

CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA: IMPACTOS AMBIENTAIS E PURIFICAÇÃO DE EFLUENTES DA PRODUÇÃO DE COURO E LIGAS METÁLICAS

UNIVERSITY EXTENSION COURSE: ENVIRONMENTAL IMPACTS AND EFFLUENT PURIFICATION GENERATED WITH LEATHER PRODUCTION AND ALLOYS

Recebido em 19 out. 2015; Aceito em 12 fev. 2016

ALEXANDRE CESTARI

Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* Matão. Endereço: R. Bento de Miranda Mello, 788, Bairro Benassi, Matão-SP. CEP: 15993-037. E-mail: alexandre.cestari@ifsp.edu.br

RESUMO. Ministrou-se um curso de extensão universitária, com aulas práticas e teóricas, com o objetivo de ensinar métodos de purificação de efluentes industriais, visando à preservação ambiental e reutilização de água. A fundamentação teórica abordou os temas: couro, aço, ligas metálicas, problemas ambientais, saúde humana, CONAMA, adsorção e dessorção, Lei de Lambert-Beer. A parte prática contemplou o preparo de soluções, curva de calibração, química instrumental (UV-Vis), determinação de concentrações desconhecidas, uso de colunas e limites de adsorção. Ao final do curso, os alunos entregaram um relatório científico referente às aulas práticas e realizaram uma avaliação teórica. **Palavras-chave:** couro, ligas metálicas, adsorção, crômio.

ABSTRACT. A university extension course was held in order to teach purification methods of industrial effluents, for environmental preservation and water reuse. The theoretical foundation engulfed the following topics: leather, steel, metal alloys, environmental, human health, CONAMA, adsorption and desorption, and Lambert-Beer's law. The practical part included preparation of solutions, calibration curve, instrumental chemistry (UV-Vis), determination of unknown solutions, use of adsorption columns and limits. At the end of the course, the students delivered a scientific report on the practical classes and conducted a theoretical evaluation. **Keywords:** leather, metal alloys, adsorption, chromium.

1 INTRODUÇÃO

O crômio é listado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) como um dos 129 principais poluentes, sendo o 14º mais nocivo dos metais pesados (BARAL; ENGELKEN, 2002). No estado metálico é estável, mas pode existir nos estados de oxidação de 2+ a 6+. A maior quantidade está na forma 3+, que pode ser oxidada a 6+, dependendo da intervenção humana (HONGYUN *et al.*, 2015; BIELEFELDT; VOS, 2014). A forma 6+ é devida a ambientes básicos e o equilíbrio demonstra esse comportamento na Figura 1 (SULTANA *et al.*, 2014; KAPRARA *et al.*, 2015; EPA, 2015).

Observa-se que até pH=5,5 prevalece Cr³⁺ e após pH=7, Cr⁶⁺ (CrO₄²⁻). Após pH=8, Cr⁶⁺ é predominante. Altas concentrações de Cr⁶⁺ podem alterar enzimas, resistência a patógenos, causar mudanças comportamentais, danos ao fígado, câncer, podendo levar ao óbito (SULTANA *et al.*, 2014; KAPRARA *et al.*, 2015; EPA, 2015).

A mortandade de peixes, danos à saúde e esterilidade de solos foram abordados em filmes, com Julia Roberts e John Travolta, respectivamente, em “Erin Brockovich” e “A Qualquer Preço”.

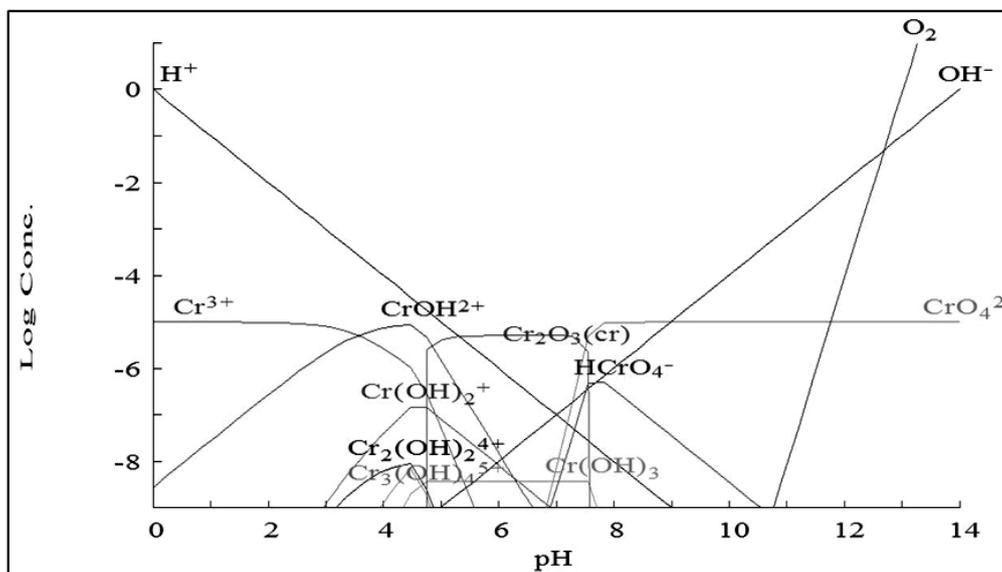


Figura 1. Equilíbrio químico.

A produção de couro por curtimento Wet-blue utiliza cromo e tem como objetivo tornar o material resistente a bactérias, fungos, umidade e temperatura, mas gera aparas e efluentes (KAPRARA *et al.*, 2015; EPA, 2015; MOREIRA, 2003).

O cromo também é usado em aço inox e em ligas por galvanoplastia ou eletrodeposição para aumentar a resistência à corrosão. No Brasil, uma empresa em média consome 3600 kg de Cr^{6+} por mês, gerando 6000 m³ de efluente (CLAU, 1999; AVOTS, 2015).

Para monitorar curtumes e metalúrgicas, o CONAMA estabeleceu limites para efluentes em 0,1 mg.L⁻¹ de Cr^{6+} e 1 mg.L⁻¹ de Cr^{3+} . Para água potável, o limite de cromo é 0,05 mg.L⁻¹.

2 CURSO DE EXTENSÃO

Ministrou-se um curso de 32 horas a 25 discentes, fomentado por Edital do MEC, com o objetivo de ensinar métodos de purificação.

Foram explanados os temas: couro, aço, ligas, danos à saúde, derramamentos químicos, escassez de água, adsorção, absorção, dessorção, ácidos, bases de Lewis e Pearson, eficiência e reuso de colunas, química instrumental (UV-Vis), Lei de Lambert-Beer, exatidão e precisão, equilíbrio químico, equação da reta por regressão linear e coeficiente de correlação (R^2).

Os alunos fizeram a curva de calibração com seis pontos no UV-Vis, montaram colunas de adsorção com sílica e alumina, percolaram soluções simuladas de efluentes industriais e quantificaram limites. A calibração do UV-Vis em 270 nm foi entre 4 e 14 mg.L⁻¹, sem o uso de complexantes.

A Figura 2 representa os procedimentos, com a teoria do resíduo zero.

Para as aparas, existe um depósito de patente de 2007, elaborado pelo autor, para evitar danos ambientais. Este processo também pode ser utilizado em casos de derramamentos com Cr^{6+} ou Cr^{3+} . O limite de adsorção foi determinado em colunas com alumina (1,0 g) e sílica (0,6 g) e soluções a 15 mg.L⁻¹ de Cr^{6+} até a saturação (Tabela 1).

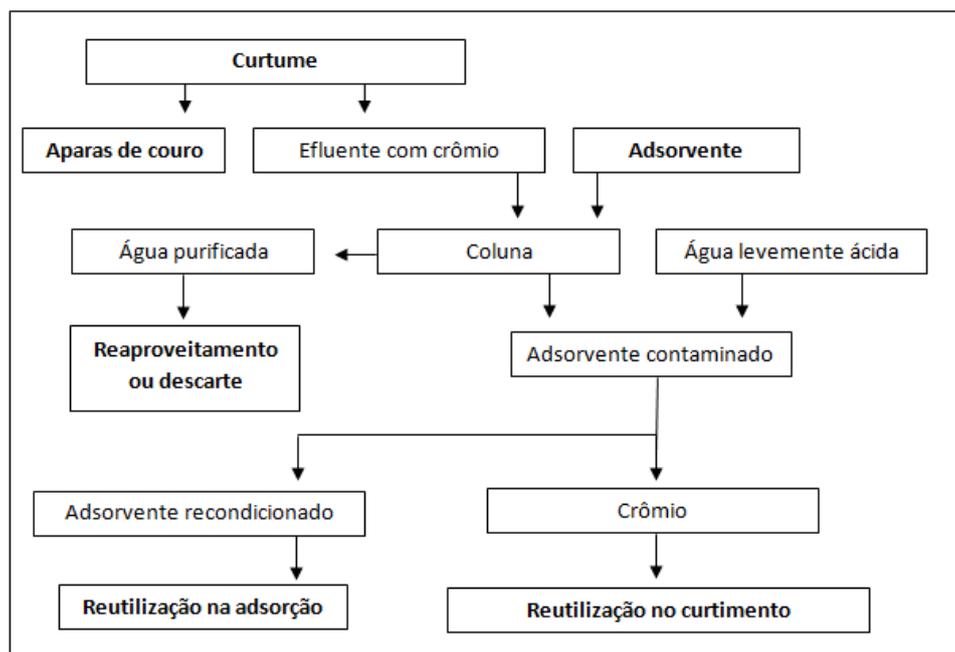


Figura 2. Fluxograma mostrando a proposta de purificação.

Tabela I: Adsorventes e efluentes.

Material	Efluente
Alumina	Cr ⁶⁺
Sílica	Cr ⁶⁺
Alumina	Cr ³⁺ *
Sílica	Cr ³⁺ *

* Apenas um aluno realizou este experimento.

Para testar a curva de calibração dos discentes, duas “amostras desconhecidas” foram preparadas pelo docente. Ao final do curso, os alunos entregaram um relatório referente às práticas e realizaram uma avaliação teórica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os seguintes materiais foram utilizados: Balança do tipo Shimadzu AY220, Espectrofotômetro UV-Vis (PerkinElmer Lambda 35), água destilada, Alumina (Macherey-Nagel), Sílica (Sigma-Aldrich), Dicromato de potássio (Impex) e vidrarias diversas. O método Uv-Vis foi adaptado da norma do Instituto Adolfo Lutz.

4 RESULTADOS

Os resultados dos grupos estão representados na Tabela 2. O docente realizou os experimentos para referência.

Tabela 2. Limites de adsorção.

Grupo	1	2	3	4	Docente
Equação:	$A=0,067.[]-0,095$	$A=0,038.[]+0,028$	$A=0,039.[]+0,094$	$A=0,046.[]+0,128$	$A=0,038.[]+0,027$
R ²	0,995	0,998	0,981	0,989	0,998
Limite em SiO ₂	0,040 mg.g ⁻¹	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Limite em Al ₂ O ₃	0,34 mg.g ⁻¹	0,36 mg.g ⁻¹	0,28 mg.g ⁻¹	0,31 mg.g ⁻¹	0,36 mg.g ⁻¹

Para as “amostras desconhecidas”, o grupo 2 determinou com maior precisão e exatidão e todos os grupos calcularam os limites de adsorção. O resultado negativo para a sílica já era previsto e foi intencionalmente realizado, para incentivar o pensamento crítico. Pode-se observar este fato nos resultados do Grupo 2 (Figura 3).

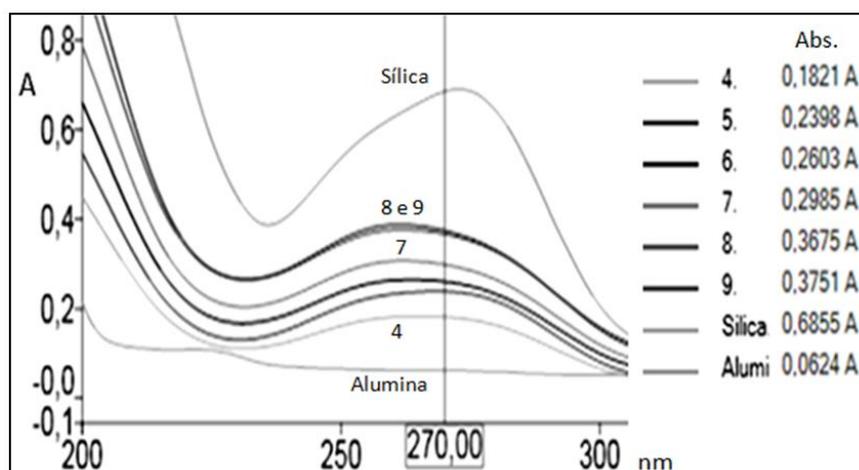


Figura 3. Espectros UV-Vis.

Observa-se que a alumina adsorveu todo o crômio. A análise 8 é a amostra mais concentrada e a 9 é o diluído próximo do limite. Um aluno demonstrou iniciativa em avaliar Cr³⁺ (Tabela 3).

Tabela 3. Limite de adsorção.

Aluno	1
Equação: Cr ³⁺	$A = 14,887.[] + 0,00148$
R ²	0,998
Limite em Al ₂ O ₃	1,866 mg.g ⁻¹

5 AVALIAÇÃO DO CURSO

Foi disponibilizado um formulário para avaliarem o curso, com alguns relatos, transcritos a seguir.

“Aprendemos que este processo auxilia na diminuição do impacto gerado por diferentes indústrias e que pode descontaminar água”.

“Foi possível juntar um problema (resíduos) com uma técnica aplicável nas empresas”.

“Professor de amplo conhecimento, interessado em passar o conteúdo de forma clara e objetiva, com slides explicativos e fotos, administrando horário e gerenciando a prática”.

“Foi uma ótima iniciativa a implantação deste curso, por nos mostrar novas técnicas. Espero que tenham mais cursos como esse”.

“O curso tornou-se extremamente interessante e proveitoso, a metodologia de ensino aplicada fez com que a matéria ministrada fosse aprendida com clareza. A parte prática, bem como a teórica, foi precisa e objetiva”.

“Os slides estavam bastante explicativos e de fácil compreensão, professor com excelente desenvoltura e o toque de humor foi fundamental para tornar as aulas agradáveis”.

“O curso atingiu minhas expectativas e instigou alunos a querer saber mais sobre química, propondo soluções e ideias novas”.

“Primeiramente parabenizar por oferecer um curso deste nível. Tive dificuldade em alguns pontos, mas deu para aprender na prática. É bom para o currículo e mercado de trabalho. Não tenho nenhuma crítica, apenas agradecer. Inscrevi-me por curiosidade e mesmo sem saber se vou ou não ganhar o certificado, deixo aqui o meu agradecimento”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos alunos aprendeu o conteúdo do curso, calibraram o UV-Vis, determinaram as concentrações desconhecidas e definiram os limites de adsorção. Dos 25 alunos, 18 obtiveram nota acima de 6, sendo aprovados. Não houve nenhuma crítica negativa, confirmando a importância do curso, através de agradecimentos, o que incentiva o docente a ministrar uma nova ação de extensão futuramente.

7 REFERÊNCIAS

AVOTS, M. *Produção Mais Limpa, Casos de Sucesso*. In: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CESTESB. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/casos/caso32.pdf>. Acesso em: Junho de 2015.

BARAL, A.; ENGELKEN, R.D. Chromium-based regulations and greening in metal finishing industries in the USA. *Environmental Science & Policy*, n. 5, p. 121-133, 2002.

BIELEFELDT, A. R.; VOS; C. Stability of Biologically Reduced Chromium in Soil. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, n. 2, p. 550-556, 2014.

CLAU, R. P. *Galvanoplastia aplicada: teoria y practica*. Espanha: Editora Librerías y Editorial Alsina, 1999.

EPA. **Chromium Compounds, Hazard Summary**. In: United States Environmental Protection Agency – EPA. Disponível em: <www.epa.gov/airtoxics/hlthef/chromium.html>. Acesso em: Junho de 2015.

HONGYUN, H.; ZHANG, X.; HUAN, L.; DUNKUI, C.; AIJUN, L.; HONG, Y.; ICHIRO, N. Mechanism of chromium oxidation by alkali and alkaline earth metals during municipal solid waste incineration. **Proceedings of the Combustion Institute**, n. 35, p. 2397-2403, 2015.

KAPRARA, N.; KAZAKIS, K.; SIMEONIDIS, S.; COLES, A. I.; ZOUBOULIS, P.; SAMARAS, M. Occurrence of Cr(VI) in drinking water of Greece and relation to the geological background. **Journal of hazardous materials**, n. 281, p. 2-11, 2015.

MOREIRA, M. V.; TEIXEIRA, R. C. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2003.

SULTANA, M.; AKRATOS, C. S.; STAVROS PAVLOU, S.; VAYENAS, D. V. Chromium removal in constructed wetlands: A review. **International Biodeterioration & Biodegradation**, n. 96, p. 181-190, 2014.