

Mercúrio e glutatona em pescadoras do nordeste paraense

Claudia Simone Baltazar de Oliveiraⁱ

Abner Ariel da Silva Limaⁱⁱ

Aline Barreto Sáⁱⁱⁱ

Maria da Conceição Pinheiro^{iv}

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol11ed2.333>

Resumo

Avaliar a associação da concentração de mercúrio e alterações de componentes do sistema glutatona em mulheres residentes de área marítima da região nordeste, no Pará. **Material e métodos:** Participaram 106 mulheres, entre 13 a 55 anos, da Vila de pescadores de Caratateua do município de Bragança, no estado do Pará. As informações demográficas e amostras biológicas foram obtidas durante a visita à comunidade através de formulários clínico epidemiológicos. As análises de mercúrio total foram realizadas no laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental do NMT/UFPA, no espectrofotômetro de absorção atômica Mercury Analyzer SP3d da Nippon Corporation. As análises de bioquímicas oxidativas foram realizadas (GSH e GSSG), através do espectrofotômetro de absorção UV. **Resultados:** A mediana de Hgtotal foi 1.72µg/g, 1º. e 3º quartil de 0,9 e 3,3 µg/g respectivamente e máximo de 20.7 µg/g. Embora 8,4% da população estudada ultrapassou o limite de 6 µg/g da OMS para populações exposta através da alimentação, foi observada diferença estatística altamente significativa entre os níveis de mercúrio e o referido parâmetro da OMS, $p < 0,01$. A mediana de GSSG e GSH foi de 1.31 e 0.5 mg/MI respectivamente. Não foi observada associação entre os níveis de mercúrio e a dosagem de glutatona oxidada e reduzida, $p > 0,05$. **Conclusão:** Conclui-se que a população de Caratateua estudada encontra-se em mais de 90% dentro dos padrões de normalidade de mercúrio, não foi observada nenhuma associação com as dosagens dos componentes do sistema glutatona. Demonstrando que a exposição ao mercúrio não está contribuindo com supressão do sistema antioxidante nesta região. No entanto, sugere-se a necessidade de mais estudos visando investigar a origem da exposição ao metal.

Palavras-chave: Mercúrio. Estresse oxidativo. Comunidade. Marítima. Glutatona.

Mercury and glutatona in fisheries of northeast paraense

Abstract

To evaluate the association of mercury concentration and changes in components of the glutathione system in women living in the sea area of the northeast region of Pará. **Material and methods:** 106 women, aged 13 to 55 years, participated in the Caratateua fishermen village in the municipality of Bragança, in the state of Pará. Demographic information and biological samples were obtained during the visit to the community through epidemiological clinical forms. The total mercury analyzes were performed in the NMT / UFPA Laboratory of Human

and Environmental Toxicology in the Nippon Corporation Mercury Analyzer SP3d Atomic Absorption Spectrophotometer. Oxidative biochemical analyzes were performed (GSH and GSSG) through the UV absorption spectrophotometer. Results: The median of Hgtotal was $1.72\mu\text{g} / \text{g}$, 1°. And 3rd quartile of 0.9 and $3.3\mu\text{g} / \text{g}$ respectively and a maximum of $20.7\mu\text{g} / \text{g}$. Although 8.4% of the study population exceeded the WHO limit of $6\mu\text{g} / \text{g}$ for exposed populations through feeding, a highly significant statistical difference was observed between mercury levels and WHO parameter, $p < 0.01$. The median GSSG and GSH was 1.31 and 0.5 mg / ml, respectively. There was no association between mercury levels and oxidized and reduced glutathione dosage, $p > 0.05$. Conclusion: It is concluded that the population of Caratateua studied is more than 90% within normal mercury standards, no association was observed with the dosages of glutathione components. Demonstrating that exposure to mercury is not contributing to suppression of the antioxidant system in this region. However, the need for further studies to investigate the origin of metal exposure is suggested.

Keywords: Mercury. Oxidative stress. Community, Maritime. Glutathione.

Recebido em 20/07/2017 Aceito em 03/05/2018

INTRODUÇÃO

O mercúrio assume um papel importante na indução do estresse oxidativo (EO), capaz de provocar alterações nos mecanismos redox celulares^{1,2}. No organismo animal ele induz ao aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), depleção de elementos do sistema antioxidante e consequente perda da homeostase celular^{3,4,5,6}.

Os processos de oxi-redução ocasionados pelo mercúrio ocorrem em virtude de sua característica físico-químicas, como afinidade a componentes sulfidrílicos presentes no sistema glutatona, na cisteína (CYS), metalotioneinas e albumina, todos estes partes do sistema antioxidante^{7,8}.

Algumas comunidades principalmente as residentes nas margens dos rios e mares estão expostas ao metilmercúrio e conseqüentemente aos danos causados pelo EO através do consumo de peixe contaminado por mercurio^{9,10}. Dessa maneira, a quantificação e avaliação de elementos do sistema glutatona, poderão esclarecer a força e o desempenho do mercúrio na indução do estresse oxidativo nestas populações.

Na Amazônia brasileira, já foram realizados diversos estudos em regiões fluviais, no que se refere a exposição ao mercurio.No entanto, são poucos os estudos em humanos realizados na região marítima^{11,12,13}.

Assim, esse estudo se propôs a quantificar o mercúrio total e avaliar a sua associação na alteração e modulação de componentes do sistema glutatona em um grupo populacional residente em área marítima da região nordeste do estado do Pará¹⁴.

METODOLOGIA

Este estudo foi do tipo analítico, descritivo, transversal, observacional realizado em mulheres residentes da comunidade de Caratateua, no município de Bragança, zona marítima, região nordeste do estado do Pará. Participaram 106 mulheres entre 13 e 55 anos de idade residentes há mais de um ano nesta comunidade e que tinham o peixe como sua principal fonte de proteína. Foram excluídos indivíduos que tinham histórico de estresse mental, físico, portadores de doenças crônicas degenerativas, usuários de drogas lícitas e ilícitas e quimioterápicas.

A matriz biológica de escolha para análise de mercúrio total foi o tecido capilar, em virtude do tipo de exposição, alimentar. Estas foram coletadas da região occipital do couro cabeludo, identificadas e armazenadas em envelope de papel. Todas as análises de mercúrio total foram realizadas no espectrofotômetro de absorção atômica SP3d da Nippon Corporation no Laboratório de Toxicologia Humana e ambiental do Núcleo de Medicina Tropical da UFPA. A exatidão e precisão foram estabelecidas por meio de análises em duplicata e o material certificado IAEA 085 respectivamente.

Os testes escolhidos para mensuração do estresse oxidativo incluíram componentes do sistema glutatona como glutatona total (GSHT), glutatona reduzida (GSH), glutatona oxidada (GSSG). As análises de glutatona reduzida e oxidada foram realizadas em campo, durante visita a comunidade. Neste momento, foram coletadas amostra de sangue através da punção venosa, em tubos contendo EDTA. Todas as análises de GSH foram realizadas em sangue total, através da espectrofotometria UV, a 412 nm¹⁵.

Os resultados de mercúrio total e dos marcadores oxidantes e antioxidantes são apresentados através de gráfico e tabela. Foi realizada estatística descritiva, demonstrada através da mediana, desvio padrão, mínimo e máximo. Foi aplicado o teste de correlação de *Pearson* com intenção de avaliar a associação dos teores de mercúrio e a glutatona

Esta pesquisa foi devidamente aprovada pelo comitê de ética no Núcleo de Medicina Tropical da UFPA, através do parecer número 334523 em 16.06.2013.

RESULTADOS

A mediana de Hgtotal nas pescadoras da comunidade de Caratateua foi 1.72 μ g/g, 1 $^{\circ}$. e 3 $^{\circ}$ quartil de 0,9 e 3,3 μ g/g respectivamente, diferindo estatisticamente do valor de referência padrão 6 μ g/g da Organização mundial de Saúde para populações exposta ao Hg através da alimentação, $p < 0,01$ Teste Kolmogorov- smirnov $n=106$.

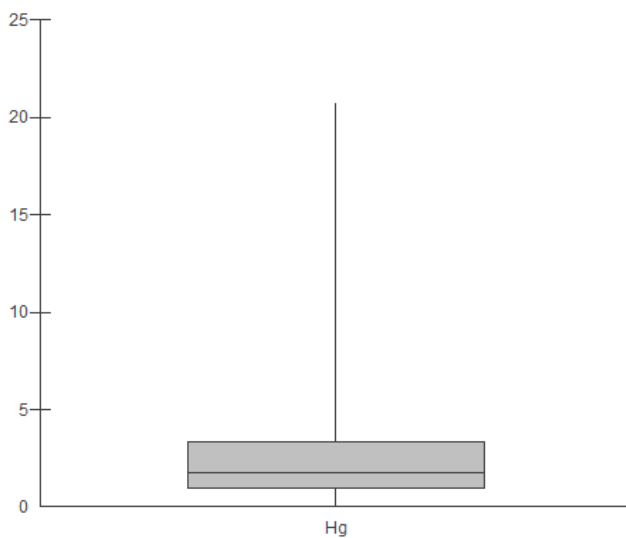


Figura 1– Mercúrio total quantificados em amostras de cabelos das pescadoras da comunidade Caratateua, região marítima do estado do Pará. $n(106)$ Teste Kolmogorov- smirnov. $p < 0.001$

Sistema Glutathiona n (43) mg/mL	Md	1$^{\circ}$.Quartil	3$^{\circ}$.Quartil	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
GSSG	1.4	1.06	2.0	1.6	-	7.62
GSH	0.3	0.4	1.3	1.4	-	6.6

Tabela 1 – Níveis de GSSG e GSH das pescadoras da comunidade de Caratateua em Bragança no estado do Pará.

Não foi observada associação entre os níveis de Hgtotal e dosagem de glutatona oxidada e reduzida nas pecadoras de Caratateua.

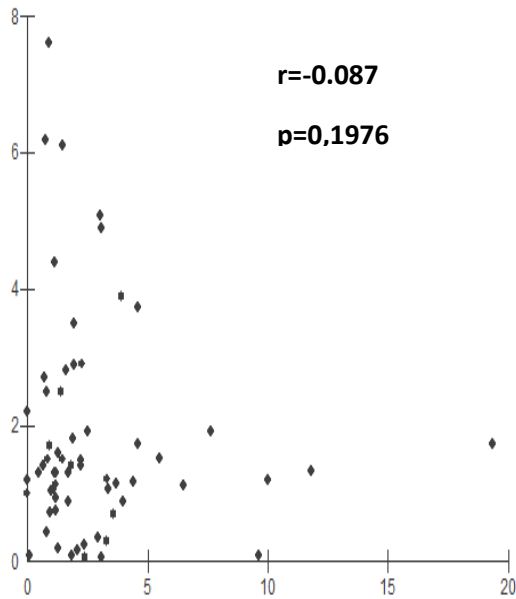


Figura 2. Correlação de Pearson entre os níveis de Hgtotal e dosagem de GSSG em residentes da comunidade de Caratateua, 2013.

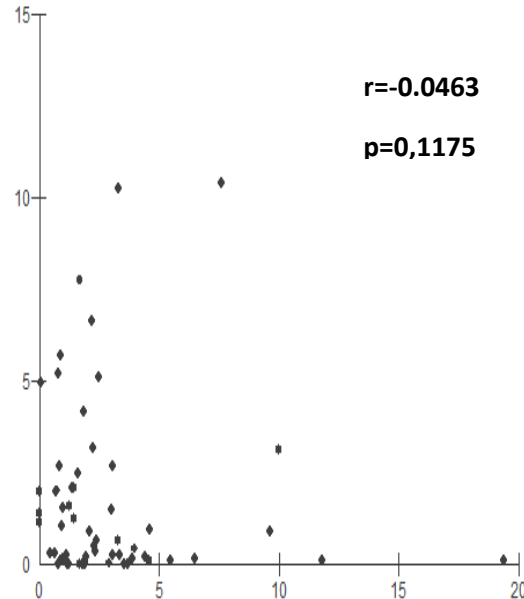


Figura 3. Correlação de Pearson entre os níveis de Hgtotal e dosagem de GSH em residentes da comunidade de Caratateua, 2013.

DISCUSSÃO

As mulheres pescadoras da região nordeste do estado Pará, tem no peixe a sua fonte de alimentação, sobretudo por residirem em áreas de intensa atividade pesqueira. Adicionalmente, as regiões marítimas contribuem em mais de 15% com o atual cenário de contaminação ambiental proveniente do mercúrio¹⁶. Neste estudo, a comunidade de Caratateua localizada em área marítima do estado do Pará, apresentou mediana de 1.72 $\mu\text{g/g}$, níveis considerados abaixo do limite estabelecido pela OMS em humanos consumidores diário de peixe, 6 $\mu\text{g/g}$. No entanto, 8,4% dos participantes da pesquisa apresentaram níveis maiores que 6 $\mu\text{g/g}$ de Hg-T análogos a resultados já registrados em populações residentes em áreas impactadas sobretudo pela atividade mineradora, como a região do Tapajós e rio Madeira.

Nesta comunidade, o consumo de peixes é elevado, acima de 70% consome peixes mais de quatro vezes por semana isto se deve principalmente a presença marcante de pescadores, seguida de agricultores. Mas, o hábito alimentar de crustáceos como o caranguejo se faz presente em Caratateua sobretudo por conta da presença acentuada de manguezais e alto consumo de caranguejo.

Este aspecto deve ser considerado, pois de acordo com os estudos conduzidos por Vertanick¹⁷ e Wasserman *et al*¹⁸ o Hg pode ser transportado para os mangues através da deposição atmosférica, pela ação das marés e dos rios e absorvido por meio de sedimentos em suspensão, alterando biologicamente os sistemas da cadeia trófica alimentar. A presença natural do mercúrio em regiões de mangues poderia justificar a discreta exposição de parte da população de Caratateua, atribuindo-se também ao consumo de animais extraídos dos mangues.

Outra fonte de exposição ao mercúrio e mais importante do que a dieta a base de caranguejo seria quanto ao consumo de peixes, segundo Informações obtidas diretamente da comunidade, mais de 90% da população estudada é consumidora, sobretudo de *Cynoscium sp* (pescada amarela), *Synanceia verrucosa* (peixe pedra) e *Auchenipterus Nuchalis* (mapará). É importante destacar, que essas espécies apresentam hábito alimentar carnívoro e detritívoro, o que favorecem o acúmulo de Hg-T nos tecidos^{19,20}.

A presença do mercúrio em animais de vida marítima já foi mencionado por Cavalcante *et al*²¹, que conduziu seus estudos investigando a contaminação por mercúrio em ostras capturadas na praia da Boa Viagem, registrando valores acima de 1.000 µg/g de Hg-T, acarretando grande preocupação aos consumidores de ostras desta região, devido ao efeito acumulativo do Hg.

Ferreira *et al*²², também confirmou contaminação em atum *in natura* (*Thunnus albacares*) e em conserva (*Thunnus sp.*), Meca (*Xiphias gladius*), corvina (*Micropogonias furnieri*), peixe-espada (*Thichiurus lepturus*), camarão (*Litopenaeus vannamei*) e raia (*Pteroplatytrygon violácea*) e concluiu que 2,4% do seu material estudado ultrapassou o limite máximo recomendado para peixes predadores pela legislação nacional e que dependendo da frequência de consumo, com exceção do camarão, estas espécies podem constituir risco à saúde humana. Ainda que, Caratateua não possua histórico de impactos ambientais de origem humana, os peixes consumidos pelos seus residentes necessitam ser avaliados, afim de melhor compreensão para os valores de Hg-T descritos nesta pesquisa.

Adicionalmente a bioacumulação do mercúrio em animais aquáticos é multifatorial. Características ambientais como temperatura, disponibilidade de matéria orgânica, espécie planctônica, microbiota local, pH e salinidade precisam ser avaliadas em ambientes onde não há registros de impactos antropogênicos, de acordo com KASPER *et al*²³ também aspectos ainda não avaliados na comunidade de Caratateua.

A exposição a metais, dentre eles o mercúrio, pode induzir ao estresse oxidativo^{9,24}. O mercúrio diminui as reservas antioxidativas, de componentes do sistema glutaciona, como a glutaciona reduzida. Para Rodrigues *et al*²⁵ a dosagem de GSH tem um papel central na toxicidade induzida por Hg. Neste estudo, a média de GSH foi de 0.5 mg/ML e 1.3 de GSSG dosadas em amostra de sangue total. Os valores de referência para GSH em humanos variam de 0 a 10 mg/ML o que nos permite concluir que a população estuada encontra-se dentro dos padrões de normalidade. Ao mesmo tempo em que não foi encontrada associação dos níveis de Hgtotal com a dosagem de glutaciona reduzida e oxidada.

Esta ausência de associação entre o Hg e a GSH pode ser justificado de através dos estudos de Angstwurm & Gaertner²⁶ e Thomson *et al*²⁷ que relacionaram as variações das concentrações de selênio que podem influenciar diretamente a atividade de enzimas como GSH-Px., que participa diretamente na catalise à oxidação da GSH a GSSG²⁸. É importante destacar que os peixes são ricos em selênio, e podem estar contribuindo para a modulação das defesas antioxidantes desta população, o que justifica as baixas concentrações de Hg em mais de 90% da população de Caratateua. Esses achados corroboram com os estudos de Rocha *et al*²⁹ que investigaram a associação dos níveis dos níveis de selênio com o de Hg em crianças ribeirinhas da Amazônia, em que foi observado uma relação entre os níveis de selênio e a dieta predominante em pescado.

Assim, identifica-se a necessidade de um estudo continuado nesta região com o propósito de maiores esclarecimentos sobre a origem desta exposição, ainda não elucidada.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a população estudada encontra-se em mais de 90% dentro dos padrões de normalidade de concentração de mercúrio, cujos resultados demonstraram ausência de associação com as dosagens de GSSG e GSH, supondo que o mercúrio não esta contribuindo com as defesas antioxidantes e oxidantes nesta população. No entanto, sugere-se a necessidade de mais estudos visando investigar, sobretudo a origem da exposição ao mercúrio, com intuito

de detectar e prevenir as mais variadas patologias ocasionadas pela exposição crônica ao mercúrio.

REFERÊNCIAS

1. VALENTINE J. Efeito da sazonalidade na exposição ao mercúrio e nos marcadores de estresse oxidativo e de inflamação em populações ribeirinhas da Amazônia. Tese (Doutorado) Faculdade de ciências Farmacêuticas –USP 2012: 1-140.
2. BARCELOS GRM. Avaliação das propriedades antígenotóxicas e antioxidantes do flavonoide quercetina e dos carotenoides bixina e norbixina contra os danos no material genético e distúrbios do estado redox causados pelo cloreto de mercúrio e metilmercúrio, in vitro e in vivo. Tese (Doutorado) Faculdades de ciências Farmacêuticas -USP 2010: 1-112.
3. CHANDRAN R, SIVAKUMAR AA, MOHANDASS S & ARUCHAMI M. Effect of cadmium and zinc on antioxidant enzyme activity in the gastropod, *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and physiology* 2005; 140: 422-4.
4. VALAVANIDIS A, VLAHOGIANNI T, DASSENAKIS M, SCOULLOS M. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2006; 64: 178-11.
5. ATLI G, CANLI M. Enzymatic responses to metal exposures in a freshwater fish *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 2007; 145: 282-5.
6. AVILEZ IM, HORI TSF, ALMEIDA LC, HACKBARTH A, BASTOS NETO JC, BASTOS VLFC, MORAES G. Effects of phenol in antioxidant metabolism in matrinxã, *Brycon amazonicus* (Teleostei; Characidae). *Comparative Biochemistry and physiology* 2008; 148: 136-6.
7. SCHURZ F, SABATER-VILAR M, FINK-GREMMELS J. Mutagenicity of mercury chloride and mechanisms of cellular defense: the role of metal-binding proteins. *Mutagenesis* 2000; 15: 525-5.

8. ZALUPS RK. Molecular interactions with mercury in the kidney. *Pharmacol. Rev* 2000; 52: 113-10.
9. PINHEIRO MCN. **Exposição mercurial e defesas antioxidantes em mulheres ribeirinhas da Amazônia.** Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular, Universidade Federal do Pará 2005: 1-150.
10. MERTENS F, JOHANNE SCB, MERGLER D. Social communication network analysis of the role of participatory research in the adoption of new fish consumption behaviors. *Social Science & Medicine* 2012; 75: 643-7.
11. MALM O, GUIMARAES JRD, CASTRO MB, BASTOS WR, VIANA JP, BRANCHES FJP, SILVEIRA EG, PFEIFFER WC. Follow-up of mercury levels in fish, human hair and urine in the Madeira and Tapajos basins, Amazon, Brazil. *Water, Air, Soil and Pollution* 1997; 97: 45-6.
12. PINHEIRO MC, MACCHI BM, VIEIRA JL, OIKAWA T, AMORAS WW, GUIMARÃES GA, COSTA CA, CRESPO-LÓPEZ ME, HERCULANO AM, SILVEIRA LCL, NASCIMENTO JLM. Mercury exposure and antioxidant defenses in women: A comparative study in the Amazon. *Environmental Research* 2008; 107: 53-6.
13. KHOURY EDT, SOUZA GS, SILVEIRA LCL, COSTA AC, ARAÚJO AA, PINHEIRO MCN. Manifestações neurológicas em comunidades expostas ao mercúrio na Amazônia Brasileira. *Cad. Saúde Publica* 2013; 29: 2307-11.
14. COGO AJD, SIQUEIRA AF, RAMOS AC, CRUZ ZMA, SILVA AG. Utilização de enzimas do estresse oxidativo como biomarcadores de impactos ambientais. *Natureza on line* 2009; 7: 37-5.
15. ANDERSON ME. Determination of glutathione and glutathione disulfide in biological samples. *Methods in Enzymology* 1985; 113: 548-7.
16. MARINS RV, LACERDA LD, VILLAS BOAS RC. Em *Mercury Contamination Sites: Characterization, Risk Assessment and Remediation*; Ebinghaus, R.; Turner, R.R.; Lacerda, L.D.; Vasiliev, O.; Salomons, W ., eds.; **Springer Verlag: Berlin** 1999, p. 207.

17. VERTANIK A, PROHIC E, KOZAR S, JURACIC M. Behavior of some trace elements in alluvial sediments, Zagreb water well fill area, Croatia. *Water research* 1995; 29: 237-9.
18. WASSERMAN JC, HACON SS, WASSERMAN M. A. O ciclo do mercúrio no Ambiente amazônico. *Mundo e vida* 2001; 2.
19. FAIAL MRF, SANTOS ECO, BRABO ES, SÁ CG, JESUS IM, LIMA M, MENDES RA, MASCARENHAS AFS. Níveis de Mercúrio em peixes do Rio Trombetas no Baixo Amazonas: Uma Área sem influência de garimpo. *Caderno de Saúde Coletiva* 2005; 13: 237-11.
20. VIEIRA JL, GOMES AL, SANTOS JP, LIMA TC, FREITAS JAJR, PINHEIRO MC. Mercury distribution in organs of two species of fish from Amazon region. *Bull Environ Contam Toxicol* 2011; 87: 377-3.
21. CAVALCANTE AD. Monitoramento da contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, Pernambuco, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2003; 19.
22. FERREIRA MS, MÁRSICO ET, MARQUES ANJ, MANO SB, CLEMENTE SCS, CONTE CASJ. Mercúrio total em pescado marinho do Brasil. *R. bras. Ci. Vet.* 2012; 19: 50-8.
23. KASPER D, FERNANDES E, PLERMO A, BRANCO CWC, MALM O. Evidence of elevated Mercury levels in carnivorous and omnivorous fishes downstream from an Amazon reservoir. *Hydrobiologia* 2012; 694: 87-11.
24. GROTO D, GUSTAVO RMB, VALENTINI J, ANTUNES L, ANGELI JP, GARCIA S, FERNANDO BJR. Low levels of methylmercury induce DNA damage in rats: Protective effects of selenium. *Archive of Toxicology* 2009; 83: 249-5.
25. RODRIGUES NRA, NUNES MEM, SILVA DGC, ZEMOLIN APP, MEINERZ BDF, CRUZ LC, PEREIRA AB, ROCHA JBT, POSSER A, FRANCO JL. Is the lobster cockroach *Nauphoeta cinerea* a valuable model for evaluating mercury induced oxidative stress? *Chemosphere* 2013; 92: 177-5.
26. ANGSTWURM MWA, GAERTNER RP. Racionalities of selenium supplementation in critically ill patients. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 2006; 9: 233-5.
27. THOMSON, C. D. et al. Brazil nuts: an effective way to improve selenium status. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008; 87: 379-84.
28. HUBER PC, ALMEIDA WP. Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. *Quim. Nova* 2008; 31: 1170-9.
29. ROCHA A V, CARDOSO B R, COMINETTI C, BUENO RB, BORTOLI MC, FARIAS LA, FAVARO DIT, CAMRAGO LMA, COZZOLINO SMF. Selenium

status and hair Mercury levels in riverine children from Rondonia, Amazonia.
Nutrition 2014; 30: 1318-5.

-
- ⁱ Graduação em Medicina pela Faculdade Integral Diferencial FACID/DEVRY.
 - ⁱⁱ Graduação em Medicina pela Faculdade Integral Diferencial FACID/DEVRY.
 - ⁱⁱⁱ Graduação em Medicina pela Faculdade Integral Diferencial FACID/DEVRY.
 - ^{iv} Graduação em Medicina pela Faculdade Integral Diferencial FACID/DEVRY.