

POTENCIAL DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA REDUÇÃO DA TOXICIDADE DO INSETICIDA IMIDACLOPRIDO PARA A FAUNA NO SOLO

SABRINA OROSKI^{1,2*}, MIKAEL RENAN DE LORDI³, WILLIAM EDUARDO DOS
SANTOS⁴, MARCO AURÉLIO TRAMONTIN DA SILVA⁵, PAULO ROGER LOPES
ALVES⁶

1 Introdução

A prática de disposição de lodo de esgoto na agricultura é antiga e ocorre frequentemente em municípios pequenos de grandes áreas agricultáveis, pois, quando utilizado em solos agrícolas, esse tipo de resíduo contribui na minimização da degradação de corpos hídricos e pode ser fonte de nitrogênio para as plantas cultivadas (BOEIRA, 2002).

Na agricultura brasileira o imidacloprido é um ingrediente ativo (i.a.) muito utilizado em formulações de agrotóxicos (inseticidas). Este i.a. pertence ao grupo dos neonicotinóides, os quais podem ser altamente tóxicos para os invertebrados causando mortalidades até mesmo em baixas concentrações (SILVA et al., 2017). Em contra partida, quando utilizado em solos tratados com lodo de esgoto, os agrotóxicos podem ser mais adsorvidos, devido à maior presença de MO e, conseqüentemente, pode haver menor toxicidade sobre as espécies edáficas (MATTANA et al. 2014).

2 Objetivos

Este estudo objetivou avaliar o potencial tóxico do imidacloprido para colêmbolos da espécie *Folsomia candida*, quando expostos ao inseticida em um Latossolo previamente tratado com doses crescentes de lodo de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

3 Metodologia

1Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Chapecó, contato: sabrina.oroski@estudante.uffs.edu.br

2Grupo de Pesquisa: NEFIT - Núcleo de Estudos em Fitossanidade

3Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó

4Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó

5Doutor em Entomologia, professor na UFFS, *campus* Chapecó, **Orientador**.

6Doutor em Ciências, professor na UFFS, *campus* Chapecó, **Orientador**.

O lodo de esgoto foi coletado na ETE da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó (SC), onde foram coletadas 3 amostras com 1 kg cada. Essas amostras foram misturadas e, posteriormente, secas em estufa (105 °C) por 24 horas. Em seguida o teor de umidade do lodo foi determinado e o mesmo foi mantido em geladeira até a realização dos experimentos.

Para a realização dos ensaios ecotoxicológicos com colêmbolos foi utilizado um Latossolo Vermelho de textura argilosa. O solo foi coletado no município de Palmitos-SC em área sem histórico de uso de lodo de ETE nem de aplicação de agrotóxicos. O solo foi seco ao ar e passou pelos processos de peneiramento (peneira de 2mm) e desfauna: 3 ciclos de congelamento (-20 °C) e descongelamento (temp. ambiente) de 24 h.

Os ensaios de toxicidade crônica com o colêmbolos tiveram duração de 28 dias. Foi utilizado um esquema fatorial 6×6 : onde foram utilizadas cinco diferentes doses de lodo de esgoto (g de lodo/kg de solo seco – Tabela 1) além de um controle (apenas solo), na presença de cinco concentrações crescentes de imidacloprido (C1 = 0,25; C2 = 0,5; C3 = 1,0; C4 = 2,0; C5 = 4,0 mg de i.a./kg de solo seco – mg/kg), por meio da formulação comercial Much 600 FS® (600 g de i.a./L), e um controle apenas contendo água deionizada (C0 = 0,0 mg/kg). Uma semana antes do início dos ensaios, as doses do lodo foram misturadas ao solo. As concentrações de imidacloprido foram aplicadas imediatamente antes do início dos ensaios.

Para os ensaios ecotoxicológicos foram utilizados colêmbolos da espécie *F. candida* com tamanhos similares e idades sincronizadas (10 a 15 dias de vida), adaptando as recomendações da ISO 11267 (ISO, 2012).

Os resultados dos testes de toxicidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando diferenças significativas ($p < 0.05$) foram detectadas, os tratamentos com diferentes concentrações de imidacloprido (dentro de cada dose de lodo) foram comparados com o tratamento controle (sem imidacloprido) por meio do teste de *Dunnet*. As concentrações de efeito que causaram redução de 50% na reprodução (EC_{50}) em cada cenário de exposição ao lodo (diferentes doses) foram estimadas utilizando modelos de regressão não-linear pré-definidos pela Environmental Canada (2007). As análises estatísticas foram realizadas no software Statistica 13.3®.

Tabela 1. Doses de lodo de esgoto (g lodo/kg solo seco) aplicadas em Latossolo Vermelho para a realização dos ensaios de toxicidade crônica com *Folsomia candida* na presença de imidacloprido.

Tratamento	Doses (g lodo/kg solo seco)
L0	0

L1	20
L2	40
L3	80
L4	160
L5	320

4 Resultados e Discussão

No ensaio de toxicidade crônica houve reduções significativas ($p < 0,05$) na reprodução da colêmbolos *F. candida*, na presença de imidacloprido, independentemente da dose de lodo testada (Figura 1). Essa redução ocorreu provavelmente porque o imidacloprido faz parte do grupo dos neonicotinóides, que causa toxicidade a uma gama de organismos não-alvos, envolvendo diferentes vias de exposição, por onde penetram no sistema nervoso de organismos (TOOMING et al., 2017).

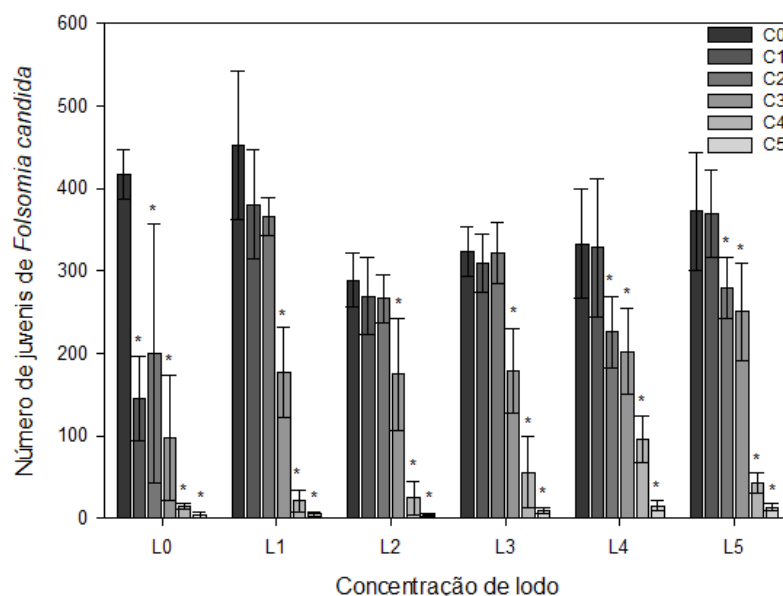


Figura 1. Número médio de juvenis de colêmbolos *Folsomia candida* encontrados em Latossolo vermelho tratado com lodo de ETE e exposto a concentrações crescentes de imidacloprido, após 28 dias. Asterisco (*) indica redução significativa no número de juvenis, comparado ao controle ($p < 0,05$) pelo teste de Dunnett. (⊥) Desvio padrão. (L0-L5) diferentes doses de lodo. (C0-C5) diferentes concentrações de imidacloprido.

No entanto, o efeito negativo na reprodução de *F. candida* foi mais intenso no cenário sem aplicação de lodo (L0) (Figuras 1 e 2), visto que os valores estimados das concentrações de efeito que causaram redução de 50% na reprodução (EC_{50}) de *F. candida* foram de 0,349 mg/kg, 0,940 mg/kg, 1,083 mg/kg, 1,108 mg/kg, 1,069 mg/kg e 1,231 mg/kg, em L0, L1, L2, L3, L4 e L5, respectivamente (Figura 2), indicando uma redução do potencial tóxico do inseticida com o aumento da concentração de lodo aplicado no solo. Portanto, pode-se afirmar

que o efeito do imidacloprido foi cerca de 2,7 a 3,5 vezes mais intenso na ausência de lodo no solo (L0), comparado aos cenários onde o lodo estava presente.

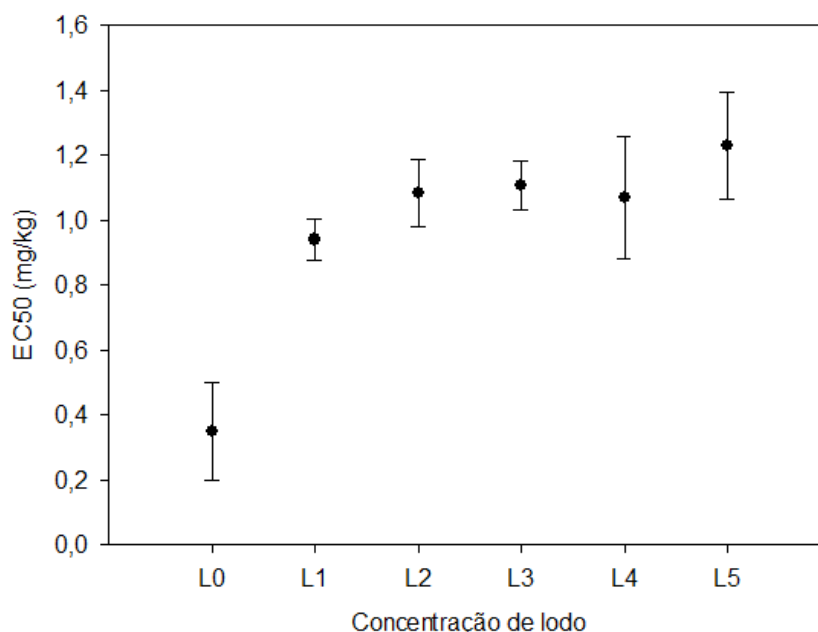


Figura 2. Parâmetro ecotoxicológico (EC_{50}) calculado com base em teste de reprodução com colêmbolos *Folsomia candida*, expostos às concentrações crescentes de imidacloprido em Latossolo vermelho tratado com doses crescentes de lodo.

Deste modo, é possível afirmar que a aplicação de lodo no solo, em todas as doses avaliadas (Figura 2), diminuiu o efeito tóxico do imidacloprido sobre a reprodução dos organismos teste. Isto pode indicar que, em solos sem presença de lodo, o efeito do imidacloprido é mais expressivo quando comparado a cenários com presença de lodo. Por outro lado, em situações onde há contaminação por imidacloprido no solo, a aplicação de lodo de ETE pode ser benéfica para reduzir os impactos ambientais dos agrotóxicos. Contudo, deve-se ressaltar que o lodo utilizado neste estudo não apresentou toxicidade intrínseca para os colêmbolos, o que deve ser previamente investigado antes da utilização dos lodos de ETE no solo, os quais podem ter elevados teores de elementos potencialmente tóxicos.

5 Conclusão

O imidacloprido reduziu a reprodução de colêmbolos *F. candida* em todas as concentrações testadas, sendo que os seus efeitos tóxicos foram mais intensos com o aumento das concentrações aplicadas no solo. No entanto, a aplicação de lodo de ETE reduziu a ação tóxica de imidacloprido, independentemente da dose de lodo testada, provocando assim, uma ação remediadora dos impactos do inseticida no solo. Dessa forma, assumiu-se que, no caso das amostras de lodo coletada na ETE do *campus* Chapecó da UFFS, a aplicação em solos agríco-

las pode atuar na adsorção de imidacloprido, reduzindo sua ação tóxica sobre a população edáfica do solo, sem que suas doses causem impactos negativos (toxicidade intrínseca do lodo) aos colêmbolos do solo, mesmo sob altas doses (até 320 g/kg).

Referências Bibliográficas

BOEIRA, R. C. et al (2002). **Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 11, 1639-1647.

ISO - International Organization for Standardization (2012). ISO 11267. **Soil quality - Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants**. Geneva: ISO 2012.

MATTANA, S. et al (2014). **Sewage sludge processing determines its impact on soil microbial community structure and function**. Applied Soil Ecology, 75, 150–161.

SILVA, C. L. et al (2017). **Comparative toxicity of imidacloprid and thiacloprid to different species of soil invertebrates**. Ecotoxicology 26, 555–564.

TOOMING, E. et al. (2017). **Behavioural effects of the neonicotinoid insecticide thiamethoxam on the predatory insect *Platynus assimilis***. Ecotoxicology, 26(7), 902–913.

Palavras-chave: Ecotoxicologia terrestre; Neonicotinóides; Colêmbolos; Lodo de esgoto

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2021-0156

Financiamento: UFFS