**ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA DOS IMPACTOS DO RESÍDUO DE SOJA NO SOLO
AS MARGENS DA FERROVIA NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ-PR**

Vinicius Guimarães Toledo*, Joselene de Mello, Marina Gomes de Mello, Heloísa Fernandes, Everaldo dos Santos

* Instituto Federal do Paraná Campus Paranaguá, viniciustoledo_01@hotmail.com

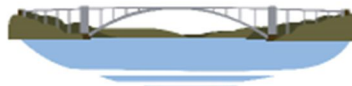
RESUMO

O município de Paranaguá, localizado no litoral paranaense, tem como uma de suas principais características econômicas, a atividade portuária. Atualmente, o porto recebe o título de maior exportador de grãos da América Latina, com grande enfoque na soja. Esta movimentação, apesar de gerar renda e impulsionar o mercado, traz grandes impactos para o meio ambiente, entre esses problemas, o que é de simples percepção é o acúmulo de grãos ou ocasionalmente do farelo de soja no entorno das rodovias e ferrovias. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a toxicidade da soja a partir de testes de evitamento e mortalidade em minhocas da espécie *Eisenia andrei*, de acordo com a norma da NBR 15537 comparando seus efeitos na macrofauna invertebrada em amostras de 2 diferentes tipos de solo, avaliando o impacto do granel no ambiente por meio do organismo bioindicador *Eisenia andrei*. A pesquisa foi conduzida por meio de testes ecotoxicológicos de acordo com a NBR 15537 utilizando minhocas da sp. *Eisenia andrei*, colocando o invertebrado edáfico em contato com amostras de solo. Para o desenvolvimento dos experimentos ecotoxicológicos foram utilizados dois diferentes tipos de solo pertencentes a duas classes de ocorrência na planície litorânea do Paraná, em áreas de influência do porto de Paranaguá: o Espodosolo e o Cambissolo. Os ensaios ecotoxicológicos foram conduzidos, onde os organismos teste foram submetidos aos ensaios de evitamento. As amostras de solo foram contaminadas in vitro com a média de quatro repetições, para cada ensaio. Os ensaios de evitamento apresentaram, para o Espodosolo controle, valor médio de 5,75 indivíduos enquanto para as amostras contaminadas este valor diminuiu para 4,25 indivíduos. Em relação ao Cambissolo as amostras do solo controle apresentaram 5,5 indivíduos enquanto nesse mesmo solo contaminado com a soja, a média de indivíduos caiu para 4,5. Em ambos os solos foi possível perceber a preferência dos indivíduos pela área das amostras não contaminadas com soja mostrando o comportamento de evitamento dos indivíduos nestas áreas. Os organismos presentes no Cambissolo demonstraram nos primeiros sete dias, grande afinidade com o ambiente. No entanto, nas amostras de Espodosolo, por terem como característica o solo bem mais seco e mais arenoso, além de serem pobres na retenção de água e nutrientes, demonstraram uma mortalidade total dos organismos logo na primeira semana de experimento. Dentre os solos utilizados, foi possível identificar o Cambissolo como o mais aceito pelas minhocas.

PALAVRAS-CHAVE: Soja; Ecotoxicologia; Impactos ambientais; Invertebrados do solo; Resíduos.

ABSTRACT

The Paranaguá city is located on the coast of Paraná, has as one of its main economic characteristics port activity. Currently, the port receives the title of largest exporter of grains in Latin America, with a large focus on soybeans. This movement, despite generating income and boosting the market, brings great impacts to the environment, among these problems, what is simple perception is the accumulation of grains or occasional soybean meal around the highways and railways. The objective of this work was to evaluate the toxicity of soybeans from avoidance and mortality tests in *Eisenia andrei* earthworms, according to the norm of NBR 15537 comparing their effects on the invertebrate macrofauna in samples of 2 different soil types, the impact of bulk in the environment through the bioindicator organism *Eisenia andrei*. The research was conducted through ecotoxicological tests according to NBR 15537 using worms of sp. *Eisenia andrei*, placing the edaphic invertebrate in contact with soil samples. For the development of the ecotoxicological experiments, two different soil types belonging to two classes of occurrence were used in the coastal plain of Paraná, in areas of influence of the port of Paranaguá: Espodosolo and Cambissolo. The ecotoxicological tests were conducted, where the test organisms were submitted to the avoidance tests. Soil samples were contaminated in vitro with an average of four replicates, for each assay. The avoidance tests showed a mean value of 5.75 individuals for Spodosol control, while for the contaminated samples this value decreased to 4.25 individuals. Regarding the Cambissolo, the control soil samples showed 5.5 individuals while in the same soil contaminated with soybean, the average number of individuals dropped to 4.5. In both soils it was possible to perceive the preference of the individuals for the area of the samples not contaminated with soybean showing the behavior of avoidance of the individuals in these areas. The organisms present in the Cambisol demonstrated in the first seven days, great affinity with the environment. However, in the Espodosolo samples, because they have a much drier and sandy soil, besides being poor in retention of water and nutrients, they showed a total mortality of the organisms as early as the first week of experiment. Among the soils used, it was possible to identify the Cambisol as the most accepted by earthworms.



KEY WORDS: Soy ben; Ecotoxicology; Environmental impacts; Invertebrates of soil; Waste.

INTRODUÇÃO

O porto de Paranaguá ou porto Dom Pedro II movimentam bilhões de toneladas de grãos por ano e ocupa uma posição de destaque como o maior exportador graneleiro da América Latina, com atenção especial para a soja, o granel sólido mais exportado, e que representa a maior porcentagem de crescimento nas atividades portuárias (APPA, 2017). Com uma quantidade expressiva, os caminhões são a opção mais rápida, porém não a mais adequada para a infraestrutura rodoviária nacional, pois toneladas de grãos e farelo de soja são derrubadas nas rodovias durante todo o ano, podendo resultar em contaminação do solo, das águas e do ar. Entre os possíveis problemas, o de mais simples percepção, é o acúmulo dos resíduos de grãos ou, ocasionalmente, do farelo de soja no entorno das rodovias, acarretando diversos impactos ambientais negativos, como o crescimento de pragas e zoonoses, odores indesejáveis e, devido a decomposição desse material, a contaminação do solo e da água. Segundo EMBRAPA (2010), a soja é um dos grãos que mais emitem CO₂ para a atmosfera, além de apresentar rápida decomposição com emissões de quantidades consideráveis de carbono.

Tendo em vista esta problemática, o presente trabalho objetivou avaliar a toxicidade da soja a partir de testes de evitamento e mortalidade em minhocas da espécie *Eisenia andrei*, de acordo com a norma da NBR 15537 comparando seus efeitos na macrofauna invertebrada em amostras de 2 diferentes tipos de solo, avaliando o impacto do granel no ambiente por meio do organismo bioindicador *Eisenia andrei*.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dos experimentos ecotoxicológicos foram utilizados dois diferentes tipos de solo pertencentes a duas classes de ocorrência na planície litorânea do Paraná, em áreas de influência do porto de Paranaguá: o Espodosolo e o Cambissolo (EMBRAPA, 2013). As amostras foram coletadas nos municípios de Morretes e Paranaguá, entre 10 a 20 centímetros da superfície. Após coletadas, estas foram tamisadas com peneira de 2mm e estocadas sob refrigeração à 3°C, e posteriormente realizado o preparo para os testes ecotoxicológicos e determinação da umidade e pH.

A Umidade foi determinada de acordo com EMBRAPA (1997) onde uma alíquota de 10 g de solo úmido foi pesado e seco em estufa a 105°C. Após secagem, a amostra foi pesada e a perda de água determinada.

O pH foi avaliado em 5 g de solo seco diluído em 30 ml de água destilada, com posterior leitura em peagâmetro de bancada.

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados por meio dos testes de evitamento e toxicidade aguda de acordo com o protocolo descrito na ISO 17512-1 (2008) e ABNT NBR 15537 (2014). *Eisenia andrei* foi a espécie de minhoca utilizada sendo está indicada e padronizada suas condições para utilização de acordo com a norma brasileira.

No ensaio de evitamento foram utilizados recipientes plásticos transparentes subdivididos em dois segmentos (solo controle e contaminado), por uma divisória removível de papelão (Figura 1), e tampas perfuradas para possibilitar a passagem de ar, oxigenando as amostras com os animais, porém impedindo sua evasão.



Figura 1 – Imagem dos recipientes contendo as divisórias de papelão. Método utilizado para separar amostras de solo controle e contaminado.

Um dos segmentos foi preenchido por 250g do solo controle, e o outro com 250g do solo teste em contato com 10% da soja umedecida para contaminação da amostra. Foram feitas quatro réplicas deste procedimento para cada tipo de solo e dois recipientes brancos. Após a retirada da repartição, foram inseridos na região de divisa dos solos, 10 oligoquetas adultas da espécie *Eisenia andrei*, com peso aproximado de 300 mg. As amostras permaneceram com temperatura controlada (20°C), e em fotoperíodo 12h/12h para simular dia e noite. Após 48 horas a divisória foi novamente posicionada e efetuada a contagem dos indivíduos em cada lado do recipiente, registrando as taxas de mortalidades.

O ensaio de toxicidade aguda utilizou um método similar ao de evitamento seguindo os mesmos padrões de temperatura e fotoperíodo. No entanto, a duração do experimento foi de 14 dias, não havendo a possibilidade de evitamento do animal com a amostra contaminada. Este ensaio foi realizado em 8 (oito) amostras, sendo quatro com Cambissolo e quatro com Espodosolo (Figura 2).



Figura 2 - Recipientes preparados para o teste de toxicidade aguda.

Após sete dias foi avaliada a mortalidade a partir da contagem de oligoquetas em cada um dos recipientes. As minhocas que não apresentavam respostas foram consideradas mortas. Após verificação, os recipientes retornavam para a câmara de fotoperíodo por mais sete dias. Uma última contagem era realizada após 14 dias para determinar o total de indivíduos mortos no final do ensaio.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para pH e Umidade das duas amostras de solo analisadas. Observa-se que as amostras de Cambissolo pré-teste apresentaram valores de pH menores em relação as amostras de Espodosolo. Nas amostras pós teste o Cambissolo apresentou pH maior que o Cambissolo, no entanto, ambas as amostras, após o teste com contaminação do solo e ensaio de ecotoxicidade, sofreram elevação do pH. Quanto a umidade as amostras de Cambissolo apresentaram maior umidade em relação ao Espodosolo.

Tabela 1 - Resultados da análise de pH (pré e pós teste) e umidade (%) em Cambissolo e Espodosolo.

Amostra	pH pré teste	pH pós teste	Umidade %
CAMBISSOLO	3,99	7,52	24,84%
ESPODOSSOLO	5,73	6,69	3,05%

Os ensaios de evitamento apresentaram, para o Espodosolo controle, valor médio de 5,75 indivíduos enquanto para as amostras contaminadas este valor diminui para 4,25 indivíduos. Em relação ao Cambissolo, as amostras do solo controle apresentaram 5,5 indivíduos enquanto nesse mesmo solo contaminado com a soja, a média de indivíduos caiu para 4,5 (figura 3). Em ambos os solos foi possível perceber a preferência dos indivíduos pela área das amostras não contaminadas com soja mostrando o comportamento de evitamento dos indivíduos nestas áreas.

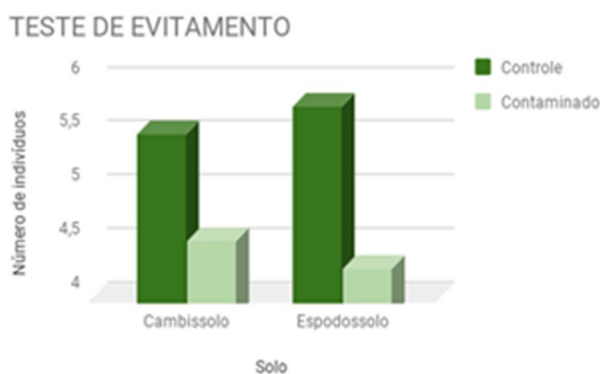
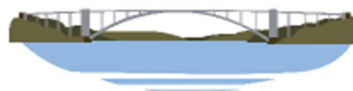


Figura 3 – Resultados obtidos para o teste de evitamento no Cambissolo e Espodosolo.

No ensaio de toxicidade aguda, os organismos foram submetidos às amostras de Cambissolo e Espodosolo contaminado. Observou-se que, na primeira semana de testes, todos os organismos presentes no Cambissolo sobreviveram, porém no Espodosolo todas já haviam morrido. Ao décimo quarto dia realizou-se a contagem final das amostras de Cambissolo, tendo sido verificadas 17 mortes entre os quatro recipientes. A partir dos resultados obtidos,



realizou-se a média entre os organismos sobreviventes (Figura 4) tendo sido encontrado média no Cambissolo ao final de 14 dias de ensaio de 4,25 indivíduos e de vivas 5,75 indivíduos.

Os organismos presentes no Cambissolo demonstraram nos primeiros sete dias, grande afinidade com o ambiente. No entanto, nas amostras de Espodossolo, por terem como característica o solo bem mais seco e mais arenoso, além de serem pobres na retenção de água e nutrientes, demonstraram uma mortalidade total dos organismos logo na primeira semana de experimento, provavelmente devido à estas características e grande perda de umidade. Devido à esse resultado no Espodossolo recomenda-se repetir o experimento com maior controle da umidade a fim de determinar a real causa da mortalidade: se devido à falta de umidade ou a presença do contaminante.



Figura 4 - Relação entre o número de indivíduos vivos e mortos em 7 e 14 dias de ensaio em Cambissolo e Espodossolo.

CONCLUSÃO

Dentre os solos utilizados, foi possível identificar o Cambissolo como o mais aceito pelas minhocas. As minhocas evitaram o contato com ambientes que possuem oferta de alimentos de baixa qualidade ou contaminados por substâncias químicas, assim, apesar da quantidade favorável de nutrientes que o grão de soja pode oferecer, este pode oferecer algum composto químico inconveniente aos organismos teste. Observou-se ao longo dos ensaios que as condições desfavoráveis para o desenvolvimento das oligoquetas motivaram fuga do local ou, até mesmo, ocasionaram seu óbito, devido à falta de água ou mesmo por impedir os processos respiratórios. Ambientes secos, pobres em nutrientes e com taxa de retenção de água menor, causaram nas oligoquetas comprometimento do período de vida e classificação do ambiente como impróprio para seu desenvolvimento. Percebeu-se ainda que organismos bioindicadores da espécie *Eisenia andrei* demonstram uma faixa de tolerância de sobrevivência superior nos solos que apresentam como característica teor de umidade e níveis de acidez elevados, como o Cambissolo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA (APPA). **Caderno de resultados Relatório da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina 2011-2017**. Disponível em: <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/arquivos/File/Caderno_resultados_APPA_2018__1.pdf>. Acesso em: 24 março 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15537: **Ecotoxicologia terrestre - Toxicidade aguda - Método de ensaio com minhocas (Lumbricidae)**. p. 13. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (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 fetida* e *Eisenia andrei*)**. p. 26. 2011.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Cultivares de Soja**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40046/1/Folheto-Soja-2010-11MG-final-capa.pdf>>. Acesso em: 24 março 2019.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. EMBRAPA. 1997.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Ed. EMBRAPA, 2013.