

ESTUDO COMPARATIVO QUANTO À CAPACIDADE DE BIOACUMULAÇÃO DE Cu, Cd, Zn E Fe POR MOLUSCOS BIVALVES DE CABUÇU, SAUBARA - BAHIA

Tell Luiz Pennella Santos Lopes, Rafael Ribeiro Teixeira*
Vanice Maria Silva Fontes**

RESUMO: *Exploração industrial do petróleo em zonas costeiras vem, freqüentemente, contaminando ambientes e afetando as espécies de animais como os moluscos bivalves inseridos nesse ecossistema. Este trabalho objetivou verificar, entre as espécies **Anomalocardia brasiliana**, **Iphigenia brasiliana**, **Brachidontes exustus**, qual se apresenta como melhor bioindicador de uma área impactada pelos metais e avaliar a existência de uma relação entre o tamanho do animal e a sua bioacumulação. As avaliações basearam-se nas concentrações dos metais nas espécies e na análise estatística dos resultados. Foi selecionada como estação de amostragem a praia de Cabuçu, município de Saubara, às margens da Baía de Todos os Santos–Bahia–Brasil, por ser uma região com desenvolvimento de atividades industriais e petrolíferas. Os moluscos foram coletados em agosto de 2004, no período de maré baixa. No Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA), realizou-se análise biométrica e determinação da concentração ($\mu\text{g/g}$) dos metais Cu, Cd, Zn e Fe por espectrometria de absorção atômica com chama. Os resultados baseados no coeficiente de variação sinalizaram que a espécie que melhor representa um bioindicador de área impactada pelos metais é a **Anomalocardia brasiliana** com uma dispersão de valores menor para Cu, Cd, Zn e Fé. As outras espécies apresentaram dispersão elevada quanto ao coeficiente de variação. Não foi verificada relação estatística quanto ao tamanho das espécies e a bioacumulação para o Fe, contudo, quanto ao Cu, Cd e Zn estes valores se correlacionaram. Sugere-se continuidade dos estudos acerca da bioquímica destes animais para melhor avaliar os fatores relacionados à bioacumulação.*

Palavras-chave: Hiperacumuladores; Molusco Bivalve; Bioacumulação.

INTRODUÇÃO

A industrialização, no decurso do século XX, foi marcada pela ascensão do petróleo como a mais importante fonte de energia primária e dos seus derivados como os mais essenciais combustíveis para os transportes e a produção termoelétrica, como também matérias-primas essenciais para as Indústrias petroquímicas. O petróleo convencional é aquele de que o mundo afluyente se tem alimentado desde o princípio do século XX e que, na década de 60, ultrapassou o carvão como principal fonte de energia (ROSA, 2002).

A poluição industrial teve início com a manipulação dos materiais pelo homem primitivo. Talvez a origem dos problemas ambientais, particularmente a geração de resíduos, tenha ocorrido em séculos anteriores, quando o homem começou a manusear metais como ferro, cobre e, posteriormente, chumbo. Apesar da vagarosa e incipiente atividade do homem nas diversas esferas, adotou-se sempre a idéia de lançar de imediato qualquer resíduo no meio ambiente, e os receptores finais destes lançamentos acabavam sendo os rios, os lagos, os mares, os solos e a atmosfera (PIRES et al., 2003).

* Acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas e bolsistas de Iniciação Científica (FAPESB) LEMA / UCSAL; telluiz@yahoo.com.br; rafaelteixeirabio@yahoo.com.br. Orientadora: Luzimar Gonzaga Fernandez, Doutora em Biologia Molecular Estrutural pela UPC – Barcelona, Espanha, Coordenadora e Pesquisadora do LEMA/UCSal; Professora do ICS-UFBA; Coordenadora do Projeto; luzimar@ucsal.br.

** Bacharel em Química pela Universidade Federal da Bahia e Técnica de nível superior do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente LEMA/UCSal; lema@ucsal.br.

Os metais pesados oriundos da industrialização do petróleo são eliminados em sua maior quantidade no ambiente marinho, atingindo toda a região oceânica ou de mar aberto. Os elementos químicos não se encontram unicamente na água, precisa-se ater a todos os compartimentos ambientais, ou seja, à água e ao seu material em suspensão no sedimento, à água intersticial dos sedimentos, à biota e principalmente aos animais que estão ligados intimamente ao homem pelos processos extrativos pesqueiros (NIENCHESKI, 2000). Assim sendo, a poluição por metais pesados pode estar associada, por um lado, aos metais presentes na forma dissolvida e ou no material particulado em suspensão na coluna d' água, e por outro, a certos animais marinhos pelo fato de estes elementos, quando ingeridos, acumularem-se preferencialmente nos tecidos moles, a exemplo dos moluscos. A quantidade do metal na forma iônica dissolvida pode ser muito maior do que o conteúdo total no ambiente (CURTIUS et al., 2004). Segundo Allen e Hansen 1996, a biodisponibilidade de um metal e a sua toxicidade depende das propriedades físico-químicas do local. Mesmo em baixas concentrações, o mercúrio, o arsênico, o chumbo, o cobre, o níquel, o zinco e outros metais pesados são tóxicos para a maioria das formas de vida (RICKLEFS, 2001).

Este trabalho teve o objetivo de sinalizar dentre os moluscos bivalves *Anomalocardia brasiliana*, *Brachidontes exustus* e *Iphigenia brasiliana*, qual deles se caracteriza como melhor bioindicador de contaminação pelos metais pesados Cu, Cd, Zn e Fe, através do estudo comparativo do coeficiente de variância nos níveis de concentração destes metais.

METODOLOGIA

Foi selecionada como estação de amostragem a praia de Cabucu "Figura 1." situada no município de Saubara, localizado às margens da Baía de Todos os Santos. Foram coletados 60 organismos de cada espécie, previamente identificados em sacos plásticos e mantidos em uma caixa isotérmica contendo gelo para serem transferidos ao Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA/UCSal).

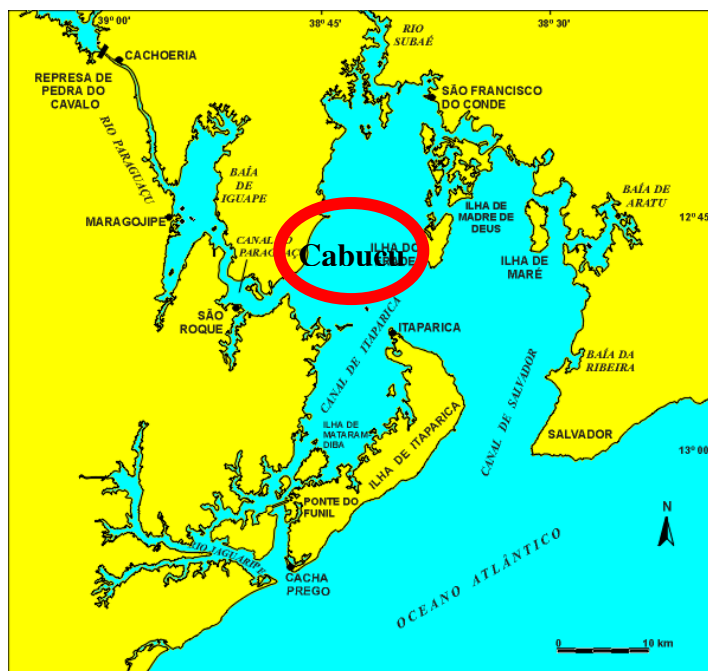


Figura 1 - Mapa do recôncavo baiano como estação de amostragem.

Fonte: CPGG.UFBA, 2004

Os animais foram conservados em álcool a 70% para serem identificados taxonomicamente em nível de filo e espécie (Tabela 1), no Laboratório de Malacologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia.

Tabela 1 - Classificação taxonômica dos moluscos bivalves em estudo.

	Animal A	Animal B	Animal C
Filo	Mollusca	Mollusca	Mollusca
Classe	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia
Família	Veneridae	Donacidae	Mytilidae
Espécie	<i>Anomalocardia brasiliiana</i> (Gmelin, 1791)	<i>Iphigenia brasiliiana</i> (Lamarck, 1818)	<i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)
Nome Vulgar	Papafumo	Tarioba	Sururu de Pedra

No Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA/UCSal), os moluscos bivalves, após lavagem com água milli-Q, foram separados 30 organismos de cada espécie e submetidos individualmente a uma série de medidas de comprimento e largura da concha do animal, utilizando-se de um paquímetro ZL de precisão 0,05mm. Em seguida as conchas foram abertas com o auxílio de uma espátula de plástico para a remoção e secagem das partes moles do animal. O processo de secagem deu-se em estufa a 60° C por 24 horas para a eliminação de água contida nos tecidos. Cerca de 0,3000g de cada amostra foi pesada em balança analítica Mettler de precisão 0,0001g, diretamente no vaso de reação e digerida em meio ácido, utilizando-se a mistura de ácido Nítrico a 65% 4ml e ácido Clorídrico a 38% 0,2ml em microondas DGT100plus, seguindo a programação indicada na “Tabela 2” (Provecta 2002).

Tabela 2 - Programação para decomposição de moluscos, Bivalves, em forno de microondas (dgt 100 plus).

Etapas	Tempo (minuto)	Potência (watts)
1 ^a	5	300
2 ^a	5	0
3 ^a	5	500
4 ^a	25	630
5 ^a	5	0

Fonte: Santos et al., 2004

Finalizado o tempo da programação, os vasos de reação foram resfriados em banho de gelo por 1 hora, o material então foi filtrado e diluído com água Milli-Q para um balão volumétrico de 25ml. A determinação da concentração dos metais Cu, Cd, Zn e Fe nas amostras de moluscos das 3 espécies foi realizada por espectrometria de absorção atômica (SpectrAA 220 FS-VARIAN) com chama ar-acetileno e calibração externa utilizando-se padrões mistos elaborados a partir de padrões mono elementares de 1000µg/g (Tec Lab) dos elementos de

interesse. Na “tabela 3” estão indicados os parâmetros operacionais utilizados na determinação dos metais Cu, Cd, Zn e Fe.

Para a verificação da exatidão do método analítico, utilizaram-se amostras certificadas de tecido muscular “Oyster Tissue” (Standard Reference Material) fornecidas pelo NIST, USA apresentando o teste de recuperação da amostra no material de referência certificada para os metais analisados no presente trabalho.

Tabela 3 - Parâmetros operacionais utilizados na determinação dos metais.

Condições Operacionais				
Elemento	λ (nm)	Lâmpada (mA)	Leitura	Fluxo Ar-acetileno
Cu	324,8	10	Triplicata	Ar- 13,5 L/min Acetileno 2 L/min
Cd	248,3	10	Triplicata	Ar- 13,5 L/min Acetileno 2 L/min
Zn	228,8	5	Triplicata	Ar- 13,5 L/min Acetileno 2 L/min
Fe	213,9	5	Triplicata	Ar- 13,5 L/min Acetileno 2 L/min

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os bivalves são predominantemente habitantes sedentários de fundo aquático. Ocorrem na linha de marés, em águas rasas, mas alguns atingem até 5400 metros de profundidade. Estes animais sofreram grande adaptação radiativa, ocorrendo tanto na infauna como na epifauna. Os habitantes da infauna são escavadores de fundo mole, vivendo abaixo da superfície, os habitantes da epifauna podem ser sésseis, presos a substratos como madeira, conchas e rochas ou ainda de vida livre. A principal adaptação das espécies da infauna é a formação de sífões, que atuam na captação da água da superfície, livre de sedimento. Além disso, o pé é grandemente desenvolvido e, sob ação de músculos atua no processo de penetração no substrato, sendo a concha puxada para dentro dele (RIBEIRO-COSTA, 2002).

O coeficiente de variação foi sugerido como a melhor ferramenta estatística para analisar o grau de dispersão dos valores em termos relativos à média; quanto à bioacumulação dos metais em estudo, Cu, Cd, Zn e Fe, por moluscos bivalves. Essa ferramenta é definida como o coeficiente entre o desvio padrão e a média, sendo assim a espécie *Anomalocardia brasiliiana* apresentou uma menor dispersão dos valores estatísticos para o Cobre, Cádmiio, o Zinco e o Ferro como pode ser observada na “Tabela 4”.

A espécie *Brachidontes exustus*, diferentemente das outras espécies que são habitantes da infauna, habita a epifauna e apresenta uma elevada dispersão dos valores de coeficiente de variação para todos os metais, e assim não pode representar um bioindicador de área impactada por esses metais, oriundos de atividades industriais.

Enquanto esses animais apresentaram uma alta bioacumulação para esse metal, o ferro, outro metal que revelou alta concentração foi o zinco, por isso as elevadas concentrações observadas para o zinco, em relação aos outros elementos, deve-se provavelmente a tipos diferentes de enzimas, sendo considerado como importante micronutriente para este tipo de organismo (Bowen, 1979; Carvalho et al., 1993), além de esse mesmo elemento ser um constituinte natural para a produção de gametas e transporte de oxigênio (Phillips et al., 1982; Hawkins et al., 1983; Rezende e Lacerda, 1986). Além disso, verificou-se ainda, na região da Baía de Todos os Santos – Bahia, intensa movimentação de navios que abastecem as plataformas de petróleo, situadas no recôncavo baiano, que podem estar contribuindo com a entrada de metais oriundos da oxidação de seus cascos.

O estudo comparativo entre as espécies *Anomalocardia brasiliana*, *Iphigenia brasiliana* e *Brachidontes exustus* relacionando a biometria e a bioacumulação de cobre (Cu), cádmio (Cd), zinco (Zn) e ferro (Fe) revelou uma relação decrescente à medida que os animais aumentaram de tamanho, porém, pôde-se avaliar que a espécie *Anomalocardia brasiliana* é sinalizada como melhor espécie bioindicadora dessa área contaminada por esses metais.

Tabela 4. Estudo comparativo entre as espécies de moluscos bivalves quanto à bioacumulação de metais pesados, analisando média, desvio padrão e coeficiente de variação.

	Espécies	Média	Desvio Padrão	CV
Ferro	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	407,02	164,87	40,51
	<i>Iphigenia brasiliana</i>	1309,84	518,57	39,59
	<i>Brachidontes exustus</i>	1174,36	689,18	58,69
Cobre	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	14,79	5,00	33,83
	<i>Iphigenia brasiliana</i>	18,74	9,54	50,91
	<i>Brachidontes exustus</i>	49,18	27,12	55,14
Cádmio	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	1,94	0,50	25,57
	<i>Iphigenia brasiliana</i>	0,18	0,08	45,53
	<i>Brachidontes exustus</i>	3,78	1,40	37,17
Zinco	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	86,43	12,67	14,65
	<i>Iphigenia brasiliana</i>	99,56	34,06	34,21
	<i>Brachidontes exustus</i>	133,55	68,32	51,15

Verificou-se que independente do tamanho os animais apresentam uma bioacumulação proporcional, ao longo do seu tempo de vida. Segundo Widdows 1990, as alterações ocasionadas no ambiente marinho pela presença de contaminantes, como metais pesados e hidrocarbonetos, podem ser estimadas nos organismos através de sua condição fisiológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo preliminar comparativo quanto à bioacumulação de metais pesados, através do coeficiente de variação, desvio padrão e a média, estão sinalizando que a espécie *Anomalocardia brasiliana* melhor representa um bioindicador de área impactada, por apresentar uma mínima diferença significativa dessas medidas, enquanto as outras espécies (*Brachidontes exustus* e *Iphigenia brasiliana*) apresentavam uma dispersão elevada quanto ao coeficiente de variação. Não foi verificado, após a realização do estudo, uma relação estatística quanto ao tamanho das espécies estudadas e a bioacumulação para Fe, porém quanto ao Cu, Cd e Zn constatou-se que estes valores se correlacionam. Sendo assim, é conveniente sugerir um estudo

posterior acerca da bioquímica e fisiologia do animal para assim poder relacionar estatisticamente o tamanho do animal e outros fatores com a bioacumulação dos respectivos metais em estudo.

REFERÊNCIAS

- Curtius, A.J.; Seibert, E.L.; Fiedler, H.D.; Ferreira, J.F.; Vieira, P.H.F. **Avaliando a contaminação por elementos traço em atividades de maricultura. Resultados parciais de um estudo de caso realizado na ilha de Santa Catarina, Brasil.** Revista Química Nova, São Paulo, v.26, n.1, p.1-15, Jan/Fev. 2003.
- Pereira, O.M.; Henriques, M.B.; Zenebon, O.; Sakuma, A.; Kira, C.S. **Determinação dos teores de Hg, Pb, Cd, Cu e Zn em moluscos (*Crassostrea brasiliiana*, *Perna perna* e *Mytella falcata*).** Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, v.1, n.61, p.19-25, 2002.
- Pfeiffer, W.C.; Lacerda, L.D.; Fiszman, M.; Lima, N.R.W. **Metais Pesados nos Pescados da Baía de Sepetiba.** Revista Ciência e Cultura, Rio de Janeiro, RJ, v.2, n.37, p. 297-301, 1985.
- Phillips, D.J.; D.A. Segar. 1986. **Use of bioindicators in monitoring conservative contaminants: programme design imperatives.** Marine Pollution Bulletin v.17, ed. 1. p.10-17.
- Pires, J.M.M.; De Lena, J.C.; Machado, C.C.; Pereira, R.S. **Potencial Poluidor de Resíduo Sólido da Samarco Mineração: Estudo de Caso da Barragem de Germano.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.393-397, Maio. 2003.
- PROVETTO ANALÍTICA. **Manual de Instruções DGT 100 Plus.** São Paulo, 2002. Revista Environmental Science and technology, n.17, 1983, United State, p.490-496.
- Ribeiro-Costa, C.S.; Rocha, R.M. **Invertebrados Manual de Aulas Práticas.** Holos, Ribeirão Preto, SP, 2002.p.78-87.
- Rosa, R.N. **O Iminente Declínio do Petróleo,** Brasília, 30 maio 2002. Disponível em: <http://www.resistir.info/rui/declinio_petroleo.html> Acesso em 10 Janeiro 2005
- Santos, S.C. ; Aflitos, S.A. ; Fontes, V.M.S. ; De.Matos,W.N.;Fernadez,L.G. **Determinação De Pb, Fe, Ca, Na, K & Mg em Folhas de *Avicennia schaueriana* de Zonas De Manguezais de São Francisco Do Conde – Recôncavo Baiano.** In: VII Semana de Mobilização Científica-UCSAL, 2004, Salvador-Bahia.
- UFBA.CPGG. **Mapa de Referência do Recôncavo Baiano.** Disponível em <http://www.cpgg.ufba.br/~glessa/bts/inicio.html> Acesso em 20 de Outubro de 2004.
- VARIAN. **Manual de Instruções Analytical Methods: Flame Atomic Absorption Spectrometry.** Mulgrave Victoria, 1989.
- Widdows, J.; Burns, K.; Menon, N.; Page, D.; Soria, R. **Measurement of physiological energetic (scope for growth) and chemical contaminants in mussels (*Arca zebra*)**

**transplanted along a contamination gradient in Bermuda. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. V.138.
p.99-117. 1990.**