



Ciência e Tecnologia de Alimentos

Print version ISSN 0101-2061

Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.19 n.1 Campinas Jan./Apr. 1999

doi: 10.1590/S0101-20611999000100006

Avaliação da perda de mercúrio total em peixe antes e após os processos de fritura e cocção¹

Aricelso Maia LIMAVERDE FILHO^{2,*}, Reinaldo Calixto de CAMPOS^{2,3}, Vanessa de Araujo GOES³, Rachel Alves Gonçalves PINTO⁴

RESUMO

A perda de mercúrio contido em músculo de peixes (Piraíba, *Brachyplatystoma ssp*; Traíra, *Hoplias malabaricus*) submetidos a dois distintos processos de cozimento foi investigada. Os resultados mostraram perdas variando entre 0 e 30% (base seca), indicando que a maior parte do mercúrio foi retida. Assim, tais processos não protegem as populações, que deles se utilizam, contra a exposição por ingestão ao mercúrio originariamente contido na amostra "in natura".

Palavras-chave: mercúrio, peixe, tecido muscular, absorção atômica.

SUMMARY

DETERMINATION OF MERCURY LOSSES IN FISH AFTER COOKING. Mercury losses from flesh fish after two cooking process were investigated. Results showed losses ranging from 0 to 30% (dry weight basis). Such result indicates that fish consuming populations are not protected from mercury exposition by the studied cooking processes.

Keywords : mercury, fish, muscular tissue, atomic absorption.

1 – INTRODUÇÃO

Os peixes são a principal fonte de proteína para vários grupos populacionais, com destaque, no Brasil, para as populações ribeirinhas da Amazônia. Porém, desde a intensificação da mineração de ouro naquela região, durante a década de 80, com o conseqüente lançamento no meio ambiente do mercúrio usado no processo de amalgamação, são encontrados valores deste metal em peixes bem acima do máximo permitido para consumo pela legislação (0,5µ g/g em peso úmido), vêm sendo relatados [2, 6, 8]. Entretanto, tais valores referem-se ao peixe cru e não na forma em que os peixes são usualmente consumidos pela população local. Tais formas de

My SciELO

Custom services

Services on Demand

Article

- Article in xml format
- Article references
- How to cite this article
- Curriculum ScienTI
- Automatic translation
- Send this article by e-mail

Indicators

Related links

Bookmark

| More

preparo implicam na fritura e fervura do peixe na presença de óleo vegetal, surgindo imediatamente a suspeita de que algum mercúrio possa ser perdido do peixe para o líquido de fritura, até por ser o metil-mercúrio, principal forma de mercúrio nos peixes, lipossolúvel. Para preencher esta lacuna, abordam-se no presente trabalho duas formas de preparo popular de peixes: a "posta frita" e a "muqueca", visando verificar se peixes contendo altos teores de Hg perdem este metal, quando submetidos aos processos de cocção e fritura na presença de óleo vegetal.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Descrição das amostras

Quatro amostras de peixes foram analisadas: duas referentes ao processo de fritura (amostra A, Traíra "*Hoplias malabaricus*" e amostra B, Piraíba "*Brachyplatystoma ssp*"), ambas procedentes da área de garimpo na Amazônia, e duas referentes ao processo de cocção (amostra C, Corvina da ordem dos percomorfos, família dos scianídeos, adquirida no comércio local do Rio de Janeiro e amostra D, Piraíba "*Brachyplatystoma ssp*", também oriunda de região de garimpo da Amazônia. As amostras do músculo do peixe não foram homogeneizadas, mas as análises, realizadas em quintuplicatas, mostraram-se reprodutivas. Tomou-se o cuidado de comparar os resultados em base seca, embora os teores de água praticamente não tenham mudado após os processos de fritura e cozimento.

2.2 – Instrumental

As determinações de mercúrio foram realizadas em um espectrofotômetro de absorção atômica Varian modelo AA-6, associado a um acessório gerador de vapor frio. Foi usada uma lâmpada de cátodo oco Varian Techtron de mercúrio, operando a 4 mA, no comprimento de onda de 253,7nm. A fenda usada foi de 1nm. Uma célula de absorção ($f_{\text{inter.}} = 15\text{mm}$; $\text{comp.} = 170\text{mm}$), de vidro, com janelas de quartzo, foi posicionada sobre o queimador; o aparato necessário à geração do vapor de mercúrio (*Figura 1*) consistiu de um frasco de 175mL de capacidade, equipado com agitação magnética, sendo os tubos de conexão utilizados de polietileno. Ar atmosférico ($1,0 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) foi utilizado como carreador. Um estudo sistemático deste procedimento, assim como do procedimento de digestão das amostras foi previamente realizado por um dos autores [4]. Nas pesagens utilizou-se uma balança analítica Mettler modelo AE 200.

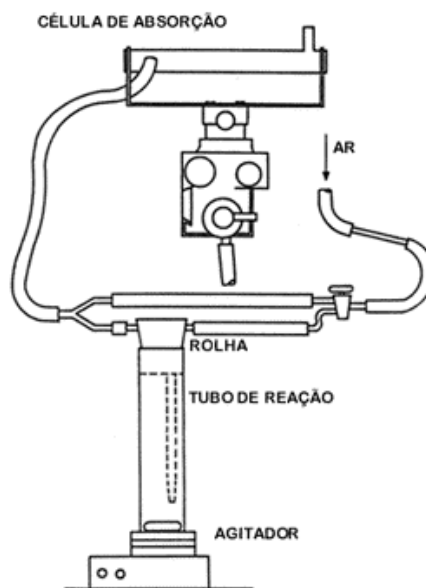


FIGURA 1. Aparato necessário à geração de vapor de mercúrio.

2.3 – Soluções e reagentes

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. Água destilada e deionizada foi usada em todos os experimentos. A solução estoque $1000 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de HgCl_2 foi obtida por diluição de ampola Titrisol, Merck,

conforme instruções do fabricante; as soluções de trabalho ($100\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) de mercúrio inorgânico foram obtidas a partir da diluição da solução estoque $1000\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Para sua conservação, as soluções de trabalho tiveram concentração final de 5% em HNO_3 e 0,05% em $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, e foram preparadas diariamente. Utilizaram-se ainda as seguintes soluções, no procedimento de digestão das amostras e leitura instrumental: solução $\text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$ (1:1) + V_2O_5 0,1% ; solução de KMnO_4 5% ; solução de $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 10% ; solução de SnCl_2 20% em HCl 50%.

3 – PROCEDIMENTOS

3.1 – Pré-tratamento das amostras

As amostras foram digeridas tanto "in natura" como também após serem submetidas a processos de fritura com óleo vegetal e cocção (óleo e filé). Para fritura, as amostras foram previamente envoltas em uma fina camada de farinha de trigo, utilizando-se óleo de soja comercial fervente, em bequer, por cerca de 20 minutos, através de bico de Bunsen. No processo de cocção, foi feita uma muqueca, em receita tradicional baiana com os seguintes ingredientes : alho, cebola, tomate, azeite de dendê, cheiro verde, leite de coco e sal. A muqueca foi cozida em bequer, utilizando-se chapa de aquecimento com temperatura controlada, a 100°C , por cerca de 20'.

3.2 – Digestão das amostras

Pesou-se (ao 0,1mg) cerca de 1 grama do filé de peixe, em quintuplicata, não havendo homogeneização prévia. As alíquotas foram digeridas com 10,0mL de mistura sulfonítrica (1:1) + 0,1 % V_2O_5 , em bloco digestor, durante 25 minutos, a $80 - 90^\circ\text{C}$ [4]. Ao final do processo, uma solução translúcida era obtida. Os extratos digeridos foram resfriados à temperatura ambiente, adicionando-se, em seguida, solução 5% KMnO_4 , suficiente para a manutenção de um meio oxidante (violeta). Após a digestão, os frascos foram fechados para posterior análise. Imediatamente antes da determinação, o excesso de KMnO_4 era reduzido por $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 10%, completando-se o volume a 100,0mL com água deionizada. Em relação à análise do óleo de cozimento ou fritura, foi seguido procedimento análogo, usando-se 1,0mL de amostra.

3.3 – Determinação do mercúrio total

O mercúrio foi determinado pela técnica do vapor frio. A construção da curva analítica foi feita através da adição, ao frasco de reação, de 20mL de água, x μL de solução $100\text{ngHg}\cdot\text{mL}^{-1}$, e 1 mL de solução 20% SnCl_2 , onde x foi igual a 250, 500, 1000 e $2000\mu\text{L}$. Utilizaram-se curvas analíticas aquosas, feitas no dia, imediatamente antes da leitura das amostras, já que estudo anterior mostrou não haver necessidade da utilização da técnica de adição padrão [5].

Na determinação do mercúrio nas amostras, foram adicionados, ao frasco de reação, 20,0mL do extrato digerido + 1,0mL de solução 20% SnCl_2 , seguido de agitação por 60 segundos. Acionou-se o dispositivo de passagem do fluxo de ar através do interior do frasco de reação, carregando-se então o mercúrio gasoso para a célula de absorção, registrando-se a leitura. As leituras foram feitas em duplicata, por altura de pico de absorbância e descontados os respectivos brancos, cuja magnitude média foi em torno de $0,003\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ na solução de leitura.

3.4 – Determinação da umidade das amostras

A umidade das amostras foi determinada em alíquotas à parte, pesadas ao décimo do miligrama, e submetidas, em estufa, a 110°C , por um período mínimo de 24 horas, ou até peso constante.

3.5 – Controle de qualidade analítico

O controle de qualidade analítico foi realizado pela análise de materiais de referência, seguindo os procedimentos de digestão e leitura descritos nos itens anteriores. Os materiais de referência foram Dorm-1 (NRC-Canada), Tonno, um material utilizado em exercício interlaboratorial da Comunidade Européia [3] e Albacore Tuna NIST-SRM-RM 50 [9].

4 – RESULTADOS

Os resultados estão apresentados nas [Tabelas 1 a 4](#). Na [Tabela 1](#) verifica-se uma boa concordância entre os valores encontrados e os certificados, para os materiais de referência analisados, o que garante a qualidade analítica dos resultados. A [Tabela 2](#) mostra não ser necessária a homogeneização da amostra, tendo em vista a boa reprodutibilidade dos resultados relativos à análise de diferentes alíquotas de um mesmo músculo de peixe não-homogeneizado. Observa-se que o coeficiente de variação relativo a estes resultados (5%) foi da mesma ordem daqueles encontrados na análise de materiais de referência.

TABELA 1. Comparação dos teores de mercúrio total (ng.g⁻¹, peso seco) em material de referência (n = 5).

Material de referência	Hg total (encontrado)	Hg total, valor certificado
Dorm - 1 ⁽³⁾	769 ± 26	798 ± 74
Tonno ⁽³⁾	463 ± 48	454 ± 68
Albacore Tuna ⁽⁹⁾	901 ± 41	950*

*desvio não citado na literatura

TABELA 2. Reprodutibilidade de abertura de cinco alíquotas de um mesmo músculo de peixe não-homogeneizado.

Repetição (nº de ordem)	1	2	3	4	5
Conc. (µg/g)	0,378	0,371	0,410	0,395	0,406

X = 0,39 ± 0,02

TABELA 3. Umidade das amostras (% H₂O) (n = 5).

Amostra	filé cru	filé frito / cozido
(A)traíra	75 ± 1	65 ± 2
(B)piraíba	75 ± 4	61 ± 1
(C) Corvina	75 ± 1	69 ± 1
(D) piraíba	75 ± 4	66 ± 1

TABELA 4. Valor de Hg total nas amostras (µg.g⁻¹), peso seco (n = 5).

Amostra	filé cru	filé frito ou cozido	óleo
(A)traíra	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	< L.D
(B)piraíba	9,3 ± 0,6	8,1 ± 0,9	< L.D
(C) Corvina	0,20 ± 0,02	0,16 ± 0,02	< L.D
(D) piraíba	7,9 ± 1,2	5,6 ± 0,9	< L.D

L.D = 0,003 µg de Hg.g⁻¹ na amostra original.

A [Tabela 3](#) mostra que, apesar da alta temperatura dos processos de fritura ou cocção (120 a 150°C); a perda de água foi relativamente pequena. Destes dados pode-se deduzir que a perda de mercúrio por volatilização deve ser igualmente pequena e, caso perdas fossem encontradas, deveriam se dar mais por um processo de extração pelo óleo. Tal como esperado, estas perdas foram modestas ([Tabela 4](#)), alcançando um valor máximo de 30% (*piraíba*), no conjunto das amostras analisadas. Não foi detectada a presença de mercúrio no óleo, indicando que, se a perda se deu por extração, o mercúrio, após extraído, pode ter sido perdido por volatilização.

5 – CONCLUSÕES

Os resultados indicam perdas não maiores que 30% do teor de mercúrio para o filé dos peixes analisados, após os processos de fritura ou cocção. Assim, esses processos não se mostraram suficientes para diminuir

significativamente o risco à exposição a este metal em populações que consomem peixes com altos teores de mercúrio em grande quantidade e frequência. A pequena perda de água também observada indica que, provavelmente, o mercúrio não deve ser perdido diretamente por volatilização, até porque as ligações Hg-S, que mantêm o metal ligado às proteínas do músculo do peixe [7], são bem mais fortes que as ligações intermoleculares que mantêm a água não-estrutural ligada ao sistema. Ao contrário do inicialmente esperado, não foi detectada a presença de mercúrio no óleo, indicando que este pode ter agido como um extrator de parte do mercúrio orgânico (lipossolúvel) [10] do peixe, e a perda (quando observada) se deu posteriormente por volatilização do mercúrio aí dissolvido.

Os resultados aqui encontrados estão em consonância com os relatos por Armbruster *et al.* [1], conquanto estes autores tenham utilizado outras espécies de peixe, submetidos a processos de cozimento distintos dos aqui relatados.

O método de análise mostrou-se acurado e preciso, deixando claro não ser necessária a homogeneização do filé para a obtenção de resultados reprodutivos. Apesar de realizada em sistema aberto, a digestão não levou a perdas, principalmente por ter-se mantido o ambiente oxidante durante todo este processo, graças à presença de HNO₃ e V₂O₅ na mistura digestora [5]. Este processo de digestão vem sendo utilizado na determinação de mercúrio em diferentes tipos de amostras biológicas, com igual sucesso.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARMBRUSTER, G., GUTEMANN, W.H., LISK, D.J. - The Effects of Six Methods of Cooking on Residues of Mercury in Stripped Bass. **Nutrition Reports International**, v. 37, n. 1, p. 123-126, 1988. [[Links](#)]
- [2] BARBOSA, A.C., BOISCHIO, A.A., EAST, G.A., FERRARI, I., GONÇALVES, A., SILVA, P.R.M., CRUZ, T.M.E. Mercury Contamination in the Brazilian Amazon. Environmental and Occupational Aspects. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 80, p. 109-121, 1995. [[Links](#)]
- [3] BORTOLI, A., MUNTAU, H., TACCANI, F. Risultati di un Circuito di Analisi Interlaboratoriale per la Determinazione di Mercurio in Prodotti Ittici. **Bull. Chim. Igien.**, v. 41, n. 1, p.1-8, 1990. [[Links](#)]
- [4] CAMPOS, R.C. Estudo da Determinação de Mercúrio por Espectrofotometria de Absorção Atômica sem Câmara pela Técnica do Vapor Frio, 28, 1980. **Dissertação de Mestrado**. Dep. de Química, PUC-Rio. [[Links](#)]
- [5] CAMPOS R.C., CURTIUS, A.J. – Estudo de um Sistema Simples para a Determinação de Mercúrio por Absorção Atômica pela Técnica do Vapor Frio e de sua Aplicação na Análise de Amostras de Interesse Ambiental, **Seminário Nacional, Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio**, ed. HACON,S., LACERDA, L.D., PFEIFFER, W.C., CARVALHO, D., Rio de Janeiro, p. 110-134, 1990. [[Links](#)]
- [6] HACON, S.S. Avaliação do Risco Potencial para a Saúde Humana de Exposição ao Mercúrio na Área Urbana de Alta Floresta – MT – Bacia Amazônica – Brasil. 112p, 1996. **Tese de Doutorado**, Dep. de Geoquímica, UFF, Niterói. [[Links](#)]
- [7] MALM, O. Avaliação da Contaminação Ambiental por Mercúrio Através da Análise de Peixes, in **Mercúrio em Áreas de Garimpo de Ouro, Série vigilância 12**, ed. Câmara, V., Centro Panamericano de Ecologia e Saúde Humana, OPAS/OMS, Metepec, México D.F, México, p. 81-98, 1993. [[Links](#)]
- [8] PFEIFFER, W.C. & LACERDA, L.D. Mercury from Gold Mining in the Environment – an Overview. **Química Nova**, v. 15, n. 2, p. 155-160, 1992. [[Links](#)]
- [9] Resende M.C.R. O Uso da Técnica do Vapor Frio - Espectrofotometria de Absorção Atômica em Meio não Aquoso: Aplicação à Especificação de Hg em Peixes. 100p,1992. **Tese de Doutorado**, Dep. de Química, PUC-Rio. [[Links](#)]
- [10] SUZUKI, T., IMURA, N., CLARKSON, T.W. in **Advances in Mercury Toxicology , Proceedings of a Rochester International Conference in Environmental Toxicity**, Tokio, Japan, 1-3, 1990, ed. SUZUKI, T., IMURA, N., CLARKSON, T.W., Plenum Press, N. York, 1991. [[Links](#)]

7 – AGRADECIMENTOS

À professora Tânia Tavares (IQ, UFBA) pelas valiosas discussões que levaram à idéia deste trabalho.

¹ *Recebido para publicação em 10/01/98. Aceito para publicação em 08/03/99.*

² *Dep. de Química, PUC-Rio, R.M.S.Vicente, 255 - Gávea -22453-900 - Rio de Janeiro, R.J.*

³ *Escola de Nutrição, UNI-RIO, Rio de Janeiro, R.J.*

⁴ *L.Q.A.A, C.C.T, UENF, Campos dos Goytacazes, R.J.*

^{*} *A quem a correspondência deve ser enviada.*



All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

SBCTA

**Av. Brasil, 2880
Caixa Postal 271
13001-970 Campinas SP - Brazil
Tel.: +55 19 3241.5793
Tel./Fax.: +55 19 3241.0527**



revista@sbcta.org.br