



Avaliação ecotoxicológica de cinzas sobre a sobrevivência de minhocas *Eisenia andrei* em solos do Estado de Santa Catarina⁽¹⁾.

André Júnior Ogliari⁽²⁾; Carolina R. Duarte Maluche Baretta⁽³⁾; Ana Paula Maccari⁽⁴⁾; Elston Kraft⁽⁵⁾; Manuela Testa⁽⁶⁾; Dilmar Baretta⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Comunitária da Região de Chapecó.

⁽²⁾ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina; andre_ogliari@unochapeco.edu.br; ⁽³⁾ Professora orientadora; Universidade Comunitária da Região de Chapecó e Centro de Educação Superior do Oeste da Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó; ⁽⁶⁾ Acadêmica do curso de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁷⁾ Professor, Centro de Educação Superior do Oeste da Universidade do Estado de Santa Catarina.

RESUMO: A aplicação de cinzas no solo é uma alternativa para disponibilizar nutrientes às plantas, sendo uma forma de reciclagem deste resíduo em áreas agrícolas. O estudo avaliou por meio de testes ecotoxicológicos padronizados (ISO) o efeito de doses de cinzas sobre a taxa de sobrevivência de minhocas da espécie *Eisenia andrei*. O teste de letalidade seguiu as recomendações da OECD 207 (OECD, 1984), e foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial (0,20m) de dois solos classificados como Latossolo Vermelho distrófico e Neossolo Quartzarênico órtico típico; e cinzas provenientes de resíduos de caldeiras da indústria de ingredientes para alimentação animal. O solo artificial tropical (SAT) foi utilizado como solo padrão para o teste ecotoxicológico. Para o teste, o pH dos solos naturais e do SAT foram corrigidos para $6,0 \pm 0,5$ e a umidade ajustada para 60% da máxima capacidade de retenção de água (CRA). Os tratamentos foram: T1) sem adubação e sem cinza; T2) adubação química recomendada e; cinzas a 5 ton.ha⁻¹ (T3); 10 ton.ha⁻¹ (T4) e 20 ton.ha⁻¹ (T5). Os resultados obtidos mostram que a taxa de sobrevivência das minhocas não foi significativamente afetada pela aplicação de doses crescentes de cinzas em ambos os solos testados. Não foram observadas alterações nos parâmetros químicos do solo a ponto de ocasionar efeitos tóxicos aos organismos. Recomenda-se a realização de mais estudos envolvendo outras doses, organismos e classes de solo, para avaliar os efeitos da utilização desses resíduos como fertilizantes.

Termos de indexação: Ecotoxicologia terrestre; macrofauna edáfica; resíduos orgânicos.

INTRODUÇÃO

A utilização de fertilizantes químicos se tornou uma fonte de alto valor na agricultura demonstrando

necessidade de alternativas mais econômicas e sustentáveis de adubação. Segundo Alves et al. (2008) a adubação orgânica é um dos pontos a ser melhorado, onde fontes alternativas precisam ser melhor avaliadas, e com isso, permitir a substituição de fertilizantes químicos por fertilizantes orgânicos.

De acordo com Maeda; Silva & Magalhães, (2007) as cinzas resultantes da queima de biomassa vegetal apresentam-se como uma fonte alternativa e barata de fornecer nutrientes as plantas, porém, até o presente momento, pouco se sabe a respeito dos efeitos da utilização desses resíduos sobre os atributos biológicos do solo. O seu uso em excesso pode causar danos ao solo por possuir metais pesados, podendo ocorrer contaminação e desequilíbrio entre os nutrientes (Oliveira et al., 2006).

Os possíveis efeitos causados pela aplicação de cinzas como fertilizante agrícola sobre a fauna do solo podem ser avaliados por meio de ensaios ecotoxicológicos os quais quantificam e qualificam o efeito de substâncias adicionadas ao solo sobre a diversidade e funcionalidade da fauna (Costa et al., 2008). Ensaios são realizados com a presença de organismos bioindicadores da qualidade do solo; assim, na presença de poluentes tóxicos tais organismos podem apresentar efeitos letais, subletais, incorporar ou até bioacumular esses poluentes em seus tecidos, quantificando e qualificando o efeito das substâncias adicionadas ao solo sobre a diversidade e funcionalidade da fauna edáfica (Andréa, 2008).

Atualmente, as minhocas, os colêmbolos e enquitreídeos destacam-se entre os principais organismos utilizados em testes de ecotoxicidade terrestre, devido à fácil adaptação e geração em laboratório com ciclos de vida relativamente curtos (Fountain & Hopkin, 2005) e apresentam sensibilidade aos poluentes (Greenslade & Vaughan, 2003).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de cinza vegetal com potencial fertilizante, sobre a sobrevivência de minhocas da



espécie *Eisenia andrei* por meio de testes ecotoxicológicos padronizados (ISO).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos e Sustentabilidade da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO), no Campus de Chapecó, SC. Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial de dois solos, classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), como Latossolo Vermelho distrófico coletado no município de Coronel Freitas, SC e, Neossolo Quartzarênico órtico típico, coletado no município de Araranguá, SC. Ambos os solos, foram coletados na camada de 0 – 0,20 m, secos em estufa a 65 °C e tamisados em peneiras de 2 mm, para separação de resíduos vegetais.

As cinzas utilizadas são provenientes de resíduos de caldeiras de indústria do segmento de produção de ingredientes para alimentação animal, localizada na região de Nova Itaberaba – SC.

O solo artificial tropical (SAT) foi utilizado como solo padrão para o teste ecotoxicológico, e consiste em uma mistura de 70% de areia industrial fina, 20% de areia caulínica e 10% de fibra de coco seca e peneirada (Garcia, 2004).

Para o teste, o pH dos solos naturais e do SAT foram corrigidos para $6,0 \pm 0,5$ com adição de CaCO_3 (ISO 10390, 2005) e a umidade ajustada para 60% da máxima capacidade de retenção de água (CRA) (ISO 11465, 1993).

Tratamentos e amostragem

Os tratamentos consistiram em doses crescentes de cinzas aplicadas ao Latossolo e Neossolo e adubação química: T1) sem adubação e sem cinza (controle); T2) adubação química recomendada; T3) 5 ton.ha⁻¹ de cinza; T4) 10 ton.ha⁻¹ de cinza e T5) 20 ton.ha⁻¹ de cinza. O experimento foi conduzido sob delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições.

Os exemplares de *Eisenia andrei* utilizados nos testes foram obtidos de culturas em laboratório mantidas à temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12:12 h (luz/escuro). Para o ensaio, foram utilizados indivíduos clitelados com peso entre 250 - 600 mg.

O ensaio de letalidade de *E. andrei* seguiu as recomendações OECD 207 (OECD, 1984). Para o teste foram utilizados recipientes plásticos com altura de 9,0 cm e diâmetro de 11,5 cm foram adicionados 500 g de solo (peso úmido). Cada unidade experimental recebeu 10 indivíduos. No início do teste e semanalmente, as minhocas foram alimentadas com esterco de cavalo. Após 28 dias do

início do teste foi realizada a avaliação de sobrevivência.

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA *One-way*), seguido pelo teste Dunnett ($p < 0,05$) utilizando Software Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes cumpriram os critérios de validação de acordo com a respectiva norma OECD 207 (OECD, 1984). A taxa de sobrevivência não excedeu 10% do total de indivíduos no controle (média de 99% sobrevivência) em ambos os solos testados e o coeficiente de variação (CV) foi < 30% no Latossolo (CV=2,25%) e no Neossolo (CV=1,38%).

Os resultados obtidos nos testes de letalidade mostram que a taxa de sobrevivência das minhocas não foi significativamente afetada pela aplicação de doses crescentes de cinzas em ambos os solos testados (**Figuras 1 e 2**). De acordo com Andrés & Domene (2005), resíduos orgânicos mostram-se tanto como uma fonte de alimento como um resíduo tóxico.

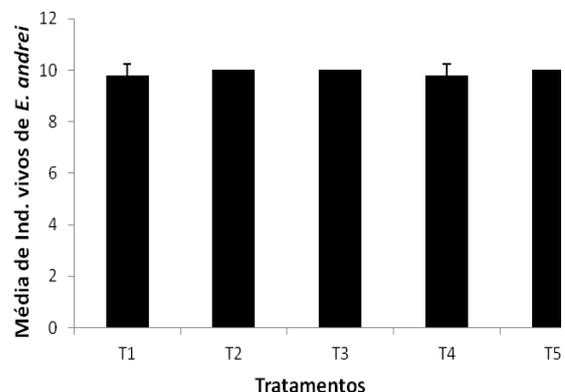


Figura 1. Média de Indivíduos (Ind.) vivos de *Folsomia candida* em Latossolo Vermelho distrófico contaminado com doses crescentes de cinzas. * Diferença estatística significativa ($*p \leq 0,05$) pelo teste de Dunnett. (T) Desvio padrão (n = 5).

A adubação química não apresentou efeitos negativos na sobrevivência de *E. andrei* em ambos os solos avaliados (**Figuras 1 e 2**).

De acordo com Natal da Luz et al. (2008), os atributos químicos do solo podem afetar de forma direta os organismos do solo, bem como influenciar uma maior ou menor disponibilidade de contaminantes nos solos. No presente estudo não foram verificadas alterações nos parâmetros



químicos dos solos a ponto de ocasionar mortalidade dos organismos.

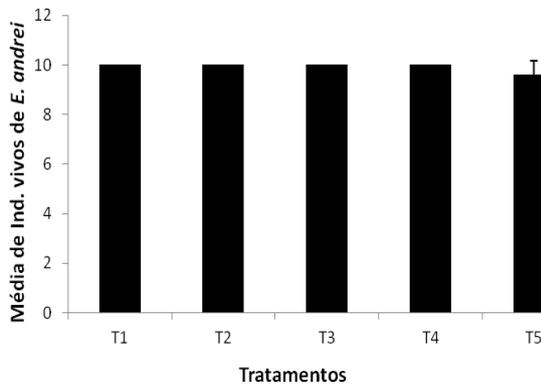


Figura 2. Média de Indivíduos (Ind.) vivos de *Folsomia candida* em Neossolo Quartzarênico órtico típico contaminado com doses crescentes de cinzas. *Diferença estatística significativa ($*p \leq 0,05$) pelo teste de Dunnett. (–) Desvio padrão (n = 5).

Jänsch et al. (2005) relatam que minhocas da espécie *E. andrei*, são tolerantes a uma diversidade de ambientes e podem suportar uma faixa de pH entre 4 e 9, mas preferem condições de pH neutro ou levemente ácidos entre 5 e 7 e solos com teores de matéria orgânica elevados. Os valores de pH encontrados para os diferentes tratamentos avaliados encontram-se dentro da faixa de tolerância das minhocas de acordo com Jänsch et al. (2005) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de pH (KCl) obtidos no final do ensaio de letalidade com *Eisenia andrei* para Latossolo Vermelho distrófico e Neossolo Quartzarênico órtico típico contaminado com doses crescentes de cinzas.

Latossolo	
Doses	pH
Testemunha	5,67
5 ton.ha ⁻¹	5,97
10 ton.ha ⁻¹	6,00
20 ton.ha ⁻¹	6,23
Neossolo	
Doses	pH
Testemunha	6,14
5 ton.ha ⁻¹	7,26
10 ton.ha ⁻¹	7,41
20 ton.ha ⁻¹	7,74

CONCLUSÕES

A taxa de sobrevivência de minhocas da espécie *Eisenia andrei* não foi afetada pela aplicação de doses crescentes de cinza.

A adição de fertilizante químico no solo não apresentou efeitos tóxicos para os organismos testados.

Recomenda-se realizar novos estudos incluindo outras doses, organismos e classes de solo, para avaliar a toxicidade desse resíduo sobre os parâmetros biológicos do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ pela concessão da bolsa e também ao Laboratório de Ecotoxicologia, do Centro de Educação Superior do Oeste, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO), campus Chapecó – SC, por ceder o espaço físico para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. V.; SANTOS, J. C. P.; GOIS, D. T et al. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:589-598, 2008.

ANDRÉA, M. M. Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. Comunicado técnico 83, 2008. Disponível em: www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=83# Acesso em: 20 mai. 2015.

ANDRÉS, P. & DOMENE, X. Ecotoxicological and fertilizing effects of dewatered, composted and dry sewage sludge on soil mesofauna: a TME experiment. *Ecotoxicology*, 14:545-557, 2005.

COSTA, C.R. et al. Toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. Revisão. *Quím. Nova*, v.31, n.7, p. 1820-1830, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FOUNTAIN, M. T.; HOPKIN, S. P. *Folsomia candida* (Collembola): A "Standard" Soil Arthropod. *Annual Review of Entomology*, 50:201–22, 2005.

GARCIA, M. V. Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions. Germany: University of Bonn, 2004. 281p. (Ecology and Development Series).



GREENSLADE, P.; VAUGHAN, G.T. A comparison of Collembola species for toxicity testing of Australian soils. *Pedobiologia*, .47:171–179, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10390: Soil quality – Determination of pH. Geneva, Switzerland, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION . ISO 11465. Soil quality: Determination of dry matter and water content on a mass basis – Gravimetric method. Geneva, Switzerland, 1993.

JÄNSCH, S.; AMORIM, M.; RÖMBKE, J. Identification of the ecological requirements of important terrestrial ecotoxicological test species. *Environmental Reviews*, 13:51-83, 2005.

MAEDA, S.; SILVA, D.H.; MAGALHÃES, E.L.W. Aplicação de Cinza de Biomassa Florestal para Plantio de *Pinus taeda* em Latossolo e Cambissolo de Pirai do Sul, PR. Comunicado Técnico, Embrapa Florestas, n. 198, 2007, 6p.

NATAL-DA-LUZ, T.; RÖMBKE, J.; SOUSA, J. P. Avoidance tests in site-specific risk assessment - influence of soil properties on the avoidance response of Collembola and earthworms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27:1112-1117, 2008.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, Earthworm, acute toxicity tests. Guidelines for testing of chemicals, 207, 1984.

OLIVEIRA R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L.B. Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê. Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Oriental, n. 155, 2006, 4p.

STATSOFT, Inc., STATISTICA (data analysis software system). version 7, 2004. Disponível em: <http://www.statsoft.com>.