

ANÁLISE QUALITATIVA CLÁSSICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO GRUPO BÁRIO-MAGNÉSIO COMO PRÁTICA INTEGRADORA

Kauê C. dos Santos¹; Enzo G. S. da Silva²; Elem C. F. Souza³; Joyce C. da Silva⁴; Valéria P. P. de Almeida⁵; Luana K. A. do Nascimento⁶; Maria L. C. Lopes⁷; Victor W. B. Diniz⁸

¹Universidade do Estado do Pará

²Universidade do Estado do Pará

³Universidade do Estado do Pará

⁴Universidade do Estado do Pará

⁵Universidade do Estado do Pará

⁶Universidade do Estado do Pará

⁷Universidade do Estado do Pará

⁸Universidade do Estado do Pará

kauesantos.uepa@gmail.com

Palavras-Chave: Análise qualitativa de íons, cátions do grupo bário-magnésio, métodos clássicos de identificação

Introdução

Na Química, quando o estudo é concentrado em identificar os componentes de uma amostra de substâncias desconhecidas, trata-se de uma análise qualitativa (Harris; Bonapace; Barcia, 2012). De acordo com Barbosa (2014), a Química Analítica Qualitativa é a área composta por métodos analíticos voltados para a identificação da composição química de determinado material. Tais métodos são considerados valiosos quando, por exemplo, é necessário determinar se certa substância está presente na amostra, independentemente da sua quantidade.

A disciplina Química Analítica Qualitativa tem por objetivo fornecer aos estudantes conceitos fundamentais da Química, como equilíbrio químico, além de promover a observação e comparação de reações, o uso e manuseio de substâncias e o desenvolvimento do raciocínio analítico (Tubino, 2006). Gilreath (1954) destacou que a teoria da análise qualitativa estuda o comportamento dos íons em solução, abordando conceitos como forças eletrostáticas entre íons, ligação covalente, solubilidade e o papel da água como solvente.

Dentre o estudo dessa área, destaca-se a identificação dos cátions metálicos, que são divididos em cinco grupos diferentes, de acordo com os reagentes utilizados para sua identificação. De acordo com Vogel (1981), os cátions do grupo IV — bário (Ba^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}) — e os do grupo V — magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+) e amônio (NH_4^+) — são caracterizados pela elevada solubilidade de seus sais, o que permite sua identificação sem a necessidade de separações preliminares complexas, utilizando métodos específicos, como reações de precipitação, teste de chama e liberação de gases voláteis, que possibilitam uma análise rápida e eficiente.

A reação de precipitação ocorre quando é formado um produto insolúvel. O precipitado da reação é o sólido insolúvel separado da solução. Comumente, esses tipos de

reações incluem compostos iônicos (Chang, Goldsby, 2013). Já o teste à chamas, fundamenta-se na excitação dos elétrons da camada de valência quando o elemento é submetido a uma fonte de energia. Ao retornarem ao estado fundamental, esses elétrons liberam a energia absorvida na forma de radiação eletromagnética, cuja emissão apresenta comprimentos de onda específicos, permitindo sua visualização por meio de diferentes cores características para cada cátion (Messeder, Santos, Castro, 2018).

A formação de gases voláteis, durante determinadas reações químicas, pode ser facilmente detectada pela alteração de indicadores, como o papel de tornassol, cuja mudança de cor evidencia o caráter ácido ou básico do gás liberado (Vogel, 1981).

Dessa maneira, o bário forma precipitados brancos com sulfato (BaSO_4) e é identificado pela chama verde no teste de chama. O cálcio reage com oxalato de amônio para formar um precipitado branco de CaC_2O_4 e emite uma chama laranja no teste de chama. O magnésio forma um hidróxido branco ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) e na presença de p-nitrobenzenoazoresorcinol, origina uma laca azul característica. O sódio é identificado pela chama amarela intensa, enquanto o potássio forma um precipitado amarelo com nitroprussiato de sódio ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$) e emite uma chama violeta. O amônio libera vapores de amônia quando aquecido com NaOH , além de apresentar reações semelhantes às do potássio, devido ao tamanho iônico similar (Whitten; Davis; Peck, 1996).

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise sistemática qualitativa dos íons do grupo do bário-magnésio (Ba^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e NH_4^+), por meio de procedimentos experimentais que envolvem reações de precipitação, mudanças de cor e testes à chama.

Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram baseados em técnicas clássicas de análise qualitativa, conforme descrito por Vogel (1981) e Svehla (1999). Inicialmente, realizou-se a identificação do íon amônio (NH_4^+) pela adição de NaOH à amostra em um bêquer. Em seguida, foi realizada a separação do bário (Ba^{2+}), obtida por precipitação com sulfato de amônio e o precipitado foi submetido a lavagens e reações subsequentes tendo a confirmação final feita após adição de K_2CrO_4 .

A partir do sobrenadante livre de bário, procedeu-se à identificação do cálcio (Ca^{2+}), por meio da adição de oxalato de amônio e utilizou-se teste de chama como confirmação da coloração típica desse cátion. O magnésio (Mg^{2+}) foi analisado a partir de outra fração do sobrenadante, onde, em meio amoniacal, reagiu com fosfato dissódico originando um precipitado. A identificação foi reforçada pela reação com p-nitrobenzenoazoresorcinol.

Por fim, os íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) foram analisados após evaporação do sobrenadante, seguidas da dissolução do resíduo em HCl . O teste de chama revelou a coloração do sódio, e também a do potássio com o auxílio de um vidro azul de cobalto. Dessa forma, a metodologia aplicada permitiu a identificação sistemática e sequencial dos cátions do grupo do bário-magnésio, por meio de técnicas de precipitação seletiva, formação de complexos e análise espectral em chama.

Resultados e Discussão

A análise qualitativa realizada permitiu a identificação sistemática dos cátions do grupo bário-magnésio, evidenciando que os métodos tradicionais continuam sendo estratégias eficazes tanto para o ensino quanto para as práticas em laboratório. O primeiro cátion examinado foi o amônio (NH_4^+), cuja presença foi confirmada através da adição de hidróxido de sódio à amostra. Imediatamente, notou-se a alteração da coloração do papel de tornassol, que passou de vermelho para azul, acompanhada pelo odor forte característico da amônia liberada. Essa observação está de acordo com o que Vogel (1981) descreve, considerando esse teste como um dos mais sensíveis e específicos para o íon amônio, já que a volatilidade da amônia desloca o equilíbrio ácido-base da reação ($\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$), facilitando a detecção rápida, mesmo em concentrações baixas. Harris, Bonapace e Barcia (2012) também enfatizam que o teste ilustra de forma clara a aplicação do conceito de ácidos e bases segundo Brønsted-Lowry, oferecendo um valor pedagógico significativo na compreensão do deslocamento de prótons em solução.

A identificação do bário (Ba^{2+}) ocorreu a partir da adição de sulfato de amônio, com a formação de um precipitado branco característico de BaSO_4 , pouco solúvel em meio aquoso. A baixa solubilidade desse sal já é amplamente discutida na literatura como um dos métodos clássicos de identificação do bário, conforme descrito por Christian (2001). Para garantir a seletividade do ensaio, realizou-se a confirmação com cromato de potássio, que resultou na formação de um precipitado amarelo de BaCrO_4 . A literatura recomenda essa etapa confirmatória, pois outros cátions, como o estrôncio, podem apresentar comportamento semelhante frente ao sulfato, mas não reagem da mesma forma com o cromato (Svehla, 1999). Durante o processo também foi observada efervescência após a adição de ácido acético ao precipitado, o que indica a presença de carbonatos, uma vez que a reação com CH_3COOH liberou CO_2 . Tal resultado reforça a necessidade de controle das etapas experimentais, visto que Vogel (1981) já alerta para a interferência de carbonatos residuais em precipitações envolvendo o bário.

Na sequência, a análise do cálcio (Ca^{2+}) foi realizada utilizando oxalato de amônio como reagente precipitante, resultando na formação de um precipitado branco de $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. O uso desse reagente é defendido por Skoog et al. (2014) devido à sua seletividade em meio levemente básico, uma vez que íons como sódio, potássio e amônio permanecem solúveis, não interferindo no resultado. A confirmação foi obtida pelo teste de chama, que revelou coloração laranja-avermelhada característica, associada à emissão do cálcio em torno de 622 nm (Atkins; Jones; Laverman, 2012). A combinação dos dois métodos, precipitação e espectroscopia visual na chama, garante maior confiabilidade ao resultado. Entretanto, ressalta-se a necessidade de controle rigoroso do pH durante a precipitação, pois, segundo Silva e Penteado (2018), em meios inadequadamente ajustados pode haver solubilização parcial do oxalato ou co-precipitação com outros íons.

O magnésio (Mg^{2+}) foi identificado pela formação do precipitado branco cristalino de $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ em meio amoniacal. A baixa solubilidade deste sal, descrita por Harris, Bonapace e Barcia (2012), justifica sua utilização na separação seletiva desse cátion. A confirmação se deu pela reação com p-nitrobenzenoazoresorcinol, formando um complexo

azul-escuro de elevada especificidade para o magnésio (Skoog et al., 2014). A ocorrência dessa reação comprova não apenas a presença do cátion, mas também a eficácia da análise qualitativa clássica em distinguir íons mesmo em soluções contendo múltiplos componentes. Ressalta-se, contudo, que interferências ocasionadas por metais de transição poderiam alterar a coloração do teste, reforçando a necessidade da sequência metodológica correta, como destaca Vogel (1981).

Por fim, os íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) foram detectados por meio do teste de chama após calcinação da amostra, etapa essencial para eliminação de sais de amônio que poderiam interferir na análise. O sódio apresentou a típica chama amarelo-ouro intensa, resultado de transições eletrônicas com emissão em torno de 589 nm, enquanto o potássio exibiu chama violeta, que só pode ser visualizada mediante o uso de vidro azul de cobalto. Esse procedimento, já descrito por Greenwood e Earnshaw (2012), é amplamente utilizado para contornar a forte emissão do sódio, que tende a mascarar a presença do potássio. Ainda que o ensaio seja eficiente para fins didáticos, a literatura ressalta sua limitação em termos de especificidade e sensibilidade, motivo pelo qual técnicas instrumentais, como espectroscopia de emissão atômica, são indicadas para análises mais rigorosas (Atkins; De Paula, 2012).

Os resultados experimentais obtidos confirmam o valor dos métodos clássicos de análise qualitativa. Todas as observações experimentais – mudança de cor do papel de tornassol, formação de precipitados específicos e emissões características em teste de chama – estão em conformidade com o que a literatura descreve para os cátions analisados. Contudo, também foi possível observar limitações inerentes a esse tipo de análise, como possíveis interferências por íons com propriedades semelhantes, dependência do pH e da pureza dos reagentes, e a dificuldade de confirmação absoluta em casos de soluções complexas. Tais aspectos corroboram a visão de Harris et al. (2012) e Skoog et al. (2014), que ressaltam a importância de associar os métodos clássicos a técnicas instrumentais contemporâneas para maior precisão.

Conclusões

A análise qualitativa dos íons do grupo bário-magnésio (Ba^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e NH_4^+) confirmou a efetividade dos métodos clássicos de identificação, que integram soluções de precipitação, liberação de gases e testes de chama. Os resultados alcançados confirmaram a presença dos cátions analisados e permitiram a conexão das observações experimentais a conceitos essenciais, como equilíbrio químico, solubilidade, seletividade e comportamento eletrônico.

A prática demonstrou que métodos tradicionais, mesmo sendo simples, têm uma grande importância pedagógica. Eles promovem a interação entre teoria e prática, incentivam o pensamento analítico e auxiliam no aprimoramento de habilidades fundamentais para o trabalho em laboratório, como exemplo os cuidados com os reagentes, a observação minuciosa de características e a análise crítica de resultados.

Assim, além de cumprir os objetivos de separação e identificação dos íons, o experimento destaca a relevância da Química Analítica Qualitativa na formação acadêmica. Sua aplicação ultrapassa a mera identificação de espécies químicas, tornando-se um

instrumento educativo que estimula a independência na pesquisa, a compreensão integrada dos processos químicos e a valorização da experimentação como um recurso essencial no ensino e na prática profissional da Química.

Referências

- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ATKINS, P.; W. PAULA, J. de. **Físico-Química**, volume 2. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- BARBOSA, G. P. **Química Analítica: Uma Abordagem Qualitativa e Quantitativa**. 1. ed. São Paulo (SP): Saraiva. 2014.
- CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- CHRISTIAN, G. D. **Química analítica**. 6. Ed. São Paulo: LTC, 2001.
- GILREATH, E. S. **Qualitative Analysis**. Mc-Graw-Hill. New York: 1954.
- GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. **Química dos elementos**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- HARRIS, D. C.; BONAPACE, J. A. P.; BARCIA, O. E. **Análise química quantitativa**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MESSEDER, J.; SANTOS, R.; CASTRO, D. Variações de ensaios de chamas como propostas experimentais para o ensino de Química. **Educação química em ponto de vista**, Rio de Janeiro, v.2, n. 1, p. 147, junho, 2018.
- SILVA, A. L.; PENTEADO, J. R. **Solubilidade de compostos iônicos: aplicações em química analítica**. Química Nova na Escola, v. 40, n. 1, p. 19-26, 2018.
- SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- TUBINO, M. **Programa da disciplina Química Analítica Qualitativa**. Campinas, Instituto de Química, Universidade estadual de Campinas. 2006.
- VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5 ed. Mestre Jou, 1981.
- WHITTEN, K. W.; DAVIS, R. E.; PECK, M. L. **General Chemistry With Qualitative Analysis**. 5. ed. Flórida: Saunders College Publishing, 1996.