

Artigo

Variação Sazonal de Metais Pesados em Siris *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) da Lagoa de Iquipari, Brasil

Andrade, S. F.; Matos, T. B.; Carvalho, C. E. V.*

Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (2), 129-137. Data de publicação na Web: 22 de junho de 2011

<http://www.uff.br/rvq>**Seasonal Variation of Heavy Metals in Muscles of the Crab *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) from a Tropical Coastal Lagoon, Brazil**

Abstract: In the present study heavy metal (Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V and Zn) content in crabs *Callinectes ornatus* species were analyzed between July 2008 and April 2009, from Iquipari coastal lagoon, SE, Brazil, in order to use this species as a biomonitor. Metal determination was performed by an ICP/AES after strong acid mixture digestion of the soft parts of the organisms. Among all studied metals Cd, Cr, Ni, Pb and V presented concentrations below the detection limit of the used method. The highest metal concentrations were always observed in the dry period when compared with the rainy period, evidencing seasonality in the distribution of these elements. Copper assimilation by females in the rainy season was higher than for males. Most of the studied elements presented a negative correlation with the body size, with higher concentrations in smaller organisms. As a general trend it was possible to observe that for all the studied trace elements the concentrations in the muscles of *Callinectes ornatus* from Iquipari coastal lagoon were low when compared to others studies, therefore it is possible to consider the area as free of metal contamination and the results can also be used as background levels for these region.

Keywords: crustaceans; trace elements; coastal lagoon; crabs, heavy metal.

Resumo

No presente estudo foram analisados os teores de metais (Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, e Zn) em amostras de siris da espécie *Callinectes ornatus* coletados entre julho de 2008 e abril de 2009 na Lagoa de Iquipari, SE, Brasil, visando a utilização destes crustáceos como biomonitorios. As amostras de tecidos musculares de *C. ornatus* foram extraídas com uma mistura de ácidos concentrados e, posteriormente, analisadas por ICP/AES. Dentre os metais analisados, o Cd, Cr, Ni, Pb e o V apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método empregado. As concentrações mais elevadas de metais foram observadas no período seco do que no período de maior pluviosidade, evidenciando uma sazonalidade na distribuição destes elementos, destacando-se uma maior absorção de cobre pelas fêmeas do que pelos machos, no período chuvoso. Para a maioria dos metais analisados foi observada uma correlação negativa entre o tamanho corporal e as concentrações médias destes elementos. De uma maneira geral, todas as concentrações observadas no tecido muscular de *C. ornatus* desta lagoa foram baixas quando comparadas com outros estudos, podendo esta área ser considerada como livre de contaminação por metais pesados, e os resultados utilizados como linha de base para a região.

Palavras-chave: crustáceos; elementos-traço; lagoas costeiras; metais pesados.

* Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CBB, Laboratório de Ciências Ambientais - Avenida Alberto Lamego, 2000, Campos/RJ, 28013-602, Brasil.

✉ carvalho@uenf.br

DOI: [10.5935/1984-6835.20110017](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20110017)

Variação Sazonal de Metais Pesados em Siris *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) da Lagoa de Iquipará, Brasil

Sueli de Fátima Andrade, Taísa B. Matos, Carlos Eduardo V. de Carvalho

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CBB, Laboratório de Ciências Ambientais - Avenida Alberto Lamego, 2000, Campos/RJ, 28013-602, Brasil.

*carvalho@uenf.br

Recebido em 17 de junho de 2011. Aceito para publicação em 17 de junho de 2011

1. Introdução
2. Materiais e Métodos
3. Resultados
4. Discussão
5. Conclusão



1. Introdução

Os metais pesados são elementos químicos que ocorrem naturalmente em pequenas concentrações na natureza¹. Entretanto, com o advento da industrialização e urbanização, o homem vem elevando as concentrações destes metais a níveis maiores do que os naturais, ocasionando a contaminação dos ecossistemas aquáticos e terrestres² e se tornando um dos maiores problemas ambientais da atualidade.²

Vários organismos podem ser utilizados como biomonitores ou bioindicadores de contaminação ambiental por possuírem respostas particulares aos vários poluentes, sendo então empregados para detectar qualitativa e quantitativamente a atual situação de estresse do local onde ocorrem³. Fatores como hábito alimentar, tamanho e idade dos organismos, podem afetar as concentrações dos metais nesses animais, podendo variar de espécie para espécie, de região para região, assim como nas diferentes épocas do ano.⁴

Os crustáceos decápodes estão se destacando como biomonitores por serem organismos bentônicos de fundo e com baixo poder de dispersão. A utilização

desses organismos em estudos científicos que descrevem a contaminação por metais pesados é importante para avaliar a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos⁵. O risco de contaminação pelo homem se dá através da sua ingestão e pode aumentar progressivamente, devido ao fato desses organismos serem de grande importância comercial e fazerem parte da dieta alimentar de muitos indivíduos⁶. Além disso, os crustáceos são muito importantes nas relações tróficas entre peixes e animais de fundo arenosos e lodosos⁷.

A espécie *Callinectes ornatus* (Figura 1) ocorre ao longo do Oceano Atlântico Ocidental, em fundos de areia, lama e águas menos salinas, cujas profundidades podem alcançar 75 metros. No Brasil estão amplamente distribuídos da Paraíba ao Rio Grande do Sul⁸.

Este estudo tem como objetivo principal avaliar as concentrações de metais pesados (Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, e Zn) em tecido muscular de siris da espécie *Callinectes ornatus*, visando a sua utilização como futuros biomonitores destes metais para a lagoa de Iquipará (RJ), além de verificar a existência de variação sazonal dessas concentrações no período amostrado e suas possíveis relações com parâmetros biológicos.



Figura 1: *Callinectes ornatus* (Fonte: Braga e col.⁹)

2. Materiais e Métodos

Área de estudo

A lagoa de Iquipari está inserida mais precisamente entre as coordenadas 21°44'20", 21°48'12"S e 41°01'43", 41°02'04"O no município de São João da Barra (RJ) (Figura 2). É um sistema derivado do barramento natural de um pequeno curso d'água de segunda ordem. O rio Iquipari, por sua vez, é um sistema resultante de canais abandonados na região deltaica do rio Paraíba do Sul.^{10,11} Trata-se de uma pequena lagoa costeira

localizada sobre depósitos flúvio-marinhos, circundada por áreas de pastagem e vegetação nativa (restinga), com uma extensão de cerca de 10 km.¹²

Nas últimas décadas a lagoa sofreu aterros por conta do crescimento da atividade agropecuária e agroindustrial. A região da lagoa mais próxima à sua barra é utilizada pela população como área de recreação, ocorrendo a prática de banho e urbanização, cada vez mais presente no local com a presença de loteamentos.¹¹ Processos artificiais de abertura de barra também ocorrem no local, de forma intermitente, principalmente com o intuito de aumentar a produtividade pesqueira.¹²

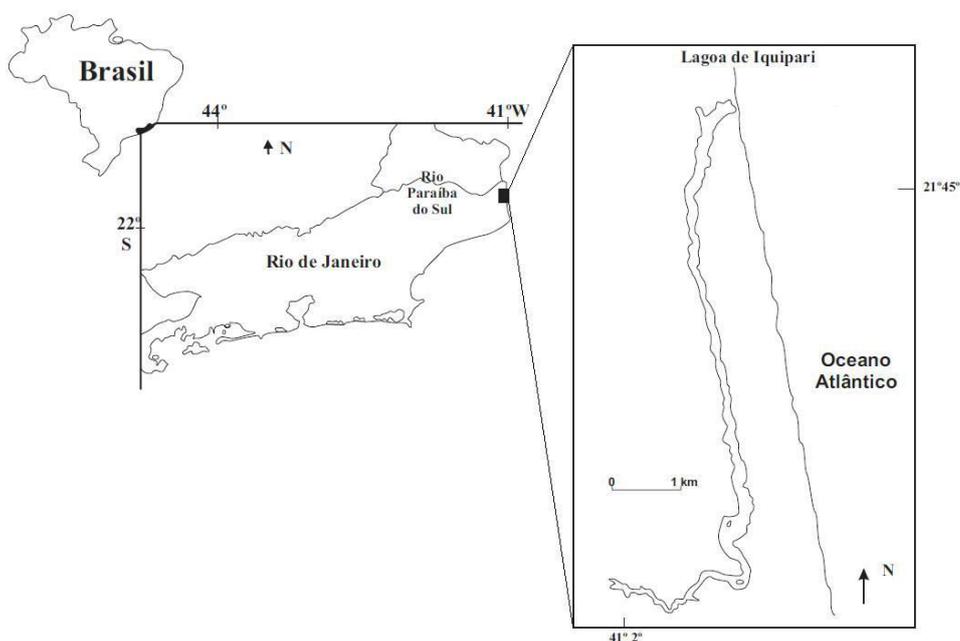


Figura 2. Mapa da lagoa de Iquipari/RJ (Fonte: Lima e col.¹³ - com modificações)

Amostragem e preparo das amostras

Noventa e quatro exemplares de *Callinectes ornatus* foram coletados nos meses de julho/2008,

agosto/2008, outubro/2008, novembro/2008, janeiro/2009, fevereiro/2009 e abril/2009 (Tabela 1) com redes de arrasto com malha de 3 cm. Os meses de julho e agosto foram considerados como período seco e entre outubro e abril como chuvoso.

Tabela 1. Descrição do número de indivíduos (*C. ornatus*) coletados na lagoa de Iquiparí durante os períodos amostrados.

Indivíduo	Período seco	Período chuvoso	Total
Machos	20	36	56
Fêmeas	10	28	38
Total	30	64	94

Para obtenção dos dados biométricos, os exemplares foram medidos e pesados. A largura da carapaça foi medida entre a base dos espinhos laterais com auxílio de paquímetro (0,1 mm) e o comprimento pela posição vertical do abdômen; o peso total úmido foi tomado em balança digital ($\pm 0,0001g$). Os indivíduos foram separados de acordo com o sexo e classificados em jovens e adultos através da morfologia do abdômen (sub-oval ou triangular) no caso das fêmeas, e aderência aos esternitos torácicos (selados nos jovens e livres nos adultos) no caso dos machos.

Determinação de metais pesados nas amostras biológicas

Amostras de aproximadamente 1,0 g de tecido muscular de abdômen foram pesadas em balança digital ($\pm 0,0001g$) e acondicionadas em tubos de ensaio visando à determinação do peso úmido e cada amostra separada em triplicatas analíticas.

O processamento químico das amostras seguiu a metodologia de extração ácida descrita por Páez-Osuna e col.,¹⁴ utilizando-se HNO_3 0,5 N. Para eliminar a possibilidade de contaminação, foram analisadas triplicatas de HNO_3 concentrado para cada bateria de 30 amostras. As concentrações dos metais foram determinadas por espectrofotometria de emissão atômica com plasma induzido (ICP-AES). Foram utilizadas como comparação as concentrações máximas permitidas (C.M.P.) estabelecidas pela ANVISA.¹⁵

O teste estatístico Mann-Whitney com nível de significância de 5% foi empregado para testar a

existência de diferença significativa na concentração de metais entre os sexos, assim como para avaliar as diferenças entre os períodos de coletas da espécie estudada. Além disso, a análise de correlação paramétrica de Pearson ($p < 0,05$) foi empregada para a avaliação de possíveis relações significativas entre as concentrações de metais determinadas no tecido muscular e o tamanho corporal dos indivíduos.

3. Resultados

Todos os valores de concentração dos metais referidos neste trabalho foram expressos em ($\mu g \cdot g^{-1}$) peso úmido e representados por média.

Dentre os metais analisados no presente estudo, os elementos Cr, Ni, Pb, V, e Cd apresentaram em todas as amostras analisadas, concentrações médias abaixo do limite de detecção do método empregado. Como as concentrações de Mn foram detectadas apenas no período seco, este metal não foi considerado no presente estudo. Sendo assim, apenas as concentrações médias de Al, Fe, Cu, e Zn foram discutidas neste trabalho.

Concentração média de metais vs. Sazonalidade

Pode-se observar que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as concentrações médias entre o período seco e chuvoso para todos os metais analisados, sendo o período chuvoso aquele que apresentou as menores concentrações médias dos metais (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração média (desvio padrão) ($\mu\text{g.g}^{-1}$ p.u.) de metais pesados em tecido muscular de *C. ornatus* da lagoa de Iquipará/RJ nos dois períodos amostrados (n=número de indivíduos analisados no período)

Período	N	Al	Fe	Cu	Zn
Seco	30	35,7	19,6	3,9	27,5
		(13,5)	(12,0)	(3,0)	(5,0)
Chuvoso	64	21,2	12,2	2,2	21,1
		(43,9)	(6,8)	(1,4)	(4,5)

Concentração média de metais vs. Sexo

Com relação ao sexo, tanto os machos como as fêmeas apresentaram maiores concentrações médias de metais pesados no período seco (Tabela 3). As concentrações de Al e Fe entre machos e fêmeas foram estatisticamente diferentes neste período

($p < 0,05$). Os machos apresentaram as maiores concentrações médias. Já na estação chuvosa, as fêmeas apresentaram as maiores concentrações médias de Cu, diferindo estatisticamente da encontrada nos machos ($p < 0,05$).

Tabela 3. Concentração média (desvio padrão) de metais pesados ($\mu\text{g.g}^{-1}$ p.u.) em machos e fêmeas de siris da espécie *C. ornatus* coletados na lagoa de Iquipará.

Período	Sexo	Al	Fe	Cu	Zn
Seco	Macho	41,4	23,1	4,5	28,4
		(12,7)	(12,9)	(3,5)	(5,3)
Chuvoso	Fêmea	24,4	12,6	2,9	25,5
		(6,2)	(11,1)	(1,3)	(3,0)
Chuvoso	Macho	21,6	13,6	1,7	21,1
		(4,0)	(8,7)	(0,9)	(4,7)
Chuvoso	Fêmea	20,6	10,4	2,7	21,1
		(3,7)	(2,5)	(1,7)	(4,3)

Correlação entre tamanho e peso corporal

A largura dos exemplares de siri capturados variou entre 7,6 e 12,8 cm no período seco, e entre 7,0 e 13,2 cm no período chuvoso. Já o peso corporal variou entre 24,1 a 139,0 g e entre 20,4 a 121,5 g para estes indivíduos nos mesmos períodos, respectivamente. Foi observada uma correlação positiva entre tamanho corporal e peso no período seco, observando-se o contrário no período chuvoso (Figura 3A e 3B).

Concentração média de metais vs. tamanho corporal

Com relação ao tamanho corporal e a concentração dos metais, foi observado que, em geral, houve correlação positiva para todos os metais analisados (Al, Fe e Zn) em ambos os períodos (ex: Zn Figura 4), exceto para o Cu, que apresentou correlação negativa tanto no período seco quanto no período chuvoso (Figura 5).

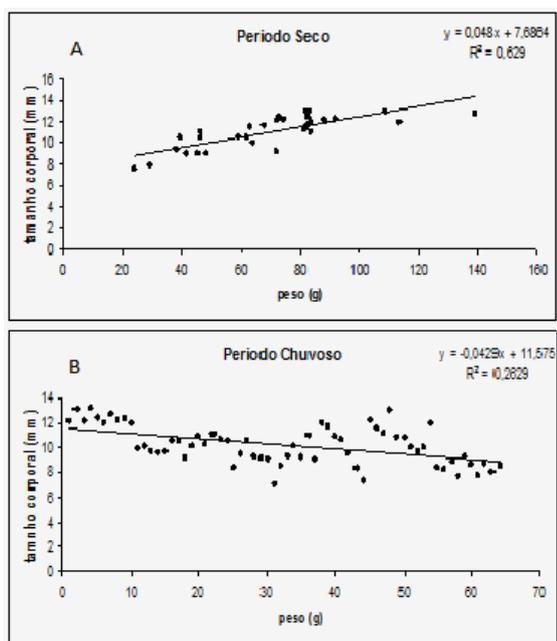


Figura 3. Correlação entre tamanho corporal e peso de *Callinectes ornatus* da Lagoa de Iquiparí durante o período seco (A) e o período chuvoso (B)

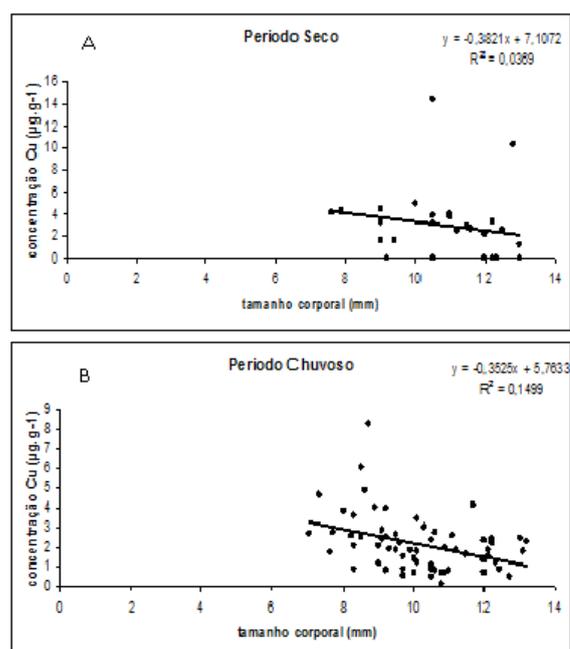


Figura 5. Correlação entre o tamanho corporal (cm) e a concentração de Cu na espécie *Callinectes ornatus* da Lagoa de Iquiparí, no período seco (A) e chuvoso (B)

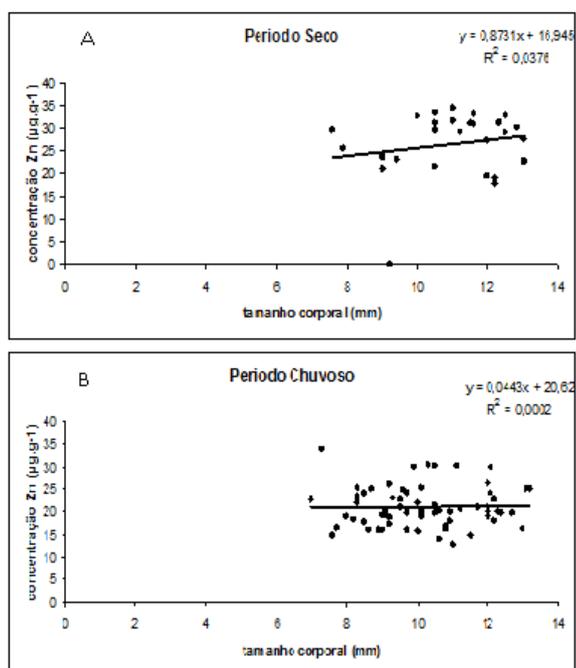


Figura 4. Correlação entre o tamanho corporal (cm) e a concentração de Zn na espécie *Callinectes ornatus* da Lagoa de Iquiparí, no período seco (A) e chuvoso (B)

4. Discussão

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nas concentrações média dos elementos entre o período seco e o chuvoso, sendo as maiores concentrações na época de estiagem. Este padrão foi anteriormente observado em outros corpos hídricos da região, sendo essa variação devido ao efeito de diluição causado pelo aumento do volume de água da lagoa na época de chuva, que faz com que diminuam as concentrações de metais tanto na fração dissolvida quanto na particulada.¹⁶

Mac Farlane e col.,¹⁷ trabalhando com o crustáceo *Heloecius codiformes*, observaram que existe similaridade na dieta de machos e fêmeas, sendo que essa varia dependendo das diferentes necessidades metabólicas de cada indivíduo, o que pode explicar as maiores concentrações de Fe e Al encontradas nos machos no período seco. Segundo os mesmos autores, existe uma tendência das fêmeas acumularem mais cobre do que os machos, devido a este metal ser um elemento essencial para sua maturação sexual, como pode ser observado no presente estudo durante o período chuvoso.

O fato de ter sido encontrado uma correlação positiva entre tamanho e peso corporal dos indivíduos no período seco pode estar relacionado com o processo de muda, pois os indivíduos nesta fase de crescimento acumulam água através do intestino, aumentando em princípio seu volume e não o tamanho. Desta forma, indivíduos nesta fase podem apresentar massas superiores a de outros, de mesmo tamanho ou maiores.¹⁸

Ao contrário do observado, era de se esperar que animais maiores acumulassem concentrações superiores de metais devido ao maior tempo de exposição. De acordo com Mantelatto e Christofolletti,¹⁹ os crustáceos jovens e menores tendem a passar mais vezes pelo processo de muda em função de uma maior atividade metabólica destes animais durante a fase de crescimento, que, desta forma, acabam ingerindo uma maior quantidade de alimentos e conseqüentemente uma maior quantidade de contaminantes, caso estes estejam presentes no ambiente, justificando a correlação negativa observada entre a concentração dos metais e o tamanho corporal, com exceção do Al e Zn no período chuvoso.

Quando comparamos diferentes trabalhos com concentrações de metais pesados em organismos, ou

em seus tecidos, se faz necessária à observação da metodologia utilizada em cada trabalho tendo em vista que alguns autores trabalham com amostras previamente secas em estufa, ou seja, em peso seco (p.s.), e outros com amostras em condições naturais, ou seja, em peso úmido (p.u.). Tendo em vista que organismos aquáticos possuem cerca de 70% de água em seus tecidos, quando trabalhamos com amostras previamente secas em estufa na verdade estamos, ao retirar a água da amostra, aumentando a concentração de metais por grama de amostra analisada. Para maiores detalhes sobre a determinação da umidade de amostras biológicas vide o método descrito no compêndio de normas analíticas do Instituto Adolf Lutz.²⁰

A tabela 4 apresenta um quadro comparativo das concentrações obtidas no presente estudo com as concentrações de metais pesados em tecido muscular de diferentes espécies de siris e caranguejos de várias áreas do Brasil e do exterior. A título comparativo, a concentração de metais pesados do presente estudo originalmente apresentada em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido foi convertida para $\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, utilizando-se da metodologia para este gênero de siri (*Callinectes*) descrita por Virga e col.¹⁸

Tabela 4. Concentração média de metais pesados ($\mu\text{g.g}^{-1}$) em diferentes espécies de crustáceos em diferentes pontos do Brasil e em outros países. (p.s. significa peso seco e p.u. significa peso úmido).

Área de Estudo	Espécie	Al	Fe	Zn	Cu
Lagoa de Iquiparí, RJ, Brasil ^a (p.u.)	<i>Callinectes ornatus</i>	26,5	15,0	23,5	2,9
Lagoa de Iquiparí, RJ, Brasil ^a (p.s.)	<i>Callinectes ornatus</i>	129,9*	73,5*	115,2*	14,2*
Baía de Vitória, ES, Brasil ^b (p.u.)	<i>Ucides cordatus</i>	-	8,2	62,0	4,8
Baía de Sepetiba, RJ, Brasil ^c (p.s.)	<i>Callinectes danae</i>	-	-	94,2	59,1
Baía de Sepetiba, RJ, Brasil ^d (p.u.)	<i>Callinectes danae</i>	-	-	24 - 96	12 - 61
Baía de Sepetiba, RJ, Brasil ^e (p.s.)	<i>Portunus sayi</i>	-	-	82,8	45,3
Baía de Sepetiba, RJ, Brasil ^e (p.s.)	<i>Cronius ruber</i>	-	-	99,6	32,8
Rio Cubatão, SP, Brasil ^f (p.s.)	<i>Callinectes sp.</i>	-	-	2,5 - 34	2,3 - 44
Rio Connecticut, EUA ^g (p.u.)	<i>Callinectes sapidus</i>	3,4	-	32,8	16,0
Rio Quinnipiac, EUA ^g (p.u.)	<i>Callinectes sapidus</i>	3,0	-	31,3	16,2
Rio Thane, Índia ^h (p.s.)	<i>Scylla serrata</i>	-	-	376	73
Rio Bassein, Índia ^h (p.s.)	<i>Charybdis sp.</i>	-	-	164	47
Golfo de Cambay, Índia ⁱ (p.s.)	<i>Metopograpsus maculatus</i>	-	155,9	44,2	175,5
ANVISA ^j (p.u.)	Pescado	-	-	100	30

a) Presente estudo; b) Jesus e col.;²¹ c) Carvalho e col.;²² d) Pfeiffer e col.;²³ e) Lacerda e col.;²⁴ f) Virga e col.;¹⁸ g) Jop e col.;²⁷ h) Krishnamurti e Nair;²⁵ i) Reddy e col.;²⁶ j) ANVISA;¹⁵. *Valores calculados a partir da média da razão peso úmido/peso seco ($4,9 \pm 1,7$) estabelecida para este gênero de siri por Virga e col.¹⁸

Ao comparamos as concentrações obtidas para amostras de siri da Lagoa de Iquiparí com as concentrações encontradas por outros trabalhos como o de Jesus e col.²¹ no caranguejo *Ucides*

cordatus, podemos observar que as concentrações obtidas foram inferiores as observadas por estes autores, tanto para o cobre quanto para o zinco, visto que o estuário da Baía de Vitória sofre influência

antrópica, como lançamento de efluentes portuários, deposição de lixo urbano, invasões e aterros. Se também compararmos as concentrações de metais em siris da Lagoa de Iquipará com outras áreas conhecidamente contaminadas por metais no Brasil, como a Baía de Sepetiba^{22, 23, 24} e no exterior como os rios Thane e Bassein²⁵ e o Golfo de Cambay²⁶ (todos localizados na Índia), é igualmente possível observar que as concentrações do presente estudo são inferiores as dos siris destas regiões supracitadas. Por outro lado, ao comparamos as concentrações obtidas por nós com trabalhos realizados em áreas livres de poluição, como os Rios Connecticut e Quinnipiac²⁷ nos EUA e o Rio Cubatão¹⁸ (SP) no Brasil, podemos observar que as concentrações encontradas têm valores próximos as dessas áreas, ou seja, os resultados do presente estudo indicam que as concentrações obtidas podem ser consideradas como as de áreas pristinas ou de baixa contaminação.

Nenhuma das concentrações médias de metais analisados no presente estudo encontra-se acima dos limites máximos permitidos para consumo humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Desta forma, podemos considerar que quanto a contaminação por metais pesados o consumo destes organismos não oferece risco à saúde humana de populações que tem este item como parte de sua dieta (Tabela 4).

5. Conclusão

As concentrações médias mais elevadas de metais pesados foram observadas no período seco, quando comparadas com as encontradas no período de maior pluviosidade, evidenciando uma sazonalidade na concentração desses elementos na área estudada, destacando-se uma maior absorção de cobre pelas fêmeas no período chuvoso. Ao contrário do esperado, para a maioria dos metais analisados foi observado uma correlação negativa entre o tamanho corporal e as concentrações médias desses elementos.

De uma maneira geral, todas as concentrações observadas nos tecidos musculares de *Callinectes ornatus* da Lagoa de Iquipará foram baixas quando comparadas com as encontradas em outros estudos, podendo ser esta área considerada livre de contaminação por metais pesados. Sendo assim, o consumo deste item de pescado não representa risco para a saúde humana.

Agradecimentos

Esse estudo é parte do projeto do Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – Transferência de Materiais na Interface Continente-Oceano na Costa Leste-Nordeste do Brasil (Proc. nº 573.601/2008-9). Financiamento: FAPERJ (Proc. nº E-26/111.998/2008) e CNPq (Proc. nº 470.396/2008-3). Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de pesquisa de CEVC (Proc. nº 306.603/2006-3).

Referências Bibliográficas

- ¹ Demirak, A.; Yilmaz, F.; Tuna, A. L.; Ozdemir, N. *Chemosphere* **2006**, *63*, 1451. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- ² Jesus, H. C.; Costa, E. A.; Mendonça, A. S. F.; Zandonade, E. *Quim. Nova* **2004**, *27*, 378. [[CrossRef](#)]
- ³ Larcher, W.; *Ecofisiologia Vegetal*, RiMa Artes e Textos: São Carlos, 2000.
- ⁴ Förstner, U.; Wittmann, G. T. W.; *Metal Pollution in the Aquatic Environment*, 2a. Ed., Springer Verlag: Berlin, 1983.
- ⁵ Barroso, L. V.; Medina, R. S.; Moreira-Turcq, P. F.; Bernardes, M. C. Série Meio Ambiente em Debate, 31. Aspectos Ambientais e atividades de Pesca em Lagoas Costeiras Fluminenses, IBAMA, 2000.
- ⁶ Azevedo, A. F.; Chasin, M. A.; *Metais: Gerenciamento da toxicidade*, Atheneu: São Paulo, 2003.
- ⁷ Willians, A. B. *Fishery Bulletin*. **1974**, *72*, 685. [[Link](#)]
- ⁸ Mello, G. A. S. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro. Plêiade/FAPESP, 1996.
- ⁹ Braga, A. A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P. B. *Biota Neotropica* **2005**, *5*, 1. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰ Amador, E. S.; *Seminário sobre conservação de recursos pesqueiros*. Rio de Janeiro, Brasil, 1986.
- ¹¹ PLANÁGUA – SEMADS/GTZ. Lagoas do Norte Fluminense. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RJ, 2002.
- ¹² Suzuki, M. S.; Figueiredo, R. O.; Castro, S. C.; Silva, S. C.; Pereira, C. F.; Silva, J. A.; Aragon, G. T. *Brazilian Journal of Biology* **2002**, *62*, 51. [[CrossRef](#)]
- ¹³ Lima, N. R. W.; Bizerril, C. R. S. F.; Caniçali, M. R.; Suzuki, M. S.; Assumpção, J. *Boletim do Instituto de*

Pesca, **2001**, 27, 191. [[Link](#)]

¹⁴ Paez-Osuna, F.; Pérez-González, R.; Izaguirre-Fierro, G.; Zazueta-Padilha, H. M.; Flores-Campaña, L. M. *Environ. Pollut.* **1995**, 90, 163. [[CrossRef](#)]

¹⁵ Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 685 de 27 de agosto de 1998. Disponível em: <<http://www.avis.gov.br>>. Acesso em: 16 abril 2009.

¹⁶ Carvalho, C. E. V.; Ovalle, A. R. C.; Rezende, C. E.; Salomão, M. S. M. B.; Molisani, M. M.; Lacerda, L. D. *Environmental Geology* **1999**, 37, 297. [[CrossRef](#)]

¹⁷ MacFarlane, G. R.; Booth, D. J.; Brown, K. R. *Aquat. Toxicol.* **2000**, 50, 153. [[CrossRef](#)]

¹⁸ Virga, R. H. P.; Geraldo, L. P.; Santos, F. H. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2007**, 27, 779. [[CrossRef](#)]

¹⁹ Mantelatto, F. L. M.; Christofolletti, R. A. *Marine Biology* **2001**, 138, 585. [[CrossRef](#)]

²⁰ Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos Físicos e Químicos para análises de alimentos/Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Edição eletrônica. [[Link](#)].

²¹ Jesus, H. C.; Fernandes, L. F. L.; Zandonade, E.; Anjos Jr., E. E.; Gonçalves, R. F.; Marques, F. C.; Reis, L. A.; Romano, C. T.; Teixeira, R. D.; Santos Sad, C. M. Avaliação da contaminação por metais pesados em caranguejos e sedimentos de áreas de manguezal do sistema estuarino de Vitória - ES. *Relatório Técnico - Projeto Facitec/PMV-ES*, contrato no 4985717/2001, 40 p., 2003.

²² Carvalho, C. E. V.; Lacerda, L. D.; Gomes, M. P. *Acta Limnologica Brasiliensia* **1993**, 6, 222. [[Link](#)]

²³ Pfeiffer, W. C.; Lacerda, L. D.; Fiszman, M.; Lima, N. R. W. *Ciência e Cultura* **1985**, 37, 297.

²⁴ Lacerda, L. D.; Carvalho, C. E. V.; Gomes, M. P. *Revista Brasileira de Biologia* **1989**, 49, 847.

²⁵ Krishnamurti, A. J.; Nair, V. R. *Indian Journal of Marine Sciences* **1999**, 28, 92. [[Link](#)]

²⁶ Reddy, M. S.; Mehta, B.; Dave, S.; Joshi, M.; Karthikeyan, L.; Sarma, V. K. S.; Basha, S.; Ramachandraiah, G.; Bhatt, P. *Current Science* **2007**, 92, 1489. [[Link](#)].

²⁷ Jop, K. M.; Biever, R. C.; Hoberg, J. R.; Shepherd, S. P. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **1997**, 58, 311. [[CrossRef](#)][[PubMed](#)][[Link](#)]