

## DETERMINAÇÃO TOTAL DE MERCÚRIO EM CHOCOLATE EM PÓ COMERCIALIZADO EM TERRITÓRIO NACIONAL

LARISSA, C. A. COSTA<sup>1</sup>; VICENTE, R. T. NETO<sup>2</sup>, MARCIA, F. MESKO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – cristine.andradec@gmail.com<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – vic.neto10@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – marciamesko@yahoo.com

### 1. INTRODUÇÃO

O chocolate é um dos alimentos mais consumidos no mundo, com origem histórica nas civilizações mesoamericanas, como os maias e astecas, que utilizavam as sementes de cacau tanto em rituais religiosos quanto como moeda de troca. Atualmente, o chocolate representa não apenas um produto de valor cultural e gastronômico, mas também um objeto de interesse científico, especialmente no que se refere à segurança alimentar e à presença de contaminantes tóxicos (Ahmadpourmir, *et al.* 2025).

Dentre os contaminantes potencialmente presentes, destaca-se o mercúrio (Hg), um metal de elevada toxicidade, capaz de causar danos neurológicos, renais e imunológicos mesmo em baixas concentrações. A presença de Hg em chocolate pode estar associada a fatores ambientais, como a contaminação do solo e da água em áreas de cultivo de cacau, principalmente em regiões impactadas por atividades de garimpo ou emissões industriais.

As técnicas de determinação de Hg em alimentos incluem, principalmente, Espectrometria de Absorção Atômica com Geração de Vapor Frio (CV-AAS) e Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GF-AAS), porém, essas técnicas analíticas costumam requerer maiores etapas de preparo, gerando maiores riscos de contaminação (Baêta, 2004; Barcelos, 2015). Essas técnicas apresentam elevada sensibilidade e seletividade, sendo aplicadas rotineiramente em matrizes como peixes, frutos do mar e solos. No entanto, observa-se uma escassez de trabalhos dedicados especificamente ao chocolate, cuja matriz apresenta elevada complexidade devido ao conteúdo de lipídios, proteínas e compostos fenólicos, o que pode dificultar as etapas de preparo e digestão das amostras (Burgon, *et al.* 2024). Neste contexto, técnicas que possibilitam a determinação da amostra na forma sólida são promissoras para contornar esse problema.

Outro aspecto crítico refere-se à ausência de legislação específica que estabeleça valores máximos permitidos de Hg em chocolate. Enquanto agências regulatórias, como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelecem limites para mercúrio em peixes e produtos da pesca, não existem regulamentações direcionadas a derivados de cacau. Essa lacuna regulatória gera incertezas quanto à avaliação de risco e dificulta a elaboração de políticas públicas de proteção à saúde do consumidor (ANVISA, 2013).

Dante desse cenário, o objetivo deste trabalho é determinar concentrações de Hg em chocolate em pó de diferentes teores utilizando um analisador direto de Hg (reduzindo etapas de preparo de amostras) para a realização do cálculo de coeficiente de risco alvo.

### 2. METODOLOGIA

Neste estudo foram avaliadas 18 amostras de chocolates comerciais em pó, de 7 marcas diferentes, variando nos teores de cacau de 30%, 50%, 70% e 100%.

Além disso, também foi avaliada uma amostra de *nibs* de cacau, tendo em vista este é composto de sementes de cacau somente torradas e trituradas.

Para a determinação de mercúrio, foi utilizado uma balança analítica para medir massas de amostras que variaram de 30 a 100 mg de amostra em barquetas de níquel. Após, as barquetas foram inseridas em um analisador direto de mercúrio (DMA-80 evo), e submetidas a uma rampa de decomposição térmica demonstrada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Programa de decomposição para a determinação de Hg em chocolates em pó.

<b>Programa de decomposição</b>		
<b>Nº da etapa</b>	<b>Tempo (hh:min:ss)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
1	00:01:00	200
2	00:02:00	650
3	00:01:00	650

A faixa de trabalho utilizada para as quantificações foi de 0,1 a 1,0 ng de Hg, e o R<sup>2</sup> foi de 0,9994.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos, foi possível observar que independente das porcentagens usadas para os chocolates, todas apresentaram concentração de mercúrio. Para as amostras de chocolate em pó 100% (CP100) a concentrações de mercúrio variaram de 3,40 a 12,38 µg kg<sup>-1</sup>, enquanto as amostras de chocolate em pó 70% (CP70) as concentrações variaram entre 2,31 e 3,48 µg kg<sup>-1</sup>. Além disso, para as amostras de chocolate em pó 50% (CP50) e as amostras de chocolate em pó 30% (CP30) tiveram concentrações entre 8,20 e 1,94 µg kg<sup>-1</sup>, 1 e 4 µg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os resultados para todas as amostras analisadas estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Concentração de Hg em amostras de chocolate em pó 100, 70, 50, 30% e *nibs* de cacau (média ± desvio-padrão, desvio padrão relativo, n=3).

#### Cacau em pó 100%

<b>Amostras</b>	<b>Concentração de Hg (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
CP100 - 1	3,40 ± 0,24 (7%)
CP100 - 2	10,70 ± 0,60 (5%)
CP100 - 3	10,01 ± 0,90 (8%)
CP100 - 4	12,38 ± 0,75 (6%)
<i>nibs</i> de cacau	8,22 ± 0,44 (5%)

#### Cacau em pó 70%

<b>Amostras</b>	<b>Concentração de Hg (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
-----------------	--

CP70 - 1	$3,14 \pm 0,10$ (7%)
CP70 - 2	$3,12 \pm 0,11$ (3%)
CP70 - 3	$3,48 \pm 0,13$ (8%)
CP70 - 4	$2,31 \pm 0,08$ (3%)

### Cacau em pó 50%

Amostras	Concentração de Hg ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
CP50 – 1	$2,90 \pm 0,15$ (8%)
CP50 – 2	$2,13 \pm 0,12$ (5%)
CP50 – 3	$1,94 \pm 0,22$ (11%)
CP50 – 4	$2,87 \pm 0,28$ (9%)
CP50 – 5	$5,11 \pm 0,33$ (6%)
CP50 – 6	$8,20 \pm 0,60$ (7%)

### Cacau em pó 30%

Amostras	Concentração de Hg ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
CP30 – 1	$1,82 \pm 0,21$ (11%)
CP30 – 2	$1,80 \pm 0,09$ (5%)
CP30 – 3	$2,08 \pm 0,13$ (6%)
CP30 – 4	$4,86 \pm 0,21$ (4%)

Portanto, pode-se concluir a presença de Hg em todas as amostras analisadas, destacando-se a necessidade da implementação de normas legislativas estabelecendo o valor máximo permitido deste elemento nesse tipo de alimento, considerando que o chocolate é um produto amplamente consumido na sociedade, tanto por adultos quanto por crianças.

Para garantir a exatidão do método realizado, serão avaliados parâmetros de exatidão como: material de referência (SMR-1570a) de folhas de espinafre, bem como foram calculados os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) da técnica. Posteriormente, considerando que o método possui a acurácia necessária, a partir dos valores obtidos será calculado o coeficiente de risco alvo (THQ), para as amostras analisadas.

## 4. CONCLUSÕES

Com base no exposto, surge a necessidade de estudos mais detalhados para análises de alimentos, ressaltando-se a investigação para a determinação de Hg em chocolate em pó e produtos à base de chocolate e/ou cacau, e posteriormente, realizar análise de especiação.

Desta forma, com base no estudo apresentado, pretende-se avaliar a exatidão do método a partir de parâmetros como: *i*) avaliação de material de referência certificado (CRM) de folhas de espinafre (SMR-1570a); *ii*) limite de detecção (LOD); *iii*) limite de quantificação (LOQ) e, *v*) ensaios de adição e recuperação do analito. Após, o método avaliado será aplicado para amostras de chocolate em pó contendo concentrações variadas de cacau, e a partir das concentrações obtidas será feito o cálculo de THQ.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.htm](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.htm) ! Acessado em: 01/08/2025
- BAÊTA, A. P. **Mercúrio Total e Metilmercúrio em Tecidos de Diferentes Espécies de Peixes na Baía de Guanabara**, 2004. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Química, PUC RJ, Departamento de Química.
- BARCELOS, J. de S. **Determinação de mercúrio em amostra de tecido de peixe por espectrometria de absorção atômica com geração química de vapor (CVG AAS) e espectrometria de fluorescência atômica (AFS)**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina
- HAMID AHMADPOURMIR, SEYEDEH FAEZEH TAGHIZADEH, RAMIN REZAEE. **Oral exposure to potentially toxic trace elements through chocolate consumption: A review**. Journal of Food Composition and Analysis, v.144, p. 107714, Amsterdam, 2025.
- VITOR HUGO BURGON, MANUELA LUÍSA NUNES SILVA, RAQUEL FERNANDA MILANI, MARCELO ANTONIO MORGANO. **Trace elements in bean-to-bar chocolates from Brazil and Ecuador**. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, v. 84, p. 127431, Amsterdam, 2024.