

# ANÁLISE MULTI-ELEMENTAL DE CHOCOLATES AMARGOS PROCESSADOS BRASILEIROS

Isabela Gil<sup>1</sup>, Dra. Marcilei A. Guazzelli<sup>2</sup>, Jéssica F. Curado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Centro Universitário FEI

[Isagilsbc12@gmail.com](mailto:isagilsbc12@gmail.com) [jcurado@fei.edu.br](mailto:jcurado@fei.edu.br)

**Resumo:** O presente trabalho apresenta a análise realizada em chocolates amargos de diversas marcas fabricados no Brasil, visando avaliar a presença de elementos pesados, observar limitações impostas sobre segurança alimentar e comparar os resultados com os esperados e legalizados por lei. A pesquisa acontece por meio da técnica de análises de XRF (X-Ray Fluorescence) e verificadas no programa WinQxas para quantificar os espectros. Ao longo do estudo foi verificado uma variação de fundo no espectro obtido para as amostras em diferentes preparações. Até o presente momento não foram identificados elementos tóxicos à saúde.

## 1. Introdução

Tanto em nível nacional quanto internacional, o chocolate é amplamente valorizado e é uma fonte de leite para indivíduos de todas as faixas etárias. No Brasil, a tradição de consumir chocolate remonta a tempos antigos, e o país se destaca como um dos principais produtores e apreciadores de chocolate em escala global, ocupando o sétimo lugar em produção da matéria-prima, com aproximadamente 270 mil toneladas por ano (dados de 2022). [1] Nos últimos meses foi possível encontrar facilmente notícias sobre contaminações por metais pesados em alimentos produzidos em grande escala, e ao se tratar de chocolate amargo, comumente indicado por ser mais saudável, se tornou algo para dar enfoque e relevância. Metais pesados, como cádmio e chumbo, possuem um alto potencial de acumulação no corpo humano ao serem ingeridos e representam sérios riscos à saúde. O cádmio é um elemento natural encontrado no solo, com grande potencial de causar câncer. Mesmo uma fraca exposição a ele, ao longo do tempo, pode causar doenças renais e gerar o enfraquecimento de ossos no corpo humano. O chumbo, por sua vez, apesar de ser também prejudicial para os adultos, é ainda mais nocivo para as crianças. Não há quantidade segura para exposição em crianças, pois pode resultar em déficits no desenvolvimento cognitivo, problemas comportamentais e perda auditiva. [2, 3].

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Preparo do material

Para a realização do estudo foram escolhidos chocolates de diversas marcas para os testes, sendo elas contendo porcentagens acima de 50% de cacau, isto é, analisando chocolates amargos, com a finalidade de haver uma melhor resolução na identificação dos elementos presentes no liquor dos chocolates. Liquor ou Massa de cacau é uma massa homogênea obtida a partir

do processo mecânico de moagem do cacau e presente na formulação do produto chocolate.



Figura 1- amostras de chocolates preparadas para os testes. Fonte: autor

### 2.2. Fluorescência de Raios X

A técnica XRF (Fluorescência de Raios X) divide-se em duas variantes distintas: a baseada na dispersão por comprimento de onda (WDXRF) e a dispersão por energia (EDXRF). A WDXRF desenvolveu-se nos meados da década de 60, enquanto que a EDXRF dez anos depois, com o desenvolvimento de detectores semicondutores de Si e Ge. A luminescência de raios X (XRF – Fluorescência de Raios X) é uma técnica analítica multi-elementar e não invasiva utilizada para obter informações qualitativas e quantitativas da composição elementar das amostras. Este método é fundamentado na detecção de raios X característicos emitidos pelos elementos que estão presentes na amostra quando expostos a raios X com energias apropriadas [4]. O espectro resultante da medição apresenta a quantidade de fótons de raios X específicos detectados (eixo Y) versus a energia dos mesmos (eixo X). Assim, as áreas sob os picos nos fornecem a quantidade total de fótons que foram detectados durante o tempo de medição como consta na figura 1 [5].

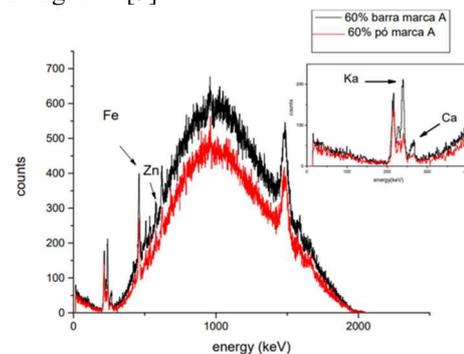


Figura 2- espectros de chocolate 60% usados nos testes. Fonte: autor.



Figura 3 – Sistema utilizado para a realização do estudo formado por um sensor semicondutor de Si e o Tubo de raios X de Ag. Fonte: autor.

### 3. Resultados

Testes iniciais foram realizados em amostras submetidas a diferentes processos de preparação. Entre os processos houve o congelamento, a transformação do produto em pó e o aquecimento da amostra. Estes testes inicialmente indicam que a amostra transformada em pó apresenta um espectro com menor intensidade de fundo para energias mais altas conforme apresentado no espectro abaixo. Através desta verificação, todas as amostras a serem analisadas passarão pelo processo de transformação em pó. Nestes testes iniciais foram identificados elementos K, Ca, Ti, Fe, Ni, Cu, Zn e Rb.

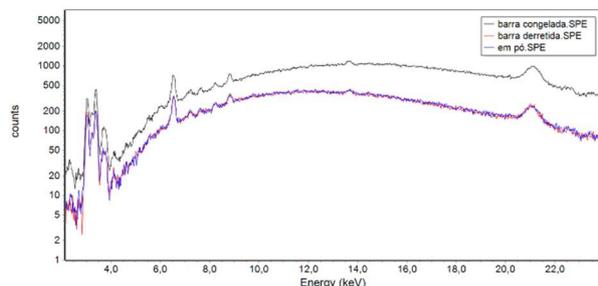


Figura 4. Espectros obtidos para amostras com diferentes preparos.

### 4. Conclusões

Neste estudo, os resultados obtidos até o presente momento indicam uma variação na radiação de fundo nos espectros de acordo com o modo de preparação das amostras. Nas análises iniciais não foram identificados elementos tóxicos à saúde. Para melhorar a detecção de elementos minoritários pesados, na próxima etapa serão realizadas medidas com a utilização de filtros apropriados, assim como a comparação dos resultados obtidos para diferentes chocolates.

### 5. Referências

- [1] Os 10 países que mais produzem cacau. Mercado do Cacau, 2022. Disponível em: <https://www.mercadodocacau.com/artigo/os-10-paises-que-mais-produzem-cacau>. Acesso em 19 de abril de 2024
- [2] A. Pawlowski. Several brands of dark chocolate contain possibly unsafe levels of lead, Consumer Reports finds: Are

cadmium and lead lurking in your favorite dark chocolate bar?. 15 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.today.com/today/amp/rcna61667>. Acesso em 20 de abril de 2024.

[3] Ana Paula Machado. AVALIAÇÃO DO PROCESSO E DETERMINAÇÃO DO TEOR DE METAIS PRESENTES EM RECHEIOS COMPOSTOS SABOR CHOCOLATE OBTIDOS POR MEIO DE MOAGEM MECÂNICA. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Caxias do Sul. 2020. Acesso em 20 de abril de 2024.

[4] M. DA CUNHA E SILVA, Richard. FRANCO DO NASCIMENTO FILHO, Virgílio. R. APPOLONI, Carlos. FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X POR DISPERSÃO EM ENERGIA. Volume 08, Número 01 Março de 2004 - 1ª Edição Londrina - Paraná

[5] SÉRGIO PARREIRA, Paulo. METODOLOGIA DE EDXRF E APLICAÇÕES COM UM SISTEMA PORTÁTIL, Volume 10, Número 01 Junho de 2006 - 1ª Edição Universidade Estadual de Londrina- Paraná.

### Agradecimentos

Agradecimento ao Centro Universitário FEI; FAPESP: 07/04663-3; INCT\_FNA: Proc. 464898/2014- 5; CNPq: 301576/2022-0

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI (ou FAPESP, CNPq ou outra). Projeto com vigência de 11/2023 a 10/2024.