



16 a 20 de julho de 2023

Universidade de Coimbra

Livro de Resumos

Coordenadores da Edição:

F. C. Lopes, P. A. Dinis, L. V. Duarte, P. P. Cunha

Edição: Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Autores: Vários

Capa e contracapa: F. C. Lopes

Imagem de capa: Formação do Pulo do Lobo. Faixa Piritosa Ibérica

Imagem de contracapa: Protomilonito de Lagoa. Maciço de Morais

Conceção gráfica e paginação: F. C. Lopes

Data de publicação: julho de 2023

Tipo de suporte: Eletrónico

I.S.B.N.: 978-989-98914-8-7

Os trabalhos contidos no presente volume devem ser citados da seguinte maneira:

Autor, N. (2023) “Título do Resumo”. In Lopes, F. C., Dinis, P. A., Duarte, L. V. e Cunha, P. P. (Coords.). XI Congresso Nacional de Geologia: Geociências e Desafios Globais. Livro de Resumos. Coimbra, 16-20 julho de 2023, *Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra (eds.)*. Págs. ISBN: 978-989-98914-8-7

Observação do nível de contaminação nos sedimentos de cursos de água do Sistema Mineiro de Caveira (Grândola)

Observation of the level of contamination in the sediments of watercourses of the Caveira Mining System (Grândola)

R. da Silva (1,2), R. Fonseca (1,2,3), J. Araújo (1,2), N. Silva (1,2) e T. Albuquerque (2,4)

- (1) Laboratório AmbiTerra, Universidade de Évora, Évora, Portugal. roberto.silva@uevora.pt
- (2) Instituto de Ciências da Terra, Pólo de Évora, Évora, Portugal.
- (3) Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Évora, Portugal.
- (4) Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal.

Summary: Following the present work inserted in the GeoMatRe Project, an ongoing project funded by Fundação La Caixa, the conditions of the most updated physical and chemical parameters of an Acid Mine Drainage are analysed, a critical situation which occurs in the mining area of Caveira (Grândola, Portugal), abandoned since the 60's. It is intended, within the scope of the project, to observe the conditions of contamination by Potentially Toxic Elements in the sediments, both dissolved and suspended forms in the water column, in order to carry out a general characterization of the mining system, based on the nature and amounts of the contaminating elements, as well as the conditions of acidification occurring on sediments present in the environment that surrounds the mining area. The aim is to understand, based on the existing conditions, the best environmental remediation technology to be applied in the region.

Key words: Caveira Mine, sediments, environment, remediation, Iberian Pyritic Belt

Palavras-chave: Mina de Caveira, sedimentos, meio ambiente, remediação, Faixa Piritosa Ibérica

O património geológico é uma base essencial no desenvolvimento demográfico, relativamente à promoção tecnológica, turística e agrícola, sendo que o seu reconhecimento e posterior exploração são fulcrais para sustento desse desenvolvimento. Contudo, causam inevitavelmente impactes de carácter ecológico e de severa preocupação para o meio ambiente. O presente trabalho visa analisar o nível de contaminação nos sedimentos da área mineira de Caveira, causado pela exploração dos sulfuretos maciços polimetálicos (ocorrida em toda a Faixa Piritosa Ibérica (FPI), desde o período de ocupação romana), com particular incidência nos últimos 200 anos, até ao encerramento da mina durante a década de 60 (Oliveira & Matos, 2002). Neste trabalho é apresentado o estudo dos sistemas hídricos impactados pelo complexo mineiro que se encontra encaixado nas formações do Paleozoico Português, na região NW da FPI e a cerca de 10 km a SE do município de Grândola (Reis et al., 2012). Foram realizadas análises geoquímicas em 32 amostras de sedimentos dos cursos de água envolventes à mina, numa campanha realizada em 2022, correspondente a um inverno com baixas taxas de precipitação. O objetivo foi de caracterizar os sistemas hídricos presentes na região e averiguar as melhores ferramentas a aplicar, a fim de se minimizar os atuais impactes ambientais. Essa aplicação será

realizada através do uso de geomateriais, por forma a reter elementos potencialmente tóxicos presentes nos efluentes mineiros e que são responsáveis pela contaminação dos cursos de água envolventes. A caracterização granulométrica dos sedimentos foi realizada através de crivagem por via húmida, para separar as frações mais grosseiras das mais finas, seguida de crivagem por via seca e, por fim, a análise dos materiais finos foi realizada através de um sedimentógrafo de raios-X. Foi observada uma natureza predominantemente arenosa (Fig. 1).

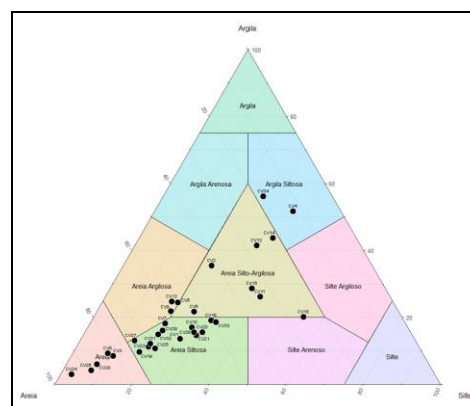


Fig. 1. Diagrama triangular de Shepard, (Shepard, 1954). Representação dos resultados granulométricos para cada amostragem realizada em toda a região da Mina de Caveira.

Apenas se verifica alguma preeminência de argilas nas regiões mais afastadas, em torno da área de exploração. Posteriormente, foram realizados diversos métodos para preparação dos sedimentos para o estudo geoquímico, variando entre fusão, para análise das formas totais, e a digestão parcial com *Aqua Regia* com recurso a um digestor de microondas de alta pressão, para quantificação das formas mais facilmente extraíveis. Esta quantificação fez-se através de Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivo Acoplado, apresentando-se os valores dos elementos maiores extraídos por fusão na Tabela I, e os valores das formas extraídas por digestão parcial na Tabela II, observando-se, neste caso, o efeito contaminante, ou seja, os elementos passíveis de passar para o meio ambiente.

Tabela I. – Composição de elementos maiores, sob forma de óxidos, nos sedimentos analisados. Valores em percentagem do máximo, mínimo e médias de todas as amostragens realizadas.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	TiO ₂
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Máximo	88,41	20,81	1,24	12,13	3,8	1,57	1,83	1,05
Mínimo	46,66	2,75	0,04	1,4	0,65	0,11	0,14	0,27
Média	63,72	10,31	0,38	4,03	1,68	0,72	0,92	0,57

Também foram realizadas análises ao mercúrio, em sedimentos previamente congelados, através de um Analisador de Mercúrio, onde se obtiveram resultados abaixo dos 5 ppm associados a níveis de pH superiores a 6, e resultados compreendidos entre 13,68-127,92 ppm nos sedimentos presentes nos sectores das linhas de água mais próximos da pilha de

rejeitos, com níveis de acidez elevados (pH 2-5). De referir também um pico de 381,40 ppm na confluência com a ribeira de Grândola, associado aos valores mais baixos de pH (2,13).

Apenas com um estudo geoquímico detalhado, e acompanhado por estudos hidrológicos e geomorfológicos, é possível compreender e considerar a implementação da melhor tecnologia de remediação ambiental. É desta forma caracterizado, neste estudo, o efeito de drenagem ácida de mina nos sedimentos acumulados em linhas de água da região, onde se verifica uma contaminação difusa. Este tipo de conhecimento permite promover uma melhoria da qualidade da água destes recursos hídricos, que são vulgarmente utilizados na agropecuária/indústria alimentar.

De momento, encontra-se em fase experimentação a aplicação de um conjunto de testes, à escala laboratorial, para definição da melhor tecnologia de remediação ambiental nesta região, a partir da aplicação de geomateriais a montante das descargas nas linhas de água. De entre um conjunto de geomateriais testados (óxidos de ferro de diversas naturezas, argilas (bentonite), terra rossa e pó de mármore) serão selecionados os que apresentarem maior capacidade de adsorção dos contaminantes e as condições químicas mais adequadas à imobilização destes elementos.

Tabela II. – Composição dos elementos passíveis de contaminar o meio envolvente. Sistema de classificação de acordo com o grau de contaminação presente na Portaria n.º 1450/2007 em Diário da República. Representação dos valores de máximo, mínimo e médias de todas as amostragens realizadas.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	V	Zn	Al	Fe	Pb
	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)	(mg/Kg)
Máximo	748,21	1,52	34,43	25,94	2034,69	903,05	21,81	39,16	165,77	46046,11	65825,82	46420,07
Mínimo	< 1,500	< 0,500	< 0,400	1,34	<0,500	14,96	0,03	1,18	5,20	1014,68	3341,88	2,00
Média	1,82	1,50	3,48	10,42	15,56	177,53	8,70	13,24	37,26	11386,02	19055,66	36,56

Classe 1	Material Dragado Limpo
Classe 2	Material Dragado com Contaminação Vestigiária
Classe 3	Material Dragado Ligeiramente Contaminado
Classe 4	Material Dragado Contaminado
Classe 5	Material Dragado Muito Contaminado

Agradecimentos: Este trabalho é parte do Projeto “GeoMatRe – Avaliação de alternativas de remediação de massas de água afetadas por drenagem de mina, através da utilização de geomateriais”, financiado pela Fundação “La Caixa”, no âmbito do Programa Promove – Regiões Fronteiriças: La Caixa/FCT – Projeto nº PV20-0006. Os autores também agradecem o apoio do ICT, através do contrato com a FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) - Projeto FCT—UIDB/04674/2020.

Referências:

- Oliveira, M.L.F. & Matos, J.X. (2002). The exploitation of copper ores and the settlements of Estremadura and south of Portugal during the calcolithic. *Ciências Históricas*, Univ. Portucalense, Porto, 123-138.
- 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). Part 1: Characterization of Metal Contaminated Soil, Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 21: 2, 227-254.
- Portaria nº 1450/2007 do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. (2007). *Diário da República*: 1ª Série, nº 217. <https://tinyurl.com/275vmpbj>
- Shepard, F.P. (1954) Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: *Journal of Sedimentary Petrology*, 24, 151-158