

TEMPERATURA CRÍTICA MÁXIMA (CTMAX) DE JUVENIS DO CAMARÃO *FARFANTEPENAEUS PAULENSIS* SOB EFEITO DE HERBIDICIDA A BASE DE GLIFOSATO

KAILANE FLÔRES MARTINS¹; JULIANA GABRIELA GERI MOREIRA²; NIVIA MARIA STREIT³; MAIDANA DA SILVA IDIARTE⁴; GÍLSON DE MENDONÇA⁵; RICARDO BERTEAUX ROBALDO⁶

¹Curso Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pelotas – kailanefloresmartins@gmail.com

²Curso Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pelotas – juliana.gerimoreira@gmail.com

³Curso Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pelotas – niviast@yahoo.com.br

⁴PPGCF – Universidade Federal de Rio Grande – maydanaidiarte@gmail.com

⁵Instituto de Biologia - Universidade Federal de Pelotas – gilsondemendonca@gmail.com

⁶Instituto de Biologia - Universidade Federal de Pelotas – ricardorobaldoufpel@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A temperatura é pervasiva a todos processos fisiológicos, afetando a biologia das espécies, modulando crescimento e sobrevivência nas diversas fases do ciclo de vida (GONZÁLEZ, et al., 2010). Os limites de tolerância térmica de um organismo são estabelecidos no genótipo, desempenhando papel adaptativo na distribuição geográfica, porém sujeitos a alterações fenotípicas dentro de limites geneticamente fixados (CUCULESCO et al., 1998).

Para quantificar a tolerância térmica em organismos ectotérmicos, emprega-se o teste da temperatura crítica máxima (CTMax) descrito por Cowles e Boget em 1944, onde a temperatura é aumentada gradualmente até o *endpoint*, o ponto térmico de desorientação locomotora (*apud* KUMLU, et al., 2010). A CTMax aborda efeitos subletais, como primeiros sinais de estresse térmico (CUCULESCO et al., 1998). No entanto, a adaptação às condições térmicas extremas em conjunto a outros fatores ambientais adversos, como contaminantes tóxicos, podem comprometer a capacidade de aclimação (PÖRTNER, et al., 2006).

Dentre os contaminantes em meios hídricos o glifosato ganha destaque, sendo o herbicida mais utilizado no mundo, podendo levar a riscos ambientais para organismos não-alvo, tanto em solos como em águas subterrâneas ou de superfície (LOPES, et al., 2022). Estudos demonstram que herbicidas a base de glifosato (HBG) são tóxicos para organismos aquáticos, como microrganismos (BELLEC, et al., 2022), invertebrados (FERREIRA-JUNIOR, et al., 2017), anfíbios (ALVES-FERREIRA, et al., 2023) e peixes (LOPES, et al., 2022). Já sendo relatado que HBG alteram a CTMax em peixes (ZEBRAL, et al., 2018).

Um dos invertebrados comercialmente importante no sul do Brasil é o camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (PÉREZ FARFANTE, 1967). Esta espécie euriérmica tolera temperaturas reduzidas quando comparada a outros peneídeos, visto habitar regiões com grandes flutuações sazonais de temperatura, modulando o crescimento e a sobrevivência, já que mudanças agudas de temperatura podem reduzir o desempenho fisiológico (SOARES, et al., 2012). A espécie habita o estuário da Lagoa dos Patos, região continuamente exposta à efluentes de monoculturas extensivas onde HBGs são empregados como principal herbicida (GOMES e BARIZON, 2014).

A partir disso, este estudou empregou juvenis de *F. paulensis* como modelo para teste de CTMax e o provável impacto do herbicida a base de Glifosato Roundup Transorb® nesta variável.

2. METODOLOGIA

Juvenis de camarões foram coletados na praia do Laranjal (31°45'34.0"S 52°13'32.5"W) e transferidos ao Laboratório de Fisiologia de Animais Aquáticos da UFPel, para aclimação de 15 dias em tanque de 180L, com aeração constante, temperatura controlada ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$), fotoperíodo de 12h, salinidade de 6ppm e pH 7,5.

A exposição ao HBG, na formulação Roundup Transorb® foi de 96h na concentração de 1,8mg/L a.e., com renovação do meio no terceiro dia, e acompanhada de um grupo controle sem adição do HBG. Foram 22 camarões (11 controle e 11 exposição) distribuídos individualmente, de forma aleatória, em potes plásticos com 3L de meio, nas condições de aclimação, alimentados com ração (TetraMin®) duas vezes ao dia *ad libitum*, com jejum de 24h prévio à realização dos testes. Após a exposição o tóxico foi removido e deu-se início aos testes, quando os camarões foram individualizados em aquário com 4L água limpa e temperatura inicial igual a de aclimação. A temperatura foi aumentada sob taxa média de $0,15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ utilizando resistência elétrica de 120W, e termômetro digital (Omega HH374) como *data logger*. A homogeneidade térmica e a saturação de oxigênio dissolvido, foram mantidas com bomba submersa (180L/h) e aeração leve. Os camarões foram observados, sempre pela mesma pessoa, às cegas (sem conhecimento se era do grupo controle ou exposição, e sem vista à temperatura), até atingir o *endpoint*, com perda total do equilíbrio seguida por espasmos. A temperatura foi registrada a cada minuto até o *endpoint*, quando era considerado a CTMax do animal, desde que ele sobrevivesse a 24h de recuperação na temperatura de aclimação, após o ensaio. São apresentados médias \pm erro padrão, comparando-se as médias pelo teste *t* de Student ($p<0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho médio dos camarões não diferiu entre os grupo controle ($2,70\pm 0,13\text{g}$; $7,43\pm 0,15\text{cm}$) e exposição ($2,84\pm 0,20\text{g}$; $7,56\pm 0,18\text{cm}$). Da mesma forma a taxa média de aquecimento para o grupo controle ($0,154\pm 0,002^{\circ}\text{C}/\text{min}$) foi similar à do grupo exposto ($0,150\pm 0,005^{\circ}\text{C}/\text{min}$). Os primeiros sintomas de perda de equilíbrio e desorientação do nado foram registrados em temperaturas acima de 30°C , onde foi observado contrações abdominais e movimentos natatórios erráticos até a perda parcial do equilíbrio, já no *endpoint* ocorreu a perda total de equilíbrio sem resposta à estímulo mecânico.

Não foi constatada diferença entre as médias de CTMax entre animais expostos ou não ao herbicida. A CTMax dos indivíduos controle foi de $35,96\pm 0,36^{\circ}\text{C}$ e dos indivíduos expostos foi de $35,24\pm 0,70^{\circ}\text{C}$ (Figura 1).

Os valores de CTMax são influenciados pelo local e condições de coleta e o histórico térmico, incluindo a aclimação, alcançando valor estimado em $35,1^{\circ}\text{C}$ para a maioria dos decápodes (LEIGNEL, et al., 2014). Estudos com o camarão *Litopenaeus vannamei* relatam que não há diferença na CTMax entre pós-larva e juvenil, com *endpoint* em torno de 38°C , sob aclimação em 20°C (KUMLU, et al., 2010). Já nos adultos, o *endpoint* se dá em torno de 36°C na mesma aclimação (GONZÁLEZ, et al., 2010). Para juvenis do congênere *Farfantepenaeus aztecus* aclimatados na mesma condição, o *endpoint* é estabelecido em cerca de 38°C (DENISSE, et al., 2005). Levando em conta o clima subtropical onde os máximos térmicos são reduzidos, a CTMax de *F. paulensis* juvenil vai ao encontro das espécies citadas anteriormente, mas com *endpoint* reduzido em torno de 35°C , o

que se pode esperar de uma espécie em latitudes mais elevadas, sendo relatado que a temperatura máxima para sobrevivência de pós-larva é estimada em 33,2°C (SOARES, et al., 2012).

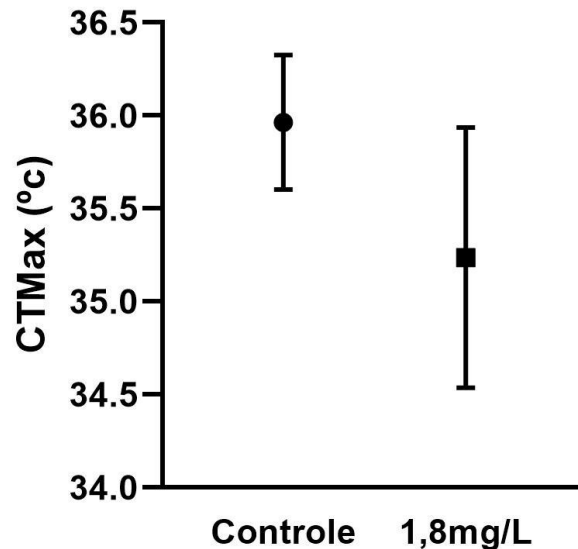


Figura 1 – Temperatura Crítica Máxima (médias \pm erro padrão) de juvenis de *Farfantepenaeus paulensis* após exposição por 96h ao herbicida a base de glifosato Roundup Transorb® em concentrações de 1,8mg/L (*t* Student; $n=11$; $p<0,05$).

ALVES-FERREIRA et al. (2023) demonstraram que em girinos expostos a concentrações de 5,58mg/L de Roundup Original DI® não tiveram efeitos direto na CTMax, porém notou-se tendência ascendente na CTMax dos animais expostos, o que pode ser explicado pela possível indução de produção de proteínas de choque térmico (HSP) ou outras alterações metabólicas devido a exposição ao HBG. Assim, considerando a exposição ao herbicida, nas condições de aclimação e tempo de exposição, não houve diferença significativa entre as CTMax para camarões expostos ou não ao contaminante. No ensaio, devido a um erro metodológico, a temperatura média no grupo exposto (21,45°C) foi superior à do grupo controle (21,31°C), o que pode ter influenciado contrariamente a redução da CTMax no grupo submetido ao HBG, devido a relação direta conhecida entre a CTMax e a temperatura de aclimação (DENISSE, et al., 2005). No mesmo sentido, a manutenção do valor da CTMax para os camarões expostos, pode refletir um efeito da reduzida taxa de aquecimento empregada (0,15°C/min), quando pode ter ocorrido um processo de aclimação ou *hardening* térmico, quando respostas de ajuste fisiológico ao aquecimento são acionadas. As taxas preconizadas para ensaios de CTMax se dão entre 0,3 e 0,5°C/min (KUMLU, et al., 2010).

4. CONCLUSÕES

A temperatura crítica máxima (CTMax) de juvenis do camarão-rosa *F. paulensis* é de 35,96°C e o herbicida Roundup Transorb® (RT), na concentração de 1,8mg/L, não altera a tolerância térmica máxima desta espécie, nas condições testadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-FERREIRA, G. et al. Roundup Original DI® and thermal stress affect survival, morphology and thermal tolerance in tadpoles of *Boana faber* (Hylidae, Anura). **Ecotoxicology**, v. 32, p. 93-101, 2023.

BELLEÇ, L. et al. Glyphosate-based herbicide exposure: effects on gill microbiota of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the aquatic bacterial ecosystem. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 98, n. 8, p. 1-12, 2022.

CUCULESCU, M. et al. Thermal tolerance of two species of marine crab, *Cancer pagurus* and *Carcinus maenas*. **Journal of Thermal Biology**, v. 23, 1998.

DENISSE, A. et al. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). **Journal of Thermal Biology**, v. 30, n. 8, p. 618-622, 2005.

FERREIRA-JUNIOR, D. et al. Low Concentrations of Glyphosate-Based Herbicide Affects the Development of *Chironomus xanthus*. **Water Air Soil Pollut**, 2017.

GOMES, M.; BARIZON, R. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil cenário 1992/2011. **Documentos 98/Embrapa Meio Ambiente**, p. 35. 2014.

GONZÁLEZ, R. et al. Thermal preference, tolerance and oxygen consumption of adult white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) exposed to different acclimation temperatures). **Journal of Thermal Biology**, v. 35, n. 5, p. 218-224, 2010.

KUMLU, M. et al. Thermal tolerance of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae) acclimated to four temperatures. **Journal of Thermal Biology**, 2010.

LEIGNEL, V. et al. Overview on the European green crab *Carcinus spp.* (Portunidae, Decapoda), one of the most famous marine invaders and ecotoxicological models. **Environ Sci Pollut Res**, v. 21, n. 15, p. 9129-44, 2014.

LOPES, A. et al. Effects of the herbicide glyphosate on fish from embryos to adults: a review addressing behavior patterns and mechanisms behind them. **Aquatic Toxicology**, v. 251, 2022.

SOARES, R. et al. Efeito da temperatura na sobrevivência, consumo alimentar e crescimento de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. **Atlântica, Rio Grande**, v. 34, n. 1, p. 23-30, 2012.

PÖRTNER, H. et al. Trade-offs in thermal adaptation: the need for a molecular to ecological integration. **Physiological and biochemical zoology**, 2006.

ZEBRAL, Y. et al. A glyphosate-based herbicide reduces fertility, embryonic upper thermal tolerance and alters embryonic diapause of the threatened annual fish *Austrolebias nigrofasciatus*. **Chemosphere**, v. 196, p. 260-269, 2018.