






Tratamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino que contém íons prata e cromo

Jeysla Albuquerque Assunção^a , Diógenes de Sousa Neto^a , Renata Ferreira Lins^{a*} 

^a Universidade Federal do Norte do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (renata.ferreira@uft.edu.br)

INFO

Keywords

chemical treatment
chrome
silver
sustainability

ABSTRACT

Treatment of chemical waste generated in teaching laboratories that contains silver and chromium ions

Considering the importance of treating chemical waste obtained in UFNT chemistry laboratories, and with a view to reducing the amount of waste stored in the Araguaína Campus laboratories and its impact on the environment, this work aims to carry out the treatment of waste containing ions silver and chrome in the laboratories of the Chemistry Degree course at the Federal University of Northern Tocantins (UFNT). These actions aim to develop economically and environmentally viable minimization, treatment and reuse measures. To treat waste containing silver and chromium ions, methodologies proposed in the literature were used. First, the supernatant was separated from the precipitate by simple filtration. Then, the precipitate was dried in an oven and stored for subsequent treatment and obtaining silver salts. The supernatant was stored for treatment with sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) and sodium hydroxide to form a precipitate. From the treatment of waste, silver chloride and chromium hydroxide were obtained, considerably reducing the volume of these wastes in the laboratory.

RESUMO

Palavras-chaves

tratamento químico
cromo
prata
sustentabilidade

Considerando a importância de tratamento de resíduos químicos obtidos nos laboratórios de química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e tendo em vista reduzir a quantidade de resíduos armazenados nos laboratórios do Campus Araguaína e seu impacto ao meio ambiente, este trabalho tem como objetivo realizar o tratamento de resíduos contendo íons prata e cromo nos laboratórios do curso de Licenciatura em Química da UFNT. Essas ações visam desenvolver medidas de tratamento e minimização viáveis economicamente e ambientalmente. Para realizar o tratamento dos resíduos contendo íons de prata e cromo foram utilizadas metodologias propostas na literatura. Primeiramente separou-se o sobrenadante do precipitado por filtração simples e em seguida, o precipitado foi seco em estufa e armazenado para posterior tratamento e obtenção de sais de prata. O sobrenadante foi tratado com tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e hidróxido de sódio para formação de composto de cromo. A partir do tratamento dos resíduos obteve-se cloreto de prata e hidróxido de cromo reduzindo consideravelmente o volume destes rejeitos em laboratório.



INTRODUÇÃO

Os resíduos químicos gerados pelas instituições de ensino e pesquisa brasileiras estão associados a diversos efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, muitos desses produtos gerados em laboratório não são condicionados e/ou descartados corretamente. De acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a gestão adequada de produtos químicos e resíduos é uma meta específica dentro dos ODS 6 e 12 – “Assegurar padrões de produção, consumo e descarte sustentáveis”. Consumo, produção e descarte responsáveis desses resíduos requerem uma abordagem sistemática ao longo do ciclo de vida dos produtos químicos e a cooperação entre os atores e setores em toda a cadeia de fornecimento, produção e descarte (BRASIL, 2023).

Assim, neste atual contexto de crescente preocupação ambiental em todos os níveis da sociedade, torna-se inviável que muitas universidades mantenham um nível de conforto simplesmente ignorando sua condição de geradoras de resíduos (OLIVEIRA *et al.* 2019; BENTO, 2015; JARDIM, 1998). É importante que os cursos busquem conceder uma nova perspectiva para a química sustentável, na busca de repassar o quanto é fundamental cuidar do meio ambiente e voltar tais reflexões como práticas de gerenciamento residual no laboratório (MELO, 2018, OLIVEIRA *et al.* 2020, CARVALHO *et al.* 2022).

A Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) campus Araguaína - Cimba, atualmente não possui uma unidade de armazenamento e tratamento de resíduos. A coleta e destinação final dos resíduos gerados pelos laboratórios da UFNT é realizada por uma empresa tercerizada. No entanto, essa coleta é pouco frequente, levando assim a instituição armazenar os resíduos resultantes em seus laboratórios de ensino e pesquisa aguardando um destino satisfatório.

Os resíduos gerados nos laboratórios são classificados de acordo com as diretrizes da ANVISA como Resíduos de Serviço da Saúde do grupo B. Esses resíduos englobam substâncias químicas que apresentam potencial risco para a saúde pública e o meio ambiente. Os tipos de resíduos que se enquadram na categoria de risco químico (GRUPO B) incluem: “[...] Resíduos de saneantes e desinfetantes, bem como resíduos que contenham metais pesados. [...] Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NRB 10004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).” (BRASIL, 2006, p. 171).

A maioria desses resíduos gerados possuem cátions metálicos em sua composição que na maioria das vezes são tóxicos ao meio ambiente. Grandes quantidades de resíduos contendo cátions como

romo e prata é gerado oriundo do método de Mohr, esta técnica é utilizada para a determinação de cloreto na água e muito usada na disciplina Experimental de Química Analítica. O resíduo deste método é formado por um sobrenadante, contendo principalmente, íon cromato (CrO_4^{2-}) e um precipitado constituído em sua maioria por cloreto de prata (AgCl) e cromato de prata (Ag_2CrO_4).

A prata contida nesses resíduos é um dos elementos mais preciosos encontrados na natureza e enfrenta a ameaça de escassez. Como resultado, há um crescente interesse na pesquisa voltada para a recuperação desses resíduos (AMARAL *et al.*, 2001). Além disso, a recuperação desse metal oferece consideráveis benefícios ao meio ambiente. Essa preocupação se justifica pela sua toxicidade quando despejado sem critérios no ambiente, representando riscos para organismos aquáticos e terrestres (BENDASSOLLI *et al.* 2003, FILHO, 2004). O elemento cromo, que também é encontrado nos resíduos provenientes da análise de cloretos, é tido como um dos principais agentes poluentes. O cromo pode apresentar-se em diferentes estados de oxidação, variando de Cr (II) a Cr (VI), mas na natureza ocorre apenas nas formas estáveis Cr(III) e Cr(VI). O cromo hexavalente é o mais prejudicial podendo causar sérios riscos à saúde. A exposição crônica e elevada a esse elemento pode levar a mutações genéticas e ao desenvolvimento de câncer. Por outro lado, o Cr(III) desempenha um papel essencial na dieta humana devido à sua atividade nos metabolismos lipídico, proteico e principalmente de carboidratos, atuando na capacidade de interação da insulina com o aumento da captação de glicose pelas células. (KARALEET *et al.*, 2007; AHMED *et al.* 2013, LEITE e SANTOS, 2019, SOUSA *et al.* 2019). Desse modo, este trabalho tem como objetivo tratar resíduos contendo prata e cromo gerados pelos experimentos de quantificação de cloretos realizados nos laboratórios de Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Resíduos contendo cátions como cromo e prata são gerados em grandes quantidades nos laboratórios de química da UFNT. Neste trabalho, as metodologias desenvolvidas para o tratamento desses resíduos, foram duas, a primeira para o tratamento do precipitado proposta por Felisberto *et al.* (2008) e, a segunda para o tratamento do sobrenadante que foi proposta por Armour (2005) e adaptada por Silva; Theophilo; Borges (2015). Primeiramente realizou-se uma filtração simples do resíduo (aproximadamente 1 L), separando assim o sobrenadante do precipitado. Em seguida, o precipitado foi

seco em estufa e armazenado. O sobrenadante foi armazenado para tratamento com tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Tratamento do precipitado (resíduo contendo prata)

O precipitado obtido através da filtração simples contém cloreto de prata (AgCl) e pequenas quantidades de cromato de prata (Ag_2CrO_4). Inicialmente 0,50 g do precipitado contendo AgCl e Ag_2CrO_4 fo-

ram colocados em um béquer e imersos em uma solução contendo 1,0 mL de ácido clorídrico 10% (m/v) por 24 horas. Posteriormente, o resíduo foi filtrado e lavado com cerca de 50 mL de água destilada, esse procedimento foi repetido até que a coloração da solução obtida através da lavagem estivesse incolor. Esse sobrenadante foi armazenado em um frasco para posterior análise e descarte caso esteja de acordo com a resolução CONAMA N° N° 430/2011. (BRASIL, 2011) O fluxograma a seguir (figura 1) representa o procedimento realizado.

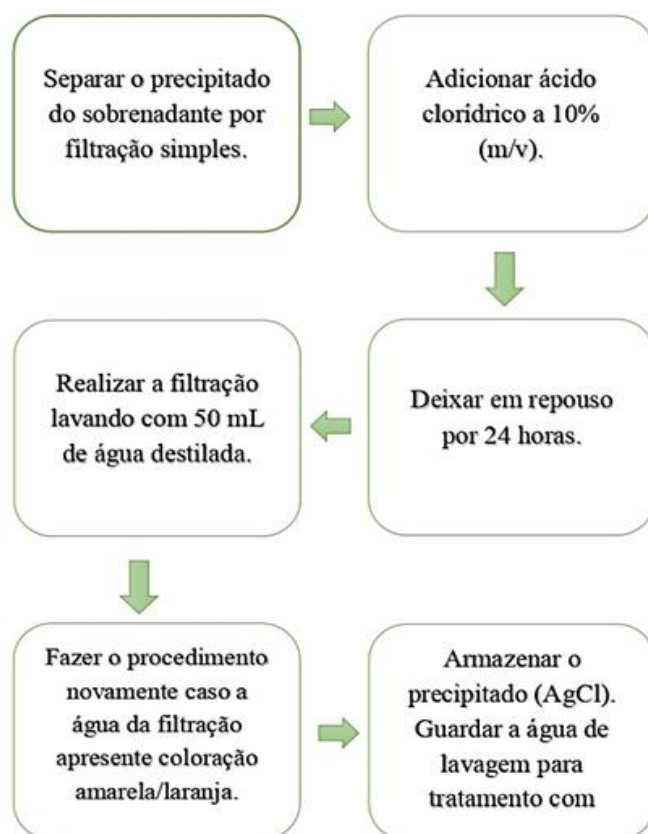


Figura 1 - Fluxograma para o tratamento do precipitado contendo (AgCl e Ag_2CrO_4)

Tratamento do sobrenadante obtido do resíduo de cromato de prata após a filtração simples e do resíduo oriundo do pré-tratamento do precipitado (coloração amarela).

O tratamento do sobrenadante foi realizado utilizando a metodologia proposta por Armour (2005) e adaptada por Silva; Theophilo; Borges (2015) que consiste em adicionar ao sobrenadante (100 mL) algumas gotas de solução de H_2SO_4 3 mol. L^{-1} até que o pH fique entre 3 e 2. Posteriormente adicionar ao sobrenadante uma quantidade razoável de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sob agitação até ocorrer mudança na coloração da solução. Um pequeno excesso de reagente deve ser

adicionado para garantir a eficiência da reação. Logo após, acrescentar NaOH 3,0 mol. L^{-1} sob agitação até que o pH fique maior que 10, formando assim um precipitado que é extremamente difícil de dissolver em água. A solução é deixada em repouso por 24 horas, quando é decantada e filtrada para separar o precipitado do sobrenadante (solução amarela). O mesmo procedimento deve ser repetido até que a solução fique incolor. O precipitado obtido ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) deve ser seco na estufa a 120°C para armazenamento adequado. A figura 2 apresenta as etapas de tratamento do sobrenadante.

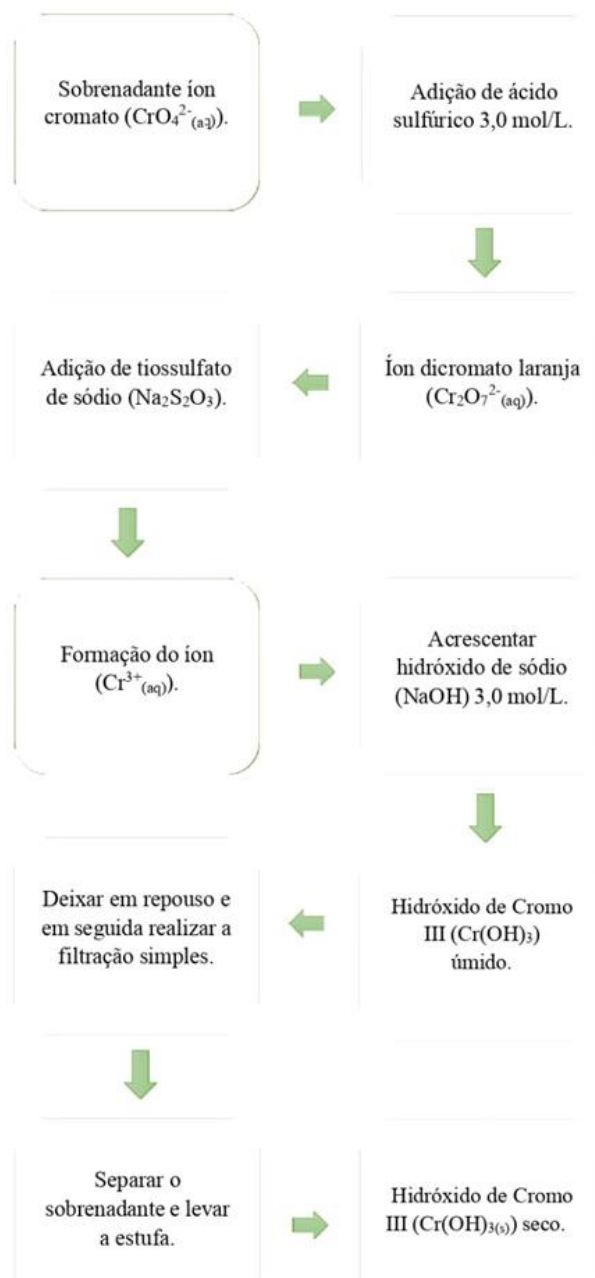
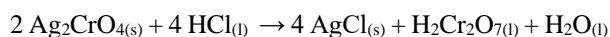


Figura 2 - Fluxograma para o tratamento do sobrenadante

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento do precipitado ao adicionar ácido clorídrico ocorreu a conversão do cromato de prata em cloreto de prata de acordo com a seguinte equação:



A adição da solução de HCl visa converter todo cromato de prata (contaminante misturado ao precipitado) em cloreto de prata (A baixa solubilidade do AgCl $K_{ps} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ favorece a precipitação desse composto), após lavar o precipitado com

água destilada, se a solução (água + $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) obtida da lavagem tiver uma coloração amarela é possível que ainda exista cromato de prata no precipitado, logo o procedimento tem que ser realizado novamente, até que o líquido de lavagem apresente-se incolor, isto significa que visivelmente não há mais a presença de dicromato em solução. A figura 3 apresenta os resultados entre as duas extrações realizadas. Entretanto, apesar de não ser visível o cromato ainda pode estar presente em solução, desse modo, o sobrenadante obtido da extração (2,0 mL de ácido clorídrico e 100 mL de água destilada) foi armazenado em um recipiente de plástico.

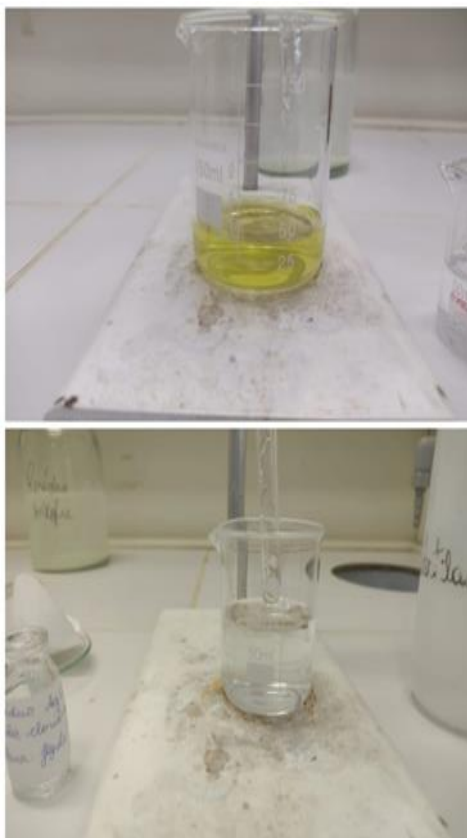
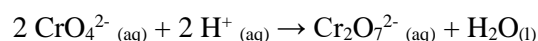


Figura 3 - Extrações realizadas com ácido clorídrico e água destilada

O resíduo obtido desse tratamento também pode ser submetido a um novo procedimento para a redução da prata como apresentado no trabalho Felisberto et al (2008) e Bandassolli et al.(2003). Nos tratamentos relatados o precipitado AgCl reage com o hidróxido de sódio (NaOH) e dextrose para a formação do óxido de prata e posteriormente a formação da prata metálica. Esse procedimento também poderá ser realizado posteriormente no laboratório de química da UFNT.

O sobrenadante obtido tanto do resíduo filtrado inicialmente quanto da lavagem do precipitado contendo prata foi tratado utilizando a metodologia proposta por Armour (2005) e adaptada por Silva; Theophilo; Borges (2015). Nesse método o íon cromato (CrO_4^{2-}) presente na solução alcalina e de coloração amarela é convertido em íon dicromato

($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) com coloração laranja em meio ácido. A conversão cromato/dicromato está apresentada na equação 2.



Ambos os íons cromato e dicromato são muito solúveis em água, não precipitam em pH alcalino e apresentam alta toxicidade pois permeiam a membrana e interferem no metabolismo celular. Entretanto quando reduzidos na forma de íons Cr^{3+} tornam-se inofensivos e precipitam em meio alcalino (ROSENBROCK, 2017). Assim, para a redução do Cr^{6+} em Cr^{3+} utilizou-se o agente redutor tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) em excesso (Figura 4). Nesta reação a coloração muda de laranja para verde. A equação 3 representa a reação de redução.

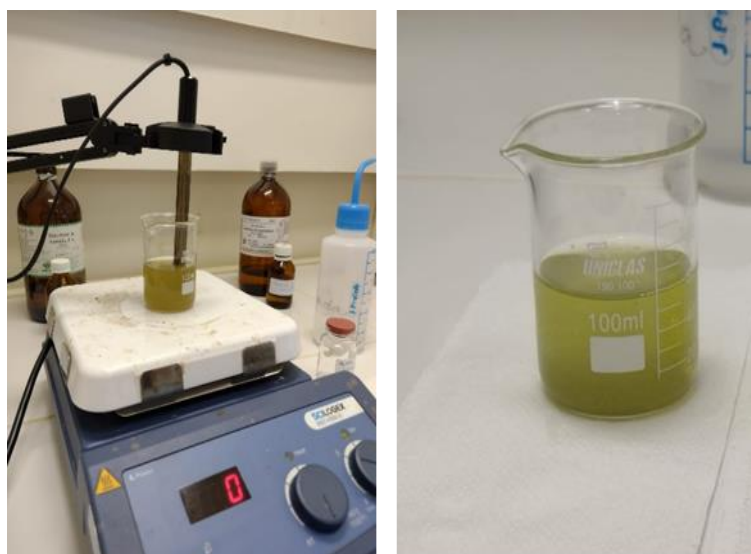
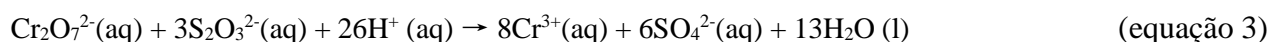
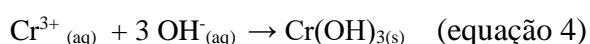


Figura 4 - Adição de tiosulfato de sódio



Outros reagentes também podem ser utilizados para reduzir o cromo, tais como, álcool etílico, bisulfito de sódio (NaHSO_3) e o açúcar de cozinha, sendo que este último o tempo de reação deverá ser de 24 horas (ROSENBROCK, 2017). Uma vez que ocorreu a redução do cromo, a adição de NaOH 3 mol. L^{-1} foi necessária para o meio que estava ácido passar para alcalino, formando $\text{Cr}(\text{OH})_3$ em estado sólido, que é extremamente difícil de dissolver em água, essa etapa pode ser representada pela equação 4.



O precipitado $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s})$ foi filtrado e a solução obtida da filtração (incolor) foi separada. É importante ressaltar que todo o procedimento é repetido caso a coloração da filtração não seja incolor. Tendo em vista que o primeiro líquido apresentou coloração amarela, todo o procedimento foi realizado novamente até o momento em que a coloração do filtrado ficasse incolor. Para esse tratamento foram necessárias apenas duas repetições do procedimento para que a solução apresentasse uma coloração incolor. É importante ressaltar que a quantidade de ácido adicionado é mínima, no máximo 2,0 mL e a quantidade de hidróxido de sódio adicionada foi de no máximo 5,0 mL para cada repetição realizada durante o processo.

O sobrenadante obtido de coloração incolor possivelmente poderá ser descartado na pia do laboratório, mas antes de realizar esse procedimento será preciso quantificar a quantidade de cromo presente

nesta solução. Assim, para o processamento adequado do resíduo incolor obtido para descarte será preciso fazer análises de espectroscopia na região do ultravioleta-visível, técnica também conhecida como UV-vis e/ou espectrometria de absorção atômica por chama (FAAS), para conferir o teor de cromo presente em solução e se está conforme o padrão estabelecido pela resolução CONAMA N° 430/2011 (SÁ COSTA *et al.* 2010; SUSSILINI e ARRUDA, 2006; GOMES *et al.* 2006). Se a concentração de cromo trivalente for igual ou inferior a $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$, o sobrenadante pode ser descartado na pia em água corrente, caso exceda, o procedimento deve ser repetido novamente até que a quantidade de cromo esteja de acordo com a resolução (BRASIL,2011).

Com base nestes resultados preliminares, podemos iniciar a trabalhar com acadêmicos de química em aulas práticas, fazendo com que os alunos tenham a oportunidade única de acompanhar o processo analítico de forma completa, desde a realização de testes e geração de resíduos até a transformação em insumos técnicos, bem como envolvendo todos os aspectos do debate sobre o papel da química no desenvolvimento da sociedade, buscando o tratamento de resíduos que são gerados em aulas e nas pesquisas realizadas (FELISBERTO *et al.*, 2008).

CONCLUSÕES

As metodologias aplicadas neste trabalho permitiram o tratamento de resíduos contendo prata e

romo oriundos de aulas experimentais, com obtenção de novas substâncias e melhorando o armazenamento desses resíduos em laboratório.

É possível através deste trabalho iniciar a conscientização dos alunos e professores do Curso de Licenciatura em Química sobre o tratamento e o destino correto dos resíduos, fazendo com que todos que utilizem o laboratório passem a preocupar-se com o armazenamento e tratamento dos rejeitos produzidos durante as aulas. Além disso, assegurar o compromisso do curso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) principalmente em relação a ODS 12 que é “Garantir padrões de produção, consumo e descarte sustentáveis”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, M. K.; Kundu, G. K.; Al-mamun, M. H.; Sarkar, S. K.; Akter, M. S.; Khan, M. S. Chromium (VI) induced acute toxicity and genotoxicity in freshwater stinging catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. v.92, p.64-70, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.02.008>
- Amaral, S. T.; Machado, P. F. L.; Peralba, M. C. R.; Camara, M. G.; Santos, T.; Berleze, A. L.; Falcão, H. L.; Martinelli, M.; Gonçalves, R. S.; Oliveira, E. R.; Brasil, J. L.; Araújo, M. A.; Borges, A. C. A. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Química Nova*, São Paulo, v.24, n.3, p.419-423, 2001.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000300022>
- Amorim, P. M. S. Estratégias de tratamento de resíduos químicos gerados da FCF/USP. 2018. 105p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Armour, M. A. hazardous laboratory chemicals disposal guide. 3th, Florida: Boca Raton, 698p. 2005.
- Bendassolli, J. A.; Tavares, G. A.; Ignoto, R. F.; Rosseti, A. L. R. M. Procedimentos para recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v.26, n.4, p.578-581, 2003.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000400023>
- Bento, W. A. S.; Paim, A. P. S. Tratamento dos resíduos de cobre, prata, chumbo, cromo e permanganato de potássio gerados em laboratório de ensino de Química da UFPE. *Revista Ambiência* V.11 N.1 2015. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2115/2548>>. Acesso em : 20 dez. 2023.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. p.171 – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-gerenciamento-dos-residuos-de-servicos-de-saude.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 430 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sofia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0430-130511.PDF>. Acesso em 18 set 2023.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. ODS e Gestão de substâncias químicas, 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/ods-e-gest%C3%A3o-de-subst%C3%A2ncias-qu%C3%ADmicas.html>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- Brown, T. L.; Lemay JR. H. E.; Bursten, B. E.; Burdge, J. R. *Química: A Ciência Central*. São Paulo, Person Prentice Hall, 9ª edição, 992p. 2005.
- Carvalho, A. J. G.; Rodrigues, B.; Sousa, F. B.; SANTOS, G. A. Recuperação de resíduos do método de Mohr: nitrato de prata e tratamento de cromo hexavalente. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química) – Etec Júlio de Mesquita, Santo André, 2022. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/12166>. Acesso em: 10 dez 2023.
- Couto, M. S. D. S.; Guimarães, C. S.; Pereira, M. F. Contribuições de uma experiência pedagógica em Educação Ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*. São Paulo, v. 12, n.1, p.26-41, 2017.
<http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol12.n1.p26-41>
- Felisberto, R.; Vieira, L. O.; Couto, A.; Schuh, R.; Albino, C. T.; LIBARDI, D. B.; CUNHA, A. C. B. da. De resíduo a insumo: a construção do caminho para uma química mais limpa através de um projeto de ensino. *Química Nova*, v.31, n.1, p.174-177, 2008.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000100031>
- Filho, G. B., Bogliolo: *Patologia Geral*, Guanabara: Rio de Janeiro, 3ª edição, 312p. 2004.
- Gomes, M, S.; Trevizan, L. C.; Nóbrega, J. A. Integração de técnicas analíticas e proposta de experimentos para cursos de graduação em análise instrumental: uso de espectrômetro de absorção atômica para medidas de absorção molecular. *Química Nova*, v. 29, n.4, p.868-871, 2006.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000400041>
- Jardim, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. *Química Nova*. Campinas, v.21, n.5, p.671-673, 1998.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000500024>
- Leite, T. M.; Santos, M. V.; Tratamento de resíduos de cromo gerados nas aulas de química analítica. *Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.* Rio Grande, Ed. Especial EDEA, n. 2, p. 34-47, 2019.
<https://doi.org/10.14295/remea.v0i2.8876>
- Melo, N. S., Atual política de gerenciamento de resíduos na UFPB e um estudo de caso no laboratório de tecnologia sucoalcooleira, DTS – CTDR. Trabalho de Conclusão de Curso - UFPB, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15994/1/NSM08102019.pdf>. Acesso em: 19 dez 2023.
- Oliveira, A. C. R.; Braga, A. M. C. B.; Villardi, J. R. W.; Krauss, T. M. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. *Saúde Debate*,

Rio de Janeiro, v. 43, p. 63-77. 2019.

<https://doi.org/10.1590/0103-11042019S305>

Oliveira, D. B.; Becker, R.W.; Sirtori, C.; Passos, C. G. A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos.: Uma experiência de formação de estudantes de química. *Química Nova*, v.43, n.3, p.382-390, 2020. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170477>

Rosenbrock, L. C. C., Manual de procedimentos operacionais: Tratamento de Resíduos contendo íons Cromato (cromo VI). Projeto de Extensão N.: 201714678, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://trqmc.paginas.ufsc.br/files/2020/08/procedimentos-operacionais-tratamento-ions-cromato.pdf>. Acesso em: 10 jan 2024.

Karale, R. S.; Wadkar, D. V.; Nangare, P. B. Removal and recovery of hexavalent chromium from industrial waste water by precipitation with due consideration to cost optimization. *J. Environ. Res. Dev*, v.2, n.2, p.209-217, 2007. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:29221738>.

Silva, J. M.; Theophilo, P. H. M.; Borges, S. S. S. Tratamento do Resíduo Oriundo do Método de Mohr com Imobilização em Cápsula de PVC/Corpo de Prova. *Periódico Tchê Química*, v.12 n.24, p.82-90, 2015.

DOI: 10.52571/PTQ.v12.n24.2015.82_P_24_pgs_82_90.pdf.

Sá Costa, L.; Pereira, F. R. S.; Farias, R. F.; Pereira, F. C. Avaliação Espectrofotométrica das Formas Cr^{+3} , CrO_4^{-2} e $Cr_2O_7^{-2}$. *Eclética Química*, v. 35, n. 3, 2010.

<https://doi.org/10.1590/S0100-46702010000300016>

Sousa, I. A.; Sousa, C. P.; Dominato, A. A. G. Identificação de Cromo III como contaminante em gelatinas comercializadas em presidente prudente- SP. *Colloq Vitae*, v. 11, n. 2, p. 5-11. 2019.

DOI: 10.5747/cv.2019.v11.n2.v258

Sussilini, A.; Arruda, M. A. Z. Determinação de cromo (VI) por espectrometria de absorção atômica com chama após a extração e préconcentração no ponto nuvem. *Eclética Química*, v. 31, n. 1, 2006.

<https://doi.org/10.1590/S0100-46702006000100009>