

# EXTRAÇÃO DE METAIS PRECIOSOS A PARTIR DE SUCATA ELETRÔNICA POR ELETROLIXIVIAÇÃO



## **Priscila Martins da Rocha**

Aluna de Graduação da Química, 7º período, FTESM  
Período PIBIC/CETEM : agosto de 2010 a julho de 2011,  
procha@cetem.gov.br

## **Luis Gonzaga Santos Sobral**

Orientador, Eng. Química, PhD.  
lsobral@cetem.gov.br

## **1. INTRODUÇÃO**

Lixo eletrônico, sucata ou resíduo eletrônico são os termos comumente utilizados para equipamentos eletrônicos quando estes se tornam obsoletos e são, posteriormente, descartados no meio ambiente (SANTOS *et al.*, 2011). Devido ao crescente avanço tecnológico, os equipamentos eletrônicos são frequentemente, renovados, do ponto de vista da inovação, fazendo com que os mesmos sejam substituídos em um período cada vez mais curto gerando, em contrapartida, um aumento na produção da sucata eletrônica (SILVA *et al.*, 2007). O número total de elementos químicos que são encontrados nos resíduos eletrônicos pode alcançar um número significativo de 60 elementos diferentes, com distintas características físico-químicas, variando entre metais preciosos até elementos recalcitrantes, a exemplo de cádmio, chumbo, selênio etc., que, se dispostos no meio ambiente, se configuram como uma grande ameaça à saúde humana.

## **2.OBJETIVOS**

O presente trabalho propõe desenvolver estudos de eletrolixiviação, que se caracteriza pela ação de agentes oxidantes fortes, gerados num sistema reacional apropriado, por ocasião da oxidação eletrolítica dos íons cloreto, presente no meio reacional, para o tratamento de sucatas eletrônicas visando à posterior recuperação de seus elementos metálicos de interesse.

## **3.METODOLOGIA**

A amostra utilizada no presente estudo é oriunda de micro-computadores obsoletos. Os componentes internos foram removidos e encaminhados para uma etapa de pré-tratamento em um moinho de facas, onde foi efetuada a fragmentação do material eletrônico. Neste estudo utilizou-se um sistema reacional como o mostrado na Figura 1. Para dar início a esse processo, o material a ser lixiviado, inicialmente fragmentado mecanicamente, foi suspenso em cloreto de sódio (0,5 – 2,0 molar), eletrólito do sistema eletrolítico e, em seguida, foram introduzidos os eletrodos apropriados, ou seja, o anodo DSA (*dimensionally stable anodes* – tela de titânio revestido com óxido de irídio – IrO<sub>2</sub>) e catodos tridimensionais (esponja de níquel reticulado) que permitem a utilização de elevadas intensidades de correntes (A) com baixas densidades de corrente (A.dm<sup>-2</sup>) devido a sua elevada área superficial específica (m<sup>-1</sup>). Por último, para dar início ao processo eletrolítico, foi feita a energização do sistema, com a passagem da corrente elétrica resultando em uma voltagem da célula variando entre 3,0 e 5,0 volts).

Os ensaios de eletrolixiviação da sucata eletrônica (SOBRAL *et al.*, 2008), contendo, majoritariamente, cobre metálico, foram realizados num reator de vidro Pyrex de 1 litro com tampa vazada para a inserção dos eletrodos (cátodo e ânodo), sendo o material a ser lixiviado suspenso mecanicamente, numa razão sólido-líquido de 1:10, e o pH inicial da suspensão ajustado em 0,5 com ácido clorídrico (HCl). A corrente contínua foi fornecida por uma Fonte de Alimentação MCE 8257, 0 - 18 V / 0 – 20 A por um período de 6h para todos os ensaios. A Figura 1 mostra o sistema reacional utilizado no processo de eletrolixiviação.

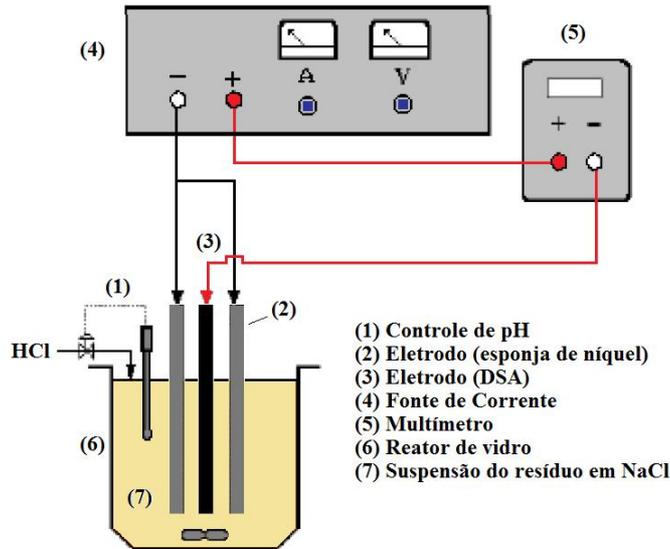


Figura 1. Figura esquemática do sistema reacional de eletrolíxiviação.

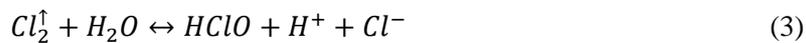
O processo de eletrooxidação inicia-se (SCHINER *et al.*, 1971), uma vez suprida a corrente, na superfície anódica, com a oxidação dos íons cloreto a cloro gasoso, segundo a reação (1).



Já na superfície catódica a água é, inicialmente, reduzida com produção de hidrogênio e íons hidroxila, segundo a reação (2).



Simultaneamente, ácido hipocloroso é gerado no seio da solução através da reação química do cloro, gerado no anodo, com a fase aquosa, como mostra a reação (3).



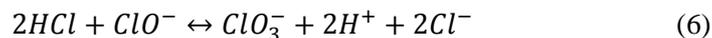
Esse ácido se dissocia com formação dos íons hipoclorito e íons hidrogênio, como mostrado na reação (4), dependendo, diretamente, do pH do meio.



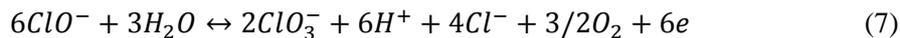
Esses íons hidrogênio reagem com os íons hidroxilas, produto da reação catódica, para formar água, segundo a reação (5).



Durante o processo eletrolítico, após um dado tempo de reação, a produção de íons hipoclorito ( $ClO^-$ ) não mais aumenta como esperado, fato atribuído à geração química de íons clorato ( $ClO_3^-$ ), através da seguinte reação (6):



Ou eletroquimicamente, na superfície anódica, da seguinte forma:



## 4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variação das condições operacionais pode influenciar na geração de agentes oxidantes, que se reflete na quantidade de metais liberados para a solução durante o processo de eletrolixiviação. Em virtude disso, foi avaliada a relação entre a concentração de cloreto de sódio (NaCl) e a corrente aplicada no sistema reacional que se reflete, diretamente, na voltagem da célula. Os resultados obtidos, mostrados na Figura 2, demonstram que as extrações de ouro e prata são promissoras e coerentes, uma vez que um incremento na concentração da salmoura e na corrente elétrica fornecida ao sistema reacional, favorece a geração de agentes oxidantes capazes de oxidar esses metais. Elementos como Al, Fe, Cu e Pb são mais suscetíveis a ataques ácidos; entretanto, por se apresentarem em teores mais elevados e, na maioria dos casos, na forma de partículas grosseiras, necessitam de um maior tempo de reação para a completa lixiviação.

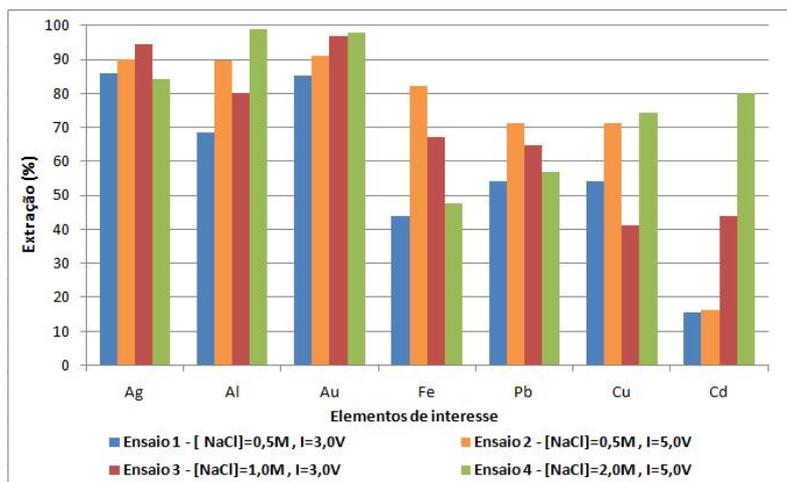


Figura 2. Extração dos metais de interesse.

A presença de fios de cobre isolados por uma capa polimérica na amostra de sucata eletrônica fragmentada, como pode ser observado na Figura 2, contribuiu para uma baixa extração desse elemento, visto que, essa capa se encontra isolando grande parte da superfície do cobre.



Figura 2. Imagem microscópica da amostra da sucata eletrônica contendo fios de cobre, após a operação de fragmentada.

Por último, o cádmio presente na sucata eletrônica, em baixos teores, como constituinte de uma liga, composta de ouro, prata e cobre, depositada, eletroliticamente, no revestimento superficial de substratos metálicos e poliméricos, é de difícil determinação analítica.

## 5. CONCLUSÕES

A variação das condições operacionais pode influenciar na geração de agentes oxidantes, que se reflete na quantidade de metais liberados para a solução durante o processo de eletrolixiviação e a conseqüente eletrodeposição dos mesmos nos catodos tridimensionais. Os metais preciosos foram extraídos quase que na íntegra. No caso dos outros elementos majoritários será necessário se entender o tempo do processo eletrolítico para a total extração dos mesmos.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) pela infra-estrutura, ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq pela concessão da bolsa, aos meus orientadores Luis Sobral e Carlos E. G. Souza e a todos que contribuíram para realização deste trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, F.H.S.; SOUZA, C.E.G. **Séria Tecnologia Ambiental – Resíduos de origem eletrônica**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, n17, 55P. 2010.

SILVA, B. D.; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. **Resíduos eletrônicos no Brasil**. Santo André, 2007. Revisão em Abril de 2008 – Felipe Fonseca. Disponível em: <<http://www.lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/>>. Acesso em: 14/02/2011.

SOBRAL, L.G.S; LIMA, R.B.; SOUZA, C.E.G., MORI, V. **Relatório Técnico: Recuperação de cobre de um concentrado de flotação de cobre**. Rio de Janeiro, Brasil, Centro de Tecnologia Mineral, 76p. 2008.

SCHINER, B.J.; LINDSTROM, R.E. and Henrie, T.A. **Processing refractory carbonaceous ore for gold recovery**, J. Met. 37-40, 1971.