

USO DE RESINAS DE TROCA-IÔNICA COM MATRIZ DE POLIESTIRENO PARA ELIMINAR CROMO DE EFLUENTES LÍQUIDOS ¹

*Josiane Costa Riani²
Denise Croce Romano Espinosa³
Jorge Alberto Soares Tenório⁴*

Resumo

A liberação de metais pesados no meio ambiente torna-se cada vez maior devido a atividades humanas como, indústrias de pinturas, tintas, pigmentos, recobrimento e acabamento metálico, curtumes entre outras. Entre os metais pesados liberados no meio destaca-se o cromo o qual é tóxico e é considerado um agente cancerígeno. Assim, o objetivo deste trabalho é a utilização de um sistema de troca iônica constituído por uma coluna de resina catiônica e outra aniônica para adsorção de cromo (III, VI) provenientes de soluções industriais, visando a eliminação de cromo do efluente e a recirculação de água de lavagem. A metodologia proposta consiste em realizar experimentos de adsorção de cromo em colunas de troca-iônica com as resinas Amberlyst A-21 (matriz de poliestireno, grupo funcional amina terciária, macroporosa) e Amberlyst 15WET (matriz de poliestireno, grupo funcional ácido sulfônico, macroporosa). Foram avaliados os efeitos que a vazão de alimentação e a concentração inicial de cromo exercem sobre a adsorção de cromo. Os resultados mostraram que a qualidade da água coletada ao final do processo está dentro dos padrões exigidos pela norma brasileira de descarte de substâncias tóxicas no meio ambiente (CONAMA 020). Permitindo assim a recirculação de água no processo e também seu descarte em rios sem prejudicar sua qualidade.

Palavras-chave: Troca-iônica, Resinas, Cromo.

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

² Doutoranda, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais-Escola Politécnica da USP,

³ Prof. Visitante, Rede Temática em Engenharia de Materiais/Redemat (UFOP-CETEC-UEMG).

⁴ Prof. Associado, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP

1 INTRODUÇÃO

O uso de metais pesados em processos industriais tem resultado em um aumento no fluxo de tais elementos em águas superficiais, águas subterrâneas e efluentes industriais. Portanto, sendo a água um recurso natural de suma importância para a vida e um insumo essencial à maioria das atividades econômicas, métodos de tratamento de efluentes se tornam indispensáveis para as empresas geradoras de poluentes tóxicos. Uma das grandes preocupações dessas indústrias é o controle da disposição dos mesmos no meio ambiente, pois as leis ambientais que gerenciam estes descartes impõem valores máximos permitidos para sua liberação, quer seja em efluentes e principalmente em águas superficiais.

O aumento da demanda de água para atender ao consumo humano, agrícola e industrial juntamente com as restrições que vêm sendo impostas com relação ao lançamento de efluentes no meio ambiente, faz com que seja tomados uma medida do uso racional da água e um meio de diminuir os impactos negativos com relação à geração de efluentes pelas indústrias.

Entre os metais pesados liberados no meio destaca-se o cromo o qual é tóxico e é considerado um agente cancerígeno. O aumento da liberação deste metal em águas superficiais tem causado uma preocupação por parte do governo com relação à saúde e ao meio ambiente [1]. Por exemplo, a resolução CONAMA 020 de 18 de junho de 1986 dispõe que o limite máximo de cromo trivalente em águas superficiais é de 0,5mgCr/L e de 0,05mgCr/L para o cromo hexavalente. 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. Estudos [2,3] sugerem que o cromo hexavalente possui efeitos danosos à saúde humana, ou seja, pode ser cancerígeno e também tóxico para a vida aquática, sendo assim o controle deste íon em efluentes é essencial. 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 e podendo até provocar alterações hepáticas e renais além de causar câncer de trato respiratório (pulmão).

A toxicidade do cromo hexavalente depende da espécie, do tempo de exposição e fatores ambientais, tais como, pH, temperatura e oxigênio dissolvido [4]. É recomendado que o nível de cromo na água potável seja 10^{-3} mg/m³ [5]. Sendo que a concentração máxima de cromo trivalente em águas superficiais é de 0,5mg/L e para o cromo hexavalente de 0,05mg/L [6]. Entre os tratamentos de efluentes e rejeitos contendo cromo pode-se destacar: redução e precipitação, troca-iônica, adsorção, osmose reversa e processos envolvendo membranas. 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, 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. A troca-iônica empregada no tratamento de efluentes permite o reuso de água de lavagem para o processo e conseqüentemente uma economia de água limpa. Como no caso do processo CIP (Carbon in Pulp), as resinas são capazes de concentrar a solução em um volume menor, tornando mais fácil seu manuseio. Assim, os efluentes

gerados depois do processo de troca-iônica estarão dentro dos padrões exigidos pela norma brasileira de descarte de substâncias tóxicas no meio ambiente. Além disso, as resinas de troca-iônica são de fácil instalação e manutenção e facilmente regeneradas podendo ser reutilizadas no processo.

No presente estudo um sistema de resinas de troca-iônica, constituído por resina catiônica e outra aniônica é usado no tratamento de efluentes industriais com a finalidade de recircular água de lavagem e eliminar Cr (III, VI).

2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é a utilização de um sistema de troca iônica constituído por uma coluna de resina catiônica e outra aniônica para adsorção de cromo (III, VI) de efluente de galvanoplastia, visando a eliminação de cromo do efluente e a recirculação de água de lavagem.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos de adsorção foram realizados em um sistema constituído por duas colunas de troca-iônica, uma bomba peristáltica, vaso de solução de alimentação e vaso de coleta de solução. As soluções utilizadas no trabalho foram efluentes industriais provenientes de uma empresa da cidade de São Paulo. Na Figura 1 está apresentado um esquema representativo dos experimentos.

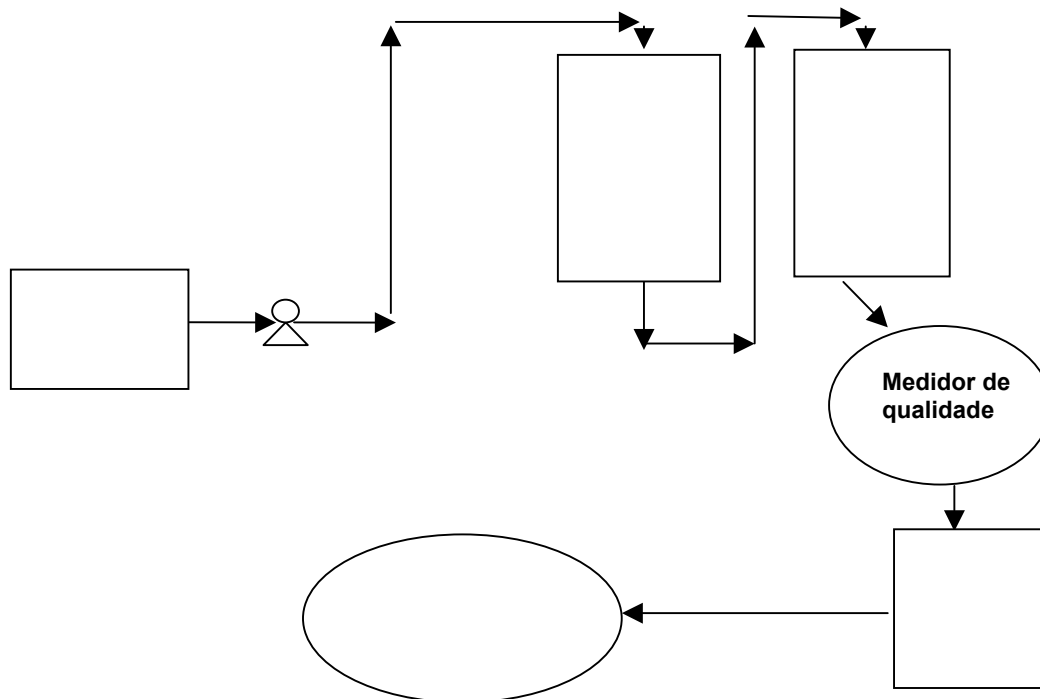


Figura 1. Esquema representativo dos experimentos de adsorção.

As resinas utilizadas neste estudo foram as resinas Amberlyst 15-WET e Amberlyst A-21 ambas da Rohm and Haas Company. Na Tabela 1 estão listadas algumas características das resinas. Amostras foram coletadas e medição de pH e condutividade foi realizada. As análises químicas foram realizadas pelo método de espectroscopia de absorção atômica.

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

Características	Amberlyst 15-WET	Amberlyst A-21
Forma iônica	H ⁺	Base livre (OH ⁻)
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 adsorção foram realizados em colunas de troca-iônica, à temperatura de 25°C. As soluções utilizadas nos experimentos foram soluções reais, adquiridas de uma empresa de galvanoplastia da cidade de São Paulo. As resinas utilizadas foram as resinas Amberlyst 15-WET e Amberlyst A-21, cujas características estão apresentadas na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta as concentrações metálicas dos contaminantes no efluente de acordo com a amostra coletada na empresa.

Tabela 2. Concentração de contaminantes nas amostras de efluentes.

Contaminantes	Amostra 01 (mg/L)	Amostra 02 (mg/L)	Amostra 03 (mg/L)
Cobre	65,8	3,22	2,8
Zinco	42	3,7	3,7
Níquel	7,7	0,22	0,71
Cromo Total	806	35	25
Cr 6+	776,9	34,3	24,8
Cr 3+	29,1	0,7	0,2

* A amostra 01 foi coletada da primeira água de lavagem, sendo que as demais foram coletadas da segunda. A amostra 03 foi utilizada nos experimentos 03 e 04.

Nos experimentos 01, 02 e 04 foi utilizada uma vazão de alimentação de 15mL/min e no experimento 03 a vazão foi de 10mL/min. A Tabela 3 apresenta a quantidade de metais presentes na água coletada no fim do tratamento.

Tabela 3. Qualidade da água tratada nos experimentos realizados.

Elementos	Experimento 01 (mg/L)	Experimento 02 (mg/L)	Experimento 03 (mg/L)	Experimento 04 (mg/L)
Cobre	0,01	0,00	0,01	0,00
Zinco	0,01	0,00	0,02	0,03
Níquel	0,01	0,00	0,01	0,01
Cromo Total	0,06	0,03	0,01	0,04
Cr(III)	0,01	0,00	0,00	0,03
Cr(VI)	0,05	0,03	0,01	0,01

Avaliando os resultados obtidos nos experimentos realizados no presente trabalho (Tabela 3), pode ser observado que a mudança da vazão de alimentação não possui efeito significativo sobre a adsorção de cromo nas resinas estudadas. Da análise dos níveis de qualidade da água, conclui-se que podem ser utilizadas as mesmas vazões de alimentação tanto para colunas com leito menores (experimentos 03 e 04) quanto para colunas com leitos maiores (experimentos 01 e 02).

Analisando a Tabela 3 nota-se que em todos os experimentos a qualidade da água está de acordo com os valores propostos pelo CONAMA 020, e que esta água pode ser enviada tanto para rios ou recirculada no processo. Esta última opção visa uma economia de água limpa para a empresa, sendo o objeto principal deste estudo. Foi observado que em todos os experimentos o pH e a condutividade da água tratada não teve grandes variações, ficando o pH em torno de 5,50 e a condutividade em torno de 1,00 μ S/cm para todas as amostras. No primeiro experimento (leito de resina de 370mL) foi passada através das colunas de resina um volume de água de 18 litros, no segundo (leito de resina de 210mL) foram passados 21 litros e nos seguintes, terceiro e quarto (20mL), foram passados 4 litros. A relação volume de resina/volume de solução nos experimentos é aproximadamente 1:50 no experimento 01, 1:100 no experimento 02 e 1:200 nos experimentos 03 e 04. Não foi observado em nenhum dos experimentos a saturação das resinas, isso implica que se pode trabalhar com razão volume de resina/volume de solução acima de 1:200 para as resinas estudadas.

Comparando os resultados do presente trabalho com os obtidos por Tenório e Espinosa [7] nota-se que resinas são capazes de eliminar cromo (III, VI) de efluentes industriais. Vários trabalhos [8, 9, 10 e 11] utilizaram resinas de troca-iônica no tratamento de efluentes contendo cromo e obtiveram em todos os resultados cerca de 100% de recuperação.

5 CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho mostraram que se pode trabalhar com as mesmas vazões de alimentação em diferentes níveis de leito de resina e em diferentes concentrações de contaminantes. Sendo assim resinas de troca-iônica são efetivas no tratamento de efluentes contendo cromo, podendo tanto trabalhar com soluções contendo concentrações altas, como no caso dos primeiros experimentos (concentração inicial de cromo total 806mgCr/L) quanto com soluções menos concentradas (concentrações iniciais de cromo total 25 – 35mgCr/L), alcançando uma

qualidade de água que se enquadra nos padrões da legislação (CONAMA 020). Permitindo que essa água seja recirculada no processo, objetivando economia de água limpa, preservando esse recurso de suma importância para a vida, ou podendo também ser descartada em rios, sem prejudicar sua qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baral, A. and Engenlken, R. D. (2002). Chromium-based Regulations and Greening in Metal Finishing Industries in the USA. *Environmental Science & Policy*, vol. 5, p. 121-133.
2. Godet, F., Badut, M., Burnel, D., Veber, A. and Vasseur, P. (1996). The Genotoxicity of Ion and Chromium en Electroplating Effluents. *Mutation Research*, vol. 370, p. 19-28.
3. Mount, D. R. and Hockett, R. (1999). Use of Toxicity Identification Evaluation Methods to Characterize, Identify and Confirm Hexavalent Chromium Toxicity in an Industrial Effluent. *Wat. Res*, vol. 34, n° 4, p. 1379-1385.
4. Almeida, M. A. F. E Boaventura, R. A. R. (1997). Chromium Precipitation from Tanning Spent Liquous using Industrial Alkaline Residues: A Comparative Study. *Waste Management*, vol. 17, n° 4, p. 201-209.
5. Rengaraj, S., Yeon, K. And Moon, S. (2001). Removal of Chromium from water and wastewater by ion exchange resins. *Journal of Hazardous Materials B87*, p. 273-287.
6. 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.
7. 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.
8. Rengaraj, S., Yeon, K. And Moon, S. (2001). Removal of Chromium from water and wastewater by ion exchange resins. *Journal of Hazardous Materials B87*, p. 273-287.
9. 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.
10. Yalçın, S. e Apak, R. (2004). Chromium (III, VI) Speciation Analysis with Preconcentration on a maleic acid-functionalized XAD sorbent. *Analitica Chimica Acta*, vol. 505, p. 25-35.
11. Gode, F. and Pehlivan E. (2005). Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by two Lewatit-anion exchange resins. *Journal of Hazardous Materials*. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>, acesso em: 19/01/2005. Artigo aceito em 5 de dezembro de 2004.

USE OF ION EXCHANGE RESINS WITH MATRIX OF POLYSTYRENE TO ELIMINATE CHROMIUM OF LIQUID EFFLUENTS¹

*Josiane Costa Riani²
Denise Croce Romano Espinosa³
Jorge Alberto Soares Tenório⁴*

Abstract

The release of heavy metals into the environment is becoming bigger due to human activities such as paintings and pigments industries, tanneries, metal finishing industries among others. Among metal releases, chromium is notable because this metal is carcinogenic. Thus, the aim of this work is to use an ion exchange system composed of one cationic resin column and one anionic resin column in order to adsorb the chromium (III, VI) of chromium electroplating effluents in order to recycle the water. The methodology consists of chromium adsorption tests using the ion exchange system with the resins: Amberlyst A-21 (polystyrene matrix, functional group tertiary amine, macroporous) and Amberlyst 15WET (polystyrene matrix, functional group sulfonic acid, macroporous). The effects of the feeding outflow and the initial chromium concentration on the chromium adsorption were evaluated. The results show that the quality of the water collected at the end of the process is within the Brazilian standards for the discarding of toxic substances in the environment (CONAMA 020). Allowing, therefore, the water recycling in the process and also its discharging into rivers.

Key-words: Ion-exchange, Resins, Chromium.

¹60^o Congresso Anual da ABM, 25 a 28 de julho, Minas Centro – Centro de Convenções e Feiras.

²Doutoranda, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais-Escola Politécnica da USP,

³Prof.^o. Visitante, Rede Temática em Engenharia de Materiais/Redemat (UFOP-CETEC-UEMG).

⁴Prof. Associado, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Escola Politécnica da USP,