

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, FÍSICA E MATEMÁTICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

ANNA CLAUDIA TOCCHIO ZEPPINI

QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM SOMBRAS
PARA OLHOS

Sorocaba - SP

2025

QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM SOMBRAS
PARA OLHOS

ANNA CLAUDIA TOCCHIO ZEPPINI

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Química da Universidade Federal de São
Carlos como requisito parcial para
obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Orientação: Prof.^aDr.^a Luciana Camargo
de Oliveira

Coorientação: Ma. Mayara de Almeida
Ribeiro Carvalho

Sorocaba - SP

2025



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 2/2025/CCQL-So/CCTS

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso
Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)
FOLHA DE APROVAÇÃO

ANNA CLAUDIA TOCCHIO ZEPPINI

QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM SOMBRAS DE OLHOS

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 10 de fevereiro de 2025

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientadora	Profa. Dra. Luciana Camargo de Oliveira
Coorientadora	Ma. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho
Membro da Banca 1	Prof. Dr. Alexandre D. Martins Cavagis
Membro da Banca 2	Prof. Dr. Giovanni P. Mambrini



Documento assinado eletronicamente por **Giovanni Pimenta Mambrini, Docente**, em 10/02/2025, às 16:23, 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 **Luciana Camargo de Oliveira, Docente**, em 10/02/2025, às 16:24, 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 12/02/2025, às 16:58, 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 **1737880** e o código CRC **DEBE1FB1**.

**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 2/2025/CCQL-So/CCTS

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso**Ata da Defesa Pública (GDP-TCC-ADP)**

Aos dez dias do mês de fevereiro de 2025, na sala nº 1007 do prédio CCTS, realizou-se a Defesa Pública do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) estudante **Anna Claudia Tocchio Zeppini** do Curso de Licenciatura em Química 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, Alexandre D. Martins Cavagis, Giovanni P. Mambrini e Ma. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho 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
Ma. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho	Coorientadora	
Prof. Dr. Alexandre D. Martins Cavagis	Membro da Banca 1	10,0
Prof. Dr. Giovanni P. Mambrini	Membro da Banca 2	10,0

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

Sorocaba, 10 de fevereiro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Giovanni Pimenta Mambrini, Docente**, em 10/02/2025, às 16:24, 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 **Luciana Camargo de Oliveira, Docente**, em 10/02/2025, às 16:25, 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 12/02/2025, às 16:58, 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 **1737888** e o código CRC **62C3216B**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Isabel e Luiz Cláudio, que durante toda a jornada não mediram esforços para que eu continuasse perseguindo meus sonhos. Obrigada por todo apoio, amor incondicional e pelas palavras de incentivo que me fortaleceram em cada passo dessa caminhada.

Às minhas irmãs, Juliana e Ana Beatriz, que, mesmo distantes, estiveram presentes nos momentos mais desafiadores. Obrigada por todo apoio emocional e por me ajudarem a superar as dificuldades com palavras de coragem e motivação.

Ao meu namorado, Leonardo, por dividir a vida comigo, tornar os dias mais leves e por todo o apoio durante as muitas horas que passou ao meu lado, ajudando-me a estudar e acreditando no meu potencial.

Aos meus sobrinhos, Helena, Arthur e Lucas, pelo carinho, cuidado e pelas alegrias que trouxeram aos meus dias. Vocês tornaram os momentos mais difíceis mais fáceis de enfrentar com seus sorrisos e gestos de amor.

Aos meus professores, que fizeram toda a diferença na minha formação acadêmica e no meu crescimento pessoal. Obrigada por compartilharem conhecimento, incentivarem o pensamento crítico e pela dedicação em formar não apenas profissionais, mas também seres humanos melhores.

À minha coorientadora, Ma. Mayara de Almeida Ribeiro Carvalho, sou imensamente grata pela paciência, gentileza e acolhimento. Agradeço por toda a ajuda e dedicação na elaboração deste trabalho, assim como por sua importante contribuição na minha formação acadêmica, mesmo que tenha ocorrido nos momentos finais dessa jornada. Espero que tenhamos a oportunidade de trabalhar juntas novamente.

Aos meus colegas de trabalho, que acreditaram em mim e me incentivaram durante essa jornada, mostrando compreensão e apoio em cada etapa do caminho.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa trajetória e contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade. Meu coração está repleto de gratidão!

Que este trabalho sirva como um lembrete de que mulheres podem e devem ocupar todos os espaços na ciência, trazendo suas ideias, talentos e força para transformar o mundo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Prof.^a Dr.^a Luciana Camargo de Oliveira, minha orientadora, expresso minha sincera gratidão pelo apoio e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho. Desde a primeira aula, sua dedicação ao ensino e seu profissionalismo se destacaram como inspirações para minha formação acadêmica. Agradeço a disponibilidade em auxiliar, pelos conselhos precisos e pelos ensinamentos que contribuíram significativamente para o aprimoramento deste trabalho e para o meu crescimento como profissional. Espero ter a oportunidade de trabalhar com a senhora novamente, contribuindo e aprendendo ainda mais sob sua orientação.

“Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. Agora é hora de entender mais, para que possamos temer menos.” - Marie Curie

RESUMO

A presença de elementos potencialmente tóxicos em cosméticos, especialmente em sombras de olhos, é uma preocupação crescente devido aos riscos à saúde associados a esses elementos. Metais como cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb) frequentemente utilizados em pigmentos metálicos, pode exceder os limites de segurança, causando irritações, dermatites e, em casos de exposição prolongada, toxicidade sistêmica. A fiscalização rigorosa das matérias-primas e dos processos de fabricação é crucial para garantir a segurança dos consumidores. Estudos sobre a composição de cosméticos são fundamentais para aprimorar regulamentações e mitigar os riscos à saúde. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo quantificar Cd, Cr, Ni e Pb em amostras de sombras de diferentes marcas e tonalidades, além de discutir os possíveis efeitos na saúde dos usuários utilizando a literatura específica. As amostras foram submetidas à digestão assistida por micro-ondas e, em seguida, quantificadas por espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (MP-AES). Os resultados indicaram que, enquanto Cd, Ni e Pb estavam abaixo dos limites de detecção, o Cr foi encontrado em concentrações acima do limite estabelecido pela ANVISA (1 ppm) em todas as amostras, especialmente em tonalidades mais intensas, como marrom e vinho. Os valores determinados demonstram necessidades de aprimoramento no controle de qualidade da fabricação e evidenciam a preocupação com a contaminação, levando em consideração os riscos à saúde. Assim, é recomendada a implementação de medidas mais eficazes de controle de qualidade e o aprimoramento da regulamentação.

Palavras-chave: cosméticos, pigmentos metálicos, controle de qualidade, sombra de olhos, riscos à saúde.

ABSTRACT

The presence of potentially toxic elements in cosmetics, especially in eye shadows, is an increasing concern due to the health risks associated with these elements. Metals such as cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni), and lead (Pb), which are often used in metallic pigments, can exceed safety limits, causing irritation, dermatitis, and, in cases of prolonged exposure, systemic toxicity. Strict regulation of raw materials and manufacturing processes is crucial to ensure consumer safety. Studies on the composition of cosmetics are essential to improve regulations and mitigate health risks. In this context, this study aimed to quantify Cd, Cr, Ni, and Pb in samples of eye shadows from different brands and shades, as well as to discuss the potential health effects on users. The samples were subjected to microwave-assisted digestion and then quantified by Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrometry (MP-AES). The results indicated that while Cd, Ni, and Pb were below the detection limits, Cr was found in concentrations above the limit set by ANVISA (1 ppm) in all samples, particularly in more intense shades like brown and wine. The findings may be associated with quality control failures in manufacturing and high light concerns about contamination, considering the health risks. Therefore, it is recommended to implement more effective quality control measures and strengthen regulation.

Keywords: cosmetics, metallic pigments, quality control, eye shadows, health risks.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Contexto Histórico	12
2.2 Cosméticos	13
2.3 Sombras para olhos	14
2.4 Efeitos adversos causados por substâncias tóxicas	16
2.5 Efeitos dos metais em cosméticos	16
2.6 Absorção e acúmulo de elementos potencialmente tóxicos	18
2.7 Legislação.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Coleta e preparo de amostras	23
3.2 Digestão ácida das amostras por digestor de micro-ondas.....	23
3.3. Quantificação de elementos potencialmente tóxicos por espectrometria de emissão atômica por plasma de micro-ondas.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

A história dos cosméticos remonta a tempos anteriores a Cristo, quando as pinturas corporais desempenhavam um papel significativo. Substâncias naturais, como seiva de folhas esmagadas, solo, cascas de árvores e orvalho, eram aplicadas sobre a pele para proporcionar os efeitos desejados, sejam por motivos de higiene, em rituais religiosos ou puramente por vaidade. Registros indicam o uso de argilas corporais e sabão produzido a partir de uma mistura de cinzas, elementos que marcaram o início da cosmetologia no Egito Antigo (ALMEIDA et al., 2019). A maquiagem para os olhos tem suas origens fortemente associadas ao Egito Antigo, em que o Kohl, um pigmento preto, era aplicado sobre as pálpebras, tanto para embelezamento quanto como forma de veneração ao deus Rá (OLIVEIRA, 2022).

A cosmetologia é a ciência dedicada ao estudo dos cosméticos, abrangendo desde sua formulação até sua aplicação, com o objetivo de prevenir e melhorar alterações estéticas na pele e nos cabelos (COELHO, 2020). A indústria de cosméticos, por sua vez, é marcada por rápidas transformações e lançamentos constantes de novos produtos e fórmulas, estimulando os consumidores a experimentarem diferentes tendências, muitas vezes influenciados por recomendações de influenciadores digitais (AZEVEDO, TEIXEIRA E CARVALHO). Entretanto, nem todos os produtos disponíveis no mercado passam por testes rigorosos de segurança ou estão sujeitos a regulamentações adequadas. Ingredientes como parabenos, ftalatos e elementos potencialmente tóxicos (EPTs) são comuns em algumas formulações e podem estar associados a irritações cutâneas, alergias e, a longo prazo, a riscos como distúrbios hormonais e toxicidade (FRIGO et al., 2021).

Elementos potencialmente tóxicos (EPTs), como chumbo, cádmio, mercúrio e arsênio, podem ser encontrados em sombras para os olhos, seja como componentes dos pigmentos ou como contaminantes provenientes da matéria-prima ou do processo de fabricação. A exposição prolongada a esses elementos está associada a diversos problemas de saúde, incluindo irritações oculares, dermatites, danos a órgãos internos e até o desenvolvimento de doenças crônicas (FRIGO et al., 2021).

O uso de cosméticos tem crescido a cada ano, trazendo à tona tanto os benefícios quanto os riscos associados ao seu uso contínuo. Esse aumento se deve, em parte, ao avanço tecnológico, que possibilita o desenvolvimento de novas formulações e produtos com maior controle de qualidade e segurança. Para proteger os consumidores, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regula os produtos disponíveis no mercado (ANVISA, 2022). As sombras para os olhos devem atender às normas de segurança estabelecidas pela ANVISA,

que proíbem o uso de determinadas substâncias em suas formulações, conforme a RDC nº 47 (ANVISA, 2005). Outras substâncias, como cádmio e antimônio, têm seu uso restrito, de acordo com a RDC nº 215 (ANVISA, 2005) (COELHO, 2020).

Apesar das regulamentações existentes, alguns produtos ainda podem representar riscos à saúde devido à contaminação das matérias-primas, à procedência dos pigmentos utilizados ou à falta de rastreabilidade da origem do produto. Em sombras para os olhos, essas substâncias frequentemente aparecem na forma de compostos inorgânicos, como óxidos metálicos, que podem provocar alergias e outros danos à saúde, dependendo da concentração presente, do tempo de exposição e da possibilidade de bioacumulação (OLIVEIRA, 2022). Metais como cádmio (Cd), cromo (Cr) e níquel (Ni) e chumbo (Pb), entre outros, são frequentemente encontrados como contaminantes em formulações de maquiagem. Esses elementos podem se acumular no organismo, especialmente com o uso contínuo, e resultar em reações alérgicas, hipersensibilidade e doenças crônicas, muitas vezes de difícil diagnóstico devido à ausência de sintomas iniciais (FRIGO et al., 2021).

As legislações sobre cosméticos nos Estados Unidos, na União Europeia e no Brasil apresentam divergências significativas, dificultando a padronização dos limites de uso e das permissões para determinadas substâncias, bem como a definição de níveis seguros para a população (ATZ, 2008). No Brasil, o mercado de cosméticos está em forte crescimento, sendo amplamente consumido, especialmente por mulheres que passaram a considerar esses produtos essenciais (COELHO, 2020). No entanto, o uso regular e prolongado de maquiagem de baixa qualidade ou com origem duvidosa pode expor os consumidores a elementos tóxicos em concentrações elevadas, gerando graves riscos à saúde (BATISTA, 2016).

As sombras para os olhos, por sua vez, contêm corantes e pigmentos que proporcionam cores vibrantes e alta pigmentação. Para alcançar esse efeito, frequentemente são empregadas substâncias que podem conter elementos potencialmente tóxicos (COELHO, 2020). Nesse contexto, o objetivo deste estudo é quantificar os elementos potencialmente tóxicos (EPTs) presentes em sombras para os olhos comercializadas no mercado brasileiro e discutir os possíveis efeitos desses elementos na saúde utilizando a literatura específica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Contexto Histórico

O uso de cosméticos remonta à Antiguidade, com registros que datam das primeiras civilizações do Oriente e do desenvolvimento da escrita silábica, estendendo-se até a queda do Império Romano do Ocidente. Há evidências de que o homem de Neandertal pintava o rosto com tons de vermelho, marrom e amarelo, utilizando substâncias à base de argila, lama e arsênio (ATZ, 2008).

Nas civilizações egípcias, por volta de 4000 a.C., os cosméticos eram amplamente utilizados para embelezamento, higiene pessoal, práticas religiosas e até mesmo como substâncias medicinais. Exemplos incluem cremes feitos com gordura vegetal e animal, mel, leite e cera de abelhas, que protegiam a pele das altas temperaturas da região (ALMEIDA et al., 2019). O Kohl, um pigmento preto à base de sais de antimônio, era aplicado nas pálpebras, tanto para fins estéticos quanto para proteger os olhos da intensa luz solar, além de evitar o contato visual direto com o deus do Sol, Rá. Durante o reinado da rainha Cleópatra, os rituais de beleza se tornaram populares, e a maquiagem passou a ser amplamente usada por todos, independentemente de classe social, sexo ou idade (ALMEIDA et al., 2019).

Até hoje, o Kohl é utilizado como delineador em algumas regiões do Oriente Médio. No entanto, sua composição pode conter até 50% (m/m) de chumbo, o que está associado a altos níveis desse metal no sangue dos usuários, uma vez que a absorção do chumbo é significativamente aumentada quando presente em tais concentrações (NOUMORADI et al., 2013). Na Grécia Antiga, o *blush* era produzido a partir de algas marinhas e amoras, sendo colorido com cinabre, sendo o principal constituinte o sulfeto de mercúrio, que apresenta uma tonalidade avermelhada. O contato direto do cinabre com a pele facilitava sua absorção, resultando em diversos casos de envenenamento. Nos teatros da época, era comum o uso de maquiagens feitas com pigmentos minerais contendo altas concentrações de chumbo e mercúrio, o que frequentemente causava intoxicações letais (OLIVEIRA, 2022).

Durante a Idade Média, os cuidados com higiene e beleza diminuíram, devido à crença de que poderiam estar associados à disseminação de doenças. Contudo, com a chegada da Idade Moderna, esses cuidados foram retomados. A representação de Monalisa por Leonardo da Vinci, com sua pele suave e delicada, contribuiu para reacender o interesse pelo embelezamento (NOUMORADI et al., 2013). O surgimento da moderna indústria de cosméticos ocorreu no século XIX, em 1880, mas foi apenas no século XX, com os avanços da

química moderna e da industrialização, que os cosméticos se tornaram amplamente utilizados (ALMEIDA et al., 2019).

Atualmente, o Brasil ocupa a quarta posição no mercado consumidor global de cosméticos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Japão, conforme dados da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC). O principal objetivo dos cosméticos é promover o bem-estar e cuidados com a saúde, o que torna essencial que a legislação sanitária e os regulamentos assegurem a qualidade dos produtos disponíveis no mercado brasileiro (OLIVEIRA, 2022).

2.2 Cosméticos

Cosméticos são produtos utilizados para cuidados pessoais, higiene e embelezamento, desenvolvidos com base em conhecimentos tradicionais e científicos, incluindo a química moderna. Suas formulações são cuidadosamente elaboradas por meio da combinação de ingredientes que interagem entre si e com a pele, envolvendo princípios de dermatologia, biologia, farmácia e medicina. Além disso, os cosméticos estão relacionados a hábitos culturais, moda e fatores econômicos (COELHO, 2020).

Esses produtos, compostos por substâncias naturais, sintéticas ou suas combinações, são aplicados externamente em diferentes partes do corpo. O mercado global de cosméticos tem experimentado um crescimento contínuo, impulsionado pela crescente preocupação com a estética. Esse aumento é impulsionado pelos benefícios que os cosméticos proporcionam, como o bem-estar, a melhoria da aparência, a limpeza e a perfumação. Contudo, a expansão desse setor também tem gerado uma atenção maior aos riscos potenciais associados ao uso desses produtos, levando a ANVISA a classificá-los conforme seu grau de risco (OLIVEIRA, 2022).

Os cosméticos são classificados em duas categorias, de acordo como grau de risco:

- Grau 1: Produtos cuja formulação contém ingredientes dentro das concentrações permitidas por lei. Suas propriedades são básicas ou elementares, dispensando informações detalhadas sobre modo de uso e restrições (ANVISA, 2020).
- Grau 2: Produtos com indicações específicas que exigem comprovação de segurança e/ou eficácia, além de orientações claras sobre cuidados, modo de uso e possíveis restrições (ANVISA, 2020).

Produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes geralmente se enquadram no grau 1, apresentando propriedades que não requerem, inicialmente, de comprovação detalhada ou orientações específicas de uso devido às características intrínsecas do produto. Produtos que se

encaixariam no grau 2 seriam aqueles que trazem consigo finalidades estéticas ou higiênicas que necessitam da comprovação de sua eficácia, como cremes anti-idade ou shampoos anticaspa. (COELHO, 2020).

2.3 Sombras para olhos

Sombras para os olhos e batons estão entre os produtos cosméticos mais utilizados globalmente. O globo ocular, localizado em uma cavidade óssea protegida pelas pálpebras, é complementado por sobrancelhas, glândulas lacrimais e cílios. Essa área é considerada a mais sensível do rosto, tornando-se mais vulnerável a inflamações, alergias e à absorção de substâncias nocivas. Produtos aplicados próximos aos olhos podem entrar em contato com a mucosa ocular e, devido à fina camada epitelial da região, serem facilmente absorvidos pelo organismo (NOUMORADI et al., 2013). Além disso, estudos apontam que cosméticos decorativos, incluindo sombras, frequentemente contêm elementos potencialmente tóxicos, como níquel, chumbo e arsênio, que podem ser absorvidos pela pele, especialmente em áreas sensíveis, causando toxicidade sistêmica e reações alérgicas (DINAKE et al., 2023; MEENA et al., 2022)

As sombras para os olhos estão disponíveis em diversas apresentações, como pó compacto, creme anidro, lápis, bastão e emulsão. Sua principal característica é a variedade de cores proporcionada pelos corantes e pigmentos, que destacam esse tipo de cosmético (BOCCA, 2013). Esse tipo de maquiagem é indicado para realçar ou alterar a aparência dos olhos. São preparadas com diferentes substâncias, incluindo talco, que serve como substrato principal e contém pigmentos; estearato de zinco ou magnésio, utilizado como ligante; dióxido de titânio (TiO_2), que confere acabamento fosco; oxiclreto de bismuto e mica, responsáveis por brilho e efeito perolado; além de pós de cobre, bronze, alumínio ou prata, que criam um brilho metálico. Sais de antimônio também podem ser utilizados para destacar os olhos (COELHO, 2020). Na Tabela 1 são apresentados alguns compostos químicos e suas respectivas cores.

Tabela 1. Compostos químicos e suas cores características

Composto	Coloração da sombra
Óxido de Ferro preto, negro de Carbono	Preta, azul ultramarino
Ferrocianeto de Potássio	Azul
Óxido de Cromo	Verde
Óxido de ferro marrom	Marrom terroso
Óxido de Ferro amarelo	Amarelo Ocre
Ácido Carmínico	Carmim

Fonte: ATZ (2008)

Os pigmentos à base de óxido de ferro, utilizados desde a pré-história em pinturas nas paredes das cavernas, continuam sendo amplamente empregados em maquiagens. Dentre os tipos de óxidos de ferro, destaca-se a hematita, o mais abundante na natureza. A hematita é amplamente utilizada em maquiagens por proporcionar uma variedade de tons, como avermelhados, rosados e amarelados (COELHO, 2020).

A pele, sendo o principal órgão de defesa do organismo, possui uma estrutura complexa, composta por camadas e subcamadas que atuam como barreira contra a penetração de agentes nocivos. Embora, em geral, a absorção de metais pela pele seja baixa, ela pode se tornar preocupante quando soluções concentradas permanecem em contato com a pele por várias horas, como ocorre com os cosméticos (BOCCA, 2013).

Estudos demonstram que sombras de olhos podem conter elementos tóxicos, como chumbo e níquel, em concentrações preocupantes, devido à contaminação durante o processo de fabricação. Esses elementos são capazes de romper a barreira cutânea, alcançar a circulação sanguínea e acumular-se em tecidos, potencializando os riscos de toxicidade cumulativa e alergias (MEENA et al., 2022; NAQVI et al., 2022)

Os aditivos presentes nas formulações de sombras podem romper a proteção lipídica da queratina que compõem a pele. Isso facilita a absorção e adsorção de substâncias presentes nos cosméticos, incluindo elementos potencialmente tóxicos, que podem entrar na circulação sanguínea e alcançar outras regiões do corpo (BOCCA, 2013).

Esses efeitos reforçam a necessidade de regulamentações rigorosas e maior fiscalização para reduzir a contaminação por EPTs em cosméticos (DINAKE et al., 2023; MEENA et al., 2022).

2.4 Efeitos adversos causados por substâncias tóxicas

O organismo humano, como mecanismo de proteção, pode desencadear processos inflamatórios ou até mesmo danos na pele após o uso de produtos que contenham substâncias potencialmente prejudiciais (MEENA et al., 2022). Com o uso constante da maquiagem, que se tornou um hábito cotidiano, a exposição a reações adversas e os riscos associados a esses produtos aumentam significativamente (COELHO, 2020).

A palavra “toxicidade”, derivada do latim *toxicum*, refere-se à capacidade de uma substância causar danos ao organismo humano ou a partes específicas dele. Essa toxicidade pode ser associada a toxinas que também podem ser geradas por preparações microbianas e indica o grau de nocividade de uma substância, que pode penetrar no corpo por ingestão, inalação ou contato com a pele (OMS, 2008).

Compostos inorgânicos utilizados na formulação de alguns cosméticos podem conter impurezas como cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr) e chumbo (Pb). Por serem solúveis em água e suor, podem ser parcialmente absorvidos pela pele, causando alergias e, em altas concentrações e exposição prolongada, apresentarem riscos carcinogênicos (COELHO, 2020).

As reações adversas a cosméticos incluem reações irritativas, que podem ser rápidas ou acumulativas, e reações alérgicas, como dermatites de contato ou fotossensibilização, além de reações sistêmicas. A dermatite irritativa ocorre quando há uma resposta inflamatória direta na área de contato com uma substância irritante. Já a dermatite alérgica resulta de uma resposta imunológica, que pode levar meses ou anos para se desenvolver após a exposição ao agente alergênico, sendo esta a mais comum devido ao uso diário de cosméticos (OLIVEIRA, 2022).

2.5 Efeitos dos metais em cosméticos

Elementos potencialmente tóxicos (EPTs) constituem uma classe de elementos químicos que incluem metais, semimetais e não-metais, caracterizados por sua persistência no ambiente, toxicidade, capacidade de bioacumulação e biomagnificação. Entre os principais elementos dessa categoria estão o arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn), os quais, mesmo em concentrações naturais, podem apresentar efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente quando encontrados em níveis elevados (CARVALHO, BOTERO & OLIVEIRA, 2022).

Em maquiagens, metais como chumbo, cádmio, cromo, arsênio, mercúrio, alumínio, manganês e titânio são frequentemente detectados (MELO et al., 2019). O chumbo, por exemplo, é facilmente absorvido pela pele por meio do uso de cosméticos. Após a absorção,

mais de 90% do chumbo acumulado concentra-se nos ossos, onde pode permanecer por mais de 20 anos, dada sua longa meia-vida (NOUMORADI et al., 2013).

O cádmio, amplamente encontrado em pigmentos inorgânicos e cores naturais, é altamente tóxico e perigoso ao organismo. Ele se acumula principalmente nos rins, ossos e dentes. Estudos indicam que a exposição prolongada a esse metal pode causar atraso no desenvolvimento fetal em ratos, efeitos teratogênicos e perda de massa. No ser humano, o cádmio tem uma meia-vida de 10 a 35 anos (NOUMORADI et al., 2013).

Tanto o chumbo quanto o cádmio podem atravessar a placenta durante a gravidez, afetando o desenvolvimento fetal e sendo associados a casos de morte fetal e baixa massa ao nascer (NOUMORADI et al., 2013).

A exposição ao mercúrio, seja por contato ou inalação, pode causar diversos efeitos tóxicos, como insuficiência renal, alterações na flora intestinal, disfunção cardíaca, bronquite e pneumonia. No sistema nervoso central, os sintomas incluem tremores, parestesia (dormência), distúrbios do equilíbrio, cefaleia, alterações na condução nervosa, comprometimento da memória e da coordenação motora (COELHO, 2020).

O níquel, mesmo em pequenas quantidades, pode provocar sintomas como febre, dores corporais e náuseas. Compostos de níquel são conhecidos por causar dermatite em indivíduos predispostos, além de irritações nas membranas mucosas (OMS, 2000).

Uma substância é considerada tóxica quando tem o potencial de causar efeitos adversos à saúde humana por meio de sua interação com o organismo. Esses efeitos podem variar desde reações leves de hipersensibilidade até anafilaxia ou intoxicações fatais (OLIVEIRA, 2022).

Metais como níquel, cobalto e cromo tendem a se acumular na epiderme, provocando dermatite alérgica de contato. Outros metais, como Mercúrio, Chumbo, Cádmio e Alumínio, podem atravessar as camadas da pele e alcançar a corrente sanguínea, sendo transportados para diferentes órgãos, onde se acumulam e exercem efeitos tóxicos. No entanto, a interação desses metais com os sistemas do corpo humano ainda não é completamente compreendida. Em alguns casos, a exposição é breve, como em produtos enxaguados logo após a aplicação, mas em outros, o contato prolongado aumenta o risco de absorção significativa (COELHO, 2020).

A bioacumulação desses metais pode ocorrer de forma aguda ou crônica. A bioacumulação aguda resulta de uma exposição intensa em curto período, enquanto a crônica decorre de uma absorção gradual ao longo do tempo. Entretanto, a biomagnificação não ocorre com todos os metais. O mercúrio é o mais citado quando se refere a processos de biomagnificação, aumento da concentração ao longo da cadeia alimentar (OLIVEIRA, 2022).

2.6 Absorção e acúmulo de elementos potencialmente tóxicos

A biodisponibilidade é a fração de um metal que está na forma química disponível para ser absorvida, distribuída e exercer efeitos biológicos no organismo. Essa característica depende de fatores químicos, biológicos e ambientais (OLIVEIRA, 2020). A absorção e o impacto tóxico dos elementos potencialmente tóxicos (EPTs) no organismo dependem fortemente das interações desses metais com substâncias corporais, como proteínas, lipídios, enzimas e outras moléculas biológicas. Essas interações determinam a forma química do metal, sua solubilidade e, conseqüentemente, sua biodisponibilidade e toxicidade (OLIVEIRA, 2020).

Os EPTs podem formar complexos estáveis com moléculas orgânicas presentes no corpo, como aminoácidos, peptídeos e ácidos orgânicos. Por exemplo, o chumbo tende a formar complexos com grupos sulfidril (-SH) de proteínas e glutathione, dificultando sua eliminação e aumentando a retenção tecidual (OLIVEIRA, 2020). Esse tipo de formação também facilita a entrada e distribuição dos metais nos tecidos, explicando o acúmulo de cádmio e níquel ligados à metalotioneína nos rins e fígado (COSTA, 2020).

Além disso, a biodisponibilidade de metais pode variar de acordo com sua forma química. Metais em formas solúveis, como íons livres (por exemplo, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+}), são mais biodisponíveis e facilmente absorvidos. Por outro lado, formas pouco solúveis, como óxidos metálicos, têm menor biodisponibilidade e dependem de fatores como pH e interações com enzimas digestivas para serem absorvidas (ROCHA, 2016).

O pH influencia a solubilidade dos metais no trato gastrointestinal e, portanto, sua biodisponibilidade. Em meio ácido, como no estômago, muitos metais tornam-se mais solúveis e, conseqüentemente, mais absorvíveis. Em meio neutro, como no intestino, a precipitação de compostos pode reduzir a absorção (BARBOSA, 2016). Além disso, a interação dos metais com fosfolipídios das membranas celulares pode alterar a permeabilidade e a fluidez da membrana. O chumbo, por exemplo, pode interferir no transporte ativo de cálcio, essencial para a função neuronal e muscular, ao se ligar a canais de cálcio (BARBOSA, 2016).

A absorção dérmica de metais, especialmente os presentes em cosméticos, também desempenha um papel importante. Estudos demonstram que produtos como batons e bases podem conter concentrações preocupantes de metais como chumbo, cádmio e níquel. O contato contínuo desses produtos com a pele aumenta o risco de absorção dérmica, que pode ser potencializado pela presença de compostos que facilitam a penetração dos metais (AKHTAR et al., 2022; DINAKE et al., 2023). No caso de áreas da pele mais finas, como ao redor dos olhos, a penetração pode ser ainda maior (MAGNANO et al., 2022).

Embora a absorção de chumbo pela pele seja geralmente limitada a menos de 1% da quantidade aplicada, áreas com pele mais fina, como ao redor dos olhos, podem permitir uma maior absorção. A forma química do chumbo também é determinante; compostos orgânicos de chumbo são mais facilmente absorvidos que os inorgânicos (BARBOSA, 2016; OLIVEIRA, 2020). Após a absorção, o chumbo se distribui pelo organismo, acumulando-se principalmente em ossos e dentes (cerca de 90%), com o restante nos tecidos moles, como fígado e rins. Sua meia-vida no sangue é de 30 a 40 dias, mas nos ossos pode durar décadas (ROCHA, 2016). O chumbo é absorvido principalmente na forma de íons Pb^{2+} , podendo se ligar a proteínas plasmáticas, como a albumina, ou formar complexos com íons endógenos (COSTA, 2020).

Ele também pode substituir o cálcio (Ca^{2+}) em proteínas como a calmodulina, que regula processos celulares críticos, resultando em efeitos tóxicos e acúmulo nos ossos (ROCHA, 2016). Essa substituição ocorre devido à similaridade química entre os íons Pb^{2+} e Ca^{2+} , permitindo que o chumbo se incorpore às matrizes ósseas no lugar do cálcio, o que compromete a função estrutural e metabólica do tecido ósseo. Esse efeito é particularmente prejudicial durante o desenvolvimento esquelético em crianças, podendo levar a deformidades e fragilidade óssea (DINAKE et al., 2023). Além disso, o acúmulo ósseo prolongado de chumbo é agravado por sua meia-vida extremamente longa nos ossos, que pode durar décadas, tornando os efeitos tóxicos cumulativos e persistentes (AKHTAR et al., 2022).

A interferência do chumbo no transporte de cálcio também compromete funções neuronais e musculares, pois o cálcio é essencial para a liberação de neurotransmissores e contrações musculares. Como resultado, níveis elevados de chumbo no organismo podem levar a disfunções neuromusculares, prejuízos cognitivos e efeitos neurotóxicos severos (WITKOWSKA; SŁOWIK; CHILICKA, 2021).

A absorção de cádmio pela pele é geralmente baixa, mas a exposição crônica pode levar a uma acumulação significativa do metal no organismo, especialmente nos rins e fígado. O cádmio é absorvido principalmente na forma de íons Cd^{2+} , podendo se ligar a proteínas como a metalotioneína, facilitando sua distribuição e acumulação nos tecidos. A meia-vida biológica do cádmio pode exceder 20 anos (BARBOSA, 2016; COSTA, 2020; OLIVEIRA, 2020; ROCHA, 2016). Além disso, a absorção de EPTs pode ser influenciada pela competição com íons essenciais. Por exemplo, cálcio (Ca^{2+}) compete com o chumbo (Pb^{2+}) pelos mesmos transportadores celulares, enquanto o zinco (Zn^{2+}) e o cádmio (Cd^{2+}) competem pelas proteínas de transporte de metais divalentes (DMT1) (BARBOSA, 2016).

Outro metal importante é o cromo, cuja biodisponibilidade depende de seu estado de oxidação. O cromo hexavalente (Cr VI) é mais biodisponível, pois é transportado ativamente

pelas células na forma de ânions, enquanto o cromo trivalente (Cr III) é menos biodisponível devido à sua baixa solubilidade em pH fisiológico (BARBOSA, 2016). O cromo pode se acumular em diversos órgãos, incluindo fígado, rins e ossos. Sua forma hexavalente é mais tóxica e possui maior potencial de acumulação e capacidade de atravessar membranas celulares mais facilmente que o cromo trivalente. O cromo hexavalente também pode interagir com o DNA, resultando em mutações e carcinogênese, especialmente em tecidos-alvo como o pulmão (OLIVEIRA, 2020; ROCHA, 2016). Além disso, o Cr é amplamente utilizado em cosméticos como estabilizador de cores, mas seu uso está associado a efeitos adversos graves, como dermatite de contato, irritações cutâneas e potencial carcinogênico em exposições prolongadas. Seu mecanismo de toxicidade inclui a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), que causam danos celulares, mutações e alterações estruturais no DNA, agravando os riscos de câncer (NAQVI et al., 2022).

O níquel, por sua vez, pode ser absorvido pela pele, especialmente em indivíduos sensíveis, podendo causar dermatite de contato. A absorção é influenciada pela forma química e pela presença de outras substâncias que podem facilitar sua penetração (BARBOSA, 2016). Após a absorção, o níquel se distribui pelo organismo, com maior concentração nos rins. No entanto, sua meia-vida no organismo é relativamente curta, variando de 17 a 39 horas (ROCHA, 2016). O níquel é absorvido principalmente na forma de íons Ni^{2+} , podendo se ligar a proteínas plasmáticas e outros ligantes endógenos (COSTA, 2020).

2.7 Legislação

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) é o órgão responsável pela fiscalização e controle de produtos e serviços no Brasil, sejam eles nacionais ou importados, incluindo medicamentos, cosméticos e alimentos (MELO et al., 2019). Suas atribuições incluem a regulamentação e o controle rigoroso da produção e comercialização de cosméticos (ANVISA, 2004). Conforme estabelecido pela ANVISA (2005, p. 1), a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 332, de 1º de dezembro de 2005 dispõe sobre:

Considerando a missão precípua da Vigilância Sanitária de prevenir agravos à saúde, a ação reguladora de garantia de qualidade de produtos e serviços que inclui a aprovação de normas e suas atualizações, bem como a fiscalização de sua aplicação; considerando que a legislação sanitária vigente se aplica a produtos nacionais e importados, provenientes dos Estados Partes do Mercosul e de outros países

(produtos extrazona); considerando a necessidade de avançar e aprofundar o cumprimento dos padrões de qualidade dos Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes produzidos no país; considerando a responsabilidade dos fabricantes de garantir a segurança e eficácia dos Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes; considerando a necessidade de cumprir-se os requisitos obrigatórios relacionados à comprovação da segurança e eficácia dos Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes.

A ANVISA também é responsável pela RDC nº 79, de 28 de agosto de 2000, define os cosméticos e estabelece normas sobre corantes, substâncias proibidas, restritas e requisitos de rotulagem. As matérias-primas utilizadas nas formulações devem obedecer a essas diretrizes, e os conservantes empregados precisam estar de acordo com a RDC nº 162, de 11 de setembro de 2001, que lista os conservantes permitidos (OLIVEIRA, 2022). A RDC nº 48, de 25 de outubro de 2013, inclui substâncias proibidas em produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, incluindo o antimônio e o cádmio (ANVISA, 2006; COELHO, 2020).

Desde 2005, a ANISA implementa a cosmetovigilância, exigindo que empresas fabricantes ou importadoras de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes mantenham sistemas de monitoramento de eventos adversos. Essa medida tem como objetivo proteger a saúde da população e identificar os riscos associados ao uso de cosméticos (OLIVEIRA, 2022). Essa preocupação com a contaminação dos cosméticos por elementos tóxicos e com a pureza dos ingredientes tem levado diversos países a estabelecer legislações que limitam a presença de poluentes em cosméticos (BOCCA, 2013).

Nos Estados Unidos, a FDA (Food and Drug Administration) é a responsável pelo controle dos cosméticos. Embora a FDA não estabeleça limites gerais para contaminantes metálicos em cosméticos, os corantes usados nesses produtos passam por rigorosos controles de qualidade determinados por lei. A FDA disponibiliza uma lista de aditivos de cor para uso em medicamentos, cosméticos e dispositivos médicos, divididos em duas categorias: os aditivos sujeitos à certificação, derivados do petróleo e conhecidos como “cores orgânicas sintéticas”, e os isentos de certificação, provenientes de fontes minerais, vegetais ou animais, que, embora artificiais, devem seguir regulamentos específicos (OLIVEIRA, 2022).

Na União Europeia, a regulamentação de cosméticos é estabelecida pelas Directives, que são aplicáveis a todos os países membros da União (EUROPA, CE nº 1223, 2009). Essas normas exigem que a “Pessoa Responsável” pelo produto assegure que os cosméticos sejam seguros e cumpram todos os requisitos do Regulamento de Cosméticos (OLIVEIRA, 2022).

Entre as substâncias proibidas estão arsênio, chumbo, cádmio e mercúrio, embora pequenas quantidades desses elementos, provenientes de impurezas em ingredientes naturais ou sintéticos, sejam permitidas (EUROPA, CE nº 1223, 2009; OLIVEIRA, 2022). Observa-se que a Europa impõe restrições mais rigorosas do que outras regiões, o que pode impactar o mercado consumidor e as exportações e importações de cosméticos (OLIVEIRA, 2022).

No Brasil, a RDC nº 15, de 26 de março de 2013, regula o uso de chumbo e outras substâncias em cosméticos, permitindo até 0,06% de chumbo em tinturas capilares. No entanto, não há limites máximos definidos para metais como manganês, titânio, alumínio e níquel (MELO et al., 2019). Apesar das legislações vigentes, a segurança dos cosméticos não é rigorosamente revisada pelos órgãos reguladores antes de sua comercialização. A responsabilidade recai sobre os fabricantes, que devem decidir quais ingredientes são seguros e monitorar reações adversas quando surgirem (COELHO, 2020).

As empresas de cosméticos são obrigadas a realizar testes, analisar os resultados e avaliar os riscos associados ao uso de seus produtos, embora a divulgação dessas informações ainda careça de maior transparência e clareza (COELHO, 2020). A Resolução RDC nº 530, de 4 de agosto de 2021, da ANVISA, estabelece uma lista de substâncias que não devem ser utilizadas em produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, exceto em condições e restrições específicas, como exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2. Limites máximos permitidos e limites como contaminantes para elementos potencialmente tóxicos em cosméticos

Elemento	Limite Máximo Permitido	Limite como contaminante
Cádmio	Não permitido	5 ppm
Chumbo	0,6% em tinturas capilares (como acetato de chumbo)	10 ppm
Cromo	Não permitido	1 ppm (Cr VI)
Níquel	Não permitido	5 ppm

Fonte: ANVISA (2021)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparo de amostras

As amostras de sombra foram adquiridas diretamente do comércio. Foram adquiridas sombras de duas marcas diferentes (A e B), com 2 cores semelhantes de cada marca e uma cor única. As amostras incluem: marrom, vinho A, vinho B, branca A e branca B.

3.2 Digestão ácida das amostras por digestor de micro-ondas

Para a determinação dos elementos cádmio, cromo, níquel e chumbo foi realizada a digestão ácida de acordo com o método inorgânico geral do digestor de micro-ondas Multiwave PRO da marca Anton Paar seguindo as orientações do fabricante. A digestão tem como objetivo romper as ligações dos elementos a matriz da amostra e liberá-los para a solução. Assim, aproximadamente 0,6 g de cada amostra foi medida em recipiente de PTFE (politetrafluoretileno), ao qual foi adicionado uma mistura ácida composta por 10 mL de ácido clorídrico (HCl) e ácido nítrico (HNO₃) na proporção de 8:2. Amostras em branco foram preparadas com a mesma mistura da digestão (ŚWIERCZEK ET AL., 2019). Após a digestão e resfriamento, as amostras foram avolumadas com água deionizada em balões volumétricos de 25 mL.

3.3. Quantificação de elementos potencialmente tóxicos por espectrometria de emissão atômica por plasma de micro-ondas

A quantificação de EPTs nas amostras de sombra foi realizada por meio do espectrômetro de emissão atômica por plasma de micro-ondas (Agilent modelo 4200 MP-AES). As curvas analíticas foram realizadas a partir da solução padrão multielementar (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb e Zn) de 1000 mg L⁻¹ fazendo diluições até as concentrações 10,0; 7,5; 5,0; 2,5 e 1,0 mg L⁻¹ para a curva analítica em que foi analisado o cádmio e 1,5; 1,0; 0,5; 0,1; 0,0,5 e 0,01 mg L⁻¹ para a curva analítica em que foram analisados Cr, Ni e Pb.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As linhas de emissão, limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) para os elementos analisados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Linhas de emissão, limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) dos elementos analisados

EPT	Linha de emissão (nm)	Limite de detecção (LOD)	Limite de quantificação (LOQ) mg L ⁻¹
Cd	228,802	0,0012	0,0040
Cr	425,433	0,0002	0,0007
Ni	361,939	0,0033	0,0111
Pb	368,343	0,0044	0,0145

Fonte: autoria própria (2025)

As concentrações, expressas em mg kg⁻¹ (ppm), das sombras analisadas estão apresentadas na Tabela 4. Dos quatro elementos analisados três estavam abaixo dos limites de detecção (<LOD). No entanto, o cromo foi quantificado em todas as amostras analisadas, com concentrações superiores ao limite máximo permitido pela legislação.

Tabela 4. Concentrações de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) nas amostras de sombra

EPT	Sombra	Concentração (ppm)	Legislação (ANVISA 2021)
Cd	Marrom	<LOD	5 ppm
	Vinho A	<LOD	
	Vinho B	<LOD	
	Branca A	<LOD	
	Branca B	<LOD	
Cr	Marrom	6,16 ± 0,57	1 ppm
	Vinho A	6,10 ± 1,6	
	Vinho B	6,86 ± 0,38	
	Branca A	2,74 ± 0,70	
	Branca B	9,77 ± 0,04	
Ni	Marrom	<LOD	5 ppm
	Vinho A	<LOD	
	Vinho B	<LOD	
	Branca A	<LOD	
	Branca B	<LOD	
Pb	Marrom	<LOD	10 ppm
	Vinho A	<LOD	
	Vinho B	<LOD	
	Branca A	<LOD	
	Branca B	<LOD	

Fonte: autoria própria (2025)

O cromo (Cr) apresentou concentrações superiores ao limite estabelecido pela ANVISA (1 ppm), com valores variando entre 2,74 ppm (Branca A) e 9,77 ppm (Branca B). A presença elevada de Cr é preocupante, pois pode ser tóxica para a pele, causando irritações ou reações alérgicas. Ahmed et al. (2017) reportaram níveis elevados de Cr em sombras comercializadas no Egito, com concentrações médias entre 5 ppm e 10 ppm, corroborando os dados apresentados nas amostras deste estudo. Além disso, Frigo et al. (2021) relataram a presença níveis críticos de Cr em cosméticos analisados no Brasil, reforçando que a contaminação por esse metal pode ser comum em produtos de baixa qualidade ou em formulações contendo pigmentos metálicos.

Em relação ao chumbo (Pb), não foram detectadas concentrações em nenhuma das amostras analisadas. Nourmoradi et al. (2013) encontraram níveis de Pb variando de 5 a 15 ppm em sombras comercializadas no Irã, o que indica maior contaminação por esse metal em comparação com as amostras adquiridas no Brasil. A presença de Pb em cosméticos é preocupante devido à sua neurotoxicidade, especialmente em produtos de uso contínuo. Coelho (2020) relatou que sombras adquiridas em mercados de importados na região Nordeste do Brasil frequentemente apresentaram Pb em concentrações superiores ao limite legal, o que reflete necessidades de adequação do controle de qualidade. No entanto, as cores e marcas analisadas neste estudo não apresentaram essa problemática.

Os níveis de cádmio (Cd) e níquel (Ni) estavam abaixo do limite de detecção (<LOD) em todas as amostras analisadas, o que está em conformidade com o limite de 5 ppm estabelecido pela ANVISA. Mousavi et al. (2013) detectaram níveis de Cd acima do limite permitido em produtos comercializados no Irã, com valores médios de 4,2 ppm. No entanto, as amostras analisadas neste estudo não apresentam riscos relacionados ao Cd. Ahmed et al. (2017) também destacaram a ausência de níveis significativos de Cd e Ni em sombras importadas, corroborando os resultados encontrados.

O elevado teor de Cr nas amostras pode representar riscos à saúde, incluindo dermatites, reações alérgicas e, em casos de exposição prolongada, toxicidade sistêmica. Estudos como os de Volpe et al. (2012) e Nourmoradi et al. (2013) reforçam que a presença desse metal pode estar associada a falhas no controle de qualidade ou contaminação durante o processo de fabricação.

Os resultados obtidos também indicam que as concentrações de elementos potencialmente tóxicos variaram conforme as cores das sombras analisadas. Essa correlação pode ser atribuída aos tipos de pigmentos utilizados, bem como à origem das matérias-primas empregadas na formulação dos produtos cosméticos. Por exemplo, a cor vinho pode conter

pigmentos vermelhos derivados de óxidos metálicos, os quais, segundo Volpe et al. (2012), podem estar contaminados por Pb devido a impurezas no processo de extração de pigmentos orgânicos ou síntese de óxidos de ferro.

A cor branca, frequentemente associada ao dióxido de titânio (TiO_2) como pigmento base, pode também ser contaminada por traços de metais, como Pb, quando a pureza do material não é adequadamente controlada (FRIGO et al., 2021). A não detecção de Pb nas amostras analisadas sugere que o controle de qualidade do dióxido de titânio utilizado nas sombras investigadas foi adequado.

Além disso, o cromo, frequentemente presente em pigmentos verdes e marrons (óxidos de cromo), foi encontrado em concentrações elevadas nas amostras analisadas. A cor marrom em cosméticos é frequentemente obtida por meio de misturas de óxidos de ferro (Fe_2O_3) e óxidos de cromo (Cr_2O_3), que conferem tons terrosos e opacos. O Cr_2O_3 é amplamente utilizado como pigmento verde em composições marrons, especialmente quando busca-se um tom mais vibrante ou amarronzado com nuances de verde. No entanto, sua pureza pode variar, e contaminações com cromo hexavalente, sua forma tóxica, são comuns (AHMED et al., 2017).

A cor vinho pode conter pigmentos mistos, como vermelhos e marrons, que incorporam Cr como agente de coloração ou como contaminante decorrente do processo industrial (AHMED et al., 2017). Embora a cor branca seja clara, ela pode ser contaminada por Cr durante a produção do dióxido de titânio, um pigmento amplamente utilizado em cosméticos. O dióxido de titânio frequentemente apresenta traços de metais devido a impurezas no processo de fabricação (MOUSAVI et al., 2013).

Embora não tenham sido detectados Cd e Ni nas amostras analisadas, esses metais são frequentemente encontrados em pigmentos amarelos e verdes, como sulfetos de cádmio, ou como contaminantes em óxidos de ferro (VOLPE et al., 2012). A ausência desses metais nas amostras pode indicar um controle de qualidade mais rigoroso nos pigmentos utilizados ou sua substituição por alternativas menos tóxicas.

As diferenças entre as cores das sombras analisadas sugerem que a escolha de pigmentos influencia diretamente os níveis de metais tóxicos detectados. Pigmentos metálicos, como os derivados de óxidos de cromo ou ferro, são os principais responsáveis pela contaminação com Cr e Pb, especialmente em tons mais escuros ou vibrantes, como vinho e marrom. Sombras claras, como Branca A e Branca B, que utilizam dióxido de titânio como base também pode apresentar contaminação, refletindo necessidade de aprimorar o controle de qualidade da matéria-prima.

Estudos como os de Frigo et al. (2021) e Ahmed et al. (2017) observaram uma forte correlação entre as cores mais intensas, como vermelhos e marrons, e concentrações elevadas de metais, corroborando os resultados das amostras Vinho B e Marrom. Além disso, Volpe et al. (2012) destacaram que tons claros, como o branco, podem conter traços de metais devido à contaminação do dióxido de titânio, o que também foi observado nas amostras Branca A e Branca B.

Estudos apontam que o cromo, especialmente em sua forma hexavalente (Cr VI), tem alta taxa de absorção cutânea e pode causar dermatite de contato, alergias severas e, em casos de exposição prolongada, desenvolvimento de câncer (DINAKE et al., 2023). O cromo também interage com componentes celulares, promovendo estresse oxidativo e danos ao DNA (WITKOWSKA; SŁOWIK; CHILICKA, 2021).

A absorção percutânea desses elementos, como demonstrado por Magnano et al. (2022), é intensificada em condições de pele danificada ou em ambientes com pH reduzido, como situações de sudorese. Isso destaca a necessidade de um controle rigoroso dos ingredientes presentes nos cosméticos para prevenir riscos à saúde dos consumidores.

A especiação do Cr VI pode ser realizada por técnicas como cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS) ou espectrofotometria UV-Vis, que permitem diferenciar suas formas químicas em solução. No entanto, o método utilizado neste estudo não foi capaz de distinguir os diferentes estados de oxidação do cromo, mas qualquer uma de suas formas, em grandes quantidades, pode causar efeitos adversos à saúde (WITKOWSKA; SŁOWIK; CHILICKA, 2021).

Dessa forma a presença de cromo em concentrações acima do permitido, como nas amostras analisadas, aliadas ao potencial de absorção e toxicidade dos metais, reforça a urgência de regulamentações mais rígidas e o desenvolvimento de tecnologias que mitiguem a contaminação de cosméticos, como o uso de quelantes naturais, como a curcumina, que formam complexos estáveis com os metais, diminuindo sua biodisponibilidade (MEENA et al., 2022).

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo destacam a presença de cromo (Cr) em concentrações superiores ao limite estabelecido pela legislação vigente em todas as amostras de sombras analisadas, especialmente nas tonalidades mais intensas, como marrom e vinho. Esses dados são preocupantes e reforçam a associação entre a contaminação de cosméticos por elementos potencialmente tóxicos, o uso de pigmentos metálicos e apontam necessidade de aprimoramento no controle de qualidade durante o processo de fabricação.

Embora não tenha sido detectada a presença de cádmio (Cd), níquel (Ni) e chumbo nas amostras analisadas, o elevado teor de Cr reforça a necessidade de fiscalização mais rigorosa e padronização na formulação e produção de cosméticos. O cromo, amplamente utilizado em diversos pigmentos, pode representar riscos significativos à saúde, incluindo dermatites, reações alérgicas e toxicidade sistêmica em casos de exposição prolongada.

Dessa forma, conclui-se que a escolha dos pigmentos e a qualidade das matérias-primas são fatores determinantes para a segurança do consumidor. Além disso, recomenda-se a implementação de medidas mais efetivas de controle de qualidade por parte dos fabricantes, bem como o aprimoramento da legislação vigente e a ampliação de pesquisas nesta área. Essas ações são fundamentais para minimizar os riscos à saúde e garantir a segurança dos produtos cosméticos comercializados no Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, H. A. M. *et al.* Determination of Some Heavy Metals in Eye Shadows Cosmetics. Asian Journal Of Chemistry, [S.L.], v. 29, n. 7, p. 1441-1446, 2017. <http://dx.doi.org/10.14233/ajchem.2017.20499>.

AKHTAR, A. *et al.* Human exposure to toxic elements through facial cosmetic products: Dermal risk assessment. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 131, 105145, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2022.105145>

ALMEIDA, A. *et al.* Determinação de Al³⁺, Fe³⁺ e Cu²⁺ presentes em sombras de maquiagem por espectrofotometria UV-VIS: uma proposta de experimento contextual em nível superior de ensino. Química nova, v. 42, n. 3, p. 355-360, 2019. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170330>

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC nº 48, de 25 de outubro 2006. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5284308/RDC_530_2021_.pdf. Acesso em: jan. 2025.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) Resolução nº 79, de 25 de agosto de 2000. Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: https://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/sau.delegis/anvisa/2000/rdc0079_28_08_2000.html. Acesso em: jan. 2025.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC nº 530, de 4 de agosto de 2021. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5284308/RDC_530_2021_.pdf. Acesso em: jan. 2025.

ATZ, V. L. Desenvolvimento de métodos para determinação de elementos traços em sombra para área dos olhos e batom. 2008. 60f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

AZEVEDO, P. S.; TEIXEIRA, L. C.; CARVALHO, D. G. “Com que ‘make’ eu vou?” Impacto do Consumo de Maquiagem na Autoestima e o Papel do Endosso Virtual.

BARBOSA, K. C. Identificação de metais em cosméticos faciais. 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28732/1/identificacaometaiscosmeticosrevisao.pdf>. Acesso em: jan. 2025.

BATISTA, E. F. Diferentes estratégias espectro analíticas para a determinação de metais em cosméticos. Tese de Doutorado. São Carlos - UFSCar, 2016. BRASIL, Ministério da Saúde.

BOCCA, B.; FORTE, G.; PINO, A.; ALIMONTI. Metais pesados em cosméticos à base de pó quantificados por ICP-MS: uma abordagem para estimar a incerteza de medição. *Anal. Métodos*, 5 (2), 402-408, 2013. <https://doi.org/10.1039/c2ay25914a>

CARVALHO, M. A. R.; BOTERO, W. G.; OLIVEIRA, L. C. Natural and anthropogenic sources of potentially toxic elements to aquatic environment: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 51318-51338, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20980-x>

COELHO, A. R. P. Determinação dos teores de metais em sombras para olhos vendidos no comércio de importados e em redes de cosméticos da cidade de São Luís - MA. 2020. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Licenciatura, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2020.

COSTA, L. S. da. Bioacumulação de metais pesados em pequenos mamíferos em áreas de remanescentes de mata atlântica e monocultura de cana-de-açúcar na Paraíba, Brasil. 2020. 69 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/17458>
Acesso em: jan. 2025.

DINAKE, P. *et al.* Assessment of level of heavy metals in cosmetics. *Toxicology Research and Application*, 7, 1–8, 2023. <https://doi.org/10.1177/23978473231156620>

FRIGO, F. Q.; RODELA, I. C.; PEREIRA, G. M.; OLIVEIRA, J. R. S. Cosméticos e Saúde: Avaliação quantitativa de metais tóxicos em produtos cosméticos por espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado. *ULAKES Journal of Medicine*, v.1, n.2, p. 122-134, 2021.

MAGNANO, G. C. *et al.* Percutaneous metals absorption following exposure to road dust powder. *Environmental Pollution*, 292, 118353, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118353>

MEENA, B. I. *et al.* Toxic Metals in Some Decorative Cosmetics and Nail Products: Analysis, Evaluation, and Mitigation. *ARO - The Scientific Journal of Koya University*, 10(2), 56-61, 2022. <https://doi.org/10.14500/aro.11067>

MELO, K. G. de *et al.* Determinação metais pesados em maquiagem de olho por espectrometria de absorção atômica. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da Unicamp, Campinas*, v. 27, p. 1-1, 30 out. 2019. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/revpibic2720193096>.

MOUSAVI, Z.; ZIARATI, P.; SHARIATDOOST, A. Determination and Safety Assessment of Lead and Cadmium in Eye Shadows Purchased in Local Market in Tehran. *Journal Of Environmental & Analytical Toxicology, Teerã*, v. 3, n. 6, p. 1-4, 2013. OMICS Publishing Group. <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000193><http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000193>.

NAQVI, S. A. R. *et al.* Toxicology of heavy metals used in cosmetics. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 67(3), 5615-5622, 2022. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072022000305615>

NOURMORADI, H.; FOROGHI, M.; FARHADKHANI, M.; DASTJERDI, M. Vahid. Assessment of Lead and Cadmium Levels in Frequently Used Cosmetic Products in Iran. *Journal Of Environmental And Public Health, [S.L.]*, v. 2013, p. 1-5, 2013. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/962727>.

OLIVEIRA, C. B. A problemática presença de metais pesados em cosméticos. 2022. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Química Tecnológica, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2022.

OLIVEIRA, C. B. Análise de metais pesados em cosméticos. 2020. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/28151/Carolini%20Batista%20de%20Oliveira%20-%20TCC.pdf>. Acesso em: jan. 2025.

ROCHA, T. M. Determinação das concentrações dos metais pesados chumbo, cádmio, cromo e níquel em amostras de água. 2016. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/25760/ve_Taffarel_Morais_ENSP_2016.pdf. Acesso em: jan. 2025.

ŚWIERCZEK, L.; CIEŚLIK, B., MATYSIAK, A., & KONIECZKA, P. Determination of heavy metals in eyeshadows from China. *Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly*, 150, 1675–1680, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00706-019-02467-7>

VOLPE, M.G. *et al.* Determination and assessments of selected heavy metals in eye shadow cosmetics from China, Italy, and USA. *Microchemical Journal*, [S.L.], v. 101, p. 65-69, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2011.10.008>.

WITKOWSKA, D.; SLOWIK, J.; CHILICKA, K. Heavy Metals and Human Health: Possible Exposure Pathways and the Competition for Protein Binding Sites. *Molecules*, v. 26, n. 19, p. 6060, 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26196060>