

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

Mariane Tikae Sato

ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM BATONS FABRICADOS NO  
BRASIL

Sorocaba – SP

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

Mariane Tikae Sato

ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM BATONS FABRICADOS NO  
BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química pela Universidade Federal de São Carlos – (UFSCar).

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Camargo de Oliveira.

Coorientação: Msc. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho

Sorocaba – SP

2023



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - CCQL-So/CCTS**

Rod. João Leme dos Santos km 110 - SP-264, s/n - Bairro Itinga, Sorocaba/SP, CEP 18052-780

Telefone: (15) 3229-8828 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 6/2024/CCQL-So/CCTS

**Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso**

**Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**MARIANE TIKAE SATO**

**ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM BATONS FABRICADOS NO BRASIL**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba**

Sorocaba, 25 de janeiro de 2024

## ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientadora	Profa. Dra. Luciana Camargo de Oliveira
Coorientadora	Msc. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho
Membro da Banca 1	Profa. Dra. Elisabete Alves Pereira
Membro da Banca 2	Prof. Dr. Alexandre Donizeti Martins Cavagis



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Camargo de Oliveira, Docente**, em 25/01/2024, às 20:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabete Alves Pereira, Docente**, em 25/01/2024, às 20:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Donizeti Martins Cavagis, Docente**, em 25/01/2024, às 20:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1334898** e o código CRC **7EBBEA65**.

**Referência:** Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.001664/2024-18

SEI nº 1334898

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - CCQL-So/CCTS**

Rod. João Leme dos Santos km 110 - SP-264, s/n - Bairro Itinga, Sorocaba/SP, CEP 18052-780  
Telefone: (15) 3229-8828 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-ADP nº 6/2024/CCQL-So/CCTS

**Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso**

**Ata da Defesa Pública (GDP-TCC-ADP)**

Aos vinte e cinco dias do mês de janeiro de 2024, por meio de videoconferência, realizou-se a Defesa Pública do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) estudante Mariane Tikae Sato do Curso de Licenciatura em Química - QL-So da Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba*, devidamente matriculado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, perante a Banca Examinadora, composta pelos Professores Luciana Camargo de Oliveira, Elisabete Alves Pereira e Alexandre Donizeti Martins Cavagis segundo o estabelecido nas Normas para apresentação de Trabalho de Conclusão do Curso.

Após a apresentação e arguições, a Banca deliberou, segundo os critérios estabelecidos nas normas supracitadas:

Nome do Docente	Função	Nota
Profa. Dra. Luciana Camargo de Oliveira	Orientadora	10,0
Profa. Dra. Elisabete Alves Pereira	Membro 1 da Banca	10,0
Prof. Dr. Alexandre Donizeti Martins Cavagis	Membro 2 da Banca	10,0

Com isso, o Trabalho foi considerado aprovado, com nota final 10,0.

Sorocaba, 25 de janeiro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Camargo de Oliveira, Docente**, em 25/01/2024, às 20:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabete Alves Pereira, Docente**, em 25/01/2024, às 20:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Donizeti Martins Cavagis, Docente**, em 25/01/2024, às 20:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1334903** e o código CRC **CB8B1E9F**.

---

**Referência:** Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.001664/2024-18

SEI nº 1334903

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Ata, versão de 02/Agosto/2019

## **AGRADECIMENTOS**

Por todos esses anos agradeço à minha família pelo apoio incondicional e cuidado que tiveram comigo em todos os momentos que precisei.

Aos meus amigos por todo o carinho e incentivo que recebo de vocês, agradeço pelos momentos incríveis que passei durante esses anos, vocês me inspiram a ser uma pessoa cada vez melhor.

Aos docentes da UFSCar por todo aprendizado adquirido durante o curso. Agradeço à minha orientadora Dra. Luciana Camargo de Olivera e coorientadora Msc. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho por aceitarem fazer parte do desenvolvimento deste trabalho, eu aprendi e cresci muito com a ajuda de vocês. Obrigada.

## RESUMO

Cosméticos são produtos de uso externo que podem ter finalidades de proteção e/ou embelezamento em diferentes partes do corpo. O batom tem como finalidade hidratar, proteger e colorir os lábios, sendo um produto utilizado diariamente por muitas pessoas. Diante disso, é importante analisar a qualidade deste produto e avaliar os potenciais riscos que a presença de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) em batons pode causar aos usuários ao longo do tempo. Alguns EPTs estão relacionados com diversas doenças como problemas na pele, doenças neurológicas, reprodutivas, renais, gastrointestinais e cardiovasculares, além de problemas esqueléticos, no sistema imune, pulmão e sangue. Assim, os objetivos deste trabalho foram verificar as principais fontes de contaminação de EPTs em batons e os efeitos que o uso prolongado de produtos contaminados pode causar à saúde humana; bem como a determinação das concentrações de EPTs em duas marcas de batons fabricadas no Brasil de cores vermelho e rosa, comparando os resultados com a legislação brasileira. A metodologia de pesquisa utilizada para investigar os principais EPTs em batons, fontes de contaminação e efeitos à saúde humana foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Para isso, foram selecionadas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* para a pesquisa, utilizando os termos “*lipstick*”, “*heavy metals*” e “*potentially toxic elements*”, selecionando artigo como o tipo de documento, de acesso aberto, publicado no período de 2013-2023, que após a leitura e análise resultou em 18 artigos no total. Para a determinação dos EPTs alumínio (Al), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), estrôncio (Sr), ferro (Fe), níquel (Ni), potássio (K) e zinco (Zn), as amostras de batons foram submetidas a digestão assistida por micro-ondas (Anton Paar) e quantificadas no espectrômetro de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (MP-AES, Agilent). Além disso, foi realizado um estudo comparativo com massas de 0,3 g (M1) e 0,03 g (M2) de batons, sendo que as amostras M1 apresentaram maior confiabilidade nos resultados em comparação com as amostras M2. Elementos como o Pb, Cu, Sr e Zn apresentaram baixas concentrações, porém o Ba, Al, Fe e K apresentaram altas concentrações, excedendo os valores permitidos pela Anvisa. Elementos não permitidos pela legislação, como o Cr e Ni, apresentaram baixas concentrações e o Cd ficou abaixo do limite de detecção para todas as amostras. Portanto, os resultados deste trabalho mostram a importância de assegurar uma maior qualidade nas matérias primas utilizada no batom, principalmente minerais e pigmentos, assim como monitorar o processo de manufatura e embalagem para evitar contaminações no produto final.

Palavras-chave: cosméticos, batom, elementos potencialmente tóxicos.

## ABSTRACT

Cosmetics are products for external use that can have specific protection and/or beautification purposes for different parts of the body. Lipstick is specifically designed to hydrate, protect and color the lips, and is a product used daily by many people. Given this, it is important to analyze the quality of this product and evaluate the potential risks that the presence of toxic elements (PTEs) in lipsticks can cause to users over time. Some PTEs are related to various diseases such as skin problems, neurological, reproductive, renal, gastrointestinal and cardiovascular diseases, as well as skeletal, immune, respiratory and blood system problems. Thus, the objectives of this work were to verify the main sources of PTEs contamination in lipsticks and the effects that prolonged use of contaminated products can cause to human health; as well as determining the concentrations of PTEs in two brands of lipsticks manufactured in Brazil with red and pink colors, verifying the values in accordance with Brazilian legislation. The research methodology used to investigate the main PTEs in lipsticks, sources of contamination and effects on human health was the Systematic Literature Review (SLR). For this, the Scopus and Web of Science databases were selected for the research, using the terms “lipstick”, “heavy metals” and “potentially toxic elements”, selecting article as the type of document, open access, published in period 2013-2023, which after reading and analysis resulted in 18 articles in total. For the determination of PTEs aluminum (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), lead (Pb), copper (Cu), chromium (Cr), strontium (Sr), iron (Fe), nickel (Ni), potassium (K) and zinc (Zn), the lipsticks samples were subjected to microwave-assisted digestion (Anton Paar) and quantified in the microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP-AES, Agilent). Furthermore, a comparative study was carried out with masses of 0.3 g (M1) and 0.03 g (M2) of lipsticks, the M1 samples showed greater reliability in the results compared to the M2 samples. Elements such as Pb, Cu, Sr and Zn presented low concentrations, however Ba, Al, Fe and K presented high concentrations, exceeding the values allowed by Anvisa. Elements not allowed by legislation, such as Cr and Ni, had low concentrations and Cd was below the detection limit for all samples. Therefore, the results of this work show the importance of ensuring higher quality in the raw materials used in lipstick, especially mica and pigments, as well as monitoring the manufacturing and packaging process to avoid contaminations in the final product.

Keywords: cosmetics, lipstick, potentially toxic elements.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amostras dos batons das marcas A e B. ....	17
Figura 2 – Amostra digerida com água ultrapura em balão volumétrico. ....	18
Figura 3 - Resíduo cintilante dos batons da marca B. ....	18
Figura 4 – Evolução do número de publicações utilizando os termos “ <i>heavy metals</i> ”, “ <i>potentially toxic elements</i> ” e “ <i>lipstick</i> ” base de dados <i>Scopus</i> . ....	22
Figura 5 – Mapa bibliográfico obtido do software VOSviewer. ....	23
Figura 6 – Número de publicações por EPTs analisados na base de dados <i>Scopus</i> . ....	24
Figura 7 – Concentração de cromo nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	34
Figura 8 – Concentração de níquel nas marcas A e B das amostras M1. ....	35
Figura 9 – Concentração de bário nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	36
Figura 10 – Concentração de estrôncio nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	37
Figura 11 – Concentração de cobre nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	38
Figura 12 – Concentração de zinco nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	39
Figura 13 – Concentração de chumbo nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	40
Figura 14 – Concentração de ferro encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	41
Figura 15 – Concentração de alumínio encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	42
Figura 16 – Concentração de potássio encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos batons adquiridos para a análise.....	16
Tabela 2 – Configurações do método de digestão ácida no micro-ondas (Anton Paar).....	17
Tabela 3 – Linhas de emissão, valores de LOD e LOQ de cada elemento para as amostras M1. .....	19
Tabela 4 – Número de artigos retornados e selecionados para a leitura, análise e revisão nas bases de dados entre os anos de 2013-2023. ....	20
Tabela 5 – Informações sobre os artigos extraídos das bases de dados <i>Scopus</i> . ....	20
Tabela 6 – Permissividade de acordo com a Anvisa. ....	29
Tabela 7 – Concentração de EPTs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) por marca e estabelecimento das amostras M1.	30
Tabela 8 – Concentração de EPTs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) por marca e estabelecimento das amostras M2.	32
Tabela 9 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA) entre as marcas A e B para as amostras M1. ....	45
Tabela 10 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA) entre as marcas A e B para as amostras M2. ....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
EPT	Elemento Potencialmente Tóxico
FDA	Food and Drug Administration
HPPC	Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
LOD	Limite de Detecção
LOQ	Limite de Quantificação
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RSL	Revisão Sistemática da Literatura

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Revisão Sistemática da Literatura (RSL) .....	15
2.2. Mapa bibliográfico utilizando o VOSviewer .....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
3.1. Determinação de elementos potencialmente tóxicos em batons .....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1. Resultados das buscas.....	20
4.2. Mapa bibliográfico utilizando o VOSviewer .....	22
4.3. Fontes de contaminação.....	24
4.3.1. Matéria prima.....	24
4.3.2. Processo de fabricação .....	26
4.4. Efeitos à saúde humana .....	27
4.5. Regulamentação.....	29
4.6. Elementos potencialmente tóxicos em batons .....	30
4.6.1. Análise de Variância – ANOVA .....	45
5. CONCLUSÃO .....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

## 1. INTRODUÇÃO

A palavra “cosmético” originou-se do termo grego "kosmetikos", que significa "talento para decorar", e a sua origem remonta ao período pré-histórico que, por volta de 3.000 a.C., o ser humano utilizava as cores como adornos para atrair e caçar os animais. O ato de colorir os lábios fazia parte de uma das antigas tradições, sendo que o batom foi descoberto pela primeira vez na antiga Mesopotâmia como um fragmento bruto de tijolo (Mawazi et al., 2022).

Os batons são utilizados por humanos há mais de 500 anos e, em 1869 ele foi introduzido pela primeira vez na França como um produto cosmético à base de gordura animal e cera de abelha. Ao longo do tempo os batons se tornaram essenciais para muitos consumidores e, atualmente, são comercializados com diversas tonalidades de cores e texturas para atender à crescente demanda (Mawazi et al., 2022).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos – ABIHPEC (2023), houve um aumento no consumo de batons e outros produtos cosméticos. No Brasil, entre os anos de 2021 e 2022, as indústrias de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) promoveram um aumento na geração de empregos devido à grande produção local, contribuindo para o desenvolvimento do país.

Com exportações para 174 países em 2022, ocupando o 2º mercado no ranking global de países que mais lançam produtos por ano, o Brasil é o 4º maior mercado consumidor do mundo de produtos cosméticos, obtendo um faturamento de R\$ 130,20 bilhões em 2022. De acordo com os dados do consumidor, a categoria de maquiagem ocupa a 6ª posição de produtos cosméticos mais consumidos no país (ABIHPEC, 2023).

O interesse pelo embelezamento faz com que as pessoas utilizem com mais frequência produtos cosméticos e de higiene pessoal. Vale ressaltar que a maioria desses produtos entram em contato direto com a pele tornando-se suscetíveis a diferentes produtos químicos presentes nesses cosméticos. Mesmo que a pele tenha funções de proteção contra contaminações externas, alguns dos constituintes podem penetrar e causar efeitos adversos à saúde (Usman et al., 2021).

O principal contaminante presente em batons é o chumbo, relatado na literatura em concentrações maiores que o permitido pelas legislações internacionais (Kaličanin; Velimirović, 2016; Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku, 2018; Feizi et al., 2019; Akhtar et al., 2022; Munir et al., 2020). O contaminante pode estar contido em pigmentos e corantes utilizados em maquiagem, sendo o limite máximo permitido de 20 mg kg<sup>-1</sup>, de acordo com a

Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022).

Os batons podem ter uma grande variedade de ingredientes de origem natural ou sintética. Os principais componentes são as ceras, óleos, pigmentos, aromatizantes, agentes de mistura, agentes de endurecimento, emolientes, conservantes e antioxidantes. Alguns ingredientes sintéticos podem causar reações adversas e a presença de chumbo é um dos problemas mais sérios, assim como o níquel e cobre, que são comumente encontrados em cosméticos podem causar reações alérgicas (Mawazi et al., 2022).

Deste modo, este trabalho tem como objetivo, por meio da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), verificar as principais fontes de contaminação de EPTs em batons e os efeitos para a saúde humana do seu uso prolongado. Assim como determinar as concentrações de EPTs em duas marcas de batons fabricadas no Brasil, de coloração vermelha e rosa, e comparar com os valores estabelecidos pela legislação brasileira para avaliar a qualidade e segurança desses produtos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**

A metodologia de pesquisa utilizada neste estudo foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que se trata de uma modalidade de pesquisa que possui protocolos específicos com a finalidade de nortear a investigação da questão de pesquisa e ser passível de reprodução por outros pesquisadores. Essa metodologia consiste na delimitação da questão de pesquisa, definição das bases de dados, estratégias de busca, leitura e análise dos artigos, seleção dos artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, análise da qualidade dos artigos, interpretação e redação dos resultados (Galvão; Ricarte, 2019).

Para este estudo a questão de investigação foi: “Quais são as possíveis fontes de contaminação de elementos potencialmente tóxicos presentes em batons?”. Para a revisão da literatura, foi utilizada a base de dados *Scopus* e *Web of Science*, onde se pesquisou artigos publicados entre os anos de 2013 e 2023 com os termos “*lipstick*”, “*heavy metal*” e “*potentially toxic elements*”.

Na base de dados *Scopus* a pesquisa foi realizada em *search within* incluindo no título do artigo, resumos e palavras-chave. Foi utilizado o filtro do ano de publicação entre 2013-2023 e selecionado artigo como o tipo de documento. Na base de dados *Web of Science* a pesquisa foi realizada em *topic* incluindo o termo no título do artigo, resumos e palavras-

chave do estudo e autor. Foi utilizado o filtro do ano de publicação entre 2013-2023 e selecionado artigo como o tipo de documento.

Os critérios de inclusão foram considerados os artigos de acesso aberto que realizam a análise de algum elemento potencialmente tóxico em batons e artigos que abordam as fontes de contaminação por EPTs em batons. Os critérios de exclusão foram considerados os artigos fora do tema de investigação, artigos que não tratam da análise de EPTs em batons e os artigos que não abordam as fontes de contaminação de EPTs em batons.

## 2.2. Mapa bibliográfico utilizando o VOSviewer

Foi criado um mapa bibliográfico por meio do software VOSviewer (van Eck e Waltman, 2020) com base nos dados bibliográficos dos artigos extraídos da base de dados *Scopus*, com a finalidade de obter diversas palavras-chave ao pesquisar os termos “*heavy metals*”, “*potentially toxic elements*” e “*lipstick*” na base de dados *Scopus* no período de 2013-2023, sendo a mesma metodologia de pesquisa utilizada na RSL. Os artigos foram exportados no formato CSV (valores separados por vírgula) e inseridos no VOSviewer, selecionando a co-ocorrência como tipo de análise e todas as palavras-chave como unidade de análise, com o mínimo de 2 ocorrências para as palavras-chave na criação do mapa. Houve um retorno de 31 palavras-chave, mas foram selecionadas as mais relevantes para este trabalho, resultando em 19 palavras-chave.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Determinação de elementos potencialmente tóxicos em batons

Os batons utilizados para a determinação de elementos potencialmente tóxicos foram adquiridos em outubro de 2023 na cidade de Sorocaba – SP. Foram escolhidas duas marcas fabricadas no Brasil, com cores e aspectos apresentados na Tabela 1. Para cada marca foram adquiridos três batons da mesma cor, mas de diferentes estabelecimentos, para a comparação das concentrações de EPTs em diferentes lotes dos produtos.

Da marca A (vermelho matte), dois produtos foram adquiridos em lojas físicas de cosméticos (identificados pela numeração 1 e 2) e um pela internet (3). Da marca B (rosa brilhante), dois batons foram adquiridos em lojas físicas de cosméticos (4 e 5) e o outro em um supermercado (6).

Tabela 1 - Características dos batons adquiridos para a análise.

Marca	Coloração	Aspecto	Quantidade	Estabelecimento
A	Vermelho	Matte	03	1, 2, 3
B	Rosa	Brilhante	03	4, 5, 6

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 1 – Amostras dos batons das marcas A e B.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A metodologia utilizada na digestão ácida assistida por micro-ondas (Anton Paar) foi adaptada com base no documento sobre métodos da Anton Paar, que contém um procedimento específico de digestão para o batom descrito na seção “Lipstick” dentro da categoria “Pharmaceutical and Medical” (Anton Paar, 2012).

Cada amostra foi digerida com aproximadamente 0,3 g de batom e 6,0 mL de ácido nítrico 65% (m/m) com uma pressão máxima de 0,5 bar s<sup>-1</sup> e potência máxima de 1500 W, de acordo com as configurações do equipamento apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Configurações do método de digestão ácida no micro-ondas (Anton Paar).

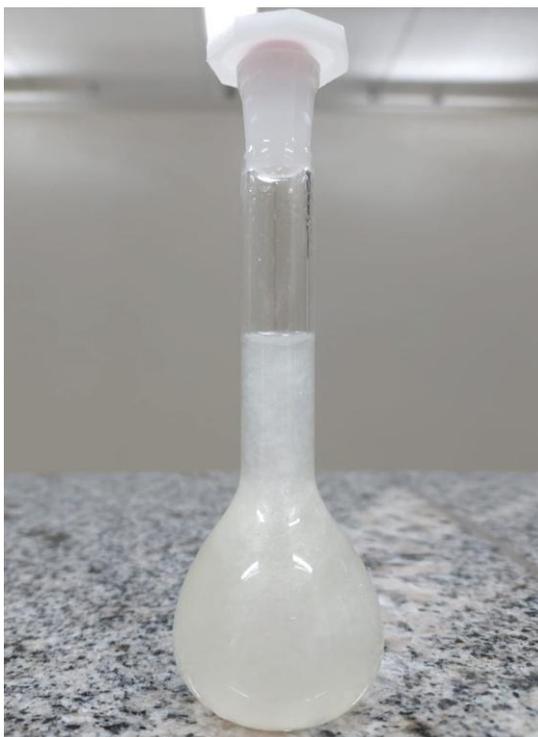
<b>Etapas</b>	<b>Programa</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo (minutos)</b>	<b>Nível de ventilação</b>
1	Rampa	180	20	1
2	Manutenção	180	20	1
3	Resfriamento	70	19	3

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A análise foi realizada em triplicata para cada batom, portanto, trata-se de 9 amostras da marca A e 9 amostras da marca B, com 18 amostras no total. O mesmo procedimento foi realizado, porém com massas de aproximadamente 0,03 g de batom, identificados como M2, utilizando a mesma metodologia para a massa de 0,3 g, identificados como M1, descritos anteriormente. Portanto, este trabalho compara a concentração de EPTs do conjunto de amostras M1 e M2.

As soluções resultantes da digestão foram avolumadas com água ultrapura em balões de 25 mL e filtradas com membranas de acetato celulose de 0,45 µm por meio de um sistema de filtração a vácuo (Vix, modelo VPA 115), para remoção do resíduo cintilante encontrado principalmente nos batons da marca B.

Figura 2 – Amostra digerida com água ultrapura em balão volumétrico.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Após a filtração, foi observada uma grande quantidade de resíduo cintilante das amostras de batons da marca B, que ficaram retidos nas membranas de acetato celulose, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Resíduo cintilante dos batons da marca B.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para a análise de EPTs no espectrômetro de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (Agilent, modelo 4200 MP-AES), as curvas analíticas foram repassadas a cada 30 amostras e preparadas a partir da solução padrão multielementar (Al, Ba, Cu, Cr, Ni, K,

Pb, Sr e Zn) de 1000 mg L<sup>-1</sup>, com concentrações de K 10 vezes maiores que os demais elementos; solução padrão de Cd de 1000 mg L<sup>-1</sup> e solução padrão de Fe de 1000 mg L<sup>-1</sup>. Devido às altas concentrações nas soluções, foi utilizado um fator de diluição de 20 para a análise de bário (estabelecimentos 2 e 3 da marca A), ferro (somente da marca B), potássio e alumínio das amostras M1. As curvas analíticas e linhas de emissão utilizadas na detecção dos elementos no equipamento Agilent 4200 MP-AES, bem como os Limites de Detecção (LOD) e Limites de Quantificação (LOQ) dos elementos analisados são apresentados na Tabela 3.

O limite de detecção (LOD) e o limite de quantificação (LOQ) foram calculados conforme é definido por Harris (2012), com base no desvio padrão dos brancos (s) e no coeficiente angular da curva de calibração (m).

$$\text{Limite de detecção} \equiv 3s / m \quad (1)$$

$$\text{Limite de quantificação} \equiv 10s / m \quad (2)$$

Tabela 3 – Linhas de emissão, valores de LOD e LOQ de cada elemento para as amostras M1.

Curva analítica Multielementar: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 mg L <sup>-1</sup>			
EPT	Linha de emissão (nm)	LOD (mg L <sup>-1</sup> )	LOQ (mg L <sup>-1</sup> )
Al	394,401	0,0010	0,0034
Ba	455,403	0,0000	0,0001
Cr	425,433	0,0024	0,0079
Cu	324,754	0,0050	0,0166
K	766,491	0,0046	0,0152
Ni	361,939	0,0017	0,0057
Pb	405,781	0,0134	0,0446
Sr	407,771	0,0001	0,0002
Zn	213,857	0,0125	0,0415
Curva Analítica Multielementar: 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 mg L <sup>-1</sup>			
EPT	Linha de emissão (nm)	LOD (mg L <sup>-1</sup> )	LOQ (mg L <sup>-1</sup> )
Al	396,152	0,0005	0,0018
Ba	455,403	0,0001	0,0002
K	766,491	0,0046	0,0152
Curva Analítica Cd: 0,05; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 mg L <sup>-1</sup>			
EPT	Linha de emissão (nm)	LOD (mg L <sup>-1</sup> )	LOQ (mg L <sup>-1</sup> )
Cd	228,802	0,0047	0,0157
Curva Analítica Fe: 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 mg L <sup>-1</sup>			
EPT	Linha de emissão (nm)	LOD (mg L <sup>-1</sup> )	LOQ (mg L <sup>-1</sup> )
Fe	371,993	0,0094	0,0313
Curva Analítica Fe: 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 mg L <sup>-1</sup>			
EPT	Linha de emissão (nm)	LOD (mg L <sup>-1</sup> )	LOQ (mg L <sup>-1</sup> )
Fe	371,993	0,0084	0,0279

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultados das buscas

Com relação à Revisão Sistemática da Literatura (RSL), ao ser aplicado o filtro de pesquisa, a base de dados *Scopus* resultou em 55 artigos e a *Web of Science* em 2.744 artigos. Foram selecionados para leitura os 50 primeiros artigos, ordenados por relevância, da base de dados *Web of Science* e todos os 55 artigos da base de dados *Scopus*. Após a leitura e análise, foram selecionados 12 artigos da base de dados *Web of Science* e 18 artigos da base de dados *Scopus*, porém todas as publicações extraídas da *Web of Science* também ocorreram na *Scopus*. Portanto, a revisão resultou em 18 artigos no total, todas extraídas somente da base de dados *Scopus* (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de artigos retornados e selecionados para a leitura, análise e revisão nas bases de dados entre os anos de 2013-2023.

Base de dados	Artigos retornados	Artigos selecionados para leitura	Artigos selecionados após análise
<i>Scopus</i>	55	55	18
<i>Web of Science</i>	2.744	50	12
Número total de artigos selecionados para a revisão			<b>18</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As informações dos 18 artigos extraídos da base de dados *Scopus* selecionados para a revisão, estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Informações sobre os artigos extraídos das bases de dados *Scopus*.

Cosmético	EPTs	Técnica	Tratamento da amostra	Referência
Pó facial e batom	Pb, Ni, Cu, Zn, Fe	AAS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdocha (2018)
Batom, gloss labial, sombra, tinta henna	Pb, Cd, Zn	PSA	Digestão por aquecimento convencional (HNO <sub>3</sub> +HCl)	Kaličanin e Velimirović (2016)
Lápis e máscara de olho, batom, delineador, pó facial, creme facial, creme corporal	Cd, Cr, Cu, Ni, Pb	FAAS	Digestão por aquecimento convencional em chapa aquecedora (HNO <sub>3</sub> +HCl)	Massadeh; El-Khateeb; Ibrahim (2017)
Batom	Pb	FAAS	Digestão por aquecimento convencional (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Hashim; Abd-Alameer; Rashed (2020)

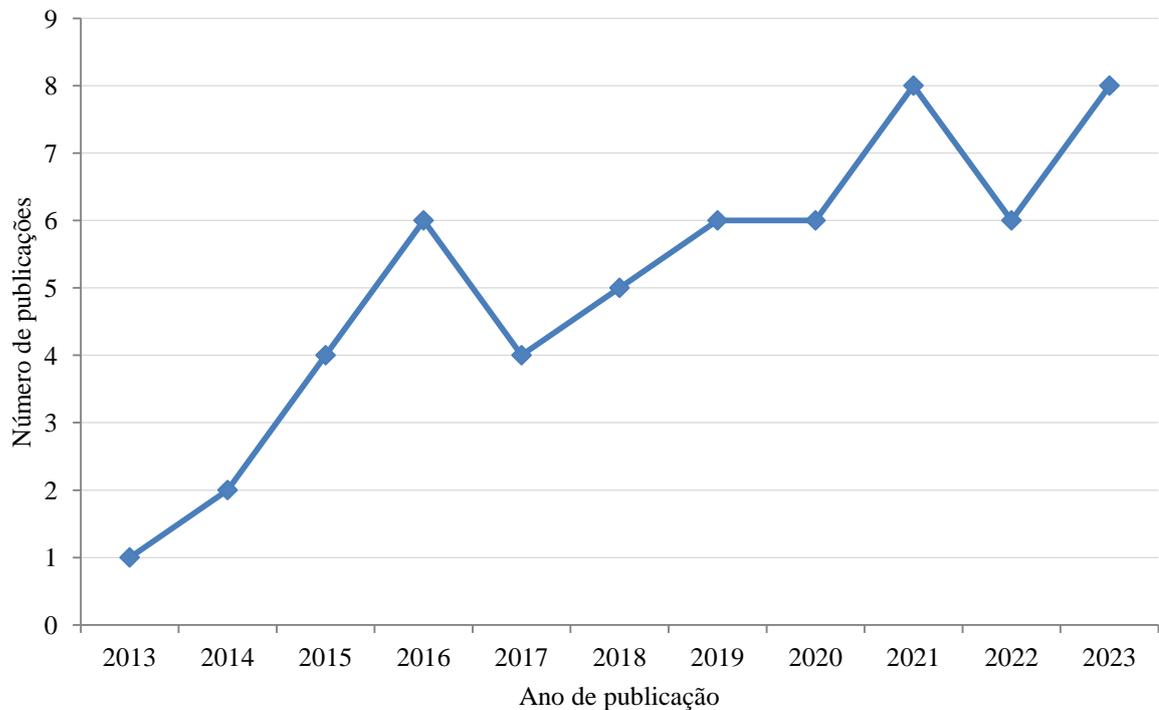
Batom	Al, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Fe, Sb, Mn, and Zn	ICP-OES	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Mrmošanin et al. (2019)
Creme corporal, base, creme clareador, batom, tinta de cabelo, protetor solar	Cd, Cr, Fe, Ni, Pb	AAS	Digestão por aquecimento convencional em chapa aquecedora (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +HClO <sub>4</sub> )	Arshad et al. (2020)
Batom	Pb, Cd	AAS	Digestão por aquecimento convencional (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku (2018)
Batom, pó facial, delineador, sombra	Cd	AAS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Afridi et al. (2022)
Batom, lápis de olho	Pb, Cd	ICP-OES	Digestão por aquecimento convencional em chapa aquecedora (HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> )	Feizi et al. (2019)
Batom	Pb, Cd, Cr	ICP-OES	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> )	Zakaria e Ho (2015)
Batom, base, iluminador, pó facial, protetor solar, creme clareador, blush, sombra, máscara de cílios, delineador, hidratante	Pb, As, Ni, Cd, Hg	AAS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + HCl)	Akhtar et al. (2022)
Batom	Cu, Zn, Fe, Pb, Cr	AAS	Digestão por aquecimento convencional (HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> )	Munir et al. (2020)
Batom, pó facial, lápis de olho, primer, máscara de cílios, gloss labial, sombra, base	Pb, Ni, Co, Cu, Cr	FAAS	Digestão por aquecimento convencional em chapa aquecedora (HNO <sub>3</sub> )	Usman et al. (2021)
Batom	Pb, Cd, Hg, As	GFAAS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + HF + HCl)	Al-Qahtani; Ahmed; Al-Otaib (2016)
Batom	Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, As	AAS	Digestão por aquecimento convencional em chapa aquecedora (HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> )	Mohammed; Ahmed; Hadeel, (2023)
Batom	Pb, Cd, Cr, Cu	AAS	Digestão por aquecimento em forno (HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Shukri et al. (2020)
Batom, sombra	Cr, Ni, Cu, As, Cd, Hg, Pb, Co	ICP-MS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> +HF)	Voica et al. (2023)

Batom, gloss labial, lápis de boca, sombra	Li, B, Mg, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Hg, e Pb	ICP-MS	Digestão por micro-ondas (HNO <sub>3</sub> )	Mercan et al. (2023)
--	---	--------	--	----------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A partir da análise da evolução do número de publicações utilizando os termos “*heavy metals*”, “*potentially toxic elements*” e “*lipstick*” na base de dados *Scopus* no período de 2013-2023, pode-se verificar um aumento no número de publicações ao longo dos anos sobre o tema elementos potencialmente tóxicos em cosméticos.

Figura 4 – Evolução do número de publicações utilizando os termos “*heavy metals*”, “*potentially toxic elements*” e “*lipstick*” na base de dados *Scopus*.

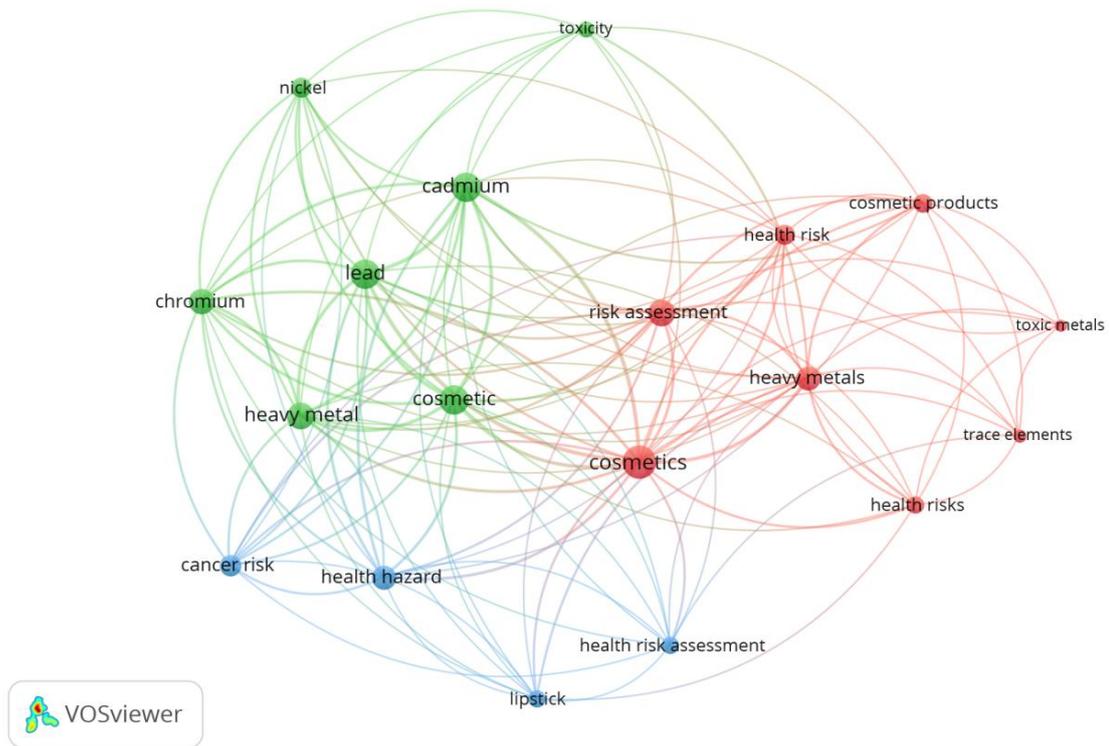


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 4.2. Mapa bibliográfico utilizando o VOSviewer

As 19 palavras-chave selecionadas ocorreram no mínimo uma vez em todos os periódicos obtidos da RSL. Quando um termo está conectado em linha com outro termo indica que ambos possuem uma conexão e relação. O software permite juntar termos em grupos, indicar quais são os mais associados entre os artigos selecionados e representá-los por diferentes cores (van Eck e Waltman, 2020).

Figura 5 – Mapa bibliográfico obtido do software VOSviewer.

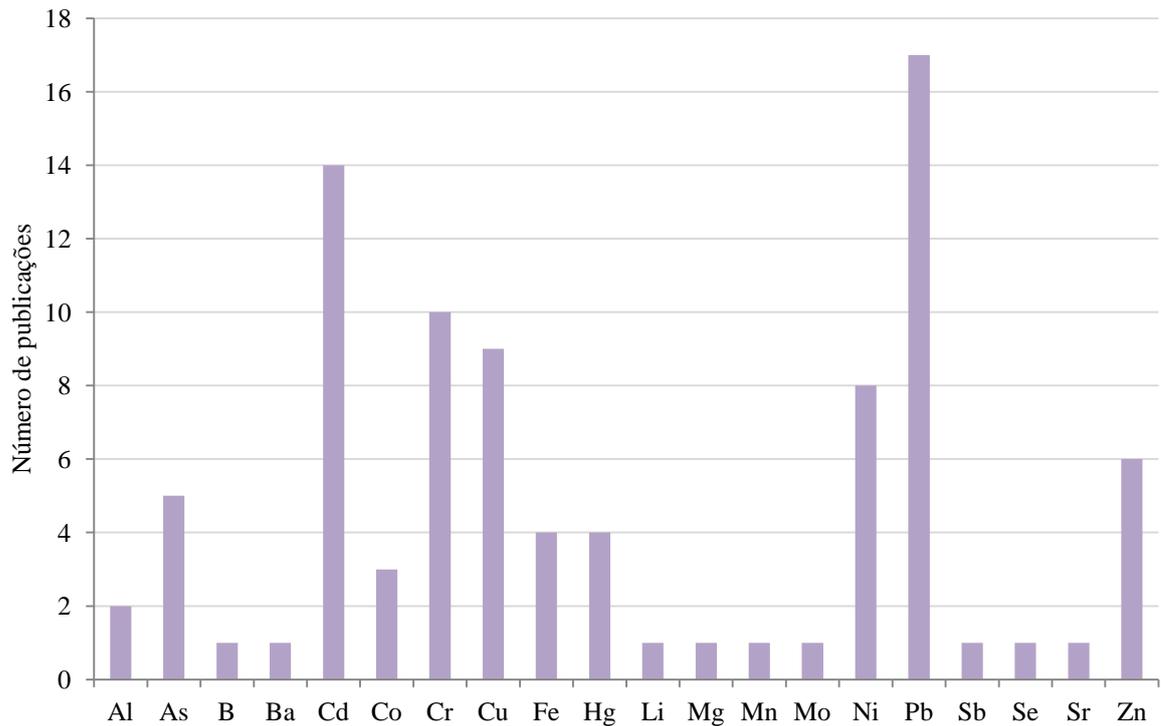


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As palavras-chave “cosmetics”, “lead”, “cadmium” e “heavy metal” são as que possuem os maiores valores de força do link e número de ocorrências. As palavras “lead” e “cadmium” possuem uma força do link de 5, indicando que em cinco publicações, as duas palavras chave apareceram juntas no artigo.

Isso pode ser verificado na Figura 6, que dentre os artigos selecionados da RSL, os EPTs mais analisados são o chumbo e cádmio, ambos comumente utilizados como pigmentos em batons.

Figura 6 – Número de publicações por EPTs analisados na base de dados Scopus



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Alguns estudos obtidos da RSL mostram uma concentração alta de chumbo em batons rosa (Kaličanin; Velimirović, 2016), vermelho (Feizi et al., 2019) e marrom (Munir et al., 2020), mas na maioria dos artigos analisados não há uma relação significativa da presença de EPTs com as cores dos batons. Foi observado que esta variação na concentração de EPTs pode ocorrer por impurezas contidas nos pigmentos, na qualidade da matéria prima utilizada, processo de manufatura e o país de fabricação.

### 4.3. Fontes de contaminação

#### 4.3.1. Matéria prima

Devido à presença de EPTs em ambientes naturais como rochas, água e solo, é possível que ocorra a contaminação em matérias primas utilizada em indústrias cosméticas (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdołcha, 2018; Feizi et al., 2019; Voica et al., 2023). O refino insuficiente das matérias primas pode ser uma das causas da presença de EPTs nos cosméticos, o que afeta na qualidade dos produtos finais (Usman et al., 2021). Diversos metais podem ser utilizados para obter uma pigmentação, textura ou qualidade desejada (Munir et al., 2020), por isso matérias primas como os corantes e pigmentos devem ser analisados antes de serem utilizados no processo de fabricação (Mercan et al., 2023).

No estudo de Shukri et al. (2020) os batons que apresentaram altas concentrações de EPTs foram relacionados com a adição incontrolável ou intencional de pigmentos com a finalidade de melhorar a aparência dos produtos, provavelmente feito por fabricantes que não seguem os devidos regulamentos, prejudicando a qualidade do produto final. Deve-se considerar que cada país possui uma legislação diferente para limitar a quantidade de ingredientes considerados tóxicos em cosméticos.

No estudo de Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku (2018) foram analisados batons fabricados em diferentes países, que resultaram em altas concentrações de chumbo em produtos da China e concentrações mais baixas em batons produzidos na Malásia. Os autores concluíram que essa diferença pode ser devido à adição de pigmentos e que, provavelmente, os batons fabricados na China continham impurezas em seus pigmentos que podem ser atribuídas à qualidade da matéria prima, como foi discutido no estudo de Feizi et al. (2019), em que batons feitos na China apresentaram uma maior quantidade de cádmio em comparação com os batons fabricados na França.

Os pigmentos são ingredientes utilizados em cosméticos que contém naturalmente EPTs. Alguns pigmentos de coloração laranja, vermelho, amarelo e preto podem ser à base de ferro. O alumínio é utilizado como pigmento branco em cosméticos coloridos para promover um efeito brilhante, enquanto o óxido de cromo (III) e hidróxido de cromo (III) são utilizados como pigmento verde em cosméticos (Mrmošanin et al., 2019), assim como os óxidos de ferro que possuem colorações como o preto, vermelho e amarelo (Arshad et al., 2020).

Os batons com aspecto de brilho perolado apresentaram maior quantidade de EPTs em comparação com os de aspecto matte. A mica é um mineral utilizado em cosméticos com a finalidade de garantir um efeito brilhante aos produtos, que pode liberar elementos como o Bi, Ti, Cr e Fe nos batons devido aos compostos da mica ( $TiO_2$ ,  $FeO$ ,  $Cr$ ,  $BiCl_3$ ) (Munir et al., 2020).

A presença de chumbo em batons pode estar relacionada com a adição de componentes auxiliares como a mica e cromato de chumbo utilizado como pigmento (Kaličanin; Velimirović, 2016). O chumbo é usado para garantir um efeito brilhante no batom devido ao seu pigmento de aspecto perolado (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023; Shukri et al., 2020), por isso em muitos estudos apresentam quantidades significativas de chumbo em batons de brilho perolado de diversas cores.

O cádmio é utilizado como pigmento em diversos produtos cosméticos, principalmente em pó facial e batom (Massadeh; El-Khateeb; Ibrahim, 2017). A sua cor varia do dourado ao laranja (Afridi et al., 2022) e, com ele é possível criar cores diferentes ao ser

combinado com outros componentes, como o sulfeto de cádmio de cor amarela que pode variar do laranja ao preto quando combinado com o selênio (Arshad et al., 2020; Feizi et al., 2019). Ao combinar o amarelo do cádmio com óxido de cromo (III) obtém uma mistura verde clara chamada de verde de cádmio (Arshad et al., 2020).

De acordo com o estudo de Kaličanin e Velimirović (2016), foi quantificado uma grande quantidade de zinco nas amostras de batom, podendo ser causado pela adição de compostos de zinco (estearatos e óxidos) nos produtos cosméticos com a finalidade de reduzir a irritação na pele e aumentar a resistência da água. Os sais de zinco também podem ser adicionados à formulação, pois facilitam a aplicação do produto na pele (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023).

Os EPTs em cosméticos podem estar associados à adição de plantas contaminadas, conservantes, filtro ultravioleta, antiperspirantes, agente antifúngico e antibacteriano (Voica et al., 2023). Um exemplo é o cobre, que é utilizado na forma de nanopartículas para substituir os conservantes sintéticos (Shukri et al., 2020), ou como bloqueador de raios UV (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023).

Outros componentes do batom como os óleos minerais, silicones e parafina também podem conter EPTs (Mrmošanin et al., 2019). Produtos feitos com ingredientes naturais à base de plantas podem ser uma das fontes de contaminação de EPTs em cosméticos também, pois as plantas utilizadas podem ser contaminadas ao serem cultivadas próximo de zonas industriais e/ou tratadas com fertilizantes e inseticidas (Arshad et al., 2020).

#### **4.3.2. Processo de fabricação**

A contaminação por EPTs pode acontecer durante o processo de fabricação ou nos recipientes utilizados (Massadeh; El-Khateeb; Ibrahim, 2017), o uso de solventes, água e diferentes maquinarias na produção do cosmético pode ser algumas das causas de contaminação (Arshad et al., 2020). Os EPTs podem surgir da solda ou da tinta contaminada com chumbo presente em equipamentos de fabricação (Zakaria; Ho, 2015; Al-Qahtani; Ahmed; Al-Otaib, 2016). De acordo com Akhtar et al. (2022) a contaminação por arsênio pode ocorrer por meio de máquinas corrosivas ou dispositivos metálicos.

Alguns estudos sugerem que a água utilizada no processo e a poeira aos arredores da fábrica podem estar contaminadas por chumbo, sendo os responsáveis pela presença deste metal no batom, durante o processo de fabricação (Kaličanin; Velimirović, 2016; Hashim; Abd-Alameer; Rashed, 2020; Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku, 2018; Zakaria; Ho, 2015). O tratamento inadequado durante a produção, o modo de armazenamento e transporte do

produto final também podem ser uma potencial rota de contaminação por chumbo (Kaličanin; Velimirović, 2016).

No estudo de Mercan et al. (2023), elementos como o bário, magnésio e alumínio foram quantificados em batons, demonstrando uma possível contaminação durante o processo de fabricação do cosmético. Os autores reforçam a importância de revisar os produtos e equipamentos utilizados nos processos de manufatura, assim como as embalagens para minimizar quaisquer fontes de contaminação que possam afetar na qualidade do produto final.

#### **4.4. Efeitos à saúde humana**

O batom, assim como outros cosméticos, são uma das principais fontes de contaminação de EPTs para o meio ambiente e pode causar diversos efeitos para o sistema biológico humano, devido às propriedades cumulativas dos metais (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023). Nos últimos anos aumentou-se a preocupação com a possibilidade de algumas substâncias penetrarem na pele e entrarem em contato com os órgãos, pois alguns metais têm a tendência de acumular no estrato córneo e causar alergias, enquanto outros podem alcançar o sistema circulatório. Portanto, o uso diário de produtos cosméticos pode aumentar a exposição dos EPTs ao corpo humano (Arshad et al., 2020).

Ao utilizar um batom contaminado com chumbo, pode ocorrer a absorção deste metal pelo trato gastrointestinal, que pode entrar na circulação sanguínea e, se distribuir e acumular nos órgãos internos e causar diversas doenças (Shukri et al., 2020). A absorção de EPTs pode ser prejudicial ao sistema nervoso central, aos rins e ao fígado (Kaličanin; Velimirović, 2016), além de ocasionar mudanças patológicas nos órgãos, doenças no sistema cardiovascular, rins, ossos, fígado e desenvolvimento de câncer (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023). Além disso, podem ocorrer problemas na reprodução, efeitos neurológicos, teratogenicidade, problemas no sangue e estômago, assim como feridas na pele (Munir et al., 2020).

O cádmio é um dos EPTs mais perigosos e sua ingestão em excesso por meio do uso do batom contaminado pode causar irritação no sistema gastrointestinal e queda na pressão arterial. A exposição a longo prazo, pode promover deformação nos ossos, disfunção renal e hepática (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023). Assim como anemia, ototoxicidade, câncer em diversos órgãos, principalmente nos rins (Kaličanin; Velimirović, 2016).

A contaminação por cádmio ocorre principalmente pelo contato na derme, pois muitos cosméticos são aplicados diretamente na epiderme, ou pela exposição oral. Esse metal está presente na água, solo, ar e alimentos. Está associado ao câncer de próstata, pulmão, pâncreas e do fígado. Quando elementos como Cd, Ni, Co e Cr são acumulados e absorvidos na derme

pelo uso de cosméticos, estes podem depositar no estrato córneo causando dermatite de contato (Afridi et al., 2022).

O cromo é um metal essencial e possui um papel importante no metabolismo do colesterol e da glucose. Porém, o cromo (VI) é tóxico e se espalha facilmente pelo corpo humano, é considerado carcinogênico de acordo com a *International Agency for Research on Cancer* - IARC (1990), não sendo permitido seu uso em cosméticos. Caso ocorra a ingestão de cromo (VI), pode haver a problemas nos rins, fígado e estômago (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023).

Outro metal encontrado em batons é o arsênio, que pode causar efeitos adversos na saúde como elevação na pressão arterial, melnose e gangrena (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023). Também pode deixar as unhas estriadas, causar alopecia, erupção da pele e câncer de pele (Akhtar et al., 2022).

Em altas concentrações o cobre pode causar irritação na garganta e no nariz e causar dermatite. A exposição crônica pode resultar em distúrbios comportamentais e psicológicos, problemas no cérebro, cirrose hepática, anemia hemolítica (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023), desordens gastrointestinais, tremores, paralisia (Akhtar et al., 2022).

O zinco pode estar presente em cosméticos na forma de sais com a finalidade de facilitar a aplicação do produto na pele. Em excesso, o zinco pode causar problemas neurológicos e gastrointestinais, úlceras no estômago e irritação na pele (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023; Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdłocha, 2018). É um elemento essencial, porém em concentrações elevadas pode levar ao aparecimento de erupções na pele, conjuntivite, reações alérgicas, causar deficiência de cobre no fígado e coração, além de prejudicar o armazenamento de ferro no corpo, causando anemia (Kaličanin; Velimirović, 2016).

O níquel em excesso pode causar dermatite de contato em pessoas com hipersensibilidade (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdłocha, 2018; Akhtar et al., 2022). A ingestão prolongada pode causar câncer, problemas de nascença, asma, erupções cutâneas e é relatado como principal causador de eczema (Usman et al., 2021).

Em altas concentrações, o alumínio pode ser tóxico ao ser humano ao ser absorvido na epiderme, conseqüentemente na corrente sanguínea e ser depositado em diversos órgãos (Afridi et al. 2022). Está relacionado com o desenvolvimento de doenças como Alzheimer e câncer de mama (Mercan et al., 2023).

A exposição de ferro ao longo do tempo pode causar morte celular ou câncer colorretal (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdłocha, 2018).

#### 4.5. Regulamentação

De acordo com a Resolução - RDC nº 752, de 19 de setembro de 2022, o batom é classificado como um produto cosmético de grau 1:

São produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre com a definição adotada no inciso XVI deste artigo e que se caracterizam por possuírem propriedades básicas ou elementares, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso, devido às características intrínsecas do produto, conforme mencionado na lista indicativa "LISTA DE GRUPOS DE PRODUTOS DE GRAU 1" estabelecida no item "I" do Anexo I (Anvisa, 2022, p. 3).

Na Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022), está contida a lista de substâncias corantes que podem ser utilizadas em produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. As impurezas máximas permitidas para os corantes orgânicos artificiais são:

- I - bário solúvel em ácido clorídrico 0,001N (expresso como cloreto de bário): 500 mg kg<sup>-1</sup>;
- II - arsênio (expresso como As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 3 mg kg<sup>-1</sup>;
- III - chumbo (expresso como Pb): 20 mg kg<sup>-1</sup>;
- IV - outros metais pesados: 100 mg kg<sup>-1</sup>.

Deve-se considerar de acordo com o Art. 6º que as lacas e os sais das substâncias corantes incluídas na lista são permitidos quando não há presença de substâncias que constem na lista de substâncias proibidas. No Art. 7º consta que lacas pouco solúveis de bário, estrôncio e zircônio, sais e pigmentos dessas substâncias corantes são permitidos, desde que seja comprovada sua baixa solubilidade por meio de teste apropriado.

De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022), alguns metais não são permitidos em cosméticos e outros podem estar presentes na forma de corantes em determinadas quantidades (Tabela 6).

Tabela 6 – Permissividade de acordo com a Anvisa.

<b>Elementos</b>	<b>Anvisa</b>
Arsênio	Até 3 mg kg <sup>-1</sup> em corantes (expresso como As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Bário	Até 500 mg kg <sup>-1</sup> em corantes (expresso como cloreto de bário)
Chumbo	Até 20 mg kg <sup>-1</sup> em corantes
Cádmio	Não permitido
Cromo	Não permitido
Níquel	Não permitido
Mercúrio	Não permitido
Selênio	Não permitido
Outros elementos	Até 100 mg kg <sup>-1</sup> em corantes

Fonte: (Anvisa, 2022)

Como forma de monitoramento e fiscalização dos produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, a Cosmetovigilância aborda a segurança e a qualidade dos produtos durante todo o seu ciclo de vida. É um termo recente e reconhecido internacionalmente como um conceito de saúde pública, utilizado para definir a vigilância pós-comercialização dos produtos cosméticos regularizados no país. O batom é um cosmético de interesse da Cosmetovigilância, portanto, o aparecimento de alergias, irritações ou qualquer outro problema que possa afetar a saúde humana, do uso em condições normais ou do uso indevido, devem ser notificados no portal da Anvisa.

#### 4.6. Elementos potencialmente tóxicos em batons

Os resultados da análise das amostras M1 e M2 estão representados na Tabela 7 e 8, respectivamente, nos quais estão organizados por elementos, marcas A e B e os estabelecimentos.

Tabela 7 – Concentração de EPTs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) por marca e estabelecimento das amostras M1.

EPT	Marca	Estabelecimento	Concentração ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) $\pm$ DP	Legislação*
Al	A	1	6763,85 $\pm$ 787,37	Até 100 $\text{mg kg}^{-1}$
		2	2347,53 $\pm$ 291,51	
		3	2496,16 $\pm$ 60,52	
	B	4	3300,66 $\pm$ 874,11	
		5	3127,18 $\pm$ 402,29	
		6	3369,9 $\pm$ 540,60	
Ba	A	1	342,23 $\pm$ 50,88	Até 100 $\text{mg kg}^{-1}$
		2	9160,16 $\pm$ 768,93	
		3	9492,02 $\pm$ 436,11	
	B	4	512,78 $\pm$ 15,15	
		5	485,87 $\pm$ 1,66	
		6	493,90 $\pm$ 35,64	
Cd	A	1	< LOD	Não permitido
		2	< LOD	
		3	< LOD	
	B	4	< LOD	
		5	< LOD	
		6	< LOD	
Cr	A	1	0,88 $\pm$ 0,62	Não permitido
		2	1,89 $\pm$ 0,08	
		3	1,89 $\pm$ 0,13	
	B	4	2,24 $\pm$ 0,42	
		5	2,65 $\pm$ 0,05	
		6	2,50 $\pm$ 0,62	

Cu	A	1	0,69 ± 0,36	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	0,50 ± 0,05	
		3	0,49 ± 0,05	
	B	4	0,22 ± 0,05	
		5	0,38 ± 0,05	
		6	0,33 ± 0,13	
Fe	A	1	214,49 ± 29,44	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	112,53 ± 1,16	
		3	59,87 ± 2,03	
	B	4	9741,69 ± 295,22	
		5	9773,68 ± 247,90	
		6	9395,80 ± 1080	
K	A	1	50,19 ± 6,18	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	62,01 ± 2,21	
		3	62,56 ± 2,18	
	B	4	1945,89 ± 397,88	
		5	1846,09 ± 183,40	
		6	1927,86 ± 242,42	
Ni	A	1	< LOD	Não permitido
		2	< LOD	
		3	< LOD	
	B	4	< LOD	
		5	< LOD	
		6	< LOD	
Pb	A	1	2,62 ± 0,71	Até 20 mg kg <sup>-1</sup>
		2	2,69 ± 0,38	
		3	2,55 ± 0,17	
	B	4	2,07 ± 0,34	
		5	2,76 ± 0,41	
		6	2,36 ± 0,47	
Sr	A	1	7,53 ± 0,64	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	30,03 ± 0,50	
		3	29,31 ± 0,91	
	B	4	10,92 ± 0,21	
		5	10,82 ± 0,13	
		6	10,43 ± 1,07	
Zn	A	1	5,62 ± 1,84	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	2,03 ± 1,69	
		3	3,84 ± 0,96	
	B	4	5,66 ± 1,86	
		5	5,48 ± 3,40	
		6	4,98 ± 0,81	

\*Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022).

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Tabela 8 – Concentração de EPTs (mg kg<sup>-1</sup>) por marca e estabelecimento das amostras M2.

EPT	Marca	Estabelecimento	Concentração (mg kg <sup>-1</sup> ) ± DP	Legislação*
Al	A	1	6901,41 ± 354,11	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	2195,75 ± 155,74	
		3	2557,26 ± 257,72	
	B	4	2933,72 ± 172,89	
		5	2883,12 ± 246,01	
		6	2938,53 ± 316,93	
Ba	A	1	356,22 ± 2,77	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	7789,21 ± 243,71	
		3	9543,62 ± 555,20	
	B	4	470,32 ± 26,06	
		5	461,60 ± 22,15	
		6	519,18 ± 61,58	
Cd	A	1	< LOD	Não permitido
		2	< LOD	
		3	< LOD	
	B	4	< LOD	
		5	< LOD	
		6	< LOD	
Cr	A	1	1,30 ± 1,11	Não permitido
		2	2,56 ± 0,44	
		3	5,38 ± 1,61	
	B	4	2,61 ± 1,20	
		5	4,25 ± 0,75	
		6	4,13 ± 0,45	
Cu	A	1	0,52 ± 1,11	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	0,91 ± 0,55	
		3	1,61 ± 0,47	
	B	4	< LOD	
		5	0,25 ± 0,43	
		6	0,26 ± 0,45	
Fe	A	1	278,95 ± 10,51	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	125,90 ± 8,55	
		3	100,81 ± 33,87	
	B	4	9136,48 ± 493,11	
		5	9169,08 ± 193,88	
		6	9982,44 ± 1160,64	
K	A	1	113,85 ± 6,09	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	105,42 ± 71,98	
		3	52,69 ± 16,92	
	B	4	2055,85 ± 148,85	
		5	1936,81 ± 113,89	
		6	2019,89 ± 145,96	

Ni	A	1	< LOD	Não permitido
		2	1,95 ± 0,55	
		3	5,91 ± 0,93	
	B	4	< LOD	
		5	< LOD	
		6	< LOD	
Pb	A	1	2,15 ± 0,55	Até 20 mg kg <sup>-1</sup>
		2	5,82 ± 0,89	
		3	3,70 ± 0,93	
	B	4	4,63 ± 1,20	
		5	7,43 ± 1,56	
		6	4,58 ± 3,98	
Sr	A	1	9,13 ± 2,21	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	33,27 ± 2,70	
		3	32,26 ± 0,93	
	B	4	12,53 ± 1,63	
		5	8,24 ± 1,89	
		6	10,33 ± 2,37	
Zn	A	1	19,04 ± 4,43	Até 100 mg kg <sup>-1</sup>
		2	17,15 ± 9,78	
		3	14,52 ± 10,98	
	B	4	< LOD	
		5	6,48 ± 2,20	
		6	< LOD	

\*Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022).

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

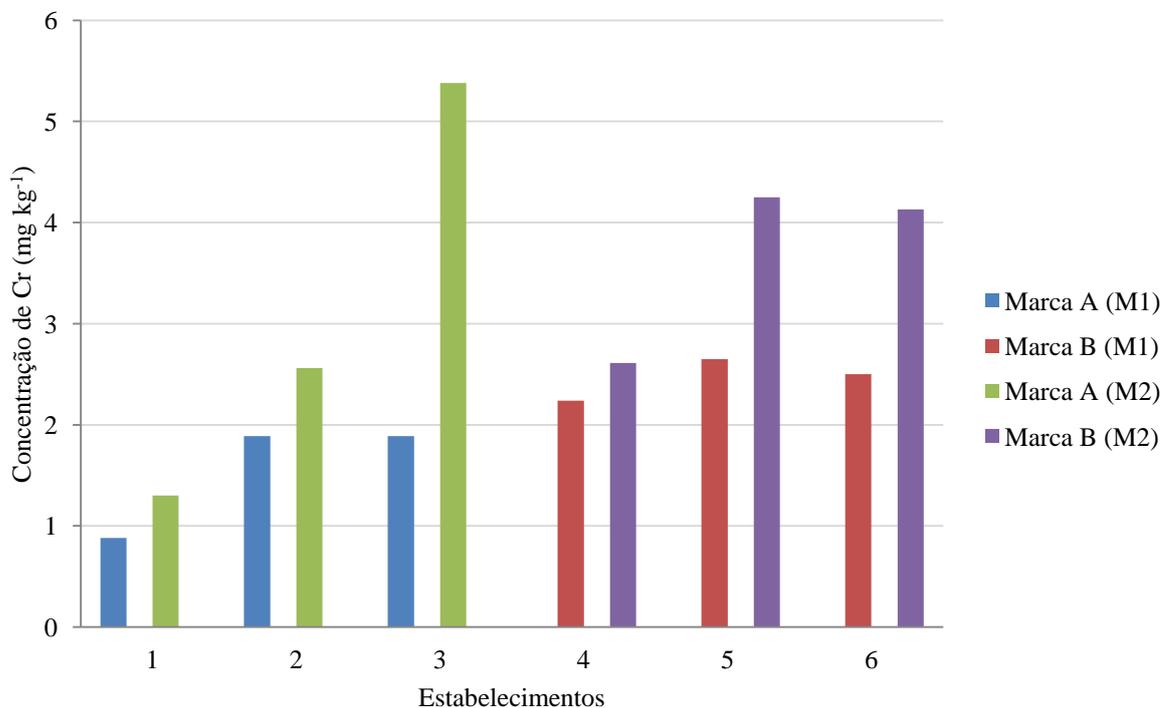
Pode-se observar pelas Tabelas 7 e 8 que as concentrações das amostras M2 apresentaram uma maior dispersão nos resultados em comparação com as amostras M1. Isso possivelmente está relacionado à menor massa utilizada de amostra (M2) e, portanto, menor concentração dos valores de EPTs, estando muitas vezes as concentrações muito próximas aos limites de detecção e/ou de quantificação do equipamento. Assim, trabalhar com massas mais elevadas, como estabelecido pelo manual do digestor (Anton Paar, 2012) ou de artigos que utilizam um procedimento parecido de abertura de amostras para produtos cosméticos, apresentou resultados mais confiáveis.

A presença de elementos como o cádmio, cromo, mercúrio e níquel não são permitidos em cosméticos de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022). Neste trabalho, as concentrações de cádmio ficaram

abaixo do limite de detecção para todas as amostras, estando de acordo com a legislação, mas na literatura há diversos estudos em que o cádmio foi quantificado em batons com concentrações de  $0,121 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mercan et al., 2023),  $0,150 \text{ mg kg}^{-1}$  (Arshad et al., 2020),  $0,33 \text{ mg kg}^{-1}$  (Zakaria; Ho, 2015),  $0,587 \text{ mg kg}^{-1}$  (Voica et al., 2023),  $0,914 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mrmošanin et al., 2019),  $2,30 \text{ mg kg}^{-1}$  (Afridi et al., 2022),  $9,78 \text{ mg kg}^{-1}$  (Akhtar et al., 2022),  $11,90 \text{ mg kg}^{-1}$  (Shukri et al., 2020),  $51,11 \text{ mg kg}^{-1}$  (Feizi et al., 2019),  $412 \text{ mg kg}^{-1}$  (Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku, 2018).

Com relação ao cromo, a concentração máxima obtida foi de  $2,65 \pm 0,05 \text{ mg kg}^{-1}$  da marca B (M1) e  $5,38 \pm 1,61 \text{ mg kg}^{-1}$  da marca A (M2), sendo um elemento não permitido em cosméticos. O estudo de Voica et al. (2023) apresentou o cromo na concentração de  $149,056 \text{ mg kg}^{-1}$ , Shukri et al. (2020) quantificou uma concentração de  $85,80 \text{ mg kg}^{-1}$ , em outros artigos as concentrações de cromo foram de  $58,80 \text{ mg kg}^{-1}$  (Usman et al., 2021),  $6,82 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mercan et al., 2023),  $4,68 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mrmošanin et al., 2019),  $2,50 \text{ mg kg}^{-1}$  (Zakaria; Ho, 2015) e  $0,335 \text{ mg kg}^{-1}$  (Arshad et al., 2020).

Figura 7 – Concentração de cromo nas marcas A e B das amostras M1 e M2.

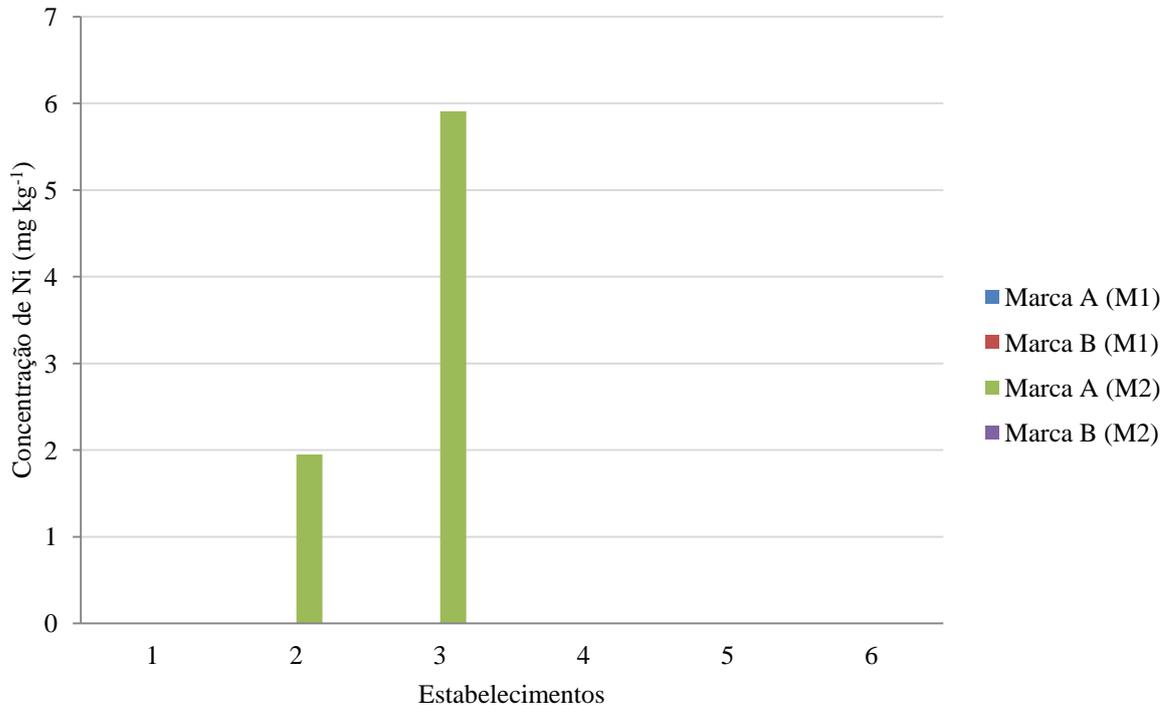


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O níquel, outro elemento não permitido em cosméticos, também foi quantificado, mas somente em batons da marca A (M2), apresentando uma concentração máxima de  $5,91 \pm 0,93 \text{ mg kg}^{-1}$  e ficou abaixo do limite de detecção para o estabelecimentos 1 (marca A), 4, 5 e 6

(marca B). Na literatura o níquel apresentou concentrações de  $1,43 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mrmošanin et al., 2019),  $5,639 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mercan et al., 2023),  $6,636 \text{ mg kg}^{-1}$  (Arshad et al., 2020),  $9,199 \text{ mg kg}^{-1}$  (Voica et al., 2023),  $21,00 \text{ mg kg}^{-1}$  (Akhtar et al., 2022) e  $22,80 \text{ mg kg}^{-1}$  (Usman et al., 2021).

Figura 8 – Concentração de níquel nas marcas A e B das amostras M1.

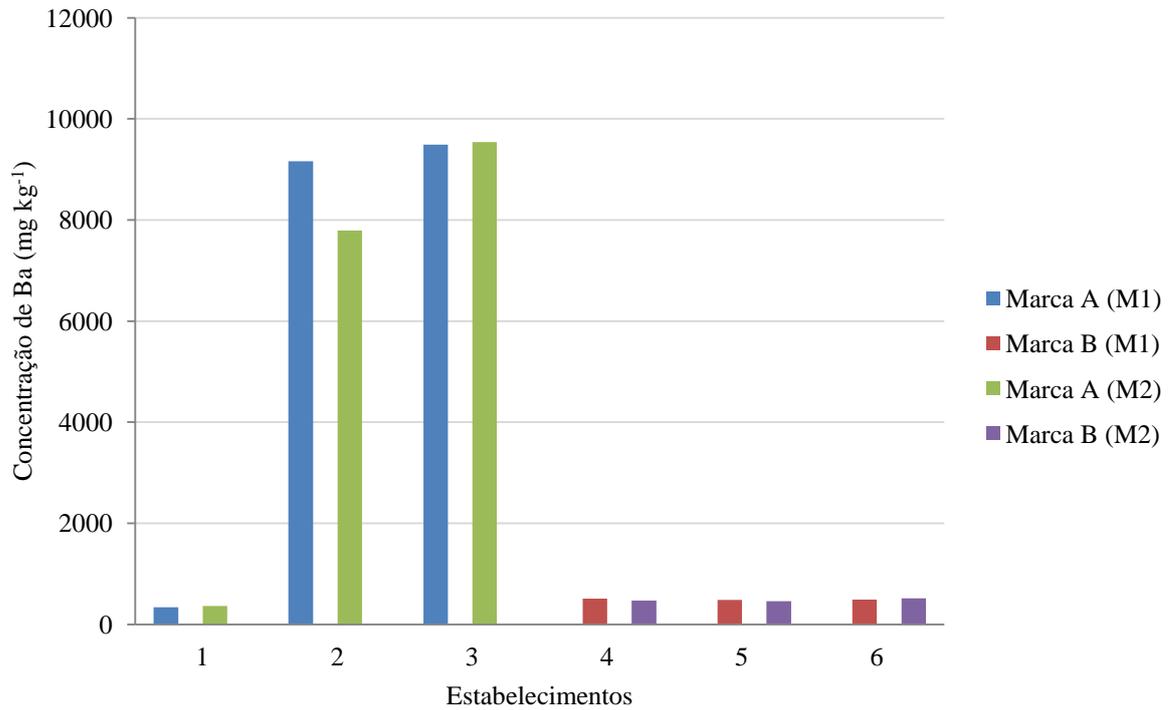


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com relação aos demais elementos, de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022), a concentração máxima permitida é de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , com exceção do bário e arsênio - expresso em  $\text{BaCl}_2$  e  $\text{As}_2\text{O}_3$  - que são permitidos até  $500 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente.

A concentração máxima de bário obtida neste trabalho foi  $9543,62 \pm 555,20 \text{ mg kg}^{-1}$  (M2) e  $9492,02 \pm 436,11 \text{ mg kg}^{-1}$  (M1) ambos da marca A, acima da concentração permitida de até  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  pela Anvisa. Altas concentrações foram obtidas somente para os estabelecimentos 2 e 3, podendo ter ocorrido alguma contaminação nos lotes desses batons, seja na matéria prima utilizada, processo de manufatura e/ou embalagem. O mesmo foi observado no trabalho de Mercan et al. (2023), no qual o bário foi obtido com uma alta concentração de  $2696,14 \text{ mg kg}^{-1}$ , acima do permitido pela legislação.

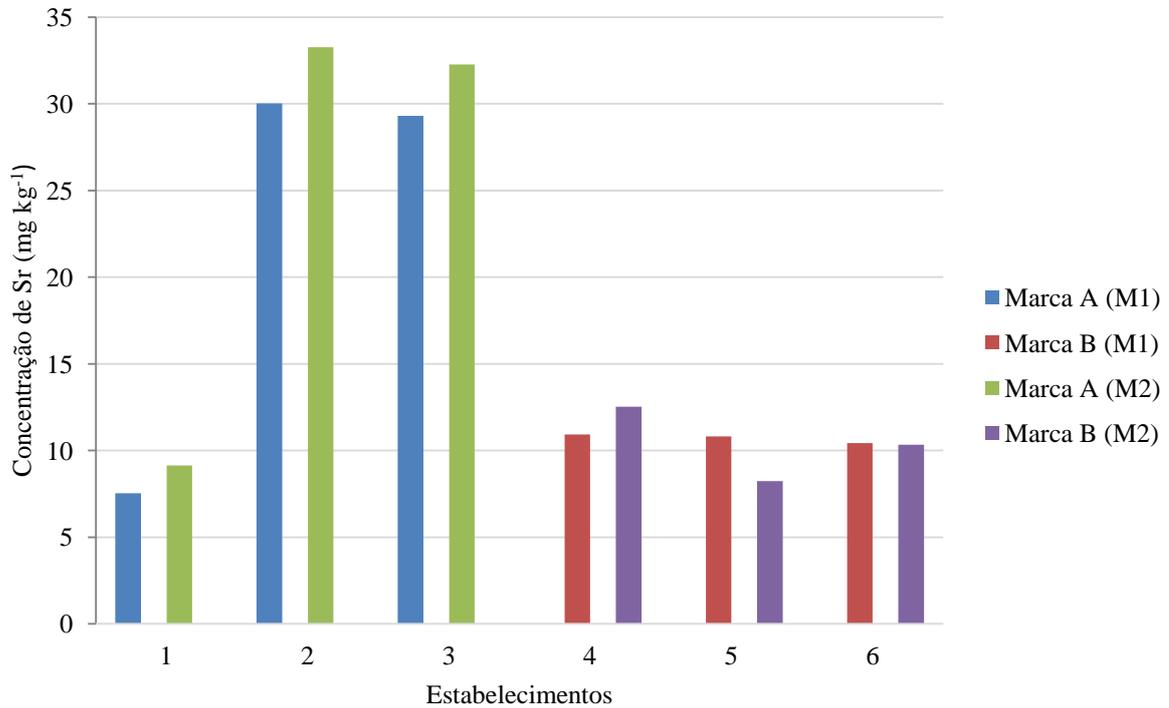
Figura 9 – Concentração de bário nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As concentrações de estrôncio apresentaram-se acima da média em dois produtos da marca A (estabelecimento 2 e 3) em comparação com as demais amostras, indicando diferenças nos lotes dos produtos da marca A, mas todas as amostras ficaram dentro do estabelecido pela legislação. De acordo com o trabalho de Mercan et al. (2023), o estrôncio ficou acima do permitido pela Anvisa, com uma concentração de 130,525 mg kg<sup>-1</sup>.

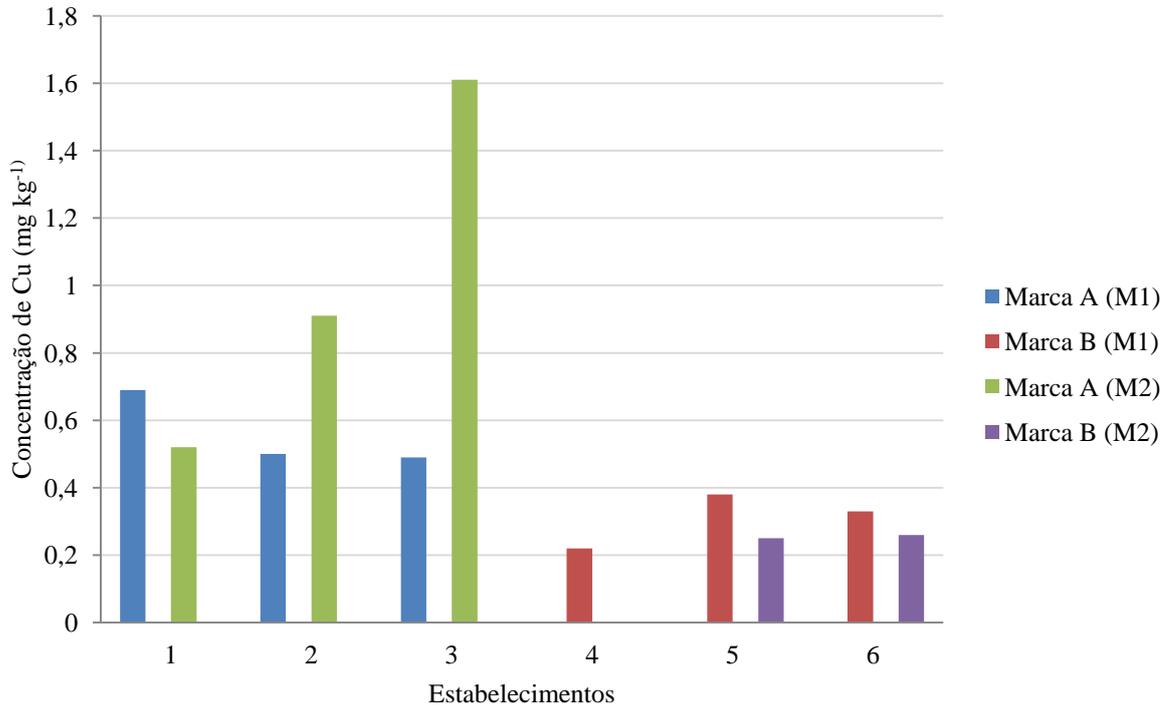
Figura 10 – Concentração de estrôncio nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O cobre apresentou concentrações baixas e dentro do valor especificado pela legislação, somente a amostra do estabelecimento 4 (M2) da marca B ficou abaixo do limite de detecção. Na literatura este elemento foi quantificado com concentrações de 8,50 mg kg<sup>-1</sup> (Mrmošanin et al., 2019), 12,14 mg kg<sup>-1</sup> (Mercan et al., 2023), 38,699 mg kg<sup>-1</sup> (Voica et al., 2023), 41,93 mg kg<sup>-1</sup> (Shukri et al., 2020), 75,92 mg kg<sup>-1</sup> (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdocha, 2018), todos os valores dentro do estabelecido pela Anvisa.

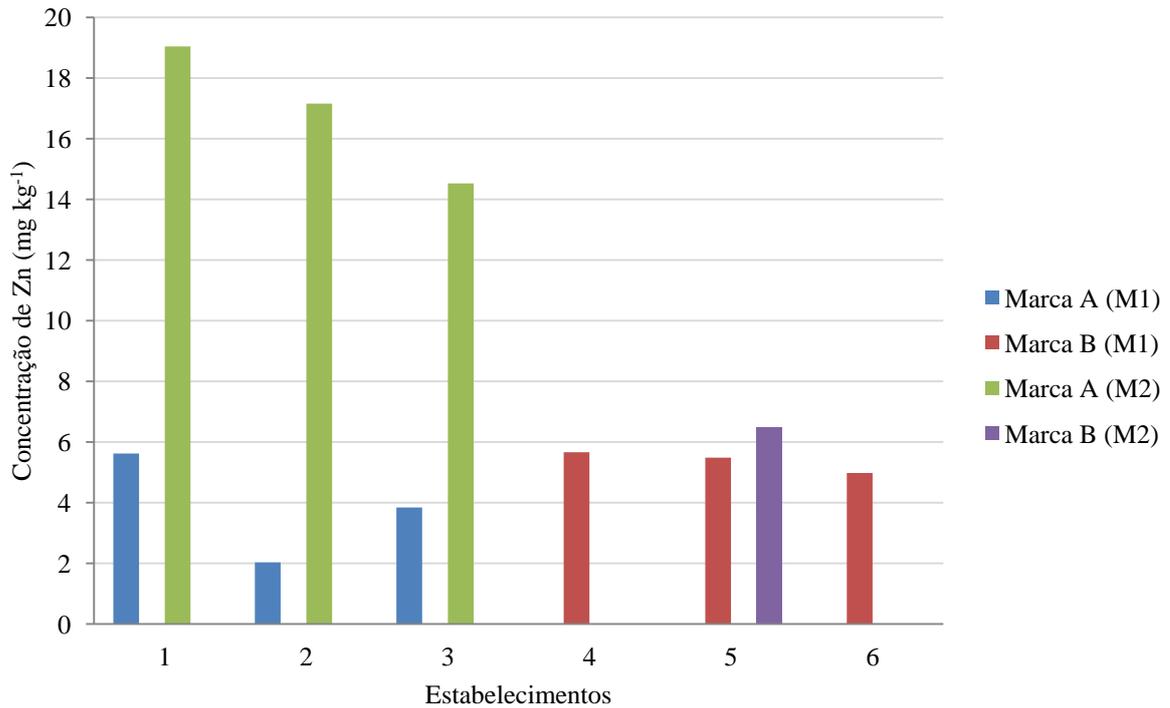
Figura 11 – Concentração de cobre nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para o zinco, houve grande diferença entre as amostras M1 e M2 para a marca A, as amostras M2 do estabelecimento 4 e 6 (marca B) ficaram abaixo do limite de detecção, mas todos resultaram dentro do especificado pela Anvisa. A concentração de zinco variou de 12,17 mg kg<sup>-1</sup> no estudo de Mrmošanin et al. (2019), 33,398 mg kg<sup>-1</sup> no estudo de Mercan et al. (2023), e 98,96 mg kg<sup>-1</sup> no estudo de Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdłocha (2018). No trabalho de Kaličanin; Velimirović (2016) foi obtido uma alta concentração de 3810 mg kg<sup>-1</sup>, os autores relacionaram a alta concentração de zinco com a adição de compostos (óxidos e estearatos) de zinco com a finalidade de reduzir a irritabilidade e aumentar a resistência à água.

Figura 12 – Concentração de zinco nas marcas A e B das amostras M1 e M2.

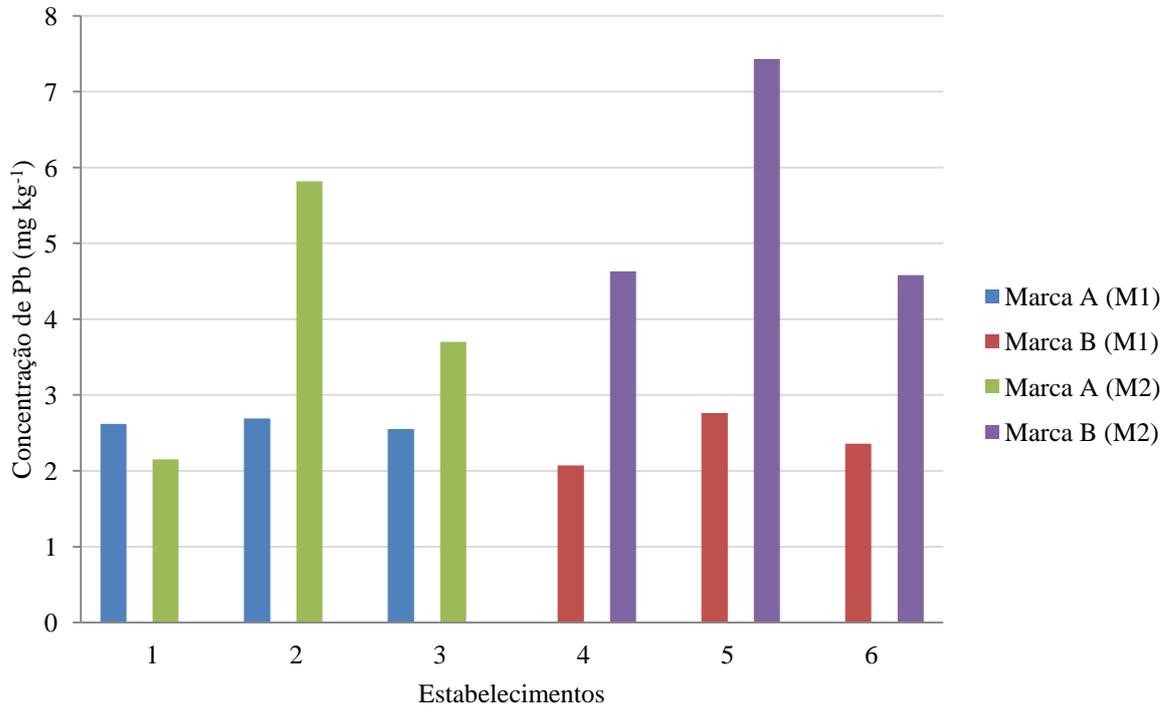


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O chumbo é permitido na forma de corante em cosméticos em concentração de até 20 mg kg<sup>-1</sup> de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 628, de 10 de março de 2022 e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 529, de 04 de Agosto de 2021, do Ministério da Saúde (Anvisa, 2022). Neste estudo todas as amostras apresentaram concentrações próximas e não ultrapassaram o limite permitido pela legislação.

Em diversos artigos foram obtidos concentrações de chumbo acima da concentração estabelecida pela Anvisa, como 27,025 mg kg<sup>-1</sup> (Voica et al., 2023) 33,40 mg kg<sup>-1</sup> (Akhtar et al., 2022), 36,70 mg kg<sup>-1</sup> (Nkansah; Owusu-Afriyie; Opoku, 2018), 81,15 mg kg<sup>-1</sup> (Feizi et al., 2019), 105,60 mg kg<sup>-1</sup> (Kaličanin; Velimirović, 2016), 109,7704 mg kg<sup>-1</sup> (Munir et al., 2020), 252,40 mg kg<sup>-1</sup> (Usman et al., 2021), 355,20 mg kg<sup>-1</sup> (Shukri et al., 2020).

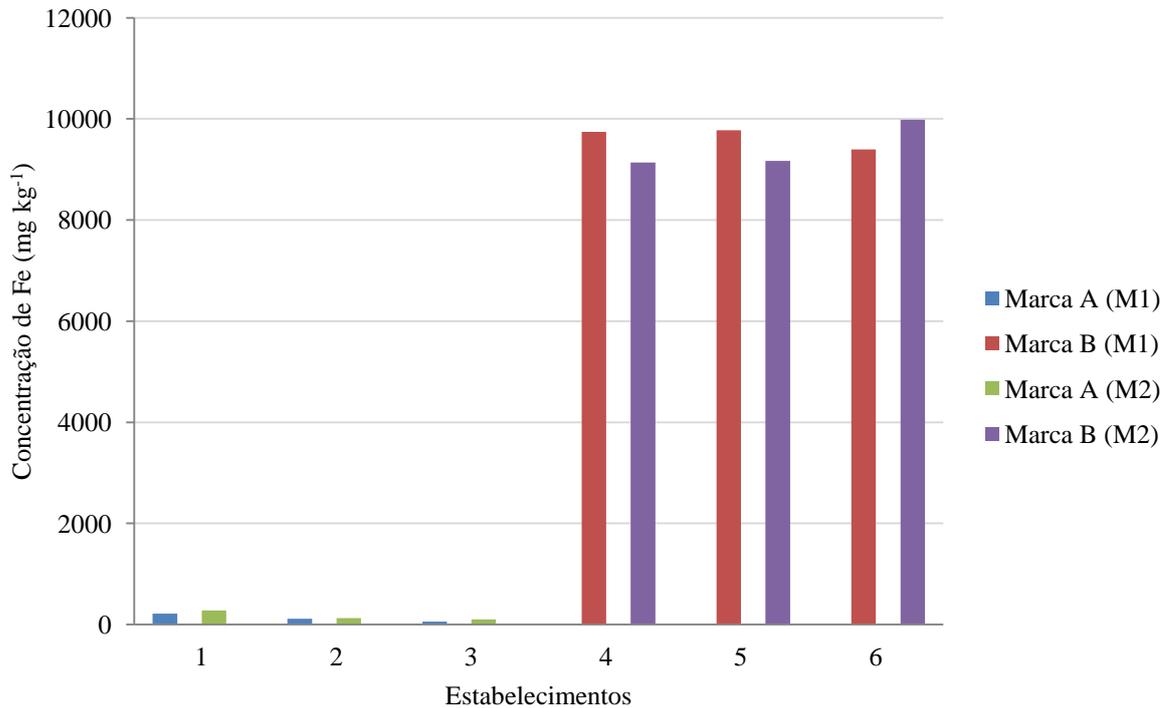
Figura 13 – Concentração de chumbo nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O ferro apresentou, com exceção da amostra da marca A do estabelecimento 3, concentrações que excedem o valor permitido de 100 mg kg<sup>-1</sup> pela Anvisa. Entretanto, a marca B apresentou concentrações muito mais altas do que a da marca A para ambas as amostras M1 e M2. Em alguns artigos também foram relatados altas concentrações de ferro como 3850 mg kg<sup>-1</sup> (Mrmošanin et al., 2019) e 8046,42 mg kg<sup>-1</sup> (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdołcha, 2018).

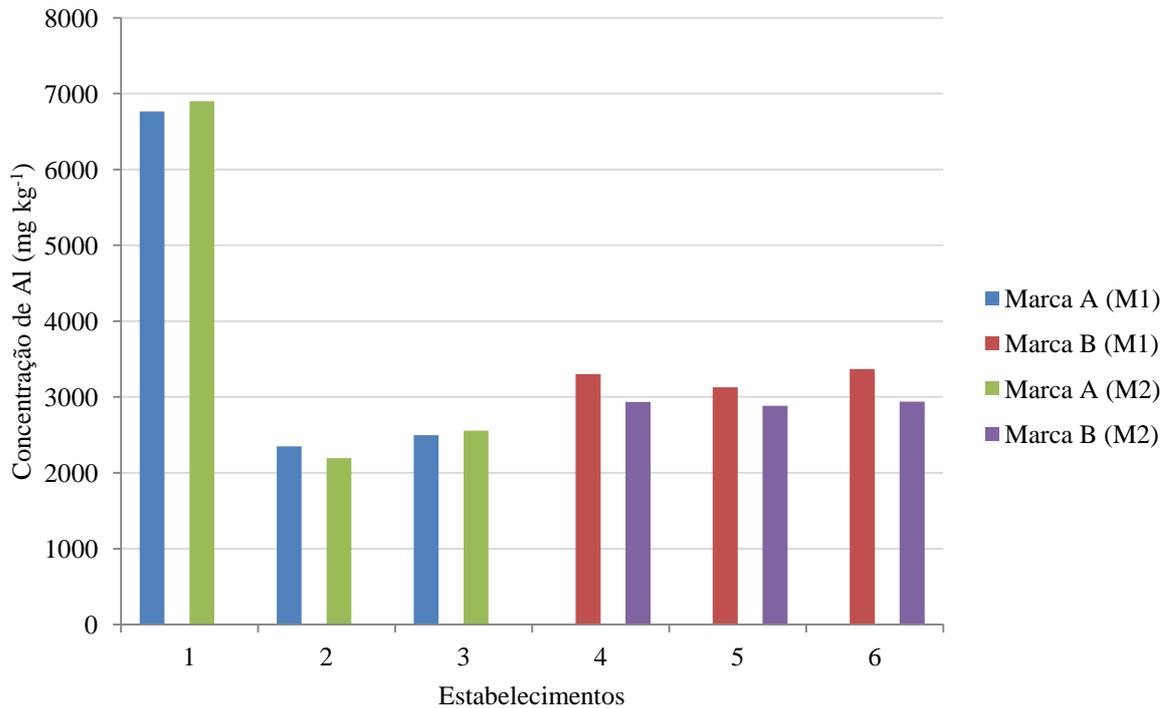
Figura 14 – Concentração de ferro encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O alumínio excedeu o máximo permitido de 100 mg kg<sup>-1</sup> pela Anvisa neste estudo para todas as amostras, mas os batons da marca A (M1 e M2) do estabelecimento 1 apresentaram mais que o dobro das concentrações das demais amostras, indicando uma possível contaminação no lote deste produto. Foram obtidas altas concentrações deste elemento no estudo de Mrmošanin et al. (2019) com uma alta concentração de 487 mg kg<sup>-1</sup> e no trabalho de Mercan et al. (2023) com um concentração de 3382,377 mg kg<sup>-1</sup>.

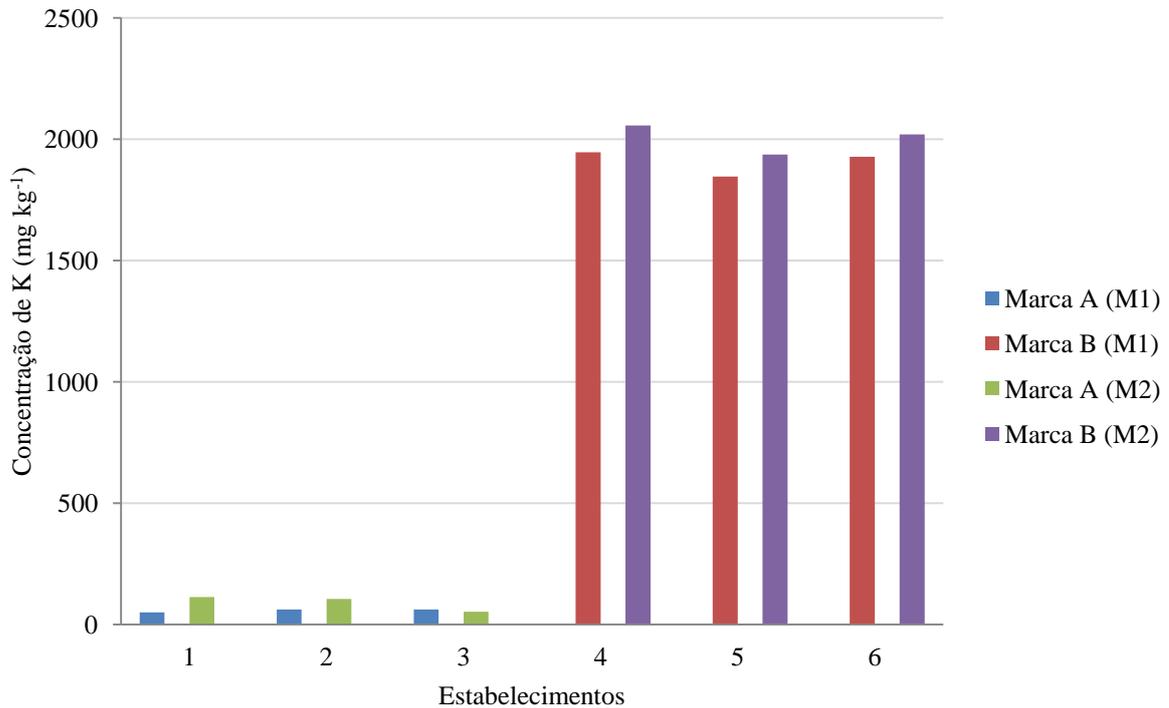
Figura 15 – Concentração de alumínio encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com relação ao potássio, somente para os batons da marca B foi obtida altas concentrações, acima do valor permitido pela Anvisa. Pela RSL não foi encontrado nenhum artigo que determinasse este elemento em batons, o que mostra a importância de se abranger mais elementos, como o potássio, na investigação de EPTs em cosméticos.

Figura 16 – Concentração de potássio encontrado nas marcas A e B das amostras M1 e M2.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Altas concentrações de Al e Fe obtidas neste estudo podem estar associadas com a presença de minerais como a mica existente nas amostras de batons analisadas. Em diversos artigos, os autores relacionaram a mica com a presença de EPTs em cosméticos (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdołcha, 2018; Kaličanin; Velimirović, 2016; Massadeh; El-Khateeb; Ibrahim, 2017; Munir et al., 2020). A presença de grande quantidade de ferro nas amostras pode estar associada ao composto FeO da mica que pode estar contido na formulação do produto ou pelo uso do pigmento de óxido de ferro (Munir et al., 2020). Assim como para o Al existem pigmentos brancos à base de alumínio com a finalidade de promover um efeito brilhante ao batom (Mohammed; Ahmed; Hadeel, 2023; Munir et al., 2020; Mrmošanin et al., 2019).

O resíduo cintilante que não foi digerido das amostras de batons da marca B, também pode estar relacionado com a mica, um mineral muito utilizado em cosméticos com a finalidade de proporcionar um aspecto brilhante ao produto (Kaličanin; Velimirović, 2016; Munir et al., 2020; Shukri et al., 2020). O uso da mica em cosméticos não é especificado pela Anvisa, mas de acordo com a FDA (Food and Drug Administration) a agência federal responsável pelo controle de EPTs em cosméticos dos EUA, o seu uso é permitido desde que seja feito de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), sem ultrapassar a quantidade

máxima permitida de chumbo de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  em dentifrícios, medicamentos e cosméticos de uso externo (Al-Qahtani; Ahmed; Al-Otaib, 2016).

Altas concentrações de Ba podem ter sido causadas por alguma contaminação durante o processo de manufatura dos batons, como indica no estudo de Mercan et al. (2023). Esses autores obtiveram altas concentrações de Al e Ba nos batons analisados devido a contaminações nos produtos, equipamentos e embalagens utilizadas. Neste trabalho também é enfatizado sobre a necessidade de abranger mais elementos no regulamento sobre a permissividade de EPTs em cosméticos. Com relação à Anvisa, seria ideal incluir regulamentos específicos para a concentração de EPTs em produtos cosméticos, pois a legislação atual se refere somente aos corantes utilizados nesses produtos e não ao produto final.

Diante disso, é importante que se realize uma revisão para valores mais baixos da concentração máxima permitida pela Anvisa, pois a exposição a altas concentrações de Al, Fe e Ba como foi obtida neste estudo pode ser prejudicial à saúde humana ao longo do tempo. É relatado na literatura que o ferro pode causar doenças como câncer colorretal e morte celular (Łodyga-Chruścińska; Sykuła; Więdłocha, 2018). Já o alumínio, em altas concentrações, pode ser tóxico ao ser humano ao ser absorvido na epiderme, entrar na corrente sanguínea e ser depositado em diversos órgãos (Afridi et al. 2022), podendo causar o desenvolvimento de doenças como o Alzheimer e câncer de mama (Mercan et al., 2023).

Com relação ao bário não é relatado, nos artigos obtidos da RSL, o desenvolvimento de alguma doença ou alergia específica. Entretanto, no ano de 2003 no Brasil, ocorreu uma contaminação com carbonato de bário no produto Celobar, um contraste utilizado para exames radiológicos, que causou a morte de diversas pessoas que ingeriram o produto na época (Sene, J. J. et al., 2006). A toxicidade do metal ocorre devido ao cátion livre e os compostos muito solúveis, se ocorrer a ingestão de altas quantidades de compostos de bário solúveis em água ou no conteúdo estomacal, pode causar paralisia, afetar o ritmo cardíaco e levar a óbito se não for tratado (CETESB, 2022).

Portanto, pode-se verificar pelos artigos analisados, a importância de estabelecer limites nas concentrações de EPTs em cosméticos e monitorá-los por meio da análise das matérias primas e do produto final, assim como assegurar boas práticas de fabricação para evitar qualquer contaminação durante o processo de manufatura, embalagem e armazenamento. O batom é um cosmético utilizado diariamente por muitas pessoas, e a exposição a um produto contaminado pode afetar a saúde do consumidor ao causar reações adversas, como alergias e doenças ao longo do tempo.

#### 4.6.1. Análise de Variância – ANOVA

Foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) unidirecional para verificar se há diferença significativa na concentração de elementos potencialmente tóxicos entre as marcas A e B. Por meio do teste F e valor-p pode-se verificar se há diferença significativa entre as duas marcas analisadas.

Pode-se verificar para as amostras M1, que há diferença significativa na concentração de cobre, ferro e potássio entre as marcas A e B. Os batons da marca B tiveram maiores concentrações de potássio do que a marca A. Para o elemento cobre, a marca A apresentou maiores concentrações com relação à marca B, enquanto que para o ferro os batons da marca B tiveram a média das concentrações de aproximadamente 75 vezes maior do que a marca A (Tabela 10).

Tabela 9 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA) entre as marcas A e B para as amostras M1.

EPT	F	valor-P	F crítico	Conclusão da ANOVA
Al	0,1731	0,6987	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Al entre as marcas A e B
Ba	3,7914	0,1234	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Cr entre as marcas A e B
Cr	6,4853	0,0635	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Cr entre as marcas A e B
Cu	9,6649	0,0359	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de cobre entre as marcas A e B
Fe	5414,61	2,04.10 <sup>-7</sup>	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de ferro entre as marcas A e B
K	3561,98	4,72.10 <sup>-7</sup>	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de ferro entre as marcas A e B
Pb	1,1977	0,3353	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Pb entre as marcas A e B
Sr	2,4535	0,1923	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Sr entre as marcas A e B
Zn	2,1354	0,2177	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de Zn entre as marcas A e B

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As amostras M2 apresentaram a mesma tendência das amostras M1 para o ferro e potássio, com exceção do cobre que não apresentou uma diferença significativa entre as

marcas. Entretanto, neste caso, houve diferença para o zinco, no qual a marca A apresentou maiores concentrações do que a marca B.

Tabela 10 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA) entre as marcas A e B para as amostras M2.

EPT	F	valor-p	F crítico	Conclusão da ANOVA
Al	0,4084	0,5575	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de alumínio entre as marcas A e B
Ba	3,6943	0,1269	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de bário entre as marcas A e B
Cr	0,1963	0,6806	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de cromo entre as marcas A e B
Cu	6,5301	0,0629	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de cobre entre as marcas A e B
Fe	1076,47	$5,14 \cdot 10^{-6}$	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de ferro entre as marcas A e B
K	2276,01	$1,15 \cdot 10^{-6}$	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de potássio entre as marcas A e B
Ni	2,5779	0,1836	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de níquel entre as marcas A e B
Pb	1,3597	0,3083	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de chumbo entre as marcas A e B
Sr	3,3104	0,1429	7,7086	F < F crítico e valor-p > 0,05: não se rejeita H0 Não há diferença na concentração de estrôncio entre as marcas A e B
Zn	34,052	0,0042	7,7086	F > F crítico e valor-p < 0,05: rejeita-se H0 Há diferença na concentração de zinco entre as marcas A e B

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho contribui para a investigação das principais fontes de contaminação de EPTs em batons por meio da metodologia de pesquisa de Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Determinou-se a presença de EPTs em duas marcas de batons fabricados no Brasil no qual houve diferenças significativas entre as marcas A e B para os elementos Fe, Cu e K para as amostras M1 e diferença entre Fe, K e Zn para as amostras M2. Pode-se verificar que houve variação na concentração de Al, Sr e Ba entre amostras de batons da mesma marca, adquiridas em diferentes estabelecimentos.

As amostras M2 (0,03 g) tiveram valores mais dispersos em comparação com as amostras M1 (0,3 g), mostrando-se interessante trabalhar com massas de amostras maiores para quantificação de EPTs em batons. As concentrações de Pb, Cd, Cu, Sr e Zn estavam de acordo com os valores estabelecidos pela Anvisa. Porém, elementos não permitidos como o Cr foram quantificados nas amostras de batons das duas marcas e o Ni foi quantificado somente na marca B. Elevadas concentrações de Al, K, Fe e Ba foram determinadas nas duas marcas, o que merece atenção pois pode afetar a saúde do consumidor com o uso prolongado de batons contendo concentrações significativas de EPTs.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIHPEC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. Panorama do setor 2023. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor/>. Acesso em julho de 2023.
- AFRIDI, H. I. ; BHATTI, M.; TALPUR, F. N.; KAZI T. G.; BAIG, J. A.; CHAMIHOON G. Q.; RAHOOJO, A. Cadmium Concentration in Different Brands of Cosmetic and their Effect on the Skin of Female Dermatitis Cosmetic Users. **Journal of the Chemical Society of Pakistan**, v. 44(5), p. 419–435, 2022.
- AKHTAR, A.; KAZI, T. G.; AFRIDI, H. I.; KHAN, M. Human exposure to toxic elements through facial cosmetic products: Dermal risk assessment. **Toxicology and Pharmacology**, v. 131 p. 105145, 2022.
- AL-QAHTANI, K. M. A; AHMED, H. A. M.; AL-OTAIB, I. M. B. Detection of Toxic Metals in Lipsticks Products in Riyadh. **Oriental Journal of Chemistry**, v. 32, n. 4, 2016.
- Anton Paar. Multiwave PRO – Classified List of Applications, 2012. Disponível em: <https://www.anton-paar.com/>. Acesso em novembro de 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Cosmetovigilância, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/cosmetovigilancia>. Acesso em julho de 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 529, de 04 de Agosto de 2021. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5284308/RDC\\_529\\_2021\\_.pdf/0ea02df4-a33d-4021-a11b-b5ca9e0af208](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5284308/RDC_529_2021_.pdf/0ea02df4-a33d-4021-a11b-b5ca9e0af208). Acesso em julho de 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 628, de 10 de Março de 2022. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407780/RDC\\_628\\_2022\\_COMP.pdf/8d46bcd2-a022-4fb7-b083-1ea908fbb6e8](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407780/RDC_628_2022_COMP.pdf/8d46bcd2-a022-4fb7-b083-1ea908fbb6e8). Acesso em julho de 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 752, de 19 de Setembro de 2022. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5738443/RDC\\_752\\_2022\\_.pdf/66ee0d82-4641-441b-b807-109106495027](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5738443/RDC_752_2022_.pdf/66ee0d82-4641-441b-b807-109106495027). Acesso em julho de 2023.

ARSHAD, H.; MEHMOOD, M. Z.; SHAH, M. H.; ABBASI, A. M. Evaluation of heavy metals in cosmetic products and their health risk assessment. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 28, p. 779-790, 2020.

CETESB. FIT – Ficha de Informação Tecnológica. São Paulo, 2022. Disponível em: [<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Bario.pdf>]. Acesso em janeiro de 2024.

FEIZI, R.; JAAFARZADEH, N.; AKBARI, H.; JORFI, S. Evaluation of lead and cadmium concentrations in lipstick and eye pencil cosmetics. **Environmental Health Engineering and Management**, v. 6(4), p. 277-282, 2019.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, p. 57-73, 2019.

HARRIS, D. C. Análise Química Quantitativa. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2012.

HASHIM, A. M.; ABD-ALAMEER, A. M.; RASHED, A.H. Ctrophotometryric Determination of Heavy Metal (Lead) in Cosmetics (Lipsticks) in Commercial Markets. **Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology**, v. 14(4), p. 2405–2409, 2020.

KALIČANIN, B.; VELIMIROVIĆ, D. A Study of the Possible Harmful Effects of Cosmetic Beauty Products on Human Health. **Biological Trace Element Research**, v. 170, p. 476–484, 2016.

KULWA, G. S.; MIHALE, J.M. Levels and Exposure Risks of Lead, Arsenic and Mercury from Selected Lipstick and Nail Polish Cosmetics Marketed in Dar es Salaam, Tanzania. **Tanzania Journal of Science**, v. 46 (3), p. 779-790, 2020.

ŁODYGA-CHRUŚCIŃSKA, E.; SYKUŁA, A.; WIĘDŁOCHA, M. Hidden Metals in Several Brands of Lipstick and Face Powder Present on Polish Market. **Cosmetics**, v. 5, p. 57, 2018.

MASSADEH, A. M.; EL-KHATEEB, M. Y.; IBRAHIM, S. M. Evaluation of Cd, Cr, Cu, Ni, and Pb in selected cosmetic products from Jordanian, Sudanese, and Syrian markets. **Public Health**, v. 149, p. 130-137, 2017.

MAWAZI, S. M.; REDZAL, N. A. B. A.; OTHMAN, N.; ALOLAYAN, S. O. Lipsticks History, Formulations, and Production: A Narrative Review. **Cosmetics**, v. 9, p. 25, 2022.

MERCAN, S.; ZENGİN, S.; KILIC, M.D.; YAYLA, M. Theoretical Health Risk Assessment Based on Potentially Toxic Element Profiling of Cosmetic Products in Istanbul Street Bazaars. **Biological Trace Element Research**, v. 201, p. 2023.

MOHAMMED, F. M.; AHMED, A. M.; HADEEL, M. O. Health Risk Assessment of Some Heavy Metals in Lipsticks Sold in Local Markets in Iraq. **Journal of the Turkish Chemical Society** v. 10, n.1, p. 147-160, 2023.

MRMOŠANIN, J.; PAVLOVIĆ, A.; MITIĆ, S.; TOŠIĆ, S.; PECEV-MARINKOVIĆ, E.; KRSTIĆ, J.; NIKOLIĆ, M. The Evaluation of ICP OES for the Determination of Potentially Toxic Elements in Lipsticks: Health Risk Assessment. **Acta Chimica Slovenica**, v. 66(4), p. 802-813, 2019.

MUNIR, A.; HAYYAT, M. U.; SHAHZAD, L.; SHARIF, F.; FARHAN, M.; GHAFOOR, G. Z. Assessment of heavy metals concentrations in commercially available lipsticks in Pakistan, **Environmental Forensics**, v. 21, n. 3-4, p. 259-266, 2020.

NKANSAH, M. A.; OWUSU-AFRIYIE, E.; Opoku, F. Determination of lead and cadmium contents in lipstick and their potential health risks to consumers. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 13, p. 367–373, 2018.

SENE, J. J. et al. Equilíbrio químico de sais pouco solúveis e o caso celobar®. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 43-45, nov. 2006. Disponível em: [<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eeq4.pdf>]. Acesso em janeiro de 2024.

SHUKRI, N. M.; BASHIR, N. A. A; SHOHAIMI, N. A. M.; ABDULLAH, W. N. W.; ABDULLAH, N. H.; HALIM, A. Z. A.; SALLEH, N. F. M. Assessment of Permissible Limits for Heavy Metals in Various Inspired and Authentic Lipsticks. **Malaysian Journal of Chemistry**, v. 22, n. 2, p. 62-68, 2020.

USMAN, L. U.; DANHAUWA, S. A.; SAJAD, S.; BANERJEE, S. Assessment of heavy metal in some commonly used cosmetic product and associated health risk in Nigeria: Threat to public health. **Macromolecular Symposia**, v. 397, n. 1, p. 1–9, 2021.

van Ech, N.J., Waltman, L., 2020. VOSviewer Manual. Universiteit Leiden, The Centre for Science and Technology Studies, Meaningful metrics. Disponível em: [<https://www.vosviewer.com/>]. Acesso em outubro de 2023.

VOICA, C.; IORDACHE, A. M.; ROBA, C.; NECHITA, C. Determination of Toxic Elements in Facial Cosmetics from the Romanian Market and Their Health Risk Assessment. **Analytical Letters**, v. 56, n. 2, p. 244-256, 2023.

ZAKARIA A.; HO Y. B. Heavy metals contamination in lipsticks and their associated health risks to lipstick consumers. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 73, p. 191-195, 2015.