



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo  
ISBN 978-85-7029-141-7

## ESTUDO DE ELEMENTOS TRAÇO EM SARDINHA ENLATADA

Letícia Carvalho de Sousa<sup>1</sup>; Gabriela Chagas Correa<sup>2</sup>; Tainá Elisa de Mello Lazarini<sup>3</sup>; Raquel Fernanda Milani<sup>4</sup>; Marcelo Antonio **Morgano**<sup>5</sup>

Nº 17218

**RESUMO** – Devido a sua importância na dieta humana, o consumo de peixes tem aumentado nos últimos anos por ser considerado um alimento saudável, fonte de proteínas, vitaminas, antioxidantes e ácidos graxos poli-insaturados (ômega-3). Entre as espécies de peixes mais consumidas no Brasil está a sardinha que, em geral, é comercializada na forma enlatada. Os principais contaminantes inorgânicos que podem estar presentes nos pescados são: cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio total (t-Hg) e orgânico (o-Hg, metilmercúrio). Este projeto teve como objetivos: o desenvolvimento de um método simples, rápido e de baixo custo para a determinação de t-Hg e o-Hg em 50 amostras de sardinha enlatada, em conservas em óleo e em molho, utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica com decomposição térmica e amalgamação (TDA AAS) e a determinação de Pb e Cd usando a digestão ácida assistida por micro-ondas com quantificação por espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma com acoplamento indutivo (ICP OES). Os resultados obtidos variaram de: 0,0126 a 0,0478 mg kg<sup>-1</sup> para t-Hg; 0,0041 a 0,0242 mg kg<sup>-1</sup> para o-Hg; 0,0160 a 0,1750 mg kg<sup>-1</sup> para Cd; e de <0,0022 a 0,0520 mg kg<sup>-1</sup> para Pb. Para Hg e Pb nenhuma das amostras apresentaram teores acima do máximo estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e para o Cd duas amostras ultrapassaram os teores máximos.

**Palavras-chaves:** Sardinha enlatada, Metilmercúrio, Mercúrio total, Cádmio, Chumbo, TDA AAS.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia de Alimentos, FAJ, Jaguariúna-SP; leticiacarvalhos@hotmail.com

2 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Química, UNICAMP, Campinas-SP

3 Colaborador: Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ITAL, Campinas-SP

4 Colaborador: Assistente de Pesquisa, ITAL, Campinas-SP

5 Orientador: Pesquisador Científico, ITAL, Campinas-SP; morgano@ital.sp.gov.br



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

**ABSTRACT** - Due to its importance in the human diet, fish consumption has increased in recent years because it is considered a healthy food source of proteins, vitamins, antioxidants and polyunsaturated fatty acids (omega-3). Among the most consumed species of fish in Brazil, the sardine stands out and it is usually marketed in canned form. The main toxic inorganic contaminants that may be present in fish are: cadmium (Cd), lead (Pb), total mercury (t-Hg) and organic (o-Hg, methylmercury). The aims of this study were to develop a simple, fast and low cost method for: the determination of total and organic mercury in 50 samples of canned sardines, in canned oil and sauce, using the technique of atomic absorption spectrometry with thermal decomposition and amalgamation (TDA AAS) and the determination of lead and cadmium using microwave-assisted acid digestion with quantification by inductive coupling plasma optical emission spectrometry (ICP OES). The results obtained ranged from: 0.0126 to 0.0478 mg kg<sup>-1</sup> for t-Hg; 0.0041 to 0.0242 mg kg<sup>-1</sup> for o-Hg; 0.0160 to 0.1175 mg kg<sup>-1</sup> for Cd; and <0.0022 to 0.0520 mg kg<sup>-1</sup> for Pb. For Hg and Pb the levels were below the maximum limits established by the National Agency of Sanitary Surveillance (ANVISA) however for Cd two samples showed levels above the maximum allowed.

**Keywords:** Canned sardine, Methylmercury, Total mercury, Cadmium, Lead, TDA AAS.

## 1 INTRODUÇÃO

Os peixes são alimentos importantes para a dieta humana por serem considerados fontes de proteínas de alto valor biológico, compostos antioxidantes e ácidos graxos poli-insaturados, como o ômega-3. Para conservação, os peixes podem ser submetidos ao congelamento, a salga, a decapagem, a secagem ou através de conservas, sendo a maneira mais comumente utilizada. Algumas espécies de peixes, como as sardinhas, têm sido amplamente comercializadas para o consumo na forma enlatada, utilizando conservas em óleo ou em molho.

Estudos têm reportado que os pescados são os principais alimentos que podem levar a exposição humana a componentes inorgânicos tóxicos, visto que podem conter em sua composição elementos traço, como o Cd, o Pb e o Hg (DEMIRAYAK *et al.*, 2011). As principais vias de absorção para os contaminantes inorgânicos são a oral e a respiratória. Uma das formas de exposição é a ingestão de água contaminada ou alimentos, tais como, hortaliças cultivadas em solos contaminados.

Dentre as formas químicas existentes do Hg, a mais tóxica é a orgânica, representada principalmente pelo metilmercúrio, o qual é facilmente bioacumulado. Micro-organismos (bactérias,



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

fitoplâncton no oceano, e fungos) convertem mercúrio inorgânico em metilmercúrio, sendo esta a forma que se acumula na cadeia alimentar (EFSA, 2012).

Quando o Cd é ingerido através da dieta ele pode ser absorvido pelo corpo humano e é acumulado no rim e no fígado, podendo permanecer nestes órgãos por muitos anos (CAC, 2016). A exposição a baixos níveis de Cd por muito tempo pode também fazer com que os ossos se tornem frágeis podendo sofrer quebras com facilidade (ATSDR, 2012).

O Pb é um elemento tóxico que se acumula no organismo e na sua interação com a matéria viva, apresenta tanto características comuns a outros metais pesados quanto algumas peculiaridades (Niekraszewicz, 2010). Este elemento, quando absorvido atinge o sistema nervoso central e periférico. Os principais sintomas causados pela intoxicação por chumbo em humanos são: anemia, déficit de aprendizado e de desenvolvimento neurológico.

Diante do exposto, este projeto teve como objetivos o desenvolvimento de um método simples, rápido e de baixo custo para a determinação de t-Hg, o-Hg, Cd e Pb em sardinha enlatada utilizando as técnicas de espectrometria de absorção atômica com decomposição térmica e amalgamação (t-Hg e o-Hg) e a espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma com acoplamento indutivo (Cd e Pb).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Amostras e reagentes**

Foram estudadas 50 amostras de sardinha enlatada provenientes de mercados da região de Campinas (SP) das marcas mais consumidas e disponíveis. Foram avaliadas amostras de 5 marcas distintas (A, B, C, D e E), de 5 diferentes lotes e de dois tipos de conserva, em óleo e em molho de tomate.

Todos os reagentes utilizados neste estudo foram de grau analítico ou superior. A água (18,2 MΩ cm) foi purificada utilizando um sistema de osmose reversa (Gehaka, São Paulo, Brasil). Para a extração do metilmercúrio (o-Hg) foi usado tolueno p.a. (Synth, Diadema, Brasil); solução de HCl 30% (v/v) (Merck, Darmstadt, Alemanha) e solução de L-cisteína 2,5% (Sigma, Steinheim, Alemanha).

Para a determinação do cádmio (Cd) e chumbo (Pb) foi utilizado para digestão das amostras, uma solução contendo ácido nítrico concentrado (Synth, Diadema, Brasil) e destilado em



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

sistema *subboiling* (Distillacid, Berghof, Alemanha), peróxido de hidrogênio 30% (Merck, Darmstadt, Alemanha) e água purificada.

## **2.2 Instrumentação**

Para a determinação das espécies orgânicas de Hg as amostras de sardinhas foram submetidas a um procedimento de extração em sistema fechado assistido por micro-ondas (Start E, Milestone, Sorisole, Itália) e para a determinação do o-Hg e t-Hg foi usado um espectrômetro de absorção atômica com decomposição térmica e amalgamação (TDA AAS) (DMA-80, Milestone srl, Sorisole, Itália). Para a determinação dos níveis de Cd e Pb foi utilizado um espectrômetro de emissão atômica com plasma de argônio com acoplamento indutivo (ICP OES, 5100 VDV, Agilent Technologies, Tóquio, Japão).

## **2.3 Curvas analíticas**

As curvas analíticas para a determinação do Hg foram preparadas a partir de solução padrão certificada de mercúrio contendo  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  (Fluka, Sigma–Aldrich, Steinheim, Alemanha) em solução 0,5% (v/v) de  $\text{HNO}_3$  purificado. As curvas analíticas foram construídas em duas células de detecção do analisador de Hg, nas seguintes faixas de concentração (conforme a sensibilidade das células): faixa baixa de  $0,5$  a  $50 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  e faixa alta de  $100$  a  $1000 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ . Para Cd e Pb as curvas analíticas foram preparadas a partir de uma solução padrão multielementar de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  (Merck, Darmstadt, Alemanha) contendo os analitos, na faixa de concentração de  $0,0025$  a  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ .

## **2.4 Validação dos métodos analíticos**

A validação dos métodos analíticos foi realizada com base nas recomendações do INMETRO (2011) e consistiu na avaliação das seguintes figuras de mérito: precisão, linearidade das curvas analíticas, exatidão (avaliada usando materiais de referência certificados e testes de recuperação) e limites de detecção e quantificação.

## **2.5 Determinação de mercúrio total**

As amostras de sardinha foram drenadas e homogeneizadas em processador doméstico até obtenção de uma massa uniforme. Na sequência, foram pesados  $100 \text{ mg}$  das amostras em barquinhas de níquel e transferidas para o analisador de Hg. As condições analíticas otimizadas do analisador de Hg foram: temperatura de secagem à  $200^\circ\text{C}$  por  $60\text{s}$ ; temperatura de decomposição à  $600^\circ\text{C}$  por  $180\text{s}$ , temperatura de dessorção à  $850^\circ\text{C}$  e detecção a  $253,7 \text{ nm}$ .



## **2.6 Determinação de mercúrio orgânico (o-Hg)**

Para a determinação do o-Hg as amostras de sardinha foram submetidas a um procedimento de extração em sistema fechado assistido por micro-ondas, usando como solvente, o tolueno em meio ácido. Nos vasos de extração de teflon PFA foi pesado, em balança analítica, 1 g da amostra homogeneizada, sendo em seguida adicionados: 8 mL de tolueno, 1 mL de água desmineralizada e 0,75 mL de solução de HCl 30% (v/v). Os vasos foram fechados e transferidos para o extrator de micro-ondas usando o seguinte programa, com aplicação de potência de 1 kW: (a) temperatura ambiente a 110°C por 10 min; (b) mantido a temperatura constante de 110°C por 5 min. Após resfriamento, os vasos foram abertos, sendo retirada uma alíquota de 4 mL da fase orgânica e transferido este volume para um tubo falcon contendo 2 mL de uma solução 2,5% de L-cisteína. Após agitação manual, a solução foi centrifugada durante 6 min a 3500 rpm. Para a determinação da fração do o-Hg no analisador Hg, pesou-se em balança analítica 100 µg da fase aquosa contendo L-cisteína-oHg em uma barquinha de quartzo. As condições otimizadas de leitura no analisador de Hg foram: temperatura de secagem da amostra 120°C por 60s; temperatura de decomposição 300°C por 180s; temperatura de dessorção 850°C por 12s; medida da absorbância em 253,7 nm.

## **2.7 Determinação de chumbo e cádmio**

Para a determinação do Cd e do Pb as amostras de sardinha foram submetidas a um procedimento de extração em sistema fechado assistido por micro-ondas, em meio ácido. Nos vasos de extração de teflon PFA foi pesado, em balança analítica, 1 g do pescado homogeneizado, adicionados 4 mL de ácido nítrico concentrado e os vasos foram fechados e deixados em repouso *overnight*. Após isto foram adicionados 4 mL de água purificada, 2 mL de peróxido de hidrogênio 30% e transferidos para o extrator de micro-ondas usando a seguinte programação, com aplicação de 1kW: (a) temperatura ambiente a 70°C por 5 min; (b) temperatura de 70°C a 120°C por 5 min; (c) temperatura de 120°C a 170°C por 5 min; (d) mantido a temperatura constante de 170°C por 25 min. Após resfriamento, os vasos foram abertos, e transferido todo volume para um tubo falcon, completando o mesmo para 25 mL com água purificada. Após isso, as amostras digeridas foram lidas no ICP OES, utilizando as seguintes condições otimizadas de leitura: potência da radiofrequência (RF = 1,2 kW); tempo de estabilização e de leitura (17 s); vazão de argônio e gás auxiliar (12,0 e 1,0 L min<sup>-1</sup>, respectivamente); nebulizador tipo concêntrico (seaspray) com vazão de 0,6 L min<sup>-1</sup>; número de leituras (3); vista axial do plasma e comprimentos de onda (Cd = 214,439nm e Pb = 220,353 nm).



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método analítico usado para a extração do mercúrio orgânico nas amostras de pescado utilizando o sistema assistido por micro-ondas e quantificação por espectrometria de absorção atômica com decomposição térmica e amalgamação permitiu o uso de reduzido volume de reagentes químicos (8 mL de tolueno, 1 mL de água e 0,75 mL de solução de HCl 30%) e apresentou alta eficiência de extração do o-Hg, com recuperações acima de 96% e tempo de extração de 15 min.

Os resultados obtidos na validação do método para o-Hg, t-Hg, Cd e Pb foram: LOD (3s) = 0,002 mg kg<sup>-1</sup>; 0,001 mg kg<sup>-1</sup>; 0,003 mg kg<sup>-1</sup> e 0,010 mg kg<sup>-1</sup> e LOQ (5s) = 0,004 mg kg<sup>-1</sup>; 0,002 mg kg<sup>-1</sup>; 0,005 mg kg<sup>-1</sup>; 0,020 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente; sendo “s” o valor de desvio-padrão obtido para 10 repetições analíticas de uma amostra de sardinha, sendo os resultados multiplicados pelo fator de diluição das amostras. As curvas analíticas obtidas para todos os elementos apresentaram linearidade ( $r^2 > 0,999$ ) nas faixas de concentração utilizadas. A exatidão do método foi avaliada usando materiais de referência certificado (MRC): o hepactopâncreas de lagosta (NRC TORT-2 - *Lobster Hepatopancreas*) para o-Hg e t-Hg e o tecido de ostra (NIST SRM 1566b - *Oyster tissue*) para Cd e Pb. Os valores obtidos foram  $0,031 \pm 0,064$  mg kg<sup>-1</sup>, que corresponde a uma recuperação de  $99 \pm 3$  %, para o metilmercúrio;  $0,270 \pm 0,060$  mg kg<sup>-1</sup> (recuperação de  $99 \pm 1$  %) para mercúrio total;  $2,48 \pm 0,08$  mg kg<sup>-1</sup> (recuperação de  $100 \pm 1$  %) para cádmio e  $0,308 \pm 0,009$  mg kg<sup>-1</sup> (recuperação de  $96 \pm 7$ %) para chumbo. Ensaio de recuperação para MeHg em três níveis de fortificação (10, 100 e 1000 µg kg<sup>-1</sup>) apresentaram recuperação entre 100 e 109%. A precisão do método foi realizada utilizando 16 repetições analíticas de uma amostra de sardinha, sendo analisadas 8 repetições em dois dias distintos. O valor do coeficiente de variação obtido foi 4,3% e 5,4% para t-Hg e o-Hg, respectivamente, satisfazendo as condições recomendadas pela AOAC (2013), cujo limite máximo é de 8% para a faixa de concentração estudada.

Os resultados obtidos para mercúrio total, mercúrio orgânico, cádmio e chumbo nas amostras de sardinha enlatada estão apresentados na Tabela 1, onde é possível verificar as médias e as respectivas estimativas de desvios-padrão. Os valores obtidos para mercúrio orgânico foram convertidos por cálculo estequiométrico para metilmercúrio. O maior nível de mercúrio total encontrado foi o da amostra **E** em conserva de molho de tomate ( $0,048 \pm 0,010$  mg kg<sup>-1</sup>) e o menor foi o da amostra **B** em conserva de óleo ( $0,021 \pm 0,005$  mg kg<sup>-1</sup>). Quanto ao mercúrio orgânico, o maior nível foi o da amostra **E** em conserva de molho tomate ( $0,024 \pm 0,013$  mg kg<sup>-1</sup>) e o menor foi o da amostra **B** em óleo ( $0,004 \pm 0,001$  mg kg<sup>-1</sup>). Para cádmio o maior nível foi o da amostra **C** em





**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

molho ( $0,175 \pm 0,176 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e o menor foi o da amostra **E** em molho ( $0,016 \pm 0,018 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Para chumbo o maior teor foi obtido para a amostra **C** em molho ( $0,052 \pm 0,030 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Valores médios  $\pm$  estimativas de desvios-padrão encontrados para mercúrio total (t-Hg), orgânico (o-Hg), Chumbo (Pb) e Cádmiu (Cd) em amostras de sardinha enlatada em conserva de óleo e molho de tomate.

Marca	Conserva	t-Hg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	o-Hg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Pb ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Cd ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
<b>A</b>	Óleo	$0,0324 \pm 0,0091$	$0,0195 \pm 0,0064$	$0,017 \pm 0,017$	$0,017 \pm 0,008$
	Molho	$0,0337 \pm 0,0158$	$0,0234 \pm 0,0134$	$0,030 \pm 0,019$	$0,021 \pm 0,001$
<b>B</b>	Óleo	$0,0210 \pm 0,005$	$0,0041 \pm 0,001$	$0,002 \pm 0,038$	$0,052 \pm 0,014$
	Molho	$0,0295 \pm 0,015$	$0,0175 \pm 0,0092$	$0,027 \pm 0,028$	$0,044 \pm 0,047$
<b>C</b>	Óleo	$0,0469 \pm 0,013$	$0,0218 \pm 0,0191$	$0,011 \pm 0,042$	$0,035 \pm 0,021$
	Molho	$0,0320 \pm 0,0138$	$0,0103 \pm 0,0058$	$0,052 \pm 0,030$	$0,175 \pm 0,176$
<b>D</b>	Óleo	$0,0292 \pm 0,0058$	$0,0049 \pm 0,0037$	$0,021 \pm 0,009$	$0,057 \pm 0,046$
	Molho	$0,0243 \pm 0,0042$	$0,0100 \pm 0,0038$	$0,002 \pm 0,020$	$0,047 \pm 0,083$
<b>E</b>	Óleo	$0,0360 \pm 0,0145$	$0,0125 \pm 0,0084$	$0,013 \pm 0,006$	$0,019 \pm 0,035$
	Molho	$0,0478 \pm 0,0099$	$0,0242 \pm 0,0130$	$0,019 \pm 0,023$	$0,016 \pm 0,018$

**ND** = Não Detectado (Valor abaixo do LOD =  $0,002 \text{ mg kg}^{-1}$  para o-Hg, valor abaixo do LOD =  $0,010 \text{ mg kg}^{-1}$  para Pb e valor abaixo do LOD =  $0,003 \text{ mg kg}^{-1}$  para Cd).

Foi calculada a razão entre os teores de o-Hg (metilmercúrio) e t-Hg para todas as amostras a fim de verificar se a forma mais tóxica do Hg, o metilmercúrio, predomina em sardinha enlatada. Para as amostras das marcas **A**, **B**, **C**, **D** e **E** em conserva de molho de tomate as razões obtidas foram: 69%, 59%, 32%, 41% e 51% e para as amostras em conserva em óleo: 60%, 19%, 46%, 17% e 35%. Com exceção da amostra **C**, todas as amostras de sardinha em conserva de molho de tomate apresentaram as maiores razões o-Hg/t-Hg, indicando predominância da forma mais tóxica do Hg nesta conserva.

De acordo com a Resolução RDC 42, de 29 de agosto de 2013 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o limite máximo de Hg total, Cd e Pb em peixes não predadores, como a sardinha, é de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $500 \mu\text{g kg}^{-1}$ );  $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $50 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) e  $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $300 \mu\text{g kg}^{-1}$ ). A Legislação Nacional (BRASIL, 2013) ainda não estabelece níveis para mercúrio orgânico em peixes, somente para mercúrio total. Contudo, de acordo com a Legislação Internacional (CAC, 2016), o valor máximo permitido de metilmercúrio que podem estar presentes em peixes não



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

predadores é  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $500 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ), que é o mesmo permitido pela Legislação Nacional para o Hg total. Assim, nenhuma amostra excedeu os limites para Hg total e Pb porém, duas amostras ultrapassaram os limites para Cd (amostra **C** em milho e **D** em óleo) com  $0,175 \pm 0,176 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $0,0570 \pm 0,046 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente.

Na literatura são encontrados alguns estudos sobre a presença de mercúrio em sardinha. No trabalho de Morgano et al. (2011) que avaliou t-Hg em amostras de músculo de sardinha comercializada na GEAGESP (*Sardinella brasiliensis*), o intervalo de concentração de Hg total obtido foi de  $<0,002 - 0,056 \text{ mg kg}^{-1}$ . Estes resultados estão próximos aos obtidos neste estudo para amostras de sardinha enlatada.

Mol (2011) determinou Hg total em amostras de sardinha providas da Turquia, obtendo um intervalo de não detectado -  $223 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ , sendo superiores aos obtidos neste estudo. Já no estudo de Shiber (2011) que realizou a determinação mercúrio em dezessete amostras de sardinhas enlatadas comercializadas nos Estados Unidos, o intervalo de concentração de mercúrio obtido foi de não detectado a  $90 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ .

YABANLI (2013) determinou os teores de contaminantes inorgânicos no tecido muscular de sardinhas (*Sardina pilchardus*) (não enlatadas) comercializadas em 4 mercados da Turquia. As médias dos valores encontrados, em  $\text{mg kg}^{-1}$  (base úmida) foram: 0,46 (Cd); 0,03 (Hg) e 0,14 (Pb). Com esses resultados o autor constatou que em apenas em um dos mercados havia amostras em que o teor de Cd excedeu o limite máximo ( $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ ) permitido pela legislação da Turquia.

#### **4 CONCLUSÃO**

O método aplicado para a determinação de o-Hg permitiu utilizar pequena quantidade de reagentes químicos e o tempo de extração foi de 15 min. Em relação às legislações vigentes, nenhuma das amostras apresentou níveis de mercúrio total, metilmercúrio e chumbo acima do limite máximo permitido e apenas duas amostras de sardinhas apresentaram teores de Cd acima do limite máximo permitido pela legislação nacional. O valor máximo observado para a proporção entre o-Hg/t-Hg foi de 69%, indicando que a forma mais tóxica do Hg predomina em algumas marcas de sardinha enlatada do comércio.





**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

## **5 AGRADECIMENTOS**

L.C. de Sousa e G.C Chagas agradecem ao CNPQ pelas bolsas de IC e T.E.M. Lazarini agradece a CAPES pela bolsa de mestrado. Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP (2012/19142-7) e do CNPq (442025/2014).

## **6 REFERÊNCIAS**

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists – Appendix K: **Guidelines for Dietary Supplements and Botanicals**, 2013.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for CADMIUM**. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Services. Atlanta, Geórgia, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC 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.

CAC - Codex Alimentarius Commission. **Discussion paper on maximum levels for methylmercury in fish**. 10 th Session Rotterdam, The Netherlands, 4-8 April 2016.

DEMIRAYAK, A.; KUTBAY, H. G.; KILIC, D.; BILGIN, A.; HUSEYINOVA, R. Heavy metal accumulation in some natural and exotic plants in Samsun city. **Ekoloji**, v. 20, n. 79, p. 1-11, 2011.

EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food; EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). **EFSA Journal**, v. 10, n. 12, p. 2985, 2012.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Orientação Sobre Validação de Métodos Analíticos**. DOQ-CGCRE-008. Rev.: 04, 1-20, jul. 2011.

MOL, S. Levels of heavy metals in canned bonito, sardines, and mackerel produced in Turkey. **Biological Trace Element Research**, v. 143, p. 974-982, 2011.

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**, v. 70, n.4, p. 497-506, 2011.

NIEKRASZEWICZ, B. A. L. **Embalagens metálicas e alimentos: O caso do atum enlatado**. 2010. 59 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SHIBER, J. G. Arsenic, cadmium, lead and mercury in canned sardines commercially available in eastern Kentucky, USA. **Marine Pollution Bulletin**, v.62, p. 66-72, 2011.

WHO. World Health Organization. Discussion paper on maximum levels for methylmercury in fish. 9 th Session New Delhi, India, 16 e 20 March. de 2015. Disponível em: [http://ftp.fao.org/codex/Meetings/cccf/cccf9/cf09\\_13e.pdf](http://ftp.fao.org/codex/Meetings/cccf/cccf9/cf09_13e.pdf). Acesso em: 20 jun 16.

YABANLI, M. Assessment of the Heavy Metal Contents of *Sardina pilchardus* Sold in Izmir, Turkey. **Ekoloji**, v. 22, n. 87, p. 10-15, 2013.