

## ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA RECUPERAÇÃO DA PRATA EM RESÍDUOS PROVENIENTES DE ANÁLISES DE DQO

\* Maria Cecilia Henrique Tavares Cavalheiro, Caroline Franceschini Mion.

Universidade de São Paulo  
\*E-mail: [ceciliac@sc.usp.br](mailto:ceciliac@sc.usp.br)

### Introdução

Um dos fatores que contribui para a degradação do meio ambiente é a maior geração de resíduos, causada pelo aumento da população mundial e da produção industrial. Estes resíduos, se descartados de forma inadequada, podem causar sérios problemas como contaminação de solos, águas e ar. Apesar de as indústrias serem as principais causadoras de impactos ambientais devido aos seus resíduos gerados, as universidades e institutos de pesquisa também são responsáveis pela contaminação do meio ambiente através do descarte de resíduos químicos. Estas instituições devem tratar seus resíduos de forma adequada, sem comprometer o meio ambiente. No Campus da USP de São Carlos o gerenciamento dos resíduos químicos provenientes de todos os laboratórios do campus ocorre no Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), onde são tratados e recuperados os resíduos ou encaminhados para a destinação final adequada. Um dos resíduos a ser tratado no LRQ é o de determinação de demanda química de oxigênio (DQO). O procedimento adotado pelo LRQ para tratar os resíduos de DQO baseia-se em precipitação química dos metais pesados, como a prata, que são separados por filtração, seguida de neutralização da solução ácida. Apesar da recuperação da prata ser um processo viável, é preciso considerar a questão econômica, pois mesmo com argumentos ambientais favoráveis ao processo, na indústria tal procedimento apenas ocorre se for economicamente viável.

### Objetivo

Analisar a eficiência de remoção e recuperação da prata dos resíduos de determinação de DQO; Verificar a pureza da prata recuperada no LRQ; Comparar a eficiência de determinações de DQO com o uso de reagente comercial e com a prata recuperada; Avaliar a viabilidade econômica da recuperação da prata.

### Metodologia

A prata metálica foi obtida seguindo os fluxogramas apresentados nas Figuras de 1 a 4.

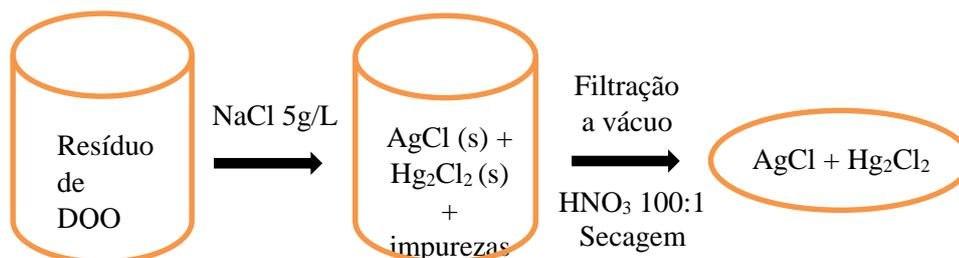


Figura 1- Fluxograma da precipitação da prata na forma de AgCl

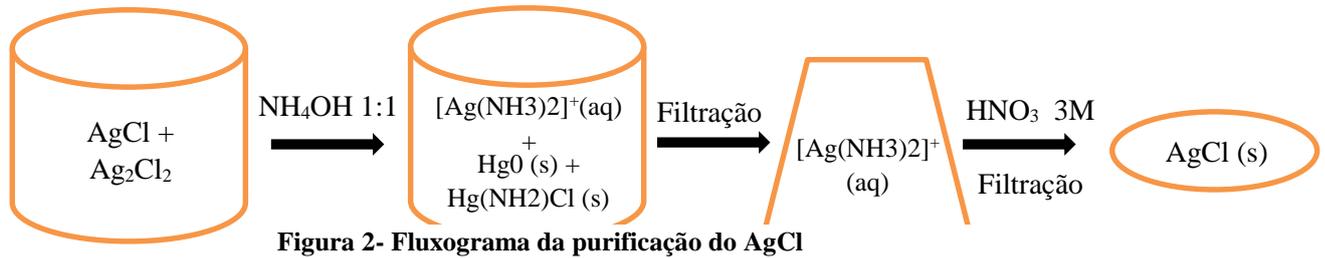


Figura 2- Fluxograma da purificação do AgCl

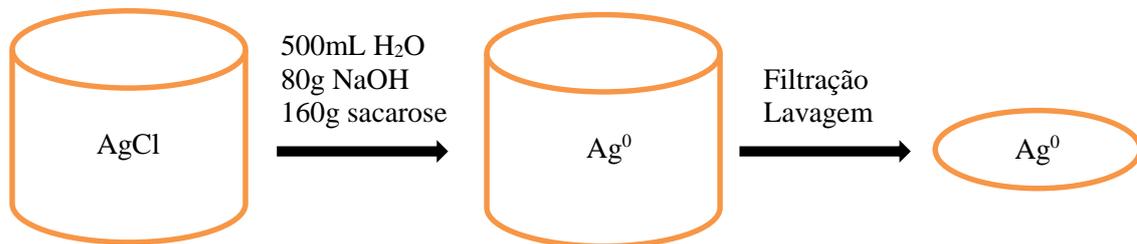


Figura 3 - Fluxograma da conversão do AgCl à  $\text{Ag}^0$

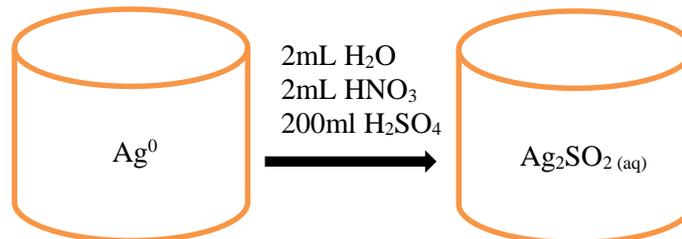


Figura 4 - Fluxograma da conversão do  $\text{Ag}^0$  em  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  em solução ácida

A concentração de prata nas amostras foi determinada por espectroscopia de absorção atômica de chama e a pureza da prata metálica por microscopia eletrônica de varredura acoplada à espectroscopia de energia dispersiva (MEV/EDS). A qualidade da solução ácida de sulfato de prata preparada a partir da prata metálica recuperada foi analisada através do seu emprego em determinações de DQO em amostra e comparada com solução ácida de  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  comercial.

## Resultados

As concentrações de prata ( $\sim 2.600 \text{ mg/L}$ ) nos resíduos brutos excedem os valores máximos estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011 ( $0,1 \text{ mg/L}$ ) e pela CETESB ( $0,02 \text{ mg/L}$ ) para disposição em corpos receptores e de  $1,5 \text{ mg/L}$  para sistemas de esgotos. A prata recuperada apresentou 98,11% de pureza. A média de eficiência de recuperação da prata foi de 96,30%. A prata recuperada foi utilizada para preparar a solução ácida de sulfato de prata que é utilizada nas determinações de DQO e comparando os seus valores com a solução preparada com o reagente comercial de sulfato de prata. Os custos envolvidos são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Custos envolvidos no processo de recuperação de 32,86 g de prata**

Materiais	Uso	Quantidade Total	Custo (R\$)
Hidróxido de Amônio (28%)	Dissolução do AgCl	610 mL	14,64
Ácido Nítrico (65%)	Reprecipitação do AgCl	542 mL	22,22
	Lavagem do AgCl	1,2 mL	0,05
Cloreto de Sódio p.a.	Precipitação do AgCl e Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	52,15 g	0,78
Hidróxido de Sódio p.a.	Conversão do AgCl à Ag <sup>0</sup>	240 g	6,00
Sacarose (açúcar refinado comercial)	Conversão do AgCl à Ag <sup>0</sup>	480 g	1,30
Papel Filtro	Filtração do Hg, AgCl e Ag <sup>0</sup>	1 folha	0,50
Estufa de 1,012 kW	Secagem do AgCl e Ag <sup>0</sup>	6 h	2,85
Chapa aquecedora/agitador de 0,698 kW	Dissolução do AgCl	2 h	0,66
	Conversão do AgCl a Ag <sup>0</sup>		
Bomba de vácuo de 0,550 kW	Filtração do AgCl e Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , AgCl e Ag <sup>0</sup>	42 h	10,86
<b>Total</b>			<b>59,86</b>

### Conclusão

O trabalho mostrou a importância do gerenciamento de resíduos químicos dentro da USP - Campus São Carlos através do LRQ. O processo mostrou-se eficiente em relação à remoção da prata da solução de DQO através da precipitação do AgCl com uma média de 96,75 % de remoção. A conversão do AgCl à Ag metálica obteve um rendimento de 97,17 %, resultando em uma eficiência de recuperação da prata de 96,30 %, com pureza média de 98,11 %. O reaproveitamento da prata na preparação de solução ácida de sulfato de prata, mostrou-se apropriada quando utilizada para determinar a DQO. A recuperação da prata é economicamente viável, sendo possível recuperar ~ 630 g de prata/ano. Apesar de o lucro no processo apresentado não ser muito significativo, vale ressaltar que a sua recuperação é fundamental na questão ambiental.

### Palavras-chave:

Recuperação de prata. DQO. Resíduos químicos. Viabilidade econômica. Gestão de resíduos.

### Referências

ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O. Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP-São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. Química Nova, São Carlos, v.26, n.2, p.291-295, 2003.

PREFEITURA DO CAMPUS DA USP DE SÃO CARLOS. Laboratório de Resíduos Químicos. Disponível em: <<http://www.ccsc.usp.br/residuos/>>. Acesso em: 15 set. 2023.

VOGEL, A.I. A text-book of quantitative inorganic analysis. 3.ed. London: Longman, p.1216, 1971.