

Separando e Identificando Alumínio e Ferro em Batom Líquido Vermelho

Maria Heloísa Melo dos Santos¹, Raiane Vanessa Menezes¹, Bruna Garibalde da Silva¹,
Luís Antônio da Silva¹ e Valéria Almeida Alves¹

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, Brasil
(d202610875@uftm.edu.br)

Resumo: Este trabalho propõe a identificação dos íons Fe^{3+} e Al^{3+} em batom, fazendo uma relação com o esquema de separação de cátions contido nos livros de Química Analítica Qualitativa. Os ensaios de identificação dos íons Al^{3+} foi realizado pela adição de solução de alizarina S ao meio reacional, após a formação do hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$. O ensaio de identificação dos íons Fe^{3+} foi realizado com solução de ácido salicílico, em substituição ao tradicional uso do tiocianato de amônio (NH_4SCN).

Palavras-chave: Identificação de ferro; Identificação de alumínio; batom; análise química.

INTRODUÇÃO

A disciplina Química Analítica Qualitativa oferece um grande desafio no seu processo de ensino e aprendizagem. Há uma falta de compreensão pelos estudantes das reações químicas envolvidas na Química Analítica Qualitativa, especialmente em fazer relações com os conceitos teóricos envolvidos nos equilíbrios químicos abordados na parte teórica da disciplina (Dantas et al., 2011; Postigo et al., 2021); os roteiros tradicionais tornaram-se confusos aos estudantes, devido ao tempo curto de aula prática; e nota-se uma escassez de material didático que auxilie o estudante e o docente a superarem essa dicotomia (Dantas et al., 2011; Postigo et al., 2021).

Os esquemas de separação de cátions de amostras do cotidiano podem diferir daqueles de amostras sintéticas, que são muito bem comportadas. Estes precisam ser adaptados para levar em consideração os principais constituintes das amostras do dia a dia, contribuindo para uma experiência de uma aula prática de Química Analítica Qualitativa, que permeia o mundo real do estudante.

A inclusão de amostras do cotidiano pode ajudar a atrair a atenção dos alunos, especialmente nas aulas práticas, mas o conteúdo da Química Analítica Qualitativa Experimental é bem consolidado e tradicional (Postigo et al., 2021), e é nesse contexto que o papel do docente é crucial para o sucesso do processo de ensinagem. Trabalhos que propõem análise de amostras do cotidiano, especialmente fazendo uma relação estreita com os esquemas de separação de cátions contidos nos livros texto de Química Analítica Qualitativa são escassos na literatura (Dantas et al., 2011).

O entrelaçamento entre conteúdos abordados na disciplina Química Analítica Qualitativa com

atividades experimentais relacionadas a análises químicas permite ao professor o desenvolvimento de uma aula mais dinâmica e contextualizada.

Face ao exposto, o presente trabalho busca contribuir com a superação das dificuldades apontadas inicialmente, e melhorar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina Química Analítica Qualitativa Experimental.

Produtos cosméticos podem causar irritação na pele e reações alérgicas, devido aos corantes e demais substâncias que fazem parte da sua composição química, os quais podem conter elementos potencialmente tóxicos (EPT), prejudiciais à saúde humana (Miranda et al., 2021; Świerczek et al., 2023).

Os teores de EPT nos produtos cosméticos dependem do tipo e da fonte das matérias-primas empregadas, do processamento, do armazenamento e do transporte (Miranda et al., 2021). Alguns EPT, como Co, Cd, Cr, Ni, Pb, entre outros, acabam sendo adicionados na fabricação de produtos cosméticos de forma não intencional. Geralmente, esses elementos metálicos estão presentes nos corantes inorgânicos utilizados, que visam dar cor a esses produtos, mas nem sempre possuem a pureza adequada, podendo conter elementos indesejados, como Hg, Pb, Ni, entre outros (Barbosa, 2022; Batista, 2019).

A exposição da pele a EPT presentes em produtos cosméticos é uma das vias mais importantes para a sua absorção pelo organismo humano, uma vez que a maioria desses produtos é aplicada na pele. Embora a pele possua uma barreira protetora, o uso frequente e prolongado de cosméticos aumenta a taxa de penetração de substâncias tóxicas, o que pode resultar em sua bioacumulação e causar distúrbios crônicos de saúde (Miranda et al., 2021; Ngo et al., 2018; Santos



et al., 2018; Ali Zainy e Alotaibi, 2019; Radwan et al., 2022; Wang et al., 2023).

Sombras cosméticas analisadas por Almeida et al. (2019) apresentaram níveis elevados de Al, Cu e Fe, os quais apontaram que o Al e o Fe podem acarretar malefícios à saúde dos usuários; a quantidade detectada de Cu não sugeriu efeitos imediatos.

De acordo com Miranda et al. (2021) baixos teores de ferro em produtos cosméticos podem causar morte celular ou câncer colorretal mediante exposição a longo prazo, dados os efeitos cumulativos.

Alguns estudos apontam que pessoas expostas a altos níveis de alumínio podem desenvolver a doença de Alzheimer. Pessoas com doença renal armazenam uma grande quantidade de Al no organismo, porque menos alumínio é excretado pela urina. Esses indivíduos podem desenvolver doenças ósseas ou neurológicas, as quais os médicos acreditam que podem estar relacionadas ao excesso de alumínio, pois este impede a absorção de fosfato, uma substância química essencial para ossos saudáveis (Sedwick et al., 2018; Ali Zainy e Alotaibi, 2019).

No Brasil, não existe legislação específica que estabelece o limite máximo de elementos essenciais e não essenciais em produtos cosméticos. Contudo, tomando-se como parâmetro a regulamentação brasileira disponível para alimentos, suplementos alimentares e águas naturais, o teor de alguns EPT (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V e Zn) em sombras cosméticas mostraram-se acima do limite permitido, sugerindo que o uso destes produtos pode colocar em risco a saúde da população (Santana et al., 2022).

De acordo com a RDC nº 628, de 10 de março de 2022 (ANVISA, 2022), os elementos metálicos Al, Co, Cu, Fe, Bi, Mn, Zn, Ti, Sr, Sn e Ga não são proibidos em produtos cosméticos. Contudo, sugere-se que seja aplicada a legislação vigente (ANVISA, 2022), que estabelece concentrações de até 100 ppm como impurezas de metais nos corantes orgânicos artificiais, já que concentrações destes elementos acima deste limite podem trazer prejuízos à saúde dos consumidores ao longo do período de uso (Barbosa, 2022).

Os EPT podem apresentar risco à saúde humana, especialmente devido à bioacumulação (o organismo não é capaz de eliminá-lo). Metais pesados no sistema nervoso central têm sido relacionados com doenças neurodegenerativas, como depressão, problemas cognitivos, autismo, compulsão e transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH).

Os batons podem ser contaminados com EPT, além de outras substâncias químicas, como ftalatos e microorganismos (Batista, 2019).

Nesse contexto, é relevante investigar a qualidade dos produtos cosméticos comercializados no Brasil. É necessário um maior controle e seu monitoramento constante, a fim de que tais produtos realmente atendam a regulamentação vigente (Świerczek et al., 2023; Santos et al., 2018).

A identificação de elementos essenciais e/ou potencialmente tóxicos, utilizando-se metodologias analíticas eficientes, consiste numa ferramenta relevante e necessária para melhor gerenciamento da produção de cosméticos, podendo apresentar toxicidade à saúde humana (Mesko et al., 2020; Ngo et al., 2018; Świerczek et al., 2023).

A identificação de alumínio e ferro em batons de baixo custo é necessária e relevante, já que ambos podem ser prejudiciais ao organismo humano.

A China e o Brasil são o 2º e o 4º líderes mundiais no mercado de produtos cosméticos, sendo que o Brasil ocupa a 1ª posição na América Latina (Santana et al., 2022).

Este trabalho tem como objetivo contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da Química Analítica Qualitativa Experimental, por meio da proposição de metodologia de identificação de alumínio e ferro em amostras encontradas no cotidiano dos estudantes, tal como o batom, adquirido em loja que vende cosméticos a um custo baixo. Para isso pretende-se:

- i) realizar as etapas/processos químicas(os) ao longo da análise, de acordo com as reações químicas de separação e de identificação do esquema de separação de cátions do grupo III;
- ii) monitorar o aspecto físico do meio reacional, a partir do registro de fotografias, para ilustrar a metodologia analítica proposta;
- iii) relacionar as etapas/processos químicas(os) realizadas(os) com os conceitos químicos fundamentais para a compreensão do processo químico como um todo, tais como propriedades anfotéricas (Sorum, 1956); constante do produto de solubilidade (Jager, 2020a, 2020b); reação de formação de complexos (Vogel, 1981); influência do excesso de reagente na dissolução dos precipitados (Vogel, 1981); e
- iv) potencializar o ensino de Química Analítica Qualitativa Experimental no Curso de Licenciatura em Química, na UFTM e em outras Instituições de Ensino Superior (IES) do país.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se os procedimentos de separação/identificação dos cátions Fe^{3+} e Al^{3+} , do Grupo III, numa amostra de batom líquido de cor vermelha.

As reações químicas dos cátions Al^{3+} e Fe^{3+} , do Grupo III, já foram previamente ministradas pela docente na aula prática anterior, separadamente: o comportamento químico de ambos íons na presença de amônia e de amônia em excesso; de hidróxido de sódio e de hidróxido de sódio em excesso; bem como as suas reações químicas de identificação.

Posteriormente, os estudantes da disciplina colocaram em prática os conhecimentos adquiridos numa amostra do cotidiano.

A digestão da amostra de batom demorou ~40 minutos. Sugere-se que o professor forneça a amostra preparada para os estudantes darem continuidade à análise química na aula prática, e realize a separação e a identificação dos cátions do Grupo III presentes na amostra real, o Al^{3+} e o Fe^{3+} .

O procedimento de digestão da amostra foi realizado pesando-se 0,1 g de batom em cadinho de porcelana e realizando-se as etapas apresentadas neste vídeo https://drive.google.com/file/d/1JD_dZM6ywRuhJTg6QKlwH5WdhYuyfUKE/view?usp=sharing. O vídeo apresenta a digestão da amostra para uma sombra cosmética de cor laranja.

Procedimento idêntico foi realizado com a amostra de batom que os estudantes receberam já preparadas, num tubo de ensaio (ver Figura 1).

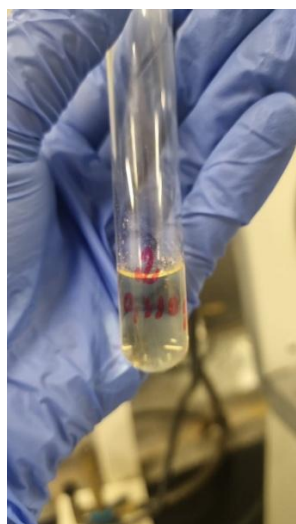
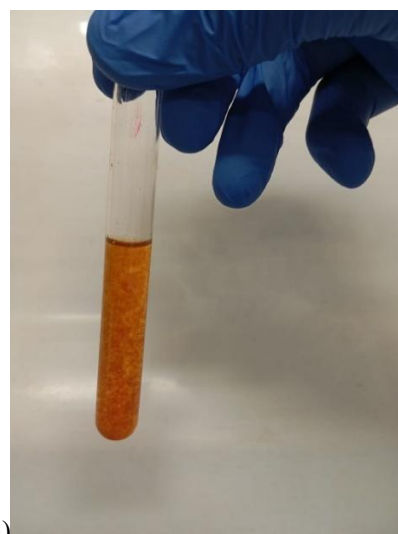


Figura 1. Fotografia da amostra de batom já preparada, que o estudante receberá para realizar a separação e a identificação dos cátions Al^{3+} e Fe^{3+} .

Para dar continuidade à análise química, foi necessário realizar as seguintes etapas:

ETAPA ①: No tubo de ensaio contendo a amostra solubilizada, adicionou-se solução de amônia, NH_3 , 6 mol L^{-1} , gota a gota e com agitação, para formar o tampão amoniacal pH ~9 ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$). Testou-se

o pH do meio reacional com papel indicador. O meio reacional já continha ácido clorídrico, oriundo da preparação da amostra, responsável por sua acidez. Observou-se a formação de um precipitado de aspecto gelatinoso e de cor marrom-avermelhada (Figura 2a), que indicou a presença de íons Fe^{3+} na amostra. Este precipitado trata-se de uma mistura de hidróxidos de ferro e alumínio, $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$. Adicionou-se duas gotas de NH_3 6 mol L^{-1} em excesso. Em seguida, manteve-se a mistura reacional em banho-maria durante 1 minuto (Figura 2b).



(a)



(b)

Figura 2. (a) Formação do precipitado gelatinoso de cor marrom-avermelhada; (b) mistura reacional em banho-maria.

ETAPA ②: Centrifugou-se a mistura reacional por 2 minutos (Figura 3a) para separação e descarte do sobrenadante (o que foi feito rapidamente), enquanto

o precipitado foi utilizado para a identificação dos íons Al^{3+} e Fe^{3+} .

Lavou-se o precipitado duas vezes, utilizando-se 40 gotas de cloreto de amônio, NH_4Cl , 2 mol L^{-1} (Figura 3b), com centrifugação de 2 minutos após cada lavagem. Descartou-se os líquidos de lavagem (Figura 3c).

Em seguida, adicionou-se 60 gotas de hidróxido de sódio, NaOH , 4 mol L^{-1} ao precipitado (Figura 3d), aqueceu-se em banho-maria durante 5 minutos (Figura 3e) e centrifugou-se por 2 minutos (Figura 3f).

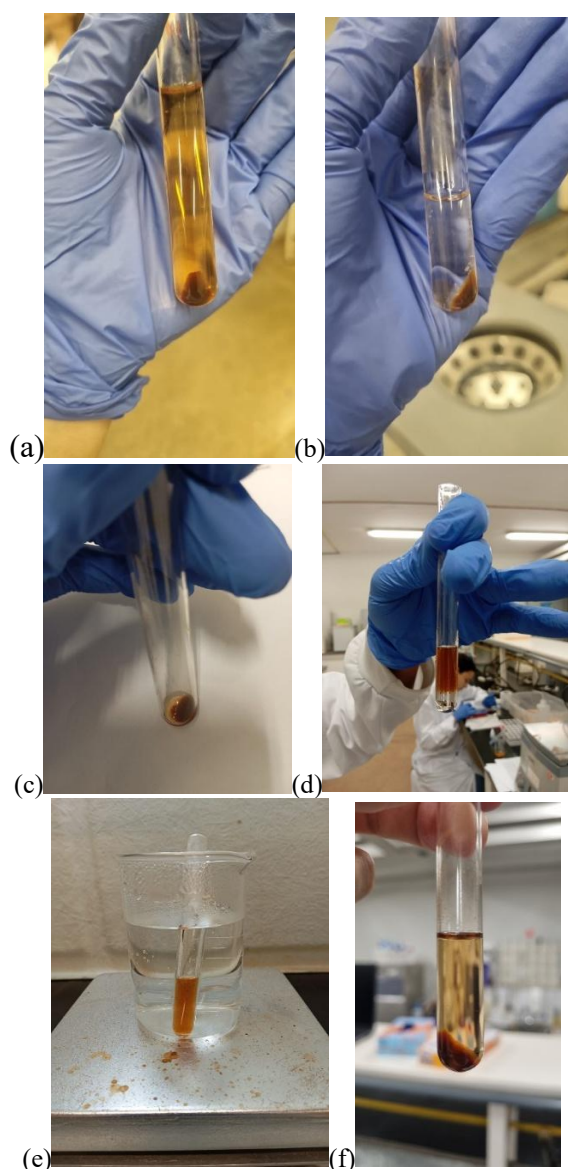


Figura 3. Fotografias na sequência realizada na Etapa 3: (a) centrifugação; (b) lavagem; (c) precipitado após lavagem; (d) adição de NaOH ; (e) aquecimento; e (f) centrifugação.

ETAPA (3): Separou-se o sobrenadante (Figura 4a) do precipitado marrom-avermelhado gelatinoso (Figura 4b). Utilizou-se o sobrenadante para identificar a presença de Al^{3+} e o precipitado para identificar a presença de Fe^{3+} .

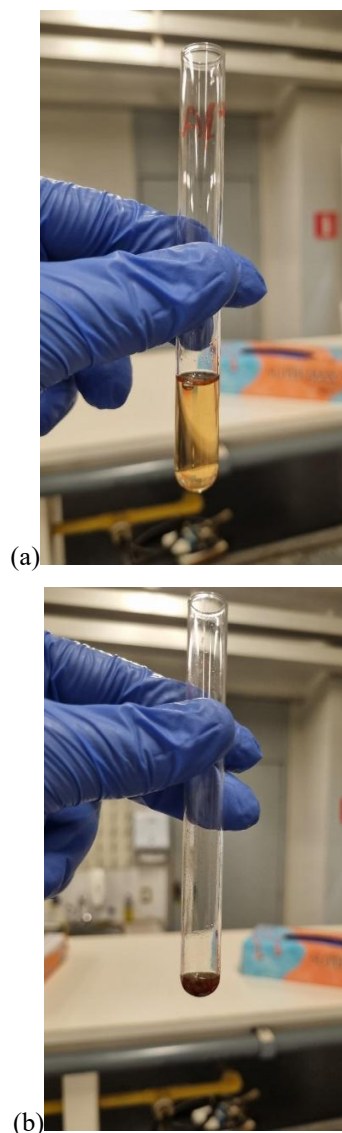
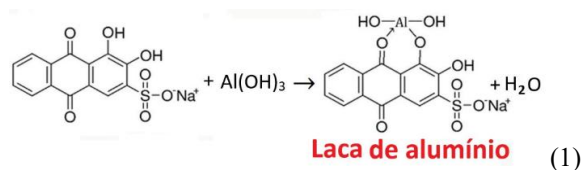


Figura 4. (a) Sobrenadante; e (b) precipitado marrom-avermelhado gelatinoso.

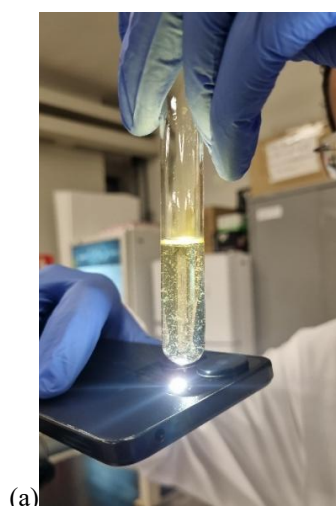
ETAPA (4): Adicionou-se algumas gotas de ácido clorídrico, HCl , 6 mol L^{-1} ao sobrenadante, até meio ácido ($\text{pH} \sim 1$). Em seguida, adicionou-se algumas gotas de NH_3 6 mol L^{-1} ao meio reacional, até meio alcalino ($\text{pH} \sim 9$). Testou-se o pH com papel indicador. A formação de um precipitado branco gelatinoso indicou a presença de Al^{3+} na amostra, na forma de hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Figura 5a).

O $\text{Al}(\text{OH})_3$ é um precipitado finamente dividido, e quando suspenso em solução a sua presença não é fácil de detectar. Por isso, a formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ no meio reacional também foi confirmada com a adição de 5 gotas de uma solução aquosa de alizarina S 0,1% (Figura 5b e c). O vídeo do ensaio pode ser visto aqui: <https://drive.google.com/file/d/1mIlgVzu7z1cWbW-Po03t7DjWOQc6yM4W/view?usp=sharing>

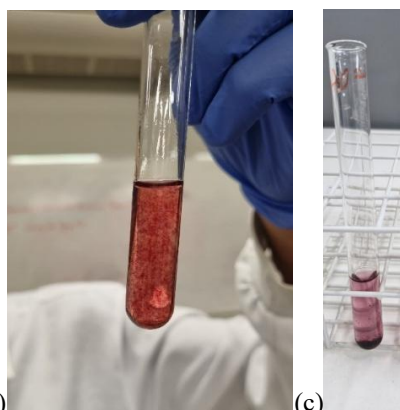
A alizarina S é um pó amarelo-alaranjado, solúvel em água e álcool e sua solução amoniacal reage com alumínio formando um precipitado roxo-avermelhado (laca de alumínio). Esta reação é influenciada pelos sulfetos, Sn^{4+} , nitrato e íons coloridos. A fotografia da Figura 5b mostra o meio reacional após homogeneização, onde a laca de alumínio pode ser visualizada ao longo do tubo de ensaio, e a fotografia da Figura 5c mostra a laca de alumínio decantada no tubo de ensaio, após 4 dias. O $\text{Al}(\text{OH})_3$ reage com a alizarina S de acordo com a equação química (1).



ETAPA ⑤: Solubilizou-se o precipitado do tubo de ensaio da Figura 4b com algumas gotas de HCl 6 mol L^{-1} (Figura 6a), adicionou-se 40 gotas ($\approx 2 \text{ mL}$) de água deionizada para diluir o meio reacional adicionou-se algumas gotas de solução de ácido salicílico. Observou-se uma coloração violeta, comprovando a presença do Fe^{3+} , na forma do complexo solúvel, o *tris*-(2-Hidroxibenzoato)ferro(III) (Figura 6b). A equação química (2) representa a reação química de complexação que ocorre entre os íons Fe^{3+} e os íons salicilato, com formação do *tris*-(2-hidroxibenzoato)ferro(III), de cor violeta.



(a)



(b)

(c)

Figura 5. Fotografia (a) do precipitado branco gelatinoso de $\text{Al}(\text{OH})_3$; (b) da laca de alumínio ao longo do tubo de ensaio; e (c) da laca de alumínio decantada no tubo de ensaio, após 4 dias.

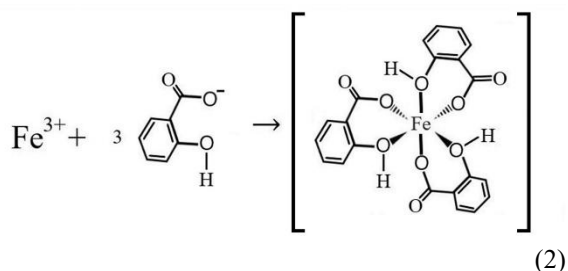


(a)



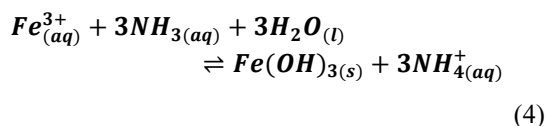
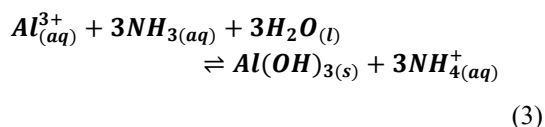
(b)

Figura 6. Fotografia do (a) precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ solubilizado com HCl ; e (b) reação química de complexação, usada para identificação dos íons Fe^{3+} na amostra.

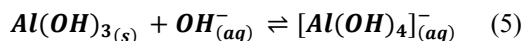


RESULTADOS E DISCUSSÃO

ETAPA ①: A equação química iônica (3) representa a formação do hidróxido de ferro, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, e a equação química iônica (4) representa a formação do hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, quando se adiciona solução de NH_3 à solução da amostra de batom.



ETAPA ②: Nesta etapa, adicionou-se excesso de hidróxido de sódio, NaOH 4 mol L^{-1} , ao precipitado, para solubilizar o $\text{Al}(\text{OH})_3$, na forma de íon complexo, de acordo com a equação química iônica (5).



Isso foi importante para separar o $\text{Al}(\text{OH})_3$ do $\text{Fe}(\text{OH})_3$, bem como de qualquer outro resíduo da amostra, não mineralizado na sua abertura, presente no meio reacional.

ETAPA ③: A solubilização do hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, na presença de excesso de base forte, NaOH , é justificada pela sua propriedade de se comportar como um hidróxido **anfotérico**.

Esse comportamento indica que o $\text{Al}(\text{OH})_3$ reage tanto com base forte como com ácido forte.

Os outros dois hidróxidos de cátions metálicos do Grupo III que também possuem essa propriedade são os hidróxidos de cromo, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, e de zinco, $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

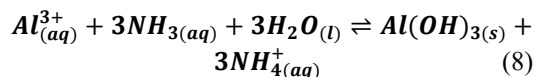
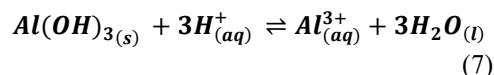
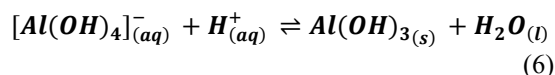
ETAPA ④: As equações químicas iônicas (6), (7) e (8) representam a identificação do alumínio, na forma de hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$. A seguir tem-se uma breve discussão de cada uma delas e a explicação

do porquê a identificação do alumínio é realizada na presença de amônia, NH_3 .

Para identificar o alumínio, adicionou-se ácido clorídrico, HCl 6 mol L^{-1} , para neutralizar o excesso de hidróxido de sódio no meio reacional e dissolver o complexo de alumínio, convertendo-o a hidróxido de alumínio, conforme a equação iônica (6).

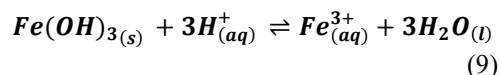
Em seguida, o hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, foi dissolvido com excesso de ácido clorídrico, HCl 6 mol L^{-1} , de acordo com a equação química iônica (7).

Por fim, adicionou-se amônia, NH_3 6 mol L^{-1} , e reprecipitou-se o hidróxido de alumínio, branco gelatinoso, como mostra a equação química iônica (8).



A identificação do alumínio é realizada em meio básico, pois este ensaio apresenta um resultado melhor do que em meio ácido.

ETAPA ⑤: A equação química iônica (9) representa a reação entre o $\text{Fe}(\text{OH})_3$ e o ácido clorídrico (a representação do ácido forte é H^+).



Nesta etapa foi necessário diluir o meio reacional com água deionizada porque, para a formação do complexo, o meio reacional deve ser neutro ou alcalino. Nessa condição, o agente complexante está na forma de íon, e por isso consegue se ligar ao íon Fe^{3+} (ver equação química (2)).

É preferível realizar o ensaio de identificação de ferro solução de ácido salicílico, em substituição ao tradicional uso do tiocianato de amônio (NH_4SCN).

O NH_4SCN é mais tóxico e persistente no meio ambiente do que o ácido salicílico. Portanto, a reação química proposta é mais sustentável do que a reação clássica de identificação de íons Fe^{3+} , que utiliza o íon tiocianato.



CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu:

(a) mostrar ao futuro profissional da química a forma adequada de lidar com diversas substâncias químicas, inclusive com alguma toxicidade, possibilitando formar um profissional completo e capacitado para o bom uso de diversos reagentes químicos e a destinação adequada dos resíduos químicos produzidos nos experimentos de Química Analítica Qualitativa. Uma preocupação dessa proposta foi minimizar a quantidade das substâncias usadas durante os experimentos, sem comprometer a qualidade do aprendizado;

(b) utilizar uma abordagem contextualizada no processo de ensino e aprendizagem, mostrando que a Química tem um papel essencial no controle de qualidade de itens do nosso dia a dia, a fim de que as aulas possam se tornar mais atrativas e relevantes para os estudantes, potencializando esse processo;

(c) identificar o alumínio em batom, na forma de hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$. Contudo, este é um precipitado gelatinoso, finamente dividido, e quando suspenso em solução a sua presença é difícil detecção. A formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ no meio reacional foi confirmada pela adição de algumas gotas de uma solução aquosa de alizarina S, cuja solução amoniacal reagiu com o alumínio formando um precipitado roxo-avermelhado, ou laca de alumínio;

(d) identificar o ferro em batom utilizando um reagente químico de baixo impacto ambiental; os íons Fe^{3+} formam complexo com os íons salicilato, produzindo uma cor violeta típica. A reação química proposta é mais sustentável do que a reação clássica de identificação de íons Fe^{3+} em amostras, que utiliza o íon tiocianato; e

(e) explorar os aspectos visuais das reações químicas de identificação de alumínio e de ferro com produção de fotografias, que resultaram em compostos químicos de natureza e cores distintas e marcantes.

Nesse contexto, as reações de formação dos complexos entre o íon Al^{3+} e a alizarina S (precipitado roxo-avermelhado) e o íon Fe^{3+} e o íon salicilato (complexo solúvel de cor violeta) foram estudadas e realizadas com sucesso, para detectar qualitativamente a presença de alumínio e ferro em batom.

AGRADECIMENTOS

Maria Heloísa Melo dos Santos agradece a bolsa da PROENS/UFTM, vinculada ao projeto de ensino registro Nº 101/2025. Os autores agradecem o Curso de Licenciatura em Química do ICENE/UFTM e aos discentes deste mesmo curso, matriculados na disciplina Química Analítica II (semestre letivo 2026/01); o Departamento de Química do ICENE/UFTM; a PROEXT/UFTM (projetos de

extensão registro Nº 212/2024 e registro Nº 304/2026).

REFERÊNCIAS

ALI ZAINY, F. M.; ALOTAIBI, O. A.; The Quality Control of Eye Shadow, Eyeliner, and Mascara Products that Sold on Saudi Markets. International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research, v. 9, p. 107-118, 2019. Disponível em: the-quality-control-of-eye-shadow-eyeliner-and-mascara-products-that-sold-on-saudi-markets.pdf. Acesso em: 08 jan. 2025.

ALMEIDA, A. M.; MARTINS, I. P.; AMARAL, P. M. P.; BORGES, V. A.; PINTO, L. A. S.; IONASHIRO, E. Y.; MESQUITA, N. A. DA S.; SOARES, M. H. F. B. Determinação de Al^{3+} , Fe^{3+} e Cu^{2+} 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. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170330>. Acesso em: 09 maio 2024.

BARBOSA, Kamila Cordeiro. Identificação de metais em cosméticos: uma revisão bibliográfica dos últimos sete anos. 2021. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022.

BATISTA, Amanda Alfonso. Efeitos da contaminação *in situ* por níquel em peixes da espécie *oreochromis niloticus* (cichlidae). 2012. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, Rio Claro, 2012.

DANTAS, J. M.; SILVA, M. G. L. DA; SANTOS FILHO, P. F. DOS. Um estudo em química analítica e a identificação de cátions do grupo III. Educ. quím., v. 22, n. 1, p. 32-37, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000100006&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 05 jul. 2023.

Diário Oficial da União. Órgão: Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 628, de 10 de março de 2022. Dispõe sobre a lista de substâncias corantes permitidas para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL nº 16/2012. Disponível em: RESOLUÇÃO - RDC Nº 628, DE 10 DE MARÇO DE 2022 - RESOLUÇÃO - RDC Nº 628, DE 10 DE MARÇO DE 2022 - DOU - Imprensa Nacional. Acesso em: 10 nov. 2025.

JAGER, A. V.; Princípios de Análise Química Qualitativa - Parte II. Disponível em:



<https://caulas.usp.br/portal/video?idItem=12066>. Acesso em: 25 out. 2023.

JAGER, A. V.; Princípios de Análise Química Qualitativa. Disponível em: <https://caulas.usp.br/portal/video.action?idItem=10550>. Acesso em: 25 out. 2023.

MESKO M. F.; NOVO D. R.; COSTA V. C.; HENN A. S.; FLORES E. M. M.; Toxic and potentially toxic elements determination in cosmetics used for make-up: A critical review. *Analytica Chimica Acta*, v. 1098, p. 1-26, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267019314096>. Acesso em: 08 jan. 2025.

MIRANDA, C. C. DA S.; LIMA, H. R. S.; BRITO, A. O.; FEITOSA, Á. T. DE O.; MURILO, B. M. DA C.; PAIVA, E. C. DE; SILVA, É. M. T. DA; SANTOS, G. V. B. DOS; SOUSA, J. E. N. DE; ALVES, M. H. P.; SILVA, M. S. DA; SOUZA, M. A.; PEREIRA, N. DE A.; GONÇALVES, R. J. S.; LUZ, V. S.; SILVA, W. B. DA; ALVES, Y. DOS S. A PRESENÇA de metais pesados em cosméticos e malefícios atribuídos aos usuários. *Revista de Casos e Consultoria*, v. 12, n. 1, e24789, 2021. ISSN 2237-7417. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/24789/14169>. Acesso em: 24 jun. 2024.

NGO, T. T.; THOMAS, S.; STOKES, D.; BENVENUTO, M. A.; ROBERTS-KIRCHHOFF, E. S.; Em Environmental Chemistry: Undergraduate and Graduate Classroom, Laboratory, and Local Community Learning Experiences; ROBERTS-KIRCHHOFF, E. S.; BENVENUTO, M. A., eds; American Chemical Society: Michigan, 2018, cap. 7.

POSTIGO, J. P.; BARBOSA, H. F. G.; CALEFI, R. M.; JESUS, J. H. F. DE; CERVINI, P.; BUORO, R. M.; OTERO, R. L. S.; CAVALHEIRO, É. T. G. (2021). UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA. *Química Nova*, 44(4), 502–511.

RADWAN, A.; EL-SEWIFY, I. M.; AZZAZY, H. M. EL-SAID; Monitoring of Cobalt and Cadmium in Daily Cosmetics Using Powder and Paper Optical Chemosensors. *American Chemical Society Omega*, v. 7, p. 15739-15750, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c00730>

SANTANA, C.M.; DE SOUSA, T.L.; LATIF, A. L. O.; LOBO, L.S.; DA SILVA, G. R.; MAGALHÃES, H. I. F.; LOPES, M. V.; BENEVIDES, C. M. DE J.; ARAUJO, R. G. O.; DOS SANTOS, D. C. M. B.; SANTOS JÚNIOR; A. DE F. Multielement determination (essential and potentially toxic elements) in eye shadows exposed to consumption in Brazil using ICP OES. *Biometals* v. 35, p. 1281–1297, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10534-022-00444-y>. Acesso em: 09 maio 2024.

SANTOS, B. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. M. DE; BONVENTI JÚNIOR, W.; HANAI-YOSHIDA, V. M. Assessment of chemical elements in cosmetics' eyeshadows by X-ray fluorescence and International Nomenclature of Cosmetic Ingredients characterization. *X-Ray Spectrometry*. v. 47, p. 242–251, 2018. DOI: 10.1002/xrs.2835

SEDWICK, V.; LEAL, A.; TURNER, D.; KANU, A. B. Quantitative Determination of Aluminum in Deodorant Brands: A Guided Inquiry Learning Experience in Quantitative Analysis Laboratory. *J. of Chem. Educ.* v. 95, n. 3, p. 451–455, 2018. DOI: 10.1021/acs.jchemed.7b00336.

SORUM, C. H. Introduction To Semimicro Qualitative Analysis. 2nd. ed., Prentice-Hall: New york, 1956.

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

VOGEL, A. I.; *Química Analítica Qualitativa*, 5a ed., Mestre Jou: São Paulo, 1981.

WANG, B.; TIAN, L.; TIAN, L.; WANG, X.; HE, Y.; JI, R. Insights into Health Risks of Face Paint Application to Opera Performers: The Release of Heavy Metals and Stage-Light-Induced Production of Reactive Oxygen Species. *Environ. Sci. Technol.* v. 57, n. 9, p. 3703-3712, 2023. DOI: 10.1021/acs.est.2c03595.