



**CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTA
PRODUÇÃO INTELECTUAL POSSUI
RESTRIÇÃO DE ACESSO**

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

Matheus Miguel Froes

**ABORDAGEM TOXICOLÓGICA DE PESTICIDAS: ALTERAÇÕES
COMPORTAMENTAIS EM PEIXE-ZEBRA (*Danio rerio*)**

Caxias do Sul
2023

Matheus Miguel Froes

**ABORDAGEM TOXICOLÓGICA DE PESTICIDAS: ALTERAÇÕES
COMPORTAMENTAIS EM PEIXE-ZEBRA (*Danio rerio*)**

Dissertação apresentada à Universidade de
Caxias do Sul – Programa de Pós-Graduação
em Saúde Animal, para obtenção do Título de
Mestre em Saúde Animal.

Área de Concentração: Ecotoxicologia

Orientador(a): Prof. Dr. Matheus Parmegiani
Jahn

Caxias do Sul

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

F926a Froes, Matheus Miguel

Abordagem toxicológica de pesticidas [recurso eletrônico] : alterações comportamentais em peixe-zebra (*Danio rerio*) / Matheus Miguel Froes. – 2023.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal, 2023.

Orientação: Matheus Parmegiani Jahn.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Peixe-Zebra. 2. Pesticidas. 3. Animais - Comportamento. 4. Meio ambiente - Contaminação. 5. Inseticidas. I. Jahn, Matheus Parmegiani, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 597.5:632.952

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Márcia Servi Gonçalves - CRB 10/1500

Matheus Miguel Froes

**ABORDAGEM TOXICOLÓGICA DE PESTICIDAS: ALTERAÇÕES
COMPORTAMENTAIS EM PEIXE-ZEBRA (*Danio rerio*)**

Dissertação apresentada à Universidade de
Caxias do Sul – Programa de Pós-Graduação
em Saúde Animal, para obtenção do Título de
Mestre em Saúde Animal.

Área de Concentração: Ecotoxicologia

Orientador(a): Prof. Dr. Matheus Parmegiani
Jahn

Aprovado em (28/11/2023)

Banca Examinadora

Prof(a). Dra. Aline Pompermaier (UFFS)

Prof(a). Ma. Fabiane Prusch (UCS)

Prof(a). Dra. Guendalina Turcato de Oliveira (PUCRS)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Marion e Robinson pela minha criação, amor e por sempre confiarem em mim e me darem apoio total nas minhas escolhas.

Ao meu amor Bruna por todo o companheirismo nesse período do mestrado, carinho, amor e por compreender minhas fugas nos finais de semanas e feriados para cuidar dos peixes.

Ao Prof. Dr. Matheus Parmegiani Jahn por me orientar, ter acreditado na minha ideia e ajudado na definição do projeto e mesmo com a agenda cheia procurava um tempo para auxiliar.

A Dra. Giovana Rech pela ajuda na adequação da metodologia e auxílio na correção do artigo e dissertação.

A Prof. Dra. Sheila de Avila e Silva pelo auxílio nas análises estatísticas.

A Universidade de Caxias do Sul e ao programa de Pós Graduação em Saúde Animal pela oportunidade da realização do mestrado e pela estrutura física.

A FAPERGS pelo apoio financeiro na realização do mestrado.

“O ser humano, por mais que finja o contrário, é parte da natureza.”

Rachel Carson

Resumo

A produção de alimentos em larga escala necessita de diversos químicos visando a proteção das culturas contra eventuais perdas por pragas. Processos de resistência das pragas a esses químicos, bem como a melhora na eficácia dos mesmos sobre as espécies alvo, fazem com que misturas de diferentes princípios ativos constantemente surjam no mercado, no entanto é necessária a elucidação da ação desses químicos em espécies não-alvo. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de uma calda bordalesa comercial (BM) que consiste em produtos comerciais que apresentam em sua composição cobre, enxofre e cálcio, e de um inseticida comercial (IM), que apresenta em sua composição cipermetrina e clorpirifós, utilizados na viticultura e na pecuária, sobre o comportamento de peixe-zebra (*Danio rerio*). Por se tratarem de formulações comerciais, foram realizados testes para definir a CL_{50} dos produtos, e com base nesses testes foram definidas as concentrações de exposição, para os testes comportamentais, de 0,52 mg/L para BM e 0,00325 μ L/L para IM. Os peixes foram expostos durante 48 h a BM e IM e os comportamentos avaliados foram: os parâmetros locomotores de velocidade e distância percorrida, através do teste de campo aberto, em que se observou os comportamentos em 1 h, 24 h e 48 h de exposição e os parâmetros sociais de preferência de grupos, agressividade e interação que foram avaliados em 48 h de exposição. A exposição à BM ocasionou diminuição na distância e na velocidade percorrida pelos peixes a partir das 24 h de exposição, sendo que em 24 h apresentou distância percorrida de $23,9 \pm 16,3$ m e velocidade de $46,6 \pm 32$ mm/s, enquanto o grupo controle apresentou $81,4 \pm 8,6$ m de distância e $165,8 \pm 17,5$ mm/s de velocidade e em 48 h o grupo exposto à BM percorreu $17,1 \pm 14$ m em velocidade média de $36,9 \pm 30,2$ mm/s e o grupo controle apresentou distância de $67 \pm 8,6$ m e velocidade de 141 ± 18 mm/s. Também foram observados poucos casos de interação entre os peixes expostos à BM com média de $6,5 \pm 6,9$ interações em comparação com $144,8 \pm 14,3$ interações do grupo Controle no período de 5 minutos. Nos testes de agressividade tanto os peixes expostos à IM e à BM apresentaram um comportamento de aversão ao espelho, além de apresentarem mais eventos de congelamento. Esses resultados demonstram que os pesticidas testados comprometem comportamentos exploratórios, de defesa, hierarquia e sociabilidade dos peixes, tratando-se de alterações em comportamentos vitais em espécies não-alvo, tornando-se necessário realizar a caracterização química dessas misturas a fim de entender a composição e a possível presença de substâncias tóxicas, bem como realizar avaliações ambientais sobre a quantidade desses químicos em corpos hídricos que pode representar riscos à biota aquática.

Palavras-chave: *Danio rerio*; Calda Bordalesa; Mistura inseticida; Comportamento animal; Contaminação ambiental.

Abstract

A large-scale food production necessitates the use of various chemicals to protect crops against potential losses from pests. The development of pest resistance to these chemicals, as well as improvements in their effectiveness on target species, lead to the continuous emergence of mixtures with different active principles in the market. However, elucidating the action of these chemicals on non-target species is essential. In this context, the aim of this study was to assess the influence of a commercial Bordeaux mixture (BM), consisting of commercial products containing copper, sulfur, and calcium, and a commercial insecticide (IM), containing cypermethrin and chlorpyrifos, used in viticulture and livestock farming on the behavior of zebrafish (*Danio rerio*). As these are commercial formulations, tests were conducted to determine the LC50 of the products. Based on these tests, exposure concentrations for behavioral assays were defined as 0.52 mg/L for BM and 0.00325 μ L/L for IM. Fish were exposed to BM and IM for 48 hours, and the evaluated behaviors included locomotor parameters of speed and distance covered through an open-field test, where behaviors were observed at 1 h, 24 h, and 48 h of exposure. Social parameters of group preference, aggression, and interaction were also assessed during the 48-hour exposure period. Exposure to BM led to a decrease in distance and speed covered by the fish from 24 hours of exposure onwards. At 24 hours, the exposed group covered a distance of 23.9 ± 16.3 m at a speed of 46.6 ± 32 mm/s, while the control group covered 81.4 ± 8.6 m at a speed of 165.8 ± 17.5 mm/s. At 48 hours, the BM-exposed group covered 17.1 ± 14 m at an average speed of 36.9 ± 30.2 mm/s, whereas the control group covered a distance of 67 ± 8.6 m at a speed of 141 ± 18 mm/s. Few interactions were observed among fish exposed to BM, with an average of 6.5 ± 6.9 interactions compared to 144.8 ± 14.3 interactions in the Control group over a 5-minute period. In aggression tests, both IM and BM-exposed fish exhibited aversive behavior towards the mirror and more freezing events. These results demonstrate that the tested pesticides compromise exploratory, defensive, hierarchical, and sociable behaviors in fish, representing alterations in vital behaviors in non-target species. Therefore, it is necessary to conduct chemical characterization of these mixtures to understand their composition and the possible presence of toxic substances. Additionally, environmental assessments regarding the quantity of these chemicals in water bodies are crucial to evaluate potential risks to aquatic biota.

Keywords: *Danio rerio*; Bordeaux Mixture; Insecticide Mixture; Animal Behavior;

Environmental contamination.