

VI-282 - TESTE COMPORTAMENTAL DE FUGA E REPRODUÇÃO COM *Eisenia andrei* EM SOLO DE LIXÃO A CÉU ABERTO

Ronaldo Kanopf de Araujo⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano. Mestrando em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Noeli Júlia Shussler de Vasconcellos⁽²⁾

Bióloga pela Universidade Passo Fundo. Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora adjunta do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA).

Delmira Beatriz Wolff⁽³⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre e Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora adjunta da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Endereço⁽¹⁾: Rua dos Jasmins, 165 - Patronato - Santa Maria - RS - CEP: 97020-420 - Brasil - Tel: (55) 3025-2528 - e-mail ronaldo.kanopf@gmail.com

RESUMO

Em Santa Maria-RS, esteve em funcionamento por 26 anos, um lixão a céu aberto, conhecido como Lixão da Caturrita. Os resíduos sólidos podem conter substâncias tóxicas, logo sua disposição indiscriminada no solo, sem qualquer tratamento, pode causar a contaminação do ambiente. A condução deste trabalho teve por finalidade determinar o efeito da contaminação do solo do Lixão da Caturrita sobre oligoquetas. Foi realizado o teste comportamental de fuga com base no protocolo ISO 17512-1 (2007) e o teste de reprodução de acordo com o protocolo ISO 11268-2 (1998). Os resultados para o ensaio de comportamento de fuga mostraram que nas amostras de solo 1 e 4 houve fuga de 80% ou mais das minhocas para o solo controle. Durante os 90 dias de duração do teste não foi observada reprodução. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que o solo do antigo Lixão da Caturrita pode ser considerado tóxico, apresentando função de habitat limitado para os organismos testados.

PALAVRAS-CHAVE: Bioensaios, Ecotoxicologia, Solo, Minhocas, Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

Em Santa Maria-RS, esteve em funcionamento por 26 anos, um lixão a céu aberto, conhecido como Lixão da Caturrita. De acordo com a Secretaria de Proteção Ambiental, técnicos da prefeitura e da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam) já haviam feito várias avaliações no lixão que comprovavam o limite do seu funcionamento.

Os lixões podem ser definidos como a simples descarga de resíduos sólidos sem qualquer tratamento sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, sendo utilizados na maioria dos municípios brasileiros (FERNANDES, 2001).

O descarte de todo o resíduo gerado no município, sem qualquer separação classificatória, gera uma massa de resíduos complexa, que pode conter substâncias químicas com características tóxicas, dentre elas os metais pesados presentes em diversos materiais provenientes de indústrias, funilarias, atividades agrícolas, laboratórios, hospitais, postos de saúde e residências.

A disposição descontrolada e inadequada de resíduos sólidos destaca-se entre as atividades antrópicas por gerar problemas de degradação do ambiente, provocando alterações no solo, ar e nos recursos hídricos (BRENTANO, 2006).

A maior parte dos estudos de avaliação de risco ambiental está tradicionalmente calcada em análises químicas totais, especiação química e extração sequencial de fases geoquímicas com elevado potencial de biodisponibilidade (SELIVANOVSKAYA e LATYPOVA, 2003; CESAR *et al.*, 2008). Entretanto, essas

abordagens analíticas não permitem a avaliação da toxicidade mista decorrente da atuação simultânea de distintos poluentes presentes no ambiente, bem como não levam em consideração seus efeitos ecológicos sobre a pedosfera.

Neste sentido, testes ecotoxicológicos (ou bioensaios) constituem uma alternativa interessante na determinação da fração biodisponível dos contaminantes e dos níveis de toxicidade ambiental pelo monitoramento de efeitos letais, morfológicos, comportamentais, fisiológicos, citogenéticos e bioquímicos nos organismos-teste representativos expostos a esses poluentes ou substâncias potencialmente tóxicas (NEUHAUSER *et al.*, 1985; AZEVEDO e CHASIN, 2003). Em avaliações de risco ecológico, distintos organismos terrestres (oligoquetas, colêmbolas, vegetais) e aquáticos (algas, poliquetas, microcrustáceos e peixes) são utilizados como bioindicadores, de modo a abranger diferentes níveis tróficos e diagnosticar os impactos nos ecossistemas.

Bioensaios permitem, geralmente, uma avaliação bastante segura do potencial tóxico de substâncias, de sistemas biológicos e de meios contaminados, permitindo também deduções indiretas do seu risco para o meio ambiente (KNIE e LOPES, 2004).

No caso dos solos, o emprego de oligoquetas na avaliação da biodisponibilidade de substâncias tóxicas vem sendo amplamente observado na comunidade científica (NEUHAUSER *et al.*, 1985; LIU *et al.*, 2005; BURTON *et al.*, 2006). Estes organismos desempenham papel fundamental na macropedofauna e estão presentes em abundância em solos tropicais e temperados (NAHMANI *et al.*, 2007).

Ao contrário dos procedimentos para execução de ensaios ecotoxicológicos com organismos aquáticos, os ensaios em que se utilizam organismos de solo não estão bem estabelecidos no Brasil por não existirem ainda normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo fato de os métodos descritos no Manual do Instituto Brasileiro do Meio ambiente (IBAMA) estarem desatualizados. Dessa forma, quando há necessidade de avaliação da contaminação de amostras de solos, normalmente são utilizadas metodologias internacionalmente reconhecidas como as da ISO (*International Organization for Standardization*), OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) e EPA (*Environmental Protection Agency – USA*).

No presente trabalho teve-se como objetivo averiguar os efeitos comportamentais de fuga e de reprodução das minhocas da espécie *Eisenia andrei* quando presente em amostras de solo do antigo Lixão da Caturrita, pela aplicação dos ensaios das ISOs 17512-1(2007) e 1268-2 (1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O antigo Lixão da Caturrita está localizado no bairro Caturrita, distrito de Santo Antônio, a noroeste do centro da cidade, distante cerca de cinco quilômetros da área urbana do município de Santa Maria – RS, com coordenadas 29° 43' 06" de latitude sul e 53° 43' 45" de longitude oeste. Apresenta uma área aproximada de 74 mil metros quadrados, sendo o acesso precário, principalmente após ocorrências de precipitações intensas ou contínuas.

Foram coletadas amostras de solo em cinco pontos distintos dentro da área correspondente ao lixão, no mês de julho de 2010. A escolha dos pontos de coleta se deu devido à declividade do terreno e ao acesso à área. Foram removidos blocos de solo de 10 x 10 x 10 cm, utilizando para este fim, uma pá de corte. Os blocos foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados com as informações necessárias e conduzidos ao Laboratório de Solos do Centro Universitário Franciscano. No laboratório as amostras foram secas ao ambiente, destorroadas e peneiradas.

Foi realizado o teste comportamental - teste de fuga com base no protocolo ISO 17512-1 (2007). O princípio desse ensaio é a exposição das minhocas simultaneamente às amostras de solo teste e controle. De 500 a 600 gramas de solo controle e solo teste foram colocados no mesmo recipiente, em seções distintas, separadas por meio de uma divisória, formando dois compartimentos. Após a arrumação das amostras em cada lado da divisória, a mesma foi retirada, formando uma linha onde 10 organismos foram colocados simultaneamente na superfície. Ao final de 48 horas, o número de organismos foi determinado em cada seção do recipiente.

Foi realizado teste de reprodução adaptado do protocolo da ISO 1268-2 (1998), em que se determina o efeito na reprodução das minhocas em solo contaminado. As minhocas não foram alimentadas durante o experimento, de acordo com o Anexo E da norma, em que foi utilizado solo com suspeita de contaminação. A diversidade das

características dos diferentes pontos amostrais do solo do Lixão da Caturrita impossibilitava a utilização de solos controle com características similares.

Decorrido o período de condução do teste os recipientes foram desmontados e foi feita a contagem dos organismos sobreviventes, mortos ou perdidos, bem como a quantidade de casulos encontrados.

O lote dos organismos utilizados foi fornecido pelo Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Santa Maria. Para o teste foram selecionados indivíduos adultos, com clítelos desenvolvidos.

O solo controle foi preparado artificialmente, segundo a ISO 1268-2 (1998), na proporção de 70% de areia lavada e peneirada, 20% de caulim em pó e 10% de Sphagnum (briófita) moído. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

RESULTADOS

Os resultados obtidos no ensaio comportamental (fuga), apresentados na Tabela 1, evidenciam de 0 a 100% de fuga das minhocas para o solo controle. De acordo com o a ISO 17512-1 (2007) quando a resposta de fuga for superior a 80% o solo é considerado tóxico ou com baixa qualidade (função de habitat limitada). Contudo, apenas nos pontos 1 e 4 a fuga foi superior a 80% e apresentou teores de bário acima do padrão de referência.

Tabela 1: Contagem de minhocas do teste de fuga com *Eisenia andrei* em 48 horas.

Pont	Repetição	Solo Controle	Solo Teste	Média Controle	Média Teste	Fuga (%)
1	1	8	2	9	1	80
	2	10	0			
	3	9	1			
2	1	3	7	3,7	6,3	-26
	2	5	5			
	3	3	7			
3	1	6	4	8,3	1,7	66
	2	9	1			
	3	10	0			
4	1	10	0	10	0	100
	2	10	0			
	3	10	0			
5	1	7	3	6,3	3,7	26
	2	4	6			
	3	8	2			

Para teste realizado seguindo o delineamento de ensaio-limite (controle versus um tratamento), o número de minhocas no final do ensaio no solo teste é comparado com a média dos tratamentos do solo controle utilizando teste T de Student ou um teste estatístico adequado para comparações pareadas.

Os resultados do teste de fuga foram analisados usando-se o teste t de Student (duas amostras em par para médias) e foi verificada a existência de diferença estatisticamente significativa ($p = 0,002$) entre o número de minhocas no solo controle e o número de minhocas que optaram pelo solo teste.

Para analisar se os resultados indicam perda da função de habitat do solo para os organismos em estudo, utilizou-se a equação $A = [(C - T)/N] \cdot 100$, onde A é a porcentagem de fuga, C é o número de organismos no solo controle, T é o número de organismos no solo teste, e N é o número total de organismos.

Quando a resposta de fuga for superior a 80% considera-se, segundo o protocolo da ISO 17512-1 (2007), o solo como tóxico ou com baixa qualidade (função de habitat limitada). Os resultados indicam que isto ocorreu nos pontos 1 e 4.

Resultados mostrando um número significativamente menor de minhocas no solo teste, em relação do solo controle, como ocorre no ponto 2, indicam uma resposta negativa (ou de preferência pelo solo teste) para o solo teste.

Durante as quatro semanas em que o experimento foi conduzido, não foram encontrados casulos ou organismos jovens nos demais recipientes.

Não houve mudanças na coloração das minhocas durante a condução do experimento.

CONCLUSÕES

Após aplicação do teste comportamental de fuga e de reprodução com oligoquetas da espécie *Eisenia andrei*, baseado nos resultados apresentados, o solo do antigo Lixão da Caturrita pode ser considerado tóxico, apresentando função de habitat limitado para os organismos testados.

Os resultados observados neste estudo mostram que testes de fuga e reprodução podem ser considerados como uma ferramenta interessante na avaliação da contaminação do solo. O uso desses testes para avaliação inicial de áreas contaminadas pode trazer informações rápidas para as futuras decisões sobre o processo de remediação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. (org.). As bases toxicológicas da ecotoxicologia. São Carlos: RiMa, 2003, 340p.
2. BRENTANO, D. M. Desenvolvimento e aplicação do teste de toxicidade crônica com *Daphnia magna*: avaliação de efluentes tratados de um aterro sanitário. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental. Florianópolis, 2006.
3. CESAR, R. G. et. al. Biodisponibilidade de Metilmercúrio, Zinco e Cobre em Distintas Frações Granulométricas de Solo Contaminado Utilizando Oligoquetas da Espécie *Eisenia andrei*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Vol. 31 -2, p. 33-41, 2008.
4. FERNANDES, J. U. J. Lixo. Limpeza pública urbana; gestão de resíduos sólidos sob o enfoque do direito administrativo. Belo Horizonte: Del Rey, 2001.
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 1268-2: Soil quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia foetida*) – Part 2: Determination of effects on reproduction. Geneva, 1998.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 17512-1: Soil quality - Avoidance test for testing the quality of soils and the toxicity of chemicals on behaviour – Part 1: Test with earthworms (*Eisenia fetida* and *Eisenia andrei*). Geneva, 2007.
7. KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2004. 289 p.
8. LIU, X.; CHENGXIAO, H.; ZHANG, S. Effects on earthworm activity on fertility and heavy metals bioavailability in sewage sludge. Environment International, v. 31, p. 874-879, 2005.
9. NAHMANI, J.; HODSON, M. E.; BLACK, S. A Review of Studies Performed to Assess Metal Uptake by Earthworms. Environmental Pollution, 145, 2007, p. 402-424.
10. NEUHAUSER, E. F.; LOEHR, R. C.; MILLIGAN, D. L.; MALECKI, M. R. Toxicity of metals to the earthworms *Eisenia foetida*. Biology and Fertility of Soils, v. 1, p. 149-152, 1985.
11. SELIVANOVSKAYA, S. Y.; LATYPOVA, V. Z. The use of bioassays for evaluating the toxicity of sewage sludge and sewage sludge-amended soil. Journal of Soils & Sediments, v.3 (2), p. 85-92, 2003.