

Sensibilidade de organismos bentônicos marinhos ao cobre

Rosane B. Constante de Moraes, Elaine Dalva R. Loureiro, Cristiane M. Cruz e Fernando Batalha

Resumo – O presente trabalho objetiva determinar a toxicidade aguda do cobre a organismos bentônicos marinhos. As espécies-teste foram os moluscos bivalves *Mytella charruana*, *Mytella guayanensis* e *Anomalocardia brasiliana*. Os organismos foram expostos a diferentes concentrações de sulfato de cobre por 96h. *M. charruana* e *M. guayanensis*, após 24 horas de exposição, a partir da concentração de 0,10 mgCu.L⁻¹, apresentaram redução da produção de bisco. Os valores de LC50(96h) foram 0,38mg Cu.L⁻¹ para *A. brasiliana* e 0,12 mgCu.L⁻¹ para *M. charruana*. A população testada de *M. guayanensis* não apresentou mortalidade nas concentrações testadas.

Palavras-chave – cobre, toxicidade, moluscos, bioensaio.

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e urbano tem contribuído para o aumento da contaminação por metais pesados nos ambientes aquáticos. O cobre é um dos contaminantes mais presentes em ambientes impactados. Apesar de ser essencial a todos os organismos, o cobre é altamente tóxico para muitas espécies aquáticas. O cobre é um metal de ocorrência natural que pode ter sua concentração aumentada devido ao lançamento de efluentes não tratados. A exposição direta de rochas e solos à água superficial constitui a maior fonte natural de cobre [1]. Vários processos industriais contribuem para o lançamento de cobre no meio ambiente: produção de fios elétricos, arames, transformadores, geradores, eletrodomésticos, automóveis, pigmentos em cerâmica [2], indústrias de fusão, de estamparias e galvanoplastia [1]. Sob a forma de óxidos e sulfatos têm sido utilizados como pesticidas. O sulfato de cobre tem sido amplamente usado no controle de algas nos reservatórios de fornecimento de água e em lagos recreacionais.

O cobre, juntamente com o zinco e o manganês forma o grupo dos elementos traços essenciais para o crescimento celular e diferenciação, regulando diversos caminhos metabólicos e processos fisiológicos. Em altas concentrações, porém, os metais essenciais podem torna-se tóxicos aos organismos [3].

R.B.C. Moraes rcmoraes@alternex.com.br, E.D.R. Loureiro e_dalva@ig.com.br, C.M. Cruz crismacruz@hotmail.com.br, F. Batalha ffbatalha@uol.com.br FEEMA-Dilab, Av. Salvador Alende 5500, CEP 22.780-160 Rio de Janeiro-RJ. Trabalho recebido em 31 de maio de 2003. Este trabalho foi financiado pela FAPERJ Processo E-26/152.009/2002 e pelo PRONEX/CNPq 661421/1996-1.

O cobre participa no transporte de elétrons e na oxidação de diversos substratos [3] contudo, seu excesso causa a ruptura de membranas celulares [4].

Organismos marinhos de regiões costeiras e estuarinas são constantemente expostos a uma variedade de substâncias tóxicas presentes em efluentes domésticos e industriais que chegam de forma direta ou indireta aos ecossistemas. O cobre é um dos contaminantes mais presentes em ambientes impactados. O sedimento é o compartimento de maior retenção do poluente sendo também uma fonte constante de exposição para a comunidade que nele vive. Apesar de ser essencial a todos os organismos, o cobre é altamente tóxico para muitas espécies aquáticas. A presença de elevadas concentrações de cobre nos ecossistemas costeiros representa um elevado risco aos seres vivos que habitam essas regiões uma vez que a exposição a concentrações elevadas pode levar a um comprometimento das espécies, bem como do ecossistema como um todo.

Testes de toxicidade são utilizados para avaliar a capacidade de agentes tóxicos em produzir efeitos deletérios em organismos vivos e constituem-se em ferramentas capazes de fornecer resultados diretamente relacionados aos propósitos da proteção ambiental. A procura de espécies e metodologias mais adequadas aos testes de toxicidade tem sido uma preocupação constante por parte de pesquisadores e órgãos ambientais [5].

O sulfato de cobre também é uma substância de referência comumente utilizada em testes de toxicidade. O estabelecimento da faixa de sensibilidade de um organismo a uma substância de referência é o primeiro passo para a avaliação da sensibilidade da espécie a amostras ambientais.

II. MATERIAL E MÉTODOS

As espécies *Mytella charruana* e *Mytella guayanensis* vulgarmente conhecidas como “sururu ou bacuco” e *Anomalocardia brasiliana*, conhecida como “vôngole ou berbigão”, foram utilizadas como organismos testes. A seleção dessas espécies foi baseada na sua importância ecológica e econômica. As três espécies são facilmente encontradas na costa do Rio de Janeiro ao longo do ano e são muito consumidas pela população costeira de algumas regiões. *M. charruana*, *M. guayanensis* e *A. brasiliana* habitam fundo areno-lodosos de regiões estuarinas que podem receber e concentrar vários poluentes.

M. charruana foi coletada em uma região estuarina da Baía de Sepetiba (RJ) enquanto *M. guayanensis* e *Anomalocardia brasiliana* foram coletadas na Baía de Angra dos Reis (RJ).

Os espécimes foram coletados em maré baixa e transportados para o laboratório onde foram retirados os organismos incrustantes e realizada a biometria dos indivíduos (comprimento total da concha). Os animais selecionados para os testes possuíam os seguintes valores de comprimento total de concha: *M. charruana* - 15 a 22mm, *M. guayanensis* - 30 a 63mm e *A. brasiliana* - 16 a 19mm. A biometria dos espécimes coletados indica que os organismos-teste de *M. charruana* foram jovens e para as outras duas espécies de moluscos foram utilizados indivíduos adultos. Antes dos testes os animais eram colocados em aquários de aclimação onde permaneciam de 5 a 15 dias.

Os testes foram conduzidos em béqueres, contendo 600 ml (ou 1200 ml, para a espécie de maior tamanho) da solução teste a temperatura de 24 °C e 12h de luz. Água do mar natural, coletada na Praia do Recreio dos Bandeirantes (Rio de Janeiro-RJ) e filtrada em malha de 20µm foi utilizada no preparo das soluções testes, no aquário de aclimação e usada como controle negativo. A água do mar foi diluída em água destilada até atingir a salinidade 30. A salinidade 30 foi escolhida para a realização dos testes por ser a salinidade média encontrada no habitat natural das espécies-teste.

A contaminação foi feita a partir de uma solução estoque de sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O). A partir de um teste preliminar determinou-se testar a toxicidade do cobre nas seguintes concentrações: 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80 e 1.6 mg Cu.L⁻¹. Foram utilizadas três réplicas para cada concentração. Após a contaminação e homogeneização da água, 05 organismos foram colocados em cada frasco. Uma leve aeração foi introduzida em cada frasco e os animais não foram alimentados durante o teste. A qualidade da água (temperatura, pH, OD, salinidade, NO₂ e NH₃) foi verificada no início e ao término do teste.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes com *M. charruana* e *M. guayanensis* a partir da concentração de 0,10 mgCu.L⁻¹ foi observado, após 24 horas de exposição, a redução da produção de bisso refletida na redução da capacidade de fixação do animal ao recipiente teste. A redução da capacidade de fixação do animal aumentou com o aumento da concentração de cobre. A redução da produção de bisso é um efeito sub-letal de agentes tóxicos já observado em outros moluscos bivalves. Boudelin [6] utilizou a bissogênese como um indicador de comportamento normal no mexilhão *Modiolus auriculatus*. Malagrino *et al.* [7] observaram a redução na produção de bisso em *Brachidontes solisianus* expostos a detergentes aniônicos. Silva [8] observou a redução na capacidade de fixação de mexilhões *Perna perna* após 24h de exposição em concentrações a partir de 0,04 mgCu.L⁻¹. A redução da produção de bisso refletida na redução da capacidade de fixação do animal é um efeito sub-letal do metal que pode comprometer as populações submetidas a tal estresse. Com a capacidade de fixação comprometida os animais tornam-se mais vulneráveis aos predadores bem como a ação de ondas e marés. No ambiente natural vários organismos do gênero

Mytella vivem agregados através do bisso, o que confere a população uma maior resistência.

Os valores de LC50(96h) baseados na concentração nominal do cobre foram 0,38mg Cu.L⁻¹ para *A. brasiliana* e 0,12 mg Cu.L⁻¹ para *M. charruana*. A população testada de *M. guayanensis* não apresentou mortalidade nas concentrações testadas.

A resposta da *A. brasiliana* ao cobre pode não refletir a real toxicidade da substância. O comportamento desta espécie no recipiente teste foi comprometido pela ausência de sedimento. Os animais permaneceram a maior parte do período de exposição com as valvas fechadas, impedindo e/ou limitando a incorporação do metal. A capacidade de permanecerem por longos períodos com as valvas cerradas é devido a sua grande resistência à baixa concentração de oxigênio. Schaefer-Novelli [9] postula ser provável a adoção, por parte da *A. brasiliana*, de uma respiração anaeróbica, como fazem vários outros bivalves. A grande resistência à deficiência de oxigênio dissolvido já foi observada em laboratório por Hiroki [10]. Boehs [11] também relata a ocorrência da espécie até em condições de anoxia. Em presença de sedimento o comportamento normal do organismo é o enterramento parcial e a permanência das valvas entreabertas exibindo os sifões em processo de filtração.

Comparando os valores encontrados com dados da literatura de outras espécies marinhas do litoral brasileiro (Tabela I) observamos que as espécies testadas não se destacam como as mais sensíveis ao cobre. Entretanto, as espécies testadas são bentônicas e a sensibilidade ao Cu apresentada por *M. charruana* e *A. brasiliana* aponta para o potencial destas espécies serem utilizadas em testes de toxicidade com amostras ambientais de sedimento. Considerando que a sensibilidade ao tóxico é, entre outros fatores, dependente do estágio de vida, a sensibilidade das espécies testadas no presente trabalho pode ser muito maior para os estágios mais jovens. Mance [12] relatou que a sensibilidade ao cobre foi consideravelmente maior para o estágio larval de crustáceos marinhos, peixes e bivalves que adultos.

A Resolução CONAMA nº 20 de 1986 estabelece os teores máximos permitidos de substâncias potencialmente prejudiciais em um corpo d'água conforme sua classificação. No caso de baías e lagoas costeiras, a concentração estabelecida é de 0,05 mgCu.L⁻¹. Considerando que os efeitos tóxicos crônicos à flora e fauna podem ser estimados adotando-se a relação CL50/10 [13], observa-se que o valor estabelecido pela resolução não conferirá a preservação das espécies testadas. Laitano e Resgalla Jr [14] também apontam que o risco de efeitos adversos na biota em base dos limites apresentados por esta legislação são significativos.

É importante salientar que a limitação de estudos que determinam a toxicidade de sedimentos, bem como a ausência de legislação que estabelece os valores máximos permitidos de substâncias tóxicas neste compartimento, compromete a preservação de muitas espécies bentônicas. No caso do cobre, o sedimento de muitos ecossistemas apresenta concentrações extremamente elevadas. A biodisponibilidade do metal nestes ambientes necessita ser

avaliada através de testes de toxicidade com espécies bentônicas. Os dados obtidos com estes experimentos serão a base para o estabelecimento de uma legislação adequada a preservação das espécies bentônicas.

TABELA I
TOXICIDADE DO COBRE A ORGANISMOS MARINHOS E
ESTUARINOS DA COSTA BRASILEIRA.

Espécie	Tipo de Teste	Referência
<i>Poecilia vivipara</i> (peixe)	CL50(96h) 0,33mg Cu.L ⁻¹	Kraus e Bonecker [15]
<i>Mysidopsis juniae</i> (crustacea-mysidacea)	CL50(96h) 0,03 mg Cu.L ⁻¹	Badaró-Pedroso [16]
<i>Artemia sp</i> (Microcrustáceo)	CL50 (48h) 2,34mg Cu.L ⁻¹	Moreira <i>et al.</i> [17]
<i>Perna perna</i> (bivalve)	CL50 (96h) 0,057mg Cu.L ⁻¹	Silva e Moraes [18]
<i>Crassostrea rhizophorae</i> (embrião)	CE50 0,0079.mg Cu.L ⁻¹	Pereira <i>et al.</i> [19]
<i>Moneuplotes vannus</i>	CE50 0,106.mg Cu.L ⁻¹	Dias [20]
<i>Hypnea musciformes</i> (macroalga)	CE50 (72h) 2,9 mg Cu.L ⁻¹	Resgalla Jr. <i>et al.</i> [21]
<i>Grandidierella bonnieroides</i> (Crustacea-Anfípoda)	CL50 (96h) 0,058 mg Cu.L ⁻¹	Melo <i>et al.</i> [22]
<i>Mytella charruana</i> (Bivalve)	CL50 (96h) 0,12 mg Cu.L ⁻¹	Presente trabalho
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Bivalve)	CL50 (96h) 0,38 mg Cu.L ⁻¹	Presente trabalho

REFERÊNCIAS

[1] C.K.Wong, J.K.Y. Cheung and K.H.Chu. Effects of Copper on survival, development and growth of *Metapenaeus ensis* Larvae and Postlarvae (Decapoda:Penaeid).*Mar.Poll.Bull.*,31(4-12):416-419.1995.

[2] E.Berman. Toxic metals and their analysis.Ed. Heyden, 1980.

[3] W.H. Jeckel, R.R. Roth and L. Ricci. Patterns of trace-metal distribution in tissues of *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Decapoda: Solenoceridae).*Mar.Biol.*, 125:297-306. 1996

[4] L.M. Hole, M.N. Moore and D. Bellamy. Age-related cellular reactions to copper in the marine mussel *Mytilus edulis*.*Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 94:175-179. 1993

[5] R.B.C. Moraes. Efeitos de sedimentos contaminados em camarões marinhos. Dissertação de Doutorado. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. UFRJ. Rio de Janeiro,RJ. 76p. 1996.

[6] F.Boudelin. Physiological responses of the tropical mussel *Modiolus auriculatus* – a possible biological monitor in French Polynesia. *Mar. Poll. Bull.* 32(6): 480-485. 1996

[7] W. Malagrino, N. Pereira e A.A. Rocha. *Ambiente* 1(1):37-39. 1987.

[8] P.H.A. Silva. Efeitos tóxicos do cádmio e do cobre em mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758). Monografia. Depto Biologia Marinha/ UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. 1998.

[9] Y. Schaefer-Novelli. Alguns aspectos ecológicos e análise da população de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin,1791) (Mollusca-Bivalvia), na Praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências-USP. 1976.

[10] K.Hiroki. On the resistance of isolated bivalve gill pieces to oxygen deficiency and hydrogen sulphide.*Bol. Fisiol. Animal, Univ. de São Paulo*, 1:9-20. 1977.

[11] G. Boehs. Ecologia populacional, reprodução e contribuição em biomassa de *Anomalocardia brasiliana*(Gmelin,1791)(Bivalvia: Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.Tese de Doutorado. Setor de Ciências Biológicas,Universidade Federal do Paraná-Paraná, 201pp. 2000.

[12] G. Mance. Pollution Threat of Heavy Metals in Aquatic Environments. Elsevier, Amsterdam,1987. p.372.

[13] L.J.Bassoi, R. Nieto, D. Tremaroli. Implementação de Testes de Toxicidade no Controle de Efluentes Líquidos. São Paulo: CETTESB, 1990.

[14] K.S. Laitano e C. Resgalla Jr. Sensibilidade de diferentes organismos – teste marinhos mediante o uso de substância de referência – VII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. Vitória-ES - Resumos p. 189. 2002.

[15] L.A.S. Kraus e A.C.T. Bonecker. Avaliação da sensibilidade de *Poecilia vivipara* (Bloch & Schneider,1801)(Osteichthyes, Cyprinodontiformes)a cinco substâncias. 5º Encontro Brasileiro de Ecotoxicologia-Itajaí,SC. Resumos.... p.82.1998

[16] C. Badaró-Pedroso. Toxicidade crônica de amostras ambientais do canal de São Sebastião e de substâncias puras a *Mysidopsis juniae* (Crustácea:Mysidacea). Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 170p. 1993.

[17] C.C.Moreira, F.F. Oliveira, G.F.R. Brandão, Veiga, L.F. e M.E.R. Carneiro. Toxicidade de cobre, zinco, cromo e vanádio para *Artemia sp.* 5º Encontro Brasileiro de Ecotoxicologia-Itajaí,SC. Resumos..... p.85.1998

[18] P.H.A. Silva e R.B.C. Moraes. Efeito agudo dos metais cádmio e cobre em mexilhões *Perna perna* (Linné,1758).5º Encontro Brasileiro de Ecotoxicologia-Itajaí,SC. Resumos....p.89.1998

[19] S.A. Pereira, I.A. Nascimento e M.B.N. Lemos. Efeitos da temperatura na ação de metais pesados sobre embriões da ostra *Crassostrea rhizophorae*. XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia-Salvador,BA. Resumos...p.56. 1991.

[20] C.T.M.Dias. Metodologia para uso de ciliados marinhos em estudos ecotoxicológicos: Testes de toxicidade com zinco e cobre. Dissertação de Mestrado. Depto Biologia Marinha, UFF. Niterói, RJ. 1998

[21] Jr.Resgalla, C.Gonçalves, S. R. Cunha. Sensibilidade da macroalga *Hypnea musciformes* (Hypneaceae, Rhodophyta) a duas substâncias de referência. – VII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. Vitória-ES - Resumos p. 295. 2002.

[22] S.L.R.Melo, N.C Nascimento, I.A. Nascimento. Sensibilidade de *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1948 (CRUSTACEA-ANPHIPODA) a diferentes substâncias tóxicas. Resumos – VII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. p. 298. 2002.