

# Recuperação de Metais Preciosos de Resíduos Eletrónicos Recorrendo a Biocarvão

AIRES, Alexandre<sup>(1)</sup>; MOURA, Alice<sup>(1)</sup>; DEMBA, Júlio<sup>(1)</sup>; VALHELHAS, Madalena<sup>(1)</sup>; RAMALHO, Martim<sup>(1)</sup>; SIM SIM, Patrícia<sup>(1)</sup>; RIBEIRO, Mónica<sup>(1)</sup>; GOMES, Ana Gabriela<sup>(2)</sup>

(1) 12<sup>º</sup>B (2022/2023), Escola Básica e Secundária Alfredo da Silva, Praça de Bento Jesus Caraça, 2830-322 Barreiro, Portugal  
(2) Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio, Portugal

## INTRODUÇÃO

- Todos os equipamentos eletrónicos utilizados no nosso dia a dia têm na sua constituição componentes metálicos pesados, podendo ser tóxicos e nocivos para a saúde pública e ambiental, mas também possuir elevado valor económico. A placa de circuito de um telemóvel contém como principais metais, o cobre, o ferro, o níquel, o estanho, o chumbo, a prata, o ouro e o paládio (Fig.1) [1].
- A reciclagem de metais possui várias vantagens, tais como, o aumento da sustentabilidade ambiental e a diminuição do consumo de recursos naturais, para além da redução de material em aterros [2].
- Dos inúmeros processos de recuperação de metais, os três principais são a pirometalurgia, a hidrometalurgia e a biohidrometalurgia.
- Tanto a pirometalurgia como a hidrometalurgia provocam graves problemas ambientais e implicam grandes gastos económicos [1]. Já a biohidrometalurgia é um processo mais sustentável, comparativamente com os dois anteriores, e mais económico, baseando-se nas interações entre os microrganismos e os metais, através de processos como a biolixiviação e a biorremediação [3].

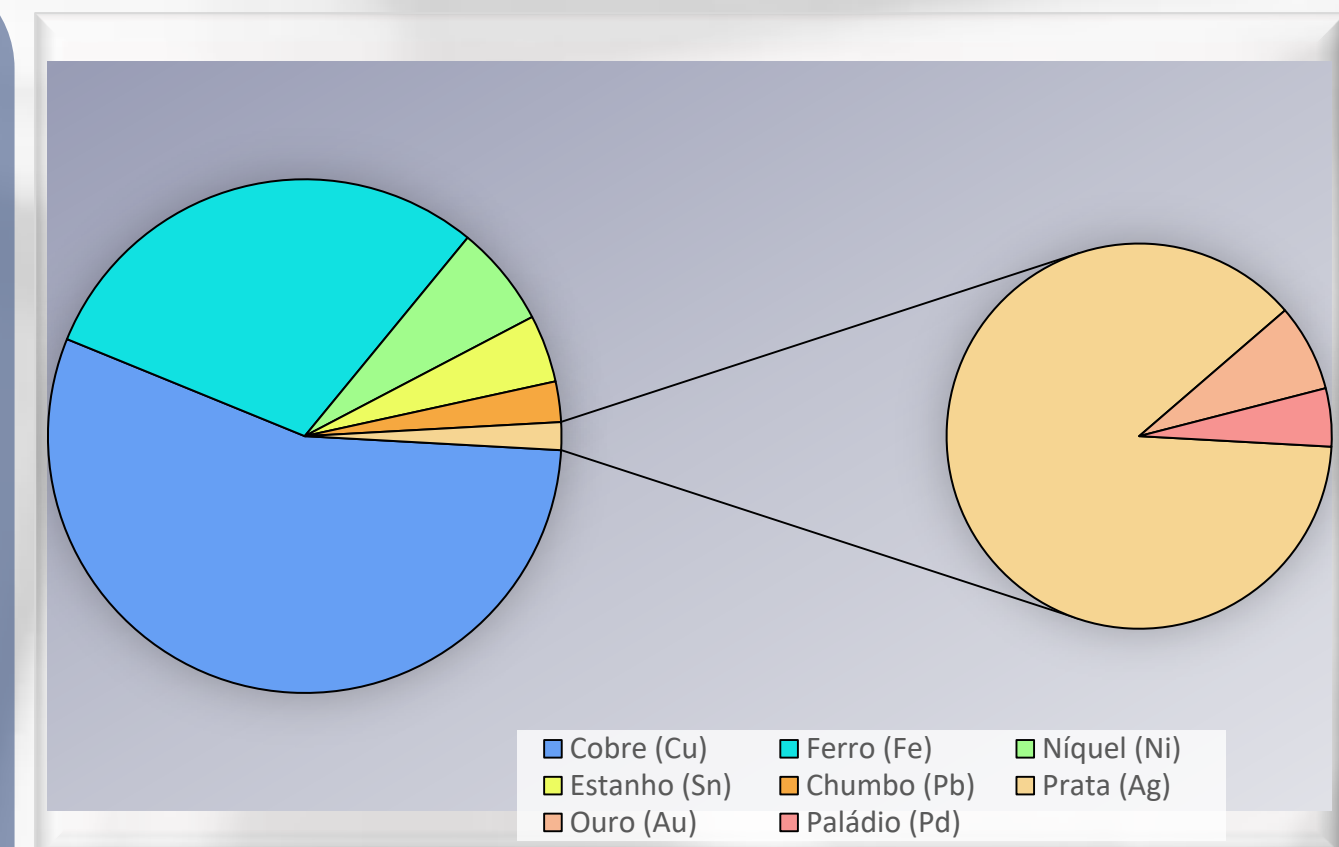


Fig.1: Metais preciosos existentes numa placa de circuito de um telemóvel (%).  
(Adaptado de BERNARDES, 2009 in FERREIRA, 2019)



Fig.2: Economia Circular. (Adaptado de: <https://slidesgo.com/theme/circular-economy-infographics#search-economia+circular&position-1&results-1&rs=search&rs=search>).

Na tentativa de recuperar os metais preciosos que se encontram nos resíduos eletrónicos, procurou-se produzir um biocarvão com base numa bactéria, tendo como suporte o princípio da economia circular (Fig.2). Todo este procedimento enquadra-se na biohidrometalurgia, visto que se desenvolve na tentativa de reciclar metais recorrendo a um microrganismo. O biocarvão produzido seria depois utilizado na adsorção de metais, como a prata.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**A** - Meio de cultura Luri-Bertani ( $v= 100$  ml), esterilizados na autoclave ( $121^{\circ}\text{C}$ , durante 15 minutos).

**B** - Inoculação de bactérias no meio de cultura, dentro da Câmara de Fluxo Laminar.

**C** - Incubadora Orbital ( $30^{\circ}\text{C}$  a  $200$  rpm, *overnight*), com o propósito de promover o crescimento homogéneo das bactérias.

**D** - Vortex, com o objetivo de homogeneizar as soluções.

**E** - Utilização do espectrofotómetro (a  $600$  nm), para medir o valor de absorvância das amostras após crescimento bacteriano.

**F** - Após secar na estufa ( $100^{\circ}\text{C}$ , até a massa ser constante), moer as bactérias secas com um almofariz.

**G** - Imobilização das bactérias, com recurso a soluções de: Cloreto de Sódio ( $C_m= 10,05$  g/dm<sup>3</sup>), Cloreto de Cálcio ( $C_m= 11,12$  g/dm<sup>3</sup>) e Alginato de Sódio ( $C_m= 24,30$  g/dm<sup>3</sup>- 1% de cloreto de sódio). Formação de esferas de alginato de cálcio com e sem células, com recurso a seringas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Valores de adsorvância obtidos no espectrofotómetro (600nm).

Amostra	Adsorvância
1	0,378
2	0,361
3	0,356
4	0,361
5	0,350
6	0,361
7	0,360
8	0,352
9	0,355
10	0,356

- Os valores obtidos no espectrofotómetro (Tabela 1) permitiram confirmar que as bactérias cresceram de forma semelhante em cada erlenmeyer e que não ocorreram contaminações.
- As células das bactérias foram imobilizadas com o propósito de as proteger, sendo que o formato de esferas foi escolhido pois este garante que a adsorção ao metal seja homogénea.
- Com base em estudos e procedimentos anteriormente realizados, obteríamos, por princípio, um biocarvão que teve origem em células do mesmo microrganismo, cuja afinidade seria de  $5.28 \times 10^2$  mol/L para a prata, de uma solução de  $4.89 \times 10^{-3}$  mg/L de nitrato de prata [5].
- O microrganismo escolhido para produzir o biocarvão faz com que este último tenha uma determinada afinidade com um metal mais específico, ou seja, de um determinado microrganismo, dará origem a um determinado biocarvão, onde este terá uma certa afinidade com um metal mais específico.
- A temperatura de formação do biocarvão influencia a capacidade de adsorção do mesmo aos diversos metais, alterando também as quantidades de metais adsorvidas.

## CONCLUSÃO

Os metais podem ser reciclados inúmeras vezes sem perderem qualidade, uma vez que a sua estrutura cristalina não se degrada [4]. Com a reciclagem dos metais atenuam-se as implicações que ocorram devido ao aumento da tecnologia e, conseqüentemente, do aumento dos resíduos eletrónicos e elétricos em circulação. Esta reutilização dos metais, permite também a redução da extração de recursos naturais que são limitados e irrecorríveis, sendo uma melhor opção ecológica [1]. Este foi apenas um estudo com resultados preliminares e que estão de acordo com outros trabalhos já previamente efetuados. Este projeto pode no futuro substituir os processos de reciclagem atuais que são muito poluentes e pouco sustentáveis [5].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Ferreira, J. (2019). *BeGold. Recuperação de Metais Preciosos de Resíduos Eletrónicos*. Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, dezembro, 2019.
- [2] Smetal Distendido, Lda. (s/data). *Conheça os principais benefícios da reciclagem de metais*. Consultado em dezembro, 2022. Disponível em <https://metaldistendido.pt/2022/04/22/reciclagem-de-metais-economize-energia-custos-e-recursos/>.
- [3] Giese, E.C. (2019). *A biohidrometalurgia e os minerais críticos*. Série Estudos e Documentos. CETEM/MCTIC. 29p.
- [4] Paiva, J.; Ferreira, A.; Vale, J.; Morais, C.; Gil, V. (2017). *Novo 12Q*. Texto Editores, Lda. Lisboa: 30-32.
- [5] Gomes, A.G (março 2023). Comunicação pessoal.

