

## Influência dos rejeitos de uma mina de sulfuretos na qualidade da água de drenagem, 60 anos após o seu abandono: Caso de estudo no SW de Portugal.

**Influence of tailings from a sulfide mine on drainage water quality, 60 years after its abandonment. Case study in SW Portugal.**

**J. Araújo (1), R. Fonseca (2), T. Albuquerque (3), N. Silva (1) e R. Silva (1)**

- (1) Laboratório AmbiTerra, Universidade de Évora, Portugal. Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Portugal. Instituto de Ciências da Terra, Polo Évora, Portugal. jfaraujo@uevora.pt  
(2) Laboratório AmbiTerra, Universidade de Évora, Portugal. Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Portugal. Instituto de Ciências da Terra, Polo Évora, Portugal.  
(3) Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal. Instituto de Ciências da Terra, Polo Évora, Portugal. CERNAS.

**Summary:** *The GeoMatRe project aims to find low-cost solutions for water and sediment rehabilitation using raw geomaterials, in abandoned mines of the Iberian Pyritic Belt. One of our case studies is the Caveira mine in southwestern Portugal, where large piles of mining waste, containing significant amounts of metals, record the long history of its exploitation for Au and Ag. After the exhaustion of its reserves, the extraction of the remaining metals (Cu, Pb, Zn) and S continued, until its abandonment during the 60s of XX century. This work has two objectives: (i) to study the influence of mine and mine tailings drainage on water quality by analyzing the dissolved and particulate material in drainage waters, and (ii) to determine whether there are differences in these waters according to the different climatic conditions of the last two winters. Therefore, we will conduct a new sampling campaign, which will allow us to make a comparative study.*

**Key words:** *Soluble metals, Sulfide mine, Caveira mine, Water quality*

**Palavras-chave:** Metais solúveis, Mina de sulfuretos, Mina de Caveira, Qualidade da água

O projeto GeoMatRe, financiado pela Fundação La Caixa, tem o objetivo de avaliar a eficácia da utilização de geomateriais na retenção de elementos potencialmente tóxicos, nos efluentes de minas abandonadas na Faixa Piritosa Ibérica (FPI). Um dos casos de estudo levado a cabo neste projeto, é a mina de sulfuretos polimetálicos de Caveira, localizada na região NW da FPI. A área da mina revela alguma complexidade geológica, caracterizando-se por uma estrutura em antifoma de orientação N-S. O núcleo é formado por filitos e quartzitos (Fameniano Médio-Sup.), e os flancos são constituídos por sequências sedimentares e vulcânicas do complexo vulcano-sedimentar (CVS). Na zona ocidental desta estrutura ocorrem sedimentos vulcanogénicos finos, e na zona oriental, xistos cloríticos, xistos negros e intercalações de chertes e jaspes. A N do antifoma, surgem intrusões de natureza básica e em ambos os flancos, ocorrem massas de sulfuretos, no contacto entre os vulcanitos inferiores do CVS e os xistos negros que marcam o limite do CVS com os filitos e quartzitos

subjacentes (Matos & Martins, 2006). As mineralizações são essencialmente compostas por pirite, com menor predominância de calcopirite, galena e esfalerite (Reis *et al.*, 2012). Além destas mineralizações, ocorrem ainda depósitos de Fe e Mn estratiformes e mineralizações filonianas de Cu, Sb, Pb e Ba. Apesar da sua pequena dimensão, a mina é dominada por uma importante escombreira, havendo diversas zonas de menor área com resíduos de natureza variada, estimados globalmente em 2 Mt (Mateus *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2012).

Esta mina foi explorada de forma intermitente, desde a ocupação romana, com foco para Au e Ag, até ao final dos anos 60 do século XX, nessa época mais centrada na exploração de Cu, S e pirite (Matos & Martins, 2006; Mateus *et al.*, 2008). Após o seu encerramento, a mina foi abandonada não tendo sido tomada qualquer medida para evitar a drenagem ácida (Reis *et al.*, 2012). A drenagem na mina de Caveira não é dispersiva, sendo que, todas as linhas de água nela originadas, convergem para a Ribeira de

Grândola (Mateus *et al.*, 2008). A acentuada erosão que ocorre na escombreira principal da mina, permite a dispersão de metais como Cu, Pb, Zn, As, Mo, Se, Cd, Fe e Hg nos sedimentos e águas superficiais (Matos & Martins, 2006).

Em fevereiro de 2022, foi realizada uma campanha de amostragem de águas superficiais e sedimentos, numa malha de amostragem com cerca de 1 Km<sup>2</sup>. Um dos objetivos desta campanha centrou-se no estudo da influência dos rejeitos da mina, sobre a qualidade da água que os percola. Para tal, foram recolhidas um total de 18 amostras de água, tendo sido posteriormente analisadas em ICP-OES quanto ao teor de elementos dissolvidos e de material particulado. Para a análise de material particulado, as amostras de água necessitaram de ser previamente digeridas numa unidade de micro-ondas de alta pressão. Foi ainda realizada análise ao teor em sulfatos das amostras de água, em espectrofotómetro de absorção molecular, e de Hg, em um analisador de Hg. Para além destas análises, foram realizadas leituras de pH, turbidez e condutividade elétrica. Os dados obtidos em amostras sob a influência direta da mina, para Cu, Fe, Mn, Pb, Zn e As, em formas dissolvidas (Fig.1) e particuladas, são superiores aos valores de referência, sendo classificados como “Extremamente Poluído”, segundo a tabela classificativa do INAG para cursos de água de superfície. Foram também determinados teores consideravelmente elevados para Co, Cr, Al e Hg. De um modo geral, o pH apresentou valores baixos para essas amostras, (mín. de 1,1, máx. de 6,2 e mediano de 3,3) e a condutividade atingiu valores elevados (máx. de 8250 µS/cm, mín. 156 µS/cm e mediano de 4761 µS/cm), tal como expectável. Valores bastantes elevados foram registados nos sulfatos, que atingiram um máximo de 6489 mg/L.

**Agradecimentos:** Os autores deste trabalho agradecem o apoio financeiro da Fundação La Caixa através do projeto “GeoMatRe: Remediação de massas de água afetadas por drenagem de mina” - PV20-00006 e do ICT, através do contrato com a FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) - Projeto FCT—UIDB/04674/2020.

## Referências

- Mateus, A., Figueiras, J. X., Matos, J., Abel Gonçalves, M., Lopes, R., Labaredas, J., Beleque, A. (2008). Condicionantes impostas à dispersão de metais acumulados em escombreyas mineiras: o exemplo de Caveira (Faixa Piritosa Ibérica). In: P. M. Callapez, R. B. D. Rocha, J. F. Marques, L. S. D. Cunha, & P. M. Dinis (Eds.). A Terra: Conflitos e Ordem. Homenagem ao Professor Ferreira Soares. Museu Mineralógico e Geológico, 373-382.
- Matos, J. X., Martins, L. P. (2006). Reabilitação ambiental de áreas mineiras do sector português da Faixa Piritosa Ibérica: estado da arte e prespectivas futuras. Boletín Geológico y Minero, 117, 2, 289-304.
- Reis, A. P., Ferreira da Silva, E., Cardoso Fonseca, E., Patinha, C., Barrosinho, C., Matos, J. (2012). Environment al Assessment of the Caveira Abandoned Mine (Southern Portugal): Part1: Characterization of Metal Contaminated Soil. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 21, 2, 227-254.
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) (2023, fevereiro 8). Dados de Base [Página de Internet] <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=2&idItem=1>.

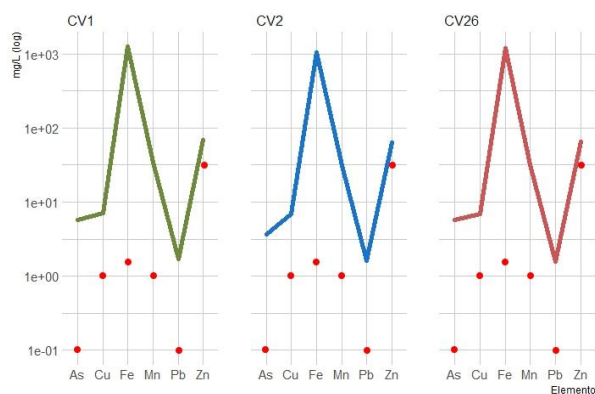


Fig. 1: Resultados de metais dissolvidos com valores acima da referência "Extremamente Poluído", sinalizada a vermelho para cada metal, segundo o INAG, em 3 amostras próximas da pilha de rejeitos.

Como seria esperado, os resultados preliminares vieram demonstrar que os rejeitos da mina têm uma forte influência negativa sobre a qualidade das águas circundantes, sendo refletida na elevada carga de metais potencialmente tóxicos, presentes quer na forma dissolvida, quer sob a forma particulada. Deste modo, parece tornar-se evidente a necessidade de uma intervenção de remediação ambiental de modo a possibilitar o controlo das descargas de efluentes ácidos para a Ribeira de Grândola. Como objetivo adicional pretendemos fazer um estudo comparativo da influência de diferentes condições hidroclimáticas na dispersão dos contaminantes. Assim, no final do mês de fevereiro de 2023, voltaremos a realizar uma nova campanha de amostragem, marcando o fim de um inverno consideravelmente mais chuvoso do que o anterior, sendo que os meses de novembro, dezembro e janeiro, registaram mais 91 mm de precipitação, relativamente a 2022, segundo os dados disponíveis no portal do SNIRH.