

Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil

Pb, Cd, Hg, Cu and Zn in mangrove oyster *Crassostrea brasiliana* Cananéia estuary , São Paulo – Brazil

Ingrid C. MACHADO¹ *

Franca D. de MAIO²

Carmen S. KIRA²

Maria de Fátima H. CARVALHO²

RIALA6/912

Machado, I. C. et al. 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

RESUMO. Foram avaliados os níveis de contaminação pelos metais pesados Cd, Hg, Pb, Cu e Zn da ostra *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP. Foram feitas amostragens do molusco no período de dezembro de 1996 a setembro de 1997, a partir de lotes destinados à venda, perfazendo um total de 69 amostras. As medianas obtidas para o mercúrio, chumbo, cádmio, cobre e zinco, na base úmida, respectivamente: 0,02; 0,08; 0,11; 2,6 e 393 mg/kg, encontram-se abaixo dos limites máximos preconizados pela legislação brasileira, exceto para o zinco. Constatou-se que o consumo do produto em questão não apresenta riscos aparentes à saúde, no tocante a este parâmetro específico de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: moluscos; ostra de mangue; *Crassostrea brasiliana*; metais pesados; Cananéia.

INTRODUÇÃO

Os metais pesados estão dentre as várias substâncias que podem provocar problemas de intoxicação humana pela ingestão de alimentos contaminados. De acordo com Mantovani¹⁹, os contaminantes metálicos contidos em certos alimentos, principalmente em pescados, estão muitas vezes

diretamente relacionados com a descarga de efluentes industriais dentro de rios, lagos e oceanos.

No estuário de Cananéia, a contaminação por metais pesados está relacionada com a atividade extrativista mineral exercida na bacia do Rio Ribeira de Iguape, referente às extrações de calcáreo, fosfato, argila, dolomita, chumbo, calcita, prata, ouro, etc³⁰. Inúmeros problemas foram causados pela

* Endereço para correspondência:¹ Instituto de Pesca/Sec. da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo Centro de Aquicultura, Núcleo de Pesquisa de Cananéia – Av. Prof. Besnard, s/n^o, Cananéia-SP, CEP 11990-000, Fone/fax-(0XX13)8511555, e-mail – cananeia@rgt.matrix.com.br

² Instituto Adolfo Lutz/Sec. de Estado da Saúde-SP – Seção de Equipamentos Especializados. Av. Dr. Arnaldo, n^o 355, B. Cerqueira César, CEP01246-902, Fone (0XX11)3068 2923; Fax (0XX11)3085 3505

introdução de rejeitos minerais nos rios, particularmente metais pesados, destacando-se as suas repercussões negativas na fauna aquática.

A bioacumulação de metais pesados em peixes é evidente, mesmo quando estes contaminantes se encontram na água em concentrações quase não detectáveis. No caso de moluscos bivalves, sendo estes organismos filtradores (que se alimentam através de um processo de filtração da água e retenção das partículas em suspensão, principalmente plâncton e microrganismos presentes na água), sofrem de maneira intensa a bioacumulação destes contaminantes, tornando-se muitas vezes impróprios para o consumo humano.

No Brasil existem vários relatos de contaminação da água e organismos aquáticos por metais. Em alguns deles foi evidenciada a ocorrência de bioacumulação em moluscos, como a contaminação da Baía de Todos os Santos-BA por Cd, Hg, Pb e Zn, provocada pelo despejo de esgoto urbano e rejeitos da indústria petroquímica e metalúrgica; da Baía de Guanabara-RJ, por Cr, Cu, Mn e Zn, também devida ao despejo de esgoto urbano e rejeitos da indústria petroquímica e metalúrgica; da Barra da Tijuca-RJ, por Cu, Mn e Zn, sem causa definida; da Baía de Sepetiba-RJ, por Cd, Cr e Zn, provocada pelo despejo de rejeitos da indústria metalúrgica e a contaminação do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia por Pb, oriunda da atividade mineradora no leito do Rio Ribeira de Iguape (Eysink⁸; Pfeiffer²⁵; Rezende citado por José¹⁵).

A ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* consiste em uma espécie estuarina de ocorrência em quase toda a costa brasileira, desde o Estado de Santa Catarina até o Maranhão. No Estado de São Paulo é muito apreciada pelo seu sabor, sendo explorada comercialmente no litoral sul, há várias décadas, principalmente pela população local. A espécie vem sendo estudada e descrita na literatura por diversos autores, sendo salientada a possibilidade de cultivo e manejo da espécie^{6,11,12,21,22,23,24,29}.

Atualmente, cerca de 47 produtores de ostras da região de Cananéia atuam em conjunto, por meio da COOPEROSTRA-Cooperativa dos Produtores de Ostras de Cananéia, concentrando suas atividades no extrativismo combinado com o manejo de bancos naturais, através da engorda de ostras em viveiros tipo tabuleiro. O grupo inicia, ainda, com o apoio do Instituto de Pesca/SAA-SP, as primeiras tentativas de captação de sementes em substratos artificiais, visando a adoção da tecnologia de cultivo integral da espécie, além de estar realizando experimentos com sistemas de criação em “lanternas” (Francisco de Sales Coutinho– Presidente da COOPEROSTRA – com. pessoal, dez 2000). Além disso, o grupo construiu uma estação depuradora, a qual garante a qualidade sanitária da ostra comercializada, no tocante à contaminação orgânica^{7,18}.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o nível de ocorrência dos metais pesados: mercúrio, cádmio, chumbo, zinco e cobre na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia, com vistas ao ordenamento e viabilização da produção comercial deste molusco obtido por extrativismo, manejo

(engorda) ou cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de ostras foram coletadas no período de dezembro de 1996 a setembro de 1997, a partir de lotes destinados à venda, extraídos nos manguezais do estuário de Cananéia por extratores tradicionais das comunidades de Porto Cubatão, Mandira, Retiro e Itapitangui. As amostras foram coletadas com frequência quinzenal, consistindo de duas dúzias de ostras adultas, com idade acima de 1 ano e de tamanho comercial (entre 5 e 10 cm). Em cada dia de amostragem obtinha-se, desta forma, até 4 amostras, de acordo com a procedência dos lotes. Coletou-se, em todo o período, um total de 69 amostras de ostras.

As amostras foram coletadas por água, na comunidade de Retiro, utilizando-se uma embarcação de alumínio de 6m, tipo “voadeira”, e um motor de 25hp e por terra, nas comunidades de Porto Cubatão, Mandira e Itapitangui. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de malha plástica vazada, os quais foram lacrados com presilhas plásticas numeradas, identificados, colocados em caixas de papelão seladas com fita crepe e transportados até o laboratório, onde chegavam vivas e com as valvas firmemente fechadas.

No laboratório, as ostras foram lavadas com água corrente e abertas utilizando-se uma pequena faca. Os tecidos moles das ostras foram cuidadosamente separados da concha, utilizando-se uma espátula plástica, triturados em multiprocessador e imediatamente analisados ou congelados em freezer doméstico para análise posterior.

Para análise de Pb, Cd, Cu e Zn, as amostras foram mineralizadas por via seca, segundo método da AOAC². O chumbo e o cádmio foram determinados por espectrometria de absorção atômica com chama², sendo que o Cd foi lido diretamente, enquanto o Pb foi pré-concentrado por meio de complexação com pirrolidinaditiocarbamato de amônio (APDC) e posterior extração em metilisobutil cetona. As determinações foram realizadas utilizando-se curvas de calibração nas seguintes concentrações: 0,10 a 1,0 mg/L para Pb e 0,050 a 1,0 mg/L para Cd.

As determinações de cobre e zinco foram efetuadas por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio acoplado indutivamente², nos seguintes comprimentos de onda: 324,756 nm e 213,853 nm, respectivamente. Para cobre e zinco foram utilizadas curvas de calibração nas faixas de 1,0 a 10,0 mg/L e 2,5 a 10,0 mg/L, respectivamente.

O mercúrio foi determinado por espectrometria de absorção atômica com gerador de vapor frio, utilizando sistema de injeção em fluxo, nas amostras previamente digeridas com H₂SO₄ / H₂O₂ / KMnO₄³¹, sendo a curva de calibração construída utilizando-se padrões na faixa de concentração de 1,0 a 10,0 µg/L.

Como não possuímos material de referência certificado de ostra, para a verificação da exatidão do método foi empregado

o método de adição de padrão para cobre, zinco, cádmio e chumbo, utilizando-se adições correspondentes a 1, 2 e 4 vezes a concentração do menor padrão, de tal maneira que as adições estivessem dentro da faixa de calibração. As porcentagens médias de recuperação foram respectivamente de 95%, 93%, 97% e 109%.

Quanto ao Hg, foi utilizado material de referência certificado “fish flesh homogenate”, sendo a recuperação de 99%.

Os limites de quantificação para Hg, Cu, Cd, Pb e Zn foram, respectivamente, 0,002; 0,02; 0,05; 0,10 e 0,14 mg/kg.

Para a avaliação estatística dos resultados, foi aplicada a análise de variância (ANOVA one-way) utilizando programa Graph Pad Instat 1990-1993 versão 2.01.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calculou-se a média, desvio-padrão, mediana, valor mínimo e máximo de ocorrência, em mg/kg, para cada metal pesquisado, considerando-se todas as amostragens realizadas. Os resultados encontrados estão apresentados na TABELA 1.

Tabela 1 – Avaliação estatística dos resultados obtidos na determinação de cádmio, chumbo, mercúrio, cobre e zinco em ostras de mangue *C. brasiliana*, em mg/kg, na base úmida.

Parâmetro	cádmio	chumbo	mercúrio	cobre	zinco
Média	0,11	0,08	0,02	2,8	402
Desvio Padrão	0,036	0,026	0,006	0,96	188
Mediana	0,11	0,08	0,02	2,6	383
Valor Mínimo	0,02	0,04	ND*	1,5	145
Valor Máximo	0,22	0,17	0,03	7,7	844

nº de amostras - 69

* ND – não detectado

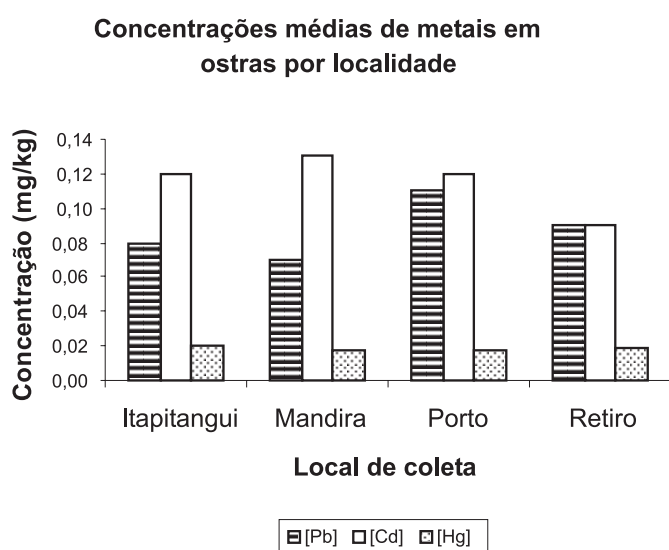


Figura 1: Concentrações médias de Pb, Cd e Hg em ostras, por local de coleta

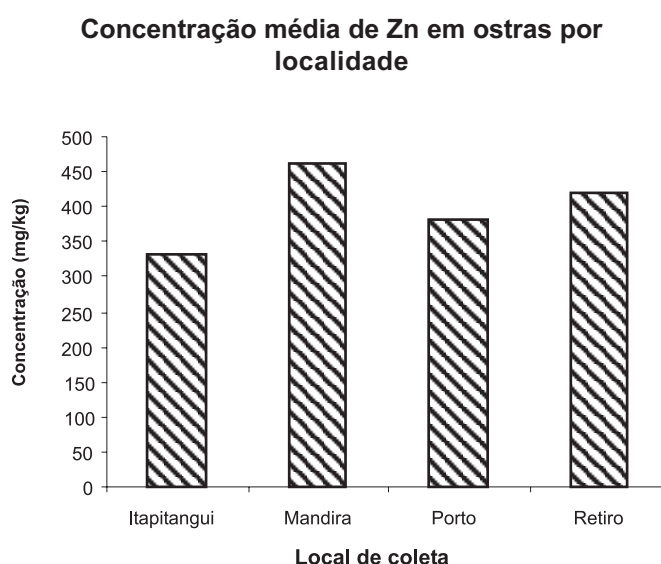


Figura 2: Concentração média de Zn em ostras por local de coleta

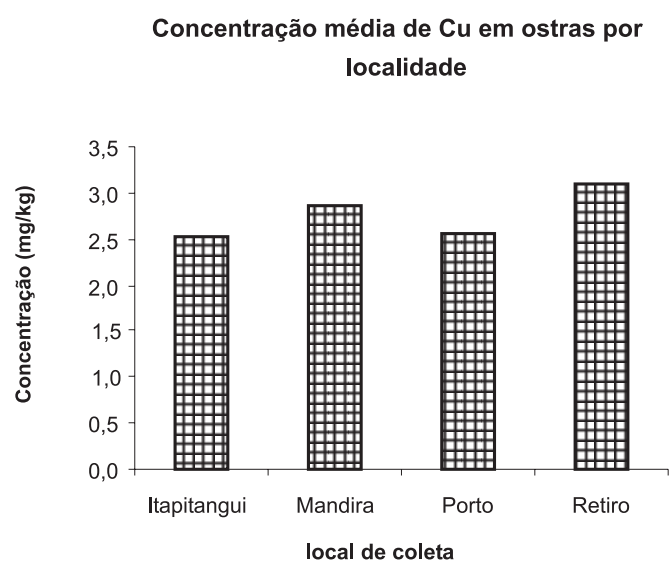


Figura 3: Concentração média de Cu obtida por local de coleta

Os valores médios, bem como os valores máximos de ocorrência de Cd, Pb e Hg nas ostras analisadas encontram-se abaixo dos limites máximos preconizados pela legislação brasileira (Portaria N°685/98)⁵, respectivamente 1,0; 2,0 e 0,5 mg/kg. Com relação ao cobre todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios e de acordo com o Decreto 55871/65⁴ que estabelece o limite de 30,0 mg/kg.

Para o zinco, tanto a média quanto o valor mínimo encontram-se acima do limite estabelecido pela legislação brasileira em vigor (Decreto 55871/65)⁴, que é 50,0 mg/kg, para qualquer tipo de alimento, exceto bebidas alcoólicas e sucos. Na Austrália o limite máximo permitido para ostras é de 1000 mg/kg¹³, sendo que o JECFA ainda não estabeleceu avaliação toxicológica para o zinco.

Na figura 1 estão representadas as concentrações médias de Pb, Cd e Hg em função das diferentes localidades de coleta. As concentrações médias de Zn e Cu em ostras das diferentes localidades estão representadas nas figuras 2 e 3, respectivamente.

A análise de variância (ANOVA one-way) foi aplicada a fim de verificar se havia diferenças estatisticamente significantes entre os teores de metais encontrados nas ostras das diferentes regiões. No caso do Cu, Zn e Hg não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre as concentrações encontradas nos diferentes locais de coleta.

Para o Pb foram verificadas diferenças entre os níveis encontrados nas localidades de Mandira e Porto e Mandira e

Retiro e, para o Cd, os teores encontrados nas localidades de Mandira e Retiro foram considerados estatisticamente diferentes.

Não foram encontradas citações na literatura nacional e internacional sobre contaminantes metálicos na espécie de ostra estudada; portanto, a discussão foi feita em relação aos valores encontrados por outros autores que estudaram espécies diferentes de ostras, em vários países.

Em alguns trabalhos os resultados encontrados são expressos na base seca. Para efeito de comparação, as concentrações médias dos metais analisados foram também calculadas na base seca, sendo o valor médio da umidade encontrado de 80%.

Os teores médios elevados de zinco por nós obtidos (402 ± 188 mg/kg, base úmida e 2010 ± 940 mg/kg, base seca) são comparáveis aos encontrados por Presley²⁷, na espécie *C. virginica*, no Golfo do México (2150 ppm, base seca); Lopez-Artíguez¹⁷, em *C. angulata*, na Espanha (476 µg/g, base úmida); Al-Sayed¹ em *P. radiata*, no Golfo da Arábia (334 ± 96 µg/g, base úmida) e Sadig²⁸, *P. radiata*, no Golfo da Arábia (55-1189 µg/g, na base úmida) e estão de acordo com McCulloch²⁰ que afirma que as ostras têm a característica natural de acumular zinco. Este acúmulo está relacionado com as funções reprodutivas do animal e com o seu estágio de maturação gonadal, que não foram objetos deste estudo.

Nesse sentido, as ostras são boas fontes de zinco¹⁶ e, de acordo com os resultados encontrados, a ingestão de cerca de 40g supre a ingestão diária recomendada pelo Ministério da Saúde, 1998⁵ que é de 15 mg para adultos.

Estudos realizados por Lytle (citado por Bou-Olayan³) e Lopez-Artíguez¹⁷, calculados na base úmida, em áreas não contaminadas, apresentaram teores de chumbo, respectivamente de 0,50 µg/g, na espécie *R. cuneata*, na Baía de St. Louis, Estados Unidos e 0,25 µg/g, em *C. angulata*, na Espanha, teores estes que são superiores aos encontrados neste trabalho (0,08 mg/kg, base úmida; 0,40 mg/kg, base seca).

Com relação ao cádmio, as concentrações descritas, em regiões livres de contaminação, por Hunter¹⁴, na espécie *C. gigas*, no Havaí (0,54 - 0,69 µg/g, base seca) e Favretto¹⁰, *O. edulis* L., Itália (0,29 - 1,01 µg/g, base seca) são semelhantes aos encontrados neste estudo ($0,11 \pm 0,036$, base úmida e $0,55 \pm 0,18$, base seca).

Os teores de mercúrio por nós encontrados ($0,02 \pm 0,006$ mg/kg, base úmida e $0,10 \pm 0,03$, base seca) são comparáveis aos relatados por Favretto¹⁰, na espécie *O. edulis* L., na Itália ($0,091 - 0,586$ µg/g, base seca); Phillips²⁶, *C. commercialis*, Tailândia ($< 0,10$ µg/g, base seca) e Presley²⁷, *C. virginica*, no Golfo do México (0,127 ppm, base seca).

Para o cobre, os níveis encontrados neste estudo ($2,8 \pm 0,96$ mg/kg, base úmida e $14,0 \pm 4,8$ mg/kg, base seca), são muito menores que os relatados por Presley²⁷ (146 ppm, base seca) e Lopez-Artíguez¹⁷ (6,42 µg/g, base úmida) e são comparáveis aos relatados por Al-Sayed¹ ($1,63 \pm 0,25$ µg/g, base úmida).

Estudos realizados por Eysink⁹, em 1988, no Complexo

Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia, mostraram que a região não apresentava teores de zinco, cobre e chumbo acima dos limites recomendados, tanto para a preservação da vida aquática quanto para o sedimento, embora em vários pontos do Vale do Ribeira tivesse sido detectada a presença de níveis elevados de Pb, Cu e Zn.

Os resultados encontrados no presente trabalho confirmam os estudos de Eysink⁹, quanto à não ocorrência de contaminação no estuário de Cananéia por Cu, Hg, Zn e Pb.

CONCLUSÃO

Concluiu-se, por meio do estudo realizado, que a ostra *Crassostrea brasiliana* proveniente do estuário de Cananéia apresenta concentrações de Cd, Pb, Cu e Hg abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, não oferecendo, por conseguinte, riscos aparentes ao consumo humano, no tocante a este parâmetro específico de qualidade, o que torna viável a sua exploração e produção comercial.

RIALA6/912

MACHADO, I. C. et al. Pb, Cd, Hg, Cu and Zn in mangrove oyster *Crassostrea brasiliana* from Cananéia estuary, São Paulo – Brazil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 61(1): 13-18, 2002

ABSTRACT. Samples of Mangrove oyster *Crassostrea brasiliana* from Cananéia estuary, São Paulo-Brazil, were analyzed for heavy metal contamination by flame atomic absorption spectrometry and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP OES). 69 samples were collected, from commercial plots, from December of 1996 to September of 1997. The values of the medians, wet weight basis, obtained for mercury, lead, cadmium, copper and zinc were respectively: 0.02; 0.08; 0.11; 2.6 and 393 mg/kg. No samples analyzed were found in violation of the limits recommended by the Brazilian Food Regulations for fishery products, except for zinc. The consumption of this product can't offer risks to human health, relating to the quality parameter analyzed.

KEY WORDS. molluscs; mangrove oyster; *Crassostrea brasiliana*; heavy metals, Cananéia.

Podemos dizer que as ostras são boas fontes de zinco. Sugerimos que os órgãos competentes do Ministério da Saúde estabeleçam um limite máximo específico para Zn em ostras, tendo em vista o acúmulo natural desse mineral nesse alimento.

REFERÊNCIAS

1. Al-Sayed H. A.; Mahasneh, A. M.; Al-Saad J. Variations of trace metal concentrations in seawater and pearl oyster *Pinctada radiata* from Bahrain (Arabian Gulf). **Mar. Pollut. Bull.**, 28(6): 370-374, 1994.
2. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, 16th ed. Gaithersburg, Maryland, USA, 1995, ch. 9, p.16-18.
3. Bou-Olayan, A-H. et al. Accumulation of lead, cadmium, copper and nickel by pearl oyster, *Pinctada radiata*, from Kuwait Marine environment. **Mar. Pollut. Bull.**, 30(3): 211-214, 1995.
4. BRASIL, Decreto 55.871 de 26 de março de 1965. Dispõe sobre normas regulamentadoras do emprego de aditivos para alimentos. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 9 abr. 1965, Sç. 1.
5. BRASIL, Portaria nº 685 de 27 de agosto de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 24 set. 1998, Sç. 1.
6. Campolim, M.B ; Machado I.C. **Manejo de Bancos Naturais de Ostras, Depuração e Comercialização**. Projeto aprovado e financiado pelo Programa de Execução Descentralizada/PNMA/Min. Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1995.
7. Campolim, M. B.; Machado I.C. Proposta de ordenamento da exploração comercial da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. **Artigos Científicos do Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentado**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo, p 275-287, julho de 1997.
8. Eysink, G. G. J.; Pádua, H. B. de; Piva-Bertoletti, S. A. E. Considerações preliminares sobre os níveis de contaminação por metais pesados e pesticidas organoclorados no Complexo Estuarino-lagunar Iguape-Cananéia e Vale do Ribeira. **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. Cananéia, São Paulo, abr. 3:258-66, 1987.
9. Eysink, G. G. J. et al. Metais pesados no Vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia. **Revista CETESB de Tecnologia Ambiente**, 2(1): 6-13, 1988.
10. Favretto, L et al. Differentiation of wild oysters from three sites by chemometric procedures. **Anal. Chim. Acta**, 248: 51-58, 1991.
11. FIPERJ/Instituto de Pesca. **Apoio ao Desenvolvimento do Cultivo de Moluscos Bivalves no Brasil** (Relatório para a FAO), 1989, 181p.
12. Galvão, M. S. N. et al. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia (25° S; 48° W). **Bol. Inst. Pesca**, 26(2): 27-42, 2000.
13. Hungspreugs, M.; Yaunghthong, C. The present levels of heavy metals in some mollusks of the upper Gulf of Thailand. **Water, Air and Soil Poll.**, 22: 395-402, 1984.
14. Hunter, C.L. et al. Contaminants in oysters in Kaneohe Bay, Hawaii. **Mar. Pollut. Bull.**, 30(10): 646-654, 1995.
15. José, V. F. em **Bivalves e a Segurança do Consumidor**. São Paulo, 1997 (Dissertação de Mestrado.Ciência Ambiental, USP.)

16. King, I. et al. Shellfish: Proximate composition minerals, fatty acids, and sterols. **J. Am. Diet. Assoc.**, 90(5): 677-685, 1990.
17. López-Artíguez, M.; Soria, M.L.; Repetto, M. Heavy metals in bivalve molluscs in the Huelva Estuary. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 42: 634-642, 1989.
18. Machado, I. C.; Campolin M. B. Implantação de uma estação depuradora comunitária no município de Cananéia-SP, visando a certificação sanitária da produção da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana*. **Higiene Alimentar**, 13 (61): 60-61, 1999.
19. Mantovani, D. M. B. Contaminantes Metálicos em Pescado. - **Seminário sobre Controle de Qualidade na Indústria de Pescado. Instituto de Tecnologia de Alimentos** - Universidade Católica de Santos, Santos, jul.1988, 303 p..
20. McCulloch, W. et al. Zinc from oyster tissue as causative factor in mouse death in official bioassay for paralytic shellfish poison. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, 72(2):84-86, 1989.
21. Pereira, O. M. Evolução da Tecnologia de Cultivo de Ostra *Crassostrea brasiliana* em Cananéia, São Paulo, Brasil. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987.
22. Pereira, O.M. A imersão Prévia de Coletores de Larvas de ostras como fator de aumento da fixação de *Crassostrea rhizophorae*. In: **6º Congresso Latino Americano de Aquicultura, 5ª Congresso Brasileiro de Aquicultura**, Florianópolis-SC, 1988.
23. Pereira, O. M. et al. Avaliação do estoque da ostra *Crassostrea brasiliana* (LAMARCK, 1819) em bosques de manguezal da região estuário-lagunar de Cananéia (025°S; 048°W). **Bol. Inst. Pesca**, 26(1):17-31, 2000 a.
24. Pereira, O. M. et al. **Programa de desenvolvimento da criação ordenada de moluscos bivalves no Estado de São Paulo**. São Paulo, Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Série Relatórios Técnicos 02, 2000 b, 27p.
25. Pfeiffer, W.C. et al. Metais pesados no pescado da Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro, RJ. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 37(2): 297-302, 1985.
26. Phillips, D.J.H. Trace metals in bivalve molluscs from Thailand. **Mar. Environ. Res.**, 15:215-234, 1985.
27. Presley, B. J.; Taylor, R. J.; Boothe, P. N. Trace metals in Gulf of Mexico oysters. **Sci. Total Environ.**, 97/98: 551-593, 1990.
28. Sadig, M.; Alam, I. Metal Concentrations in pearl oyster, *Pinctada radiata*, collected from Saudi Arabian Coast of the Arabian Gulf. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 42: 111-118, 1989.
29. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. **Projeto Manejo Sustentável de Recursos Naturais do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape e Cananéia**. Fundação Florestal-SMA/SP, 1993.
30. Setti, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos** - MMA / IBAMA, Brasília-DF, 1994. 344 p.
31. Zenebon, O. **Determinação de mercúrio: uso de H₂O₂ / H₂SO₄ na preparação de amostras de alimentos e estudo sistemático de oxidantes na preparação de amostras de urina**. São Paulo, 1995 - Tese de doutorado, Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Recebido em 20/08/2001; Aprovado em 09/05/2002