

ESTUDO DA DESCONTAMINAÇÃO DE UM RESÍDUO SÓLIDO GERADO POR UMA INDÚSTRIA GALVÂNICA

P.T.S.Silva¹, C.E. Gioppo², N.T. Mello², M.M.B.Duarte³, B.B.Netto¹, T.N.C. Dantas³, V.L. Silva²

1 – Departamento de Química Fundamental – Universidade Federal de Pernambuco.

E-mail: paulatss@bol.com.br

2 – Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal de Pernambuco, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE.

E-mail: vlins@mpd.ufpe.br

3 – Fundação do Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco - ITEP.

4 – Departamento de Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

RESUMO

Nesse trabalho realizou-se um estudo de descontaminação de um resíduo sólido conhecido por Sal de Cromatização gerado por uma indústria galvânica do estado de Pernambuco. Esse resíduo é classificado como perigoso segundo a NBR-10004/87. A descontaminação do sal de cromatização ($Cr_{\text{lixiviado}} = 28,7\text{mg/L}$; $F_{\text{lixiviado}} = 600\text{mg/L}$) foi realizada através de extrações utilizando HCl comercial a frio, variando-se a concentração do ácido e o tempo de contato de resíduo com o ácido. As condições foram aperfeiçoadas através de planejamentos sequenciais. Ao final de cada extração, o resíduo resultante foi submetido a novos ensaios de lixiviação para avaliar o risco que este pode causar ao meio ambiente. Foi constatado que cerca de 90% Cr foram extraídos utilizando HCl 80% v/v no tempo de 3h e que o resíduo resultante não se caracterizava mais como perigoso segundo a NBR-10004 pois o teor de cromo e fluoreto lixiviado não ultrapassaram o limite permitido pela norma. A técnica utilizada é bastante eficiente quando comparadas com outras existentes e de baixo custo pois utiliza ácido clorídrico comercial e pouca energia.

PALAVRAS-CHAVE: descontaminação; resíduos sólidos; indústria galvânica; extração.

1. INTRODUÇÃO

As atividades industriais figuram como importantes fontes de contaminação de áreas, principalmente os processos que empregam ou que produzem substâncias perigosas e conseqüentemente, geram resíduos perigosos. Esses resíduos são considerados como classe I segundo a NBR-10004/87. Não é possível simplesmente descartar esses materiais na natureza esperando que a água ou a terra absorvam seus danos. Esses rejeitos necessitam de um pré-tratamento, a fim de reduzir seu potencial poluente no meio ambiente para serem dispostos adequadamente no solo.

Entre os resíduos sólidos industriais, os rejeitos galvânicos têm recebido uma atenção particular devido a natureza de seus constituintes. Geralmente esses resíduos apresentam uma alta concentração de metais alcalinos e de transição. Esses resíduos surgem nas precipitações dos banhos, tratamento dos efluentes líquidos e no pré - tratamento mecânico.

Algumas técnicas vem sendo utilizadas a fim de descontaminar esses resíduos: redução eletroquímica, osmose reversa, extração por solvente dentre outras (Corbitt, 1990; Wilmoth et al., 1991; Henze et al., 1995).

O resíduo estudado nesse trabalho, sal de cromatização, é decorrente do processo de cromatização de chapas de alumínio. Ao longo de vários anos, esse sal foi cristalizando-se nas paredes dos tanques e durante a limpeza e manutenção foram removidos e armazenados em bombonas de PVC, aguardando destino final.

Nesse trabalho utilizou-se como técnica a extração dos contaminantes pelo HCl comercial a frio demonstrando ser simples, eficiente e de baixo custo. A descontaminação foi realizada através de planejamentos sequenciais.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Classificação do Sal de Cromatização

O sal de cromatização foi submetido a procedimento de lixiviação conforme a NBR-10005 e do procedimento de solubilização conforme a NBR-10006. Foram analisados os teores de cloreto, cianeto, cromo total, fluoreto, arsênio, bário, bismuto, mercúrio, nitrato, fósforo total, sulfato e surfactantes segundo a metodologia do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 1999.

2.2. Composição química do Sal de Cromatização em relação aos metais presentes

A amostra foi digerida segundo a metodologia do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 1999. Os metais foram quantificados pelo ICP-OES (Espectrômetro Óptico de Emissão por plasma Indutivamente Acoplado).

2.3. Descontaminação do Sal de Cromatização - Extração ácida

Como extrator utilizou-se o HCl comercial (Laborquímica) por ser de baixo custo e por não trazer problemas de contaminação. Sua composição apresenta: Pureza (25,8%), densidade (1,13 g/ml), Zn (0,02mg/l), Cr (0,03mg/l) e Al (0,06mg/l).

Para cada g do resíduo utilizou-se 5ml do HCl, levando-se em seguida a agitação em uma mesa agitadora a 150 rpm. Nesse experimento procurou-se encontrar condições mais econômicas de descontaminação variando-se a concentração do ácido e o tempo de contato do resíduo com o ácido através de planejamentos sequenciais. Os ensaios foram realizados em duplicata. Preparou-se um branco. Os extratos foram analisados pela técnica de ICP-OES. Ao final de cada extração, o resíduo foi submetido ao ensaio de lixiviação (NBR-10005), analisando-se o teor de fluoreto e cromo total no lixiviado.

Inicialmente fez-se o experimento utilizando o HCl comercial nas concentrações de 60, 80 e 100% v/v e no tempo de 24h. Em decorrência da análise dos resultados do primeiro planejamento, foi realizado um novo planejamento procurando-se reduzir o tempo de contato para avaliar o teor de cromo e fluoreto lixiviado resultante no resíduo. Empregou-se o HCl nas concentrações de 60, 80 e 100%, nos tempos de 3 e 5h.

Com os resultados do segundo planejamento, decidiu-se realizar o terceiro planejamento de extração com o HCl nas concentrações de 30, 60, 80 e 100% nos tempos de 30 e 60 minutos. Considerando-se os resultados do terceiro planejamento, no último planejamento utilizou-se o HCl nas concentrações de 5 e 10% nos tempos de 5 minutos. Esse planejamento pode ser observado na Tabela I.

Tabela I - Planejamento sequencial do sal de cromatização

Experimento	Concentração do ácido (%v/v)	Tempo de contato resíduo com o ácido (h)
1	60	24
	80	24
	100	24
	60	3
	80	3
	100	3
	60	5
	80	5
	100	5
	30	30
	60	30
	80	30
2	100	0,08
	30	0,08
	60	0,08
	80	0,08
	100	0,08
	5	0,08
3	10	0,08
	10	0,08

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização do Sal de Cromatização

A composição química do Sal de Cromatização é mostrada na TABELA II. Pode-se observar que os elementos que apresentam maiores teores são o cromo, o alumínio, o cálcio e o magnésio, todos decorrentes do próprio processo galvânico. Nesse contexto, o cromo apresenta um teor elevado, o que gera uma grande preocupação quanto ao destino final desse sal, em aterros sanitários ou aproveitamento em construção civil na formulação de tijolos, na composição do cimento e materiais cerâmicos, o que é bastante questionável, ou ainda na agricultura, após o devido tratamento e em doses compatíveis com a saúde pública e legislação vigente (5,0 mg/l), segundo a NBR-10004. O Alumínio também

apresenta teor elevado, mas a NBR-10004 não contempla o risco que este deve causar ao meio ambiente. A Resolução CONAMA N°20/86 avalia o seu grau de contaminação apenas quando presente em águas. O cálcio e o magnésio não são preocupantes no resíduo sólido. Os outros componentes apresentam teores muito baixos o que não levam a preocupação por contaminação.

Tabela II - Composição química do Sal de Cromatização

Metais	mg/l
Zn	1,2
Ni	0,8
Ba	1,7
Mn	1,7
Fe	5,3
Cr	245,0
Cu	1,1
Al	297,0
Ca	127,0
Mg	331,3

Na Tabela III temos o resultado da lixiviação do sal, conforme norma NBR-10005 (lixiviação de resíduos). Examinando-se a NBR-10004 (resíduos) pode-se observar que somente os teores de cromo e fluoreto são considerados acima dos valores permitidos pela norma, caracterizando o resíduo como classe I (perigoso).

Tabela III - Lixiviação do sal de cromatização segundo a norma NBR-10005

Poluente	Limite máximo permitido pela norma (mg/l)	Extrato lixiviado (mg/l)
cromo	5	28,5
fluoreto	150	600

3.2. Planejamento sequencial para o Sal de Cromatização

O Planejamento Sequencial teve como finalidade encontrar as melhores condições de descontaminação do resíduo por cromo e fluoreto avaliando grau de risco do resíduo resultante após a extração ao meio ambiente.

Os resultados desse planejamento é apresentado em conjunto nas Figuras I e II, demonstra que mesmo nas condições de baixo teor de extração do cromo, o teor de cromo e fluoreto lixiviado não excederam o limite permitido pela NBR-10004. Em relação aos experimentos com a concentração do ácido (5 e 10% v/v) e tempo de contato de 5 a 10 minutos, consegue-se extrair cerca da metade do teor de cromo, embora o teor de cromo e fluoreto obedeçam a norma. Nesse caso existem preocupações por parte dos ambientalistas, pois embora o Cr (III) seja relativamente imóvel nos solos, mesmo assim poderá ocorrer a oxidação do Cr (III) a Cr (VI). Isso acontece em solos frescos e úmidos com a presença de óxido de manganês e ferro (Pettine e Millero, 1990; Fendorf et al.: 1992). Diante desse fato existe uma grande possibilidade desse cromo resultante no resíduo após a extração ser oxidado, dependendo do local onde seja descartado. Para se ter uma melhor garantia, acredita-se que para extração em torno de 80% esse problema poderá ser solucionado.

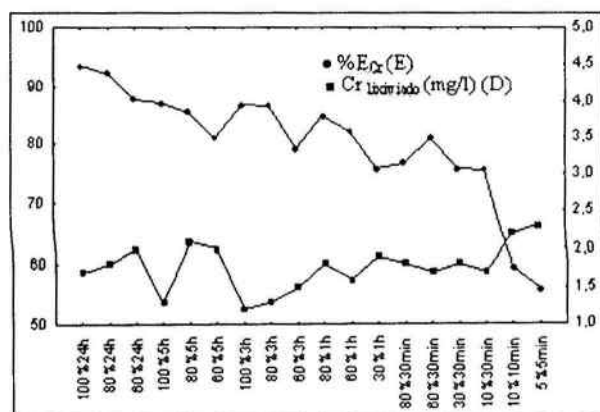


Figura I - Estudo das diferentes concentrações do HCl comercial e tempo de contato na (%) de extração do cromo e no teor do cromo lixiviado

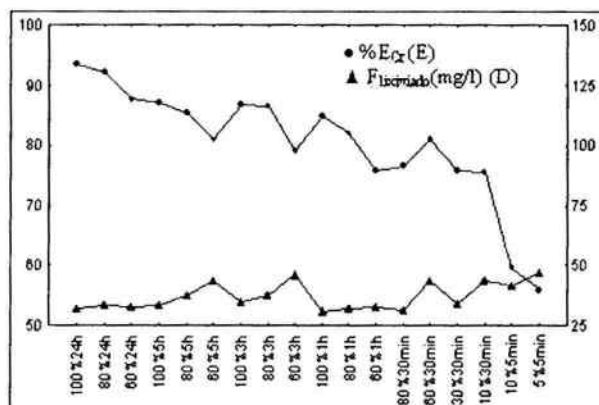


Figura II - Estudo das diferentes concentrações do HCl comercial e tempo de contato na (%) de extração do cromo e no teor do fluoreto lixiviado

4. CONCLUSÃO

- A metodologia empregada neste trabalho para a descontaminação do sal de cromatização pode ser considerada simples e econômica pois utiliza pouca energia e reagente de baixo custo.
- Através dos planejamentos sequenciais pode-se encontrar condições satisfatórias de descontaminação do sal de cromatização. Utilizando a concentração do ácido de 80%v/v e o tempo de 3h, o resíduo resultante após a extração obteve 1.2 mg/l de cromo lixiviado e 37.1 mg/l de fluoreto lixiviado. Essas condições foram escolhidas a fim de tornar o processo de descontaminação economicamente viável.
- Em todos os casos estudados do planejamento sequencial para o sal de cromatização não houve valores de cromo ou fluoreto lixiviado que caracterizasse o resíduo resultante como perigoso, classe I.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apha; Awwa; Wef. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. New York, 1998.
- Corbitt, R. A. Standard Handbook of Environmental Engineering. McGraw-Hill, New York, 1990.
- Fendorf, S. E.; Fendorf, M.; Sparks, D.L.; Gronsky, R. – *Inhibitory mechanism of chromium (III) oxidation by MnO₂*. Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 153, p. 37-54, 1992.
- Henze, M.; Harremoës, P.; Jansen, J.; Arvine, E. Waste Water Treatment. Springer – Verlag, Berlin, 1995.
- Pettine, M.; Millero, F.J. – *Chromium speciation in seawater: The probable role of hydrogen peroxide*. Limnology and Oceanography, Vol.35, p. 730-736.
- Wilmoth, R.C.; Hubbard, S. J.; Burckle, J. O., Martin, J.F. – *Production and processing of metals: their compounds in the Environment*. Occurrence, Analysis and Biological Relevance, VCH, Weinheim, Germany, p. 19-65, 1991.