

## DETERMINAÇÃO DA ENZIMA GLUTATIONA REDUTASE (EC 1.8.1.7) E DOS METAIS CÁDMIO (Cd), COBRE (Cu), FERRO (Fe) E MANGANÊS (Mn) EM GASTRÓPODA DA ILHA DE MARÉ, BAHIA.

Jailson Machado Brandão<sup>1</sup>  
Rafael da Conceição Simões<sup>2</sup>  
Nayra da Silva Negreiros Cardoso<sup>3</sup>  
Wilson Nascimento de Matos<sup>4</sup>  
Vanice Maria S. Fontes<sup>5</sup>  
Luzimar Gonzaga Fernandez<sup>6</sup>

**Resumo:** Os metais presentes no ambiente, quando absorvidos pelos moluscos, podem provocar alterações no metabolismo do animal e intoxicação humana via cadeia alimentar. Nestes organismos, alterações enzimáticas podem estar relacionadas com a detoxificação de poluentes químicos. Este trabalho objetivou determinar a atividade da enzima glutatona redutase (EC 1.8.1.7) e os teores dos metais cádmio (Cd), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) nos moluscos gastropodas *Strombus Pugilis* e *Pungilina morio* de Ilha de Maré - Bahia, visando relacionar a bioacumulação destes metais com a atividade enzimática. Realizou-se a biometria nos espécimes coletados em bananeiras - Ilha de Maré, Bahia e retirou-se a parte mole de cada animal, que foi separada em duas amostras (metade para determinação dos metais e metade para análise enzimática). Para análise dos metais, realizaram-se processos de secagem, moagem, digestão, diluição e determinação das concentrações dos metais por espectrometria de absorção atômica em chama. Para análise enzimática, as amostras foram homogeneizadas em tampão fosfato de potássio, determinada a concentração de proteínas totais e atividade da glutatona redutase por espectrofotometria visível utilizando Kit específico da Biorad e Calbiochem, respectivamente. As maiores concentrações de metais, os teores elevados de proteínas totais e da atividade da glutatona redutase foram encontradas na espécie *Pungilina morio*, evidenciando que esta pode ser mais susceptível aos processos oxidativos. Estes dados apontam o *Pungilina morio* como sendo melhor bioacumulador para Cd, Fe, Cu e o *Strombus pugilis* para Mn, porém novas análises devem ser realizadas para confirmação dos dados através da ampliação do número de amostras.

**Palavras-chaves:** Gastrópodes; Atividade Enzimática; Bioacumulação.

### 1. INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema dominante na fisiografia do litoral brasileiro, sendo distribuído em 6.800 Km da linha costeira, abrangendo uma cobertura estimada em 1,38 milhão de hectares (BERNINI, 2004). Geralmente estão associados às margens de baías e reentrâncias onde haja o encontro da água do rio com a água do mar, sendo este submetido ao regime das

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Ciências Biológicas e estagiário do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA / Universidade Católica do Salvador – UCSal. [jailsonbrandao@yahoo.com.br](mailto:jailsonbrandao@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Ciências Biológicas e estagiário do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA / Universidade Católica do Salvador – UCSal. [rc\\_simores@yahoo.com.br](mailto:rc_simores@yahoo.com.br).

<sup>3</sup> Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA / Universidade Católica do Salvador – UCSal. [nayranc@ucsal.br](mailto:nayranc@ucsal.br).

<sup>4</sup> Técnico do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA/UCSal. [wilsonm@ucsal.br](mailto:wilsonm@ucsal.br).

<sup>5</sup> Técnica do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA/UCSal. [vsfontes@bol.com.br](mailto:vsfontes@bol.com.br).

<sup>6</sup> Professora do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador – UCSal, Coordenadora do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA/UCSal e Professora do Departamento de Biofunção do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia – ICS/UFBa. [luzimar@ucsal.br](mailto:luzimar@ucsal.br). Orientadora.

marés. São sistemas funcionalmente complexos, diferenciados por sua vegetação, sedimento característico e importância socioeconômica e ambiental (COSTA, 2006).

Dentre os ecossistemas costeiros, este é o mais vulnerável ao desenvolvimento econômico e crescimento desordenado das populações humanas, sendo muito suscetível aos contaminantes químicos (CARDOSO, 2005). Contaminantes, a exemplo dos metais pesados, chegam nesse ecossistema através de vetores urbanos e industriais, assim como efluentes domésticos e dejetos de indústrias químicas e petroquímicas. Tais efluentes influenciam ecotoxicologicamente as regiões costeiras e os processos biogeoquímicos das zonas de manguezal (FAGUNDES, 2005).

Os moluscos, por serem capazes de concentrar elementos tóxicos, a exemplo dos metais pesados, em níveis superiores às concentrações encontradas na água, são responsáveis pela dinâmica e transferência destes poluentes para o ambiente terrestre, via cadeia alimentar (FOWER, 1982; PFEIFER, 1985). Os metais bioconcentrados pelos moluscos acumulam-se principalmente nos tecidos viscerais, podendo provocar intoxicação humana através da ingestão destes (MACHADO *et. al.*, 2002).

O filo Molusca constitui um dos maiores filos de invertebrados em número de espécies, sendo superado apenas pelo Artropoda (SIMONE, 2006). Possui as classes Caudofoveata Aplacophora, Polyplacophora, Monoplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Gastropoda e Cephalopoda, onde dentre elas se destacam as classes Gastropoda e Bivalvia, que podem ser encontradas em ambientes marinhos e límnicos (BARROS, 2007). Os gastrópodes, em sua maioria, têm o corpo protegido por uma concha geralmente espiralada sobre o lado direito e seu desenvolvimento embrionário caracteriza-se pela torção da massa visceral em 180° na larva “veliger” seguida do enrolamento desta, que será coberta pelo manto (BARNES, 1996).

No Brasil existem vários relatos de contaminação da água e de organismos aquáticos por metais, evidenciando a ocorrência de bioacumulação em moluscos e processos de biomagnificação, como por exemplo, na contaminação da Baía de Todos os Santos - BTS pelos metais cádmio (Cd), mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e zinco (Zn) (PEREIRA *et. al.*, 2002). A BTS, Recôncavo Baiano, vem enfrentando graves problemas ambientais, desde a década de 50, com a implantação das atividades petrolíferas. Os efluentes gerados, além de aportarem elementos xenobióticos, contêm metais que induzem sérios danos ecológicos aos seres vivos devido à sua alta toxicidade, sendo de grande risco para a comunidade local (FAGUNDES, 2005).

Íons de metais de transição, como o ferro e o cobre, estão extremamente ligados à produção de espécies reativas de oxigênio. Estes, quando livres no citosol celular, podem reagir com o peróxido de hidrogênio, produzindo radicais hidroxilas que, por sua vez, podem reagir com outras moléculas. Os níveis metabólicos normais de espécies reativas de oxigênio são mantidos pela atividade antioxidante de diversas enzimas ou componentes celulares (VANNUCCHI, 1998). Porém o desequilíbrio entre a formação e a remoção dos radicais livres no organismo, decorrente da diminuição dos antioxidantes endógenos ou do aumento de espécies oxidantes, gera um estado pro-oxidante que favorece a ocorrência de lesões oxidativas em macromoléculas e estruturas celulares (JUNIOR, 2001). A atividade alterada de enzimas e teores fisiológicos anormais de compostos como a glutatona, podem ser usados como marcadores correlacionados a situações de estresse oxidativo (COSTA, 2006).

Funcionando como um sistema de defesa antioxidante, a glutatona - um tripeptídeo (glutamil-cisteinil-glicina) encontrado na forma reduzida (GSH) e oxidada (GSSG), atua diretamente no processo de defesa celular contra o estresse oxidativo, servindo de co-fator para diversas enzimas com funções de desmutação de peróxidos orgânicos e inorgânicos e do íon superóxido (JUNIOR, 2001). Dentre as enzimas antioxidantes, a glutatona redutase – GR atua conjuntamente com a glutatona peroxidase nos processos de combate ao estresse oxidativo, no entanto, esta enzima é responsável pela regeneração da glutatona na sua forma reduzida (GSH),

em presença de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH+H<sup>+</sup>). Desta forma, as evidências de que a glutatona redutase está envolvida na detoxificação de diferentes poluentes, incluindo os metais pesados, representaria um mecanismo de defesa para o organismo, prevenindo modificações nos transportes ativo e passivo ao nível das membranas celulares, resultando na conjugação desta enzima com os elementos tóxicos (COSTA, 2006).

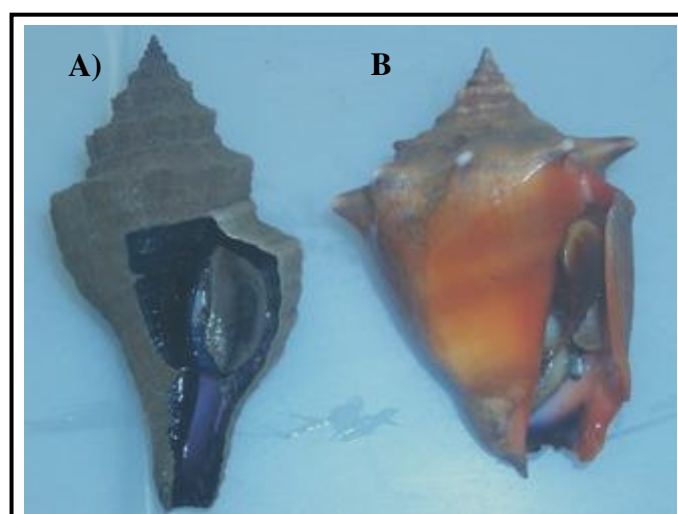
Devido à capacidade dos moluscos de metabolizar e depurar contaminantes absorvidos, estes são considerados importantes bioindicadores de qualidade ambiental (LOPES, 2005), tornando-se de fundamental importância a avaliação de tais organismos, pois a presença ou ausência destes serve como indicador do “status” em longo prazo da qualidade da água e ambientes onde eles estão inseridos (PIEDRAS, 2006). Além disso, têm importância para as comunidades ribeirinhas que vivem dos manguezais, onde a prática de utilização e obtenção de moluscos é extrativista, estendendo-se durante todo o ano (NISHIDA, 2004).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou determinar a atividade da enzima glutatona redutase (EC 1.8.1.7) e os teores dos metais cádmio (Cd), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) nos moluscos gastrópodos *Strombus Pugilis* e *Pungilina morio* de bananeiras, Ilha de Maré - Bahia, visando relacionar a bioacumulação destes metais com a atividade enzimática.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Ilha de Maré está localizada na parte central da maior baía do país, a Baía de Todos os Santos (BTS), Recôncavo Baiano – Bahia – Brasil, em frente à entrada da Baía de Aratú, na foz do Canal de Cotegipe, sendo a segunda maior ilha da BTS. Nesta área foi selecionada, como estação de amostragem, a comunidade de Bananeiras.

A coleta foi realizada no início do mês de abril em 2007, sendo selecionadas duas espécies de gastrópode “figura 1”: *Strombus pugilis* e o *Pugilina morio*, os espécimes coletados foram simultaneamente lavados e transferidos para baldes, permanecendo neste recipiente até o final da coleta. Em seguida os 45 indivíduos de cada espécie coletada foram separados, contados e transferidos para sacos plásticos devidamente etiquetados com papel manteiga para serem levados até o Laboratório de Estudos em Meio Ambiente - LEMA/UCSal, onde ficaram acondicionados em freezer a -20°C até o momento das análises.



**Figura 2** – Exemplos de gastrópodes coletados em Ilha de Maré - Bahia, 2007: (A) *Pugilina morio* e (B) *Strombus*

Dos organismos coletados, alguns exemplares foram separados e encaminhados para o Laboratório de Malacologia e Ecologia de Bentos – LAMEB/UFBA, os quais foram identificados pelo Biólogo Fernando Pires e pela Professora Doutora Marlene Campos Peso de Aguiar, que emitiu um laudo técnico sobre os respectivos nomes científicos das espécies em estudo.

Nas amostras coletadas, realizou-se a análise biométrica da concha dos espécimes, obtendo-se o comprimento referente à distância do ápice à base da concha dos mesmos e em seguida dos 45 indivíduos, foram selecionados 10 exemplares de cada espécie, com comprimento entre 7,9 cm a 8,2 cm. Retirou-se a parte comestível (parte mole) de cada espécime utilizando uma pinça inox, macerando, primeiramente, a fresco para se adquirir uma amostra homogênea, que foi dividida em duas partes: metade para análise de metais e metade para análise enzimática.

Para a determinação dos metais, as amostras já maceradas foram secas em estufa a 60 °C por 24 horas, visando à obtenção do peso seco. Depois de obtido peso constante, as amostras foram novamente maceradas, a seco, até atingirem uma granulometria de 80 mesh. Estas amostras retornaram à estufa a 60 °C por mais 1 hora e posteriormente pesou-se cada uma das amostras, diretamente nos tubos de reação. Além disso, pesaram-se também amostras do material de referência (tecido de ostra) para controle e validação do método de digestão. Para a digestão destas amostras, foram adicionados 2 mL de ácido nítrico P.A. a 65 %, onde permaneceram “overnight” em capela. Após esse período, as amostras foram submetidas a altas temperaturas em termorreator (Espectroquant TR 420 MERCK). Após o término da digestão, o material foi filtrado com papel filtro, diluído com água Milli-Q para 25 mL em balões volumétricos e transferidos para frascos plásticos até o momento da determinação dos metais por espectrometria de absorção atômica em chama, utilizando o espectrômetro SpectrAA 220 FS – Varian.

O material separado, após a maceração a fresco, para análise enzimática foi homogeneizado em nitrogênio líquido em que se adicionou tampão fosfato de potássio 50 mM pH 7,0 contendo EDTA 1mM, na proporção de cinco volumes de tampão para cada grama de tecido. Este homogeneizado foi centrifugado a 4000 rpm, por 30 minutos a 4 °C (Hettich Zentrifugen modelo Universal 32 R) e do sobrenadante retirou-se 5 alíquotas de cada amostra, as quais foram acondicionadas no freezer à -80 °C até o momento das análises. A determinação da concentração das proteínas totais foi realizada utilizando-se o Kit da BIORAD, baseado no método de Bradford (1976), e espectrofotômetro Cary 50-VARIAN, onde se utilizou Albumina bovina sérica (BSA) como padrão de proteínas. A análise da atividade da enzima glutathione redutase (EC 1.8.1.7) nas amostras de *Strombus pugilis* e *Pugilina morio*, foi realizada através da utilização do kit – Glutathione Reductase Assay (CALBIOCHEM). Esta determinação é dada em função do consumo de NADPH+H<sup>+</sup> na presença de glutathione reduzida (GSSG).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através das médias, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e coeficiente de variação para os dados das análises biométricas e da quantificação dos metais. Estes índices e valores foram calculados pelo programa Microsoft Excel 2002 (Microsoft, 2001). Para comparação de todos os dados encontrados, tanto para metal, proteína e enzima, utilizaram-se os testes de Correlação de Pearson e Mann-Whitney (P > 0,05).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

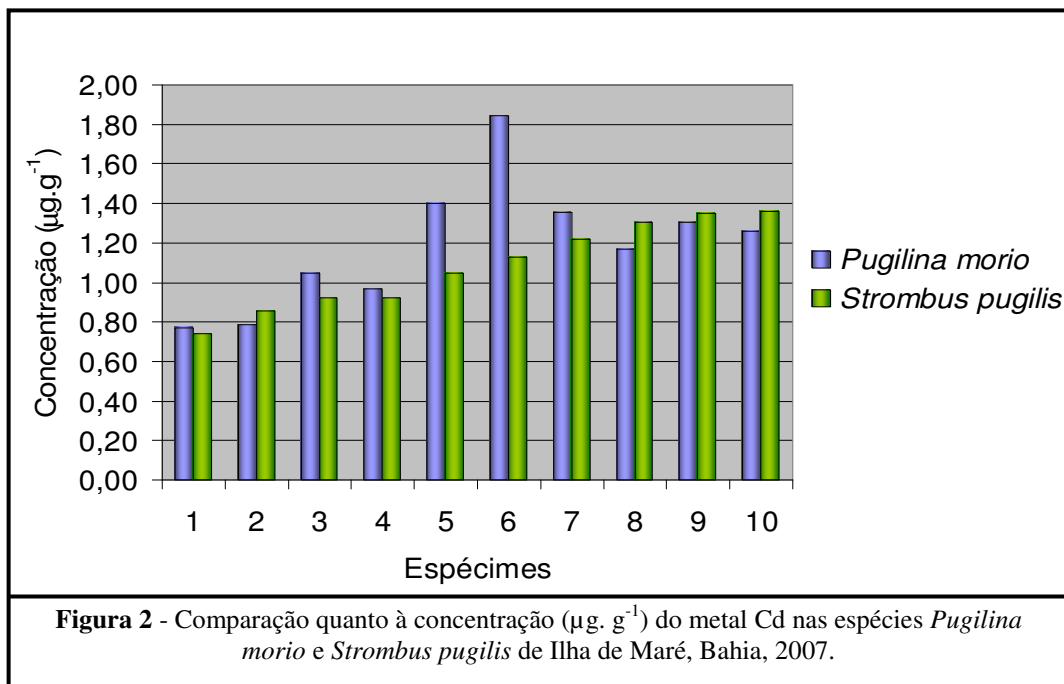
Os resultados demonstrados na “tabela 1” indicam que as duas espécies bioacumulam de forma diferenciada os metais analisados. Segundo Carvalho e colaboradores (2002), o coeficiente de variação (C.V.) comporta-se como a melhor ferramenta para verificar a variabilidade dos dados quanto ao acúmulo de metais. A espécie *Strombus pugilis* apresentou um

menor coeficiente de variação para os elementos ferro (Fe) e cádmio (Cd), correspondendo a 18,15% e 20,36%, respectivamente. Pode-se verificar também maior concentração dos elementos Cu com (407,28  $\mu\text{g. g}^{-1}$  em peso seco) e Fe (307,48  $\mu\text{g. g}^{-1}$  em peso seco) em relação aos demais metais na espécie *Pugilina morio*. A espécie *Strombus pugilis* demonstrou concentrar uma maior quantidade do elemento ferro (Fe) com valor médio de 249,66  $\mu\text{g. g}^{-1}$ . No entanto, os valores de C.V., entre os elementos, ainda são altos, sendo o menor valor encontrado para o elemento Fe e o maior para Mn.

**Tabela 1-** Valores médios das concentrações ( $\mu\text{g. g}^{-1}$ ) dos elementos (Cd, Fe, Cu e Mn) em amostras de *Strombus pugilis* e *Pugilina morio*.

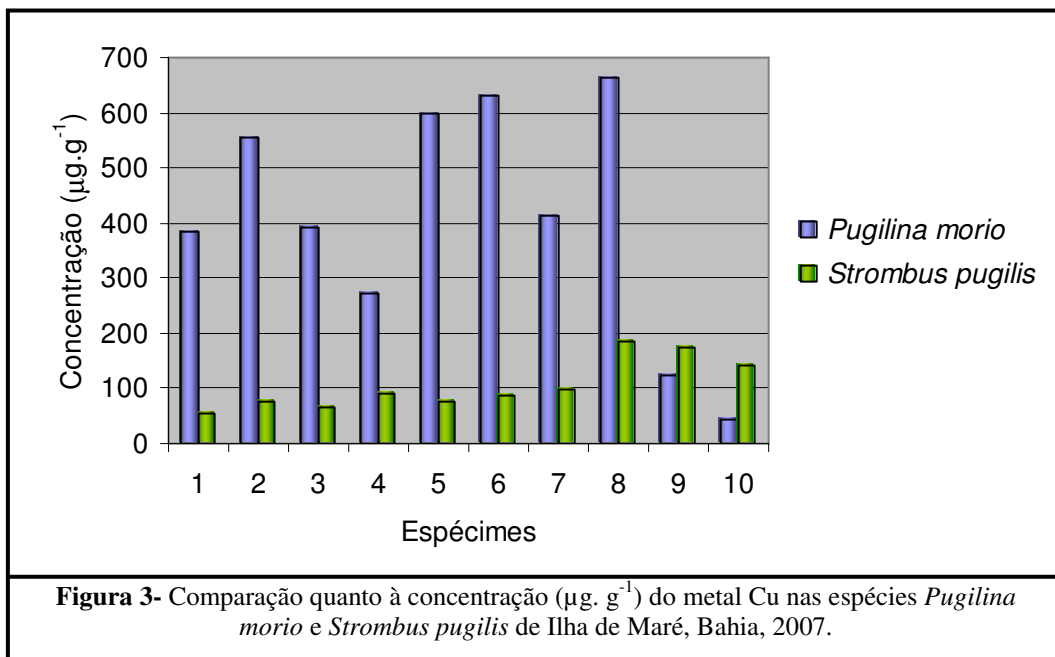
	<i>Strombus pugilis</i>				<i>Pugilina morio</i>			
	Cd	Fe	Cu	Mn	Cd	Fe	Cu	Mn
<b>Média</b>	1,08	249,66	104,73	65,27	1,19	307,48	407,28	23,85
<b>Desvio</b>	0,22	45,31	45,88	29,16	0,32	129,10	212,24	24,96
<b>Mínimo</b>	0,74	188,45	54,53	18,88	0,77	113,58	42,06	5,99
<b>Máximo</b>	1,36	324,78	183,43	110,23	1,84	567,15	664,88	90,70
<b>C/V</b>	20,36%	18,15%	43,81%	44,68%	26,92%	41,99%	52,11%	104,64%

Conforme a “figura 2”, os dados revelaram não haver diferença significativa quanto às concentrações do elemento Cd nos espécimes analisados das duas espécies em estudo ( $P > 0,05$ ), entretanto na espécie *Pugilina morio*, houve maior variabilidade dos dados, apresentando um maior coeficiente de variação. Em nenhuma das espécies foram determinados valores deste metal superiores aos recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1982), que é de 2  $\mu\text{g.g}$  para este elemento.

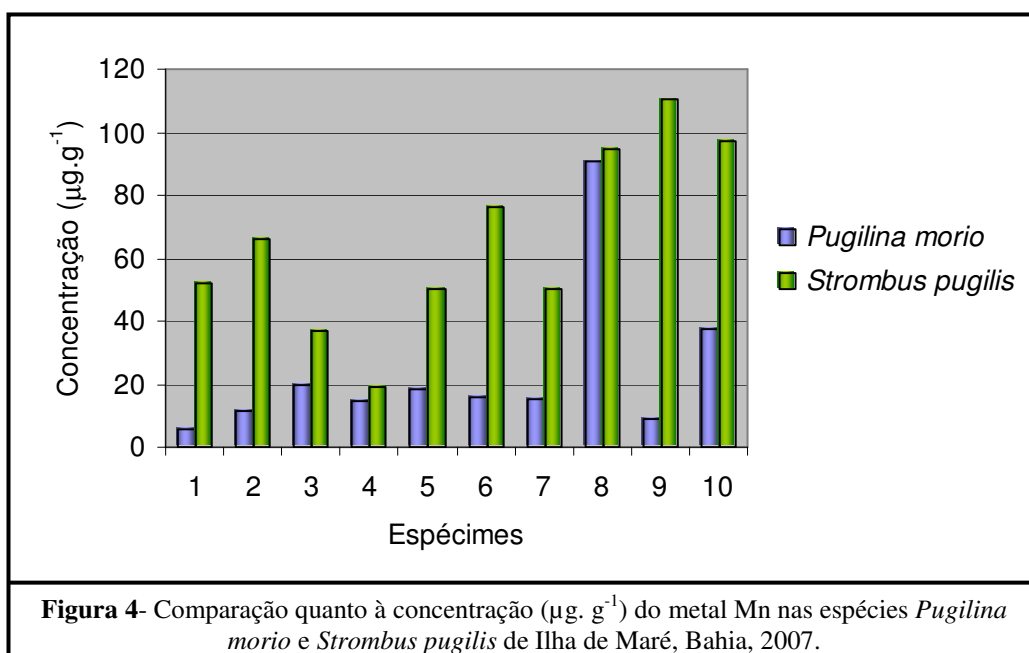


Os resultados demonstram haver diferença significativa na acumulação deste metal entre as espécies ( $P < 0,003$ ), sendo que as maiores concentrações deste foram encontradas nos espécimes de *Pugilina morio* ”figura 3”. Analisando os resultados referentes aos espécimes de *Strombus pugilis*, verificaram-se valores médios muito inferiores aos determinados em *Pugilina*

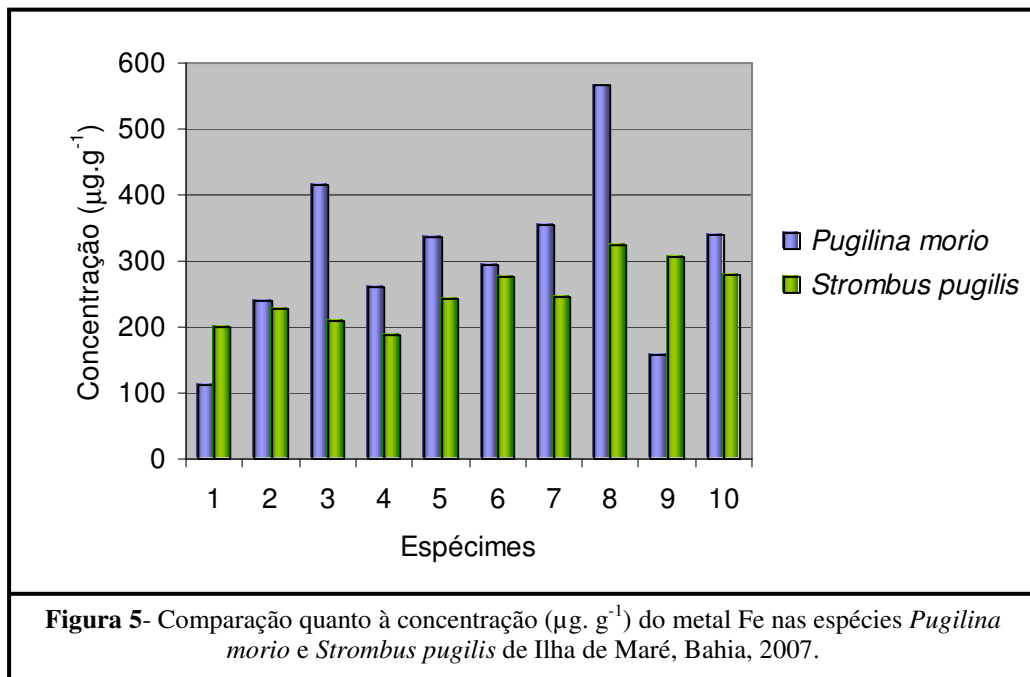
*morio* para este metal. Os valores médios de Cu determinados em ambas as espécies foram acima dos recomendados pela OMS, que correspondem a  $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  em peso seco. Além disso, o coeficiente de variação foi elevado tanto para amostras de *Pugilina morio* (52,11%) quanto para *Strombus pugilis* (43,81%), demonstrando que há grande variabilidade na bioacumulação deste elemento nos espécimes analisados.



Verifica-se que houve diferença estatística significativa, quanto à concentração do Mn, entre as duas espécies analisadas ( $P < 0,001$ ), sendo determinado as maiores concentrações deste elemento na espécie *Strombus pugilis* “tabela 1”. Dentre os espécimes de *Pugilina morio*, verificou-se que apenas o espécime de número 8 “figura 4”, apresentou uma concentração de Mn acima de  $80 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .



Pode-se verificar, através da “figura 5”, que a espécie *Pugilina morio* apresentou maior concentração do elemento Fe na maioria dos espécimes analisados, havendo uma grande variação nos teores determinados (C.V. igual a 41,99%). Em contrapartida, a espécie *Strombus pugilis* apresentou valores relativamente menores para este metal, verificando-se não haver grandes variações entre os indivíduos desta espécie (C.V. 18,15%). Apesar da diferença no coeficiente de variação, não houve diferença estatística entre os valores determinados para Fe entre as duas espécies ( $P > 0,1$ ) ao utilizar o Teste de Mann-Whitney.



Ao utilizar o Coeficiente de Correlação de Pearson “tabela 2” para analisar a relação entre os resultados obtidos, verifica-se que nos dados referentes à espécie *Pugilina morio*, existe uma forte correlação positiva entre os elementos Fe e Mn (0,82). Na espécie *Strombus pugilis*, este coeficiente foi positivo para todos os elementos, sendo o menor valor (0,74) para os elementos Cd e Mn, e o maior valor (0,90) para os metais Fe e Mn.

**Tabela 2** – Coeficiente de Correlação de Pearson entre os metais nas duas espécies em estudo (*Pugilina morio* e *Strombus pugilis*).

<i>Pugilina morio</i>					<i>Strombus pugilis</i>				
	Cd	Fe	Cu	Mn		Cd	Fe	Cu	Mn
<b>Cd</b>	1,00				<b>Cd</b>	1,00			
<b>Fe</b>	0,23	1,00			<b>Fe</b>	0,87	1,00		
<b>Cu</b>	0,17	0,40	1,00		<b>Cu</b>	0,86	0,87	1,00	
<b>Mn</b>	0,07	0,82	0,28	1,00	<b>Mn</b>	0,74	0,90	0,79	1,00

As análises das concentrações de proteínas totais e da atividade da enzima glutathione redutase (GR) “tabela 3” foram realizadas utilizando o peso úmido das amostras. A espécie

*Pugilina morio* apresentou maior teor de proteínas totais no extrato bruto, e maior atividade da GR por grama de tecido, além de ter os teores mais elevados para todos os elementos analisados, excetuando o manganês, porém uma menor atividade da GR por grama de proteína para a espécie *Pugilina morio*.

**Tabela 3** – Dados estatísticos referentes às análises de teor de proteína e atividade da enzima GR em *Pugilina morio* e *Strombus pugilis*.

	Proteína (mg/g)	Atividade GR (mU/g)	Atividade GR/ proteína (mU/gProteína)	Proteína (mg/g)	Atividade GR (mU/g)	Atividade GR/ proteína (mU/gProteína)
	<i>Pugilina morio</i>			<i>Strombus pugilis</i>		
Média	15,30	77,18	13,13	4,25	38,76	42,86
Desvio	5,47	36,06	4,00	2,52	18,28	31,84
Mínimo	9,32	44,95	8,51	2,41	18,94	21,20
Máximo	27,22	151,97	21,55	7,92	80,38	107,97

Na “tabela 4” estão representados os teores dos metais analisados neste trabalho, comparados com resultados encontrados em outros trabalhos com espécies de moluscos bivalves e gastrópodes em diferentes áreas de estudo e estações do ano. Analisando estes dados, foi possível constatar que a bioacumulação de metais pode variar juntamente com fatores externos, como por exemplo, estação do ano, gênero dos espécimes, composição do solo onde foram coletados e o quanto estes organismos foram expostos aos contaminantes. Além desses, existem fatores internos que influenciam nos resultados das concentrações nestes organismos, pois os mesmos utilizam alguns desses metais para seus processos metabólicos e fisiológicos. Através dos dados pôde-se verificar que a *Pugilina morio* obteve as maiores concentrações, exceto para o elemento manganês.



Espécie	Cu	Cd	Fe	Mn	Referência
<b>Gastrópodes</b>					
<i>Strombus pugilis</i>	54,53 – 183,43	0,74 – 1,36	188,45 – 324,78	<b>18,88 – 110,23</b>	Presente Trabalho
<i>Pugilina morio</i>	<b>42,06 – 664,88</b>	0,77 – 1,84	<b>113,58 – 567,15</b>	5,99 – 90,70	Presente Trabalho
<i>Rapana venosa</i>	5,52 – 79,80	0,15 – 52,05	10,21 – 278,84	1,08 – 15,64	Wang (2005)
<i>Neveria didyma</i>	5,74 – 23,89	0,29 – 1,17	16,91 – 213,52	2,04 – 19,14	Wang (2005)
<i>Patella caerulea</i>	1,61 – 12,17	0,63 – 2,13	1,24 – 2,94	24,91 – 76,30	Emara (2006)
<i>Strombus fasciatus</i>	<b>44,05 – 269,93</b>	<b>0,83 – 2,80</b>	<b>23,45 – 32,00</b>	nd	<b>Emara (1999)</b>
<i>Fusus marmoratus</i>	22,50-31,58	1,10-20,71	5,80 – 11,44	nd	Emara (1999)
<i>Patella caerulea</i>	13,39 – 43,90	0,06 - 0,17	59,5 – 64,6	2,54 – 3,53	Hamed (1996)
<b>Bivalves</b>					
<i>Barbatus barbatus</i>	3,69 – 10,07	0,69 – 2,37	0,88 – 2,74	63,23 – 110,33	Emara (2006)
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	9,47 – 24,95	1,13 – 2,58	69,52- 102,90	204,87 – 710,81	Lopes (2005)
<i>Brachidontes variabilis</i>	17,47 – 38,38	1,34 – 2,28	2,53 – 4,80	nd	Emara (1999)
<i>Modiolus auriculatus</i>	26,83 – 35,16	0,96 – 2,18	3,73 – 6,28	nd	Emara (1999)
<i>Pinctada radiata</i>	0,46 – 3,34	0,14 – 1,21	nd	nd	Emara (1999)
<i>Barbatus barbatus</i>	9,90 – 32,40	0,05 – 0,13	6,25 – 9,17	0,99 – 1,21	Hamed (1996)

**Tabela 4** – Concentração dos metais pesados Cu, Cd, Fe e Mn ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) em bivalves e gastrópodes do presente estudo em comparação com outros estudos.

\* nd = não detectado

Na “tabela 5” está indicado o Coeficiente de Correlação de Pearson, relacionando todos os resultados deste trabalho. Verifica-se que na espécie *Pugilina morio* os elementos Fe e Mn apresentam forte correlação positiva (0,65 e 0,76 respectivamente) com a concentração de proteínas totais e com a atividade da glutatona redutase (0,76 e 0,78). Já na espécie *Strombus pugilis* os resultados dos metais possuem forte correlação positiva com a atividade da glutatona redutase por grama de proteína no tecido, exceto a correlação entre proteína e GR/proteína, pois esta apresentou uma correlação negativa. Entretanto, todos os metais quando relacionados a proteínas totais na espécie *Strombus pugilis* apresentaram correlação negativa. Para a espécie *Pugilina morio*, verificou-se correlação negativa para todos os metais, proteínas totais e GR em relação à GR/proteína. Já com relação à correlação da atividade da GR por proteína no tecido e com os metais, apenas o Cd apresentou correlação positiva de 0,34, entretanto quando correlacionado apenas com a GR essa correlação também é negativa.

**Tabela 5** - Coeficiente de correlação de Pearson entre os metais, proteínas e atividade da enzima GR nas duas espécies estudadas.

<i>Pugilina morio</i>								<i>Strombus pugilis</i>							
	Cd	Fe	Cu	Mn	Prot	GR	GR/Prot		Cd	Fe	Cu	Mn	Prot	GR	GR/Prot
Cd	1,00							Cd	1,00						
Fe	0,23	1,00						Fe	0,87	1,00					
Cu	0,17	0,40	1,00					Cu	0,86	0,87	1,00				
Mn	0,07	0,82	0,28	1,00				Mn	0,74	0,90	0,79	1,00			
Prot	-0,22	0,65	0,08	0,76	1,00			Prot	-0,02	-0,06	-0,22	-0,24	1,00		
GR	-0,20	0,76	0,15	0,78	0,89	1,00		GR	0,32	0,32	0,10	0,25	0,72	1,00	
GR/Prot	0,34	-0,13	0,30	-0,26	-0,69	-0,39	1,00	GR/Prot	0,91	0,75	0,81	0,71	-0,21	0,11	1,00

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apontam a espécie *Pugilina morio* como a melhor bioacumuladora para os metais Cd, Fe e Cu, enquanto que a *Strombus pugilis* para o Mn. Os teores mais elevados de proteínas totais, da atividade da enzima GR e da maioria dos metais foram encontrados na espécie *Pugilina morio*, podendo esta ser mais susceptível aos processos oxidativos do que a espécie *Strombus pugilis*, porém análises mais detalhadas são necessárias.

Os resultados alcançados neste trabalho são preliminares e devem ser complementados com amostragem mais ampla em número de espécimes e locais de coleta. Desta forma será possível obter maiores informações para avaliar a capacidade de bioacumulação de metais e o estresse oxidativo, que pode estar ocorrendo nas espécies *Strombus pugilis* e *Pugilina morio*, indicando ou não estas espécies como bioindicadores de contaminação ambiental, principalmente, por metais pesados.

#### REFERÊNCIAS

BARROS, MARÍLIA & SILVA, MARIA J. M. Fatores que influenciam a ocorrência e a distribuição de moluscos. Universidade de Brasília – Departamento de Zoologia, 2006.

- CARDOSO, Nayra. S. N. Avaliação do efeito da luz e do uso de antioxidante em explantes de *Laguncularia racemosa* (L.) C. R. Gaertn introduzidos *in vitro*. Salvador, 2005. 44p. Monografia – Universidade Católica do Salvador.
- COSTA, ALVES. M. R. J. Padronização de Metodologias para o uso de biomarcadores de Contaminação Ambiental em traíra (*Hoplias malabaricus*, ERYTHRINIDAE): -ALAd, metalotioneína e vitelogenina- Pág 18, Curitiba, 2006.
- COSTA, MAURO. R. P.; DE ALCÂNTARA, ENNER. H.; AMORIM, ALEXSANDRO. de J. E.; MOCHEL, FLAVIA. R. Avaliação das potencialidades e fragilidades das áreas de manguezal para a implementação do ecoturismo usando ferramentas de sensoriamento remoto em Cururupu - ma, Brasil. Caminhos de Geografia 22(17) 237 - 243, fev, 2006.
- FAGUNDES, ANDRE. L., Estudo da *Laguncularia Racemosa* L. Gaertn F. quanto à capacidade de bioacumulação de metais pesados e potencial uso em processos de fitorremediação em áreas de manguezal. Salvador, 2005. 35p. Monografia – Universidade Católica do Salvador.
- JUNIOR, LAERCIO, R.; HOEHR, NELCI, F.; VELLASCO, ADRIANA, P. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da Glutathione associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. Quim. Nova, Vol. 24, No. 1, 112-119, 2001.
- LOPES, TELL. L. P. S. Estudo comparativo quanto à capacidade de bioacumulação dos metais pesados Cu, Cd, Zn & Fe por moluscos bivalves da praia de Cabuçu, Saubara – Bahia, Brasil. Salvador, 2005. 29p. Monografia – Universidade Católica do Salvador.
- MACHADO, INGRID. C.; MAIO de FRANCA.D.; KIRA CARMEM. S.; CARVALHO333 MARIA. de F. H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil Rev. Inst. Adolfo Lutz, 61(1): 13-18 2002.
- PEREIRA, ORLANDO. M; HENRIQUES, MARCELO. B.; ZENEBON, ODAIR.; SAKUMA, ALICE.; KIRA, CARMEN. S Determinação dos teores de Hg, Pb, Cd, Cu e Zn em moluscos (*Crassostrea brasiliana*, *Perna perna* e *Mytella falcata*). Rev. Inst. Adolfo Lutz, 61(1):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.
- PIEDRAS, SERGIO. R. N.; BAGER, ALEX.; MORAES, PAULO. R. R.; ISOLDI, LORAINÉ. A.; FERREIRA, OTONIEL. G. L.; HEEMANN, CHRISTIANE. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.494-500, mar-abr, 2006.
- SIMONE, LUIZ, R. L. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2006.
- WANG, YAWEI; LIANG, LINA; SHI, JIANBO; JIANG, GUIBIN. Study on the contamination of heavy metals and their correlations in mollusks collected from coastal sites along the Chinese Bohai Sea. Environment International 31, 1103-1113, 2005.
- VANNUCCHI, HELIO; MOREIRA, EMILIA, AM.; DA CUNHA, DANIEL, F.; JUNQUEIRA-FRANCO, MÁRCIA, V. M., BERNARDES, MÔNICA, M.; JORDÃO-JR, ALCEU, A. Papel dos nutrientes na peroxidação lipídica e no sistema de defesa antioxidante. Medicina, 31: 31-44, jan./mar Ribeirão Preto, 1998.