

REVISÃO SOBRE MÉTODOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE MANGANÊS ORIUNDOS DE LABORATÓRIOS DE ENSINO

Camilla Pinto Corrêa¹

Pedro Antônio Alves Fernandes²

Cíntia Maria Cordeiro Kingma³

Denise Barros de Almeida Barbosa⁴

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos

Resumo

A experimentação é uma ferramenta essencial no processo de aprendizagem na Química, permitindo a melhor compreensão e a visualização dos temas abordados em teoria. Porém esta prática apesar de ser extremamente positiva no aprendizado, leva a geração de resíduos químicos que precisam de tratamento e disposição ambientalmente adequada. O permanganato de potássio (KMnO₄) é um potencial poluidor ao ser descartado de maneira inadequada e oferece riscos de contaminação tanto aos humanos quanto à biota aquática, além de influenciar no equilíbrio ambiental por ser um forte oxidante. Seu uso é bastante comum em laboratórios de ensino, o que justifica uma preocupação quanto ao seu tratamento. Este estudo teórico teve como objetivo reunir as metodologias de tratamento ambientalmente adequadas e mais utilizadas para o KMnO₄. O processo de precipitação química é o mais comumente empregado nas metodologias encontradas, utilizando reagentes como ferro, bissulfito de sódio, carbonato de sódio, hidróxido de sódio e tiosulfato de sódio. Todos os métodos encontrados se mostraram viáveis e aplicáveis em aula, sendo processos simples, possibilitando, em alguns casos a reciclagem de produtos gerados em outros processos e utilizando-os como reagentes e o reaproveitamento do produto gerado no tratamento. Assim, o tratamento se faz eficaz tanto para o descarte ambientalmente correto dos resíduos quanto como ferramenta de aprendizagem de processos químicos e educação ambiental.

Palavras-chave: Permanganato de potássio; Aulas Práticas; Precipitação Química.

¹Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, camillacorrea4@gmail.com.

²Aluno bolsista do Grupo de Educação Tutorial da Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora (GET-ESA da UFJF) do Curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, pedro.alvesfern@gmail.com.

³Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, cintia.kingma@engenharia.ufjf.br.

⁴Pro^{fa}. Dr^a. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Juiz de Fora, Departamento de Educação e Ciências, denise.barbosa@ifsudestemg.edu.br.

INTRODUÇÃO

No que se refere ao aprendizado, assimilação e motivação, a experimentação possui grande importância como ferramenta para uma compreensão didática no ensino. Cada vez mais discentes têm acesso às aulas experimentais, porém a disposição dos resíduos constitui-se em uma questão legal, ambiental e ética, que vem gerando preocupação, devido à sua disposição incorreta que acarreta grandes consequências ambientais e sociais (NAIME, 2012).

O permanganato de potássio (KMnO_4) é um composto muito utilizado em aulas experimentais de química, principalmente em temas que envolvem reações de oxirredução. No entanto, pode ser muito prejudicial à saúde humana sendo capaz de provocar diversos distúrbios neurológicos, pois é um agente oxidante que em contato com água é convertido espontaneamente em dióxido de manganês (QUINÁGLIA, 2006). Além disso, FRANÇA (2009) constatou que a presença de KMnO_4 na água, apresenta toxicidade aguda para a ecologia aquática, sendo um poluente que atua em diferentes níveis tróficos.

Dessa forma, com o intuito de fazer o correto descarte dos resíduos gerados, este trabalho objetiva uma revisão teórica sobre as melhores formas de tratamento do permanganato de potássio, que sejam ambientalmente adequadas e economicamente viáveis no cotidiano de um laboratório de ensino.

METODOLOGIA

Os tratamentos disponíveis na literatura adequados para o objetivo traçado foram segregados segundo critérios estabelecidos a partir de um estudo feito no Laboratório de Pesquisas e Experimentos em Nanociência (LPEN) do IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora em 2015, considerando procedimentos de fácil realização e acessíveis para laboratórios de ensino (OLIVEIRA, 2015). Acessou-se as plataformas de pesquisa Scielo, Periódicos Capes e Scholar Google, fichas de produtos químicos e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Os arquivos selecionados foram analisados e agrupados, de modo a resumir formas de tratamento do permanganato de potássio, possibilitando uma análise crítica envolvendo ensino químico e gerenciamento de resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação química é a técnica de tratamento mais empregada para o permanganato de potássio. Assim, selecionamos métodos baseados neste processo, conforme mostrado abaixo:

Tabela 1: Autores e seus respectivos estudos sobre o tratamento do KMnO_4

AUTOR	PRECIPITADO POR	EQUAÇÃO QUÍMICA
MAGRIOTIS, 2016	Fe^0 e Fe^{+2} (ambas em meio ácido)	$2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{Fe}^0 + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{Fe}^{3+} + 8 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 5 \text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O}$
MEDINA, 2010	H_2O_2	$2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{KOH} + 2 \text{MnO}_2 + 3 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
OLIVEIRA, 2015 Adaptado (CPPCRQ – UNIFAL/MG, 2006)	NaHSO_3 (em meio ácido H_2SO_4) seguido por Na_2CO_3	$2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 5 \text{NaHSO}_3 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{NaHSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MnCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
BENTO & PAIM 2015	NaOH e $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$8 \text{KMnO}_4 + 14 \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 8 \text{Na}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{KOH}$

O permanganato de potássio é um oxidante forte que contém o manganês no estado de oxidação +7 e possui duas meias células de redução diferentes que dependem do pH. Sob condições fortemente ácidas, o permanganato pode aceitar cinco elétrons. Todavia, sob condições neutras a alcalinas, a redução de meia-célula para no estado de +4, com redução de três elétrons, formando o dióxido de manganês insolúvel (VOGEL, 1992).

O uso de bissulfito de sódio (NaHSO_3) para a redução do KMnO_4 gera uma reação exotérmica com risco de explosão, pois o permanganato de potássio é um oxidante forte que reage violentamente com substâncias redutoras energéticas (BENDASSOLLI, 2011). Tendo isso em vista, MAGRIOTIS (2016) desenvolveu uma abordagem sustentável que valoriza a economia circular, ao utilizar-se de resíduos (cavacos) provenientes do processo de usinagem, rico em ferro, como agente redutor. A reação de Fe^0 ou Fe^{2+} com MnO_4^- consome H^+ , fornecido pelo meio ácido, o que promove um aumento de pH e consequente precipitação das espécies $\text{Fe}(\text{OH})$ e de $\text{Mn}(\text{OH})_2$, em seguida filtra-se e neutraliza a solução para ser descartada na pia. Por outro lado, a abordagem de OLIVEIRA (2015), faz uso do NaHSO_3 . Nesse caso, é feita a acidificação da solução de permanganato de potássio com H_2SO_4 e usa-se uma solução de baixa concentração de bissulfito de sódio (10%) para reduzir a espécie de manganês e remover a cor. Já o

Na_2CO_3 teve por objetivo causar a precipitação, na forma de MnCO_3 e ainda neutralizar a solução, para que, após a filtração, fosse descartada na pia.

O peróxido de oxigênio (H_2O_2) é um oxidante energético usado para descoloração de efluentes (MEDINA, 2010), dessa forma, sabendo que o KMnO_4 possui comportamento anfótero, na presença de H_2O_2 , reduz para a forma precipitada de óxido de manganês IV (MnO_2) passível de filtração. Por fim, a proposta de BENTO & PAIM (2015) já faz uso do hidróxido de sódio (NaOH) e tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). O tratamento do resíduo foi realizado com o objetivo de decompor o KMnO_4 por redução do número de oxidação do manganês. Assim, o resíduo é acrescentado em uma solução de NaOH (0,2 mol/L) e o $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ é adicionado até a cor púrpura característica do permanganato desaparecer. Após agitação, a mistura foi diluída em água e filtrada.

Os resultados da maioria dos métodos foram apresentados com os espectros de absorção molecular no UV-Vis, antes e após o tratamento, no comprimento de onda de 520nm a 530nm, faixa de máxima absorção para o composto permanganato de potássio. Os resultados apresentaram expressiva queda nos valores de absorbância, como (MAGRIOTIS, 2016) que analisou a concentração de permanganato (MnO_4^-) ao longo do processo, determinada no comprimento de onda de 525nm, obtendo a redução de MnO_4^- de 99% em 15 minutos de reação em pH 1 e 2, e de 99% em 24 horas em pH 3. No entanto, o estudo de (MEDINA, 2010), apenas aponta que o manganês foi precipitado na forma de óxido de manganês IV, limitando a análise de eficiência do método.

Por conseguinte, o tratamento de resíduos pode-se apresentar também como ferramenta educacional para aprendizagem de vários temas dentro do ensino de química interligado a uma concepção ambiental e pode ser associada à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), que consiste em uma proposta didática utilizada como uma forma de se compreender as inter-relações entre seus quatro aspectos, visando à introdução de concepções do cotidiano do estudante no seu desenvolvimento científico e tecnológico (BORGES *et al.*, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na literatura foram encontrados, principalmente, métodos que utilizam a precipitação do manganês como solução de tratamento. O estudo com Fe^0 , Fe^{2+} se mostra vantajoso, uma vez que possibilita a utilização de resíduos do processo de usinagem como agente redutor. A utilização de bissulfito de sódio e carbonato de sódio como reagentes também se mostrou viável para o tratamento, observou-se uma queda nos valores de concentração do manganês nos estudos, destacando a efetividade dos métodos.

Visando a possível entrada desse gerenciamento na rotina de ensino como uma proposta educacional com ganho da consciência ambiental, essa revisão possibilita que o professor privilegie a experimentação mais limpa, explorando também seu potencial socioambiental no processo de formação do educando.

REFERÊNCIAS

- BENTO, W. A. S.; PAIM, A. P. S. Waste Treatment of Copper, Silver, Lead, Chromium and Potassium Permanganate Generated in the Chemistry Lab of UFPE. *Ambiência*, vol. 11, 2015.
- BORGES, C. O. et al; Vantagens da Utilização do Ensino CTSA Aplicado à Atividades Extraclasse. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010.
- FRANÇA, J. G de. Toxicidade aguda e crônica do permanganato de potássio em *Oreochromis niloticus*, *Ceriodaphnia dubia* e *Pseudokirchneriella subcapitata*. 2009. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- JEFFERY, G.H, BASSET, J, MENDHAM, J., DENNEY, R. C., VOGEL: Química Analítica Quantitativa, 5a edição, Ed. Livros Técnicos e Científicos Ltda., Rio de Janeiro, RJ, 1992.
- MEDINA, A. F.; SANTOS, D.F.; Brito, N, N. Gerenciamento de resíduos de aulas práticas de Química. *Engenharia Ambiental*. Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.3, p.12-20, 2010.
- MAGRLOTIS, Z. M.; ZACZK, A. A.; PINTO, F. M. Tratamento e recuperação de manganês oriundo de indústrias de papel e celulose utilizando ferro residual do processo de usinagem. Titulares: Universidade Federal de Lavras, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. BR n. PI 1103061-5 A2. Depósito: 16 jun. 2011. Concessão: 19 jan. 2016.
- NAIME, R.H.; SPILKI, F.R. Preservação ambiental e o caso especial do manejo de resíduos de laboratório: conceitos gerais e aplicados. Universidade FEEVALE, Rio Grande do Sul, 2012.
- OLIVEIRA, G.C.; CORRÊA, C.P.; MARTINS, G.S.; PIRES, D.L.P.; COUTINHO, L.; LARA, A.A.C.; TOLEDO, T.A., BARBOSA, E.P.; BARBOSA, D.B.A. Tratamento de resíduos de manganês oriundos de aulas práticas. 55º Congresso Brasileiro de Química, 2015.
- QUINÁGLIA, G.A. Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista. Tese de doutorado. USP, São Paulo, 2006.
- UNIFAL – MG. Comissão de Riscos Químicos. Tratamento de Resíduos: Permanganato de Potássio.