

EXPOSIÇÃO AGUDA AO HERBICIDA ROUNDUP REDUZ A SOBREVIVÊNCIA E O CRESCIMENTO DO PEIXE-REI MARINHO *Odontesthes argentinensis*

TAINÁ GUILLANTE¹; MAIDANA DA SILVA IDIARTE², RICARDO BERTEAUX
ROBALDO³; YURI DORNELLES ZEBRAL⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – tainaguillante@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – maydanaidiarte@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas- ricardorobaldoufpel@gmail.com

⁴Universidade Federal de Rio Grande – yurizebral@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A poluição aquática está associada a descargas de efluentes domésticos, industriais e agrícolas, sendo esta última caracterizada pela intensa presença de pesticidas e herbicidas (SHIOGUIRI et al., 2012). Os agrotóxicos nos sistemas agrícolas são na sua maioria xenobióticos, ou seja, compostos estranhos aos organismos, capazes de provocar toxicidade (CASTRO JÚNIOR et al., 2006). Poluentes no ambiente podem afetar processos fisiológicos relacionados ao crescimento, desenvolvimento e comportamento (ALVAREZ, 2005).

No Rio Grande do Sul a prática de monoculturas como o arroz, a soja, o fumo e a aveia promovem a descaracterização e degradação ambiental. Agrotóxicos poluem corpos d'água adjacentes às plantações e causam ações deletérias em diversos organismos não alvo (SALBEGO, 2010). O Roundup® é um herbicida não seletivo utilizado para controlar ervas daninhas e contém em sua fórmula comercial o glifosato como ingrediente ativo (N-fosfonometil glicina) (JIRAUNGKOORSKUL et al., 2002). Esse agrotóxico é empregado ao longo de todo ano durante o rodízio dos cultivos e por isso espera-se que sua atuação ocorra nas diferentes fases do ciclo de vida da biota aquática no entorno das lavouras (SOSBAI, *online*).

Em peixes, o glifosato atua na atividade da acetilcolinesterase cerebral e muscular, no glicogênio hepático e em alterações hematológicas diversas (SALBEGO et al, 2010). Além disso, pode causar alterações no perfil hormonal (SOSO et al., 2007), no sistema de defesas antioxidantes e na indução do estresse oxidativo (LUSHCHAK et al. 2010). Zebral et al. (2017) demonstrou uma redução no tamanho dos olhos em embriões de peixe-rei em concentrações de 0,36 e 1,80mg/L de glifosato, consideradas ambientalmente relevantes.

Os Peixes-rei *Odontesthes* spp. são espécies dulce-aquícolas eurihalinas e euri térmicas encontradas na América do Sul. Possuem elevada importância comercial pela alta qualidade de sua carne, sendo por isso muito apreciadas tanto na pesca extrativista como desportiva (GROSMAN, 2002; SAMPAIO E PIEDRAS, 2010). As espécies de peixe-rei são exigentes em termos de qualidade da água e são muito sensíveis a poluentes (SAMPALIO E PIEDRAS, 2010).

Desta forma, considerando a sensibilidade do peixe-rei e os possíveis impactos causados por herbicidas a base de glifosato, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos fisiológicos desta formulação na sobrevivência e crescimento inicial de *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835).

2. METODOLOGIA

Desenho experimental

Embriões da espécie *Odontesthes argentinensis* foram obtidos através de coletas realizadas na beira da Praia do Cassino e foram mantidos no laboratório com

renovação diária do meio para manutenção da qualidade da água (esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, processo número 23110.007018/2015-85). Os animais foram minuciosamente selecionados e ovos fungados foram descartados. Após eclosão, as larvas foram distribuídas entre os tratamentos descritos abaixo, sendo mantidas em tanques de 36L em temperatura de 22°C, fotoperíodo de 12h, pH 7.6, salinidade 10ppm e aeração constante.

O ensaio foi realizado em triplicata com 40 indivíduos por réplica submetidos a quatro tratamentos: controle, 0,36mg/L, 1,80mg/L e 3,60mg/L de glifosato com base na formulação Roundup Transorb® (RT). Os animais foram expostos por 96h e alimentados duas vezes ao dia com náuplios de *Artemia* (4náuplios/L). Amostras de água foram coletadas a cada 24h afim de verificar os parâmetros de qualidade da água utilizando testes comerciais de dosagem de amônia e pH LabconTest®. Na metade do experimento a água foi renovada e novamente contaminada afim de manter os níveis ideais de nitrogenados (<0,15mg/L) e níveis estáveis do contaminante.

Biometria dos animais

Após 96h de exposição os animais foram eutanasiados com benzocaína (50ppm) e realizou-se a biometria, sendo medidos os seguintes atributos: mortalidade (avaliada diariamente), comprimento da notocorda e peso húmido.

Análise estatística

Os dados são expressos como média±erro padrão e foram analisados por ANOVA com *post hoc* de Tukey ($p<0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do ensaio, a sobrevivência dos animais foi de $71,77\pm 5,83\%$; $72,50\pm 5,20\%$; $13,33\pm 3,63\%$ e $0,00\pm 0,00\%$ para os grupos controle, 0,36mg/L, 1,80mg/L e 3,60mg/L, respectivamente. É interessante observar que todas as larvas submetidas a concentração de 3,60mg/L vieram a óbito nas primeiras 24h. Diferenças significativas foram encontradas apenas para o grupo exposto a 1,80mg/L, que diferiu dos demais tratamentos (controle e 0,36mg/L).

Após 96h de exposição, as larvas do grupo controle apresentaram comprimento médio de notocorda de $9,64\pm 0,12$ mm e os indivíduos mantidos a 0,36mg/L de glifosato alcançaram tamanho médio de $9,40\pm 0,09$ mm, sendo que diferenças significativas não foram observadas. Diferentemente, os animais submetidos ao tratamento com 1,80 mg/L de glifosato atingiram comprimento médio de $8,28\pm 0,20$ mm e tiveram seu crescimento reduzido quando comparados ao grupo controle (Figura 1B).

Ao avaliar o peso dos animais, as médias encontradas foram de $6,74\pm 0,23$; $6,11\pm 0,23$ e $4,45\pm 0,36$ mg, para os grupos controle, 0,36mg/L e 1,80mg/L, respectivamente (Figura 1C). Na maior concentração, o peso dos indivíduos foi menor em relação ao grupo não exposto ao Roundup.

Similarmente a esse estudo, Salbego et.al (2010) observaram que juvenis de *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) apresentam redução no comprimento e no ganho de peso quando expostos a 1mg/L e 5mg/L de glifosato. Possivelmente peixes expostos ao Roundup alteram seu metabolismo de carboidratos e proteínas devido a necessidade de usar sua energia para a desintoxicação desse composto, disponibilizando então menos energia para o crescimento (SALBEGO et al., 2010).

Há também um estudo que aponta para a relação entre o glifosato e o hormônio do crescimento (GH). El-Shebly et.al (2008) encontraram em seus estudos uma redução deste hormônio em peixes *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes concentrações de Roundup (1mg/L, 3mg/L e 5mg/L).

Níveis subletais de herbicidas induzem efeitos fisiológicos e comportamentais em peixes (ALVAREZ et al., 2005). Larvas de *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus, 1766) expostas ao herbicida atrazina em doses ambientalmente relevantes (0, 40µg/L e 80µg/L), também apresentaram uma redução significativa em sua taxa de sobrevivência e crescimento (ALVAREZ et al., 2005). Da mesma forma, *Piaractus mesopotamicus* expostos até 1,80mg/L de glifosato diminuíram a ingestão de alimentos, causando impactos diretos em seu crescimento (GIAQUINTO et al., 2016).

Herbicidas a base de glifosato reduzem a atividade da acetilcolinesterase cerebral (SALBEGO et al., 2010) que está correlacionada a redução na atividade de nado e alimentação de peixes (SANDAHN et al., 2005). Em nosso estudo, larvas expostas a 3,60mg/L de glifosato apresentaram nado desequilibrado ou comportamento imóvel. Possivelmente os efeitos deste herbicida, ou de algum metabólito derivado dele, afetaram o sistema colinérgico dos animais nas maiores concentrações e modularam a atividade da acetilcolinesterase (AChE). A variação na atividade da AChE pode ajudar na explicação de algumas alterações comportamentais em peixes, como a perda de equilíbrio e padrões alterados na locomoção (TIERNEY et al. 2007).

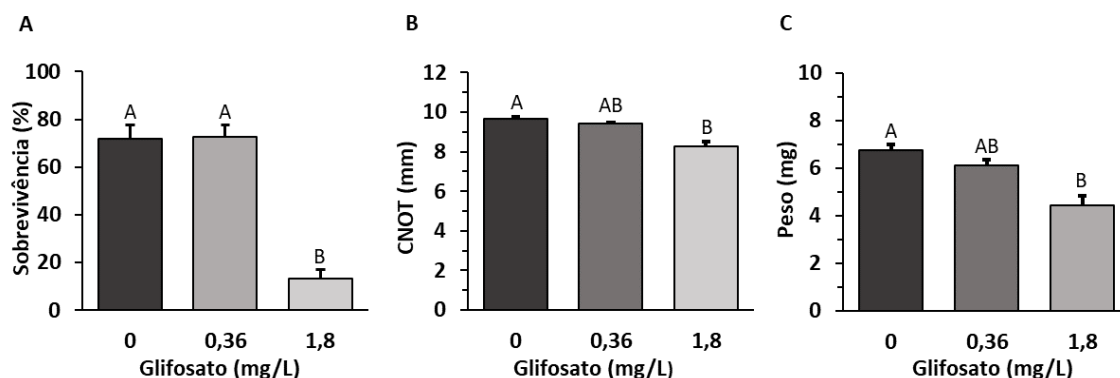


Figura 1: Sobrevivência (A), comprimento de notocorda (B) e peso (C) de *Odontesthes argentinensis* expostos ao Roundup Transorb por 96h. Os valores são representados pelas médias $\pm$ erro padrão. As letras sobre as barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos. ($n \geq 16$; ANOVA; Tukey; $p < 0,05$)

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que os resultados obtidos neste trabalho mostram que o herbicida Roundup pode diminuir a sobrevivência e o crescimento de larvas *Odontesthes argentinensis* quando expostas a concentrações de relevância ambiental.

Nossos dados geram preocupação acerca da conservação da espécie, visto que a fase larval é um período bastante vulnerável do animal, e a redução de seu crescimento pode prejudicar em aspectos importantes para o mantimento saudável e sobrevivência da população. Conhecer os impactos deste agrotóxico também é fundamental para a aquicultura frente ao potencial de criação desta espécie em uma região onde o glifosato é empregado em larga escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, M.C.; FUIMAN, L.A. Environmental levels of atrazine and its degradation products impair survival skills and growth of red drum larvae. **Aquatic Toxicology**, Texas, 74 (2005) 229–241.
- CASTRO JÚNIOR, J.V., SELBACH, P.A., SÁCHIAAYUB, M.A. (2006). Avaliação do efeito do herbicida glifosato na microbiota do solo. **Ecotoxicologia e meio ambiente**, 21-30 p.
- EL-SHEBLY, A.A.; EL-KADY, M.A.H. Effects of Glyphosate Herbicide on Serum Growth Hormone (GH) Levels and Muscle Protein Content in Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) **Journal of Fisheries and Hydrobiology**, 3(2): 84-88, 2008.
- GIAQUINTO, P. C., DE SÁ, M. B., SUGIHARA, V. S., GONÇALVES, B. B., DELÍCIO, H. C., & BARKI, A. Effects of Glyphosate-Based Herbicide Sub-Lethal Concentrations on Fish Feeding Behavior. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 98(4), 460–464, 2017.
- JIRAUNGKOORSKUL, W.; UPATHAM, E. S.; KRUATRACHUE, M.; SAHAPHONG, S.; VICHASRI-GRAMS, S.; POKETHITIYOOK P. Histopathological effects of Roundup®, a glyphosate herbicide, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Sci Asia** 28:121–127, 2002.
- LUSHCHAK, O.V., KUBRAK, O.I., STOREY, J.M., STOREY, K.B., LUSHCHAK, V.I.. Low toxic herbicide Roundup induces mild oxidative stress in goldfish tissues. **Chemosphere**, 76, 932- 937p, 2010.
- SALBEGO, J.; PRETTO, A.; GIODA, C.; DE MENEZES, C.; LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; BALDISSEROTTO, B.; LORO, V. Herbicide formulation with glyphosate affects growth, acetylcholinesterase activity, and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). **Archives Environmental Contamination Toxicology** 58:740–745, 2010.
- SANDAHL, J.F., BALDWIN, D.H., JENKINS, J.J., SCHOLZ, N.L. Comparative thresholds for acetylcholinesterase inhibition and behavioral impairment in coho salmon exposed to chlorpyrifos. **Environmental Toxicology Chemistry**, 24,136–145, 2005.
- SHIOGUIRI, N.S., PAULINO, M.G., CARRASCHI, S.P., BARALDI, F.G., CRUZ, C. FERNANDES, M.N. Acute exposure of a glyphosate-based herbicide affects the gills and liver of the neotropical fish, *Piaractus mesopotamicus*. **Environmental Toxicology Pharmacology**, 34, 388-396, 2012.
- SOSO, A. B.; BARCELLOS, L. J. G.; RANZANI-PAIVA, M. J.; KREUTZ L. C.; QUEVEDO R. M.; ANZILIERO, D.; LIMA, M.; SILVA, L. B.; RITTER, F.; BEDIN, A. C.; FINCO, J. A. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affects reproduction of female jundia (*Rhamdia quelen*). **Environmental Toxicology Pharmacology**, 23:308–313, 2007.
- TIERNEY, K.; CASSELMAN, M.; TAKEDA, K.; FARRELL, T.; KENNEDY, C. The relationship between cholinesterase inhibition and two types of swimming performance in Chlorpyrifos-exposed coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Environmental Toxicology and Chemistry**, Vol. 26, No. 5, pp. 998–1004, 2007.
- ZEBRAL, Y.D.; COSTA, P.G.; KNOPP, B.C.; LANSINI, L. R.; Zafalon-Silva, B.; BIANCHINI, A. B.; ROBALDO, R. B. Effects of a glyphosate-based herbicide in pejerrey *Odontesthes humensis* embryonic development. **Chemosphere**, Vol.185, pp.860-867,2017.