

POTENCIAL DOS CLADÓCEROS *LATONOPSIS AUSTRALIS* SARS E *MACROTHRIX ELEGANS* SARS COMO ORGANISMOS BIOMONITORES

Cristiano Venícius de Matos Araújo*
Salomão José Cohin-de-Pinho**
Flávia Delgado Santana***
Eduardo Mendes da Silva****

RESUMO: *Acidificação é um importante fator que afeta o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, atuando diretamente como agente tóxico e/ou aumentando a biodisponibilidade de outros tóxicos. A Lagoa de Dunas que, há cerca de 20 anos, foi contaminada pela deposição de rejeitos industriais à base de enxofre, ferro e titânio, sofreu drástica redução do pH (1,9 na época) devido à formação de ácido sulfúrico, o que levou à eliminação de toda a comunidade da lagoa. Duas espécies de cladóceros, *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans*, foram usadas, objetivando monitorar este ecossistema, avaliando e comparando o potencial de ambas como biomonitores. Desde agosto/2003, coletas mensais de amostras de água da Lagoa de Dunas e da Lagoa de Jauá (sítio de referência) foram realizadas. Em laboratório foram montados bioensaios com amostras das duas lagoas, tendo como controle a água do rio Capivari, na qual os organismos são cultivados. Apenas neonatos, com até 24h de vida, foram submetidos às amostras-testes, e a intervalos de tempo, ao longo de 48h, verificaram-se os organismos vivos e mortos, para posterior cálculo do LT_{50} (tempo de letalidade a 50% dos organismos). Para cada teste, foram usadas três réplicas das amostras com 4 a 5 organismos em cada réplica. O resultado do 48h- LT_{50} da Lagoa de Jauá foi $>48h$ para as duas espécies. O LT_{50} médio da Lagoa de Dunas para *M. elegans* foi 0,97 [0,83-1,11]h e para *L. australis* foi 1,75 [1,30-2,21]h, demonstrando uma maior sensibilidade de *M. elegans*, podendo ser usado em programas de biomonitoramento futuros.*

Palavras-chave: Acidificação; Bioensaios; Lagoa de Dunas.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades industriais em larga escala vem contribuindo para o aumento de lançamento de rejeitos nos ecossistemas, levando, muitas vezes, a alterações na estrutura da comunidade e no funcionamento dos ecossistemas. Uma das principais causas de contaminação nos ecossistemas aquáticos é a acidificação, não apenas pela sua toxicidade em si, mas em virtude dos seus efeitos na especiação, mobilidade e biodisponibilidade de outros tóxicos (LOPES *et al.*, 1999). Muitas regiões são severamente impactadas por influência de chuvas ácidas, drenagens ácidas de minas, acidez de recursos naturais (RIBEIRO *et al.*, 2000), ou ainda por influência antrópica resultante de atividades industriais. A questão da acidificação em ecossistemas tropicais é ainda pouco discutida, não obstante, o impacto causado em termos de biodiversidade não ser muito diferente.

Os bioensaios (testes ecotoxicológicos) são uma poderosa ferramenta na identificação, entendimento, avaliação e previsão de riscos ambientais dos compostos tóxicos lançados nos

* Egresso da UCSal, Mestrando em Ecologia e Biomonitoramento/UFBA. E-mail: cvmaraujo@hotmail.com.

** Mestrando em Ecologia e Biomonitoramento/UFBA. E-mail: salpinho@yahoo.com.br.

*** Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas da UCSal. E-mail: falviadelsan@hotmail.com.

**** Professor do Instituto de Biologia da UFBA – Laboratório de Ecotoxicologia. E-mail: dasilva@ufba.br.

ecossistemas (LAMBOLEZ *et al.*, 1994; DA SILVA *et al.*, 1998). Os ensaios ecotoxicológicos são um complemento ideal das técnicas analíticas tradicionais empregadas na avaliação de toxicidade ambiental (FERNÁNDEZ *et al.*, 1995), podendo detectar os efeitos, agudos ou crônicos, provocados pelas substâncias diversas nos alvos biológicos (KNIE, 1998), permitindo uma avaliação de possíveis alterações prejudiciais aos ecossistemas (BOLUDA *et al.*, 2002).

No entanto a escolha do modelo biológico e/ou bioquímico usado deve ser ecologicamente relevante, sensível, confiável, de boa reprodutibilidade e de fácil aplicação (KAPANEN & ITÄVAARA, 2001). O bioensaio usado deve estar diretamente relacionado com a informação que se deseja obter (ROJIČKOVA-PADRTOVÁ *et al.*, 1998). Muitos testes ecotoxicológicos usam espécies que não ocorrem em ecossistemas tropicais ou carecem de relevância ecológica, dificultando os estudos de avaliação de risco (OLIVEIRA-NETO & BOTTA-PASCHOAL, 2000). Desta forma, é muito importante entender as restrições e potenciais dos bioensaios, pois um único teste não pode ser usado para detectar todos os impactos biológicos nos mais variados ecossistemas (KAPANEN & ITÄVAARA, 2001). Além disso, os organismos não são igualmente suscetíveis aos compostos tóxicos, apresentando naturalmente diferenças em suas respostas.

Latonopsis australis e *Macrothrix elegans* são cladóceros tropicais, pertencentes, respectivamente, às famílias Sididae e Macrothricidae. Estes organismos têm ampla distribuição em ambientes aquáticos das regiões tropicais e subtropicais e alta relevância no ecossistema, pois estão localizados em um ponto importante da cadeia alimentar (SERAFIM JR. *et al.*, 2003). Reproduzem-se por partenogênese, gerando filhotes diariamente. Apesar dessas características, ainda não existe nenhum registro na literatura de sua utilização em ensaios de ecotoxicidade.

O presente trabalho trata do estudo da capacidade de utilização de *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans* em ensaios ecotoxicológicos, tendo como objetivos avaliar e comparar o potencial de ambas as espécies como biomonitoradores para ecossistemas tropicais acidificados, verificando o período ideal (24h ou 48h) para realização dos ensaios.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu a Lagoa das Dunas, localizada num cordão de dunas litorâneas no município de Camaçari – BA. Esta lagoa foi contaminada, no fim da década de 80, por um episódio de deposição indevida de rejeitos industriais (enxofre, ferro, titânio e metais associados à ilmenita), oriundos da produção de dióxido de titânio e lixo doméstico, os quais foram depositados sobre dunas adjacentes à lagoa. Estes elementos foram dissolvidos e lixiviados para as águas subterrâneas, aflorando, posteriormente, para as lagoas da redondeza. A oxidação de minerais férricos e a sua associação com águas pluviais levaram à formação de ácido sulfúrico, com a diminuição do pH (1,9) das águas do lençol freático e posteriormente da água de superfície, conduzindo à completa extinção da comunidade biológica dessa lagoa (DA SILVA *et al.*, 1999; DA SILVA *et al.*, 2000). Em consequência disso, foi realizado um projeto de reabilitação por um processo de impermeabilização destas dunas com posterior bombeamento das águas subterrâneas, reduzindo, assim, a contaminação da pluma na região.

Desde agosto/2003, foram realizadas coletas mensais de amostras de água da Lagoa de Dunas e da Lagoa de Jauá, localizada próximo à Lagoa de Dunas, onde, no entanto, não houve influência do processo de contaminação, o que possibilitou que esta pudesse ser utilizada como referência para este estudo. Em laboratório, as amostras foram mantidas a 4°C até o momento do teste. Foram montados bioensaios com amostras das duas lagoas, tendo como controle a água do rio Capivari (coletada próxima ao município de Cruz das Almas – BA), na qual os organismos são cultivados.

Um dia antes do início dos testes, foram separadas fêmeas adultas de *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans*, de modo a serem utilizados os neonatos, nascidos durante este intervalo de tempo, ou seja, neonatos com até 24h de vida. No momento da separação, as fêmeas foram alimentadas com suspensão algal de *Pseudokirchneriella subcapitata* (= *Selenastrum capricornutum*). Para cada amostra testada, foram estabelecidas três réplicas, contendo, cada uma, quatro a cinco organismos de cada espécie. Todos os ensaios ocorreram a uma temperatura de $23,0 \pm 1,0$ °C, com fotoperíodo de 16/8h (claro/escuro).

O alvo fisiológico testado foi mortalidade/imobilidade, durante um período de 48h. Ao longo do experimento, em diferentes intervalos, os organismos vivos foram contados, sendo os mortos retirados para evitar possíveis interferências em virtude da decomposição. De posse dos números de organismos vivos e mortos, em função do tempo, foi possível calcular o valor do LT_{50} (tempo mediano letal que causa efeito em 50% da população), com seus respectivos intervalos de confiança (95%), através do programa *EPA PROBIT Analysis* versão 1.5. Os valores do LT_{50} foram calculados para o período de 24 e 48h, pois, como é um estudo pioneiro quanto ao uso ecotoxicológico destas espécies, era necessário avaliar qual o período adequado para a realização do teste. Foram realizados 10 bioensaios com cada espécie.

De todas as amostras, foram realizadas análises de pH, condutividade e dureza total. Os valores médios do 48h- LT_{50} e das variáveis físico-químicas foram calculados através do programa *GraphPad Instat versão 3.0 for Windows*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios do pH, condutividade e dureza total da água de cultivo, da Lagoa de Jauá e da Lagoa de Dunas, juntamente com seus respectivos intervalos de confiança (95%), estão na Tabela 1.

Em todos os testes, a mortalidade no controle, quando ocorreu, não excedeu a 10%. Quanto aos valores médios do 48h- LT_{50} da Lagoa de Jauá, os resultados foram >48h, indicando que esta lagoa não apresenta toxicidade para estas espécies até o período de 48h.

Para a Lagoa de Dunas, os valores médios do 24 e 48h- LT_{50} , não apresentaram diferenças, sendo em todos os testes, rigorosamente, iguais. Para *L. australis*, o 24h- LT_{50} da Lagoa de Dunas foi 1,75 [1,30 - 2,21]h, que corresponde a 1h e 45 minutos; no entanto, para *M. elegans*, o 24h- LT_{50} da Lagoa de Dunas foi 0,97 [0,83 - 1,11]h, que corresponde a aproximadamente 58 minutos. Os resultados demonstraram uma diferença estatística significativa ($P < 0,001$) entre a sensibilidade destes organismos (Fig. 1).

Tabela 1. Valores médios de pH, condutividade e dureza total das amostras da água de cultivo, da Lagoa de Jauá e da Lagoa de Dunas, juntamente com seus respectivos intervalos de confiança (95%), dos testes com *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans*.

Parâmetros	Organismo	Amostras		
		Cultivo	Lagoa de Jauá	Lagoa de Dunas
pH	<i>L. australis</i>	6,91 [6,72-7,10]	6,16 [5,93-6,39]	3,08 [2,99-3,18]
	<i>M. elegans</i>	6,82 [6,59-7,05]	6,21 [5,97-6,46]	3,10 [3,03-3,17]
Condutividade ¹	<i>L. australis</i>	255,40 [241,60-269,20]	110,77 [100,17-121,37]	335,80 [315,91-355,69]
	<i>M. elegans</i>	249,40 [231,70-267,10]	108,91 [97,04-120,90]	332,80 [314,37-351,23]
Dureza ²	<i>L. australis</i>	24,86 [24,43-25,28]	22,59 [20,23-24,95]	83,91 [77,69-90,14]
	<i>M. elegans</i>	24,86 [24,43-25,28]	22,59 [20,23-24,95]	83,91 [77,69-90,14]

¹Condutividade em $\mu\text{S}/\text{cm}$; ²Dureza em $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$.

Os resultados com *M. elegans*, além de maior sensibilidade, apresentaram também menor variabilidade, tendo um coeficiente de variação de 18,5%, enquanto os testes com *L. australis* apresentaram maior variabilidade, com coeficiente de variação de 33,7%. Tais variações são bastante evidentes ao se avaliar os intervalos de confiança apresentados na Fig. 1. Deste modo, os testes com *M. elegans* tornam-se mais precisos, o que confere grande vantagem para serem aplicados em programas de biomonitoramento.

Comparando-se os resultados dos LT₅₀ destas espécies com os resultados obtidos por ARAÚJO *et al.* (2003) com o peixe *Poecilia reticulata*, no qual os valores do 48h-LT₅₀ da lagoa de Dunas foi 1,11h [0,6 – 1,7], pode-se perceber que *M. elegans* apresenta sensibilidade equivalente a esta espécie, a qual já vem sendo usado no programa de biomonitoramento deste ecossistema.

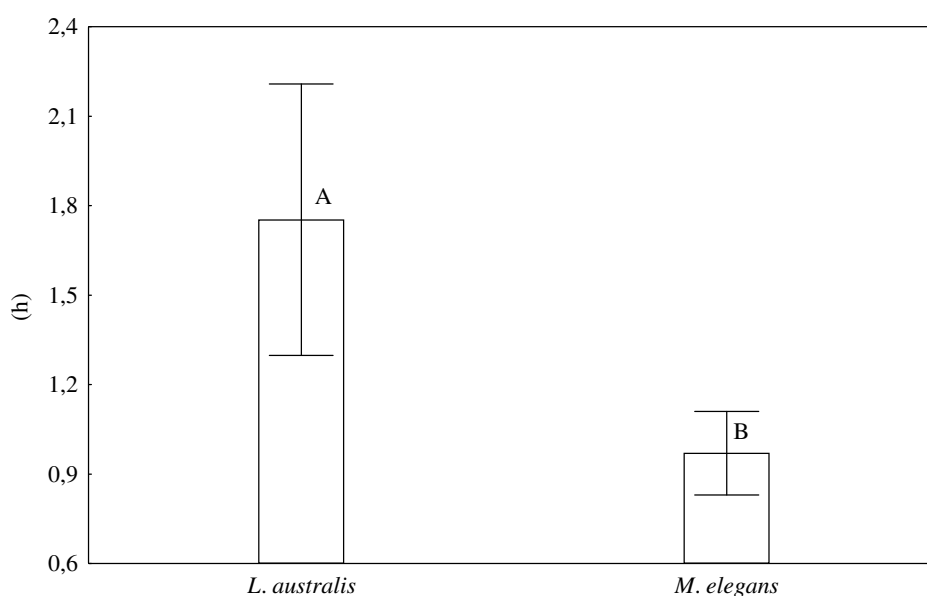


Figura 1. Valores médios dos LT₅₀ para *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans*, com respectivos intervalos de confiança (95%), expostos às amostras da Lagoa de Dunas. As letras ao lado das médias demonstram diferenças estatísticas significativas entre si a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados, pode-se concluir que:

1. Os organismos, *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans*, em virtude da disponibilidade contínua de neonatos, da alta sensibilidade demonstrada neste estudo e do curto período do teste (24 ou 48h), apresentam grande potencial de aplicação na ecotoxicologia para o monitoramento de ecossistemas tropicais.

2. *Macrothrix elegans*, por ter apresentado maior sensibilidade e menor variabilidade, deve ser adotado preferencialmente como biomonitor no programa de monitoramento da lagoa de Dunas.

3. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos estudados (24 ou 48h) para realização dos ensaios de ecotoxicidade com *Latonopsis australis* e *Macrothrix elegans* na Lagoa de Dunas.

3. Os testes com estas duas espécies mostraram-se bastante promissores, pois são de baixo custo e requerem um menor espaço para sua execução.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. V. M.; SANTOS, J. S.; REIS, I. S.; SANTOS, V. C.; COHIN-DE-PINHO, S. J.; CHASTINET, C. B. A. & SILVA, E. M. Bioensaios com *Poecilia reticulata* Peters no biomonitoramento de um ecossistema aquático acidificado. In: ANAIS DE TRABALHOS COMPLETOS DO VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL – VI CEB, **Livro de resumos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, pp. 239-240, 2003.

BOLUDA, R.; QUINTANILLA, J. F.; BONILLA, J. A.; SÁEZ, E.; GAMÓN, M. Application of the Microtox test and pollution indices to the study of water toxicity in the Albufera Natural Park (Valencia, Spain). **Chemosphere**, v.46, p. 355-369, 2002.

DA SILVA, E. M.; SOARES, A. M. V. M.; SOBRAL, O. M. F.; LOPES, I. M. C. A.; CORREIA, J. F. J. S.; MARCHANTE, E. M. D. C.; CHASTINET, C. B. A.; MORENO, A. J. M. Ecotoxicological responses of isolated mitochondrial systems to complex effluents. Are they worthwhile? **Chemosphere**, v.37, p. 2695-2701, 1998.

DA SILVA, E. M.; NAVARRO, M. F. T.; BARROS, A. F.; MOTA, M. F. V.; CHASTINET, C. B. A. The utilization of *Poecilia reticulata* as a biomonitor in the environmental recovery of an aquatic ecosystem. **Ecotoxicology and Environmental Restoration**, v.2, p. 51-55, 1999.

DA SILVA, E. M.; NAVARRO, M. F. T.; BARROS, A. F.; MOTA, M. F. V.; CHASTINET, C. B. A. Metals in the sediments of Jauá Lake (Camaçari, Bahia, Brazil) following an episode of industrial contamination. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v.3, p. 509-514, 2000.

FERNÁNDEZ, A.; TEJEDOR, C.; Cabrera, F.; CHORDI, A. Assessment of toxicity of river water and effluents by the bioluminescence assay using *Photobacterium phosphoreum*. **Water Research**, v.29, n.5, p. 1281-1286, 1995.

KAPANEN, A.; ITÄVAARA, M. Ecotoxicity tests for compost applications: *Review*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.49, p. 1-16, 2001.

KNIE, J. **Proteção ambiental com testes ecotoxicológicos. Experiência com as análises das águas e dos efluentes no Brasil**. Projeto de Gerenciamento de Recursos Hídricos em Santa Catarina. FATMA, GTZ, 1998.

LAMBOLEZ, L.; VASSEUR, P.; FERARD, J. F.; GISBERT, T. The environmental risks of industrial waste disposal: an experimental approach including acute and chronic toxicity studies. **Ecotoxicology and Environmental Safety** v.28, p. 317-328, 1994.



LOPES, I.; GONÇALVES, F.; SOARES, A. M. V. M.; RIBEIRO, R. Discriminating the ecotoxicity due to metals and to low pH in acid mine drainage. **Ecotoxicology and Environmental Safety** v.44, p. 207-214, 1999.

OLIVEIRA-NETO, A. L.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R. **Sensibilidade do cladocera lacustre planctônico *Ceriodaphnia silvestrii* (Família Daphnidae) aos metais cádmio, cromo e chumbo.** In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; OLIVEIRA-NETO, A. L. (Eds) *Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI*. São Carlos, RiMa. pp. 537-543, 2000.

RIBEIRO, R.; LOPES, I.; PEREIRA, A. M. M.; GONÇALVES, F.; SOARES, A. M. V. M. Survival time of *Ceriodaphnia dubia* in acid waters with metal contamination. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.64, p. 130-136, 2000.

ROJIČKOVA-PADRTOVÁ, R.; MARŠÁLEK, B.; HOLOUBEK, I. Evaluation of alternative and standard toxicity assays for screening of environmental samples: selection of an optimal test battery. **Chemosphere** v.37, n.3, p. 495-507, 1998.

SERAFIM JR., M.; LANSAC-TÔHA, F. A.; PAGGI, J. C.; VELHO, L. F. M.; ROBERTSON, B. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Paraná river floodplain, with a new record for Brazil. **Brazilian Journal of Biology** v.63, n.2, p. 349-356, 2003.