

**Teores de Arsênio, Cádmio e Chumbo em Peixes Marinhos Comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE, e Salvador BA, Brasil**



ISSN 1678-1961

Dezembro, 2016

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

# **Teores de Arsênio, Cádmiio e Chumbo em Peixes Marinhas Comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE, e Salvador, BA, Brasil**

*Carlos Alberto da Silva*

*Silvia de Oliveira Santos*

*Carlos Alexandre Borges Garcia*

*Claydson Arlan de Souza Eufrásio*

*Robson Dantas Viana*

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.cpatc.embrapa.br

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 Costa Gomes, 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 da 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**

---

Teores de arsênio, cádmio e chumbo em peixes marinhos comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE, Salvador, BA, Brasil / Carlos Alberto da Silva - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

26 p. II. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 118).

1. Peixes. 2. Arsênio. 3. Cádmio. 4. Chumbo. 5. Maceió. 6. Salvador. 7. Aracaju. I. Silva, Carlos Alberto da. II. Santos, Sílvia de Oliveira. III. Garcia, Carlos Alexandre Borges. IV. Eufrásio, Claydson Arlan de Souza. V. Viana, Robson Dantas. VI. Título. VII. Série.

CDD 639 (21 ed.)

---

©Embrapa 2016

# Sumário

Resumo .....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	20
Agradecimentos .....	20
Referências .....	21

# Teores de Arsênio, Cádmio e Chumbo em Peixes Marinhos Comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE, e Salvador BA, Brasil

---

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

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

*Carlos Alexandre Borges Garcia<sup>3</sup>*

*Claydson Arlan de Souza Eufrásio<sup>4</sup>*

*Robson Dantas Viana<sup>5</sup>*

## Resumo

A determinação de arsênio (As), cádmio (Cd) e chumbo (Pb) em pescado é de grande interesse à saúde pública devido à toxicidade desses elementos e bioacumulação na cadeia alimentar. O objetivo da pesquisa foi avaliar os teores desses metais em 10 espécies de peixes marinhos comercializados em Maceió, AL, Aracaju, SE e Salvador, BA. Os elementos foram determinados por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) utilizando técnicas de digestão por microondas. A maioria das espécies apresentou concentrações de As abaixo dos Limites Máximos Toleráveis (LMT) de 1mg/kg, exceto o atum, cação, bagre e dourado. O atum comercializado em Aracaju apresentou os maiores valores de 0,81 mg/kg a 1,80 mg/kg (média 1,30 mg/kg  $\pm$  0,34 mg/kg). Os peixes predadores como atum, cação e dourado apresentaram os

---

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

<sup>2</sup>Graduando em química, bolsista do Programa PIBIC CNPq/Embrapa, Aracaju, SE

<sup>3</sup>Químico Industrial, doutor em Química, professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE

<sup>4</sup>Engenheiro de Alimentos, especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, técnico da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

<sup>5</sup>Engenheiro Químico, mestre em Química, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

níveis mais elevados de arsênio e potenciais riscos de consumo. Com relação às concentrações do cádmio e chumbo nas três cidades, 90% dos valores estão abaixo dos LMT em peixes, exceto o dourado em Maceió com valores variando de 0,06 mg/kg a 0,33 mg/kg (média 0,12 mg/kg  $\pm$  0,08 mg/kg) para o Cd e de 0,11 mg/kg a 0,45 mg/kg (média 0,23 mg/kg  $\pm$  0,15 mg/kg) para o Pb em Aracaju. De maneira geral, os teores de Pb e Cd não apresentam situação de risco ao consumidor baseado nos LMT.

Palavras-chave: ICP-MS, limites máximos toleráveis, metais.

# Levels of Arsenic, Cadmium and Lead in Marine Fish Marketed in Maceió, AL, Aracaju, SE, and Salvador, BA, Brazil

---

## Abstract

The determination of arsenic (As), cadmium (Cd) and lead (Pb) in fish samples are of great interest to public health due to their potential toxicity and bioaccumulation along the food chain. The aim of the research was to evaluate the levels of these metals in ten species of marine fish sold in Maceió, AL, Aracaju, SE and Salvador, BA. The elements were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) by using microwave digestion techniques. Most species studied showed concentrations of As below Maximum Tolerable Limits (MTL) of 1 mg/kg except tuna, shark, catfish and dolphinfish. Tuna marketed in Aracaju had the highest arsenic values ranging from 0.81 mg/kg to 1.80 mg/kg (mean 1.30 mg/kg  $\pm$  0.34 mg/kg). The top predator as tuna, shark and dolphinfish showed higher levels of As and potential risk. Regarding the concentration of Cd and Pb of fish from the three cities, 90% of levels are below MTL in fish, except the dolphinfish marketed in Maceió with values ranging from 0.06 mg/kg to 0.31 mg/kg (mean 0.12 mg/kg  $\pm$  0.08 mg/kg) for Cd and 0.11 mg/kg to 0.45 mg/kg (mean 0.23 mg/kg  $\pm$  0.15 mg/kg) for Pb in Aracaju. In general, the levels of lead and cadmium do not present a risk for consumers based on the MTL.

Index terms: ICP-MS, maximum tolerable limits, metals.

## Introdução

O consumo de peixes é benéfico para o crescimento e o desenvolvimento neurológico, reduz o risco de doenças coronárias e promove a saúde vascular e respostas imunológicas em humanos (KRIS-ETHERTON et al., 2001). Entretanto, existe uma relutância em comer pescado porque o benefício para a saúde tem sido frequentemente influenciado pelas notícias de que o seu consumo é uma importante rota de exposição humana a uma variedade de contaminantes químicos. Dentre estes, os metais pesados e as bifenilas policloradas (PCBs) se destacam entre os poluentes químicos devido a capacidade de acumular nos tecidos dos organismos aquáticos e a possibilidade de atingir humanos por meio da cadeia trófica causando efeitos perigosos à saúde humana (ASCHNER, 2002; MATHEWS; FISHER, 2009; SANTOS et al., 2006). Os elementos traços arsênio, cádmio e chumbo presentes na carne de pescado em níveis de parte por milhão (ppm) são considerados tóxicos e podem causar problemas sérios à saúde humana (MCKELVEY et al., 2007).

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 pela Resolução Anvisa nº 42 de 29 de agosto de 2013 (ANVISA, 2013). Os valores do LMT para metais em peixe são: cádmio 0,05 mg/kg e 0,3 mg/kg dependendo da espécie; arsênio 1,0 mg/kg e chumbo 0,3 mg/kg para todas as espécies.

O arsênio (As) ocorre naturalmente em ambientes terrestres e aquáticos como produto do intemperismo das rochas e erosão de solos, erupções vulcânicas e queima de florestas. As fontes antropogênicas de As que mais contribuem são atividades de mineração, uso de pesticidas, geração de eletricidade pela queima de carvão e refinaria de petróleo, entre outros. Arsênio está presente nos alimentos em várias formas químicas, sendo a inorgânica a mais tóxica. Os efeitos adversos são a 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). Esses estudos apontam que a ingestão prolongada de água potável com 0,022  $\mu\text{g/L}$  deste elemento pode aumentar o risco de câncer, especialmente as chances de desenvolver câncer linfático, de pele, pulmão e fígado (EISLER, 1988; LIN; LIAO, 2008).

O pescado tem sido reconhecido como a maior fonte de As em ambas as formas, orgânica e inorgânica, sendo a orgânica a mais frequente. A arsenobetaína é a forma orgânica mais abundante em peixes, caranguejos, lagostas e camarões e representa a maior fração do As total acima de 98%. Estudos mostram que esta forma orgânica de As é relativamente estável, não apresentando toxicidade aos seres humanos, sendo excretado através da urina (LI et al., 2003).

O cádmio (Cd) é um elemento raro na natureza sendo encontrado em vegetais, na água, no solo e na atmosfera. Esse metal é um subproduto da exploração do zinco e do chumbo, motivo pelo qual a mineração desses dois metais é uma das principais fontes de contaminação do meio ambiente (PINTO et al., 2005). O cádmio vem sendo utilizado na produção de pneus e plásticos, baterias, dentre outros produtos industrializados (PINTO et al., 2005). O cádmio é um metal não essencial aos organismos, entretanto possui uma elevada toxicidade e sua acumulação pode provocar graves distúrbios à saúde em níveis de ppm (SANTOS, 2011).

A bioacumulação do Cd em humanos ocorre via ingestão de alimentos, podendo bioconcentrar-se através da respiração e, em raros casos, por vias cutâneas (WU et al., 2012). Sua toxicidade está relacionada ao prejuízo na respiração celular e no metabolismo de alguns sistemas enzimáticos. A intoxicação aguda de Cd caracteriza-se por causar febre, irritação nos olhos, nariz e garganta, tosse, dispneia, fraqueza, náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, podendo causar edema agudo de pulmão. A exposição crônica acarreta o aparecimento de problemas respiratórios, cáries, amarelamento dos dentes, anorexia, fadiga, perda de peso, palidez, anemia, proteinúria e dano tubular renal (BRITO FILHO, 1988). Em peixes, grande parte do cádmio é retido nas brânquias, fígado e rins e não apresenta evidências de biomagnificação ao longo da cadeia trófica aquática (MASON, 1991).

O chumbo é encontrado em baixas concentrações na crosta terrestre e sua dispersão no ambiente é resultante da atividade antropogênica como a mineração e transporte e amplo uso na indústria de tintas, baterias e tubulações e, embora o seu uso em aditivos na gasolina tenha sido banido a décadas, traços deste metal podem ser ainda detectados no ambiente (MIKAC et al., 2001). O excesso de chumbo nos organismos pode causar efeitos cardiovasculares e reprodutivos adversos além de danos neurológicos e doenças renais (GARZA et al., 2006). As formas inorgânicas e orgânicas do chumbo são encontradas no pescado, sendo a primeira mais frequente e a última mais tóxica e absorvida pelos organismos. Grande variedade de peixes pode assimilar e acumular níveis elevados desse elemento (REPULA et al., 2012). Peixes de água doce no Missouri, Estados Unidos apresentaram níveis de chumbo no sangue acima de 0,3 mg/kg nos locais próximos ao despejo desse elemento ocorrido por rompimento de barragem (MASON, 1991).

O conhecimento sobre o potencial risco do consumo de peixes que possam apresentar teores de arsênio, cádmio e chumbo acima dos LMT é de suma importância para subsidiar as agências de saúde e de vigilância sanitária sobre as recomendações dos níveis seguros de consumo em particular para crianças, mulheres grávidas e também lactantes. A toxicidade e os perigos à saúde pública são a justa medida para a determinação dos níveis desses elementos traços no pescado ofertado a população.

O objetivo dessa publicação foi determinar e qualificar as concentrações de arsênio, cádmio e chumbo encontradas em dez espécies de peixes marinhos comercializados em Maceió, Aracaju e Salvador tomando-se como base os LMT.

## Material e Métodos

As dez espécies de peixes marinhos analisadas (Tabela 1) foram selecionados com base nas informações dos Boletins Estatísticos do Brasil (2010) e estudos de mercado de pescado (INFOPECA, 2004a,b), bem como na disponibilidade e compra frequente pela população em geral. O pescado foi comprado em estado de conservação fresco ou congelado nos mercados locais, peixarias, feiras livres e/ou supermercados nas três capitais do estudo Maceió, Aracaju e Salvador em 2014 (janeiro e março), 2015 (maio e junho) e 2016 (março e abril).

**Tabela 1.** Classificação, habitat, hábito alimentar das espécies de peixes estudadas.

Nome vulgar	Família	Nome científico	Habitat	Hábito alimentar
<b>Arabaiana</b>	Carangidae	<i>Seriola</i> spp.	Demersal	Carnívoro
<b>Atum</b>	Scombridae	<i>Thunnus</i> spp	Pelágico	Piscívoro
<b>Bagre</b>	Ariidae	<i>Bagre</i> spp	Demersal	Onívoro
<b>Cação</b>	Várias famílias	Várias espécies	Demersal	Carnívoro
<b>Dourado</b>	Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	Pelágico	Carnívoro
<b>Pescada amarela</b>	Sciaenidae	<i>Cynoscion acoupa</i>	Demersal	Carnívoro
<b>Pescada branca</b>	Sciaenidae	<i>Cynoscion</i> spp	Demersal	Carnívoro
<b>Sardinha</b>	Clupeidade	<i>Sardinella brasiliensis</i>	Pelágico	Planctófago
<b>Tainha</b>	Mugilidae	<i>Mugil</i> spp	Pelágico	Planctófago
<b>Vermelho</b>	Lutjanidae	<i>Lutjanus</i> spp	Demersal	Onívoro

As amostras de pescado (27 amostras de cada espécie compradas ao longo de todo o período de estudo, três amostras/espécie/cidade

totalizando cerca de 90 amostras por ano) foram transportadas refrigeradas em caixas térmicas até o laboratório da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju, SE onde foram retiradas porções somando cerca de 100 g a 150 g da musculatura da região latero-dorsal de cada peixe inteiro para análise de metais. Os peixes inteiros foram identificados de acordo com Menezes e Figueiredo (1985) e Lessa e Nóbrega (2000). 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 (BRASIL, 2016).

Todo o material biológico foi acondicionado em recipientes plásticos previamente imersos em banho ácido de  $\text{HNO}_3$  10% v/v por 24 horas e enxaguados com água Mili-Q ( $18 \mu\Omega$ ), devidamente identificado e estocado em temperaturas abaixo de  $-15^\circ\text{C}$  em freezer até o momento da liofilização. Previamente a liofilização, as amostras foram estocadas em ultra freezer a  $-80^\circ\text{C}$  para acelerar esse processo. As amostras congeladas foram liofilizadas por 48 horas utilizando um liofilizador Liotop modelo L101, vácuo final de  $3,7 \mu\text{Hg}$  e posteriormente armazenadas em freezer a  $-15^\circ\text{C}$ . Em seguida, foram trituradas em um processador doméstico para obter amostras homogêneas. Entre cada trituração, o processador foi lavado com solução de ácido nítrico a 10% v/v e em seguida com água Mili-Q ( $18 \mu\Omega$ ) para evitar contaminações cruzadas entre amostras.

No processo de digestão foi utilizado cerca de 0,40 g de músculo liofilizado pesado diretamente nos tubos de digestão e, em seguida, adicionado 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). Na digestão das amostras foi utilizado um microondas Anton Paar modelo Multiwave 3.000 na potência de 1.500 W por 40 minutos. Em seguida, as amostras digeridas foram avolumadas para 100 mL com água Milli-Q ( $18 \mu\Omega$ ) e conservadas a  $4^\circ\text{C}$  até serem analisadas. A determinação quantitativa dos metais foi analisada por um espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS, Thermo, Alemanha). Os parâmetros instrumentais do ICP-MS foram: potência aplicada por radiofrequência de 1,3 kW, fluxo

de gás plasmático de 13 L/min, fluxo de gás auxiliar de 0,7 L/min, fluxo de gás nebulizador de 0,87 L/min, modo de exploração peak jump, tempo de residência de 10 ms e número de leituras por repetição igual a três. As curvas de calibração foram preparadas com padrão multielemental para ICP marca SpecSol. A validação do método analítico foi feita utilizando-se material de referência certificado DORM-3 (tecido muscular de peixe) com base nos valores de recuperação dos analitos.

## Resultados e Discussão

No que se refere à precisão e exatidão do método analítico, observou-se que os valores de recuperação dos analitos encontram-se dentro da faixa de 80% a 110% aceitável para a análise de metais traços (Tabela 2).

**Tabela 2.** Concentração (mg/kg base seca) do arsênio, cádmio e chumbo no material de referência DORM-3 (n = 3).

Elemento	Valor Certificado mg/kg	Valor Medido mg/kg	Recuperação (%)
As	6,88 ± 0,30	6,12 ± 0,61	88,95
Cd	0,29 ± 0,02	0,27 ± 0,03	93,10
Pb	0,39 ± 0,05	0,39 ± 0,08	100,00

As concentrações dos metais das amostras de pescado estão representadas em mg/kg em base úmida (Tabela 3) para fins de comparação com os valores publicados na mesma base pela legislação brasileira.

**Tabela 3.** Concentrações dos metais (mg/kg peso úmido) em dez espécies de peixes marinhos comercializados em Aracaju, Salvador e Maceió, Brasil, em 2014, 2015 e 2016.

Espécie de peixe	Aracaju		
	Arsênio (As)	Cádmio (Cd)	Chumbo (Pb)
<b>Arabaiana</b>	0,17 - 1,00 <sup>1</sup> (0,56 ± 0,37) <sup>2</sup>	0,06 - 0,11 (0,08 ± 0,02)	0,03 - 0,05 (0,04 ± 0,01)
<b>Atum</b>	0,81 - 1,80 (1,30 ± 0,34)	0,06 - 0,14 (0,08 ± 0,02)	0,02 - 0,19 (0,09 ± 0,06)
<b>Bagre</b>	0,11 - 1,25 (0,62 ± 0,43)	0,04 - 0,19 (0,08 ± 0,04)	0,02 - 0,05 (0,03 ± 0,01)
<b>Cação</b>	0,13 - 1,01 (0,40 ± 0,28)	0,05 - 0,10 (0,07 ± 0,01)	0,04 - 0,21 (0,08 ± 0,08)
<b>Dourado</b>	NA	0,06 - 0,14 (0,09 ± 0,02)	0,11 - 0,45 (0,23 ± 0,15)
<b>Pescada Amarela</b>	0,46 - 1,02 (0,69 ± 0,29)	0,04 - 0,10 (0,07 ± 0,03)	< LD
<b>Pescada Branca</b>	0,07 - 0,44 (0,22 ± 0,17)	0,04 - 0,10 (0,08 ± 0,02)	0,02 - 0,10 (0,03 ± 0,03)
<b>Sardinha</b>	0,22 - 0,48 (0,34 ± 0,17)	0,07 - 0,10 (0,08 ± 0,01)	< LD
<b>Tainha</b>	NA	0,04 - 0,14 (0,07 ± 0,04)	0,04 - 0,21 (0,13 ± 0,12)
<b>Vermelha</b>	0,24 - 0,48 (0,33 ± 0,10)	0,06 - 0,10 (0,07 ± 0,01)	0,03 - 0,19 (0,11 ± 0,08)

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Espécie de peixe	Salvador		
	Arsênio (As)	Cádmio (Cd)	Chumbo (Pb)
<b>Arabaiana</b>	0,12 - 0,12 (0,12 ± 0,00)	0,04 - 0,11 (0,08 ± 0,03)	0,01 - 0,19 (0,10 ± 0,12)
<b>Atum</b>	0,49 - 1,09 (0,89 ± 0,56)	0,06 - 0,09 (0,07 ± 0,01) <sup>4</sup>	< LD <sup>4</sup>
<b>Bagre</b>	0,86 - 1,06 (0,96 ± 0,13)	0,06 - 0,10 (0,07 ± 0,01)	< LD
<b>Caçãõ</b>	NA	0,07 - 0,14 (0,10 ± 0,02)	< LD
<b>Dourado</b>	0,29 - 1,18 (0,74 ± 0,62)	0,03 - 0,10 (0,07 ± 0,02)	0,02 - 0,03 (0,02±0,00)
<b>Pescada Amarela</b>	0,54 - 1,12 (0,84 ± 0,28)	0,07 - 0,10 (0,09 ± 0,01)	< LD
<b>Pescada Branca</b>	NA	NA	NA
<b>Sardinha</b>	NA	NA	NA
<b>Tainha</b>	0,01 - 0,07 (0,20 ± 0,01)	0,07 - 0,11 (0,09 ± 0,02)	< LD
<b>Vermelha</b>	0,39 - 0,48 (0,44 ± 0,06)	0,06 - 0,07 (0,06 ± 0,01)	< LD

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Espécie de peixe	Maceió		
	Arsênio (As)	Cádmio (Cd)	Chumbo (Pb)
<b>Arabaiana</b>	NA <sup>3</sup>	NA	NA
<b>Atum</b>	0,71 - 0,94 (0,84 ± 0,13)	0,07 - 0,10 (0,09 ± 0,01)	0,04 - 0,14 (0,10 ± 0,05)
<b>Bagre</b>	NA	NA	NA
<b>Cação</b>	0,07 - 0,47 (0,25 ± 0,19)	0,06 - 0,11 (0,08 ± 0,01)	0,01 - 0,13 (0,07±0,06)
<b>Dourado</b>	0,63 - 1,03 (0,81 ± 0,19)	0,06 - 0,33 (0,12 ± 0,08)	0,03 - 0,09 (0,06 ± 0,03)
<b>Pescada Amarela</b>	0,11 - 0,31 (0,19 ± 0,09)	0,06 - 0,14 (0,09 ± 0,03)	0,10 - 0,23 (0,17 ± 0,06)
<b>Pescada Branca</b>	0,25 - 0,52 (0,39 ± 0,13)	0,07 - 0,11 (0,08 ± 0,02)	< LD
<b>Sardinha</b>	0,23 - 0,38 (0,29 ± 0,07)	0,04 - 0,23 (0,08 ± 0,06)	0,10 - 0,20 (0,11 ± 0,10)
<b>Tainha</b>	0,09 - 0,17 (0,14 ± 0,04)	0,05 - 0,15 (0,09 ± 0,12)	0,04 - 0,16 (0,08 ± 0,03)
<b>Vermelha</b>	NA	0,08 - 0,15 (0,10 ± 0,05)	< LD

<sup>1</sup>Intervalos de variação das concentrações dos metais ; <sup>2</sup>concentrações médias ± desvio padrão (entre parênteses).<sup>3</sup>NA:não analisado; <sup>4</sup> < LD:abaixo do limite de detecção.

A concentração média de arsênio nos peixes comercializados em Aracaju foi  $0,56 \text{ mg/kg} \pm 0,27 \text{ mg/kg}$ ; em Salvador,  $0,59 \text{ mg/kg} \pm 0,24 \text{ mg/kg}$ ; e, em Maceió,  $0,41 \text{ mg/kg} \pm 0,12 \text{ mg/kg}$ . As concentrações de As total observadas neste estudo são inferiores àquelas encontradas por Burger e Gochfeld (2005) de  $0,23 \text{ mg/kg}$  a  $3,3 \text{ mg/kg}$  em peixes marinhos comercializados em New Jersey, EUA, onde 35% das amostras excederam o limite máximo prescrito pela legislação americana de  $1,3 \text{ mg/kg}$  (FALLAH et al., 2011) e assinalaram a necessidade de um melhor entendimento da toxicinética deste elemento. Segundo Burger e Gochfeld (2005), a comparação e interpretação dos níveis de metais entre amostras de peixes obtidas por meio da compra de pescado no comércio são difíceis porque as origens geográficas dos peixes são desconhecidas e o regime alimentar pode apresentar variações geográficas nos padrões de predação e itens na dieta.

Lewis et al. (2002) encontraram valores médios de As total de  $6,96 \text{ mg/kg}$  para peixes marinhos do Golfo do México. Peshut et al. (2008) analisando peixes marinhos da Samoa no Pacífico Sul encontraram concentrações de As total no xaréu *Caranx papuensis* variando entre  $0,27 \text{ mg/kg}$  e  $0,65 \text{ mg/kg}$  e na tainha *Mugil* spp. de  $0,32 \text{ mg/kg}$  a  $0,60 \text{ mg/kg}$ .

Os teores de As na pescada branca, sardinha, tainha e vermelho não excederam o LMT de  $1,0 \text{ mg/kg}$  estabelecido pela legislação brasileira. Entretanto, os peixes predadores atum, dourado e pescada amarela apresentaram níveis acima do LMT e em duas espécies arabaiana e cação encontram-se muito próximos do limite máximo. Os teores mais elevados de As nesse grupo de predadores podem estar relacionados ao hábito alimentar carnívoro desses peixes (Tabela 1) que concentram esse elemento via cadeia alimentar. O atum comercializado em Aracaju apresentou as maiores concentrações de arsênio comparado com os exemplares das outras duas cidades. Os maiores níveis de As nos atuns pode ser atribuído ao seu regime alimentar piscívoro de peixes planctófagos pelágicos. Suas presas se alimentam de fitoplâncton marinho que tem habilidade de acumular As inorgânico do meio e

transformá-lo em As orgânico via metilação que é transferido ao atum através da cadeia trófica (EISLER, 1988; LI et al., 2003).

Peshut et al. (2008) analisando peixes marinhos da região de Samoa no Oceano Pacífico Sul encontraram concentrações de As total na tainha de 0,37 mg/kg a 0,94 mg/kg superiores às observadas nesse estudo de 0,01 mg/kg a 0,17 mg/kg. Esses autores relatam que a análise de As total não é um bom indicador para avaliar a toxicidade do elemento em humanos que é variável dependendo da forma química presente no organismo e destacam a importância das análises de especiação. Li et. al (2003) observaram que a forma orgânica arsenobetaína representou 98 % do arsênio total em peixes. Medeiros et al. (2012) detectaram níveis de As total entre 0,002 mg/kg e 11,8 mg/kg analisando onze peixes comercializados no principal mercado de Niterói, RJ. Silva et al. (2016) encontraram valores de As variando de 0,48 mg/kg a 1,19 mg/kg em peixes comercializados em Salvador, BA, sendo que a bicuda *Sphyaena guachancho* e o ariacó *Lutjanus synagris* excederam o LMT de 1,0 mg/kg estabelecido pela legislação brasileira. Os intervalos de variações nas concentrações de arsênio neste estudo estão de acordo aos publicados na literatura (JURESA; BLANUSA, 2003; LI et al., 2003; PESHUT et al., 2008; SILVA et al., 2016; SIVAPERUMAL et al., 2007).

A concentração média de cádmio foi de 0,08 mg/kg  $\pm$  0,02 mg/kg nos peixes comercializados em Aracaju, 0,08 mg/kg  $\pm$  0,02 mg/kg em Salvador e 0,09 mg/kg  $\pm$  0,05 mg/kg em Maceió. O dourado comercializado em Maceió apresentou o valor mais alto do cádmio de 0,33 mg/kg. Essa diferença na concentração do metal dentro da mesma espécie pode ser explicada por diferentes origens geográficas e épocas de captura (ELNABRIS et al., 2013). A maior concentração de Cd observada no dourado pode ser atribuída ao seu regime alimentar bem diversificado de peixes, crustáceos e moluscos (OXENFORD, 1999). Esse último grupo de invertebrados marinhos podem bioacumular mais cádmio que outros animais marinhos e transferir o metal via cadeia alimentar. Os teores médios do Cd no

atum, sardinha e tainha encontram-se abaixo do LTM de 0,10 mg/kg específico para estas espécies (ANVISA, 2013). Nas demais espécies arabaiana, bagre, cação, pescada amarela, pescada branca e vermelho, as concentrações médias do cádmio excedem o LMT de 0,05 mg/kg e não ultrapassam o valor de 0,10 mg/kg específico para algumas espécies, exceto o dourado (0,12 mg/kg  $\pm$  0,08 mg/kg) comercializado em Maceió.

Medeiros et al. (2012) analisando onze peixes comercializados no principal mercado de Niterói, RJ, detectaram níveis de Cd entre 0,002 mg/kg e 0,5 mg/kg. Morgano et al. (2011) encontraram concentrações de Cd de <0,01 mg/kg a 0,287 mg/kg em pescada *Macrodon ancylodon*, tainha *Mugil liza*, e sardinha *Sardinella brasiliensis* comercializados na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). As comparações das concentrações entre diferentes espécies de peixes obtidas no comércio tornam-se difíceis porque as origens geográficas dos peixes são desconhecidas (BURGER; GOCHFELD, 2005). Campanha Filho (2001), analisando pescados da baía de Vitória, ES, encontrou valores entre 0,02 mg/kg a 0,04 mg/kg na tainha *Mugil spp*, inferiores aos obtidos neste estudo. Similarmente, os teores de cádmio em tainhas do litoral de São Francisco do Conde, BA, variaram de 0,01 mg/kg a 0,08 mg/kg (SANTOS, 2011). Lewis et al. (2002) encontraram valores médios de 0,23 mg/kg de Cd para peixes marinhos do Golfo do México. Os intervalos das concentrações de cádmio nos peixes deste estudo estão de acordo com a literatura (CHAHID et al., 2014; LIMA, 2013; MENDIL et al., 2010; SANCHES FILHO et al., 2013; STORELLI, 2008).

A concentração média de chumbo foi de 0,09 mg/kg  $\pm$  0,06 mg/kg nos peixes comercializados em Aracaju, 0,06 mg/kg  $\pm$  0,06 mg/kg em Salvador e 0,10 mg/kg  $\pm$  0,05 mg/kg em Maceió. O dourado comercializado em Aracaju foi a única espécie que apresentou níveis de chumbo acima do LMT de 0,30 mg/kg atingindo o maior teor de 0,45 mg/kg. Essas diferenças observadas podem ser atribuídas as diferentes procedência geográficas dos peixes comercializados nesses locais (BURGER; GOCHFELD, 2005) e ao

tipo de alimento consumido e diferentes hábitos alimentares dos peixes (SERRÃO et al., 2014). Similarmente, Lewis et al. (2002) encontraram valores médios de 0,07 mg/kg para peixes marinhos do Golfo do México.

Medeiros et al. (2012) analisando onze espécies de peixes comercializados em Niterói, RJ, detectaram níveis de Pb entre 0,01 mg/kg e 0,50 mg/kg. Teores de Pb entre 0,03 mg/kg a 0,48 mg/kg foram encontrados em peixes comercializados em São Paulo, SP (MORGANO et al., 2011) e entre 0,09 mg/kg a 0,40 mg/kg em amostras de peixes enlatados coletadas em mercados na Turquia (TUZEN; SOYLAK, 2007).

Guérin et al. (2011) registraram níveis médios de chumbo de 0,011 mg/kg  $\pm$  0,009 mg/kg em peixes no mercado francês e a sardinha apresentou as maiores concentrações de 0,024 mg/kg a 0,047 mg/kg, sendo estes últimos inferiores aos obtidos neste estudo. Elnabris et al. (2013) encontraram para a corvina e tainha comercializadas na Palestina teores médios de chumbo de 0,55 mg/kg  $\pm$  0,48 mg/kg e 0,17 mg/kg  $\pm$  0,09 mg/kg, respectivamente. Por outro lado, Burger e Gochfeld (2005) encontraram níveis acima de 0,2 mg/kg no atum comercializado em New Jersey, EUA, superiores aos obtidos neste estudo.

No Brasil, Santos (2011), analisando peixes estuarinos da Baía de Todos os Santos, BA, encontrou valores entre 0,3 mg/kg a 1,5 mg/kg no robalo *Centropomus* spp e de 0,10 mg/kg a 0,8 mg/kg na tainha *Mugil* spp. Na baía de Vitória, ES, os níveis de chumbo variaram entre 0,09 mg/kg a 0,37 mg/kg no robalo e de 0,15 mg/kg a 0,41 mg/kg na tainha (CAMPANHA FILHO, 2001). Estudo realizado por Silva et al. (2016) encontraram valores variando de 0,019 mg/kg a 0,022 mg/kg em sambuio *Archosargus rhomboidalis* e ariacó *Lutjanus synagris* comercializados em Salvador, BA. Os intervalos de variações nas concentrações de chumbo observadas neste estudo estão de acordo aos reportados na literatura (CHAHID et al., 2014; SANCHES FILHO et al., 2013; SANTOS et al., 2013, STORELLI, 2008).

De maneira geral, foram observadas variações intra e interespecíficas nas concentrações de arsênio, cádmio e chumbo nos peixes avaliados neste estudo e, conforme apontado por Burger e Gochfeld (2005), a comparação e interpetração dos níveis dos elementos entre diferentes espécies de peixes obtidas por meio da compra de pescado no comércio tornam-se difíceis porque as origens geográficas dos peixes são desconhecidas, porém é a realidade que os consumidores estão expostos a determinados contaminantes quando eles compram peixe.

## **Conclusões**

De maneira geral, os teores de chumbo e cádmio das espécies alvos nas três cidades apresentam níveis toxicológicos aceitáveis para consumo humano, exceto o dourado que apresentou exemplares que excederam os LMT estabelecidos pela legislação brasileira.

A pescada branca, sardinha, tainha e vermelha apresentam níveis de arsênio aceitáveis com base no LMT. O atum, arabaiana, bagre, cação, dourado e pescada amarela apresentam os teores mais elevados de arsênio e potencial risco à saúde humana.

Estudos adicionais sobre a especiação do arsênio em peixes são fundamentais para a avaliação de risco de consumo porque a maioria desse elemento determinado como As total encontra-se na forma orgânica que é menos tóxica que a inorgânica.

## **Agradecimentos**

Ao CNPq, processo 481925/2013-9, pelo aporte de recursos para a realização da pesquisa e bolsa PIBIC.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução nº 42 de 29 de ago. 2013. Dispõe sobre o regulamento técnico Mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 ago. 2013. Seção 1, p. 33-35.

ASCHNER, M. Neurotoxic mechanisms of fish-borne methylmercury. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, n. 12, p. 101-104, 2002.

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.

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

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. **Environmental Research**, Amsterdam, n. 99, p. 403-412, 2005.

CAMPANHA FILHO, E. A. Avaliação preliminar dos níveis de cádmio, cromo, cobre, chumbo e zinco em peixes do sistema estuarino da Baía de Vitória-ES. 2001. 56 f. Monografia (Curso de Especialização) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

CHAHID, A.; HILALI, M.; BENLHACHIMI, A.; BOUZID, T. Contents of cadmium, mercury and lead in fish from the Atlantic sea (Morocco) determined by atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 147, p. 357-360, 2014.

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

EISLER, R. **Arsenic hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review**. Environmental Protection Agency, 2002. Disponível em: <[https://clu-in.org/download/contaminantfocus/arsenic/eisler\\_CHR\\_12\\_Arsenic.pdf](https://clu-in.org/download/contaminantfocus/arsenic/eisler_CHR_12_Arsenic.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

ELNABRIS, K. J.; MUZYED, S. K.; EL-ASHGAR, N. M. Heavy metal concentrations in some commercially important fishes and their contribution to heavy metals exposure in Palestinian people of Gaza Strip (Palestine). **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**, Amsterdam, v.13, p. 44-51, 2013.

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

GUÉRIN, T. CHEKRI, R.; VASTEL, C.; SIROT, V.; VOLATIER, J. L.; LEBLANC, J, C.; NOËL, L. Determination of 20 trace elements in fish and other seafood from the French market. **Food Chemistry**, Amsterdam, n. 127, p. 934–942, 2011.

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.

JURESA, D.; BLANUSA, M. Mercury, arsenic, lead and cadmium in fish and shellfish from the Adriatic Sea. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 20, n. 3, p. 241-246, 2003.

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. 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.

LEWIS, M. A.; SCOTT, G. I.; BEARDEN, D. W.; QUARLES, R. L.; MOORE, J.; STROZIER, E. D.; SIVERTSEN, S. K.; DIAS, A. R.; SANDERS, M. Fish tissue quality in near-coastal areas of the Gulf of Mexico receiving point source discharges. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 284, p. 249-261, 2002.

LIMA, D. P. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá.

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**, Amsterdam, v. 46, p. 701-709, 2008.

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.

MASON, C. F. **Biology of freshwater pollution**. 2.ed. New York: John Willey and Sons, 1991. 351 p.

MATHEWS, T.; FISHER, N. S. Dominance of dietary intake of metals in marine elasmobranch and teleost fish. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, n. 407, p. 5156-5161, 2009.

MCKELVEY, W.; GWYNN, R. C.; JEFFERY, N.; KASS, D.; THORPE, L. E.; GARG, R. K.; PALMER, C. D.; PARSONS, P. J. A biomonitoring study of lead, cadmium, and mercury in the blood of New York city adults. **Environmental Health Perspective**, New York, n. 115, p. 1435-41, 2007.

MEDEIROS, R. J.; SANTOS, L. M. G.; FREIRE, A. S.; SANTELLI, R. E.; BRAGA, A. M. C. B.; KRAUSS, T. M.; JACOB, S. C. Determination of inorganic trace elements in edible marine fish from Rio de Janeiro State, Brazil. **Food Control**, Amsterdam, v. 23, p. 535-541, 2012.

MENDIL, M.; ÜNAL, O. F.; TÜZEN, M.; SOYLAK, M. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the River Yesilirmak in Tokat, Turkey. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 48, p. 1383-1392, 2010.

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.

MIKAC, N.; BRANICAA, M.; HARRISON, R.M. Total and organic lead distribution in water, sediment and organisms from eastern Adriatic coast. **Chemical Speciation and Bioavailability**, London, n. 13, p. 121-128, 2001.

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.

OXENFORD, H. A. Biology of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. **Scientia Marina**, Barcelona, v. 63, n. 3-4, p. 277-301, 1999.

PESHUT, P. J.; MORRISON, R. J.; BROOKS, B. A. Arsenic speciation in marine fish and shellfish from American Samoa. **Chemosphere**, Amsterdam, n. 71, p. 484-492, 2008.

PINTO, F. G.; REY, U. V.; ANSALONI, L. M. S.; ANDRADA, D.; SILVA, J. B. B. Determinação de cádmio em amostras de urina e soro humano por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite usando irídio como modificador permanente. **Eclética Química**, São Paulo, v. 30, n. 40, p. 59-65, 2005.

REPULA, C. M. M.; CAMPOS, B. K.; GANZAROLLI, E. M.; LOPES, M. C.; QUINÁIA, S. P. Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce. **Química Nova**, Campinas, v. 35, n. 5, p. 905-909, 2012.

SANCHES FILHO, P. J.; FONSECA, V. K.; HOLBIG, L. Avaliação de metais em pescado da região do Pontal da Barra, Laguna dos Patos, Pelotas-RS. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, Amsterdam, v. 8, n. 1, p. 105-111, 2013.

SANTOS, I. R.; SILVA-FILHO, E. M.; SCHAEFER, C.; SELLA, S. M.; SILVA, C. A.; GOMES, V.; PASSOS, M. J. A. C. R.; NGAN, P. V. Baseline mercury and zinc concentrations in terrestrial and coastal organisms of Admiralty Bay, Antarctica. **Environmental Pollution**, Amsterdam, n. 140, p. 304-311, 2006.

SANTOS, L. F. P. **Avaliação dos teores de cádmio e chumbo em pescado proveniente de São Francisco do Conde, Bahia**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

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.

SERRÃO, C. R. G.; PONTES, A. N.; DANTAS, K. G. F.; FILHO, H. A. D.; PEREIRA JÚNIOR, J. B.; NUNES, P. O.; CARVALHO, F. I. M.; PALHETA, D. C. Biomonitoramento de elementos metálicos em peixes de água doce da região Amazônica. **Revista Virtual Química**, v. 6, n. 6, p. 1161-1676, 2014.

SILVA, E.; COSTA, F. N.; SOUZA, T. L.; VIANA, Z. C. V.; SOUZA, A. S.; KORN, M. G. A.; FERREIRA, S. L. C. Assessment of trace elements

in tissues of fish species: multivariate study and safety evaluation.

**Journal of Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 77, n. 12, p. 2234-2245, 2016.

SIVAPERUMAL, P.; SANKAR, T. V.; NAIR, P. G. V. Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 102, p. 612-620, 2007.

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.



---

*Tabuleiros Costeiros*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

