



BIODISPONIBILIDADE DE ZINCO DE OSTRAS (*CRASSOSTREA GIGAS*) CULTIVADAS EM FLORIANÓPOLIS / SC*

Roberta CAETANO**

Vera Lúcia Cardoso Garcia TRAMONTE***

Jane PARISENTI**

■ **RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a biodisponibilidade do zinco presente nas ostras *Crassostrea gigas* cultivadas na região de Florianópolis, SC, em ratas adultas (*Rattus norvegicus*). Foi realizado ensaio biológico durante 49 dias, sendo que os 24 animais foram distribuídos em três grupos: G1: dieta controle (AIN-93M); G2: dieta isenta de zinco (AIN-93M modificada); G3: dieta isenta de zinco e acrescida de ostras. Ao final do experimento foram coletados os fêmures dos animais para análise do teor de zinco por espectrofotometria de absorção atômica. As ostras *in natura* apresentaram 4,38mg% de zinco. Quanto ao teor de zinco no fêmur, os grupos G1 ($246,62 \pm 9,97 \mu\text{g Zn/g osso}$) e G3 ($221,41 \pm 15,80 \mu\text{g}$) apresentaram elevadas concentrações ($p < 0,05$) quando comparados ao grupo G0 ($155,0 \pm 32,80 \mu\text{g}$) e G2 ($110,12 \pm 32,88 \mu\text{g}$). As ostras (*Crassostrea gigas*), cultivadas em Florianópolis são fontes de zinco biodisponível.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Ostras; zinco; biodisponibilidade.

INTRODUÇÃO

Os frutos do mar são alimentos de importância nutricional por serem considerados fontes de proteínas de alto valor biológico, por possuírem ácidos graxos essenciais e baixo valor calórico.^{20,28} Além disso, são boas fontes de minerais, como selênio, iodo, flúor, cobre, ferro e zinco.¹⁰

Dentre os frutos do mar, as ostras são consideradas as melhores fontes de zinco²¹ e são bastante disponíveis e apreciadas na região de Santa Catarina, principal estado produtor de moluscos cultivados no Brasil. Em Florianópolis, um dos maiores produtores do estado,¹⁹ as ostras estão presentes na merenda escolar da rede municipal de ensino.

O zinco é o segundo elemento-traço mais abundante no corpo humano e é essencial para várias funções no organismo, sendo componente indispensável para a atividade de inúmeras enzimas e funcionando como estabilizador de estruturas moleculares de constituintes citoplasmáticos.¹⁷ Participa da síntese e degradação de carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, além de desempenhar impor-

tante papel na transcrição de polinucleotídeos e regulação da expressão gênica.¹⁵ Também possui importante função no sistema de defesa antioxidante.²⁵

Nos últimos anos, a deficiência de zinco tem-se tornado um problema nutricional mundial que afeta países desenvolvidos e em desenvolvimento.²⁴ Estudos com diferentes faixas etárias em vários estados brasileiros têm demonstrado deficiência na ingestão de zinco, inclusive em Santa Catarina.^{8, 9, 18, 29}

Dentre os fatores que podem levar à deficiência de zinco estão o seu consumo inadequado e o consumo de substâncias que diminuem a biodisponibilidade de zinco.²² Portanto, tais deficiências podem ser minimizadas através do aumento do consumo de alimentos com altos teores deste mineral e que apresentem alta biodisponibilidade. Entretanto, informações nutricionais quanto aos teores de macro e micronutrientes dos moluscos marinhos são escassas ou incompletas em tabelas de composição química de alimentos, instrumentos usualmente utilizados por profissionais da nutrição e áreas afins como ferramenta de trabalho para cálculo das adequações dietéticas.

As ostras são organismos filtradores cuja composição nutricional pode sofrer interferência de vários fatores, como espécie, sexo, grau de maturação sexual, tamanho, temperatura, local de cultivo, tipo de alimentação e estação do ano.^{14,30}

Diante dessas colocações, a proposta deste trabalho é avaliar a biodisponibilidade do zinco de ostras *Crassostrea gigas* cultivadas em Florianópolis/SC e assim verificar se este alimento pode contribuir com a adequação deste nutriente.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

As ostras *Crassostrea gigas* foram coletadas em fevereiro de 2005 (temperatura da água 26°C) na Fazenda Marinha Atlântico Sul localizada no Ribeirão da Ilha, Baía Sul de Florianópolis, SC.

* Trabalho elaborado com apoio financeiro do Programa de Pós-Graduação em Nutrição/UFSC, Programa de Fomento à Pós-Graduação (PROF) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

** Programa de Pós-Graduação em Nutrição – Curso de Mestrado – Centro de Ciências da Saúde – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Campus Trindade – 88040-970 – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: robertacaetano@edu.estacio.br.

*** Departamento de Nutrição – Centro de Ciências da Saúde – UFSC – Campus Trindade – 88040-970 – Florianópolis – SC – Brasil.

Foram coletadas 120 ostras, sendo processadas imediatamente após a coleta. As ostras foram desconchadas, sendo a parte comestível pesada, desidratada em estufa com circulação de ar a 60°C por 48 horas, triturada em moinho (Fritsch, Pulverisette 14), embalada em saco plástico vedado e congelada a -18°C até o preparo das rações experimentais e análises.

Análise da composição das ostras

Uma amostra (250 g) das ostras desidratadas foi encaminhada para análise do teor de zinco e da composição centesimal, que determinaram o cálculo da ração, visando atender às recomendações de zinco e demais nutrientes preconizados por Reeves et al.²³

A determinação da composição centesimal das ostras foi realizada em triplicata quanto aos teores de umidade, cinzas, proteínas, extrato etéreo, fração nifext e energia, seguindo os métodos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz,¹³ no Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina.

A análise do teor de zinco das ostras foi realizada através da metodologia AOAC² e a leitura foi feita em espectrômetro de absorção atômica da marca HITACHI, modelo Z-8230, no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

As vidrarias e os frascos plásticos utilizados para a realização das análises foram lavados com detergente neutro (Solução de Extran a 3%), enxaguados em água deionizada, colocados em banho de solução de ácido nítrico a 20% por período mínimo de 12 horas e enxaguados com água deionizada para minimizar a contaminação por metais.

Ensaio biológico

A avaliação da biodisponibilidade de zinco foi realizada através de ensaio biológico com duração de 7 semanas (49 dias) utilizando 24 ratas fêmeas (*Rattus norvegicus*) da linhagem Wistar, adultas jovens e com peso inicial de cerca de 150 ± 10g.

Um grupo de 6 animais foram sacrificados no dia zero para coleta do fêmur, constituindo-se o grupo zero. Os demais animais foram colocados em gaiolas metabóli-

cas individuais de aço inox, e divididos em 3 grupos de 6 animais cada. A sala do experimento foi climatizada a 22°C (±2°C), com ciclo claro/escuro de 12 horas. Os animais receberam água e alimento “ad libitum”, sendo manipulados três vezes na semana, conforme protocolo do Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina. Desta forma, acompanhou-se o consumo alimentar e ganho de peso dos animais que foram submetidos a pesagens semanais.

O experimento foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de ensino do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e do Comitê de Ética no Uso de Animais da UFSC.

Rações

As rações experimentais tiveram como base a formulação proposta pelo American Institute of Nutrition – AIN-93M.²³ Os animais foram distribuídos em quatro grupos, conforme o tipo de dieta a ser oferecida: G0: sacrificado no dia 1; G1: Controle (AIN-93M); G2: Isenta de Zn (dieta semelhante à AIN-93M, porém isenta de zinco); G3: Ostras (dieta isenta de zinco e acrescida de ostras *Crassostrea gigas*). Por serem as ostras fontes de proteínas e gorduras, considerou-se suas respectivas quantidades e adicionou-se caseína, óleo de soja e amido de milho até completar os valores recomendados de macronutrientes, tornando a ração do grupo G3 semelhante à ração controle (Tabela 1). Ao final do experimento foi calculado o coeficiente de eficácia alimentar (CEA)⁴ das rações.

Coleta dos Fêmures

No início do experimento foram coletados os fêmures dos animais do grupo G0 e, após 49 dias, dos demais grupos, para análise do teor de zinco. Os ratos foram sacrificados por inalação com éter etílico e dissecados para a retirada dos fêmures. Os fêmures foram pesados, embalados e congelados para posteriores análises.

Análise do zinco no fêmur

A determinação do teor de zinco dos fêmures foi realizada por meio de técnicas de espectrofotometria de

Tabela 1 – Ingredientes (g) utilizados no preparo de 1 quilo das rações G1 (AIN-93M) e experimentais G2 (isenta de ostras) e G3 (com ostras).

Ingredientes*(g)	Controle G1	Isenta zinco G2	Ostras G3
Caseína	140	140	96,36
Ostra desidratada em pó	-	-	107,14
Óleo de soja	40	40	29,44
Mix-mineral	35	-	-
Mix-mineral sem zinco	-	35	35
Amido	620,69	620,69	567,75

*Demais ingredientes iguais para todas as rações, conforme AIN-93M: sacarose, fibra, mix-vitamínico, cistina, bitartarato de colina, tert-butil hidroquinona.

absorção atômica, por leitura direta em solução de amostras oxidadas a 150°C por via úmida. Para esse processo, utilizou-se ácido nítrico a 65% em bloco digestor, clareadas com peróxido de hidrogênio e diluídas em água deionizada (milli-Q), seguindo os métodos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz adaptados por Mazza.¹⁶ As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo – USP. Para controle da metodologia de análise, utilizou-se o material de referência certificado Bovine Liver (1577b – NIST – National Institute of Standards and Technology). Procedeu-se a leitura das triplicatas em um espectrofotômetro da marca HITACHI, modelo Z-5000, equipado com lâmpada de cátodo oco e calibrado nas seguintes condições de trabalho: comprimento de onda de 213,9nm, fenda de 1,3nm, chama oxidante com mistura de acetileno (25), ar (40) e três leituras em cada triplicata com tempo de integração de quatro segundos.

Análise estatística

Foram calculadas medidas de tendência central e de dispersão das variáveis em estudo. Considerando o tamanho da amostra (n<50) e a distribuição assimétrica, os resultados foram analisados pelo teste Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn. Considerou-se um intervalo de confiança de 95%, sendo estatisticamente significantes os resultados com p< 0,05. Foi utilizado o programa SPSS (versão 10.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal e valor calórico das ostras encontram-se na Tabela 2.

As ostras *Crassostrea gigas* coletadas em Florianópolis/SC apresentaram 4,38mg% de zinco quando *in natura* e 28mg% de zinco quando desidratadas para o preparo das rações. Curtius et al.⁷ em estudo da composição de zinco de ostras da mesma espécie de Santa Catarina, verificou valores aproximados ao do presente estudo, sendo 35,3mg% de zinco em base seca. Já Pedrosa & Cozzolino²¹ encontraram 66,10mg do mineral em 100g de ostras *Crassostrea rizophorae* cruas, coletadas na cidade de

Natal/RN. No estudo de Cavalcanti⁵ realizado com ostras *Crassostrea* procedentes de Recife/PE no mês de fevereiro de 2002, foram encontrados 17,64mg de zinco em 100g de amostra *in natura*.

Comparando os valores acima apresentados, percebe-se que o teor de zinco das ostras é variável entre as regiões de procedência.

Alguns estudos têm determinado o teor de minerais, entre eles o zinco, de moluscos marinhos com o intuito de verificar se existe contaminação das águas de cultivo.^{3,5,27} Segundo ANZFA (Austrália, New Zealand Food Authority), o limite de tolerância para o zinco em ostras é de 1000µg/g.³

Portanto, considerando que as ostras podem ser utilizadas como animais indicadores de contaminação ambiental por metais pesados, podemos concluir que, pelo menos em relação ao zinco nas ostras do presente estudo, não há excesso deste metal, de forma que podem ser consumidas sem que haja risco de toxicidade.

A recomendação atual de zinco dietético é de 8mg/dia para mulheres e 11mg/dia para homens.⁶ Desta forma, seriam necessários cerca de 200g da parte comestível das ostras deste estudo para suprir estas necessidades diárias, supondo que este alimento fosse a única fonte de zinco da dieta.

No Brasil, o consumo de alimentos de origem aquática é de aproximadamente 5,6kg por habitante ao ano, muito abaixo da recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 13,1kg por habitante ao ano.¹ Conhecendo-se a composição nutricional dos moluscos e constatando-se ser este um alimento seguro, o consumo das ostras poderia ser encorajado para contribuir ao aumento da ingestão total de frutos do mar e, desta forma, trazer inúmeros benefícios nutricionais à saúde.

Além das ostras, as carnes bovinas, o fígado, os ovos, os feijões e as castanhas estão entre as principais fontes alimentares de zinco.⁶ Ao compararmos estes alimentos com as ostras, podemos observar que as do presente estudo possuem bom conteúdo de zinco, sendo este equivalente à principal fonte entre estas citadas - ou seja, a carne bovina, além de possuírem outras qualidades nutricionais com relação à macro e micronutrientes.

Tabela 2 – Composição centesimal (g%), valor calórico (kcal/100g) e teor de zinco (mg%) das ostras (*Crassostrea gigas*) *in natura* coletadas na região sul de Florianópolis/SC.

Nutriente	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos	Calorias	Zinco
Ostra <i>In natura</i>	85,21	1,6	6,37	1,54	5,28	60,46	4,38
Ração Controle (G1)	9,22	2,44	10,88	4,38	73,09	375,28	30,13
Ração Isenta Zn (G2)	9,53	2,42	11,1	4,45	72,5	374,45	8,87
Ração Ostras (G3)	9,2	3,39	11,65	4,19	71,57	370,55	44,52

Média das análises em triplicata.

A Tabela 2 apresenta a composição nutricional e o teor de zinco das rações oferecidas aos animais. As rações apresentaram, em geral, pequena variação em relação aos macronutrientes e umidade. A ração contendo ostras apresentou maior teor de cinzas devido à grande concentração de minerais presentes nas ostras (Tabela 2).

No presente estudo, o Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) foi semelhante em todos os grupos, demonstrando que todas as rações apresentaram valor biológico semelhante ($p=0,732$) (Tabela 3).

Em relação ao consumo total de ração, verifica-se que os animais submetidos aos diferentes tratamentos apresentaram semelhante ingestão alimentar durante o ensaio biológico, o que demonstra boa palatabilidade e aceitabilidade das rações, inclusive daquela acrescida de ostras. Além disso, observa-se que, embora a quantidade de zinco consumida pelos animais do grupo G2 estivesse muito abaixo dos índices recomendados, o consumo alimentar foi semelhante aos demais grupos. A hipótese de que a deficiência de zinco causaria anorexia em humanos, como sugerido por Hambidge,¹¹ não foi observada nas ratas adultas.

Quanto ao desenvolvimento ponderal, não houve diferença significativa no ganho de peso total dos animais dos diferentes grupos experimentais, demonstrando que as dietas com conteúdos variados de zinco não interferiram no ganho de peso, pelo menos em curto prazo. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Urbano & Goni³¹ em estudo da biodisponibilidade de zinco em ratos alimentados com plantas comestíveis marinhas, onde verificaram que a adição destes alimentos não afetou o ganho de peso ou o CEA em nenhum dos grupos avaliados, até mesmo no grupo que recebeu menor quantidade de zinco. Já Henty et al.¹² em ensaio biológico realizado com ratos recebendo dieta pobre em zinco, demonstraram que a deficiência de zinco interferiu negativamente no crescimento e desenvolvimento dos animais.

Ao analisar o teor de zinco nos ossos dos animais do presente estudo, os resultados mostraram que os grupos G3 e G1, ao final do experimento, apresentaram os maiores valores de zinco no fêmur, sendo estatisticamente significativa esta diferença em comparação ao grupo G0 e G2 ($p<0,01$), no qual foram encontrados os menores valores de zinco (Tabela 3). Estes resultados mostram-se condizentes

e satisfatórios, pois o grupo que recebeu ostras como única fonte de zinco na dieta obteve valores de zinco fixados no fêmur semelhantes aos valores do G1, alimentado com a dieta AIN-93M, a qual é específica para a espécie e idade dos animais e contém seus nutrientes totalmente biodisponíveis. Este resultado indica que o zinco das ostras analisadas tem boa biodisponibilidade.

Dados da literatura relatam a biodistribuição de zinco preferencialmente nos ossos, que apresentam a maior concentração do mineral seguido dos testículos, fígado e pâncreas.²⁴ Pode-se perceber, através do grupo de animais que recebeu a ração isenta de zinco, cujo teor deste mineral na dieta ficou muito abaixo da recomendação, que a manutenção do mineral no organismo se fez, em parte, a custo da diminuição da concentração de zinco nos fêmures dos animais.

Yamaguchi et al.³² detectaram um significativo aumento do conteúdo de zinco e cálcio no fêmur com a administração de zinco de levedura ou outras formas suplementadas. Este estudo demonstrou que o zinco de levedura possui alta biodisponibilidade em ratos e que sua administração induz a um efeito anabólico na calcificação óssea *in vivo*. Os autores complementam ainda que a ingestão suplementar de zinco dietético pode contribuir na prevenção da osteoporose com o aumento da idade.

De acordo com os dados encontrados na literatura sobre os facilitadores da biodisponibilidade de zinco (ausência de ácido fítico, presença de proteínas de origem animal e de aminoácidos como a glicina e baixa razão molar ferro: zinco nas ostras),⁶ pode-se explicar, no presente estudo, a alta biodisponibilidade do zinco das ostras.

A adequação alimentar de zinco é essencial para prevenir a deficiência desse mineral e colaborar com a manutenção da saúde. Entretanto, como citado anteriormente, diversos estudos têm demonstrado carência de zinco nas populações. Suplementação e/ou fortificação de alimentos tem sido utilizada como alternativa de recuperação do estado nutricional relativo a este nutriente.

No entanto, segundo Salgueiro et al.²⁴ há dificuldades em se encontrar um composto de zinco adequado para atuar como agente fortificante. O sulfato de zinco e óxido de zinco são os mais usados, mas possuem sérias desvantagens, como alteração das características sensoriais e insolú-

Tabela 3 – Efeitos das ostras (*Crassostrea gigas*) no consumo alimentar (g), variação do peso corporal (g), coeficiente de eficácia alimentar (CEA) e Zn no fêmur (μg) dos animais experimentais.

Grupo	G0	G1	G2	G3	p
Consumo ração	-	713,33 \pm 40,75	753,54 \pm 86,77	722,55 \pm 40,34	0,677
Ganho de peso	-	73,42 \pm 17,55	73,50 \pm 28,95	73,03 \pm 9,46	0,921
CEA	-	0,10 \pm 0,02	0,09 \pm 0,03	0,10 \pm 0,02	0,732
Zn no fêmur*	155,0 \pm 32,80 ^b	246,62 \pm 9,97 ^c	110,12 \pm 32,88 ^b	221,41 \pm 15,80 ^c	<0,05

Valores representados através da média \pm DP.

* Letras diferentes significam diferença significativa em nível de 5%. Kruskal-Wallis, $p<0,05$ e teste Post-hoc Dunn.

bilidade. Sandström²⁶ alerta que a suplementação de micronutrientes deve ser bem controlada, principalmente quando envolver um único nutriente, devido às diversas interações que podem ocorrer.

Neste sentido, o consumo de ostras e alimentos à base de ostras pode ser uma boa alternativa na prevenção e tratamento de populações que apresentem risco ou deficiência de zinco.

CONCLUSÃO

As ostras (*Crassostrea gigas*) coletadas na região sul de Florianópolis possuem zinco biodisponível em quantidade que não oferece risco de toxicidade.

Sugere-se que uma dieta saudável, associada ao consumo de ostras, possa ser uma alternativa para a recuperação e manutenção do estado nutricional de zinco.

CAETANO, R.; TRAMONTE, V.L.C.G.; PARISENTI, J. Zinc bioavailability of oysters (*Crassostrea gigas*) cultivated in Florianópolis / SC. **Alim.Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 605-610, out./dez. 2009.

■**ABSTRACT:** The aim of the study was to determine the zinc bioavailability in diet containing *Crassostrea gigas* oysters cultivated in the region of Florianópolis, SC, in female rats (*Rattus norvegicus*). The biological essay lasted 49 days, being the 24 animals distributed in three groups: G1: diet control (AIN-93M), G2: zinc-free diet (AIN-93M modified), G3: zinc-free diet, added with oysters. At the end of the experiment the femurs of the animals were collected to analyse zinc content by atomic absorption spectrophotometry. Oysters *in natura* presented 4,38mg% of zinc. Related to zinc content in the femur, G1 (246,62 ± 9,97 µg/g bone) and G3 (221,41 ± 15,80 µg/g) groups presented high concentrations (p < 0,05) when compared to G0 (155,0 ± 32,80 µg/g) and G2 group (110,12155,0 ± 32,80 µg/g) e G2 (110,12 ± 32,88 µg/g). Oysters (*Crassostrea gigas*) cultivated in Florianópolis present significant zinc amount and high bioavailability.

■**KEYWORDS:** Oysters; zinc; bioavailability.

REFERÊNCIAS

1. ARANA, L. V. Estado da arte. In: _____. **Fundamentos de aqüicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004. p. 207-219.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**: n. 968.08. 18thed. Gaithersburg, 2005. cap. 4, p. 57.
3. BRAGIGAND, V. et al. Estimates of trace metal bioavailability to humans ingesting contaminated oysters. **Food Chem. Toxicol.**, v. 42, p. 1893-1902, 2004.
4. CAMPBELL, J. A. Method for determination of PER e NPR. In: CAMPBELL, J. A. **Evaluation of protein quality**. Washington, DC: Food and Nutrition Board. Committee on Protein Quality, 1963. p. 31-32.
5. CAVALCANTI, A.D. Monitoramento da contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, Pernambuco, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 5, p. 1545-1551, 2003.
6. COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2007. 1200p.
7. CURTIUS, A. J.; SEIBERT, E. L.; FIEDLER, H. D. Avaliando a contaminação por elementos traço em atividade de maricultura. Resultados parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Quím. Nova**, v. 26, n. 1, p. 44-52, 2003.
8. DANTAS, R. P.; COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de zinco em dieta regional de São Paulo. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 40, p. 221-230, 1990.
9. FAVARO, D. I. et al. Determination of various nutrient and toxic elements in different Brazilian regional diets by neutron activation analysis. **J. Trace Elem.**, v. 11, p. 129-136, 1997.
10. GORDON, D. T. Minerals in seafoods: their bioavailability and interactions. **Food Technol.**, v. 42, n. 5, p. 156-159, 1988.
11. HAMBIDGE, M. K. Human zinc deficiency. **J. Nutr.**, v. 130, supl., p. 1344-1349, 2000.
12. HENDY, H. A.; YOUSEF, M. I.; EL-NAGA, N. I. A. Effect of dietary zinc deficiency on hematological and biochemical parameters and concentrations of zinc, copper, and iron in growing rats. **Toxicology**, v. 167, p. 163-170, 2001.
13. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**. São Paulo, 1985. 533p.
14. LINEHAN, L. G.; O'CONNOR, T. P.; BURNELL, G. Seasonal variation in the chemical composition and fatty acid profile of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). **Food Chem.**, v. 64, n. 2, p. 211-214, 1999.
15. MACDONALD, R. S. The role of zinc in growth and cell proliferation. **J. Nutr.**, v. 130, p. 1500-1508, 2000.
16. MAZZA, R. P. D. **Biodisponibilidade de zinco de diferentes fontes de suplementação em dieta regional de São Paulo (estudo em ratos)**. 1992. 155f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
17. MCCALL, K. A.; HUANG, C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **J. Nutr.**, v. 130, supl., p. 1437-1446, 2000.
18. NAGAHAMA, D. et al. Composição química e percentual de adequação da dieta dos servidores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, Brasil. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 32, n. 2, p. 267-276, 2000.

19. OLIVEIRA NETO, F. M. O. Bons resultados da ostreicultura fizeram malacocultura catarinense crescer em 2006. **Panor. Aqüicult.**, v. 17, n. 100, p. 41-43, 2007.
20. PARISENTI, J. **Determinação dos esteróis e ácidos graxos em ostras (*Crassostrea gigas*) da região de Florianópolis – SC e efeito do seu consumo no colesterol sérico de ratas (*Rattus norvegicus*)**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
21. PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 21, n. 2, p. 154-157, 2001.
22. PRASAD, A. S. Zinc deficiency in women, infants and children. **J. Am. Coll. Nutr.**, v. 15, n. 2, p. 113-120, 1996.
23. REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY, G. C. AIN-93 purified diet for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **J. Inst. Nutr.**, v. 123, p. 1939-1951, 1993.
24. SALGUEIRO, M. J. et al. Zinc as an essential micronutrient: a review. **Nutr. Res.**, v. 20, n. 5, p. 737-755, 2000.
25. SALGUEIRO, M. J. et al. Zinc status and immune system relationship: a review. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 76, n. 3, p. 193-205, 2000.
26. SANDSTRÖM, B. Bioavailability of zinc. **Eur. J. Clin Nutr.**, v. 51, n. 1, supl., p. 17-19, 1997.
27. SILVA, C. A. R. et al. Biomonitoring of trace metal contamination in the Potengi Estuary, Natal (Brasil), using the oyster *Crassostrea rhizophorae*, a local food source. **Wat Res.**, v. 35, n. 17, p. 4072-4078, 2001.
28. SOUTHGATE, D. A. T. Trace elements: data bases and food composition compitations. **Food Chem.**, v. 43, p. 289-293, 1992.
29. TRAMONTE, V. L. C. G. **Biodisponibilidade de ferro e zinco de dieta típica da população brasileira de baixa renda. Estudo com isótopos estáveis em humanos**. 1995. 142f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
30. TRAMONTE, V. L. C. G.; PARISENTI, J.; FACCIN, G. L. Composição nutricional de ostras, in natura e cozidas, coletadas em diferentes estações do ano, na cidade de Florianópolis, SC. **Hig. Alimen.**, v. 19, n. 134, p. 31-34, 2005.
31. URBANO, M. G.; GOÑI, I. Bioavailability of nutrients in rats fed on edible seaweeds, Nori (*Porphyra tenera*) and Wakame (*Undaria pinnatifida*) as a source of dietary fibre. **Food Chem.**, v. 76, p. 281-286, 2002.
32. YAMAGUCHI, M.; IGARASHI, A.; UCHIYAMA, S. Bioavailability of zinc yeast in rats: stimulatory effect on bone calcification in vivo. **J. Health Sci.**, v. 50, n. 1, p. 75-81, 2004.