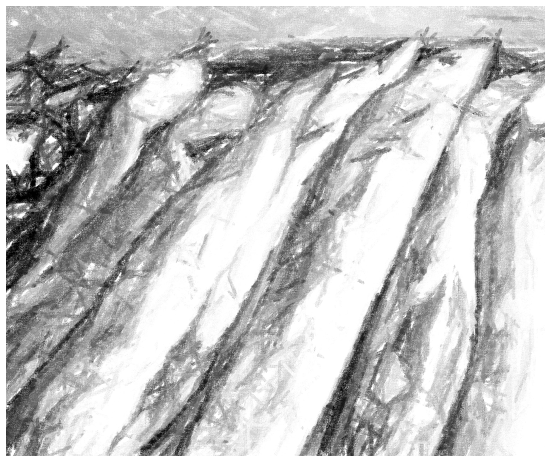


## Avaliação do Potencial Risco à Saúde Humana de Metais Pesados em Peixes Marinhos



ISSN 1678-1961

Dezembro, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Avaliação do Potencial Risco à Saúde Humana de Metais Pesados em Peixes Marinhos Consumidos em Aracaju, Maceió e Salvador, Brasil**

*Carlos Alberto da Silva  
Sílvia de Oliveira Santos*

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju, SE  
2016

## **Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Av. Beira Mar, 3250

49025-040 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros

www.embrapa.com.br/fale-conosco

## **Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos Alberto da Silva, Elio Cesar Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Joyce Feitoza Bastos*

Foto de capa: *Carlos Alberto da Silva*

### **1ª Edição**

Publicação digitalizada (2016)

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Tabuleiros Costeiros**

---

Silva, Carlos Albertos da

Avaliação do potencial risco à saúde humana de metais pesados em peixes marinhos consumidos em Aracaju, Maceió e Salvador, Brasil / Carlos Alberto da Silva, Sílvia Santos de Oliveira. - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

22 p. il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 125).

1. Peixe marinho. 2. Chumbo. 3. Cádmo. 4. Arsênio. 5. Saúde.  
I. Silva, Carlos Alberto da. II. Santos, Sílvia de Oliveira. III. Título. IV. Série.

---

CDD 630 (21 ed.)

©Embrapa 2016

# Sumário

Resumo .....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	9
Conclusões .....	16
Agradecimentos .....	17
Referências .....	17

# Avaliação de Potencial Risco à Saúde Humana de Metais Pesados em Peixes Marinhos Consumidos em Aracaju, Maceió e Salvador, Brasil

---

*Carlos Alberto da Silva<sup>1</sup>*

*Silvia de Oliveira Santos<sup>2</sup>*

## Resumo

Os perigos a saúde humana pelo consumo de pescado com concentrações de metais acima dos níveis naturais tem sido avaliada utilizando como ferramenta o Quociente de Risco com base na concentração do metal no alimento, taxa de ingestão e dose oral de referência. A determinação de chumbo, cádmio e arsênio em pescado é de grande interesse à saúde pública devido ao potencial de toxicidade desses elementos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o risco à saúde humana desses metais em dez espécies de peixes marinhos comercializados em Aracaju, Salvador e Maceió. O maior Quociente de Risco para o cádmio foi de 0,19 e 0,03 para o chumbo em todas as espécies e não apresentaram risco ao consumidor das três cidades. Diferentemente, 40% das espécies apresentaram Quocientes de Risco superiores a 1,0 para o arsênio. O atum apresentou o maior Quociente de Risco de 2,17 seguido em ordem decrescente pelo bagre 1,60; pescada amarela 1,40 e dourado 1,35.

Palavras-chave: consumo de pescado, quociente de risco, toxicidade.

---

<sup>1</sup>Oceanógrafo, doutor em Geociências, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

<sup>2</sup>Graduanda em Química, bolsista do programa PIBIC/FAPITEC, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

# Assessment of Potential Human Health Risk of Heavy Metals in Marine Fish Consumed in Aracaju, Maceió and Salvador, Brazil

---

## Abstract

The dangers to human health from the consumption of fish with concentrations of metals above of the background level have been assessed using the Hazard Quotient as a tool based on the metal concentration in the food, ingestion rate and the reference dose. Determination of lead, cadmium and arsenic in fish samples are of great interest to public health due to the potential toxicity of these elements. The objective of this work was to evaluate the health risk of these metals in ten species of marine fish marketed in Aracaju, Maceió and Salvador. The highest Hazard Quotient for cadmium was 0.19 and 0.03 for lead in all species and did not show risk for the consumer of the three cities. In contrast, 40% of species had a arsenic Hazard Quotient higher than 1.0. Tuna had the highest value of the Hazard Quotient of 2.17 followed in decreasing order by catfish 1.60, acoupa weakfish 1.40 and dolphinfish 1.35.

Index terms: fish consumption, hazard quotient, toxicity.

## Introdução

A carne de peixes é rica em aminoácidos essenciais, vitaminas, micro e macro elementos, ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa n-3 como o ácido docosahexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA) e pobre em colesterol, e isto confere ao pescado denominação de alimento mais saudável (CASTRO-GONZÁLEZ; MÉNDEZ-ARMENTA, 2008; DOMINGO et al., 2007; STORELLI, 2008). Seu consumo é benéfico para o crescimento e o desenvolvimento neurológico, reduz o risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC) e incidências de doenças cardiovasculares e aumenta as respostas imunológicas em humanos (KRIS-ETHERTON et al., 2001; SARTORI; AMANCIO, 2012). Em contraste com as vantagens do peixe na dieta, também o risco potencial de exposição a contaminantes químicos contidos em peixes e seus derivados deve ser tomado em consideração na avaliação da qualidade deste alimento para a saúde humana (USYDUS et al., 2008).

Os perigos à saúde humana pelo consumo de pescado com concentrações de metais e elementos traços acima do nível natural (background) têm sido mensurados por estudos utilizando como ferramenta a avaliação de risco, desenvolvida por agências de proteção ambiental. A metodologia de estimativa do Quociente de Risco - QR (Target Hazard Quotient) para avaliação de risco à saúde humana foi proposta inicialmente pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos na década de oitenta (USEPA, 1989). A estimativa do Quociente de Risco tem como base do seu cálculo a concentração do metal no alimento, taxa de ingestão e dose oral de referência. O método QR de estimativa de risco tem sido utilizado em estudos avaliando o risco potencial de exposição a contaminantes em legumes (KHAN et al., 2008), óleos vegetais (ZHU et al., 2011), água (RODRIGUES et al., 2009), ostras (LIU et al., 2006) e peixes (LIN et al., 2005; STORELLI, 2008; PETROCZI; NAUGHTON, 2009; YI et al., 2011).

Em razão do potencial e/ou real perigo do consumo de pescado com expressivos teores de metais tóxicos, muitos países monitoram os

níveis desses elementos traços no pescado consumido localmente para proteger a saúde humana. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é a responsável pela fiscalização de contaminantes em alimentos por meio dos Limites Máximos de Tolerância (LMT) para contaminantes inorgânicos publicados na Resolução nº 42, de 29 de agosto de 2013. Os valores do LMT para metais em peixe e seus produtos são: arsênio 1,0 mg/kg, chumbo 0,30 mg/kg e cádmio 0,05 a 0,30 mg/kg dependendo da espécie (ANVISA, 2013).

Entretanto, a vigilância dos teores de contaminantes acima dos LMT prescritos pela legislação não é suficiente para caracterizar o potencial perigo à saúde humana, porque não é levada em consideração a taxa de ingestão de pescado e frequência de exposição ao contaminante. Finalmente, os consumidores em geral não possuem informações suficientes para tomar decisões sobre que espécie de peixe comer, se eles não sabem como o nível de contaminante varia entre os peixes. O objetivo da pesquisa foi avaliar os riscos de consumo associado aos teores de arsênio, cádmio e chumbo em dez espécies de peixes marinhos comercializadas em Aracaju, Salvador e Maceió, utilizando como ferramenta o Quociente de Risco.

## Material e Métodos

Na estimativa do QR, foram utilizadas concentrações médias de arsênio, cádmio e chumbo determinadas por Silva et al. (2016) na carne da musculatura de dez espécies de peixes marinhos: arabaiana *Seriola* spp., atum *Thunnus* spp., bagre *Bagre* spp., cação várias espécies, dourado *Coryphaena hippurus*, pescada amarela *Cynoscion acoupa*, pescada branca *Cynoscion* spp., sardinha *Sardinella brasiliensis*, tainha *Mugil* spp. e vermelho *Lutjanus* spp., comercializados nos mercados locais, peixarias, feiras livres e/ou supermercados nas três capitais do estudo, Maceió, Aracaju e Salvador. A amostragem ocorreu em 2014 (janeiro e março), 2015 (maio e junho) e 2016 (março e abril), totalizando cerca de 270 amostras, sendo três amostras/espécie/cidade por ano.



Os peixes avaliados neste estudo foram selecionados com base nas informações do Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2010) e estudos de mercado de pescado em duas localidades do estudo (INFOPECA, 2004ab), bem como na disponibilidade e compra frequente pela população em geral. Os peixes inteiros foram identificados de acordo com Menezes e Figueiredo (1985) e Lessa e Nóbrega (2000) sendo analisado cerca de 100 g a 150 g da musculatura da região latero-dorsal de cada peixe. Nas postas de peixes compradas foram retiradas a pele e eventuais escamas e a identificação das espécies teve como base a conformação dos miômeros e mioseptos da musculatura (MAPA, 2016).

Todo o material utilizado na preparação e análise das amostras, previamente ao seu uso, foi imerso em banho ácido de  $\text{HNO}_3$  10% v/v por 24 horas e enxaguados com água Mili-Q ( $18 \mu\Omega$ ). As amostras de pescado foram liofilizadas por 48 horas e, em seguida, os metais contidos em cerca de 0,40 g de músculo liofilizado foram extraídos em sistema fechado em microondas Anton Paar modelo Multiwave 3000 na potência de 1.500 W por 40 minutos, utilizando 10 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) na concentração de 7 M e 2 mL de peróxido de hidrogênio 30% v/v ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) conforme metodologia adaptada de Jarić et al. (2011). Os níveis dos metais foram determinados por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS, Thermo, Alemanha) e a validação do método analítico utilizando-se material de referência certificado DORM-3 (tecido muscular de peixe) foram descritos com detalhes em Silva et al. (2016).

A fórmula utilizada no cálculo do QR apresenta os elementos descritos em Usepa (1989; 2010).

$$\text{QR} = (\text{FE} \times \text{DE} \times \text{TI} \times \text{C} / \text{DOR} \times \text{PMC} \times \text{TE}) \times 10^{-3}$$

Onde:

FE – frequência de exposição (365 dias/ano);

DE – duração da exposição (70 anos), equivalente à estimativa média de vida;

TI – taxa de ingestão de alimento (peixe: 35 g/pessoa/dia);

C – concentração do metal no pescado ( $\mu\text{g/g}$ );

DOR – dose oral de referência/ingestão ( $\text{As} = 0,3 \times 10^{-3} \mu\text{g/g/dia}$ ,  $\text{Cd} = 1 \times 10^{-3} \mu\text{g/g/dia}$ ,  $\text{Pb} = 4 \times 10^{-3} \mu\text{g/g/dia}$ );

PMC – peso médio corporal adulto (70 kg);

TE – tempo médio de exposição para não cancerígeno (365 dias/ano x DE).

Na avaliação do risco foi assumido que a dose oral de ingestão do contaminante é igual à dose absorvida pelo organismo humano e que o cozimento do pescado não altera a concentração e toxicidade do contaminante (USEPA, 1989).

Se o QR calculado for menor que um, não existe risco apreciável para um determinado poluente analisado. Se o valor do QR for maior que um existe risco eminente ao consumo daquele pescado (STORELLI, 2008).

## Resultados e Discussão

Em qualquer avaliação de risco específica de uma população local, são necessárias taxas de ingestão de pescado realísticas para caracterizar os riscos à saúde humana (WATANABE et al., 2003). Neste estudo, a taxa de ingestão ou consumo de pescado aplicada foi de 35 g/habitante/dia que corresponde ao consumo per capita aparente de 12,77 kg/habitante/ano. Esse consumo per capita de pescado é similar ao publicado por Sartori e Amancio (2012) de 12,8 kg/habitante/ano para a população da região Nordeste.

A avaliação dos níveis de metais pesados e elementos traços em alimentos consumidos localmente como o pescado é o primeiro passo para a avaliação de riscos à população humana, devido à contaminação ambiental por esses metais (NIENCHESKI et al., 2001). No cálculo do QR, associada ao consumo de pescado foi considerada as concentrações médias dos metais na carne da musculatura do peixe que é a parte comestível do pescado (Tabela 1). Os QRs para a

avaliação do potencial risco do arsênio, cádmio e chumbo das espécies alvos do estudo estão representados na Tabela 2.

**Tabela 1.** Concentrações médias dos metais (mg/kg peso úmido) em dez espécies de peixes marinhos comercializados em Aracaju, Salvador e Maceió, Brasil, em 2014, 2015 e 2016.

Peixe	Arsênio	Cádmio	Chumbo
<b>Aracaju</b>			
Arabaiana	0,56 ± 0,37 <sup>1</sup>	0,08 ± 0,02	0,04 ± 0,01
Atum	1,30 ± 0,34	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,06
Bagre	0,62 ± 0,43	0,08 ± 0,04	0,03 ± 0,01
Cação	0,42 ± 0,27	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,08
Dourado	NA	0,09 ± 0,02	0,23 ± 0,15
Pescada Amarela	0,69 ± 0,29	0,07 ± 0,03	<LD
Pescada Branca	0,22 ± 0,17	0,08 ± 0,02	0,03 ± 0,03
Sardinha	0,34 ± 0,17	0,08 ± 0,01	<LD
Tainha	NA	0,07 ± 0,04	0,13 ± 0,12
Vermelha	0,33 ± 0,10	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,08
<b>Salvador</b>			
Arabaiana	0,12 ± 0,00	0,08 ± 0,03	0,10 ± 0,12
Atum	0,89 ± 0,56	0,07 ± 0,01	<LD <sup>3</sup>
Bagre	0,96 ± 0,13	0,07 ± 0,01	<LD
Cação	NA	0,10 ± 0,02	0,11 ± 0,00
Dourado	0,74 ± 0,62	0,07 ± 0,02	0,02 ± 0,00
Pescada Amarela	0,84 ± 0,28	0,09 ± 0,01	<LD
Pescada Branca	NA	NA	NA
Sardinha	NA	NA	NA
Tainha	0,20 ± 0,01	0,09 ± 0,02	<LD
Vermelha	0,44 ± 0,06	0,06 ± 0,01	<LD

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Peixe	Arsênio	Cádmio	Chumbo
	<b>Maceió</b>		
<b>Arabaiana</b>	NA <sup>2</sup>	NA	NA
<b>Atum</b>	0,84 ± 0,13	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,05
<b>Bagre</b>	NA	NA	NA
<b>Cação</b>	0,25 ± 0,19	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,06
<b>Dourado</b>	0,81 ± 0,19	0,12 ± 0,08	0,06 ± 0,03
<b>Pescada Amarela</b>	0,19 ± 0,09	0,09 ± 0,03	0,17 ± 0,06
<b>Pescada Branca</b>	0,39 ± 0,13	0,08 ± 0,02	<LD
<b>Sardinha</b>	0,29 ± 0,07	0,08 ± 0,06	0,11 ± 0,10
<b>Tainha</b>	0,14 ± 0,04	0,09 ± 0,12	0,08 ± 0,03
<b>Vermelha</b>	NA	0,10 ± 0,05	<LD

<sup>1</sup>Concetrações média ± desvio padrão; <sup>2</sup>NA: Não analisado; <sup>3</sup> <LD: Abaixo do limite de detecção.

**Tabela 2.** Valores do Quociente de Risco (QR) de consumo de pescado para o arsênio, cádmio e chumbo nas cidades de Aracaju, Salvador e Maceió, Brasil, em 2014, 2015 e 2016.

Peixe	Aracaju			Salvador			Maceió		
	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Arsênio	Cádmio	Chumbo
<b>Arabaiana</b>	0,94	0,04	0,00	0,20	0,04	0,01	NA <sup>1</sup>	NA	NA
<b>Atum</b>	2,17	0,04	0,01	1,49	0,04	ND <sup>2</sup>	1,40	0,05	0,01
<b>Bagre</b>	1,04	0,04	0,00	1,60	0,04	ND	NA	NA	NA
<b>Cação</b>	0,70	0,04	0,01	NA	0,05	0,01	0,42	0,04	0,01
<b>Dourado</b>	NA	0,05	0,03	1,24	0,04	0,00	1,35	0,06	0,01
<b>Pescada Amarela</b>	1,15	0,04	ND	1,40	0,05	ND	0,32	0,05	0,02
<b>Pescada Branca</b>	0,37	0,04	0,00	NA	NA	NA	0,65	0,04	ND
<b>Sardinha</b>	0,57	0,04	ND	NA	NA	NA	0,48	0,04	0,01
<b>Tainha</b>	NA	0,04	0,02	0,33	0,05	ND	0,23	0,05	0,01
<b>Vermelha</b>	0,55	0,04	0,01	0,73	0,03	ND	NA	0,05	ND

<sup>1</sup>NA: não analisado; <sup>2</sup>ND: não determinado devido a concentração abaixo do limite de detecção.

Os valores dos QRs do arsênio (QRAs) calculados com base nos teores de arsênio total variaram de 0,37 a 2,17 nos peixes comercializados em Aracaju; de 0,20 a 1,60 em Salvador e de 0,32 a 1,40 em Maceió (Tabela 2). As espécies arabaiana, cação, pescada branca, sardinha, tainha e vermelha apresentaram para o arsênio total QRs inferiores a um. De acordo com USEPA (1989), valores de QR menores que um não representam situação de risco ao consumidor das três cidades avaliadas.

O atum foi a única espécie que apresentou QRAs superior a um nas três cidades sendo o maior valor de 2,17 observado nos atuns comercializados em Aracaju. Os maiores valores de QRAs observados no atum em relação às demais espécies podem ser atribuídas a seu elevado nível trófico e hábito alimentar piscívoro, onde o arsênio contido nas suas presas é bioconcentrado na base da cadeia alimentar aquática e transferido aos elos sucessivos da teia trófica (EISLER, 1988; LI et al., 2003). Morgano et al. 2011, relataram que a sardinha, presa preferencial dos atuns, apresentou o maior teor de arsênio em relação a outros pescados como a pescada, tainha e corvina.

O bagre, comercializado em Salvador, apresentou o segundo maior valor de QRAs de 1,60 e esse posicionamento pode ser atribuído ao seu hábito alimentar bentônico onde peixes de fundo podem ser expostos a níveis maiores de contaminantes associados aos sedimentos do que os peixes pelágicos (STORELLI, 2008). Os maiores valores das demais espécies com QRAs superiores a um, em ordem decrescente, foram de 1,40 para a pescada amarela e de 1,35 para o dourado. Quando QR é maior que um, existe potencial risco de dano à saúde humana (USEPA, 1989).

Foram observadas no mínimo duas espécies com QRAs acima de um, em cada local do estudo: atum e pescada amarela em Maceió; atum, bagre e pescada amarela em Aracaju e atum, bagre, dourado e pescada amarela em Salvador. Estudo realizado pela Comissão Técnica de Alimentos (CTA) do Conselho Regional de Medicina Veterinária de São Paulo, em 2013, detectou o arsênio presente em amostras de atum, corvina e sardinha comercializadas em São Paulo, SP, sendo

apenas 2,5% delas dentro do limite máximo tolerável pela legislação brasileira (CTA, 2013).

Os efeitos tóxicos do arsênio dependem do estado de oxidação, das espécies químicas, da exposição e da dose, da solubilidade nos meios biológicos e da taxa de excreção. A forma química é o principal fator para determinar os riscos à saúde humana e o arsênio inorgânico é mais tóxico que as formas orgânicas (ATSDR, 2007; SANTOS et al.; 2013). As formas de arsênio variam grandemente dependendo do organismo, meio ambiente e localização geográfica (MANDAL; SUZUKI, 2002). Devido a essa variabilidade, a toxicidade do arsênio em relação aos seres humanos não é avaliada com exatidão quando as análises de risco são limitadas ao arsênio total sendo necessário determinar as frações inorgânicas tóxicas e orgânicas não tóxicas (ATSDR, 2007; LING; LIAO, 2008; LIU et al, 2006). Existe um consenso geral na literatura de que cerca de 85% a 90% do arsênio nas partes comestíveis de peixes marinhos é arsênio orgânico (por exemplo, arsenobetaina) e que aproximadamente 10% é arsênio inorgânico (EPA, 2003; LIAO; LING, 2003; LIN et al. 2005). Os valores do QR obtidos no presente estudo foram calculados com base nas concentrações de arsênio total. Nesse sentido, foi feita simulação do cálculo do QRAs associado à fração inorgânica tóxica assumindo que o arsênio inorgânico constitui 10% do arsênio total em peixes similarmente ao realizado por Liao e Ling (2003) e Lin et al. (2005). Nenhum dos peixes avaliados no presente estudo apresentaram QRAs superiores a um utilizando os valores estimados do arsênio inorgânico.

O arsênio pode provocar irritação do estômago, intestino pulmão e pele, bem como decréscimo na produção de células vermelhas e brancas no sangue (DESESSO, 2001), hiperpigmentação e diabetes (TSENG et al., 2000) e a ingestão de quantidades significantes deste elemento pode intensificar o desenvolvimento de câncer, especialmente as chances de desenvolver câncer linfático, de pele, pulmão e fígado (ATSDR, 2007).

Os valores dos QRs do cádmio (QRCd) variaram de 0,04 a 0,05 nos peixes comercializados em Aracaju; de 0,03 a 0,04 em Salvador e de 0,04 a 0,06 em Maceió (Tabela 2). Storelli (2008) obteve para

18 espécies de peixes marinhos valores do QRCd entre 0,01 a 0,04 similares aos obtidos nesse estudo. O maior QRCd de 0,06 foi encontrado no dourado em Maceió. Em Salvador, a pescada amarela apresentou o valor mais alto do QRCd de 0,05 entre as espécies avaliadas. O cação apresentou o maior QRCd de 0,05 em Aracaju. Os valores de QR menores que um para o cádmio não representam situação de risco ao consumidor (USEPA, 1989).

As implicações de saúde da exposição de cádmio são agravadas pela incapacidade relativa dos seres humanos de excretar cádmio (DURAL et al., 2007). A intoxicação aguda de Cd caracteriza-se por causar febre, irritação nos olhos, nariz e garganta, tosse, dispnéia, fraqueza, náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, podendo causar edema agudo de pulmão. A exposição crônica acarreta o aparecimento de problemas respiratórios, cáries, amarelecimento dos dentes, anorexia, fadiga, perda de peso, palidez, anemia, proteinúria e dano tubular renal (BRITO FILHO, 1988).

Os valores dos QRs do chumbo (QRPb) variaram de 0,00 a 0,03 nos peixes comercializados em Aracaju e de 0,01 a 0,02 em Maceió. Em Salvador, os QRPb foram calculados somente para o dourado com valor igual a zero e arabaiana e cação ambos com 0,01. As demais espécies tiveram concentrações de chumbo abaixo do limite de detecção (Tabela 2) e não foi feito o cálculo. Storelli (2008) obteve valores do QRPb entre 0,002 a 0,18 para o chumbo similares aos obtidos nesse estudo. O maior valor do QRPb de 0,03 foi observado no dourado, em Aracaju. Em Maceió, a pescada amarela apresentou o maior valor de 0,02. De acordo com Usepa (1989), valores de QR menores que um não representam situação de risco ao consumidor.

Os efeitos adversos causados pelo acúmulo de chumbo nos organismos são danos neurológicos, doenças renais, efeitos cardiovasculares e reprodutivos. A forma inorgânica é a mais frequente sendo a orgânica mais tóxica e absorvida pelos organismos (GARZA et al., 2006).

Os QRs do chumbo e cádmio associado ao consumo do pescado obtidos nesta pesquisa (Tabela 2) apresentaram valores inferiores



a um para todas as espécies alvos do estudo e não representam situação de risco ao consumidor das três cidades. Esses resultados estão em concordância aos obtidos por Vieira et al. (2011) utilizando a ferramenta QR em peixes comercializados na cidade de Porto, em Portugal, que reportaram ausência de efeitos adversos a saúde humana decorrentes dos teores de chumbo e cádmio encontrados nos pescados avaliados. Resultados idênticos ao presente estudo foram relatados por Watanabe et al. (2003) que utilizaram outros indicadores de risco e apontaram o cádmio e chumbo sem risco apreciável e o arsênio com potencial risco via consumo de pescado.

Estudos sobre a avaliação do potencial risco de consumo, associado aos níveis de metais pesados no pescado, são importantes para que os órgãos da saúde e da vigilância sanitária elaborem orientações e avisos para a população em geral sobre o consumo seguro das espécies alvos. Petroczi e Naughton (2009) reportaram grande variação sazonal nos alertas de contaminação de metais em pescado com maior frequência de alertas para peixes predadores do que nos grupos de crustáceos e moluscos de diversos países, incluindo o Brasil.

## Conclusões

A estimativa do QR utilizada neste estudo é sensível para detectar diferenças do potencial risco à saúde humana entre as espécies de peixes e os metais avaliados.

Os QRs para o arsênio total, superiores a um, em ordem decrescente, são: atum > bagre > pescada amarela > dourado. Esses resultados são importantes para subsidiar as agências de saúde e de vigilância sobre as recomendações dos níveis seguros de consumo de pescado em geral. A reavaliação das espécies alvos em anos subsequentes ao estudo é importante para verificar se há diminuição do potencial risco de consumo devido ao arsênio total apontado para o atum, bagre, pescada amarela e dourado.

A especificação para os compostos de arsênio é necessária para determinar as formas orgânicas (não tóxicas) e inorgânicas (tóxicas) no pescado e possibilitar avaliações de risco mais precisas com base nesta última. Adicionalmente, é fundamental que a legislação estabeleça os limites máximos dos teores de arsênio inorgânico nas diferentes espécies de peixes.

## Agradecimentos

Ao CNPq, processo nº 481925/2013-9, pelo aporte de recursos para a realização da pesquisa e à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE), pela bolsa PIBIC.

## Referências

ANVISA (Brasil). Resolução nº 42 de 29 de agosto de 2013. Limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, n. 168, ago. 2013.

ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for arsenic**. Atlanta, 2007. 500 p. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de inspeção para identificação de espécies de peixes e valores indicativos de substituições em produtos da pesca e aquicultura**: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa, 2016. 188 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**: Brasil 2010. Disponível em: <[http://sinpesq.mpa.gov.br/preps/cms/download/boletim\\_2010/boletim\\_estatistico\\_mpa\\_2010.pdf](http://sinpesq.mpa.gov.br/preps/cms/download/boletim_2010/boletim_estatistico_mpa_2010.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. Brasília, DF: 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: 15 mai. 2016.

BRITO FILHO, D. **Toxicologia Humana e Geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1988. 678 p.

CASTRO-GONZÁLEZ, M. I.; MÉNDEZ-ARMENTA, M. Heavy metals: implications associated to fish consumption. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, n. 26, p. 263-271, 2008.

CTA. Comissão Técnica de Alimentos. Metais em peixes: páscoa em alerta: arsênio encontrado. **Proteste Saúde**, Rio de Janeiro, p. 1-9, 2017. Disponível em: <<https://comissaotecnica dealimentos.files.wordpress.com/2013/03/peixes-com-arsenio3.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

DESESSO, J. M. Teratogen update: inorganic arsenic. **Teratology**, New York, v. 64, n. 3, p. 170-173, 2001.

DOMINGO, J. L.; BOCIO, A.; FALCÓ, G.; LLOBET, J. M. Benefits and risks of fish consumption: part1: a quantitative analyses of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminantes. **Toxicology**, Ireland, n. 230, v. 2-3, p. 219-26, 2007.

DURAL, M.; GÖKSU, M. Z. L.; ÖZAK, A. A. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. **Food Chemistry**, Amsterdam, n. 102, p. 415-421, 2007.

EISLER, R. **Arsenic hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review**. Laurel: Enviromental Protection Agency, 2002. 65 p. Disponível em: <[https://www.pwrc.usgs.gov/eisler/CHR\\_12\\_Arsenic.pdf](https://www.pwrc.usgs.gov/eisler/CHR_12_Arsenic.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GARZA, A.; VEGA, R.; SOTO, E. Cellular mechanisms of lead neurotoxicity. **Medical Science Monitor**, México, v. 12, n.3, p. 57-65, 2006.

INFOPESCA. **O mercado de pescado de Maceió**. Montevideo: Infopesca, 2004a. 37 p.

INFOPESCA. **O mercado de pescado de Aracaju**. Montevideo: Infopesca, 2004b. 45 p.

JARIĆ, I.; VIŠNJIĆ-JEFTIĆ, Ž.; CVIJANOVIĆ, G.; GAČIĆ, Z.; JOVANOVIĆ, L.; SKORIĆ, S.; LENHARDT, M. Determination of differential heavy metal and trace

element accumulation in liver, gills, intestine and muscle of sterlet (*Acipenser ruthenus*) from the Danube River in Serbia by ICP-OES. **Microchemical Journal**, Amsterdam, n. 98, p. 77-81, 2011.

KHAN, S.; CAO, Q.; ZHENG, Y. M.; HUANG, Y. Z.; ZHU, Y. G. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v. 152, p. 686-692, 2008

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. **Circulation**, Dallas, v. 106, n. 21, p. 2747-57, 2001.

LESSA, R.; NÓBREGA, M. F. **Guia de identificação de peixes marinhos da Região Nordeste**. Recife: Dimar, 2000. 128 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/\\_arquivos/guiaiden.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/guiaiden.pdf)> .

Acesso em: 25 out. 2016.

LI, W.; WEI, C.; ZHANG, C.; HULLE, M. V.; CORNELIS, R.; ZHANG, X. A survey of arsenic species in chinese seafood. **Food and Chemical Toxicology**, London, n. 41, p. 1103-1110, 2003

LIAO, C. M.; LING, M. P. Assessment of human health risks for arsenic bioaccumulation in tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and large-scale mullet (*Liza macrolepis*) from blackfoot disease area in Taiwan. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, n. 45, p. 264-272, 2003.

LIN, M. C.; LIN, H. Y.; CHENG, H. H.; CHEN, Y. C.; LIAO, C. M.; SHAO, K. T. Risk Assessment of arsenic exposure from consumption of cultured milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal), from the arsenic-contaminated area in Southwestern Taiwan. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Berlin, n. 75, p. 637-644, 2005.

LIN, M.C; LIAO, C.M. Assessing the risks on human health associated with inorganic arsenic intake from groundwater-cultured milkfish in southwestern Taiwan. **Food and Chemical Toxicology**, London, n. 46, p.701-709, 2008.

LIU, C. W.; LIANG, C. P.; HUANG, F.M.; HSUEH, Y. M. Assessing the human health risks from exposure of inorganic arsenic through oyster (*Crassostrea gigas*) consumption in Taiwan. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, n. 361, p. 57-66, 2006.

MANDAL, B. K.; SUZUKI, K. T. Arsenic round the world: a review. **Talanta**, Amsterdam, n. 58, p. 201-235, 2002.

MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**: vol. V, teleostei. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.105 p.

MORGANO M. A.; OLIVEIRA, A. P. F.; RABONATO, L. C.; MILANI, R. F.; VASCONCELLOS, J. P.; MARTINS, C. N.; CITTI, A. L.; TELLES, E. O.; BALIAN, S. C. Avaliação de contaminantes inorgânicos (As, Cd, Cr, Hg e Pb) em espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 4, p.497-506, 2011.

NIENCHESKI, L. F. H.; WINDOM, H.; BARAJ, B.; WELLS, D.; SMITH, R. Mercury in fish from Patos and Mirim lagoons, Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, London, n. 42, p. 1403-1406, 2001.

PETROCZI, A.; NAUGHTON, D.P. Mercury, cadmium and lead contamination in seafood: A comparative study to evaluate the usefulness of Target Hazard Quotients. **Food and Chemical Toxicology**, London, n. 47, p. 298–302. 2009

RODRIGUES, M. L. K.; KOLLER, D. K.; GUERRA, T.; FORMOSO, M. L. L. Avaliação do risco toxicológico à saúde humana associado ao incremento do fluxo de cromo antrópico em segmentos fluviais afetados por curtumes. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, n. 36, v. 2, p. 149-164, 2009.

SANTOS, L. F. P.; TRIGUEIRO, I. N. S.; LEMOS, V. A, FURTUNATO, D. M. N.; CARDOSO, R. C. V. Assessment of cadmium and lead in commercially important seafood from São Francisco do Conde, Bahia, Brazil. **Food Control**, Amsterdam, v. 33, p. 193-199, 2013.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nacional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, n. 19, v. 2, p. 83-93, 2012.

SILVA, C. A.; SANTOS, S. O.; GARCIA, C. A. B.; EUFRÁSIO, C. A. S.; VIANA, R. D. **Teores de arsênio, cádmio e chumbo em peixes marinhos comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE, Salvador, BA, Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 26 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 118).

STORELLI, M. M. Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). **Food and Chemical Toxicology**, London, n. 46, p. 2782-2788, 2008.

TSENG, C. H.; TAI, T. Y.; CHONG, C. K.; TSENG, C. P.; LAI, M. S.; LIN, B. J.; CHIOU, H. Y.; HSUEH, Y. M.; HSU, K. H.; CHEN, C. J. Long-term arsenic exposure and incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus: a cohort study in arseniasis-hyperendemic villages Taiwan. **Environmental Health Perspectives**, New York, v. 108, n. 9, p. 847-51, 2000.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 1989. **Assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish: a guidance manual.** Washington, DC: US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, 1989. 174 p.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Technical summary of information available on the bioaccumulation of arsenic in aquatic organisms.** Washington, DC: US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, 2003. 174 p. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1002YTX.PDF?Dockey=P1002YTX.PDF>>. Acesso em: 25 ago. 2016

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Risk-based concentration table. Washington, DC: US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, 2010. Disponível em: <<https://semsub.epa.gov/work/03/2229071.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

USYDUS, Z; SZLINDER-RICHERT, J.; POLAK-JUSZCZAK, L.; KANDERSKA, J.; ADAMCZYK, M.; MALESA-CIECWIERSZ, M.; RUCZYNSKA, W. Food of marine origin: between benefits and potential risks: part I: canned fish on the polish market. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 111, p. 556-563, 2008.

VIEIRA, C.; MORAIS, S.; RAMOS, S.; DELERUE-MATOS, C.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Mercury, cadmium, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: Intra- and inter-specific variability and human health risks for consumption. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, n. 49, p. 923-932, 2011.

WATANABE, K. H.; DESIMONE, F. W.; THIYAGARAJAH, A.; HARTLEY, W. R.; HINDRICHS, A. E. Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 302, p. 109-126, 2003.

YI, Y.; YANG, Z.; ZHANG, S. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze river basin. **Environmental Pollution**, Amsterdam, n. 159, p. 2575-2585, 2011.

ZHU, F.; FAN, W.; WANG, X.; QU, L.; YAO, S. Health risk assessment of eight heavy metals in nine varieties of edible vegetable oils consumed in China. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 49, p. 3081-3085, 2011.



---

*Tabuleiros Costeiros*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

