

VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí

VI Jornada Científica

21 a 26 de outubro de 2013

Gerenciamento dos resíduos químicos laboratoriais: preparo de soluções contendo Cromo (VI), Cobre (II), ácidos e bases para destino final

Gustavo Henrique Branco VAZ¹; Vássia Carvalho SOARES²;

¹Estudante de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) – FAPEMIG

²Professora do IFMG *campus*- Bambuí

RESUMO

Dentre os reagentes mais tóxicos gerados nas aulas práticas de Química Geral e Química Analítica do IFMG _ *Campus* Bambuí destacam-se soluções contendo cromo hexavalente e cobre divalente. Outro problema encontrado é o grande volume de soluções ácidas e básicas produzidas que, caso lançadas no efluente sem prévia neutralização, afetam gravemente o pH do mesmo. O gerenciamento destes resíduos químicos é de vital importância para a preservação do meio ambiente, uma vez que reagentes contendo cromo hexavalente e cobre divalente possuem características carcinogênicas e mutagênicas. Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo tratar soluções contendo cromo (VI), soluções ácidas e básicas para descarte em local apropriado e reciclar soluções contendo cobre (II) reaproveitando pilhas usadas. As soluções ácidas e básicas obtidas já foram neutralizadas e descartadas, a redução de cromo (VI) a cromo (III) foi iniciada, porém a utilização de peróxido de hidrogênio de baixa concentração não foi suficiente para completar uma das reações do processo de redução. A reciclagem das soluções de cobre (II) não foi iniciada, pois não houve acúmulo de resíduo suficiente, porém já houve abertura de pilhas utilizadas para retirada do copo de zinco metálico, visto que este material será utilizado no processo de reciclagem das soluções de cobre.

Palavras-Chave: gestão de resíduos, neutralização, meio ambiente.

INTRODUÇÃO:

O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser amplamente discutido nos anos de 1990, sendo de vital importância para as grandes instituições geradoras, incluindo as Instituições de Ensino. Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem baixo volume, mas grande diversidade de composições, o que dificulta a tarefa de estabelecer um tratamento químico e/ou uma disposição

VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí

VI Jornada Científica

21 a 26 de outubro de 2013

final padrão para todos. Na maioria dos casos os resíduos são estocados de forma inadequada e ficam aguardando um destino final. Infelizmente, a cultura ainda dominante é de descartá-los na pia do laboratório, já que a maioria das instituições públicas brasileiras de ensino e pesquisa não tem uma política institucional clara que permita um tratamento global do problema (Gerbase et al., 2005). O cuidado para com o descarte de resíduos químicos oriundos de laboratórios de ensino e pesquisa é antes de tudo, um compromisso moral para com a sociedade (Jardim, 1998).

O tratamento de um resíduo (aquoso) de laboratório exige a aplicação dos conhecimentos básicos de equilíbrio químico: neutralização ácido-base; escolha do agente precipitante de metais pesados e/ou de ânions presentes no resíduo, minimizando riscos de solubilização dos mesmos por complexação; aplicação de reações de oxirredução para eliminar espécies presentes no resíduo e/ou destruir o excesso de algum reagente (precipitante, oxidante, redutor) adicionado. O efluente final deve ser límpido e incolor, ter pH em torno de 7, apresentar caráter redox indiferente, e se enquadrar nos requisitos do cap. IV da Resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (Borges et al., 2011).

Diante do exposto, este projeto tem como objetivos: tratar soluções contendo cromo (VI) para descarte; reciclar soluções contendo cobre (II); propor reuso para as soluções ácidas e básicas, visando diminuir o volume de efluente; tratar soluções ácidas e básicas antes do descarte, por meio de neutralização; reaproveitar pilhas usadas, transformando-as em insumos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está sendo realizado no laboratório de físico-química do IFMG- *Campus* Bambuí, utilizando soluções oriundas das aulas práticas de química geral e química analítica. As soluções contendo cromo (VI) serão tratadas para descarte, por meio da redução do cromo (VI) a cromo (III), o qual não possui características redutoras e é estável. As soluções contendo cobre (II) serão tratadas de forma a reutilizar o cobre em aulas posteriores como solução de sulfato de cobre (II). No caso das soluções ácidas e básicas, será feita uma triagem a fim de verificar a possibilidade de reuso das mesmas da forma como se encontram. No caso da impossibilidade de reuso as soluções serão neutralizadas e descartadas.

A coleta de resíduos foi feita em frascos de 1 L, sendo o conteúdo dos frascos registrados em etiqueta contendo o nome do resíduo, data e a análise que originou o resíduo. Quando um ou

VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí

VI Jornada Científica

21 a 26 de outubro de 2013

mais frascos ficarem cheios eles devem ser tratados, após a medição do volume exato de cada resíduo.

A neutralização consiste em minimizar a periculosidade do resíduo. As soluções ácidas e básicas serão misturadas entre si a fim de neutralização, observando-se a concentração das mesmas. Caso seja necessário ajuste, serão utilizadas as soluções mais concentradas de ácido ou base, conforme necessidade. Ao atingir pH 7,0 ($\pm 0,2$) as soluções serão descartadas na pia.

As aulas práticas de química geral e analítica geram apenas soluções contendo cromo (VI) na forma de cromato (CrO_4^{2-}) e dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). As soluções de cromato são amarelas enquanto as soluções de dicromato são alaranjadas. Para redução do cromo (VI) a cromo (III) parte-se do dicromato. Para tanto, as soluções, caso apresentem coloração amarela indicando a presença de cromato serão tratadas com ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹ até que adquiram coloração alaranjada, de acordo com a reação: $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \leftrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

A solução de dicromato será, então, tratada com peróxido de hidrogênio para obtenção de pentóxido de cromo: $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CrO}_5(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

A solução é muito instável e decompõe-se rapidamente, pois o pentóxido de cromo decompõe-se em cromo (III) e oxigênio: $4\text{CrO}_5(\text{aq}) + 12\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 4\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{O}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

As soluções contendo cromo (III) são verdes ou violetas. Nas soluções verdes, o complexo pentaquomonoclorocromato (III), $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$, ou o complexo tetraquodictlorocromato (III), $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$, está presente. Nas soluções violetas o íon hexaquocromato (III), $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, está presente (Vogel, 1981). Assim, o ponto final da reação poderá ser indicado pela coloração da solução.

As soluções contendo cobre (II) serão previamente purificadas a fim de eliminar completamente outros componentes que podem estar presentes na solução, seguido da produção de uma solução de cobre (II). Parte da solução obtida será quantificada e destinada a aulas que utilizem soluções de sulfato de cobre. A outra parte da solução será utilizada para obtenção de cobre metálico, insumo para aulas práticas de química geral.

À solução contendo cobre (II) será adicionado NaOH 3 mol L⁻¹ para produção de hidróxido de cobre (II) conforme a reação: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$

A solução será então aquecida, sobre constante agitação, até que todo hidróxido de cobre tenha se transformado em óxido de cobre (II) preto: $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí

VI Jornada Científica

21 a 26 de outubro de 2013

Será realizada decantação para separar o óxido de cobre (II) do sobrenadante. Caso necessário esta etapa será repetida. O sobrenadante será neutralizado conforme item 3.1 descrito anteriormente. Será adicionado ao precipitado, gota a gota, ácido sulfúrico 6 mol L^{-1} , sob agitação até que todo óxido de cobre (II) seja transformado em sulfato de cobre (II): $\text{CuO}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

A solução obtida neste ponto, conforme descrito anteriormente, terá dois destinos: (a) quantificação da concentração da solução para uso como tal, e (b) produção de cobre metálico.

Será preparada uma solução estoque de sulfato de cobre pentaidratado $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, a qual será diluída para as seguintes concentrações: $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, $0,3 \text{ mol L}^{-1}$, $0,4 \text{ mol L}^{-1}$. As soluções serão medidas no espectrofotômetro UV/VIS, com o comprimento de onda único determinado. Feita a curva de calibração, a concentração da solução de sulfato de cobre recuperada será determinada. A solução será rotulada e estocada para uso posterior.

Com a finalidade de se obter cobre metálico será adicionado zinco metálico à solução de sulfato de cobre (II) até que a solução azulada perca sua cor, de acordo com a reação: $\text{CuSO}_4(aq) + \text{Zn}(s) \rightarrow \text{Cu}(s) + \text{ZnSO}_4(aq)$

Caso sejam observados pedaços de zinco metálico que não reagiram, será adicionado ácido clorídrico concentrado a quente. O cobre metálico produzido será separado do sobrenadante por decantação, lavado com água deionizada e seco em estufa a 105°C por 2 horas ou até que apresente peso constante.

O zinco metálico utilizado neste procedimento será proveniente das placas de zinco presentes em pilhas não alcalinas. Além do zinco metálico, a pilha comum possui outros insumos utilizados em laboratório como, por exemplo, o bastão de carbono que possui utilidade em experimentos envolvendo eletrólise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o 1º semestre de 2013 foram coletados em aulas práticas 2,2 L de soluções básicas, 200 mL de soluções ácidas, 300 mL de soluções contendo cromo (VI) e 200 mL de soluções contendo cobre (II).

As soluções básicas foram neutralizadas com as soluções ácidas, sendo necessário uso de ácido clorídrico comercial para que se atingisse o pH 7,0. Após neutralização, a solução foi

VI Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí

VI Jornada Científica

21 a 26 de outubro de 2013

descartada na pia. Como foi gerada uma baixa quantidade de soluções contendo cromo (VI) e cobre (II), as mesmas serão tratadas no final do 2º semestre de 2013, juntamente com as soluções geradas no respectivo semestre. O zinco metálico e os bastões de carbono já foram obtidos de pilhas usadas.

CONCLUSÃO

Trabalho ainda em andamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, Bruno Gabriel Alves Leite; SILVA, Cristiano Nunes da; GUEDES, Lidiane Kallyne da Silva e AFONSO, Júlio Carlos. Recuperação de chumbo, mercúrio e elementos dos grupos 4 a 7 da tabela periódica de seus resíduos. **Química Nova**. 2011, vol.34, n.4, pp. 720-729. ISSN 0100-4042.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**. Vol. 28, n. 1, p 3.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**. 1998, vol. 21, n. 5, p. 671 – 673.