

REDUÇÃO, SEPARAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ELETROQUÍMICA E COROSÃO DA UFCG-CES

Eliane Souza Silva¹
Rodrigo Cavalcanti Rodrigues²
Danilo Lima Dantas³
Paulo Sérgio Gomes Silva⁴

^{1,2,3,4} Laboratório de Eletroquímica e Corrosão (LEC), Universidade Federal de Campina Grande, Cuité- Paraíba, Brasil, paulosgs@ufcg.edu.br

Introdução

O crescimento industrial tem sido o principal responsável pela contaminação de nossas águas e solos, devido à falta de tratamento dos seus efluentes antes do descarte, propiciando assim, cada vez mais o lançamento de poluentes nos ambientes aquáticos. (NOGUEIRA & PASQUALETTO, 2008).

Segundo Jardim (1998), as universidades atualmente são grandes fontes de poluentes que são decorrentes das aulas práticas, laboratórios de ensino e pesquisa, que muitas vezes fazem uso de substâncias perigosas em suas variadas atividades comprometendo assim a qualidade ambiental dependendo do seu descarte.

É de suma importância haja um planejamento antes do experimento, para que as atividades experimentais possam ser realizadas de maneira segura e sustentável. Várias instituições têm adotado Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos e propondo formas de tratamentos de resíduos por elas gerados (DI VITTA, 2012).

Para Reis et al. (2012), as instituições de ensino e pesquisa tem tido sérias dificuldades para destinação dos resíduos perigosos decorrentes das suas atividades. Sendo, diferentemente das indústrias, estas instituições, produzem um pequeno número de resíduos. Estes resíduos são compostos de uma ampla variedade de substâncias, sendo elas tóxicas ou não, além disto, pode haver novos compostos de toxicidade desconhecida e sua composição muda de acordo com cada novo projeto ou experimento. Logo, contém uma ampla diversidade de substâncias que na maioria das vezes dificultam a gestão de resíduos nestes tipos de instituições do que nas indústrias, que normalmente geram grandes quantidades de composição conhecida.

Considerando, os descartes dos resíduos provenientes das pesquisas realizadas no LEC, este trabalho objetiva-se em propor uma metodologia para a redução dos resíduos líquido a fase sólida, determinar a composição química e propor um método de recuperação dos metais.

Material e Métodos

Redução e concentração do volume dos resíduos

Na secagem ao sol do efluente líquido (EL), a temperatura máxima foi 44°C com dois dias de exposição em volumes de 500 ml e uma lamina de 0,5 cm em bandejas de plástico, nos intervalos de 8:00 horas às 17:00 horas, resultando em uma fase sólida (FS) (SOUZA, 2016).

Caracterização e composição química dos resíduos em fase sólida e após os teste e precipitação

A composição química foi feita por Energia Dispersiva de raios-X (EDX) usando um equipamento da SHIMADZU MODELO EDX-720. Expressa em % de massa.

Precipitação química com ácido clorídrico

No processo de redução do efluente à fase sólida, a metodologia consistiu-se em adicionar HCl 6,0 mol/dm³ na proporção de 2 ml para 1,0 g de resíduo sólido para precipitar diferentes tipos de metais, de acordo com a metodologia de Wermuth e Silva (2013) e Baldissera (2016), adequando a mesma para nosso tipo de resíduo.

Resultados e Discussão

Foi aplicado o método de redução, por secagem ao sol. Por ser um método de baixo custo e eficaz, o mesmo pode ser utilizado por instituições de ensino e pesquisa, para redução de seus resíduos. A partir deste método, os metais presentes foram identificados e quantificados, por EDX e deste modo, foi possível adequar o método para separar os metais por precipitação com a adição HCl 6,0 mol/dm³. Após a adição de HCl ao resíduo sólido, formaram-se diferentes fases aquosas que se pode atribuir que tinham diferentes densidades e mais especificamente a formação de cristais verdes de aproximadamente 0,5 cm que pode ser associado a cristais de cloreto de níquel.

Foram analisados os resíduos designado por verde 1 (pH 8,33), o verde 3 (pH 5,13) e o rosa (pH 7,86). Os valores de pH e cores apresentadas estão de acordo com Souza (2016), que são uma consequência dos eletrodepósito desenvolvidos no LEC, que utilizam na maioria de eletrodepósito de níquel com outros metais do grupo do ferro e pH entre 4 e 8.

O pH é um parâmetro fundamental no processo de precipitação, uma vez que em pH básico, os metais normalmente precipitam, característica esta que pode ser utilizada para separação destes metais, presentes nos resíduos líquidos gerados (VAZ, 2010). Na eletrodeposição, pH extremos podem até impedir o processo. Em pH muito básico os cátions metálicos formam hidróxidos insolúveis (precipitam) e em pH muito ácido o excesso do íon de hidrogênio substitui o cátion metálico impedindo a eletrodeposição. Para ter os cátions metálicos em solução a pH intermediários (4 a 8), usa-se complexantes que os mantenha solúvel para se proceder a eletrodeposição.

No tratamento dos resíduos do LEC em que os metais estão complexados, a adição do ácido 6,0 mol/dm³, foi necessária para reverter a complexação e deste modo ocorrer a separação/precipitação dos metais no resíduo.

Redução e concentração dos volumes dos resíduos

A secagem ao sol foi realizada em bandejas, aumentando assim a eficiência e a redução do tempo do processo. Após a secagem as amostras foram pesadas novamente, identificadas e armazenadas em dessecador.

A Tabela 1 apresenta o aspecto do efluente líquido, do resíduo seco resultante da secagem ao sol e os teores médios de resíduo seco em massa para as amostras avaliadas neste estudo, a amostra “verde1”, “verde 3” e “rosa”, podem ser observados. Pode-se perceber que a redução foi de 7,297±0,567% nos volumes o que facilita o armazenamento para posterior tratamento ou reaproveitamento. As cores podem ser associadas aos cátions mais utilizados no LEC.

Tabela 1. Redução do volume mediante a secagem a sol

Amostra		Perda água (%)	Resíduo sólido (%)	
Nome	EL			FS
Verde 1			89,515	6,447
Verde 3			92,401	7,599
Rosa			86,161	7,845

Determinação da composição química dos resíduos

A análise de EDX do resíduo sólido obtido foi feita em triplicada. A composição química resultante para as amostras Verde 1, Verde 3 e rosa, são apresentados Tabela 2. Nas amostras verde 1 e verde 3, as maiores ocorrências (W, Ni e Mo) representam cerca de 80% e 70% da composição respectivamente. Para a amostra rosa, 75,82% é representada só por W. Estes resultados estão de acordo com o levantamento feito por Souza (2016), em relação aos metais utilizados nas últimas pesquisas que estavam sendo desenvolvidas, que são ligas do grupo do ferro (Cr, Co e Ni) com substituição do Cr pelo W, considerando que o Cr é carcinogênico.

Tabela 2. Elementos químicos encontrados na amostra

Elementos químicos	Valor médio verde 1 (%)	Valor médio Verde 3 (%)	Valor médio Rosa (%)
W	35,907± 0,0039	11,802±0,0018	75,82± 0,0037
Ni	21,619± 0,0013	40,412±0,0081	11,49± 0,0133
Mo	22,097± 0,0059	18,513±0,0052	*
Zn	4,888± 0,0005	5,956±0,0014	*
K	4,460± 0,0004	11,801±0,0056	*
P	3,391± 0,0009	2,073±0,0005	0,88± 0,0005
Fe	2,085± 0,0001	5,607±0,0020	0,06± 0,0001
Co	1,956± 0,0002	2,131±0,0000	10,80± 0,0026

* ocorrências não significativas

Precipitação com HCl

A adição do HCl aos resíduos sólidos, observou-se que todas as amostras sofreram diluição imediata, e posterior precipitação. Para a amostra rosa a precipitação aconteceu mais intensamente formando um precipitado branco, azul no verde 1 e um verde escuro no verde 3.

Após 24 horas, observou-se a formação de precipitados diferentes em todas as amostras, na qual as mesmas apresentaram cores diferentes, em relação a cor inicial, e uma significativa diferença no volume do precipitado. Após toda a sedimentação foi adicionado álcool etílico em todas as amostras, para melhor separação do precipitado e lavagem deste, seguido por filtração a vácuo. Após a filtração dos precipitados, foi observado que amostra rosa formou um precipitado branco prateado, na amostra verde 1 formou um precipitado azul escuro, e na amostra verde 3 formou mono cristais verdes. Após a filtração secagem 105°C, por 4 horas.

Determinação da composição química dos precipitados

Na Tabela 3 pode-se perceber que na análise de EDX, os precipitados que representaram 12,7±5,38% do resíduo sólido, as amostras rosa e verde 1 apresentaram altos teores de W, já amostra verde 3 resultou 52,830% de Ni precipitados. Estes resultados mostram que a técnica de separação por precipitação com HCl foi eficaz na recuperação de resíduos, diminuindo assim a poluição ambiental como também os custos de tratamento, e gastos obtidos na compra destes metais, destacando, que estes metais que foram recuperados.

Tabela 3. Elementos químicos encontrados em maior concentração nos precipitados

Precipitado	Maior concentração	Porcentagem
Rosa	W	93,218%
Verde 1	W	66,955%
Verde 3	Ni	52,830%

Conclusão

O método de secagem ao sol foi eficaz, obtendo assim resultados satisfatórios na redução do volume dos resíduos líquidos à fase sólida, podendo ser o mesmo utilizado, em qualquer instituição para reduzir os resíduos líquidos dos laboratórios gerados no mesmo.

Com o uso da precipitação química foi possível separar os metais com a adição do ácido clorídrico, formando precipitados com cores características dos metais utilizados nas pesquisas realizadas do LEC, destacando ainda a formação de cristais verdes, idênticos ao cloreto de níquel, comprovado por EDX.

Concluindo então que, todos os métodos desenvolvidos foram válidos, e que a partir deles, foi possível recuperar os metais presentes nos resíduos, com possibilidade de serem reutilizados em aulas experimentais de graduação.

Referências

BALDISSERA, L. Recuperação de resíduos de cobalto oriundos dos laboratórios de química da UTPF. 35f. TCC (Graduação). Curso de Curso de Bacharelado em Química. Departamento de Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

- DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20patricia%20texto.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa, QUÍMICA NOVA, v.21, n.5, p.671. 1998.
- NOGUEIRA, L. S.; PASQUALETTO, A. Plano de prevenção de riscos ambientais (PGRA) para empresas de galvanoplastia. 28f. Monografia (Especialização). Curso de Engenharia Ambiental. Departamento de Engenharia. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2008.
- REIS, H. G. L.; OLIVEIRA, A. M. V. F.; MELO, A. M.; CARVALHO, G. R. G.; COSTA, I.; SOUZA, L. S. Inventário dos resíduos gerados nas aulas práticas de química nos laboratórios docente. FUNEC – Fundação de Ensino de Contagem, Unidade CENTEC. Contagem, 2012.
- SOUZA, I. R. S. Caracterização físico-química dos resíduos líquidos gerados no laboratório de eletroquímica e corrosão do CES – UFCG. 53f. TCC (Graduação). Curso de Licenciatura em Química. Universidade Federal de Campina Grande. Cuité, 2016.
- SCHULTZ, D. R. Recuperação de metais pesados (Pb, Cu e Ni) de efluentes industriais utilizando reator eletroquímico Feito de leite particulado. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, v.8, n.9, p.1. 2004.
- WERMUTH, D.; SILVA, E. S. Recuperação e recristalização de resíduos de níquel oriundos de aulas práticas no laboratório de química da UTFPR. 49f. TCC (Graduação). Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.
- VAZ, I. G. DE I.; KLEN, M. R. F.; VEIT, M. T.; SILVA, E. A. DA; BARBIERO, T. A.; BERGAMASCO, R. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. Eclética Química, v.35, n.4: p.48. 2010.