

# AVALIAÇÃO DA DESSORÇÃO DE CROMO (III, VI) PROVENIENTES DE EFLUENTES INDUSTRIAIS PRESENTES EM RESINAS DE POLIESTIRENO <sup>1</sup>

*Josiane Costa Riani<sup>1</sup>  
Denise Croce Romano Espinosa<sup>2</sup>  
Jorge Alberto Soares Tenório<sup>3</sup>*

## **Resumo**

No presente trabalho é estudado a etapa da regeneração de resinas com matriz de poliestireno, carregadas com cromo (III, VI) proveniente de efluentes de galvanoplastia. Os reagentes utilizados foram H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH, na concentração de 0,5M. Os experimentos de regeneração foram realizados em colunas de troca iônica com as resinas Amberlyst 15 WET (matriz de poliestireno, grupo funcional ácido sulfônico) e Amberlyst A-21 (matriz de poliestireno, grupo funcional amina terciária), ambas macroporosas. As soluções regenerantes foram passadas através das colunas por uma bomba peristáltica, com vazão de alimentação variando em 6 e 4mL/min. As amostras de solução da saída das colunas foram coletadas para posterior análises dos metais presentes no eluato com a finalidade de traçar os perfis de eluição das resinas. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente. Os resultados mostraram que com a diminuição da vazão de alimentação a velocidade de eluição das resinas é aumentada.

**Palavras-chave:** Eluição, Troca-iônica, Cromo.

---

<sup>1</sup> 60<sup>o</sup> Congresso Anual da ABM, 25 a 28 de julho, Minas Centro – Centro de Convenções e Feiras.

<sup>1</sup>Doutoranda, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP,

<sup>2</sup>Prof. Associado, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP,

<sup>3</sup>Prof.<sup>o</sup>. Visitante, Rede Temática em Engenharia de Materiais/Redemat – UFOP-CETEC-UEMG.

## 1 INTRODUÇÃO

As principais fontes de contaminação de água com íons de cromo são os efluentes industriais oriundos das empresas de galvanoplastia e curtumes. A natureza dos efeitos que o cromo pode causar à saúde humana é determinada pelo seu estado de oxidação (III ou VI). O cromo (III) que está presente na maioria dos efluentes de eletrodeposição é reconhecido como menos tóxico do que o Cr (VI). Entretanto, exposições a grandes quantidades de cromo trivalente podem causar alergias [1]. A absorção de cromo (VI) pode causar sérios problemas para saúde humana, como, lesões na mucosa nasal, rinite, laringite, sinusite. Com a continuidade da exposição bronquite, pneumonia, podendo até provocar alterações hepáticas e renais além de poder causar câncer de trato respiratório (pulmão) [1].

Os efluentes gerados em processos de galvanoplastia podem causar danos ao meio ambiente por conterem teores de metais pesados acima dos limites que permitem a legislação, caso não recebam tratamento. A reciclagem ou reuso dessas águas residuárias para fins diversos pode diminuir a demanda de água de mananciais e minimizar a quantidade de efluentes lançados nas redes públicas de esgotos ou rios [2].

Entre os tratamentos de efluentes contendo cromo destacam-se: redução e precipitação, troca-iônica, adsorção, osmose reversa e processos envolvendo membranas [3]. Alguns destes métodos mostram algumas desvantagens como alto custo de capital e operacional além de geração de lama residual.

A tecnologia de resinas de troca-iônica mostra-se efetiva no tratamento de efluentes e reciclagem de água industrial, pois possui uma gama de características como, tipo de matriz, grupo de troca, porosidade, que permitem a escolha da resina para determinado tipo de efluente. Os tratamentos convencionais de efluentes contendo cromo geram um tipo de lama (lama galvânica), que é classificada como um resíduo, classe I, o qual requer manuseio especializado, estocagem e disposição [4].

O processo de troca iônica consiste em remover do efluente, íons indesejáveis, os quais são substituídos por uma quantidade equivalente de espécies iônicas, presentes em uma matriz sólida insolúvel, os quais apresentam um menor potencial de perigo [5].

Quando a resina é esgotada, a coluna de resina é regenerada com uma solução aquosa particular de regenerante. O processo de regeneração consiste em substituir os contaminantes removidos do efluente, que agora se encontram presos à estrutura das resinas, por íons equivalentes àqueles que foram liberados durante o processo de tratamento. De um modo geral, o processo de regeneração envolve três operações distintas:

*Retrolavagem do leito:* Operação realizada com o objetivo de descompactar o leito de resinas para facilitar o processo de regeneração;

*Regeneração:* Consiste na passagem, pelo leito de resinas, da solução de regeneração, sendo que o tipo de regenerante utilizado irá depender do tipo de resina que está em serviço.

*Lavagem do leito:* Após a etapa de regeneração, devido ao fato de uma fração do regenerante ficar retido no leito, deve-se promover a remoção deste regenerante, fazendo-se passar pelo leito uma quantidade adequada de água deionizada [5].

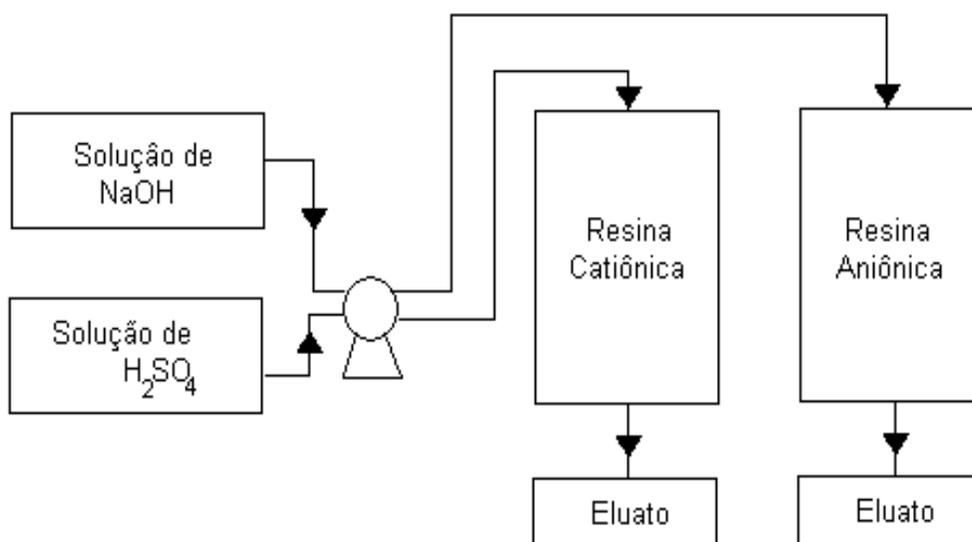
O objetivo deste trabalho é realizar experimentos de eluição em resinas macroporosas, contendo cromo (III, VI) através da utilização de regenerantes comerciais, como  $H_2SO_4$  e  $NaOH$ , variando a vazão de alimentação e a concentração de efluentes.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é estudar a etapa de eluição (dessorção) de resinas com matriz de poliestireno, macroporosas, carregadas com cromo (III, VI) provenientes de efluentes de galvanoplastia, utilizando  $H_2SO_4$  e NaOH como eluentes.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A eluição das resinas foi realizada em um esquema com duas colunas de troca-iônica, uma contendo resina catiônica e outra resina aniônica, bomba peristáltica e vaso de alimentação e coleta de solução. As vazões utilizadas nos experimentos de eluição foram 6 e 4mL/min. As soluções de eluição utilizadas foram soluções básicas e ácidas,  $H_2SO_4$  e NaOH, com concentração 0,5M. As amostras foram coletadas em provetas para posterior análise de cromo através do método de espectroscopia de absorção atômica. O esquema representativo dos experimentos de eluição está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Esquema representativo dos experimentos de eluição.

As resinas utilizadas no presente estudo foram as resinas Amberlyst 15-WET e Amberlyst A-21 ambas da Rohm and Haas Company. Na Tabela 1 estão listadas as principais características das resinas.

**Tabela 1.** Características gerais das resinas fornecidas pela Rhom and Haas Company.

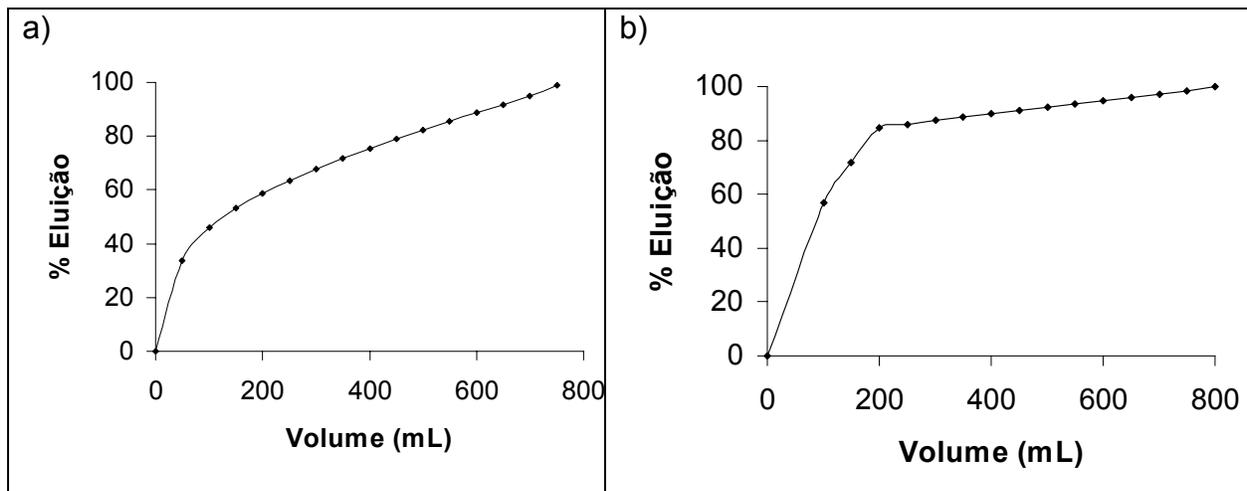
<b>Características</b>	<b>Amberlyst 15-WET</b>	<b>Amberlyst A-21</b>
Forma iônica	H <sup>+</sup>	Base livre (OH <sup>-</sup> )
Grupo funcional	Ácido sulfônico	Amina terciária
Matriz	Poliestireno	Poliestireno
Estrutura	Macroporosa	Macroporosa
Faixa de pH	0 - 14	0 - 14
Capacidade eq/L	1,7	1,25
Temperatura de trabalho °C	+25 - +120	+25 - +100

\* dados fornecidos pelo data sheet da resina.

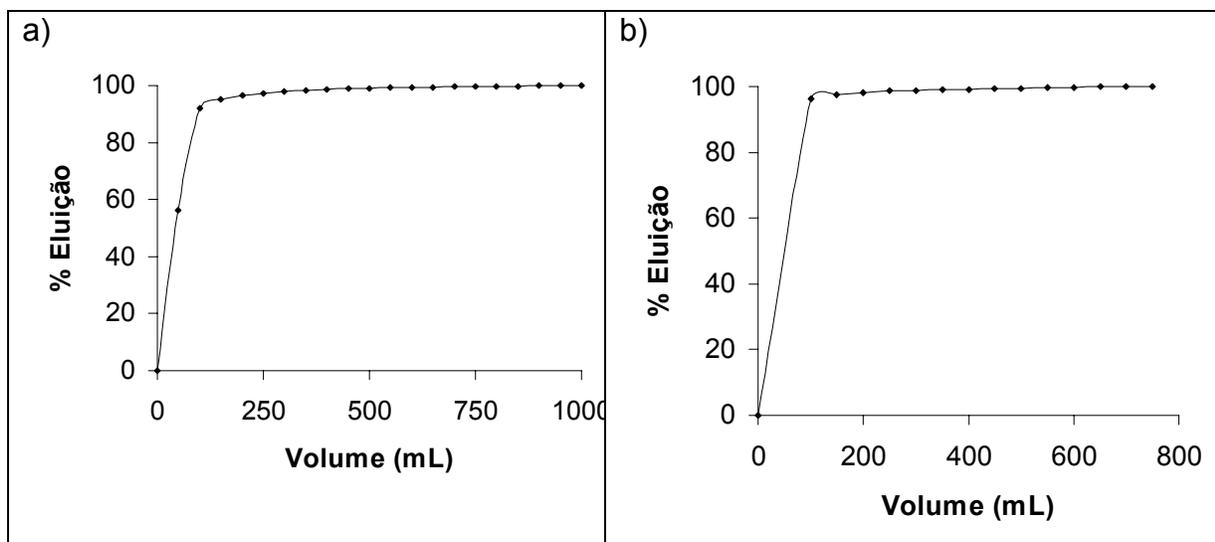
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos de eluição foram realizados em colunas de troca-iônica, à temperatura de 25°C. As soluções utilizadas nos experimentos foram preparadas a partir de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH. As resinas utilizadas foram as resinas Amberlyst 15 WET e Amberlyst A-21, cujas características estão apresentadas na Tabela 1.

As Figuras 2 e 3 apresentam as porcentagens de eluição nos experimentos realizados variando as vazões de alimentação.



**Figura 2.** Porcentagem de eluição da resina catiônica, a) com vazão de 6mL/min.; b) eluída com vazão de 4mL/min.



**Figura 3.** Porcentagem de eluição da resina aniônica, a) com vazão de 6mL/min.; b) eluída com vazão de 4mL/min.

Analisando a Figura 2 nota-se que a diminuição da vazão favorece a velocidade de eluição da resina catiônica, ou seja, depois de passados 200mL de eluente (Figura 2-a) foi eluído 58% do cromo trivalente, já no experimento (Figura 2-b) depois de passado o mesmo volume foi atingida uma eluição de 85% de cromo 3+. Assim a eluição da resina catiônica é mais rápida com a diminuição da vazão.

Na Figura 3 tem-se a eluição da resina aniônica com NaOH e 4mL/min. teve um ligeiro aumento na eluição do cromo hexavalente, ou seja, passa de 92% (Figura 3-a) para 96% (Figura 3-b). Portanto a diminuição das vazões sugeridas pelo presente trabalho não afeta muito na eluição da resina aniônica. Comparando os resultados de eluição das duas resinas, catiônica e aniônica, nota-se que a eluição da resina catiônica é mais lenta se comparada com a eluição da resina aniônica, isso pode ser explicado pela afinidade do cromo hexavalente com a resina Amberlyst A-21.

As Figuras 6 e 7 apresentam os perfis de eluição das resinas nos experimentos realizados.

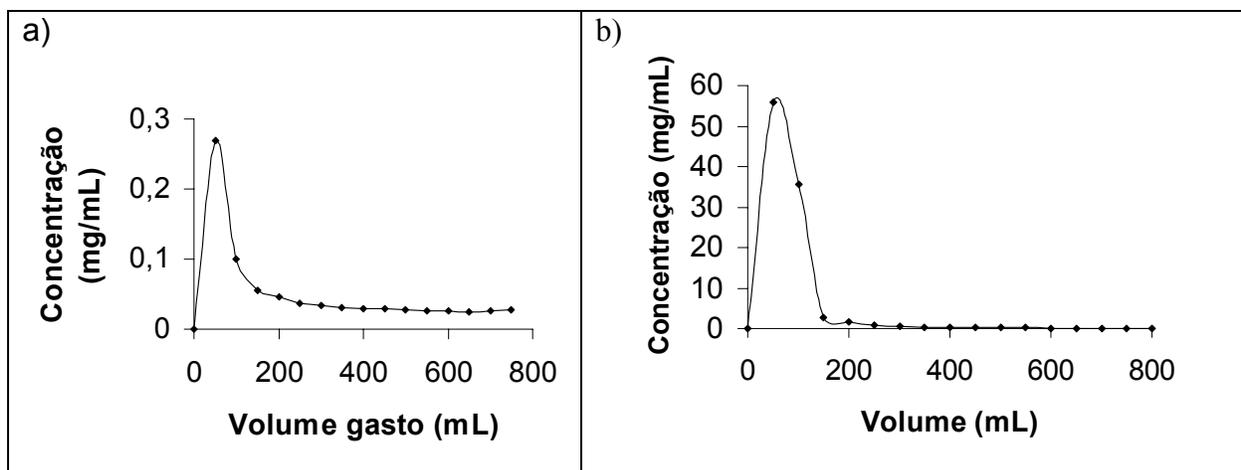


Figura 6. Perfil de eluição com 6mL/min., a) resina catiônica; b) resina aniônica.

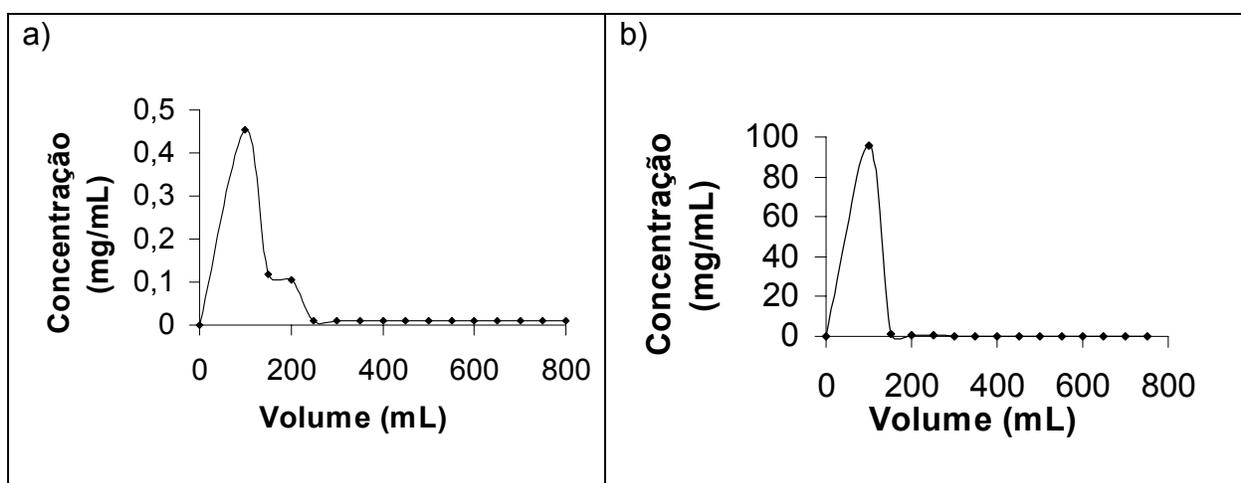


Figura 7. Perfil de eluição com 4mL/min., a) resina catiônica; b) resina aniônica.

As Figuras 6 e 7 confirmam que a diminuição da vazão de alimentação aumenta a velocidade de eluição das resinas e que a eluição da resina catiônica é mais lenta se comparada com a eluição da resina aniônica. Analisando o gráfico da Figura 6a, é observado que a concentração de cromo trivalente nos primeiros 100mL de solução foi de 0,36mg/mL, já na Figura 7a é mostrado que a concentração de cromo nos primeiros 100mL foi de 0,46mg/mL, sendo que a concentração inicial de cromo trivalente presente na resina é de 0,7mgCr<sup>3+</sup>/mL. Os resultados das Figuras 6b e 7b mostram que houve um ligeiro aumento na concentração de cromo hexavalente nos primeiros 100mL de solução, ou seja, passou de 90mg/mL (Figura 6b) para 95mg/mL (Figura 7b), sendo que a concentração inicial de cromo hexavalente presente na resina aniônica era de 99,2mg/mL.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados de eluição mostraram que as resinas de troca-iônica, concentram a solução, ou seja, parte de um volume maior de solução contaminada e chega a um volume menor, tornando assim mais fácil e barato o tratamento posterior e manuseio da mesma. É notado que com a diminuição da vazão de alimentação o aumento na velocidade de eluição das resinas catiônicas é mais acentuado do que nas resinas aniônicas, isso pode ser explicado pela afinidade da resina aniônica pelo cromo hexavalente. Os experimentos do presente trabalho mostram que se pode alcançar uma redução do volume de solução contaminada em 40 vezes menor do seu valor inicial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barnhart, J. (1999). Occurencies, Uses and Proprieties of Chromium. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 26, p. S3 – S7.
2. Buchard, T. J. (1979). *Princípios de Tratamento de Água Industrial*. Drew Produtos Químicos, São Paulo.
3. Gode, F. and Pehlivan, E. (2003). A comparative Study of two Chelating Ion-Exchange Resins for the Removal of Chromium (III) from Aqueous Solution. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 100, p. 231-243.
4. Tenório, J. A. S. e Espinosa, D. C. R. (2001). Treatment of Chromium Plating Process Effluents with Ion-Exchange Resins. *Waste Management*, vol. 21. p. 637-642.
5. Habashi, F. (1993). *A textbook of Hidrometallurgy*. Métallurgie Extrative Québec, Enr. Quebec, Canadá, p. 375 - 405.

# EVALUATION OF THE DESORPTION OF CR (III, VI) FROM INDUSTRIAL EFFLUENTS FROM POLYSTYRENE RESINS<sup>2</sup>

*Josiane Costa Riani<sup>1</sup>  
Denise Croce Romano Espinosa<sup>2</sup>  
Jorge Alberto Soares Tenório<sup>3</sup>*

## **Abstract**

This work studies the regeneration of polystyrene-matrix resins charged with Cr (III, VI) from Cr electroplating process effluents. Solutions of 0.5M of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and of 0.5M of NaOH were used as reactants. The regeneration tests were carried out using ion exchange columns loaded with the resins Amberlyst 15 WET (polystyrene matrix, functional group sulfonic acid) and Amberlyst A-21 (polystyrene matrix, functional group tertiary amine), both macroporous. The regenerating solutions were passed through the columns with the assistance of a peristaltic pump. The regenerating solutions flow varied from 6 to 4 mL/min. Samples of the outgoing solution were taken in order to analyze the metals. All tests were performed at room temperature. The results shown that the resins elution rate increases as the regenerating solution flow diminishes.

**Key-words:** Elution, Ion-exchange, Chromium

---

<sup>2</sup> 60<sup>o</sup> Congresso Anual da ABM, 25 a 28 de julho, Minas Centro – Centro de Convenções e Feiras.

<sup>1</sup> Dotoranda, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP,

<sup>2</sup> Prof. Associado, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP,

<sup>3</sup> Prof.<sup>o</sup>. Visitante, Rede Temática em Engenharia de Materiais/Redemat – UFOP-CETEC-UEMG.