94,9
Média	80,9
Desvio-padrão	14,6
Coefficiente de variação	0,2

NC = não calculável.

*Agradecimentos* — Os autores agradecem ao CNPQ/Prosab, pelo apoio financeiro para execução deste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTI, P. F. F., 2003, *Integrated application of the UASB reactor and ponds for domestic sewage treatment in tropical regions*. Doctoral Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 141p.
- CETESB, 1986, *Água: Testes de toxicidade aguda com Daphnia similis*. Claus, 1976 (Cladocera, Crustácea). L5.019-1. São Paulo, 28p.
- GHERARDI-GOLDSTEIN, E. *et al.*, 1985, Estimativa da carga poluidora de efluentes industriais da região de Cubatão através de ensaios biológicos com microcrustáceos e peixes. *Anais 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES, Maceió-AL, p.10.
- GHERARDI-GOLDSTEIN, E., BERTOLETTI, E., ZAGATTO, P. A., ARAUJO, R. P. A. & RAMOS, M. L. L. C., 1990, Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos. CETESB, São Paulo, Série manuais, v. 6, 17p.
- HAMILTON, M. A., RUSSO, R. C. & THURSTON, R. V., 1977, Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Sci. Technol.*, 11: 714-719.
- ISIDORI, M., LAVORGNA, M., NARDELLI, A. & PARRELLA, A., 2003, Toxicity identification evaluation of leachates from municipal solid waste landfills: a multispecies approach. *Chemosphere* 52: 85-94.
- NIETO, R., 2000, Caracterização ecotoxicológica de efluentes líquidos industriais – ferramenta para ações de controle da poluição das águas. *Anais 17º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*.
- QUAGLIA, L. J. C. & QUADROS, R. A. Q., 1995, Caracterização da toxicidade aguda dos efluentes setoriais e final da Bahia Sul Celulose. *In: Anais Congresso anual de celulose de papel da ABTCP*. São Paulo, pp. 577-589.
- ZAGATTO, P. A., BERTOLETTI, E. & GHERARDI-GOLDSTEIN, E., 1998, Toxicidade de efluentes industriais da bacia do rio Piracicaba. *Revista Ambiente*, 2: 39-42.

