

## **Eletrônicos: o ouro que é desperdiçado**

Com a intensificação do home office, como consequência da pandemia do Covid-19, tornou-se ainda mais necessário o uso de aparelhos eletrônicos para fins de trabalho. O home office é um dos fatores que nos mostra o quão somos dependentes desses aparelhos para desempenhar nossas atividades do cotidiano e o quão presentes estão em nossas vidas. Há algumas décadas, o uso de celulares e computadores era restrito para aqueles que possuíam alto poder de compra, entretanto, atualmente a posse desses produtos se tornou muito mais democrática, o que evidencia o aumento da oferta e procura. Todavia, o aumento da tecnologia é diretamente proporcional ao descarte do lixo eletrônico, cujo percentual de descarte incorreto é altíssimo, o que pode causar muitos problemas.

A demanda de produtos eletrônicos em países desenvolvidos é alta, pois estes possuem novas tecnologias e sua população tem alto poder de compra, portanto, sempre querem comprar os lançamentos eletrônicos. Ou seja, como países desenvolvidos são grandes consumidores, também são grandes produtores de lixo eletrônico. Podemos dar destaque para países como Estados Unidos e China, produzindo cerca de 3 milhões de toneladas e 2,3 milhões de toneladas por ano, respectivamente. Porém, nos Estados Unidos, por exemplo, em 2007 apenas 13,6% de todo seu lixo eletrônico foi reciclado adequadamente, sendo o resto descartado em locais inadequados, como aterros ou incineradoras.

O lixo eletrônico, quando descartado e reciclado de maneira correta, deixa de ser apenas lixo e se torna uma fonte de recursos, pois há nos aparelhos eletrônicos componentes químicos que desempenham diferentes funções. A importância da reciclagem desses elementos químicos é devida ao fato de que os recursos naturais não são renováveis, ou seja, reciclando os elementos podemos reutilizá-los e evitar maiores danos à natureza, uma vez que a extração de recursos naturais possui forte impacto ambiental. Além disso, como as fontes não são renováveis, a escassez de matéria prima cresce ao longo dos anos.

De forma geral, o lixo eletrônico é separado por seus tipos de materiais: plásticos, vidros, metais (metais pesados e preciosos) e placas, e assim é destinado para usinas de reciclagem de seus respectivos materiais. O Brasil, por sua vez, não possui nenhuma usina de reciclagem de placas eletrônicas, de modo que se tornou um grande exportador de placas para Europa e Ásia. Todavia, a falta de usinas específicas para a reciclagem de placas dificulta o processo.

O ouro, metal precioso presente na tabela periódica, é encontrado, majoritariamente, em placas de circuito impresso e chips. As propriedades do ouro contribuem para a sua importância dentro dos produtos eletrônicos, como a sua baixa reatividade, alta condutividade elétrica e ductilidade.

Um método que vem sendo estudado como forma de extração de íons metálicos de lixo eletrônico é o sistema aquoso bifásico (SAB). Tal sistema consiste na mistura de um polímero e sal inorgânico, na qual os metais se separam por diferentes interações intermoleculares, dependendo do polímero e do sal presentes no sistema, uma vez que as interações íon-dipolo entre o SAB e o íon metálico a ser extraído (reciclado) serão diferentes, pois cada íon possui um raio iônico e uma carga elétrica positiva bem específicos, que permite a separação. Para a extração do ouro em SAB é necessário o uso de PEO, ou seja, poli (óxido) de etileno (polímero) e  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  (sal).

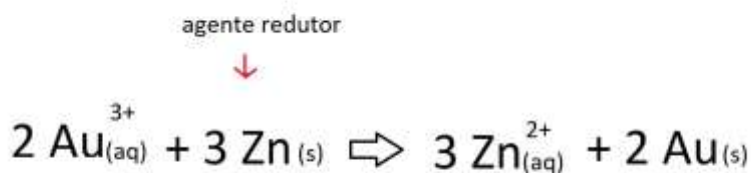
O SAB, como o próprio nome sugere, é composto por duas fases líquidas em equilíbrio termodinâmico, sendo essas fases constituídas de diferentes propriedades termodinâmicas

intensivas, como a densidade, índice de refração e composição. As duas fases são predominantes em água, sendo a fase superior do sistema rica em polímero e a fase inferior rica em sal.

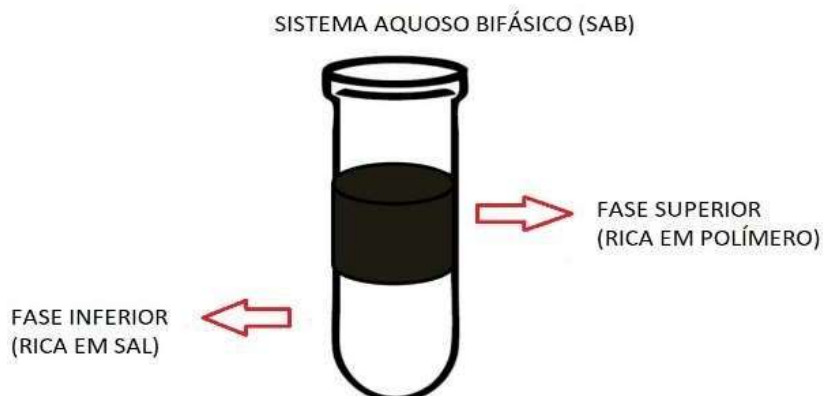
Como a parte metálica da placa está inicialmente em estado sólido, torna-se necessário a dissolução desta parte para que seja introduzida em estado aquoso no SAB. Deste modo, a dissolução é feita por meio da mistura de ácido clorídrico (HCl) como solvente e o íon metálico (Au<sup>3+</sup>) como soluto - vale ressaltar que o ouro está misturado com outros metais também presentes na placa. Tendo em vista a etapa feita, a mistura aquosa é inserida no sistema aquoso bifásico, de modo a se concentrar na fase superior. Isso se deve ao fato de o eletrólito ouro ser um soluto iônico, portanto os outros metais presentes se concentram na fase inferior.

Após esse processo realizado, filtra-se o SAB de forma a eliminar a fase inferior, priorizando assim, a fase superior. Com apenas a fase superior em mãos, há a possibilidade de adicionar-se um agente redutor [geralmente é o zinco em pó (Zn), por ser mais econômico e por ter uma área de contato maior, que agiliza o processo] na solução, para que o resultado final seja a obtenção do ouro puro. A solução é aquecida num processo de oxirredução, os íons são rearranjados e o zinco se oxida, assumindo assim o lugar do ouro. Este por fim é reduzido e após algum tempo se torna precipitado, fazendo-se necessária a filtração da mistura para a obtenção do metal precioso que se localiza no fundo do recipiente.

Segue abaixo uma representação da solução iônica:



Segue abaixo uma representação ilustrada do processo:





APÓS A FILTRAÇÃO DA FASE INFERIOR



APÓS A REAÇÃO QUÍMICA DE OURO E ZINCO



Com o ouro puro em mãos, é possível analisar que esse processo é uma alternativa segura para o ambiente e para os seres humanos – já que não utiliza produtos químicos muito voláteis (instáveis) e que correm o risco de explosão. Além disso é uma alternativa sustentável e barata – devido à reciclagem de aparelhos eletrônicos e do pouco gasto com utensílios e produtos químicos, os quais podem ser manuseados por pessoas com menos instrução, depois de ensinado o funcionamento do processo.

## Bibliografia

- FONSECA, Thaís. **Materiais mais usados nos dispositivos eletrônicos.** Disponível em: < <https://www.minasjr.com.br/minerais-e-dispositivos-eletronicos/#:~:text=Minerais%20mais%20utilizados%20nos%20dispositivos,%2C%20tit%C3%A2nio%2C%20entre%20outros%20metais> >. Acessado em 01/03/22
- FONTOURA, Beatriz Martins. **Diagramas de fases líquido-líquido formado por macromolécula, tiocianato e água: separação e purificação do ouro e cobre a partir de processadores de microcomputadores** – Universidade Federal de Viçosa. MG, 2018. Acessado em 01/03/22
- GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA, Camila Reis de. **Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/KSRbFmmLnnrkxcrKY37QS9m/?lang=pt#>>. Acessado em 01/03/22
- NASCIMENTO, Elaine. **Método simples, barato e seguro recupera ouro e outros materiais do lixo eletrônico.** Disponível em: <<https://www.ppg.ufv.br/?noticias=metodo-simples-barato-e-seguro-recupera-ouro-e-outros-metais-do-lixo-eletronico>>. Acessado em 01/03/22
- Recicla Sampa. **Reciclagem de Eletrônicos – E-lixo.** Youtube, 20 dez. 2019. Disponível em: < [https://youtu.be/42rzbF\\_Txug](https://youtu.be/42rzbF_Txug) >. Acessado em 01/03/22