

## AVALIAÇÃO DE UM MÉTODO PARA OBTENÇÃO DA CTMAX PARA ORGANISMOS AQUÁTICOS : TESTANDO TAXAS DE AQUECIMENTO, ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA E REPRODUTIBILIDADE

LUIZE REAL LANSINI<sup>1</sup>; BRUNA DE CASTRO KNOPP<sup>2</sup>; FABRÍCIO SANCHES<sup>3</sup>;  
IVAN MEREGALLI<sup>4</sup>; RICARDO BERTEAUX ROBALDO<sup>5</sup>; YURI DORNELLES  
ZEBRAL<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – luizerlansini@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – brunaknopp@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – euofabricio@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – ivan.trancos@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – ricardo\_robaldo@ufpel.tche.br

<sup>6</sup> Fundação Universidade Federal do Rio Grande – yurizebral@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas biológicos podem ser influenciados pela temperatura sob diversos níveis, os quais variam desde reações bioquímicas até a estruturação de comunidades (INGER 1959; HILLMAN 1969). Dentro deste contexto, existe um grande interesse em se entender os limites térmicos das espécies, principalmente ao se considerar as últimas previsões de aquecimento da terra (REZENDE, 2011). Tais eventos climáticos podem afetar a performance individual e, conseqüentemente, causar declínio em diversas populações (TERBLANCHE, 2011). Dentre os modelos animais para se testar limites térmicos, os seres ectotérmicos são os preferidos, já que representam a vasta maioria das espécies e possuem funções comportamentais e fisiológicas termicamente dependentes do ambiente (RIBEIRO, 2012).

A tolerância termal em animais é uma característica plástica e pode ser influenciada por diversos fatores (REZENDE, 2011) como histórico termal (NYAMUKONDIWA, 2010), aclimatação (KUMLU, 2010) e aclimatização (KIVIVUORI, 1990). A temperatura crítica máxima (CTMax) é uma ferramenta utilizada para determinar a tolerância termal, consistindo no aumento da temperatura teste até se alcançar o ponto crítico (*endpoint*). Apesar do CTMax fornecer uma estimativa direta da tolerância térmica dos animais, os valores estimados podem mudar de acordo com o método utilizado (REZENDE, 2011). Alguns outros fatores, além dos já citados, que podem influenciar a CTMax são a massa dos indivíduos testados (CHOWN, 2009) e os indicadores do *endpoints* (LUTTERSCHMIDT, 1997 ; LIGHTON, 2004).

Segundo a revisão de Lutterschmidt (1997) as taxas de aquecimento mais utilizadas são de 0.5 até 1.5°C/min, porém, a larga variedade de taxas de aquecimento e de *endpoints* utilizados podem ser um problema, pois muitos autores desconhecem as técnicas utilizadas. Com isso, a necessidade de se ter um teste de resposta confiável se faz fundamental.

Frente ao observado, pretendemos avaliar a CTMax de peixes em nosso laboratório. Para tal, é necessário um método que nos proporcione diferentes taxas de aquecimento da água em nossas unidades experimentais. Sendo assim, o intuito do nosso trabalho foi estipular diferentes potências (wattagens) de aquecedores necessários para se obter três taxas médias de aquecimento diferentes (0.3 – 0.5 – 0.7°C /min). Conjuntamente, foram feitos testes para avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade do método proposto.

## 2. METODOLOGIA

Para a obtenção das taxas desejadas, foram realizados testes com aquecedores de diferentes potências, 60, 80 e 100w. A wattagem total para cada teste foi de 80w (um aquecedor de 80w), 120w (dois aquecedores de 60w) e 180w (um aquecedores de 80w e um de 100w). Cada teste foi repetido três vezes (três replicas) utilizando os mesmos aquecedores (ensaio I, ensaio II e ensaio III).

### *Desenho amostral*

Cada ensaio foi realizado do seguinte modo: foram utilizados potes de plástico com volume de 4L. O pote foi preenchido até que a lâmina de água ficasse a três centímetros da sua capacidade máxima. Três termômetros foram ajustados e fixados em diferentes profundidades – topo, meio e fundo – e um aerador foi colocado no fundo do pote para a circulação da água. A temperatura de cada termômetro foi mensurada a cada 30s. Os aquecedores foram posicionados de forma que ficassem do lado oposto dos termômetros. A temperatura inicial da água foi 20°C e a anotação da mesma foi finalizada ao chegar em 40°C. O teste de confiabilidade se relaciona a presença de estratificação térmica dentro de cada unidade amostral. Para esta análise, as taxas de aquecimento dos termômetros de cada unidade amostral foram comparadas. As análises de reprodutibilidade foram avaliadas a partir da comparação entre as três replicas de cada potência testada.

### *Análise estatística*

Os dados, por não apresentarem distribuição normal, foram analisados através do teste analítico para dados não paramétricos de Kruskal-Wallis com nível de significância de 95%.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças nas taxas de aquecimento apresentadas pelos três termômetros em cada unidade experimental ( $p > 0,05$ ). Este resultado demonstra que não ocorreu estratificação térmica dentro da água das nossas unidades experimentais. Desta forma, podemos ter certeza que os animais modelo estarão expostos sempre a uma mesma temperatura ao longo da altura da nossa unidade experimental. Da mesma forma, não foram observadas diferenças nas taxas de aquecimento entre as replicas de cada potência ( $p > 0,05$ ). Isto nos demonstra que o teste possui reprodutibilidade. Estes resultados são importantes porque são o alicerce de um novo método que está sendo implementado em nosso laboratório. A partir deste trabalho planejamos descrever a CTMax em diferentes espécies de peixes e avaliar a ação de tóxicos sobre a tolerância térmica destes animais. Por fim, a Tabela 1 apresenta as taxas médias de aquecimento calculadas nos três ensaios para cada potência testada.

**Tabela 1 - Taxas De Aquecimento Com Resistências De Diferentes Potências Em Unidades Experimentais Para Cálculo Da Temperatura Crítica Máxima Para Organismos Aquáticos. Os Dados São Apresentados Em Média+ Desvio Padrão, Mediana E Primeiro E Terceiro Quartis.**

Potência (W)	Média (°C/min)	Desvio Padrão (°C/min)	Mediana (°C/min)	1º quartil 25% (°C/min)	3º quartil 75% (°C/min)
80	0.25	0.1	0.3	0.2	0.3
120	0.5	0.1	0.5	0.5	0.6
180	0.72	0.17	0.75	0.6	0.8

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos neste trabalho nos permite testar a CTMax de diferentes espécies de peixes sob diferentes taxas de aquecimento da água. Podemos concluir também que o método proposto possui confiabilidade (ausência de estratificação térmica) e reprodutibilidade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOWN, S.L.; JUMBAM, K.R.; SORENSE, J.G.; TERBLANCHE, J.S. Phenotypic variance, plasticity and heritability estimates of critical thermal limits depend on methodological context. **Functional Ecology**, v.23, p.133–140, 2009.

HILLMAN, P. E. Habitat specificity in three sympatric species of Ameiva (Reptilia: Teiidae). **Ecology**, v.50 p.476-481, 1969.

INGER, R. F. Temperature responses and ecological relations of two Bornean lizards. **Ecology**, v.40, p.127-136, 1959.

KIVIVUORI, L.; LAGERSPETZ, K.Y.H. Thermal-resistance and behavior of the isopod saduria-entomon (I). **Annales Zoologici Fennici**, v.27, p.287–290, 1990.

KUMLU, M.; TURKMEN, S. Thermal tolerance of litopenaeus vannamei (crustacea: Penaeidae) acclimated to four temperatures. **Journal of Thermal Biology**, v.35, p.305–308, 2010.

LIGHTON, J.R.B.; TURNER, R.J. Thermolimit respirometry: an objective assessment of critical thermal maxima in two sympatric desert harvester ants, Pogonomyrmex rugosus and P. Californicus. **The Journal of Experimental Biology**, v.207 p.1903–1913, 2004.

LUTTERSCHIMIDT, W.I.; HUTCHINSON, V.H. The critical thermal maximum: data to support the onset of spasms as the definitive end point. **Canadian Journal of Zoology**, v.75, p.1553–1560, 1997.

NYAMUKONDIWA, C.; TERBLANCHE, J.S.; Within-generation variation of critical thermal limits in adult mediterranean and natal fruit flies ceratitis capitata and ceratitis rosa: Thermal history affects short-term responses to temperature. **Physiological Entomology**, v.35, p.255–264, 2010.

REZENDE, E.L.; TEJEDO, M.; SANTOS, M. Estimating the adaptive potential of critical thermal limits: Methodological problems and evolutionary implications. **Functional Ecology**, v.25, n.1, p.111–121, 2011.

RIBEIRO, P.L.; CAMACHO, A.; NAVAS, C.A. Considerations for Assessing Maximum Critical Temperatures in Small Ectothermic Animals: Insights from Leaf-Cutting Ants. **PLoS ONE** 7(2), e32083, 2012.

TERBLANCHE, J.S.; HOFFMANN, A.A.; MITCHELL, K.A; RAKO, L.; ROUX, P.C.; et al. Ecologically relevant measures of tolerance to potentially lethal temperatures. **The Journal of Experimental Biology**, v.214, p.3713–3725, 2011.