



Caracterização ecotoxicológica de um resíduo proveniente da combustão de biomassa florestal para uso agrícola ⁽¹⁾

Paulo Bai Filho⁽²⁾; Julia Carina Niemeyer⁽³⁾; Antônio Lunardi Neto⁽⁴⁾;
Mônica Aparecida Aguiar dos Santos⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitiba

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Santa Catarina; Curitiba/SC; paulo.bai.filho@gmail.com

⁽³⁾ Professora; Universidade Federal de Santa Catarina

⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Santa Catarina

⁽⁵⁾ Professora; Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO: A produção de cinzas é obtida a partir da queima da biomassa florestal, durante o processo de combustão em caldeiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cinza de biomassa florestal sobre o solo utilizando os organismos bioindicadores minhocas e colêmbolos. Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba. O teste de fuga com minhocas foi baseado na ABNT/ISO 17512-1, e usadas minhocas da espécie *Eisenia andrei*. O teste de reprodução com colêmbolos foi baseado na ABNT/ISO 11267, e usados colêmbolos da espécie *Folsomia candida*. Como controle e para a aplicação das doses, foi usado solo natural. Os resultados mostram que houve fuga significativa ($p < 0,05$) das minhocas na cinza a 100% quando comparada ao solo natural (controle), porém doses mais baixas devem ser avaliadas para uso agrícola. No ensaio de reprodução com colêmbolos, a cinza aplicada nas doses 0,5%, 1% e 10%, diluída no solo natural do Campus, não ocasionou efeitos deletérios sobre a reprodução de colêmbolos. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a cinza de biomassa florestal, aplicada nas doses avaliadas, não apresentou toxicidade para invertebrados do solo.

Termos de indexação: *Eisenia andrei*, Ecotoxicologia; Cinza.

INTRODUÇÃO

A produção de cinzas é obtida a partir da queima da biomassa florestal, durante o processo de combustão em caldeiras, para geração de energia elétrica (Martins, 2006).

Segundo Maeda et al. (2007) a aplicação de cinzas no solo é uma prática comum em todas as regiões do país, solucionando muitas vezes os problemas das indústrias madeireiras que de outra maneira teriam de descartar este resíduo de qualquer forma no ambiente.

A aplicação de qualquer resíduo no solo só deve ser feita quando não traga prejuízos a ele, bem como ao ambiente de maneira geral, e sim

traga benefícios, ao solo e as culturas de interesse. (Medeiros, 2008).

A composição das cinzas é bastante variada, apresentando elementos essenciais e benéficos para as plantas, como o potássio e o calcário, bem como elementos que possam limitar o seu potencial agrícola ou produtivo, tais como o sódio, entre outros (Osteras et al., 2005; Santana, 2009).

Para a avaliação da contaminação dos solos, em geral são aplicados métodos químicos, que por vezes são pouco eficientes. A utilização de bioindicadores (minhocas e colêmbolos) é uma técnica eficaz, de baixo custo, não poluidora e com resultados bastante satisfatórios segundo Sisino (2006), porém ainda pouco empregada.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial efeito da cinza de biomassa florestal sobre o solo utilizando os organismos bioindicadores minhocas e colêmbolos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de março a abril de 2015, no laboratório de Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba.

Predominam na região os Cambissolos sendo que a textura do solo no qual foi desenvolvido o experimento é classificada como argilo-siltosa.

O solo apresentou na camada de 0 a 20 cm de profundidade as seguintes características: pH (água): 4,4; H+Al: 17,30; Al: 0,47; Ca: 1,49; Mg: 0,81 expressos em cmol/dm³, P (Mehlich): 2,6 e K: 35 expressos em mg/dm³, matéria orgânica: 2,0% e soma de bases: 12,14%.

Para a avaliação ecotoxicológica da cinza, foram aplicados os ensaios de fuga com minhocas e o ensaio de reprodução com colêmbolos.

Teste de fuga com minhocas

O teste de fuga com minhocas foi baseado na norma ABNT/ISO 17512-1 (ABNT, 2011), e foram usadas minhocas da espécie *Eisenia andrei*, adultas e cliteladas.

Para a realização do teste foi utilizado um recipiente medindo 20 x 20 cm e 10 cm de

profundidade, provido de tampa. O recipiente teve sua tampa previamente perfurada a fim de promover a aeração do conteúdo, e dividido ao meio com o auxílio de uma divisória plástica, que em seguida foi retirada.

Em um dos lados foi colocado solo do Campus previamente corrigido com calcário e sem adição de cinza (tratamento 1 – controle), e no outro somente a cinza (tratamento 2 – 100% cinzas).

Ambos foram umedecidos até cerca de 50% da capacidade de retenção de água, visando garantir a umidade necessária para os organismos.

Para o teste foram utilizadas 10 minhocas que foram colocadas sobre uma peneira e lavadas em água corrente, após este procedimento elas foram dispostas no centro do recipiente, como mostra a **Figura 1**.



Figura 1 - Recipiente contendo solo, cinzas e minhocas adicionadas no centro.

Fonte: elaborada pelo autor

Aguardaram-se alguns minutos para observar a reação das minhocas aos dois materiais. Como não houve uma rejeição inicial, o recipiente foi levado para um local escuro com temperatura variando entre 19,5° e 25°C

Após 48 horas, com o auxílio da divisória plástica, separou-se os tratamentos e realizou-se a contagem das minhocas em cada lado. As minhocas que eram interceptadas pela divisória eram contabilizadas metade para cada tratamento. Cada tratamento foi composto por cinco replicatas.

Os resultados obtidos foram analisados pelo Teste Exato de Fisher, $p < 0,05$.

Teste de reprodução com colêmbolos

O teste de reprodução com colêmbolos foi baseado na ABNT/ISO 11267, e usados colêmbolos da espécie *Folsomia candida*.

Para o teste de reprodução com colêmbolos, utilizou-se 6 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos aplicados foram os seguintes: controle-

solo natural (P), Solo Artificial Tropical (SAT), 0,5% de cinzas (1,56g de cinzas em 30g de solo do Campus), 1% de cinzas (3,12g de cinzas em 30g de solo do Campus) e 10% de cinzas (7,8g de cinzas em 30g de solo do Campus).

Os tratamentos foram colocados em recipientes plásticos providos de tampa, perfazendo 30g de cada mistura por recipiente e adicionado 10 ml de água. Ao final reservou-se 5g de cada tratamento para a medição do pH em KCl, cujos resultados obtidos foram os seguintes: solo natural pH 4,8, solo artificial pH 6,0, mistura 0,5% de cinzas pH 6,95, mistura 1% de cinzas pH 6,96 e mistura 10% de cinzas pH 7,19. Em cada recipiente foram adicionados 10 indivíduos com 10 a 12 dias de idade.

A umidade do solo foi mantida constante a fim de fornecer um ambiente propício ao desenvolvimento dos colêmbolos. A pesagem dos recipientes foi feita semanalmente e quando necessário foi adicionado água para repor a umidade, e ao 1° e 14° dia foi adicionado o alimento, fermento biológico.

Após 28 dias foi realizada a contagem dos juvenis. Para a contagem adicionou-se água destilada em cada recipiente e uma gota de tinta para carimbo, mexendo até que os indivíduos flutuassem.

Foram feitas duas fotografias para cada repetição, utilizando-se uma máquina digital de alta resolução. A melhor fotografia foi adicionada ao computador, e utilizando-se do Software ImageJ pôde-se contar o número de indivíduos adultos e juvenis, presentes. A **Figura 2** mostra a fotografia de um dos recipientes contendo os colêmbolos, pronta para ser analisada.



Figura 2: Procedimento adotado para contagem dos colêmbolos.
Fonte: elaborada pelo autor

Os resultados obtidos foram avaliados com ANOVA seguida do teste de comparações múltiplas de Dunnet, $p < 0,05$, considerando o solo natural

como controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de fuga com minhocas

Os resultados do teste de fuga com minhocas são apresentados na **Figura 3**.

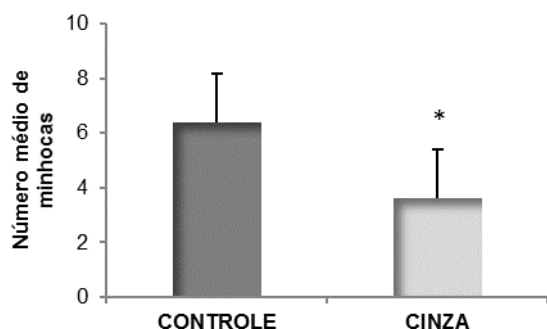


Figura 3 - Teste de fuga com minhocas. Número de minhocas na cinza e no solo controle após 48 h. Barras indicam o desvio padrão. Asterisco indica diferenças significativas ($p < 0,05$) no teste exato de Fisher.

Os resultados mostram que houve fuga significativa ($p < 0,05$) das minhocas na cinza (Tratamento 2) quando comparadas ao solo controle (Tratamento 1). O número médio de minhocas *Eisenia andrei* no solo controle (solo natural) foi de 6,4 minhocas enquanto que na cinza a 100% foi de 3,6 minhocas, após 48 h de exposição.

Quando temos mais de 80% das minhocas no controle, consideramos o solo com função de habitat limitada. Neste caso, a função de habitat não chega a ser limitada para as minhocas uma vez que apenas 64% delas foram encontradas no solo controle (Tratamento 1).

Os resultados indicam que doses intermediárias de cinza no solo controle devem ser analisadas a fim de verificarem-se os valores limites de aplicação no solo.

Teste de reprodução com colêmbolos

A **Figura 4** mostra os resultados de reprodução com colêmbolos.

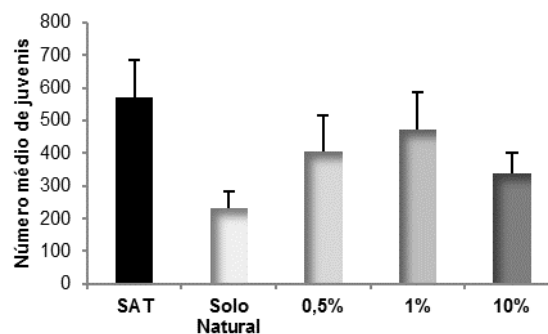


Figura 4 - Teste de reprodução com colêmbolos. . Número médio de juvenis de colêmbolos *Folsomia candida* no Solo Artificial Tropical (SAT), Solo Natural, e diferentes doses de cinza aplicada ao solo natural. Barras indicam o desvio padrão. Não houve redução na reprodução dos colêmbolos nas doses avaliadas (ANOVA seguida do teste de comparações múltiplas de Dunnet, $p < 0,05$, considerando o solo natural como controle).

No ensaio de reprodução com colêmbolos, a cinza aplicada nas doses 0,5%, 1 e 10% , diluída no solo natural do Campus, não ocasionou efeitos deletérios sobre a reprodução de colêmbolos da espécie *Folsomia candida*, logo as doses testadas poderiam ser utilizadas no solo sem ocasionar impactos para estes organismos.

Os resultados indicam que doses mais elevadas de cinza no solo devem ser analisadas a fim de verificarem-se os valores limites de aplicação no solo.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que houve fuga significativa ($p < 0,05$) das minhocas na cinza a 100% quando comparada ao solo natural sem adição de cinza. Porém, doses mais baixas devem ser avaliadas para uso agrícola.

No ensaio de reprodução com colêmbolos, a cinza aplicada nas doses 0,5%, 1% e 10%, diluída no solo natural, não ocasionou efeitos deletérios sobre a reprodução de colêmbolos.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a cinza de biomassa florestal, aplicada nas doses avaliadas, não apresentou toxicidade para invertebrados do solo.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 17512-1. Qualidade do Solo — Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento Parte 1: Ensaio com minhocas (*Eisenia fetidae Eisenia andrei*). 2011.

ABNT NBR ISO 11267-2. Qualidade do solo – Inibição da reprodução de Collembola (*Folsomia candida*) por poluentes do solo 2009.



MAEDA, S.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; SANTANA, D. L. Q.; SALDANHA, I. A. A.; DEDECEK, R. A.; LIMA, E. A. Cinza de biomassa florestal como insumo para plantio de *Pinus taeda* em Cambissolo e Latossolo em Vargem Bonita, SC. Comunicado técnico; n. 187. Colombo, PR: Embrapa, 2007.

MARTINS, F. M. Caracterização Química e Mineralógica de Resíduos Sólidos Industriais Mineraiis do Estado do Paraná. 2006. 158 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.

MEDEIROS, J. C. Resíduo Alcalino da Indústria de Papel e Celulose na Correção da Acidez de um Cambissolo Húmico Álico. 2008. 83 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages.

OSTERAS, A. H.; SUNNERDAHL, I.; GREGER, M. The Impact of wood ash and Green Liquor Dregs Application on Ca, Cu, Zn and Cd Contents in Bark and Wood of Norway Spruce. *Water, Air, and Soil Pollution*, n. 166, p. 17-29, 2005.

SANTANA, W. M. S. Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. Urophylla* com enfoque energético. 2009. 91 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras.

SISINNO, C. L. S.; BULUS, M. R. M.; RIZZO, A. C.; MOREIRA, J. C. Ensaio de comportamento com minhocas (*Eisenia fetida*) para avaliação de áreas contaminadas: resultados preliminares para contaminação por hidrocarbonetos. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol*, v. 1, n. 2, p. 137-140, 2006.