

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE BIOINSUMOS UTILIZANDO ANFÍBIOS COMO ANIMAL MODELO

**CRISTINA BRIDI^{1,2*}, JENIFER EDUARDA LUTEREK^{1,2}, FLAVIA BERNARDO
CHAGAS^{2,3}, ALINE POMPERMAIER^{2,3}, PAULO AFONSO HARTMANN^{2,4},
MARILIA HARTMANN^{2,4}.**

1 Introdução

Os agrotóxicos são formulações químicas que possuem o objetivo de controlar pragas e evitar doenças em lavouras (Abdollahdokht *et al.*, 2024). Mais de três bilhões de toneladas de agrotóxicos são usadas anualmente no globo com o objetivo de tentar controlar as doenças e pragas presentes em cultivos da agricultura (Slaterry; Harper; Harper, 2019). Esses compostos são divididos em cinco grandes grupos, de acordo com seu alvo, sendo eles: fungicidas, herbicidas, inseticidas, rodenticidas e bactericidas (Abubakar *et al.*, 2020). Na década atual, existem catalogados mais de 883 ingredientes ativos associados com ação pesticida, sendo 272 deles inseticidas (IRAC, 2025).

Os inseticidas sintéticos convencionais estão intrinsecamente relacionados a impactos negativos ao meio ambiente, incluindo altas perdas à biodiversidade e à saúde humana, especialmente de trabalhadores rurais (Araújo; Castanheira; Sousa, 2023). Como alternativa sustentável surgiram os bioinsumos, definidos como produtos de origem animal, vegetal ou microbiológica que exercem efeitos diretos na agricultura, como o controle de pragas (Bullor *et al.*, 2024). Dentro dessa categoria, destacam-se os biopesticidas, que se caracterizam por apresentarem menor impacto ambiental, alta especificidade em seu modo de ação e por não deixarem resíduos (Borges *et al.*, 2021). Um exemplo amplamente utilizado é o *Bacillus thuringiensis israelensis*, um pesticida microbiológico empregado em diversas partes do mundo (Kesho, 2020).

Os anfíbios anuros são reconhecidos como bioindicadores eficazes, capazes de responder por meio de alterações morfológicas e comportamentais à degradações ambientais, por terem pele e brânquias semipermeáveis e ciclo de vida que inclui fase aquática na forma de embriões e girinos (da Rocha *et al.*, 2022). Nesse contexto, os anuros são organismos ideais para avaliar os efeitos de novas tecnologias de controle biológico, como o uso de bioinseticidas.

¹ Graduação em Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, contato: crisbridi123@gmail.com;

² Grupo de Pesquisa: Conservação e Biodiversidade da Fauna;

³ Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*;

⁴ Professor titular, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*.

A espécie utilizada no presente experimento foi *Physalaemus gracilis*, amplamente distribuída e classificada como “menos preocupante” pela União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN, 2025).

2 Objetivos

O estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade de bioinseticida a base de *Bacillus thuringiensis israelensis* em embriões de *Physalaemus gracilis*.

3 Metodologia

Foram coletadas desovas de *P. gracilis* com menos de 24h de oviposição em uma lagoa não agricultável da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim (Latitude: 27°43'46,11" Sul; Longitude: 52°16' 54,40" Oeste). Essas desovas foram transferidas ao Laboratório de Ecologia e Conservação da universidade, onde foram mantidas em água destilada em aquários. O experimento foi conduzido com aprovação pelo Comitê de Ética e Uso de Animais (CEUA) nº CEUA nº 6914040624.

O experimento foi realizado com o bioinseticida VectoBac 12AS, composto por 11,6% de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), testado em cinco concentrações: 1,5 µg/L, 2,5 µg/L, 5 µg/L, 10 µg/L e 15 µg/L. As soluções foram preparadas com água destilada, conforme indicação da bula do produto, e o grupo controle recebeu apenas água destilada.

Os embriões de *P. gracilis* foram selecionados individualmente sob estereomicroscópio para garantir a fecundação e início do desenvolvimento. Vinte embriões, no estágio 18-21 de Gosner (1960), foram inseridos em recipientes de vidro com 200 mL da solução de cada concentração. O bioensaio foi realizado em quintuplicata, com duração de sete dias.

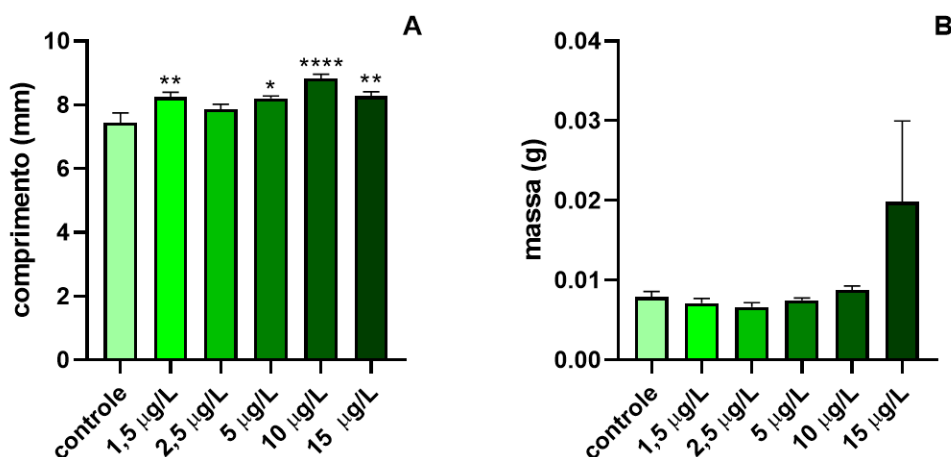
No sétimo dia, foram coletados aleatoriamente 15 embriões de cada concentração para pesagem em balança analítica e medição do comprimento com paquímetro eletrônico. Também foram avaliadas malformações morfológicas em 10 embriões por grupo, considerando: (1) presença de alças intestinais em espiral; (2) estruturas orais (queratodontes e mandíbulas); (3) integridade da coluna vertebral (sem desvios); e (4) ocorrência de hemorragias externas.

4 Resultados e Discussão

Os embriões expostos às concentrações de 1,5, 5, 10 e 15 µg/L apresentaram comprimento corporal maior do que o controle ($F_{(6,90)} = 6,899$; $p < 0,0001$; Figura 1A). O estudo de Empey *et al.* (2025), observou o aumento do tamanho corporal em girinos de *Lithobates pipiens* na exposição às concentrações de 10, 20 e 50 µg/L (Unidades Tóxicas Internacionais por Litro) de Bti, concordando com o que ocorreu com *P. gracilis* expostos neste estudo. No entanto, não foi observada influência da exposição sobre a massa corporal ($KW_{(6,90)} = 21,71$; $p = 0,0006$;

Figura 1B) dos embriões de *P. gracilis* entre os grupos e o controle, mesmo tendo ocorrido aumento em *Lithobates sylvaticus* no estudo de Empey *et al.* (2025).

Figura 1 – Comprimento em milímetros (A), massa em gramas (B) de embriões de *Physalaemus gracilis* expostos à bioinseticida durante sete dias.



Fonte: Cristina Bridi, 2025.

Os dados sobre malformações morfológicas não foram suficientes para análise estatística, no entanto se observadas e consideradas as porcentagens, os embriões das concentrações mais altas, 5, 10 e 15 µg/L, apresentaram alta frequência de malformações morfológicas, onde 80% dos indivíduos analisados apresentavam alguma malformação, enquanto no controle esse valor se limitava à apenas 30% dos analisados. As malformações mais observadas foram de intestino, seguido de boca, hemorragia e coluna (Tabela 1).

As malformações observadas podem acarretar um grave comprometimento do *fitness* desses animais, sobretudo devido às alterações no intestino e na boca, que reduzem sua capacidade de alimentação, aumentando o risco de predação e resultando em atraso no desenvolvimento (Curi *et al.*, 2019; dos Santos *et al.*, 2024).

Tabela 1 – Porcentagem de malformações observadas em embriões de *Physalaemus gracilis* após sete dias de exposição à bioinseticida.

Malformação (%)	Controle	1,5 µg/L	2,5 µg/L	5 µg/L	10 µg/L	15 µg/L
Boca	14,29	10	40	30	20	50
Intestino	50	40	50	80	60	80
Coluna	14,29	20	10	0	10	0
Hemorragia	35,71	40	40	20	40	10

Fonte: Cristina Bridi, 2025.

5 Conclusão

O bioensaio demonstrou que mesmo concentrações baixas do bioinseticida VectoBas 12AS

apresentaram efeitos tóxicos sobre embriões de *Physalaemus gracilis*, destacando-se, entre eles, alterações morfológicas. Tais alterações podem comprometer a sobrevivência dos indivíduos, afetando negativamente sua perpetuação e a manutenção das populações naturais.

Referências Bibliográficas

ABDOLLAHDOKHT, Danial; GAO, Yunhao; FARAMARZ, Sanaz; *et al.* Conventional agrochemicals towards nano-biopesticides: an overview on recent advances. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 9, n. 1, 2022.

ABUBAKAR, Yusuf ; TIJJANI , Habibu; EGBUNA , Chukwuebuka ; *et al.* Pesticides, History, and Classification. **Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control**, p. 29–42, 2020.

ARAÚJO, M. F.; CASTANHEIRA, E. M. S.; SOUSA, S. F. The Buzz on Insecticides: A Review of Uses, Molecular Structures, Targets, Adverse Effects, and Alternatives. *Molecules*, v. 28, n. 8, 2023.

BORGES, S. *et al.* Overview of the testing and assessment of effects of microbial pesticides on bees: strengths, challenges and perspectives. *Apidologie*, v. 52, n. 6, 2021.

BULLOR, L.; BRAUDE, H.; MONZÓN, J.; *et al.* **Bioinputs: Investment opportunities in Latin America**. 9. ed. Roma: Food & Agriculture Org., 2024.

CURI, L. M.; PELTZER, P. M.; SANDOVAL, M. T.; *et al.* Acute Toxicity and Sublethal Effects Caused by a Commercial Herbicide Formulated with 2,4-D on *Physalaemus albonotatus* Tadpoles. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 230, n. 1, 2019.

DOS SANTOS, Gilcinéia; RUTKOSKI, Camila Fátima; FOLADOR, Alexandre; *et al.* 2,4-D-based herbicide underdoses cause mortality, malformations, and nuclear abnormalities in *Physalaemus cuvieri* tadpoles. **PubMed**, v. 277, n. 109840, 2024.

DA ROCHA BRAGA, R. *et al.* *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) as a bioindicator of potentially toxic chemical elements in irrigated perimeters in northeastern Brazil. **Environmental Chemistry and Ecotoxicology**, v. 4, 2022.

EMPEY, Madelaine A.; REYES, Yol M.; ETHIER, Jeffrey P.; *et al.* Toxicity of *Bacillus thuringiensis israelensis* and deltamethrin in three anuran species. **Environmental Pollution**, v. 382, n. 126702, 2025.

GOSNER, K. L. A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification. **Herpetologica**, v. 16, n. 3, 1960.

IRAC. **Pesticidas e Inseticidas**. Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas. Disponível em: <https://www.irc-br.org>. Acesso em: 6 jul. 2025.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species: *Physalaemus gracilis***. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/134816339/101431709>. Acesso em: 10 jul. 25.

JUNGES, C. M.; MAGLIANESE, M. I.; LAJMANOVICH, R. C.; *et al.* Acute Toxicity and Etho-toxicity of Three Insecticides Used for Mosquito Control on Amphibian Tadpoles. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 228, n. 4, 2017.

KESHO, A. Microbial Bio-Pesticides and Their Use in Integrated Pest Management. **Chemical and Biomolecular Engineering**, v. 5, n. 1, 2020.

POMPERMAIER, A. et al. Persistent and transgenerational effects of pesticide residues in zebrafish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 262, n. 109461, 2022.

SLATTERY, Matthew; HARPER, Bryan ; HARPER, Stacey. Pesticide Encapsulation at the Nanoscale Drives Changes to the Hydrophobic Partitioning and Toxicity of an Active Ingredient. **Nanomaterials**, v. 9, n. 1, 2019.

Palavras-chave: Embriões; Ecotoxicologia; Bioinseticida.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2024-0259

Financiamento

