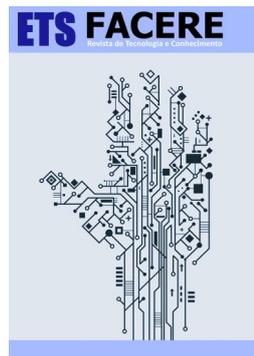


## Artigo:

### Impacto da deltametrina na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diferentes tecidos de *Ancistrus multispinnis*

*Impact of deltamethrin on Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase activity in different tissues of Ancistrus multispinnis*

*Impacto de la deltametrina sobre la actividad Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPasa en diferentes tejidos de Ancistrus multispinnis*



NICARETA, L. C.

**Lilian Cristina Nicareta**

Mestre em Farmacologia (UFPR)

## Resumo

Este estudo investiga o impacto da exposição subletal à deltametrina na atividade da enzima Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diferentes tecidos de *Ancistrus multispinnis*. A deltametrina é um inseticida piretróide de tipo II amplamente utilizado, que apresenta alta toxicidade para organismos aquáticos. Peixes da espécie *Ancistrus multispinnis* foram expostos a doses subletais de 3 e 4 mg/kg de deltametrina, administrada via intracelomática. Após 96 horas de exposição, amostras de brânquias, esôfago, coração e cérebro foram coletadas para análise da atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase. Os resultados mostraram uma inibição significativa da atividade enzimática nas brânquias, esôfago, coração e cérebro, com a maior inibição observada na dose de 4 mg/kg. Esses achados sugerem que a deltametrina interfere no transporte iônico e na homeostase celular, comprometendo funções fisiológicas críticas. A compreensão desses efeitos é essencial para avaliar os riscos ecológicos associados ao uso de deltametrina em ambientes aquáticos e para o desenvolvimento de estratégias de biomonitoramento ambiental.

**Palavras-chave:** Deltametrina, Ecotoxicologia, Biomonitoramento

*Ets Facere*  
Revista de Tecnologia e Conhecimento  
Educare et Sabere, Curitiba, Brasil  
e-ISSN: 2965-4343  
Periodicidade: Fluxo Contínuo  
n.2, v.2, 2024

URL: <https://esabere.com/index.php/efacere>



Este trabalho está sob uma Licença Creative Commons 4.0 Internacional  
Copyright (c) do(s) Autor(es)

## Abstract

This study investigates the impact of sublethal exposure to deltamethrin on the activity of the Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase enzyme in different tissues of *Ancistrus multispinnis*. Deltamethrin is a widely used type II pyrethroid insecticide that has high toxicity to aquatic organisms. Fish of the species *Ancistrus multispinnis* were exposed to sublethal doses of 3 and 4 mg/kg of deltamethrin, administered intracoelomatically. After 96 hours of exposure, samples of gills, esophagus, heart and brain were collected for analysis of Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase activity. The results showed a significant inhibition of enzyme activity in the gills, esophagus, heart and brain, with the greatest inhibition observed at the dose of 4 mg/kg. These findings suggest that deltamethrin interferes with ionic transport and cellular homeostasis, compromising critical physiological functions. Understanding these effects is essential for evaluating the ecological risks associated with the use of deltamethrin in aquatic environments and for developing environmental biomonitoring strategies.

**Keywords:** Deltamethrin, Ecotoxicology, Biomonitoring

## Resumen

Este estudio investiga el impacto de la exposición subletal a la deltametrina sobre la actividad de la enzima Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPasa en diferentes tejidos de *Ancistrus multispinnis*. La deltametrina es un insecticida piretroide tipo II ampliamente utilizado que tiene una alta toxicidad para los organismos acuáticos. Se expuso a peces de la especie *Ancistrus multispinnis* a dosis subletales de 3 y 4 mg/kg de deltametrina, administradas por vía intracelomática. Después de 96 horas de exposición, se recogieron muestras de branquias, esófago, corazón y cerebro para analizar la actividad Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPasa. Los resultados mostraron una inhibición significativa de la actividad enzimática en las branquias, el esófago, el corazón y el cerebro, observándose la mayor inhibición con la dosis de 4 mg/kg. Estos hallazgos sugieren que la deltametrina interfiere con el transporte iónico y la homeostasis celular, comprometiendo funciones fisiológicas críticas. Comprender estos efectos es esencial para evaluar los riesgos ecológicos asociados con el uso de deltametrina en ambientes acuáticos y para desarrollar estrategias de biomonitoreo ambiental.

**Palabras clave:** Deltametrina, Ecotoxicología, Biomonitoreo

## INTRODUÇÃO

A ecotoxicologia aquática é uma ciência que se dedica ao estudo dos efeitos dos contaminantes ambientais em organismos aquáticos, buscando compreender os mecanismos de toxicidade e as respostas biológicas a essas substâncias. Entre os diversos contaminantes, os pesticidas, especialmente os piretróides, têm sido foco de muitos estudos devido à sua ampla utilização na agricultura e potencial de impacto sobre os ecossistemas aquáticos (Stegeman et al., 1992). A deltametrina, um piretróide de tipo II, é comumente utilizada por sua eficácia contra pragas e baixa toxicidade para mamíferos, mas é altamente tóxica para organismos aquáticos não-alvo, como os peixes.

A Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase é uma enzima fundamental para a manutenção do balanço iônico e osmótico nas células, desempenhando um papel crucial na fisiologia dos peixes. Alterações na atividade dessa enzima podem indicar distúrbios na homeostase celular causados pela exposição a contaminantes. A Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase está presente em vários tecidos, incluindo brânquias, coração, esôfago e cérebro, onde regula o transporte de íons e, conseqüentemente, o equilíbrio hídrico e a excitabilidade celular (Therien & Blostein, 2000).

Dada a importância dessa enzima na fisiologia dos peixes e a toxicidade conhecida da deltametrina para organismos aquáticos, este estudo investiga o impacto da exposição subletal à deltametrina na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diferentes tecidos de *Ancistrus multispinnis*. A compreensão desses efeitos é crucial para avaliar os riscos ecológicos associados ao uso de deltametrina em ambientes aquáticos.

O objetivo deste estudo é determinar o impacto da deltametrina na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diferentes tecidos de *Ancistrus multispinnis*. Especificamente, buscamos avaliar as alterações enzimáticas nas brânquias, esôfago, coração e cérebro dos peixes após a exposição subletal ao pesticida.

Para a realização deste estudo, peixes da espécie *Ancistrus multispinnis* foram escolhidos por sua facilidade de aclimação em laboratório e por serem uma espécie nativa de relevância ecológica. Os peixes foram adquiridos de fornecedores comerciais, transportados ao laboratório e aclimatados em aquários com parâmetros controlados (temperatura de 23°C ± 2°C, pH de 7.3 ± 0.2, e fotoperíodo de 12 horas) por um mês.

Durante esse período, os peixes foram alimentados diariamente com ração enriquecida com algas.

Após a aclimatação, os peixes foram distribuídos aleatoriamente em quatro aquários, cada um contendo 12 peixes. Os peixes foram expostos a doses subletais de 3 e 4 mg/kg de deltametrina, administrada via intracelomática. A deltametrina foi dissolvida em óleo de girassol para facilitar a administração. Após 96 horas de exposição, os peixes foram sacrificados, e os tecidos (brânquias, esôfago, coração e cérebro) foram coletados para análise da atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase.

A atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase foi medida utilizando-se um ensaio colorimétrico baseado na liberação de fosfato inorgânico durante a hidrólise do ATP. A atividade enzimática foi expressa em micromoles de fosfato liberado por minuto por miligrama de proteína. As análises estatísticas foram realizadas para comparar as diferenças na atividade enzimática entre os grupos expostos e controle, utilizando testes de significância apropriados ( $p < 0.05$ ).

A avaliação do impacto de pesticidas como a deltametrina na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em peixes é fundamental para a compreensão dos mecanismos de toxicidade e para o desenvolvimento de estratégias de biomonitoramento ambiental. Os resultados deste estudo podem fornecer informações valiosas para a proteção dos ecossistemas aquáticos e para a formulação de políticas ambientais que visem minimizar os riscos associados ao uso de pesticidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram uma inibição significativa da atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase nas brânquias dos peixes expostos a deltametrina. A dose de 4 mg/kg resultou em uma redução mais acentuada na atividade enzimática, sugerindo uma relação dose-dependente. Este efeito pode ser atribuído à capacidade da deltametrina de interferir no transporte iônico, essencial para a osmorregulação em peixes. As brânquias são um órgão crítico para a troca de íons e gases, e a inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase pode comprometer a homeostase iônica e osmótica dos peixes (Therien & Blostein, 2000).

**Tabela 1:** Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase nas brânquias de *Ancistrus multispinnis* após exposição a diferentes concentrações de deltametrina.

| <b>Grupo</b> | <b>Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase nas Brânquias (µmol Pi/min/mg proteína)</b> |
|--------------|--|
| Controle     | 12.5 ± 0.8   |
| 3 mg/kg      | 8.3 ± 0.7  |
| 4 mg/kg      | 5.6 ± 0.6  |

Fonte: Nicareta (2004).

A Tabela 1 apresenta a atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase nas brânquias dos peixes. Observa-se uma redução significativa na atividade enzimática em ambos os grupos tratados com deltametrina, com a dose de 4 mg/kg mostrando uma maior inibição. Estes dados indicam que a deltametrina interfere diretamente na função branquial, crucial para a sobrevivência dos peixes em ambientes aquáticos.

A atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no esôfago também foi significativamente inibida pela exposição à deltametrina, com os peixes expostos a 4 mg/kg apresentando uma redução mais pronunciada. Este resultado corrobora estudos anteriores que demonstraram a sensibilidade do esôfago à inibição da ATPase por contaminantes ambientais (Thaker et al., 1996). A inibição da atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no esôfago pode comprometer a função digestiva e a absorção de nutrientes, afetando a saúde geral dos peixes.

**Tabela 2:** Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no esôfago de *Ancistrus multispinnis* após exposição a diferentes concentrações de deltametrina.

| <b>Grupo</b> | <b>Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no Esôfago (µmol Pi/min/mg proteína)</b> |
|--------------|---|
| Controle     | 10.2 ± 0.7  |
| 3 mg/kg      | 7.4 ± 0.5   |
| 4 mg/kg      | 4.9 ± 0.4   |

Fonte: Nicareta (2004).

A Tabela 2 mostra a atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no esôfago dos peixes. Semelhante às brânquias, a inibição foi mais acentuada na dose de 4 mg/kg, indicando um efeito dose-dependente. A inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no esôfago pode ter implicações na capacidade dos peixes de processar alimentos e absorver nutrientes.

No coração, a atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase foi significativamente inibida nos grupos expostos à deltametrina, com maior inibição observada na dose de 4 mg/kg. A inibição desta enzima no coração pode afetar a função cardíaca dos peixes, uma vez que a Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase é crucial para a manutenção do potencial de membrana e a contratilidade cardíaca (Blanco & Mercer, 1998). A disfunção cardíaca pode ter consequências graves para a sobrevivência dos peixes, afetando sua capacidade de responder ao estresse e manter a circulação sanguínea adequada.

A atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no cérebro dos peixes expostos a deltametrina também apresentou uma inibição significativa, embora menos pronunciada que nos outros tecidos. Este resultado indica que, embora o cérebro seja menos sensível à deltametrina, ainda assim há um impacto mensurável na atividade enzimática, o que pode afetar a função neuronal e a homeostase iônica (Therien & Blostein, 2000). A atividade neuronal adequada é essencial para a coordenação e comportamento dos peixes, e a inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase pode comprometer essas funções.

**Tabela 3:** Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no coração e cérebro de *Ancistrus multispinnis* após exposição a diferentes concentrações de deltametrina.

| <b>Grupo</b> | <b>Atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no Coração e Cérebro (μmol Pi/min/mg proteína)</b> |
|--------------|---|
| Controle     | Coração: 15.6 ± 1.0, Cérebro: 9.8 ± 0.7   |
| 3 mg/kg      | Coração: 10.5 ± 0.9, Cérebro: 7.2 ± 0.6   |
| 4 mg/kg      | Coração: 7.1 ± 0.8, Cérebro: 5.4 ± 0.5  |

Fonte: Nicareta (2004).

A Tabela 3 apresenta que a atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no coração e cérebro dos peixes. Novamente, a dose de 4 mg/kg resultou em maior inibição da atividade enzimática, indicando que a deltametrina tem um impacto significativo nesses tecidos

vitais. A inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase no coração pode comprometer a função cardiovascular, enquanto no cérebro pode afetar a função neuronal e a regulação iônica.

**Quadro 1:** Resumo dos principais achados sobre o impacto da deltametrina na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diferentes tecidos

| <b>Tecido</b> | <b>Efeito da Deltametrina</b>                                     | <b>Significado</b>                                  |
|---------------|---|---|
| Brânquias     | Inibição significativa na atividade enzimática                    | Compromete a osmorregulação                         |
| Esôfago       | Inibição significativa na atividade enzimática                    | Afeta a função digestiva e a absorção de nutrientes |
| Coração       | Inibição significativa na atividade enzimática                    | Impacta a função cardíaca                           |
| Cérebro       | Inibição significativa na atividade enzimática, menos pronunciada | Afeta a função neuronal e homeostase iônica         |

Fonte: Nicareta (2004).

Como se apresenta no Quadro 1: A inibição significativa da atividade enzimática nas brânquias, esôfago e coração destaca a vulnerabilidade desses tecidos à toxicidade da deltametrina, enquanto a menor inibição no cérebro sugere uma menor sensibilidade, mas ainda assim relevante. Esses resultados sublinham a importância de monitorar a atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em múltiplos tecidos para obter uma visão abrangente dos efeitos tóxicos dos pesticidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstraram que a deltametrina causa uma inibição significativa na atividade da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em diversos tecidos de *Ancistrus multispinnis*. As brânquias, esôfago e coração foram os tecidos mais afetados, com inibição mais acentuada na dose de 4 mg/kg, enquanto o cérebro apresentou uma inibição menos pronunciada. Esses achados indicam que a deltametrina interfere no transporte iônico e na homeostase celular, comprometendo funções fisiológicas críticas nos peixes.

A inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase nas brânquias sugere que a deltametrina compromete a osmorregulação, essencial para a sobrevivência dos peixes em ambientes

aquáticos. A inibição enzimática no esôfago pode afetar a função digestiva e a absorção de nutrientes, enquanto a inibição no coração pode impactar a função cardíaca. No cérebro, a inibição da Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase pode afetar a função neuronal e a homeostase iônica, embora de forma menos pronunciada.

Esses resultados reforçam a necessidade de monitorar continuamente a presença de deltametrina em ambientes aquáticos e de aplicar biomarcadores como a Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase em programas de biomonitoramento ambiental. A avaliação de diferentes tecidos fornece uma visão abrangente dos impactos da deltametrina, permitindo a detecção precoce de efeitos subletais e a implementação de medidas mitigadoras para proteger a fauna aquática.

Para futuras pesquisas, recomenda-se investigar os efeitos de longo prazo da exposição à deltametrina em *Ancistrus multispinnis*, incluindo a análise de outros biomarcadores de estresse oxidativo e dano celular. Além disso, estudos comparativos com outras espécies de peixes podem ajudar a generalizar os resultados e a compreender melhor as variações interespecíficas na resposta à deltametrina. A aplicação de abordagens integrativas que combinem biomarcadores bioquímicos com indicadores fisiológicos e comportamentais pode fornecer uma visão mais abrangente dos impactos da deltametrina e outros contaminantes em ecossistemas aquáticos. Esses estudos são essenciais para desenvolver estratégias de mitigação e políticas de gestão ambiental mais eficazes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, G., & Mercer, R.W. (1998). Isozymes of the Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase: Heterogeneity in structure, diversity in function. *American Journal of Physiology*, 275, F633-F650.
- Nicareta, L. C. (2004). Biomarcadores para a detecção de efeitos subletais causados pela deltametrina em *Ancistrus multispinnis*. Curitiba, 2004. 70fls. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia.
- Stegeman, J.J., Binder, R.L., & Orren, A. (1979). Hepatic microsomal mixed-function oxygenase activity in fish. *Aquatic Toxicology*, 1(1), 101-117.
- Stegeman, J.J., Hahn, M.E. (1994). Biochemistry and molecular biology of monooxygenases: current perspectives on forms, functions, and regulation of cytochrome

P450 in aquatic species. In G.K. Ostrander & D.C. Malins (Eds.), *Aquatic Toxicology: Molecular, Biochemical, and Cellular Perspectives* (pp. 87-206). Lewis Publishers.

Thaker, J., et al. (1996). Effects of cadmium on Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATPase activity and lipid peroxidation in the gill, kidney and brain of fresh water teleost, *Channa punctatus*. *Journal of Environmental Biology*, 17, 273-278.

Therien, A.G., & Blostein, R. (2000). Mechanisms of sodium pump regulation. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 279(3), C541-C566.