

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/01/2027.

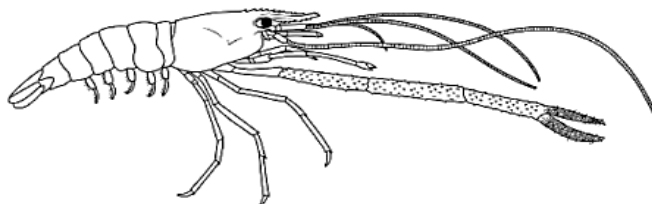


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ZOOLOGIA - INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU (IBB)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**TOXICIDADE DE IMIDACLOPRIDO E PROPICONAZOL EM
Macrobrachium acanthurus (CARIDEA: PALAEMONIDAE): BIOENSAIOS
AGUDOS, CRÔNICOS E BIOMARCADORES.**

Maria Rosa Roque Santana Gomes



Botucatu - São Paulo

2025

MARIA ROSA ROQUE SANTANA GOMES

TOXICIDADE DE IMIDACLOPRIDO E PROPICONAZOL EM *Macrobrachium acanthurus* (CARIDEA: PALAEMONIDAE): BIOENSAIOS AGUDOS, CRÔNICOS E BIOMARCADORES.

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Giovana Bertini

Coorientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Ana Leticia Madeira Sanches

Botucatu - São Paulo

2025

G633t Gomes, Maria Rosa Roque Santana
 Toxicidade de Imidacloprido e Propiconazol em *Macrobrachium*
acanthurus (Caridea:Palaemonidae): Bioensaios agudos, crônicos e
biomarcadores. / Maria Rosa Roque Santana Gomes. -- Botucatu, 2025
70 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto
de Biociências, Botucatu

Orientadora: Giovana Bertini

Coorientadora: Ana Leticia Madeira Sanches

1. Ecotoxicologia. 2. Biomarcadores. 3. Toxicidade aguda. 4. Decapoda
(Crustacea). 5. Camarões-de-água-doce.. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MARIA ROSA ROQUE SANTANA GOMES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 22 dias do mês de julho do ano de 2025, às 8h30min, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARIA ROSA ROQUE SANTANA GOMES, intitulada **“TOXICIDADE DE IMIDACLOPRIDO E PROPICONAZOL EM *Macrobrachium acanthurus* (CARIDEA: PALAEMONIDAE): BIOENSAIOS AGUDOS, CRÔNICOS E BIOMARCADORES”**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. GIOVANA BERTINI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Agronomia e Recursos Naturais / Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira – Unesp, Prof. Dr. EDUARDO ALVES DE ALMEIDA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Naturais / Fundação Universidade Regional de Blumenau, Profa. Dra CRISTIANE DOS SANTOS VERGILIO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia / Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. GIOVANA BERTINI

Giovana
Bertini:
175.664.668-60

Assinado de forma
digital por Giovana
Bertini: 175.664.668-60
Dados: 2025.07.22
13:45:22 -03'00'

Dedico este trabalho à minha mãe, que nunca mediu esforços
para que eu chegasse onde estou hoje.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Olodumare, criador de todas as coisas. Àquele que nos concedeu o dom da vida e a capacidade de buscar entendimento sobre aquilo que nos toca a alma.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Giovana Bertini, profissional que admiro profundamente e por quem nutro um respeito imensurável. Sua trajetória e conhecimento me inspiram. Obrigada por não medir esforços para ajudar e apoiar sempre que necessário. Agradeço a confiança até aqui e espero que continuemos juntas nessa caminhada acadêmica, contribuindo com ainda mais força para a ciência.

À minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a Ana Letícia Madeira Sanches, que, além de professora, se tornou amiga e me apresentou ao fascinante mundo da ecotoxicologia. Encontrei, nessa jornada, alguém que, assim como eu, brilha os olhos ao ensinar o que ama.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido, que foi fundamental para a realização deste trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira – UNESP e ao Laboratório de Biologia e Cultivo de Crustáceos (LABCRUST), por sediar esta pesquisa e me acolher desde minha chegada ao Vale do Ribeira.

Ao IEAMar (Instituto de Estudos Avançados do Mar), ao Laboratório de Biomoléculas e ao Laboratório de Ecotoxicologia da FCAVR – UNESP, por tornarem possíveis as análises da pesquisa com excelência e qualidade.

Às colegas de laboratório, Esthephany e Maria Luiza, que estiveram ao meu lado durante toda a pesquisa. Sem vocês, o caminho teria sido mais difícil.

Ao Centro de Estudos em Toxicologia Aquática (CETAQ), da Universidade Regional de Blumenau, e às alunas de pós-graduação, Beatriz, Mara e Nicole, por toda a paciência e ensinamentos sobre os biomarcadores.

Ao Prof. Dr. Eduardo Alves de Almeida, por sua valiosa contribuição neste trabalho.

À minha amada companheira, Giovanna Dall’Agnol, que desde o início abraçou o meu mundo dos crustáceos e esteve presente em cada etapa. Seus bilhetes de incentivo foram meu combustível. Serei eternamente grata. O amor verdadeiro torna tudo mais leve e feliz.

Ao meu pai de santo, Robison de Ogum, que já fez sua passagem, mas deixou um legado imensurável em minha vida. Acreditou nesse sonho mais do que eu mesma.

Aos meus amigos, que, mesmo de longe, torceram por mim e sonharam esse sonho junto comigo.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento. Este sonho só se concretizou porque, além da minha dedicação, contei com pesquisadores e carcinólogos incríveis ao longo do caminho, — pessoas que sempre me inspiraram a ir mais longe.

*"Como os crustáceos, às vezes é preciso se despir da armadura antiga,
suportar a vulnerabilidade e confiar no tempo de recomeço."*

RESUMO

A contaminação de ecossistemas aquáticos por agrotóxicos e outros compostos é uma realidade que não pode ser ignorada. O Vale do Ribeira é um importante polo de bananicultura do estado de São Paulo, tornando essenciais os estudos que explorem os efeitos dos agrotóxicos na biota aquática. *Macrobrachium acanthurus*, escolhido como organismo-teste, é uma espécie nativa amplamente distribuída e muito abundante no rio Ribeira de Iguape, com papel ecológico relevante, especialmente na ciclagem de nutrientes, o que o torna um modelo adequado para estudos ecotoxicológicos. Dessa forma, o presente estudo teve como principal objetivo investigar a toxicidade do fungicida Tilt® (i.a. Propiconazol) e do inseticida Provado® (i.a. Imidacloprido) em *M. acanthurus*, bem como analisar biomarcadores bioquímicos de neurotoxicidade, biotransformação e estresse oxidativo em concentrações subletais dos agrotóxicos. Para isso, foram conduzidos bioensaios de exposição aguda (96h) e crônica (14 dias) com cinco diferentes concentrações de cada agrotóxico e grupo controle, utilizando 5 animais por réplica. A mobilidade, número de ecdises e sobrevivência foram monitorados diariamente. Os dados permitiram o cálculo das concentrações letais medianas (CL₅₀) e de efeito (CE₅₀). Para a análise de biomarcadores, utilizou-se o hepatopâncreas de camarões do bioensaio crônico. A CL₅₀ (96h) para imidacloprido foi de 2,85 mg L⁻¹ e para o propiconazol foi de 11,06 mg L⁻¹. As curvas de sobrevivência de *M. acanthurus* expostos a 96h aos agrotóxicos evidenciaram alta mortalidade nas maiores concentrações. Os bioensaios de toxicidade crônica indicaram valores estimados de CE₅₀ em 0,79 mg L⁻¹ para propiconazol e de 0,60 mg L⁻¹ para imidacloprido. Os camarões apresentaram redução na mobilidade para ambos os agrotóxicos, mesmo em concentrações menores. Observou-se que houve um aumento significativo no número de ecdises com o aumento da concentração de imidacloprido. A análise dos biomarcadores evidenciou que concentrações subletais dos agrotóxicos são capazes de prejudicar o comportamento e respostas fisiológicas dos camarões. Os resultados destacam os riscos ecológicos decorrentes da exposição a agrotóxicos evidenciando a toxicidade aguda e seus efeitos subletais em *M. acanthurus* e ressaltam a necessidade de mais estudos que investiguem as ações de xenobióticos em crustáceos decápodes, grupo ainda pouco explorado na ecotoxicologia aquática.

Palavras-chaves: CL₅₀, biomarcadores, biotransformação, estresse oxidativo, camarões-de-água-doce.

ABSTRACT

The contamination of aquatic ecosystems by pesticides and other compounds is an undeniable reality. The Vale do Ribeira is a major banana-producing region in the state of São Paulo, making it essential to study the effects of pesticides on aquatic biota. *Macrobrachium acanthurus*, selected as the test organism, is a native species widely distributed and highly abundant in the Ribeira de Iguape River, with a significant ecological role, especially in nutrient cycling, making it an appropriate model for ecotoxicological studies. This study aimed to investigate the toxicity of the fungicide Tilt® (a.i. Propiconazole) and the insecticide Provado® (a.i. Imidacloprid) in *M. acanthurus*. Acute (96h) and chronic (14 days) exposure bioassays were conducted using five different concentrations of each pesticide and a control group, with five animals per replicate in both tests. Mobility, number of molts (ecdyses), and survival were monitored daily. Data allowed the calculation of median lethal concentrations (LC₅₀) and effect concentrations (EC₅₀). For biomarker analysis, hepatopancreas samples were collected from shrimps in the chronic bioassay. The 96h LC₅₀ was 2.85 mg L⁻¹ for imidacloprid and 11.06 mg L⁻¹ for propiconazole. Survival curves showed high mortality at the highest pesticide concentrations. Chronic toxicity bioassays estimated EC₅₀ values of 0.79 mg L⁻¹ for propiconazole and 0.60 mg L⁻¹ for imidacloprid. Shrimp exhibited reduced mobility even at lower concentrations. A significant increase in the number of molts was observed with increasing imidacloprid concentration. Biomarker analyses demonstrated that sublethal pesticide concentrations impair shrimp behavior and physiological responses. These findings highlight the ecological risks associated with pesticide exposure, evidencing both acute toxicity and sublethal effects in *M. acanthurus*, and emphasize the need for further research investigating xenobiotic effects on decapod crustaceans, a group still poorly represented in aquatic ecotoxicology literature.

Keywords: LC₅₀, biomarkers, biotransformation, oxidative stress, freshwater prawn.

Sumário

1. Introdução Geral.....	11
1.1 O Vale do Ribeira e as práticas agrícolas.....	11
1.2 Agrotóxicos.....	13
1.2.1 Imidacloprido.....	14
1.2.2 Propiconazol.....	16
1.3 Ecotoxicologia e suas aplicações ambientais.....	18
1.3.1 Biomarcadores bioquímicos.....	19
1.4 Camarões-de-água-doce: organismo teste.....	21
2. Objetivos gerais.....	24
2.1. Objetivos específicos.....	24
3. Material e Métodos.....	23
3.1 Agrotóxicos.....	25
3.2 Organismo teste e aclimatação.....	25
3.2 Bioensaios de Toxicidade Aguda e Crônica.....	27
3.2.1 Teste de Toxicidade Aguda.....	27
3.2.2 Teste de Toxicidade Crônica.....	29
3.3 Análise dos biomarcadores bioquímicos.....	31
3.4 Análise dos resíduos tóxicos e descarte da água contaminada.....	35
3.5 Análises estatísticas.....	35
4. Resultados.....	37
4.1 Curvas de sobrevivência e concentração letal mediana (CL₅₀).....	37
4.2 Teste de toxicidade crônica.....	41
4.3 Biomarcadores.....	44
5. Discussão.....	47
6. Conclusão.....	55
7. Referências.....	56

1. Introdução Geral

1.1 O Vale do Ribeira e as práticas agrícolas

O Vale do Ribeira abrange parte do sudoeste do estado de São Paulo e do leste do Paraná, abrigando grande parte dos remanescentes florestais de Mata Atlântica no Estado de São Paulo (Andrade et al., 2000). A região possui elevada importância econômica e ecológica, devido à presença de zonas de conservação, uso sustentável dos recursos naturais e uma grande diversidade de espécies (Cunha-Lignon et al., 2021). O bioma “Mata Atlântica” é considerado prioritário para preservação por ser um dos mais importantes “hotspots” de biodiversidade do mundo e está gravemente ameaçado no Brasil. A bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, que dá o nome à região, está incluída na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 11) que possui uma extensão de 17.068 km² (São Paulo, 2012). O rio Ribeira de Iguape, principal da bacia, nasce no Paraná e percorre cerca de 470 km até desaguar no Oceano Atlântico, em Barra do Ribeira, Iguape – São Paulo, podendo ser dividido em três trechos: alto, médio e baixo. Nos trechos alto e médio, predominam corredeiras, enquanto no trecho baixo o fluxo torna-se mais lento e sinuoso, caracterizando-se por enchentes e áreas alagadas durante o verão (Camargo et al., 1972; Diegues, 2007). Entretanto, essa bacia hidrográfica, que é fundamental para o equilíbrio ecológico e o abastecimento de água, enfrenta pressões ambientais crescentes (Diegues, 2007).

A economia da região se baseia na agricultura de subsistência desde o século XX, devido às suas características ambientais favoráveis (Queiroz, 1992). Atualmente, a bananicultura é uma das principais culturas da região, sendo responsável por aproximadamente 77% da produção do estado de São Paulo. As áreas cultivadas estão presentes em quase todas as fronteiras dos rios nos municípios do Vale do Ribeira, sendo que este avanço pode ocasionar alterações no ambiente devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, prejudicando a qualidade da água e interferindo em comunidades de animais e plantas (Marques et al., 2007). É inegável que os agrotóxicos contribuem para o aumento da produtividade agrícola e desempenham um papel importante no controle de vetores de várias doenças. No entanto, o uso intensivo desses compostos tem causado impactos ambientais significativos (Lopes & Albuquerque, 2018). Entre os efeitos adversos ao meio ambiente, destacam-se a contaminação do solo, da água, do ar, das plantas e dos animais com resíduos de agrotóxicos (Santos & Silva, 2007). No Brasil, os inseticidas e fungicidas são, respectivamente, a segunda e a terceira classe de agrotóxicos mais utilizados, gerando preocupação entre pesquisadores devido à sua alta toxicidade para a vida aquática (Albuquerque et al., 2016). A partir de informações obtidas na Coordenadoria de Assistência

7. Referências

- ABNT. NBR 15088: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com peixes (Cyprinidae), 2022.
- ABNT. NBR 15499: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica de curta duração - Método de ensaio com peixes (Cyprinidae), 2022.
- Abdollahi, M., Ranjbar, A., Shadnia, S., Nikfar, S., Rezaie, A. 2004. Pesticides and oxidative stress: a review. *Med Sci Monit*, 10(6):141-147p.
- Acar, Ü., İnanan, B. E., Zemheri, F., Kesbiç, O. S., & Yılmaz, S. 2018. Acute exposure to boron in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Median-lethal concentration (LC50), blood parameters, DNA fragmentation of blood and sperm cells. *Chemosphere*, 213: 345–350p.
- Agatz, A., Cole, T. A., Preuss, T. G., Zimmer, E., & Brown, C. D. 2013. Feeding inhibition explains effects of imidacloprid on the growth, maturation, reproduction, and survival of *Daphnia magna*. *Environmental Science and Technology*, 47, 2909–2917p.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 294, de 10 de dezembro de 2019. Aprova o Regulamento Técnico que dispõe sobre o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) para agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre a reclassificação toxicológica de agrotóxicos e afins. Art. 1º. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/legislacao>. Acesso em: 04 fev. 2025.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Monografias de agrotóxicos: Imidacloprido.
- Al-Badran, A. A., Fujiwara, M., & Mora, M. A. 2019. Effects of insecticides, fipronil and imidacloprid, on the growth, survival, and behavior of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus*. PLoS ONE, 14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223641>
- Albuquerque, A. F. et al. 2016. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, v. 18, n. 7, p. 779–787.

- Alkan Uçkun, A., & Barım Öz, Ö. 2020. Acute exposure to the fungicide penconazole affects some biochemical parameters in the crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823). *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 35626–35637.
- Almeida, E. A. DE; Ribeiro, C. A. DE O. 2014. *Pollution and Fish Health in Tropical Ecosystems*. Group, Taylor & Francis. 402p.
- Almeida, E. C. 2016. Efeitos bioquímicos e genotóxicos do inseticida imidacloprido para *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characidae) (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Itajubá.
- Amiard-Triquet, C.; Amiard, J. C.; Mouneyrac, C. 2015. *Aquatic Ecotoxicology: advancing tools for dealing with emerging risks*. London, San Diego, Waltham, Oxford: Elsevier, 504 p.
- Amorim, L. C. A. 2003. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 6, n. 2, 158–170p.
- Anderson, J. C., Dubetz, C., & Palace, V. P. 2015. Neonicotinoids in the Canadian aquatic environment: A literature review on current use products with a focus on fate, exposure, and biological effects. In *Science of the Total Environment* 505:409–422p.
- Andrade, T., Pereira, C.A., Andrade, M.R. 2000. *Negros no Ribeira: reconhecimento étnico e conquista do território*. 2ª edição. São Paulo: ITESP: Páginas e Letras – Editora Gráfica. 198p.
- Arias, R. L. et al. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, 61-72p.
- Arena, M., Auteri, D., Barmaz, S., Bellisai, G., Brancato, A., Brocca, D., Bura, L., Byers, H., Chiusolo, A., Court Marques, D., Crivellente, F., De Lentdecker, C., De Maglie, M., Egsmose, M., Erdos, Z., Fait, G., Ferreira, L., Goumenou, M., Greco, L., Villamar-Bouza, L. 2017. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance propiconazole. In: *EFSA Journal* (Vol. 15). Wiley-Blackwell Publishing Ltd.

- Barbieri, E., Moreira, P., Luchini, L.A., Ruiz Hidalgo, K., e Munoz, A. 2016. Assessment of acute toxicity of carbofuran in *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) at different temperature levels. *Toxicology and Industrial Health*, v. 32, n. 1, 7-14p.
- Bartlett, A. J., Hedges, A. M., Intini, K. D., Brown, L. R., Maisonneuve, F. J., Robinson, S. A., Gillis, P. L., de Solla, S. R. 2019. Acute and chronic toxicity of neonicotinoid and butenolide insecticides to the freshwater amphipod, *Hyalella azteca*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 175:215–223p.
- Battaglin, W. A., Sandstrom, M. W., Kuivila, K. M., Kolpin, D. W., & Meyer, M. T. 2011. Occurrence of azoxystrobin, propiconazole, and selected other fungicides in US streams, 2005-2006. *Water, Air, and Soil Pollution*, 218, 307–322.
- Bauer, R.T. 2004. Remarkable Shrimps: Natural History and Adaptations of the Carideans. University of Oklahoma Press: Norman, OK. 282p.
- Baysal, M., Atlı-Eklioğlu, Ö. 2021. Comparison of the toxicity of pure compounds and commercial formulations of imidacloprid and acetamiprid on HT-29 cells: Single and mixture exposure. *Food Chem Toxicol*.
- Belchior, D. C. V., et al. 2017. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 34.1: 135-151p.
- Berezina, N. A., Lehtonen, K. K., & Ahvo, A. 2019. Coupled Application of Antioxidant Defense Response and Embryo Development in Amphipod Crustaceans in the Assessment of Sediment Toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38, 2020–2031.
- Bertini, G.; Valenti, W.C. 2010. Importância econômica dos camarões de água doce. In: Silva R.B. & Ming, L.C. (Org.). *Polo de Biotecnologia da Mata Atlântica*. FUNEP, 155-170p.
- Betancourt Lozano, M., Baird, D. J., Sangha, R. S., & González-Farias, F. 2006. Induction of morphological deformities and moulting alterations in *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles exposed to the triazole-derivative fungicide tilt. *Archives of environmental contamination and toxicology*, v. 51, 69-78p.
- Beutler, E. 1976. Catalase. In: *A Manual of Biochemical Methods*. Red Cell M ed. New York: p. 89 – 90.

- Bonmatin, J. M. et al. 2015. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, n. 1, p. 35–67. DOI: 10.1007/s11356-014-3332-7.
- Bortoluzzi, E. C., Rheinheimer, D. D. S., Gonçalves, C. S., Pellegrini, J. B. R., Zanella, R., & Copetti, A. C. C. 2006. Contamination of surface water by pesticides as a function of soil use in the Agudo watershed, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10: 881–887p.
- Borges, A. C. P., Piassão, J. F. G., Albani, S. M., Albertoni, E. F., Martins, M. C., Cansian, R. L., Valduga, A. T., Hepp, L. U., & Mielniczki-Pereira, A. A. 2022. Multiple metals and agricultural use affects oxidative stress biomarkers in freshwater aegla crabs. *Brazilian Journal of Biology*, 82.
- Böttger, R., Feibicke, M., Schaller, J., & Dudel, G. 2013. Effects of low-dosed imidacloprid pulses on the functional role of the caged amphipod *Gammarus roeseli* in stream mesocosms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 93:93–100p.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a comercialização, o uso, a fiscalização e a classificação dos agrotóxicos, seus componentes e afins. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF*.
- Butcherine, P., Kelaher, B. P., & Benkendorff, K. 2022. Assessment of acetylcholinesterase, catalase, and glutathione S-transferase as biomarkers for imidacloprid exposure in penaeid shrimp. *Aquatic Toxicology*, 242p.
- Butcherine, P., Kelaher, B. P., Taylor, M. D., Lawson, C., & Benkendorff, K. 2021. Acute toxicity, accumulation and sublethal effects of four neonicotinoids on juvenile Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *Chemosphere*, 275p.
- Carneiro, F. F., Pignati, W. A, Rigotto, R. M., Augusto, L. G. S., Pinheiro, A. R. O.; Faria, N. M. X., Alexandre, V. P., Friedrich, K., Mello, M. S. C. 2015. Segurança alimentar e nutricional e saúde. In: Carneiro, F. F.; Augusto, L. G. S.; Rigotto, R. M.; Friedrich, K.; Búrigo, A. C. (Org.). *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 71p.
- Cogo, A.; Siqueira, A.; Ramos, A.; Cruz, Z. & Silva, A. 2009. Utilização de enzimas do estresse oxidativo como biomarcadoras de impactos ambientais. *Natureza Online*. 7. 37-42p.

- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 1986. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União.
- Costa, C. R. et al. 2008. A toxicidade em ambientes aquáticos: Discussão e métodos de avaliação. *Quimica Nova*, v. 31, n. 7, p. 1820–1830.
- Constantini, D. 2010. Redox physiology in animal function: The struggle of living in an oxidant environment. *Current Zoology*, v56, p. 687-702.
- Cunha-Lignon, M., Bertini, G.; Montealegre-Quijano, S. (1 ed.). *Manguezais, camarões-de-água-doce e manjuba-de-Iguape: patrimônios natural e cultural do Vale do Ribeira e Litoral Sul do Estado de São Paulo*. Registro: Unesp, 2021.
- Da Cunha, D. P. R., Barbosa, D. M., Henrique, R.; Silva, L. K. De O.; Oliveira, R. C. de; Luz, J. M. Q.; Oliveira Junior, R. J. De; Arruda, A. S. 2020. Uso de bioindicadores na avaliação da qualidade da água do município de Ipameri-Goiás. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, 100812-100825p.
- Dai, X., Xiong, Z., Xie, J. 2014. Acute toxicity of organochlorine insecticide endosulfan to the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Chin. J. Ocean. Limnol.* 32, 111–119p.
- De Grave, S., et al. 2009. A classification of living and fossil general of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1-109p.
- De Grave, S.; Fransen, C.H.J.M. 2011. Carideorum Catalogus: The recent species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zoologische Mededelingen*, 85: 195-588p.
- Diegues, A.C. 2007. *O Vale do Ribeira e Litoral de São Paulo: meio-ambiente, história e população*. Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária, SP, 41p.
- Di Giulio, R. T., Benson, W. H., Sanders, B. M., Van-Veid, P. A. 1995. Biochemical mechanisms: metabolism, adaptation and toxicity. In: Rand, G. M. (Ed.) *Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment*. Taylor & Francis, Bristol, USA. 523-561p.
- Di Giulio, R. T.; Hinton, D. E. 2008. *The Toxicology of fish*. Taylor & Francis Group, cap 4.

- Dröge, W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*, v. 82, 47- 85p.
- Duarte, L. F. de A. et al. 2016. Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae) as indicators of conservation status in mangrove areas from the western atlantic. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 133, p. 176–187p.
- Duchet, C., Mitchell, C. J., McIntyre, J. K., & Stark, J. D. 2023. Chronic toxicity of three formulations of neonicotinoid insecticides and their mixture on two daphniid species: *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. *Aquatic Toxicology*, 254p.
- Edwards, P. G., Murphy, T. M., and Lydy, M. J. 2016. Fate and Transport of Agriculturally Applied Fungicidal Compounds, Azoxystrobin and Propiconazole. *Chemosphere* 146, 450–457p.
- Elskus, A. A. 2012. Toxicity, sublethal effects, and potential modes of action of select fungicides on freshwater fish and invertebrates. <https://doi.org/10.3133/ofr20121213>
- Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V., & Featherstone, R. M. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7(2), 88–95p.
- European Food Safety Authority. 2017. Conclusion on the Peer Review of the Pesticide Risk Assessment of the Active Substance Propiconazole. *EFSA J.* 15 (7), 4887p.
- Forbes, V. E., Depledge, M. H. 1996. Environmental stress and the distribution of traits within populations. In: Baird DJ, Maltby L, Greig-Smith PW, Doubt PET, (eds) *ECOTOXICOLOGY: ecological dimensions*. Chapman & Hall, London, 72–86p.
- Freire, M. M.; Santos, V. G.; Ginuino, I. S. F.; Arias, A. R. L. 2008. Biomarcadores na avaliação da saúde ambiental dos ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, 412–427p.
- Fu, R., Liu, H., Zhang, Y., Mao, L., Zhu, L., Jiang, H., Zhang, L., Liu, X. 2024. Imidacloprid affects the visual behavior of adult zebrafish (*Danio rerio*) by mediating the expression of opsin and phototransduction genes and altering the metabolism of neurotransmitters. *Science of the Total Environment*, 910p.

- Fuentes-Rios, D.; Corrego, R.; Rudolph, A.; Mendoza, G.; Gavilán, J.F., & Barra, R. 2005. EROD activity and bilary fluorescence in *Schroederichthys chilensis* (Guichenot, 1848): biomarkers of PAH exposure in coastal environments of the South Pacific Ocean. *Chemosphere*, 61(2): 192-199p.
- Fulton, M. H., & Key, P. B. 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. In *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol. 20, 37–45p.
- Galvão, R. C. F. et al. 2018. Freshwater shrimps (*Macrobrachium depressimanum* and *Macrobrachium jelskii*) as biomonitors of Hg availability in the Madeira River Basin, Western Amazon. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 190, n. 77, 1–8p.
- Garrison, A. W., Avants, J. K., Miller, R. D. 2011. Loss of propiconazole and its four stereoisomers from the water phase of two soil-water slurries as measured by capillary electrophoresis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 8, n. 8, 3453–3467p.
- Ge, W., Yan, S., Wang, J., Zhu, L., Chen, A., & Wang, J. 2015. Oxidative stress and DNA damage induced by imidacloprid in zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 1856–1862
- Gherardi-Goldstein, E. et al. 1990. Procedimentos para Utilização de Testes de Toxicidade no Controle de Efluentes Líquidos. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, CETESB. São Paulo.
- Goulson, D. 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. In *Journal of Applied Ecology* Vol. 50, 977–987p.
- Hamilton, M.A., Russo, R.C., Thurston, R.V. 1977. *Trimmed Spearman-Kärber* Method for Estimating Median Lethal Concentrations in Toxicity Bioassays. *Environmental Science & Technology*, 11: 714–719p.
- Hester, S., Moore, T.; Padgett, W.T., Murphy, L., Wood, C.E., Nesnow, S. 2012. The hepatocarcinogenic conazoles: cyproconazole, epoxiconazole, and propiconazole induce a common set of toxicological and transcriptional responses. *Toxicological Sciences*. v. 127, n. 1, 54-65p.

- Hong, Y., Huang, Y., Wu, S., Yang, X., Dong, Y., Xu, D., & Huang, Z. 2020. Effects of imidacloprid on the oxidative stress, detoxification and gut microbiota of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Science of the Total Environment*, 729.
- Huang, A., Mangold-Döring, A., Guan, H., Boerwinkel, M. C., Belgers, D., Focks, A., Van den Brink, P. J. 2023. The effect of temperature on toxicokinetics and the chronic toxicity of insecticides towards *Gammarus pulex*. *Science of the Total Environment*, 856p.
- Huang, A., van den Brink, N. W., Buijse, L., Roessink, I., Van Den Brink, P. J. 2021. The toxicity and toxicokinetics of imidacloprid and a bioactive metabolite to two aquatic arthropod species. *Aquatic Toxicology*, 235p.
- Huang, Y., Hong, Y., Yin, H., Yan, G., Huang, Q., Li, Z., & Huang, Z. 2021. Imidacloprid induces locomotion impairment of the freshwater crayfish, *Procambarus clarkii* via neurotoxicity and oxidative stress in digestive system. *Aquatic Toxicology*, 238.
- Ieromina, O., Peijnenburg, W. J. G. M., de Snoo, G., Müller, J., Knepper, T. P., Vijver, M. G. 2014. Impact of imidacloprid on *Daphnia magna* under different food quality regimes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 33:621–631p.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 158, de 22 de agosto de 2013. Regulamenta o procedimento para avaliação do potencial de periculosidade ambiental dos agrotóxicos e afins. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Iyanagi, T. (2007). Molecular Mechanism of Phase I and Phase II Drug-Metabolizing Enzymes: Implications for Detoxification. In *International Review of Cytology* Vol. 260, 35–112p.
- Jeschke, P.; Nauen, R. 2008. Neonicotinoids – from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science*, Hoboken, v. 64, n. 11, 1084-1098p.
- Karam, D., Rios, J. N. G., Fernandes, R. C. 2014. Agrotóxicos. Sete Lagoas: Embrapa.
- Karoly, N. & Duca, R. 2019. Systematic review of comparative studies assessing the toxicity of pesticide active ingredients and their product formulations. *Environmental Research*. 181. 108926.

- Kast-Hutcheson, K., Rider, C. V., & LeBlanc, G. A. 2001. The fungicide propiconazole interferes with embryonic development of the crustacean *Daphnia magna*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(3), 502–509.
- Key, P., Chung, K., Siewicki, T., Fulton, M. 2007. Toxicity of three pesticides individually and in mixture to larval grass shrimp (*Palaemonetes pugio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68:272–277p.
- Keen, J. H.; Habig, W. H.; Jakoby, W. B. 1976. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. *The Journal of Biological Chemistry*, 251(20):6183– 6188p.
- Khan, A. T., Weis, J. S., & D’Andrea, L. 1989. Bioaccumulation of four heavy metals in two populations of grass shrimp, *Palaemonetes pugio*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 42:339–343p.
- Kuchovská, E., Morin, B., López-Cabeza, R., Barré, M., Gouffier, C., Bláhová, L., Cachot, J., Bláha, L., & Gonzalez, P. 2021. Comparison of imidacloprid, propiconazole, and nanopropiconazole effects on the development, behavior, and gene expression biomarkers of the Pacific oyster (*Magallana gigas*). *Science of the Total Environment*, 764.
- Kumar, Jitesh & Sidhu, Paramjeet & Sud, Dhiraj & Saini, Anju & Bansal, Priti. 2022. Persistence, sorption, and forced degradation of imidacloprid in environmental matrix. *Materials Today: Proceedings*.
- Skinner, D.M. 1985. Moulting and regeneration. In: D.E. Bliss and L.H. Mantel (eds), *The biology of the crustacea 9; Integuments, pigments and hormonal processes*. New York: Academic Press. 43-146Pp.
- Lafontaine, A., Gismondi, E., Boulangé-Lecomte, C., Geraudie, P., Dodet, N., Caupos, F., Lemoine, S., Lagadic, L., Thomé, J. P., Forget-Leray, J. 2016. Effects of chlordecone on 20-hydroxyecdysone concentration and chitobiase activity in a decapod crustacean, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquatic Toxicology*, 176:53–63p.
- Li, E. L, Chen, C., Zeng, X., Chen, N., Yu, Q., Lai, Qin, J.G. 2007. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquaculture*, 265, 385-390p.
- Li, E., Xiong, Z., Chen, L., Zeng, C., Li, K. 2008. Acute toxicity of boron to juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at two salinities. *Aquaculture*, 278:175–178p.

- Liu W, Zheng W, Ma Y, Liu KK. 2006. Sorption and degradation of imidacloprid in soil and water. *J Environ Sci Health B*. 2006;41(5):623-34.
- Lopes, C. V. A., & Albuquerque, G. S. C. D. 2018. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em debate*, 42(117), 518-534.
- Loran-Núñez, R. M. 2017. Observaciones de la pesquería de langostino (*Macrobrachium sp.*) en el estado de Vera Cruz. México. *Ciencia Pesquera* 25:31–34p.
- Maciel, C. R.; Valenti, W. C. 2009. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, v. 17, n. 2, 61–79p.
- Magalhães, D. P.; Filho, A. S. F. 2008. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 355-381.
- Mahmut, K., Demiray, G. A., & Sevgiler, Y. 2022. Oxidative and osmoregulatory effects of imidacloprid, cadmium, and their combinations on *Daphnia magna*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 95.
- Malev, O., Klobučar, R. S., Fabbretti, E., Trebše, P. 2012. Comparative toxicity of imidacloprid and its transformation product 6-chloronicotinic acid to non-target aquatic organisms: Microalgae *Desmodesmus subspicatus* and amphipod *Gammarus fossarum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 104:178–186p.
- Mantelatto, F.L.; Pileggi, L.G.; Magalhães, C.; Carvalho, F.L.; Rocha, S.S.; Mossolin, E.C.; Rossi, N.; Bueno, S.L.S. 2016. Avaliação dos Camarões Palemonídeos (Decapoda: Palaemonidae). In: Pinheiro, M.A.A. & Boos, H. (Orgs.). *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014*. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia. Cap. 20, 252-267p.
- Marques, M.N., Cotrim, B.M., Pires, M.A.F.P. 2007. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo. *Química Nova*, v. 30, n. 5, 1171-1178p.
- Marques, M. B. L., Pinheiro, J. H. P. A., Cruz, C. 2019. Bioindicadores de ambientes aquáticos contaminados pelo inseticida clorpirifós. 2019. 76p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

- Melo, G.A.S. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. Loyola, São Paulo, 429p.
- Mensah, P. K.; Palmer, C. G.; Muller, W. J. 2014. Lethal and Sublethal Effects of Pesticides on Aquatic Organisms: The Case of a Freshwater Shrimp Exposure to Roundup®. In: Pesticides - Toxic Aspects. 163–185p.
- Mercan, U. 2004. Importance of free radicals in toxicology. *YYU J Vet Faculty*, 15: 91-96p.
- Mesnager, R., Antoniou, M., N. 2018. Ignoring Adjuvant Toxicity Falsifies the Safety Profile of Commercial Pesticides. *Front Public Health*. 22(5): 361p.
- Neury-Ormanni, J., Dooze, C., Majdi, N., Vedrenne, J., Traunspurger, W., Morin, S. 2020. Selective grazing behaviour of chironomids on microalgae under pesticide pressure. *Science of the Total Environment*, 730p.
- New, M.B. 1995. Status of freshwater farming: a review. *Aquaculture Research*, 26(1): 1-54p.
- Nogueira, L. et al. Biochemical biomarkers in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after short-term exposure to diesel oil, pure biodiesel and biodiesel blends. 2011. *Chemosphere*, v. 85, n. 1, 97–105p.
- Peres, F.; Moreira, J. C.; Dubois, G. S. 2003. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: Peres, F.; Moreira, J. C. (Org.) *É veneno ou remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. 21-41p.
- Petersen, P. Prefácio. In: Carneiro, F. F., Augusto, L. G. S., Rigotto, R. M., Friedrich, K., Búrigo, A. C. 2015. (Org.). *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 27-36p.
- Queiroz, R.C. 1992. Atores e Reatores na Juréia: idéias e práticas do ecologismo. Dissertação de Mestrado. Unicamp, Departamento de Antropologia. Campinas. 229p.
- Qi, S., Wang, D., Zhu, L., Teng, M., Wang, C., Xue, X., Wu, L. 2018. Neonicotinoid insecticides imidacloprid, guadipyr, and cycloxaprid induce acute oxidative stress in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148:352–358p.

- Qiu, W., Chen M., Song Y., 2013. Acute Toxicity of Two Pesticides to *Macrobrachium Nipponense*[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 29(5): 676-680p.
- Raby, M., Zhao, X., Hao, C., Poirier, D. G., Sibley, P. K. 2018. Relative chronic sensitivity of neonicotinoid insecticides to *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia magna*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 163:238–244p.
- Raymond-Delpech, V., Matsuda, K., Sattelle, B. M., Rauh, J. J., Sattelle, D. B. 2005. Ion channels: Molecular targets of neuroactive insecticides. In Invertebrate Neuroscience 5:119–133p.
- Reis, J. A.; Hoffman, P.; Marcos, L.M.; Taddei, F.G.; Hoffman, F.L. 2004. Estudo higiênicosanitário dos camarões dulcícolas *Macrobrachium amazonicum* e *M. jelskii*. Revista Higiene Alimentar, 18: 58-68p.
- Rios, P. D., Pantaleão, J. A. F., Hirose, G. L. 2021. Occurrence of male morphotypes in the freshwater prawn *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann, 1836 (Decapoda, Palaemonidae). Invertebrate Reproduction & Development, 65(4), 268–278p.
- Rose, K. V. S.; Joseph, A. 2020. Acute Toxicity of Imidacloprid to Various Life Stages of the Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*, de Man, 1879. Haya: The Saudi Journal of Life Sciences, 5:298–308p.
- Saha, S., Saha, S., Mistri, A., Saha, N. C. 2024. Antioxidant enzyme activity and pathophysiological consequences in the sludge worm *Tubifex tubifex* under acute and sub-lethal exposures to the fungicide Tilt®. Pesticide Biochemistry and Physiology, 198p.
- Santos, A.; Hayd, L.; Anger, K. 2013. A new species of *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae), *M. pantanalense*, from the Pantanal, Brazil. Zootaxa, 3700: 534-546p.
- Schlenk, D. 1999. Necessity of defining biomarkers for uses in ecological risk assessments. Marine Pollution Bulletin. v. 39, 48-53p.

- Schmitt, C. J., Stricker, C. A., Brumbaugh, W. G. 2011. Mercury bioaccumulation and biomagnification in Ozark stream ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74:2215–2224p.
- Serafim, F. G. 2009. Contaminação ambiental por agrotóxicos em áreas de cultivo de banana, no Vale do Ribeira (SP). 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico.
- Shamoushaki, M. M. N. 2012. Acute toxicity of insecticide, Diazinon and fungicide, Tilt (Propiconazole) on Pacific white Shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae and *Palaemon adspersus* juveniles.
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D. W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreuzweiser, D. P., Krupke, C. H., Liess, M., Long, E., Mcfield, M., Mineau, P., Mitchell, E. A., Morrissey, C. A., Wiemers, M. 2015. Systemic insecticides (Neonicotinoids and fipronil): Trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 5–34.
- Soares, M. P., Jesus, F. Almeida, A. R., Zlabek, V., Grabic, R., Domingues, I., Hayd, L. 2017. Endemic shrimp *Macrobrachium pantanalense* as a test species to assess potential Contamination by pesticides in Pantanal (Brazil), *Chemosphere*. 168: 1082-1092p.
- Soares, M.P., Jesus, F., Almeida, A.R., Domingues, I., Hayd, L., Soares, A.M.V.M. 2020. Effects of pH and nitrites on the toxicity of a cypermetrin-based pesticide to shrimps, *Chemosphere*, 241:125089p.
- Soares, M.R.S.; Oshiro, L.M.Y. & Toledo, J.C. 2015. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 105: 307-315.
- Solomon, K.; Dalhoff, K.; Volz, D.; Kraak, G. 2014. Effects of herbicides on Fish. In: Tierney, K, Farrel, A, Brauner, C. *Organic chemical toxicology of fishes. Fish Physiology*. Academic Press. Amsterdam (The Netherlands) and Boston (Massachusetts): Cap. 7, 370-403p. Elsevier. ISBN: 978-0-12-398254-4.

- Suzuki, H., Makino, W., Takahashi, S., Urabe, J. 2024. Assessment of toxic effects of imidacloprid on freshwater zooplankton: An experimental test for 27 species. *Science of the Total Environment*, 927p.
- SYNGENTA. 2018. Safety Data Sheet – Tilt® 250E Fungicide. Syngenta Crop Protection Canada.
- Tabassum, H., Khan, J., Salman, M., Raisuddin, S., & Parvez, S. 2016. Propiconazole induced toxicological alterations in brain of freshwater fish *Channa punctata* Bloch. *Ecological Indicators*, 62, 242–248p.
- Tomizawa, M., & Casida, J. E. 2005. Neonicotinoid insecticide toxicology: Mechanisms of selective action. In *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. Vol. 45, 247–268p.
- Uneme, H. 2011. Chemistry of clothianidin and related compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 59, 2932-2937p.
- Van Dijk, T. C., Van Staalduinen, M. A., Van der Sluijs, J. P. 2013. Macro-Invertebrate Decline in Surface Water Polluted with Imidacloprid. *PLoS ONE*, 8p.
- Van Der Oost, R.; Beyer, J.; Vermeulen, N. P. E. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 13, n. 2, p. 57–149.
- Zagatto, P. A.; Bertoletti, E. 2006. *Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações*. São Carlos: Rima, 472p.
- Zar, J. H. 1996 *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3rd ed, 718p.
- Wang, Y., Cang, T., Zhao, X., Yu, R., Chen, L., Wu, C., Wang, Q. 2012. Comparative acute toxicity of twenty-four insecticides to earthworm, *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 79:122–128p.
- Zhao, F., Cao, F., Li, H., Teng, M., Liang, Y., & Qiu, L. 2020. The effects of a short-term exposure to propiconazole in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 38212–38220.

- Zorita, I.; Ortiz-Zarragoitia, M.; Apraiz, I.; Cancio, I.; Orbea, A.; Soto, M.; Marigómez, I.; Cajarville, M.P. 2008. Assessment of biological effects of environmental pollution along the NW Mediterranean Sea using red mullets as sentinel organisms. *Environmental Pollution*, v.153, 157-168p.
- Wang, Y., Cang, T., Zhao, X., Yu, R., Chen, L., Wu, C., Wang, Q. 2012. Comparative acute toxicity of twenty-four insecticides to earthworm, *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 79:122–128p.
- Yeh, S. P.; Sung, T.; Chang, C.; Cheng, W.; Kuo, C. 2005. Effects of an organophosphorus insecticide, trichlorfon, on hematological parameters of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture*. 243p.
- Yu, L., Li, C., Zhang, Y., Guo, X., Cao, N., Guo, S., Wu, S., Li, X., & Pang, S. 2022. Residue Monitoring of Propiconazole in the Rice–Crab Co-Culture Field and its Toxicity and Bioaccumulation to *Eriocheir sinensis*. *Frontiers in Environmental Science*, 10.