



II-512 – REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAAL DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO POR ADSORÇÃO EM VERMICULITA EXPANDIDA E ANÁLISE DE TOXICIDADE EM LACTUCA SATIVA L.

Natália Costa Dias

Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - PPGERHA da UFPR, Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR

Maria Cristina Borba Braga

PhD em Tecnologia Ambiental pelo Imperial College of Science, Technology and Medicine – Universidade de Londres; Mestre em Bioquímica pela UFPR, Professora Adjunto, Departamento de Hidráulica e Saneamento e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental/UFPR, Coordenadora do PPGERHA, Coordenadora do Lab. de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto – LABEAM, Editora Regional para a América do Sul do jornal científico The Journal of Solid Waste Technology and Management

Endereço: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro Politécnico – Jardim das Américas, CxP 19011 81.531-990 - Curitiba – PR– Brasil Tel.: (41)3361-3045 – Fax: (41)3361-3143. e-mail: natalia.cd@gmail.com; crisbraga@ufpr.br

RESUMO

O lixiviado de aterro sanitário resultante da decomposição da matéria orgânica é caracterizado por valores elevados de pH, NH_3 , alcalinidade, metais e matéria orgânica. A concentração de nitrogênio amoniacal no lixiviado do Aterro Sanitário de Curitiba é, em média, igual a 1.760 mg/L N- NH_3 , sendo necessária a sua remoção para posterior tratamento, principalmente quando adotado processo anaeróbio, devido à toxicidade da amônia para os microorganismos associados ao biofilme. Este estudo teve como objetivo principal avaliar a redução da concentração de nitrogênio amoniacal presente em amostras de lixiviado de aterro sanitário por adsorção em vermiculita expandida e avaliar a redução da toxicidade do lixiviado resultante do processo de adsorção utilizando *Lactuca sativa* L. var. manteiga. Os resultados obtidos para a remoção da concentração de nitrogênio amoniacal por meio de adsorção em vermiculita expandida e para a toxicidade do lixiviado utilizando *Lactuca sativa* L., mostraram eficiência de remoção de 59% para a diluição de 50% do lixiviado. Os ensaios de toxicidade apresentaram resultados para a dose letal para a *L. sativa* na concentração de lixiviado bruto de 6%. Nestas condições, para os ensaios de toxicidade realizados, foi observada falta de nitrogênio amoniacal, possivelmente como resultado da remoção por adsorção em vermiculita, não tendo sido possível identificar a dose letal para baixas concentrações. Portanto, a presença em excesso e a ausência de nutrientes são fatores limitantes à germinação de *L. sativa*, o que demonstra que os ensaios de toxicidade são sensíveis à concentração de nitrogênio amoniacal.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de aterro de aterro sanitário, Remoção de nitrogênio amoniacal, Vermiculita expandida, Toxicidade

INTRODUÇÃO

Independentemente da localização dos aterros para a disposição de resíduos domésticos, o lixiviado resultante da decomposição da matéria orgânica é caracterizado por valores elevados de pH, nitrogênio amoniacal, alcalinidade, metais e matéria orgânica. Estes contaminantes, quando presentes em águas superficiais e/ou subsuperficiais, podem causar sérios danos à saúde devido à associação da poluição da água de abastecimento público com a infiltração do lixiviado no solo das áreas relacionadas à disposição de resíduos ou ao lançamento dos resíduos líquidos, sem tratamento, ou do efluente do sistema de tratamento de lixiviado em corpos aquáticos receptores superficiais (Lugovski *et al.*, 1989; Collivignarelli e Bina, 1990).

Associados a processos de tratamento anaeróbio, alguns compostos orgânicos e inorgânicos, em concentração elevada, podem ser tóxicos e inibidores, como por exemplo as concentrações de nitrogênio amoniacal, que interfere nas taxas de geração dos microorganismos associados ao tratamento anaeróbio.. A Tabela 1 apresenta concentrações típicas para toxicidade moderada e forte de alguns íons de interesse ambiental.

**Tabela 1: Compostos tóxicos e inibidores para processos anaeróbios**

Substância	Moderadamente inibidora (mg/L)	Fortemente inibidora (mg/L)
Na ⁺	3.500 a 5.500	8.000
K ⁺	2.500 a 4.500	12.000
Ca ²⁺	2.500 a 4.500	8.000
Mg ²⁺	1.000 a 1.500	3.000
NH ₄ ⁺	1.500 a 3.000	3.000
S ²⁻	200	200

Fonte: adaptado de Metcalf e Eddy (2003)

A concentração de nitrogênio amoniacal no lixiviado do Aterro Sanitário de Curitiba é, em média, igual a 1.760 mg/L N-NH₃ (Dias, 2006), sendo necessária a sua remoção para posterior tratamento, quando adotado, principalmente, processo anaeróbio, devido à toxicidade da amônia para as arqueas metanogênicas.

A vermiculita pode ser aplicada como coadjuvante ao tratamento de resíduos líquidos, na remoção de hidrocarbonetos, aminas, metais pesados e demais substâncias hidrofóbicas (Furukawa, 2007). Porém, após intensa pesquisa, não foram encontradas informações sobre a sua aplicação para a remoção de nitrogênio amoniacal de lixiviado de aterro sanitário.

A vermiculita expandida pode ser classificada como modificada ou não modificada dependendo da sua capacidade de troca catiônica. A vermiculita expandida não modificada possui propriedade hidrofílica e, portanto, adsorve substâncias solúveis em água, enquanto a vermiculita expandida modificada, devido ao processo de modificação, possui propriedade hidrofóbica, adsorvendo substâncias insolúveis em água, pois os cátions presentes na superfície da argila foram substituídos por cátions do surfactante utilizado para a modificação (Furukawa, 2007).

Os ensaios biológicos são ferramentas de diagnóstico para determinar o efeito de agentes físicos e químicos sobre organismos de prova em condições experimentais específicas e controladas. Estes efeitos podem ser tanto de inibição, como de magnificação, avaliados pela reação dos organismos, tais como morte, crescimento, proliferação, multiplicação e mudanças morfológicas, fisiológicas ou histológicas (BAÉZ *et al.*, 2004).

O ensaio de toxicidade utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa L.*, var. manteiga) determina a toxicidade aguda, em que se pode avaliar os efeitos fitotóxicos do resíduo líquido puro, ou em diversas diluições, por meio da germinação da semente durante os primeiros dias de crescimento (BAÉZ *et al.*, 2004).

Esta pesquisa tem como objetivo principal avaliar a redução da concentração de nitrogênio amoniacal presente em amostras de lixiviado de aterro sanitário por adsorção em vermiculita expandida e avaliar a redução da toxicidade do lixiviado resultante do processo de adsorção.

METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios de avaliação da redução da concentração de nitrogênio amoniacal por adsorção em vermiculita expandida, 300 mL de solução de lixiviado foram colocados em contato com 5 g de vermiculita expandida em um copo de béquer de 1L. A mistura foi agitada moderadamente por um período de 5 horas e filtrada a vácuo, separando a vermiculita do lixiviado.

Posteriormente, as análises para a determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal foram realizadas pelo método Kejdhal, de acordo com metodologia especificada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). A eficiência da remoção por adsorção foi calculada pela diferença entre a concentração de nitrogênio inicial no lixiviado bruto e a final no lixiviado tratado, dividida pela inicial e multiplicada por cem.



Os ensaios de toxicidade utilizando *Lactuca sativa L.*, foram realizados em triplicata, de acordo com Baéz *et al.* (2004) e Rodriguez *et al.* (2006), com 20 sementes, colocadas sobre papel filtro quantitativo, acomodado em caixas plásticas com tampa, com diâmetro de 10 cm e altura de 5 cm. O papel filtro é embebido com 5 mL de solução de lixiviado preparada nas concentrações de 100%, 50%, 25%, 12%, 6%, 3% e 1,5%. As sementes são incubadas a 22°C por 5 dias, em ambiente escuro. Após o tempo de incubação verifica-se o número de sementes germinadas. A Equação 1 é utilizada para determinar a dose letal (CL₅₀) das várias diluições de lixiviado.

$$Inibição(\%) = \frac{Branco - Amostra}{Branco} \times 100 \quad (1)$$

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto – LABEAM, do Departamento de Hidráulica e Saneamento da UFPR.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para a remoção de nitrogênio amoniacal são apresentados na Tabela 2. A partir destes dados pode-se observar que as amostras 4 e 5 apresentaram a melhor eficiência de remoção, igual a 59%.

Tabela 2: Eficiência da remoção do nitrogênio amoniacal por adsorção com vermiculita expandida

Amostr a	Diluição (%)	Eficiência (%)
1	25	56
2	25	55
3	25	56
4	50	59
5	50	59
6	50	57

Para a *L. sativa L.*, a dose letal (CL₅₀) do lixiviado bruto ocorreu para a concentração de 6%, sendo que para concentrações maiores do que este valor, o número de sementes germinadas não foi observado (Tabela 3).

Tabela 3: Dose letal de lixiviado bruto para *Lactuca sativa L.*

Concentração - lixiviado bruto (%)	Média de inibição da germinação (%)
100	100
50	100
25	100
12	100
6	54
3	25
1,5	19

Para o lixiviado tratado com vermiculita expandida, não foi possível identificar a dose letal (CL₅₀). Isto pode ter ocorrido devido à falta de nutriente disponível, como nitrogênio, em função da adsorção do nitrogênio amoniacal sobre as partículas de vermiculita expandida. A Tabela 4 apresenta os resultados do ensaio

Tabela 4: Dose letal de lixiviado tratado para *Lactuca sativa* L

Concentração - chorume tratado (%)	Média de inibição da germinação (%)
100	-23
50	-23
25	-27
12	-7
6	-20
3	17
1,5	13

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na remoção da concentração de nitrogênio amoniacal em lixiviado de aterro sanitário por meio de adsorção em vermiculita expandida e a toxicidade do lixiviado utilizando *Lactuca sativa* L., mostraram que os testes para remoção de nitrogênio amoniacal foram bem sucedidos para as condições de trabalho adotadas, apresentando eficiência de 59% de eficiência de remoção para a diluição de 50% do lixiviado de aterro sanitário.

Os ensaios de toxicidade para a *L. sativa* apresentaram resultados de CL₅₀ na concentração de lixiviado bruto a 6%. Para o lixiviado tratado, houve carência de nitrogênio amoniacal devido à adsorção em vermiculita expandida, impossibilitando a identificação da CL₅₀. Portanto, a presença em excesso e a ausência de nutrientes são fatores limitantes à germinação de *L. sativa*, isto demonstra que os ensaios de toxicidade são sensíveis à concentração de nitrogênio amoniacal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. Washington: APHA, 1998.
2. BAÉZ, M.C.D.; GRANADOS, Y.P.; RONCO, A.; SOBRERO, C.; ROSSINI, G.B.; FEOLA, G.; FORGET, G.; SÁNCHEZ-BAIN, ^a Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2004, 179 p.
3. DIAS, N. C. Caracterização e Tratamento do Percolado do Aterro Sanitário da Caximba (Curitiba - PR). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
4. FURUKAWA, W. S. Utilização de argilas modificadas para a remoção de hidrocarbonetos em águas contaminadas. Relatório de Iniciação Científica – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
5. METCALF; EDDY. Wastewater Engineering: treatment and reuse. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2003.
6. RODRIGUES, M.T.T.; MELÍAN, M.G.; PERERA, N.M.H.; NOVO, M.F. Toxicidad aguda de lixiviados acuosos mediante un ensayo con *Lactuca sativa* L. Higiene y Sanidad Ambiental, 2006, 172-176.