

ANÁLISE QUALITATIVA DOS CÁTIONS DO GRUPO ALUMÍNIO-NÍQUEL: ESTUDO EXPERIMENTAL E IDENTIFICAÇÃO

Luana K. A. do Nascimento¹; Elem C. F. Souza¹; Enzo G. S. da Silva¹; Joyce C. da Silva¹; Valéria P. P. de Almeida¹; Kauê C. dos Santos¹; Maria L. C. Lopes¹; Victor W. B. Diniz¹

¹ Universidade do Estado do Pará

luanakarlaiec@gmail.com

Palavras-Chave: Íons metálicos, precipitação, complexação.

Introdução

As transformações químicas, também chamadas de reações químicas, são geralmente acompanhadas de efeitos que podem ser percebidos com os sentidos. Esses efeitos são conhecidos como “evidências de reação” e se apresentam como mudança de cor, temperatura, desprendimento de gás, emissão de luz ou formação de sólido (Santana; Portnoi, 1999).

Para a química analítica qualitativa, as evidências não são usadas somente para a compreensão de reações, mas também para a separação e identificação de espécies químicas. Reações de precipitação são um forte indicativo disso, pois segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), esse tipo de reação ocorre quando duas soluções eletrolíticas são misturadas, resultando em uma substância insolúvel no meio em que se encontra.

Ter o conhecimento de quais substâncias são insolúveis é fundamental quando almeja-se identificar uma mistura, essa identificação pode ser apenas de cátions, que são separados em grupos. Segundo Vogel (1981), os grupos analíticos são: grupo I, do chumbo (II), mercúrio (I) e prata (I); grupo II, do mercúrio (II), chumbo (II), bismuto (III), cobre (II), cádmio (II), arsênio (III) e (V), antimônio (III) e (V), estanho (II) e (IV); grupo III, ferro (II) e (III), alumínio, cromo (III) e (IV), níquel, cobalto, manganês (II) e (VII) e zinco; grupo IV, bário, estrôncio e cálcio e, por fim, o grupo V, do magnésio, sódio, potássio e amônio.

Cada grupo analítico possui um agente precipitante específico. No caso do grupo III, Vogel (2018) recomenda o uso de uma solução de sulfeto de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{S}$) em meio tamponado com amônia (NH_3) e cloreto de amônio (NH_4Cl) como agente precipitante. Esses reagentes permitem a separação dos íons do grupo III em dois subgrupos. O subgrupo ferro, formado por Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} e Cr^{3+} , precipita na forma de hidróxidos pela ação da amônia em meio tamponado com cloreto de amônio. Já o subgrupo do zinco, composto por Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+} , precipita na forma de sulfetos, devido à presença de íons S^{2-} liberados pela dissociação do sulfeto de amônio. Essa separação baseada na diferença de solubilidade facilita a identificação sistemática dos cátions presentes na mistura.

Além da precipitação como uma evidência importante para a química analítica qualitativa, a mudança de cor também demonstra relevância. Por meio dessa mudança é possível confirmar a presença de cátions específicos na solução. Ribeiro e Ferreira (2011) orientam a utilização de reagentes específicos que gerarão mudança de cor para confirmar a presença de certos elementos. Esse é o caso do íon tiocianato, que em contato com Fe^{3+} , reage se tornando o complexo $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$, com coloração vermelha característica; ou a utilização

de tioacetamida, que em contato com Zn^{2+} , forma ZnS , um precipitado de cor branca, confirmando a presença do mesmo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho baseia-se na identificação qualitativa dos cátions do Grupo III (Alumínio-Níquel), por meio de reações químicas específicas de precipitação, separação e confirmação em laboratório.

Material e Métodos

A análise sistemática dos cátions do Grupo III – Alumínio-Níquel foi dividida em duas etapas principais: a identificação dos cátions pertencentes ao subgrupo do níquel e ao subgrupo do alumínio.

Primeiramente, foi realizada a precipitação do grupo Alumínio-Níquel. A solução amostra, contendo os íons Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+} , recebeu cloreto de amônio (NH_4Cl) e amônia (NH_3) até atingir meio básico, identificado com papel de tornassol. Em seguida, adicionaram-se amônia (NH_3) em excesso e água quente (H_2O) para favorecer a precipitação dos hidróxidos e sulfetos. Após centrifugação, foi acrescentada tioacetamida (CH_3CSNH_2), e a mistura foi aquecida em banho-maria.

Posteriormente, iniciou-se a separação entre os subgrupos do alumínio e do níquel. A amostra foi tratada com água régia, uma mistura de ácido nítrico (HNO_3) e ácido clorídrico (HCl), e então aquecida até se tornar translúcida. Após alcalinização com hidróxido de sódio ($NaOH$) e adição de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), a mistura foi novamente aquecida. Após a centrifugação, a amostra foi preparada para análise.

Na etapa seguinte, preparou-se a solução do subgrupo do níquel. A amostra foi tratada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) sob aquecimento, e a solução obtida foi dividida em porções. Para a detecção de ferro, foi adicionada solução de tiocianato de potássio ($KSCN$).

Na análise do níquel, outra porção da solução foi alcalinizada com amônia (NH_3), centrifugada e tratada com dimetilgioxima ($C_4H_8N_2O_2$).

Por fim, foi realizada a preparação para identificação do zinco no subgrupo do alumínio. Uma porção da solução anterior foi tratada com tioacetamida (CH_3CSNH_2), aquecida, centrifugada e lavada. A amostra foi então tratada com ácido nítrico (HNO_3) e hidróxido de sódio ($NaOH$) e, após adição de solução de ditizona ($C_{13}H_{12}N_4S$), foi observada a coloração característica.

Resultados e Discussão

Após a adição de NH_4Cl , observou-se o clareamento da solução, que passou de amarronzada para amarelada. A introdução de NH_3 , até atingir caráter básico, alterou novamente a coloração para castanho, e a adição em excesso garantiu a formação de um meio tamponado ideal para a precipitação dos cátions do grupo III. Conforme Harris (2019), a presença de NH_4Cl em solução com NH_3 estabelece um sistema tampão que estabiliza o pH,

prevenindo a precipitação indesejada de outros íons e promovendo a formação seletiva dos hidróxidos metálicos. Após aquecimento e centrifugação, foi visualizado um precipitado marrom e sobrenadante rosado, indicando a existência de múltiplas espécies químicas na solução.

Com a adição de tioacetamida e subsequente aquecimento, formaram-se bolhas e uma leve efervescência, acompanhadas do escurecimento da mistura. A coloração preta do precipitado obtido após centrifugação confirmou a formação de sulfetos metálicos, especialmente FeS, resultado da liberação de H₂S em meio aquecido. Esse precipitado foi lavado para eliminação de impurezas, enquanto o sobrenadante foi reservado. Segundo Vogel (1981), a tioacetamida é um reagente utilizado para liberar lentamente H₂S em solução aquecida, o que permite a precipitação seletiva de sulfetos metálicos, facilitando a identificação qualitativa de íons metálicos do grupo III.

A exposição do precipitado à água régia resultou na formação de uma solução de coloração verde, sugerindo a presença de Ni²⁺. O aquecimento favoreceu a dissolução completa dos íons, tornando a solução translúcida. Após diluição com água e centrifugação, não se observou precipitado de enxofre. A solução, ao ser tornada básica com NaOH e tratada com H₂O₂, apresentou coloração acinzentada, que escureceu após novo aquecimento.

A separação por centrifugação resultou em um novo precipitado, que foi devidamente lavado. Esses procedimentos estão de acordo com a metodologia descrita por Skoog et al. (2014), que destacam o uso da água régia como agente oxidante eficaz para dissolução de metais em formas insolúveis, e o papel do tratamento com base e peróxido de hidrogênio na precipitação seletiva de hidróxidos metálicos.

O sobrenadante obtido dessa etapa foi utilizado para detecção de ferro. A adição de tiocianato de potássio (KSCN) promoveu o desenvolvimento de coloração vermelho-sangue, indicando a formação do complexo [Fe(SCN)₆]³⁻. Essa reação de complexação é amplamente empregada na análise qualitativa de íons metálicos, especialmente o ferro(III), devido à formação de um complexo intensamente colorido (Skoog et al., 2014).

Em outra porção da solução, a adição de dimetilgioxima (DMG) em meio alcalino levou à formação de um precipitado vermelho-cereja, evidenciando a presença de Ni²⁺. A intensidade da coloração e a rápida formação do complexo [Ni(DMG)₂] confirmam a seletividade do reagente. A literatura descreve a dimetilgioxima como altamente específica para níquel, formando um quelato insolúvel de coloração característica, mesmo na presença de outros cátions (Skoog et al., 2014). Harris (2019) acrescenta que o uso de DMG em excesso favorece a formação e a estabilidade desse complexo.

Por fim, ao se adicionar ditizona (C₁₃H₁₂N₄S) em tetracloreto de carbono à solução contendo possível Zn²⁺, observou-se mudança de coloração de verde para vermelho-púrpura, indicando a formação do complexo Zn-ditizonato. Essa transição cromática, típica da interação da ditizona com zinco, evidencia a alta sensibilidade e seletividade do método. Conforme relatado por Skoog et al. (2014), a ditizona é amplamente utilizada na detecção de

metais pesados, especialmente o zinco, devido à coloração intensa e à facilidade de identificação visual, mesmo em baixas concentrações.

Conclusões

A análise sistemática do grupo III permitiu a precipitação eficaz dos hidróxidos metálicos em meio básico, evidenciada pela coloração marrom do precipitado e rosada do sobrenadante, indicando principalmente a presença de ferro e níquel. A adição de tioacetamida e o aquecimento promoveram a formação de sulfetos metálicos, confirmando a presença desses íons e possibilitando a remoção de impurezas via lavagem.

A separação dos subgrupos alumínio-níquel foi bem-sucedida com o uso de água régia e NaOH, facilitando a distinção entre os hidróxidos metálicos e a preparação para as análises qualitativas seguintes. A identificação do ferro foi confirmada pela formação do complexo vermelho $[Fe(SCN)_6]^{3-}$, enquanto a dimetilgioxima comprovou a presença de níquel por meio do precipitado vermelho-cereja característico do complexo $[Ni(DMG)_2]$.

A detecção de zinco com ditizona também apresentou resultados claros e específicos, reforçando a eficácia dos métodos empregados para a análise qualitativa dos cátions do grupo III, mesmo em misturas complexas.

Referências

- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- RIBEIRO, L. S.; FERREIRA, M. M. Práticas de química geral: uma abordagem experimental para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 33, p. 45–52, 2011.
- SANTANA, Neilton; PORTNOI, Marcos. **Reações Químicas: Aspectos Qualitativos**. Universidade Salvador (UNIFACS), 1999. Disponível em: <https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/qualitativechem.html>. Acesso em: 29 set. 2025.
- SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos da química analítica**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- VOGEL, A. I. **Análise inorgânica qualitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1981.
- VOGEL, A. I. **Química analítica qualitativa clássica e instrumental**. 7. ed. São Paulo: LTC, 2018.