

**REMOÇÃO DE ÍON COBRE (II) PRESENTE EM RESÍDUOS PELO MÉTODO DE
PRECIPITAÇÃO SELETIVA**

THALLIS MARTINS SOUZA¹, ROBSON AUGUSTO PEREIRA²; FELIPE MOREIRA PINTO³,
ADELIR APARECIDA SACZK⁴, ZUY MARIA MAGRIOTIS⁵

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de remover o íon Cu^{2+} proveniente de resíduos de análise de proteína, gerado pelo Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Para este estudo, utilizou-se o método da precipitação seletiva. O íon cobre (II) foi precipitado na forma de sulfeto (CuS) utilizando-se uma solução de tioacetamida 3,0% (m/v). A concentração final de Cu^{2+} no resíduo foi determinada pela técnica de absorção atômica, encontrando-se o teor de $0,134 \text{ mg L}^{-1}$, estando dentro do limite permitido pela legislação vigente. A recuperação do íon cobre (II) foi possível por meio da conversão do sulfeto em sulfato, com a adição de HNO_3 concentrado. Dessa forma, o sulfato de cobre (II) pode ser reutilizado no mesmo processo em que foi gerado como resíduo, minimizando os gastos com a aquisição de reagentes e os impactos ambientais com o descarte sem o tratamento adequado.

Palavras-chaves: cobre, resíduo químico, precipitação seletiva, remoção, tratamento, recuperação

INTRODUÇÃO

As atividades antropogênicas contribuem de forma significativa na liberação de substâncias, muitas, nocivas ao ambiente no qual são descartadas. Fatores como: o desenvolvimento industrial e o crescimento populacional tornaram-se alvo de preocupação, sobretudo nas últimas décadas com a necessidade de se controlar as emissões desses compostos, seja através da atmosfera, do solo ou mesmo da água (BENDASSOLLI *et al.*, 2003).

A partir dessa necessidade, as universidades, que são formadoras de indivíduos conscientes de sua cidadania, além de contribuir para o crescimento sustentável e justo da sociedade por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão, buscam dar a sua parcela no incentivo à preservação ambiental e à minimização dos impactos gerados no meio ambiente por meio do controle e do tratamento dos resíduos gerados por essas instituições, mais especificadamente, os resíduos químicos (JARDIM, 1998). Dessa forma, buscam-se metodologias para o reaproveitamento dessas substâncias, seja no mesmo processo de emissão, ou ainda em outros processos como matéria-prima, diminuindo o gasto excessivo de reagentes, além de controlar o descarte inadequado, podendo provocar danos ao meio ambiente e à comunidade ao seu redor.

Alguns compostos devem ter uma preocupação maior, como por exemplo, os metais pesados, que são definidos como aqueles que apresentam alto peso específico, embora o termo seja usado para se referir aos metais que podem causar danos à saúde dos seres vivos e ao meio ambiente quando expostos a uma concentração elevada (TAVARES & CARVALHO, 1992). Entretanto, há alguns elementos que são necessários aos seres vivos, em concentrações adequadas para o bom desempenho das atividades metabólicas, funcionando como nutrientes fundamentais, tais como: cobre, molibdênio, cobalto, manganês, zinco, dentre outros (SODRÉ *et al.*, 2001). Quando essa concentração

¹ Graduando em Licenciatura em Química, UFLA, thallis.martins@hotmail.com

² Graduando em Licenciatura em Química, UFLA, robson_quimica@hotmail.com

³ Mestrando em Agroquímica, DQI/UFLA, felipemoreirap@hotmail.com

⁴ Professora Adjunta, DQI/UFLA, adelir@dqi.ufla.br

⁵ Professora Adjunta, DQI/UFLA, zuy@dqi.ufla.br

se torna elevada, esses metais podem potencializar sérias consequências, perdendo a capacidade de executar as funções vitais de forma adequada. Por outro lado, há um grupo de metais que são considerados perigosos, como por exemplo: mercúrio, cádmio e chumbo, uma vez que não desempenham funções essenciais à manutenção dos seres vivos (OLIVIER *et al.*, 2008). Dessa forma, eles representam uma ameaça à cadeia alimentar, pois podem se acumular em um indivíduo e favorecer o processo de biomagnificação, que ocorre quando a concentração de um determinado poluente aumenta de acordo com os níveis tróficos mais elevados.

Dentre os vários métodos de remoção de metais pesados, a precipitação seletiva (AGUIAR *et al.*, 2002), pode ser utilizada devido à facilidade de execução e rapidez do processo (TUZEN & SOYLAK, 2009). Para que esse método seja eficaz, algumas condições devem ser satisfeitas: o precipitado formado deve apresentar baixa solubilidade e ser de fácil separação (BACCAN *et al.*, 2001).

Assim, o objetivo deste trabalho foi remover e recuperar o íon cobre (II), presente em resíduos químicos, utilizando-se o método da precipitação seletiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo das análises de proteínas apresenta as substâncias: CuSO₄, K₂SO₄, H₂SO₄, NaOH, pH igual a 1,2, coloração azul característica dos sais de cobre (II) e volume de 2,0 L. Este resíduo foi encaminhado ao Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Químicos (LGRQ) onde foram realizados os procedimentos para o tratamento adequado.

A precipitação do íon Cu²⁺ foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, o resíduo foi aquecido até a ebulição, adicionou-se 180 mL da solução de tioacetamida 3,0% (m/v) e deixou-se em repouso por 30 minutos. Em seguida, cessou-se o aquecimento e a solução foi filtrada a vácuo, à temperatura ambiente. O precipitado retido em papel de filtro foi secado em estufa por 4 horas a uma temperatura de 40°C. O sobrenadante foi armazenado pois, devido à coloração azulada, ainda havia indícios da presença de cobre (II) em solução. Para confirmar sua presença, foi realizada a quantificação por meio da espectroscopia de absorção atômica e, logo depois, uma segunda etapa de precipitação e quantificação foi realizada seguindo os mesmos procedimentos que a primeira. Entretanto, o volume de tioacetamida 3,0% (m/v) utilizado nesta última foi de 70,0 mL.

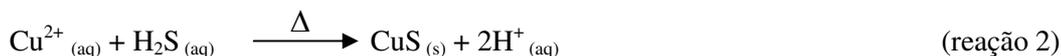
Para a recuperação do sulfato de cobre (II), o precipitado de sulfeto de cobre (II) foi oxidado com a adição de HNO₃ concentrado e aquecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizou-se uma solução de tioacetamida 3,0% (m/v), por ser uma fonte de sulfeto, conforme a reação de hidrólise:



Dessa forma, o produto principal formado, H₂S, reage em meio ácido com o íon Cu²⁺ em solução, dando origem a um precipitado de coloração preta de fácil separação:



Algumas vantagens de precipitar o íon cobre (II) na forma de sulfeto se deve à baixa solubilidade em meio aquoso, uma vez que o seu produto de solubilidade (K_{ps}) é 1,00 x 10⁻⁴⁴ e a possibilidade de recuperar na forma de sulfato de cobre (II), que pode ser reaproveitado no mesmo processo de onde o resíduo foi gerado, formando um ciclo: geração-tratamento-recuperação-reaproveitamento. Além disso, pelo fato da reação 2 obter um produto de mais fácil separação em pH ácido, não foi necessário o ajuste dessas condições, uma vez que o pH inicial era de 1,2, considerado ideal para que a reação se processasse adequadamente.

Uma alíquota do resíduo inicial foi coletada e levada ao Laboratório de Análise Foliar no Departamento de Química da UFLA para que a concentração inicial de Cu^{2+} fosse quantificada por espectroscopia de absorção atômica.

As concentrações foram determinadas a partir da equação da reta $y = 5,69 \times 10^{-1} x + 1,18 \times 10^{-3}$ com coeficiente de correlação linear 0,9997 e os resultados encontram-se na Tabela 1.

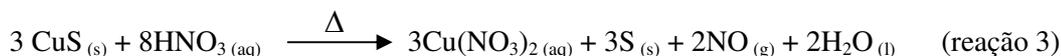
Tabela 1: Leitura das amostras dos sobrenadantes e suas respectivas concentrações.

| Amostras | Concentração de Cu^{2+} (mg L^{-1}) |
|-------------------------------|--|
| Resíduo inicial | 8,98 |
| 1º sobrenadante (1ª etapa) | 6,23 |
| 2º sobrenadante (2ª etapa) | 0,134 |

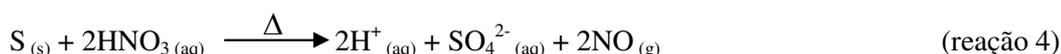
Dessa forma, pode-se observar que, devido à baixa solubilidade do CuS , na segunda precipitação já foi possível remover os íons Cu^{2+} da solução. A concentração final de $0,1340 \text{ mg L}^{-1}$ no 2º sobrenadante permite que ele seja descartado na rede de esgoto, segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º. 357/2005, que autoriza uma concentração máxima de Cu^{2+} total de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ para lançamento de efluentes. Entretanto, para que o descarte fosse realizado de forma correta, foi necessário a neutralização do sobrenadante com uma solução de NaOH , até que o pH estivesse entre 6 e 8.

A massa do precipitado de sulfeto de cobre (II) recuperado foi de 13,24 g, sendo 11,48 g e 1,76 g proveniente da primeira e da segunda etapa, respectivamente.

O precipitado recuperado foi solubilizado adicionando-se cerca de 50,0 mL de HNO_3 concentrado, de acordo com a reação 3:



Entretanto, com o aquecimento prolongado, o precipitado amarelo de enxofre é oxidado a sulfato, conferindo uma coloração azulada, devido à formação de sulfato de cobre (II), como mostra a reação 4:



Após esse procedimento, foi possível recuperar aproximadamente 50,0 mL de uma solução de CuSO_4 , podendo ser reutilizada como matéria-prima no mesmo processo no qual foi gerado como resíduo.

CONCLUSÃO

A remoção do íon Cu^{2+} foi satisfatória quando utilizado o método de precipitação seletiva, recuperando uma massa de 13,24 g de CuS . A concentração final de cobre em solução foi de aproximadamente $0,1340 \text{ mg L}^{-1}$, 10 vezes menor que o limite máximo permitido pela legislação vigente, que é de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de cobre dissolvido para o lançamento de efluentes. Além disso, recuperou-se sulfato de cobre (II), que pode ser reutilizado na fonte geradora do resíduo, minimizando o gasto excessivo de reagente e os impactos ambientais, bem como a economia ao adquiri-lo.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGUIAR, M. R. M. P., NOVAES, A. C. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, Vol. 25, N.º. 6B, p. 1145-1154, 2002.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

BACCAN, N. *et al.* **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3ª ed. rev. ampl. e reestr. São Paulo: Edgar Blucher e Instituto Mauá de Tecnologia, 2001, 308 p.

BENDASSOLLI, J. A., MÁXIMO, E., TAVARES, G. A., IGNOTO, R. F. Gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas no Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP. **Química Nova**. Vol. 26. Nº. 4. p. 612-617. 2003.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**. Vol. 21. Nº. 5. 1998.

OLIVIER, S., SILVA, V. L. da, SOBRINHO, M. A. M. Resíduos industriais ricos em metais pesados e implicações ambientais associadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. Nº. 9. abr./2008.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em 12 ago. 2010.

SODRÉ, F. F., LENZI, E. Utilização de modelos físico-químicos de adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. **Química Nova**, Vol. 24, nº 3, São Paulo, mai./jun., 2001

TAVARES, T. M., CARVALHO, F. M. Avaliação de exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do Recôncavo Baiano. **Química Nova**, vol. 15. Nº. 2, 1992

TUZEN, M., SOYLAK, M. Multi-element coprecipitation for separation and enrichment of heavy metal ions for their flame atomic absorption spectrometric determinations. **Journal of Hazardous Materials**, vol. 162, p. 724-729, 2009.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5ª ed. rev. por G. Svehla. São Paulo. Mestre Jou. 1981.