

EFEITOS TÓXICOS CAUSADOS PELO INSETICIDA NEONICOTINÓIDE IMIDACLOPRIDO SOBRE DAFINÍDEOS

Lucas Gonçalves Queiroz¹

Caio César Achilles do Prado²

Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva³

Rodrigo José Marassi⁴

Teresa Cristina Brazil de Paiva⁵

Tecnologia Ambiental

Resumo

O imidacloprido (IMI) é um inseticida pertencente ao grupo dos neonicotinóides amplamente utilizado na agricultura devido à sua elevada eficiência no combate a insetos. Este pesticida tem sido encontrado em corpos hídricos em todo o mundo, o que despertou interesse da comunidade científica em tentar compreender seus efeitos sobre a comunidade aquática. O presente estudo discorre sobre os efeitos tóxicos do IMI, a partir de sua formulação comercial Galeão®, sobre o organismo aquático não-alvo *Daphnia similis*. Neonatos (< 24 h) foram expostos a diferentes concentrações do produto (0,0 (controle); 3,13; 6,25; 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 mg.L⁻¹) durante 48 h para avaliação do efeito tóxico agudo. A mortalidade e a imobilidade dos organismos foram observadas após 24 e 48 h. Os resultados foram submetidos ao Teste de Fisher ($p < 0,05$) para determinação da toxicidade. Os resultados obtidos demonstraram que os efeitos tóxicos foram observados em concentrações acima de 50,0 mg.L⁻¹ após 24 h de exposição. Após 48 h, os efeitos tóxicos foram observados a partir de 12,5 mg.L⁻¹. A CE₅₀ foi estimada em 29,44 mg.L⁻¹. Além da imobilidade e da mortalidade, alterações no comportamento de *D. similis*, como redução da capacidade natatória e inabilidade de locomover-se verticalmente na coluna d'água, foram observadas após 24 h de exposição à maior concentração testada no presente estudo (100,0 mg.L⁻¹). Deste modo, podemos concluir que o imidacloprido foi capaz de causar efeito tóxico em *Daphnia similis* após curtos períodos de exposição. Além disso, alterações comportamentais também foram observadas.

Palavras-chave: *Daphnia similis*; Toxicidade; Agrotóxicos; Poluição hídrica; Efeitos comportamentais

¹ Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP – Departamento de Biotecnologia, lucasgoncalvesqueiroz@gmail.com

² Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP – Departamento de Biotecnologia, caioachiles@gmail.com

³ Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Instituto de Estudos do Xingu, daniel.clemente@unifesspa.edu.br

⁴ Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP – Departamento de Biotecnologia, rmarassi@usp.br

⁵ Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP – Departamento de Ciências Básicas e Ambientais, teresapaiva@usp.br

INTRODUÇÃO

O imidacloprido (IMI) é um inseticida do grupo químico dos neonicotinóides. Este pesticida foi o primeiro neonicotinóide comercializado e, atualmente, é o inseticida mais utilizado no mundo (XIA et al., 2016). Recentemente, estudos têm detectado a presença do IMI, mesmo que em baixas concentrações ($\leq 320,0 \mu\text{g.L}^{-1}$), em águas superficiais ao redor do mundo (DEKNOCK et al., 2019). Tal fato tem chamando atenção da comunidade científica acerca dos possíveis impactos que este pesticida pode causar em organismos aquáticos.

Alterações na estrutura da comunidade aquática causadas pela entrada de poluentes na coluna d'água impactam diretamente a dinâmica do ecossistema. Organismos zooplanctônicos, como os dafinídeos, possuem grande importância para a cadeia trófica de ecossistemas aquáticos e são sensíveis aos impactos ambientais (DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013). Devido à sua importância ecológica e à sua sensibilidade, organismos do gênero *Daphnia* têm sido amplamente utilizados como organismos-modelo na avaliação dos efeitos de poluentes sobre corpos hídricos.

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar os efeitos tóxicos agudos causados pelo inseticida neonicotinóide imidacloprido (IMI) sobre indivíduos da espécie *Daphnia similis* através de experimento combinatório de diferentes concentrações e tempo de exposição, visando ao alerta para a proteção de organismos zooplanctônicos.

METODOLOGIA

Os testes de toxicidade que avaliaram o efeito tóxico do IMI sobre *D. similis* foram conduzidos utilizando o produto comercial Galeão® (IMI/ingredientes inertes (70:30, m/m)). As soluções-teste foram preparadas a partir da diluição de uma solução-estoque de IMI em meio reconstituído utilizado no cultivo de *D. similis*.

O experimento seguiu o método estabelecido pela norma NBR 12713/16. O teste foi realizado a partir de diferentes concentrações de IMI (0,0 (controle); 3,13; 6,25; 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 mg.L^{-1}) definidas em ensaios preliminares. Para cada concentração, 20 neonatos de *D. similis* (< 24 h) foram distribuídos em 4 réplicas (5 por réplica). Cada réplica

era formada por um béquer de 100 mL contendo 20 mL de solução-teste. O experimento foi mantido em incubadora durante 48 h, a 22 ± 2 °C, com fotoperíodo de 12 h, sem alimentação ou troca de soluções. Os organismos mortos ou imóveis foram contabilizados após 24 e 48 h, sendo considerados imóveis aqueles organismos que não conseguiram nadar dentro do período de 15 s após leve agitação do recipiente. Todos os experimentos foram desenvolvidos em triplicata.

O efeito tóxico foi determinado pelo teste de Fisher ($p < 0,05$). O valor de CE_{50} foi calculado utilizando a análise de probitos ($p < 0,05$). O software MINITAB[®] foi utilizado para as análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito tóxico sobre *D. similis* foi observado a partir de $50,0 \text{ mg.L}^{-1}$ após 24 h de exposição ao IMI e a partir de $12,5 \text{ mg.L}^{-1}$ após 48 h ($p < 0,05$) (FIGURA 1). Os ensaios apresentaram 0,0% de mortalidade no grupo controle e nenhum efípio foi observado nos tratamentos. A CE_{50-48h} do IMI foi determinada em $29,44 \text{ mg.L}^{-1}$ ($23,74 - 37,28$) ($p < 0,05$).

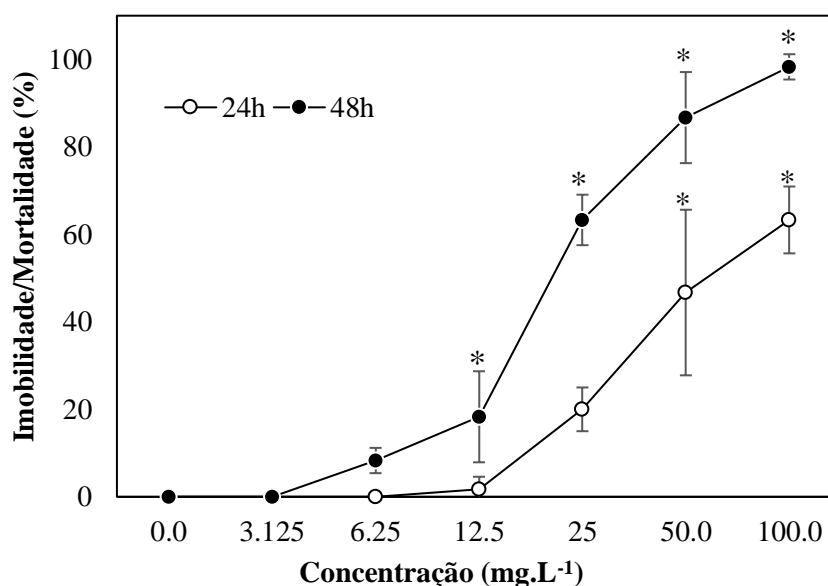


FIGURA 1: Imobilidade/Mortalidade de *Daphnia similis* após exposição ao imidacloprido a partir do produto comercial Galeão[®]. Asteriscos (*) indicam efeito tóxico.

Outros estudos avaliaram a toxicidade de produtos que possuem o IMI em sua composição utilizando diferentes espécies de dafinídeos. Tišler et al. (2009) avaliaram a toxicidade do produto Confidor[®] (IMI 20%) em *D. magna* e determinaram a CE_{50-48h} em 56,6 mg.L⁻¹. Hayasaka et al. (2012) avaliaram os efeitos do produto Admire[®] (IMI 20%) em *D. magna* e *D. pulex* e determinaram a CE_{50-48h} em 43,27 mg.L⁻¹ e 36,87 mg.L⁻¹, respectivamente.

No presente estudo, após 24 h de exposição à maior concentração de IMI testada (100,0 mg.L⁻¹), 65% dos organismos apresentaram imobilidade ou mortalidade. Além disso, os indivíduos que permaneceram vivos nesta concentração apresentaram redução da capacidade natatória e permaneceram no fundo do recipiente movendo-se em pequenos círculos, diferindo dos indivíduos do grupo controle que apresentaram nado aleatório e atingiam diferentes níveis da coluna d'água.

A inabilidade de migrar verticalmente na coluna d'água e movimentação em pequenos círculos pode indicar perda do equilíbrio corporal como resultado de alterações neurológicas causadas por um poluente (BOWNIK, 2017). Este efeito pode estar associado ao mecanismo de ação do IMI que atua diretamente sobre o sistema nervoso central como agonista de receptores responsáveis pelos impulsos nervosos em células musculares (MATSUDA et al., 2001).

Os efeitos comportamentais observados em *Daphnia* sp. permitem estimar os possíveis efeitos em outros organismos aquáticos expostos às baixas concentrações destes compostos em condições naturais. Do ponto de vista ecológico, os efeitos de poluentes podem ter impactos a nível populacional resultando na incapacidade de garantir parceiro e alimento, bem como uma maior susceptibilidade à predação (ZEIN et al., 2014). Devido à sua grande relevância a nível ecossistêmico, alterações estruturais da comunidade zooplanctônica podem ser o primeiro passo para detectar mudanças em grande escala na dinâmica de um ecossistema aquático consequentes da contaminação (DANTAS-SILVA; DANTAS, 2013).

CONCLUSÕES

O imidacloprido causou efeito tóxico em *Daphnia similis* após curtos períodos de exposição. O tempo, por sua vez, foi uma variável relevante para a análise do efeito deste inseticida sobre *D. similis*. Ao final do teste, após 48 h de exposição, o efeito tóxico foi observado a partir de uma concentração quatro vezes ($12,5 \text{ mg.L}^{-1}$) menor que a determinada no tempo de 24 h ($50,0 \text{ mg.L}^{-1}$). Além disso, efeitos comportamentais, caracterizados pelo comprometimento da capacidade natatória, também foram observados durante o presente estudo.

REFERÊNCIAS

- BOWNIK, A. *Daphnia* swimming behaviour as a biomarker in toxicity assessment: A review. **Science of the Total Environment**, v. 601–602, p. 194–205, 2017.
- DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, Ê. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do Nordeste Brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 243–248, 2013.
- DEKNOCK, A. et al. Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador). **Science of the Total Environment**, v. 646, p. 996–1008, 2019.
- HAYASAKA, D. et al. Differences in susceptibility of five cladoceran species to two systemic insecticides, imidacloprid and fipronil. **Ecotoxicology**, v. 21, p. 421–427, 2012.
- MATSUDA, K. et al. Neonicotinoids: Insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. **Trends in Pharmacological Sciences**, v. 22, n. 11, p. 573–580, 2001.
- TIŠLER, T. et al. Hazard identification of imidacloprid to aquatic environment. **Chemosphere**, v. 76, n. 7, p. 907–914, 2009.
- XIA, X. et al. Toxic effects of imidacloprid on adult loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 45, p. 132–139, 1 jul. 2016.
- ZEIN, M. A. et al. Optical bioassay for measuring sublethal toxicity of insecticides in *Daphnia pulex*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 33, n. 1, p. 144–151, 2014.