

RECUPERAÇÃO DE OURO DE MICROPROCESSADORES DESCARTADOS

L. N. CORTES¹, C.O CALGARO¹ M. CELLA¹ G. RESKE¹ D. BERTUOL¹ e E. H. TANABE¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: leticiancortes@hotmail.com

RESUMO - Os microprocessadores de computador são constituídos por pinos revestidos de ouro, este ouro pode ser lixiviado de forma seletiva. O processo de extração industrial do ouro, tradicionalmente, emprega cianeto como lixiviante, porém seu uso apresenta uma eficácia limitada. Atualmente, utiliza-se tioureia em meio ácido para complexação do ouro. Por isso, o objetivo deste estudo foi recuperar ouro de microprocessadores descartados, através de lixiviação. As lixiviações foram realizadas, à temperatura ambiente, com 1g de processador, 1g de tioureia, ácido sulfúrico, e 0,3g de sulfato férrico. Todas as amostras foram filtradas e analisadas por espectrometria de absorção atômica, os pinos foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura. A quantidade total de ouro presente no processador foi determinada após digestão total da amostra com solução de água régia. Nas condições estudadas, o tempo de 30 minutos de lixiviação apresentou a maior quantidade de ouro extraído, cerca de 45%.

1. INTRODUÇÃO

Devido evolução dos eletrônicos e o elevado consumo, rapidamente um aparelho passa de útil a sucata tecnológica, e isso faz com que cada vez mais resíduos sejam gerados, o lixo eletrônico é composto de grandes quantidades de metais pesados que quando descartados de forma incorreta podem causar diversos problemas (Silva *et al.*, 2007).

Em 1971 a Intel lançou o primeiro microprocessador comercial, que com o decorrer dos anos e das pesquisas foi evoluindo cada vez mais. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), só no primeiro semestre de 2013 foram vendidos no país 10,4 milhões de unidades de computadores, entre *desktops*, *notebooks* e *tablets*. No geral, quem compra um eletrônico acaba se desfazendo de outro, portanto, o Brasil acabou se tornando um dos campeões mundiais na geração de lixo eletrônico de informática.

Portanto, precisamos imediatamente tomar alguma providência para que seja possível diminuir este problema, ou que se possa subtrair essa variedade de resíduos que são depositados e esquecidos na natureza. E o que se espera de um País que produz em abundância é que ele consiga lidar com os resíduos de forma a causar o menor impacto ambiental possível (Sesé *et al.*, 2011).

Um metal pode ser extraído através de Lixiviação que é realizada com o objetivo geral de separação, técnica que consiste em dissolver o metal em uma solução aquosa utilizando um meio lixiviante para mais tarde recuperá-lo, neste caso o meio lixiviante é a tioureia em solução ácida, processo esse que pode ser ou não seletivo.

Segundo Ubaldini *et al.* (1997) o uso da tioureia como agente de extração de metais preciosos é de alto valor para a indústria metalúrgica, a lixiviação com tioureia como meio lixiviante passou a ser uma considerável alternativa para a lixiviação de ouro. Uma das vantagens do seu uso é pelo baixo impacto ambiental, sua seletividade para ouro e prata e sua cinética rápida de dissolução de ouro, outra vantagem é que a lixiviação com tioureia em soluções ácidas podem ser tratadas diretamente, enquanto que com cianeto precisam de pré-tratamento, o que a torna mais vantajosa quando comparada ao uso de cianeto.

Outro reagente químico utilizado para extração de metais é o tiosulfato ($S_2O_3^{2-}$) que apesar de ser benéfico do ponto de vista ambiental apresenta algumas desvantagens como: o consumo de tiosulfato é alto durante a extração, seu processo de lixiviação é muito lento, e o processo ainda é economicamente inviável. (Bhat *et al.*, 2012).

Como alternativa a diminuição do acumulo de resíduos, se faz necessário à busca por novos métodos de reaproveitamento de lixo eletrônico que em grande parte é apenas descartado, desta forma este projeto tem por objetivo recuperar ouro de microprocessadores de computadores descartados.

2. METODOLOGIA

A composição química dos pinos foi realizada colocando-os em contato com água régia a uma temperatura de 90°C, usando uma relação sólido/líquido de 1:50 sob agitação constante, os pinos foram arrancados da placa com auxílio de um alicate.

Dando sequência, realizaram-se as lixiviações modificando algumas condições como: tempo reacional quantidade e ordem dos reagentes até que encontrada a condição ótima de extração do ouro. (Ubaldini *et al.*, 1997).

As lixiviações foram realizadas nas seguintes condições: 1g de processador, tioureia que em contato com o ouro forma um forte complexo catiônico e é utilizado numa proporção de 1:1, gotas de ácido sulfúrico até o pH ficar próximo de 1 e 0,3g de sulfato férrico que age como o agente oxidante no meio o qual para maior eficiência da lixiviação deve ser adicionado por último. (Ubaldini *et al.*, 1997).

Primeiramente é feita uma solução de água e tioureia sob agitação constante até que o mesmo se dissolva completamente, em um balão de 50 mL foi adicionado água e o ácido sulfúrico e então é medido o pH da solução, em seguida é adicionado ao balão: os pinos de ouro, a solução de tioureia com água, e por último o sulfato férrico, na respectiva ordem. O balão é fechado e a lixiviação realizada a temperatura ambiente, sob agitação constante (Ubaldini *et al.*, 1997).

Para determinar a massa de ouro variou-se o tempo reacional de 0,5 a 3 horas, tempo em que os pinos de ouro ficam em contato com a solução de água régia (solução de ácido nítrico e ácido clorídrico) em uma proporção de 1:3 usando 50 mL de solução total. Todos os testes foram realizados em refluxo, a uma temperatura de aproximadamente 90°C.

Todas as soluções obtidas a partir das lixiviações foram filtradas e analisadas por espectrometria de absorção atômica e por fim, todos os rendimentos foram calculados considerando a extração com água régia como extração total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização do material

O microprocessador de computador possui seus pinos revestidos de ouro. A figura 1 apresenta a micrografia dos processadores utilizados. E a figura 2 apresenta o espectro de EDS com a respectiva composição química. Como pode-se observar o maior pico é do ouro, contendo uma composição de 87.38%, tendo presente também outros elementos como Ferro e Alumínio em porcentagens relativamente pequenas (a presença destes metais deve estar associados a composição química da liga que forma o metal da parte interna dos pinos).

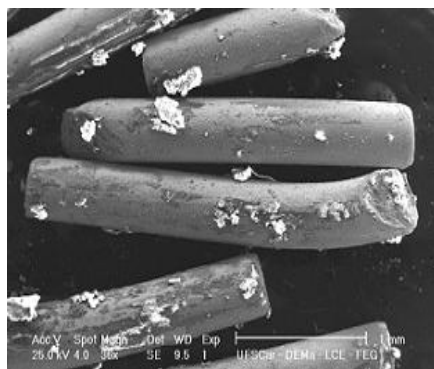
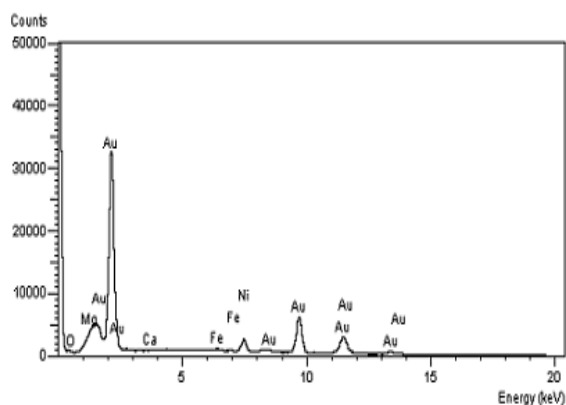


Figura 1 - Micrografia dos pinos do microprocessador



Elemento	Elemento (%)
O	10.52
Al	1.37
Fe	0.74
Au	87.38
Total	100.00

Figura 2a - Espectro EDS.

Figura 2b - Composição química do pino do microprocessador.

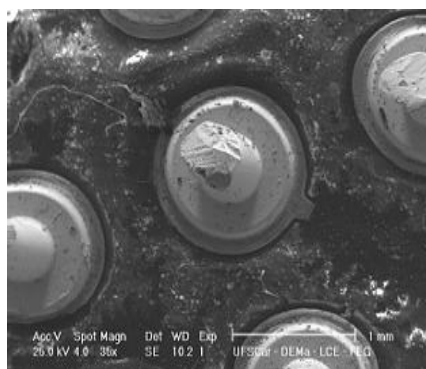


Figura 3 - Micrografia da placa do microprocessador.

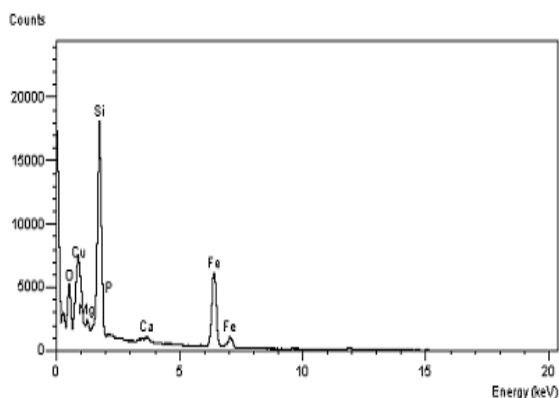


Figura 4a - Espectro EDS.

Elemento	Elemento (%)
O	31.82
Mg	2.42
Si	36.28
Ca	0.61
Fe	28.58
Cu	0.29
Total	100.00

Figura 4b - Composição química da placa do microprocessador.

Na figura 3, observa-se a micrografia da placa. Como se pode observar no espectro da figura 4a, a placa é composta em maior quantidade por Silício, que apresentou o maior pico, e também por outros metais como Ferro e Cobre (que fazem parte da composição da placa) que também apresentam picos relevantes. Resultado esperado. A areia é constituída de 25% de Silício que é um cristal, utilizado na fabricação de microprocessadores.

3.2. Determinação mássica de ouro

Foi estudado o efeito do tempo de extração em função da concentração de ouro lixiviado. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 5.

Os resultados indicaram que com 3 horas foi possível obter a maior concentração de massa de ouro, gerou-se então uma curva de concentração de ouro que cresce com o aumento do tempo de reação, comportamento esperado.

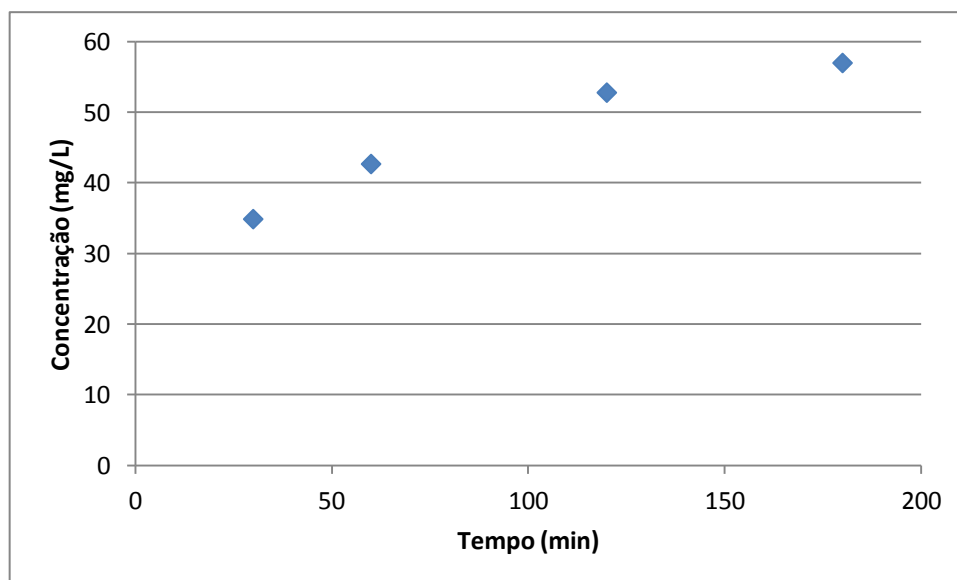


Figura 5 – Concentração de ouro com água régia.

3.3. Extração ácida de ouro dos microprocessadores

As lixiviações realizadas foram filtradas e analisadas por espectrometria de absorção

atômica, a partir dos resultados obtidos em absorbância foi possível calcular os rendimentos, de acordo com a figura 6.

A taxa de lixiviação de ouro aumenta com o aumento do tempo de lixiviação e, em seguida, diminui com um aumento do tempo de lixiviação, comportamento que está sendo estudado.

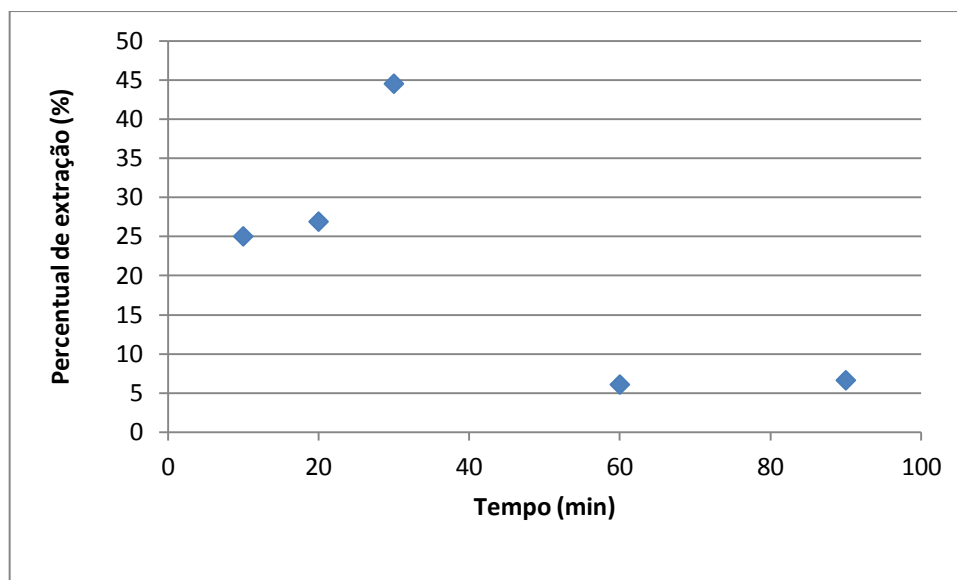


Figura 6 – Percentual de extração de ouro na lixiviação.

4. CONCLUSÕES

A lixiviação utilizando tioureia em meio ácido está se tornando cada vez mais um processo viável de extração de ouro quando comparado ao cianeto e ao tiosulfato, chamando sua atenção pela cinética rápida de dissolução, pois a lixiviação é eficaz em um tempo reacional menor. Considerando que para a determinação mássica de ouro o tempo de 3 horas apresentou o maior valor de concentração em mg/L.

A lixiviação com tioureia é um processo limpo, que não causa impacto ambiental, tornando-se uma ótima alternativa de reutilização de materiais descartados, portanto foi testado experimentalmente e comprovado que o uso de tioureia torna-se eficiente na recuperação de ouro de microprocessadores como uma forma de reaproveitamento de lixo eletrônico, podendo recuperar uma quantidade apreciável do ouro (44,5%) presente nos microprocessadores em apenas um estágio de extração.

5. REFERÊNCIAS

- SESÉ, M. F.; QUESADA, D. E.; IGLESIAS, F. A. C. The use of solid residues derived from different industrial activities to obtain calcium silicates for use as insulating construction materials. S. Direct, Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales, EPS de Linares, Universidad de Jaén, 23.700 Linares (Jaén), Spain, 10 May de 2011.
- UBALDINI, S.; FORNARI, P.; ABBRUZZESE, R. C. An innovative thiourea gold leaching process. Istituto per il Trattamento dei Minerali del C.N.R., Via Bolognola 7, 00138

Rome, Italy, Hydrometallurgy 48, 06 de November 1997. Hydrometallurgy 48 _1998. 113–124

SILVA, B.; OLIVEIRA, F. C.; MARTINS, D. L. Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil, Santo André, 2007.

BHAT, V.; RAO, P.; PATIL, Y. Development of an integrated model to recover precious metals from electronicscrap- A novel strategy for e-waste management. Procedia – Social and Behavioral Sciences 2012. (J. Scopus; ISSN:1877-0428).