

# ESTIMATIVA DA EXPOSIÇÃO HUMANA AO MERCÚRIO PELO CONSUMO DE ATUNS DA COSTA LITORÂNEA BRASILEIRA\*

Flávia Beatriz CUSTÓDIO<sup>1,2†</sup>, Arthur Magno Guedes Franco de ANDRADE<sup>1</sup>,  
Aisa Dias Oliveira DEL RIO<sup>1</sup>, Maria Beatriz Abreu GLÓRIA<sup>1,2</sup>

## RESUMO

O consumo de peixes tem sido incentivado, mas ainda existe a preocupação com a presença e a ingestão de contaminantes inorgânicos, como o mercúrio. O objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição alimentar da população brasileira ao mercúrio pelo consumo de atuns da costa brasileira. Para isso, foram coletadas 52 amostras de atuns e analisadas quanto ao teor de mercúrio total. A estimativa da exposição foi calculada a partir dos teores de mercúrio total encontrados nas amostras e na estimativa de consumo de peixes de água salgada pela população brasileira. Os teores de mercúrio nos atuns estavam abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira referente a peixes predadores (1,00 mg kg<sup>-1</sup>). A estimativa da exposição a mercúrio pelo consumo médio de atuns pela população brasileira representou 11% da ingestão semanal tolerável provisória para metilmercúrio. Mesmo na região Norte do Brasil, que apresenta o maior consumo de peixes de água salgada, a estimativa da exposição a mercúrio pelo consumo de atuns representou 31% da ingestão semanal tolerável provisória para metilmercúrio. No entanto, seria importante realizar mais estudos incluindo os teores de mercúrio em outros peixes e considerando também o consumo estratificado por estados e regiões brasileiras.

**Palavras-chave:** mercúrio total; contaminante inorgânico; qualidade do pescado; exposição alimentar.

## ESTIMATION OF HUMAN EXPOSURE TO MERCURY VIA TUNA CONSUMPTION FROM BRAZILIAN COAST

### ABSTRACT

Fish consumption has been encouraged, but there is still concern about the presence and ingestion of inorganic contaminants such as mercury. The aim of this study was to evaluate Brazilian dietary exposure to mercury by the consumption of tuna from Brazilian coast. Tuna samples (52) were collected and analyzed for total mercury. The estimated exposure was calculated based on total mercury levels found in the samples and the estimate of marine fish consumption by Brazilian population. Mercury levels in tuna were below the limit established by Brazilian law for predatory fish (1.00 mg kg<sup>-1</sup>). The estimated mercury exposure for mean consumption of tunas by Brazilian population represented 11% of the provisional tolerable weekly intake for methylmercury. Even in the Northern region of Brazil, that has the highest consumption of marine fish, the estimated mercury exposure by tuna consumption represented 31% of the provisional tolerable weekly intake for methylmercury. However it would be important to undertake further studies including mercury levels in other fish and also considering the stratified consumption by states and regions.

**Key words:** total mercury; inorganic contaminant; fish quality; dietary exposition.

---

**Artigo Científico:** Recebido em 17/11/2016 Aprovado em 14/03/2017

<sup>1</sup> LBqA - Laboratório de Bioquímica de Alimentos, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, 31270-901, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, 31270-901, Brasil.

<sup>†</sup> Present address: Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro campus Macaé, Rua Aloísio da Silva Gomes 50, Granja dos Cavaleiros, Macaé, Rio de Janeiro, 27930-560, Brasil. E-mail: flaviabcustodio@macae.ufrj.br (autor correspondente).

\*Apoio financeiro: CNPq, FAPEMIG, CAPES

## INTRODUÇÃO

A produção de pescado pelo Brasil continua sendo representada majoritariamente pela pesca extrativa marinha. Dentre os produtos dessa pesca está o atum, que em 2009 apresentou uma produção de 340,3 t e em 2011, aumentou para 1718,0 t (BRASIL, 2011). Apesar da importância da pesca na economia brasileira e a relevância do consumo de pescado para a saúde da população, o consumo alimentar de pescado per capita no Brasil ainda está aquém do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de no mínimo 12 kg<sup>-1</sup> per capita por ano (IBGE, 2011; WHO/FAO, 2011).

Em contraste com a importância do pescado para a saúde humana relacionada à composição em nutrientes, como proteínas e ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (WHO, 2007; WHO/FAO, 2011; SANTOS *et al.*, 2013), os peixes podem contribuir significativamente na exposição alimentar de alguns contaminantes orgânicos e inorgânicos. O mercúrio se acumula na cadeia alimentar, sendo os peixes e frutos do mar as principais fontes de exposição alimentar para o homem (KASPER *et al.*, 2009; KEHRIG *et al.*, 2010; WHO/FAO, 2011). As formas orgânicas do mercúrio são altamente lipossolúveis e se acumulam principalmente no cérebro humano, levando a neurotoxicidade. Fetos e crianças nas fases iniciais de desenvolvimento são mais sensíveis à exposição ao mercúrio podendo apresentar paralisia cerebral, retardo do desenvolvimento de várias funções psicomotoras, dentre outros sintomas (JECFA, 2007; CLARKSON e MAGOS, 2006; MERGLER *et al.*, 2007; WHO/FAO, 2011).

O acúmulo de mercúrio é maior em algumas espécies de peixes do que em outras. Fatores como idade, tamanho do peixe, ambiente, e fontes alimentares podem influenciar nesse acúmulo (DUARTE *et al.*, 2009; KASPER *et al.*, 2009; KÜTTER *et al.*, 2009; BATISTA *et al.*, 2011; EFSA, 2012; TONG *et al.*, 2012; BOSCH *et al.*, 2016). Desta forma, os efeitos benéficos do consumo de pescado e os riscos por acúmulo de mercúrio podem variar de acordo com as espécies, forma de captura, bem como a quantidade e a forma de consumo.

O aumento da preocupação da população em relação à presença de certos contaminantes no peixe, ao lado do reconhecimento dos múltiplos benefícios nutricionais relacionados à inclusão do peixe na dieta têm levado a questionamentos sobre quanto consumir e quais populações (crianças, adultos,

mulheres grávidas) devem consumir para minimizar os riscos à saúde e maximizar os efeitos benéficos do consumo de peixes (MERGLER *et al.*, 2007; WHO/FAO, 2011; EFSA, 2012; SANTOS *et al.*, 2013). Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de mercúrio total em atuns da costa brasileira e calcular a exposição alimentar da população brasileira a esse contaminante oriunda do consumo da espécie citada.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de atuns (*Thunnus* sp.) analisadas foram obtidas de indústrias pesqueiras e são representativas da costa litorânea brasileira nos anos de 2014 e 2015. As referidas indústrias encaminharam as amostras em postas congeladas (100 a 200 g cada posta) ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, aonde foram realizadas as análises.

As postas recebidas de cada amostra foram trituradas e homogeneizadas para análise de mercúrio por espectrometria de absorção atômica de combustão após amalgamação em ouro (USEPA, 2007). Foram pesados, diretamente em barca de níquel previamente lavada e seca, aproximadamente 20,0 mg do tecido muscular homogeneizado. Em seguida, a barca de níquel foi introduzida no DMA-80 (*Direct Mercury Analyzer*, Milestone Inc., Sorisole, Itália) acoplado aos filtros de ar DD12 e PD12 (Atlas Copco, Örebro, Suécia) e ao filtro Centurium (Arprex, Rio de Janeiro, Brasil) para análise automatizada. A leitura da absorbância foi a 253,7 nm e a concentração do mercúrio foi obtida por interpolação em curva analítica na matriz construída na faixa de 1 a 8,5 ng de mercúrio com seis pontos equidistantes avaliados em triplicata ( $R^2 = 0,9909$ ). O limite de detecção do método foi 0,0009 mg kg<sup>-1</sup>.

Para o cálculo de exposição da população brasileira ao mercúrio presente em atuns, foi utilizado o modelo determinístico (Exposição =  $\{\sum[\text{concentração de mercúrio } (\mu\text{g kg}^{-1}) \times \text{consumo alimento (kg)}] / \text{peso corpóreo (kg)}\}$ ), conforme recomendado por JARDIM e CALDAS (2009). Devido ao longo tempo de meia vida no corpo humano (cerca de 1,5 a 2 meses) e considerando que os parâmetros toxicológicos são relacionados a exposição crônica, o estudo foi baseado na avaliação da exposição de uma dieta crônica.

Os dados da contaminação de mercúrio em

peixes foram os valores médios obtidos das análises de mercúrio total realizadas nas amostras de atuns coletadas nesse estudo. O estudo utilizou uma estimativa conservadora, considerando que toda a proporção do mercúrio total presente no peixe era metilmercúrio.

O consumo de carne de peixes de água salgada pela população brasileira foi estimado a partir dos dados brutos disponibilizados online ([http://downloads.ibge.gov.br/download\\_s\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/download_s_estatisticas.htm)) da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) entre os anos de 2008 e 2009 (IBGE, 2011). A POF 2008-2009 forneceu dados de consumo individual, obtidos de recordatórios alimentares, registrados em dois dias não consecutivos, por 34.003 indivíduos, com idade de 10 anos ou mais. Além dos dados de consumo alimentar individual, foram coletados os dados antropométricos de cada indivíduo. Dessa forma, o dado individual de consumo foi dividido pelo valor de peso corpóreo de cada indivíduo antes da obtenção da média e percentis de consumo de peixes de água salgada pela população brasileira. Nos relatos individuais, foram incluídas também preparações culinárias e, portanto, para obter o consumo dos peixes de água salgada, foi necessário estimar o percentual desse alimento

em cada uma destas preparações a partir de livros de receitas, conforme descrito por PAIS *et al.* (2014).

## RESULTADOS

Foi detectado mercúrio total em todas as 52 amostras de atuns (*Thunnus sp.*) analisadas (taxa de contaminação de 100%). Os conteúdos de mercúrio total nas amostras variaram de 0,08 mg kg<sup>-1</sup> a 0,61 mg kg<sup>-1</sup>, com valor médio de 0,22 mg kg<sup>-1</sup> (mediana = 0,20 mg kg<sup>-1</sup>). Todos os valores encontrados estão inferiores aos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2013), referentes a peixes predadores (1,00 mg kg<sup>-1</sup>), visto que atuns são peixes carnívoros estritos.

Um sumário dos dados de consumo de peixes de água salgada no Brasil, contaminação por mercúrio total e estimativa de exposição está apresentado na Tabela 1. O consumo médio e o percentil 97,5 do consumo da população total foram estimados considerando todos os indivíduos que participaram do levantamento de consumo alimentar realizado pelo IBGE (2011), tendo consumido ou não peixes de água salgada. Como o mercúrio apresenta um efeito cumulativo, o parâmetro de segurança estabelecido pelo JECFA (2007) está relacionado ao consumo semanal.

**Tabela 1.** Estimativa do consumo de peixes de água salgada por brasileiros, contaminação de atuns por mercúrio total e avaliação da exposição crônica ao mercúrio pela população brasileira.

Parâmetros	Consumo de peixes de água salgada pela população total <sup>a</sup>		Teor de mercúrio total <sup>b</sup> (µg kg <sup>-1</sup> )	Exposição (µg kg <sup>-1</sup> p.c. semana <sup>-1</sup> )
	Diário (g dia <sup>-1</sup> p.c. <sup>-1</sup> )	Semanal (g semana <sup>-1</sup> p.c. <sup>-1</sup> )		
Média	0,109	0,763	218,6	0,17 <sup>c</sup>
Percentil 97,5	0,354	2,478	466,9	0,54 <sup>d</sup>

p.c.: peso corpóreo. <sup>a</sup>Fonte: POF2008-2009 ([http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)); <sup>b</sup>n/n+: número total de amostras / número de amostras positivas = 52/52; <sup>c</sup>Exposição obtida com a média do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009. <sup>d</sup>Exposição obtida com o percentil 97,5 do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009.

A estimativa da exposição humana crônica foi avaliada pela multiplicação da média de consumo da população total por peso corpóreo (p.c.) de peixe de água salgada com a média de contaminação. Como a taxa de contaminação de mercúrio nos peixes foi elevada, seguiu-se a recomendação de se calcular a ingestão apenas com a estimativa da média (*middle bound*). Desta forma, a estimativa da exposição humana crônica ao mercúrio ficou em 0,17 µg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo por semana para a população total e 0,54 µg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo por semana para os

altos consumidores (percentil 97,5 do consumo).

Para caracterizar o risco da exposição da população brasileira ao mercúrio pelo consumo de atuns, comparou-se a ingestão calculada com o parâmetro toxicológico de ingestão segura. Foi considerada uma situação de potencial risco à saúde da população quando a exposição estimada ultrapassa o valor de referência. Para a exposição crônica, utilizou-se a PTWI (ingestão semanal tolerável provisória) do metilmercúrio de 1,6 µg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo por semana (JECFA, 2007). É importante ressaltar que

os valores de contaminação dos atuns considerados no estudo foram de mercúrio total, seguindo uma estimativa conservadora, considerando que toda a proporção do mercúrio total presente no peixe era metilmercúrio.

Na Tabela 2, é possível observar a comparação dos valores estimados para a exposição ao mercúrio pela população brasileira com o parâmetro de ingestão segura para a exposição crônica. A ingestão estimada neste estudo não ultrapassou a dose de referência.

**Tabela 2.** Caracterização do risco da exposição ao mercúrio pela população brasileira.

População	Exposição ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.c. semana <sup>-1</sup> )	Parâmetro de ingestão segura ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.c. semana <sup>-1</sup> )	% do parâmetro de ingestão segura
População total	0,17 <sup>a</sup>	1,6	11
Altos consumidores	0,54 <sup>b</sup>		34

p.c.: peso corpóreo. <sup>a</sup>Exposição obtida com a média do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009; <sup>b</sup>Exposição obtida com o percentil 97,5 do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009.

**Tabela 3.** Estimativa do consumo de peixes de água salgada por brasileiros e avaliação da exposição crônica ao mercúrio por Região do Brasil considerando os valores médios da contaminação de atuns por mercúrio total

Parâmetros / Regiões do Brasil	Consumo de peixes de água salgada pela população total <sup>a</sup>		Teor médio de mercúrio total ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Exposição ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.c. semana <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>
	Diário (g dia <sup>-1</sup> p.c. <sup>-1</sup> )	Semanal (g semana <sup>-1</sup> p.c. <sup>-1</sup> )		
Norte	0,320	2,240	218,6	0,490
Nordeste	0,202	1,415		0,309
Centro-Oeste	0,012	0,084		0,018
Sudeste	0,127	0,892		0,195
Sul	0,056	0,392		0,086

p.c.: peso corpóreo. <sup>a</sup>Fonte: POF2008-2009 ([http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)); <sup>b</sup>Exposição obtida com a média do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009 estratificados por região do Brasil.

Na Tabela 4, estão as comparações dos valores estimados para a exposição ao mercúrio pela população brasileira em cada região do país com o parâmetro de ingestão segura para a exposição

crônica. A ingestão estimada neste estudo não ultrapassou a dose de referência em nenhuma região considerando o consumo de peixes de água salgada.

**Tabela 4.** Caracterização do risco da exposição ao mercúrio pela população brasileira nas diferentes regiões.

Região do Brasil	Exposição ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.c. semana <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Parâmetro de ingestão segura ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.c. semana <sup>-1</sup> )	% do parâmetro de ingestão segura
Norte	0,490	1,6	30,6
Nordeste	0,309		19,3
Centro-Oeste	0,018		1,1
Sudeste	0,195		12,2
Sul	0,086		5,4

p.c.: peso corpóreo. <sup>a</sup>Exposição obtida com a média do consumo de todos os indivíduos da POF2008-2009 estratificados por região do Brasil.

## DISCUSSÃO

Níveis semelhantes de contaminação a mercúrio foram encontrados em outros estudos realizados no Brasil com atuns frescos e enlatados (DUARTE *et al.*, 2009; BATISTA *et al.*, 2011). MORGANO *et al.* (2011) encontraram valores médios superiores e faixa de concentração mais ampla, no entanto, nenhuma das

21 amostras de atuns (*Thunnus thynnus*) ultrapassou o limite da legislação brasileira. Trabalhos mais recentes de MORGANO *et al.* (2014) indicaram nível de contaminação médio mais alto (0,409 mg kg<sup>-1</sup>) e inconformidade com a legislação brasileira de 22% das amostras de *T. thynnus* analisadas.

Em estudos fora do Brasil, foram observados níveis de contaminação de peixes com mercúrio

mais amplos. AFONSO *et al.* (2015) encontraram teores mais elevados de mercúrio total em atuns crus em Portugal ( $0,916 \text{ mg kg}^{-1}$ ), mas todas as amostras analisadas estavam com valores abaixo aos da legislação brasileira e internacional. ARAÚJO e CEDEÑO-MACIAS (2016) encontraram teores de mercúrio de  $1,4 \pm 1,3 \text{ mg kg}^{-1}$  em *T. albacares* da costa Equatoriana com 55% de inconformidades, considerando o limite de  $1,00 \text{ mg kg}^{-1}$  de mercúrio.

Em termos percentuais, a comparação dos valores estimados para a exposição ao mercúrio pela população brasileira com os parâmetros de ingestão segura indica valores baixos para a média da população. No entanto, sabe-se que a população consome diferentes tipos de peixes e vários deles de água doce e ainda há diferenças significativas de consumo entre as regiões e estados do Brasil (IBGE, 2011). Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, a média de consumo de peixes de água doce é superior à média de consumo de peixes de água salgada.

Na região Norte, o consumo de peixes de água doce é quatro vezes maior que o consumo de peixes de água salgada. Se o nível de contaminação ao mercúrio dos peixes de água doce for similar ao encontrado nesse estudo para atuns, a população na região Norte do Brasil estaria ultrapassando o parâmetro de ingestão segura para o mercúrio.

Desta forma, estudos mais amplos de exposição ao mercúrio devem ser realizados por região e estado, incluindo ainda outras espécies tradicionais de peixes, tanto de água salgada, quanto de água doce.

## CONCLUSÕES

Os teores de mercúrio total em atuns da costa brasileira apresentaram valores abaixo dos limites estabelecidos na legislação nacional e normas internacionais. Em termos percentuais, a comparação dos valores estimados para a exposição ao mercúrio pela população brasileira com os parâmetros de ingestão segura indica valores baixos para a média da população, o que pode favorecer o aumento do consumo desse peixe no Brasil. Sugere-se ainda um estudo de exposição alimentar com modelagem probabilística para uma caracterização do risco mais refinada e também a avaliação do teor de mercúrio em outros pescados e a separação do consumo de pescado nas diferentes regiões do país.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Brasília, DF, Brasil) e Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (Belo Horizonte, MG, Brasil) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, C.; COSTA, S.; CARDOSO, C.; OLIVEIRA, R.; LOURENÇO, H.M.; VIULA, A.; BATISTA, I.; COELHO, I.; NUNES, M.L. 2015 Benefits and risks associated with consumption of raw, cooked, and canned tuna (*Thunnus spp.*) based on the bioaccessibility of selenium and methylmercury. *Environmental Research*, 143(Pt B): 130-137.
- ARAÚJO, C.V.M. e CEDEÑO-MACIAS, L.A. 2016 Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast. *Science of the Total Environment*, 541(1): 149-154.
- BATISTA, B.L.; RODRIGUES, J.L.; SOUZA, S.S.; SOUZA, V.C.O.; BARBOSA Jr, F. 2011 Mercury speciation in seafood samples by LC-ICP-MS with a rapid ultrasound-assisted extraction procedure: Application to the determination of mercury in Brazilian seafood samples. *Food Chemistry*, 126(4): 2000-2004.
- BOSCH, A.C.; O'NEILL, B.; SIGGE, G.O.; KERWATH, S.E.; HOFFMAN, L.C. 2016 Mercury accumulation in Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) with regards to muscle type, muscle position and fish size. *Food Chemistry*, 190(1): 351-356.
- BRASIL, 2011 *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011*. 60 p. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_bra.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf)>. Acesso em 11 nov. 2016.
- BRASIL, 2013 Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos

- de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. *Diário Oficial da União*, 30 de Agosto de 2013, n. 168, p. 33-35.
- CLARKSON, T.W.; MAGOS, L. 2006 The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8): 609-662.
- DUARTE, F.A.; BIZZI, C.A.; ANTES, F.G.; DRESSLER, V.L.; FLORES, E.M.M. 2009 Organic, inorganic and total mercury determination in fish by chemical vapor generation with collection on a gold gauze and electrothermal atomic absorption spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B*, 64(6): 513-519.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2012 Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal*, 10(12): 2985-3226.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2011 *Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE. 150p.
- JARDIM, A.N.O. e CALDAS, E.D. 2009 Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. *Química Nova*, 32(7): 1898-1909.
- JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2007 Safety evaluation of certain food additives and contaminants: methyl mercury. *WHO Food Additives Series*, 58: 269-315.
- KASPER, D.; PALERMO, E.F.A.; DIAS, A.C.M.I.; FERREIRA, G.L.; LEITÃO, R.P.; BRANCO, C.W.C.; MALM, O. 2009 Mercury distribution in different tissues and trophic levels of fish from a tropical reservoir, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 751-758.
- KEHRIG, H.A.; SEIXAS, T.G.; BAÊTA, A.P.; MALM, O.; MOREIRA, I. 2010 Inorganic and methylmercury: Do they transfer along a tropical coastal food web? *Marine Pollution Bulletin*, 60(12): 2350-2356.
- KÜTTER, V.T.; MIRLEAN, N.; BAISCH, P.R.M.; KÜTTER, M.T.; SILVA-FILHO, E.V. 2009 Mercury in freshwater, estuarine, and marine fishes from Southern Brazil and its ecological implication. *Environmental Monitoring and Assessment*, 159(1-4): 35-42.
- MERGLER, D.; ANDERSON, H.A.; CHAN, L. H.M.; MAHAFFEY, K.R.; MURRAY, M.; SAKAMOTO, M.; STERN, A.H. 2007 Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern. *Ambio*, 36(1): 3-11.
- MORGANO, M.A.; RABONATO, L.C.; MILANI, R.F.; MIYAGUSKU, L.; BALIAN, S.C. 2011 Assessment of trace elements in fishes of Japanese foods marketed in São Paulo (Brazil). *Food Control*, 22(5): 778-785.
- MORGANO, M.A.; RABONATO, L.C.; MILANI, R.F.; MIYAGUSKU, L.; QUINTAES, K.D. 2014 As, Cd, Cr, Pb and Hg in seafood species used for sashimi and evaluation of dietary exposure. *Food Control*, 36(1): 24-29.
- PAIS, M.C.N., VALERIO, L.B.; CORREA, C.L. (COORD.) 2015 Avaliação do consumo de alimentos *in natura* da população brasileira por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares - Bloco de Consumo Alimentar Pessoal (POF 2008/2009). [online] URL: <[http://ilsa.org/wp-content/uploads/2016/07/artigo\\_pof\\_final\\_ficha\\_isbn.pdf](http://ilsa.org/wp-content/uploads/2016/07/artigo_pof_final_ficha_isbn.pdf)>.
- SANTOS, R.D.; GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T.; MAGNONI, C.D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A.M.; et al. 2013 I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 100(1Supl.3): 1-40.
- TONG, Y.; ZHANG, W.; HU, X.; OU, L.; HU, D.; YANG, T.; WEI, W.; WANG, X. 2012 Model description of trophodynamic behavior of methylmercury in a marine aquatic system. *Environmental Pollution*, 166(1): 89-97.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2007 Method 7473: *Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry*. [online] URL: <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/7473.pdf>>.

WHO (World Health Organization). 2007 Report of a joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation, United Nations University: Protein and aminoacid requirements in human nutrition. *WHO Technical Report Series, 935*: 1-265.

WHO/FAO (World Health Organization / Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011 Report of the Joint FAO/WHO expert consultation on the risks and benefits of fish consumption. *FAO Fish Aquaculture Report, 978*: 1-50.