

Contributos da Análise das Correspondências como metodologia para a seleção de casos de estudo na avaliação da degradação ambiental de áreas mineiras abandonadas

Contributions of the Correspondence Analysis as a methodology for the selection of case studies in the evaluation of the environmental degradation of abandoned mining areas

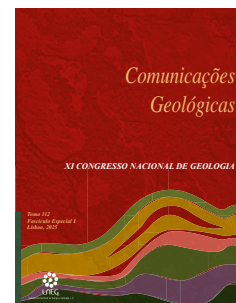
B. Fonseca^{1,2*}, J. Góis^{1,2}, A. Guerner Dias³, H. Garcia Pereira⁴

DOI: <https://doi.org/10.34637/zanj-0x78>

Recebido em 01/10/2023 / Aceite em 05/03/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: A negligência para com as áreas mineiras abandonadas no último século tem vindo a preocupar a comunidade científica por poderem representar problemas ambientais, o que tornou necessária a implementação de metodologias capazes de identificar e selecionar casos representativos de áreas alvo para estudo. A aplicação da análise fatorial das correspondências binárias permitiu verificar as semelhanças entre as áreas em estudo e, desta forma, a seleção representativa dos diferentes casos de estudo. Para este trabalho, com a aplicação desta metodologia, foi possível selecionar seis casos de estudo, que são representativos, segundo os critérios adotados, dos principais grupos referentes à degradação ambiental de áreas mineiras abandonadas em Portugal, inseridas na Província Portuguesa Metalogenética Estano-Tungstífera: mina da Cerdeirinha, mina do Pintor, mina do Ramalhoso, mina de Regoufe, mina de Vale das Gatas e mina da Bejanca

Palavras-chave: análise das correspondências binárias, áreas mineiras abandonadas, degradação ambiental, estatística multivariada, tungsténio

Abstract: The neglect of abandoned mining areas in the last century has been worrying the scientific community due to their possible representation of environmental problems, which has made it necessary to implement methodologies capable of identifying and selecting representative cases of target areas for study. The application of factor analysis of binary correspondences made it possible to verify the similarities between the areas under study and, in this way, the representative selection of the different case studies. For this work, with the application of this methodology, it was possible to select six study cases, which are representative, according to the adopted criteria, of the main groups referring to the environmental degradation of abandoned mining areas in Portugal, inserted in the Portuguese Metallogenetic Province Tin-Tungsten: Cerdeirinha mine, Pintor mine, Ramalhoso mine, Regoufe mine, Vale das Gatas mine and Bejanca mine.

Keywords: abandoned mining areas, correspondence analysis, environmental degradation, multivariate statistics, tungsten

1. Introdução

Com base no Decreto-Lei 198-A/2001, as áreas mineiras abandonadas são definidas como áreas influenciadas por antigas instalações mineiras desativadas, que constituem “...um fator de risco para a saúde humana ou para a preservação do ambiente que justifique a intervenção do Estado...”. A degradação ambiental destas áreas advém da inexistência de medidas de proteção ambiental assim como a devida fiscalização, quer quando no passado decorreu a atividade de exploração quer após a sua cessação, uma vez que os rejeitados se tornaram expostos às condições supergênicas, as quais são distintas daquelas que presidiram à sua génese (Chen *et al.*, 2021; Ke *et al.*, 2021). A conjugação de um ambiente oxidante de baixa pressão e temperatura, sujeito à interação com organismos vivos, com a não degradabilidade dos elementos potencialmente tóxicos (EPT), contribui para que os EPT permaneçam no ambiente (Lottermoser e Lottermoser, 2010). A persistência de alguns destes elementos no ecossistema, aliada à sua toxicidade e alta mobilidade, pode contribuir para: (I) a alteração dos metais/metaloídeos da estrutura cristalina primária, desencadeando processos biogeoquímicos; (II) a acidificação da água e solo; (III) o aumento da solubilidade dos EPT e (IV) aumento da mobilidade dos EPT no meio (Bing *et al.*, 2021; Egbueri *et al.*, 2023; Luo *et al.*, 2020). O aumento da presença dos EPT, decorrentes da degradação ambiental de áreas mineiras abandonadas, desencadeia reações ao nível do ecossistema, chegando a ser uma potencial ameaça para a saúde humana.

O presente trabalho teve como propósito implementar uma metodologia, com base na análise estatística multivariada, para a seleção de casos de estudo na avaliação da degradação ambiental de áreas mineiras abandonadas inseridas na Província Portuguesa Metalogenética Estano-Tungstífera (PPMET). Por análise multivariada entende-se as técnicas estatísticas que analisam simultaneamente diversas variáveis para cada amostra, com o objetivo de medir, descrever e explicar o grau de relação entre as variáveis, uma vez que o caráter multivariado é baseado em múltiplas interdependências entre as variáveis e destas com as amostras. Estas técnicas visam aprofundar a interpretação e análise a realizar, tendo a abordagem preconizada recaído na Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB). A opção por esta técnica baseou-se no facto desta metodologia permitir a redução da dimensionalidade do espaço inicial da informação,

¹ Center for Natural Resources and the Environment (CERENA-FEUP), Faculty of Engineering, University of Porto, R. Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal.

² Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering of the University of Porto, R. Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal.

³ Department of Geosciences, Environment and Spatial Planning, Faculty of Science, University of Porto, R. do Campo Alegre s/n, 4169-007 Porto, Portugal.

⁴ Center for Natural Resources and the Environment (CERENA-IST), Technical University of Lisbon, Av. Rovisco Pais 628, 1049-001 Lisboa, Portugal.

* Corresponding author / Autor correspondente: barbarardafonseca@gmail.com

concentrando as estruturas inter-relacionais mais importantes entre as diferentes variáveis com os diferentes indivíduos (Hair *et al.*, 2018) permitindo ainda, no mesmo espaço de análise-interpretação, a consideração de variáveis de diferentes naturezas. A utilização da AFCB permitiu encontrar *clusters* de explorações mineiras que, à luz das variáveis geológicas consideradas, exibem similaridades entre elas e, desta forma, a seleção representativa dos diferentes casos de estudo.

2. Enquadramento da área de estudo

A PPMET engloba os terrenos da Zona Centro Ibérica (ZCI) e da Zona Galiza Trás-os-Montes (ZGTM), que, a nível geográfico no território português, se localizam no Centro e Norte de Portugal continental (Figura 1). Esta província é limitada a Sudoeste pelo carreamento da Jorumenha e a Oeste pelo cisalhamento Porto-Coimbra-Tomar (Noronha, 2006; Ribeiro e Pereira, 1982).



Figura 1. Localização da Província portuguesa Metalogenética estano-tungstífera assinalada a vermelho.

Figure 1. Location of the Portuguese tin-tungsten metallogenetic province marked in red.

A mineralogia desta província (Tabela 1), advém de fluidos derivados da diferenciação magmática (fluidos hidrotermais comagmáticos) (Breiter *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2019). Relativamente aos sulfuretos, é usual a presença de arsenopirite, pirite, esfalerite, marcassite, pirrotite, estanite e bismuto nativo, no entanto os minerais silicatados mais dominantes são o quartzo, turmalina e alguma moscovite (Fonseca *et al.*, 2020).

Tabela 1. Paragéneses habitual existente na PPMET

Table 1. Standard paragenesis existing in PPMET

Tipologia do Mineral	Mineral	Fórmula Química
Minérios económicos mais abundantes	Volframite	(Fe, Mn)WO ₄
	Cassiterite	SnO ₂
Sulfuretos	Scheelite	CaWO ₄
	Arsenopirite	FeAsS ₂
	Pirite	FeS ₂
	Esfalerite	(Na, Fe)S
	Marcassite	FeS ₂
	Pirrotite	FeS
	Estanite	Cu ₂ FeSnS ₄
Minerais de suporte	Quartzo	SiO ₂
	Turmalina	(Na,Ca)(Fe,Mg,Al,Li) ₃ (Al,Fe,Cr,Mg) ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (O,OH,F) ₄
	Moscovite	KAl ₂ (AlSi ₂ O ₁₀)(F,OH) ₂

3. Metodologia

A implementação da AFCB para a seleção de áreas de estudo englobou quatro etapas: (I) aquisição da informação; (II) crítica e pré-processamento dos dados; (III) dicotomização dos dados e (IV) aplicação da AFCB. A primeira etapa, aquisição da informação, consistiu em: (Ia) recolha da informação a partir do *site* do LNEG, com recurso ao SIORMINP (Sistema de Informação de Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses), relativamente às áreas mineiras abandonadas portuguesas na PPMET e (Ib) crítica e pré-processamento dos dados, de forma a não existirem erros ou repetições, tendo-se obtido um total de 384 explorações mineiras (indivíduos, linhas da matriz de *input* na AFCB) inventariadas. A etapa seguinte, Processamento dos dados, fundamentou-se pela: (IIa) compilação da informação adquirida na etapa anterior com recurso ao Excel; (IIb) pela escolha dos critérios de seleção a serem implementados (variáveis a serem consideradas, colunas da matriz de *input* da AFCB) e (IIc) pelo agrupamento das diferentes modalidades (sub-variáveis). A escolha dos critérios de seleção recaiu em três variáveis de características geológicas e metalogénicas das explorações mineiras, isto é, na génese, localização da mineralização e a mineralogia principal associada. Após a escolha das variáveis existiu a necessidade de agrupar as modalidades (Tabela 2) de forma a diminuir o fator de grande dispersão, uma vez que existiam modalidades apenas associadas a um indivíduo e, portanto, sem representatividade estatística.

A dicotomização dos dados, terceira etapa, consistiu em: (IIIa) gerar uma matriz de dados de partida com três variáveis (subdivididas em 16 modalidades) e 384 indivíduos (leia-se 384 antigas explorações mineiras abandonadas); (IIIb) construção de tabelas disjuntivas completas nas quais, para cada variável, subdividida nas respetivas modalidades, cada indivíduo é assinalado com “1” se ocorre numa determinada modalidade ou “0” na sua ausência. Esta classificação dicotómica permite a atribuição de uma mesma métrica (uma mesma escala de medida) a todas as variáveis, possibilitando a análise das três variáveis de forma simultânea. A última etapa, aplicação da AFCB, traduziu-se na inserção dos dados no software ANDAD (Sousa, 2001) e obtenção dos resultados da análise estatística multivariada.

Tabela 2. Variáveis e respetivas modalidades definidas para o estudo realizado
 Table 2. Variables and respective modalities defined for the study carried out

Variáveis	Modalidades	Código
Génese	Hipotermal	Hipo
	Hidrotermal	Hidr
	Sedimentar e supergénica	SedS
	Metamórfica e metassomática	MetS
	Pegmatítica e pneumatolítica	PegP
	Hipotermal e pegmatítica e pneumatolítica	HiPe
	Hipotermal e sedimentar e supergénica	HiSe
Localização da mineralização	Filões quartzosos e stockworks	FQt
	Filões aplito-pegmatíticos	PegS
	Filões quartzosos e pegmatíticos	FQPS
	Sedimentar	Ment
	Zona de contacto	Meta
Mineralogia Principal	Estanho e tungsténio	Sn-W
	Tungsténio	W
	Tungsténio e estanho	W-Sn
	Polimetálica	Poli

Tabela 3. Projção das modalidades nos diferentes eixos fatoriais
 Table 3. Projection of modalities on the different factor axes

Eixo Fatorial	Modalidades correlacionadas	
	Semieixo +	Semieixo -
F1	MetS, Meta, W	PegP, PegS
F2	MetS, PegP, PegS, Meta	Hipo, FQt
F3	SedS, Ment	-
F4	PegP, PegS	HiPe, FQPS
F5	-	Hidr, Poli
F6	HiSe, Sn-W	Hipo, W-Sn

4. Resultados

Os grupos de modalidades que contribuem para a construção dos eixos fatoriais, identificam tipologias de explorações mineiras que, em fases posteriores da aplicação da AFCB, nas quais são projetados os indivíduos nos mesmos planos fatoriais, permitirão a seleção de casos de estudo de explorações mineiras com as mesmas características. Desta forma, conseguir-se-á uma mais efetiva representatividade na seleção dos casos de estudo para a análise e avaliação da degradação ambiental das diferentes áreas mineiras abandonadas. Na tabela 3 encontram-se sintetizadas as estruturas relacionais entre as diferentes modalidades projetadas nos diferentes planos e respetivos semieixos fatoriais.

A análise aos resultados da AFCB estendeu-se a vários eixos fatoriais por forma a obter uma identificação exaustiva e representativa das diferentes situações (leia-se diferentes áreas mineiras abandonadas) de degradação ambiental.

Analisando o plano fatorial F1/F2 (Figura 2), as modalidades rodeadas a cor azul, encontram-se associadas ao eixo F1, sendo possível individualizar, em associação positiva no semi-eixo positivo, as modalidades génese metamórfica e metassomática com mineralização em zonas de contacto e de mineralogia principal em tungsténio. Em associação negativa a este grupo, encontram-se associadas positivamente entre si, as modalidades génese pegmatítica e pneumatolítica com mineralização

em filões aplito-pegmatíticos. No que se refere ao eixo F2, modalidades rodeadas a cor laranja, em associação positiva no semi-eixo positivo encontram-se as modalidades génese metamórfica e metassomática com mineralização em zonas de contacto e génese pegmatítica e pneumatolítica com mineralização em filões aplito-pegmatíticos. Em associação negativa a este grupo, encontram-se, em associação positiva entre si, a génese hipotermal com mineralização em filões quartzosos e stockworks.

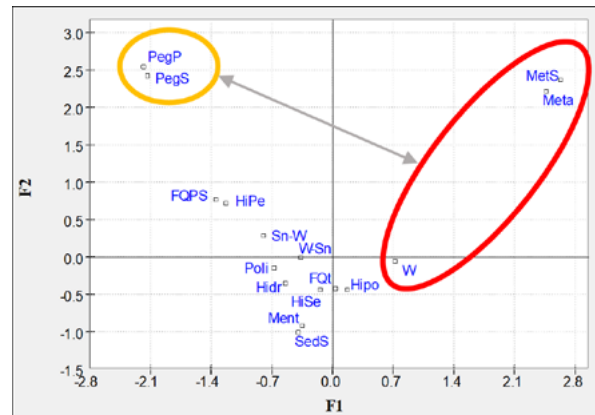


Figura 2. Projção das modalidades no plano fatorial F1/F2. As modalidades associadas ao eixo fatorial F1 encontram-se rodeadas a cor azul. As modalidades referentes ao eixo fatorial F2 estão assinaladas a cor laranja

Figure 2. Projection of the modalities on the F1/F2 factorial plane. The modalities associated with the F1 factorial axis are surrounded in blue. The modalities referring to the factorial axis F2 are highlighted in orange

No plano fatorial F3/F4 (Figura 3), o eixo F3, semi-eixo positivo (rodeado a cor verde), ilustra uma associação positiva entre a génese sedimentar e supergénica com mineralização em sedimentos. O eixo F4 (rodeado a cor amarela) apresenta, no semi-eixo positivo, em associação positiva, as modalidades génese pegmatítica e pneumatolítica com mineralização em filões aplito-pegmatíticos. Em associação negativa a este grupo, a génese hipotermal e pegmatítica e pneumatolítica com mineralização em filões quartzosos e pegmatíticos encontram-se associadas positivamente entre si.

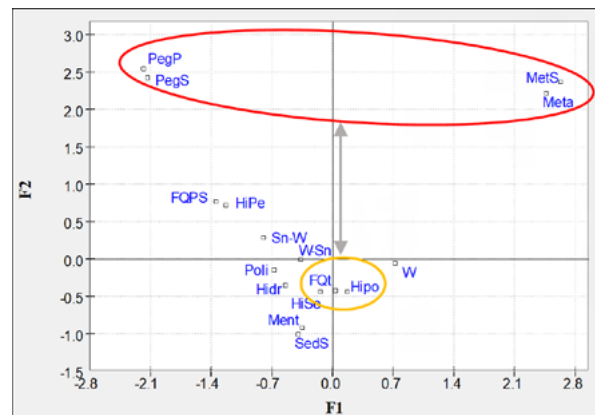


Figura 3. Projção das modalidades no plano fatorial F3/F4. As modalidades associadas ao eixo fatorial F3 encontram-se rodeadas a cor verde. As modalidades referentes ao eixo fatorial F4 estão assinaladas a cor amarela

Figure 3. Projection of the modalities on the F3/F4 factorial plane. The modalities associated with the factorial axis F3 are surrounded in green. The modalities referring to the factorial axis F4 are highlighted in yellow

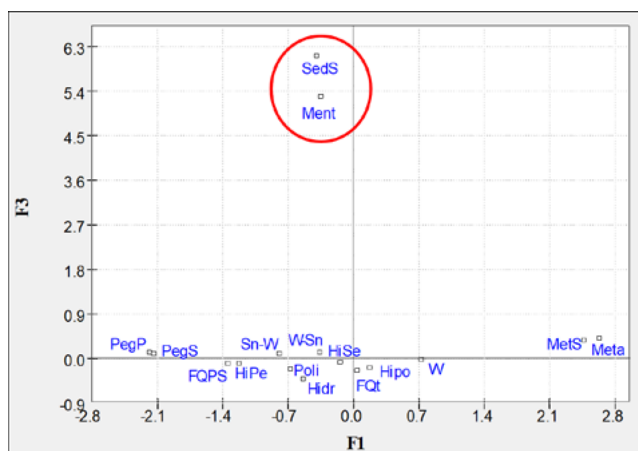


Figura 4. Projeção das modalidades no plano fatorial F5/F6. As modalidades associadas ao eixo fatorial F5 encontram-se rodeadas a cor vermelha. As modalidades referentes ao eixo fatorial F6 estão assinaladas a cor cinzenta

Figure 4. Projection of the modalities on the F5/F6 factorial plane. The modalities associated with the F5 factor axis are surrounded in red. The modalities referring to the factorial axis F6 are marked in gray

A análise do plano fatorial F5/F6 (Figura 4), revela que no eixo F5 (rodeado a cor vermelha), semi-eixo negativo, as modalidades gênese hidrotermal com mineralização principal polimetálica encontram-se associadas positivamente. No eixo F6 (assinalado a cor cinzenta), no semi-eixo positivo, em associação positiva, encontram-se as modalidades gênese hipotermal e sedimentar e supergênica com mineralização principal em estanho e tungstênio. Em associação negativa ao grupo anterior, projetam-se, em associação positiva entre si, as modalidades gênese hipotermal com mineralização principal em tungstênio e estanho.

A análise aos resultados da AFCB estendeu-se a vários eixos fatoriais por forma a obter-se uma identificação exaustiva e representativa das diferentes Características geológicas. Paralelamente, a projeção em simultâneo das modalidades e dos indivíduos (leia-se as 384 explorações mineiras) nos mesmos planos fatoriais (Figura 5), permitiu associar as explorações mineiras aos grupos anteriormente identificados pela aplicação da AFCB às modalidades. Desta forma foi possível selecionar, entre o grande número de diferentes explorações mineiras e com base nos critérios geológicos estabelecidos, alguns casos de estudo representativos dos diferentes cenários que ocorrem na PPMET.

5. Discussão dos resultados

Com os resultados obtidos, procedeu-se à análise da validade da abordagem preconizada. Em primeiro lugar, efetuou-se uma confrontação dos resultados obtidos com os dados originais, para, por retroação (Pereira, 1990), poder robustecer as interpretações dos resultados obtidos, ou seja, a seleção das áreas mineiras abandonadas em função das projeções das variáveis e indivíduos nos planos fatoriais. Foram consideradas as associações de modalidades projetadas nos semi-eixos F1⁺, F1⁻, F2⁺, F2⁻, F3⁺, F4⁺, F4⁻, F5⁺, F6⁺ e F6⁻. Por suscitarem dúvidas de interpretação e/ou representatividade, não foram consideradas as projeções as projeções nos semi-eixos F2⁺ e F3⁺ não foram considerados para a etapa seguinte da seleção das áreas mineiras. No que respeita ao semi-eixo F2⁺, as associações evidenciadas não são consentâneas com uma interpretação geológica plausível. As associações evidenciadas nas projeções do semi-eixo F3⁺, não foram consideradas para a seleção de um caso de estudo devido ao facto de, a nível de geológico, não ser viável averiguar uma contaminação no local, uma vez que se trata de sedimentos.

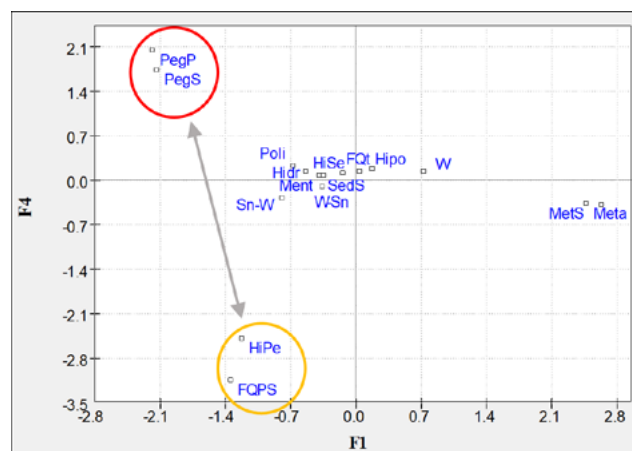


Figura 5. Projeção simultânea das modalidades (triângulos a vermelho) e dos indivíduos (quadrados a azul) no plano fatorial F1/F2 (por questões de legibilidade omitiram-se os códigos das modalidades e dos indivíduos)

Figure 5. Simultaneous projection of modalities (red triangles) and individuals (blue squares) onto the F1/F2 factorial plane (for legibility reasons, the modalities and individual codes were omitted)

A etapa seguinte, para complementar a seleção das áreas de estudo, baseou-se na existência ou não de antigas infraestruturas afetas às explorações mineiras abandonadas identificadas na etapa anterior. O estudo da existência de infraestruturas associadas às das explorações mineiras abandonadas e que foram identificadas nas projeções dos semi-eixos F1⁺ e F4⁺ revelou a ausência dessas infraestruturas, pelo que foram desconsideradas para as etapas seguintes de seleção.

Um outro critério de seleção presente numa última etapa de escolha dos casos de estudo, recaiu sobre a maior ou menor facilidade de acesso aos coutos mineiros, assim como o tempo e custo das deslocações aos locais.

Com a implementação da metodologia da AFCB e considerando ainda as outras etapas de seleção de áreas mineiras abandonadas, foram eleitas as seguintes 6 áreas mineiras: (1) Mina da Cerdeirinha, (2) Mina de Vale das Gatas, (3) Mina do Ramalhão, (4) Mina do pintor, (5) Mina da Bejanca e (6) Mina de Regoufe.

6. Conclusões

A metodologia adotada provou a sua aplicabilidade como abordagem metodológica, permitindo identificar seis agrupamentos de explorações mineiras abandonadas representativos da diversidade geológica e metalogenética existentes na PPMET. Os resultados obtidos pela AFCB, tipificam e individualizam, não só diferentes situações no que diz respeito à degradação ambiental de áreas mineiras abandonadas, mas também congregam explorações mineiras abandonadas com as mesmas características. Desta forma, é possível selecionar um caso de estudo representativo por cada agrupamento. A consideração, na seleção dos casos de estudo, de outros critérios de natureza mais prática teve somente como objetivo facilitar as posteriores campanhas de amostragem e trabalhos de observação *in situ* das áreas anteriormente identificadas pela AFCB.

Como resultado prático dos critérios de seleção utilizados e da aplicação da AFCB, pode-se indicar:

- (1) Mina da Cerdeirinha, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades gênese metamórfica e metassomática (MetS) com mineralização em zonas de contacto (Meta) e de mineralogia principal em tungstênio (W).

- (2) Mina de Vale das Gatas, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades gênese hipotermal (Hipo) com mineralização em filões quartzosos e stockworks (FQt).
- (3) Mina do Ramalho, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades hipotermal e pegmatítica e pneumatolítica (HiPe) com mineralização em filões quartzosos e pegmatíticos (FQPS).
- (4) Mina do Pintor, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades gênese hidrotermal (Hidr) com mineralização principal polimetálica (Poli).
- (5) Mina da Bejanca, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades gênese hipotermal e sedimentar e supergênica (HiSe) com mineralização principal em estanho e tungstênio (Sn-W).
- (6) Mina de Regoufe, representativa de antigas explorações mineiras associadas às modalidades gênese hipotermal (Hipo) com mineralização principal em tungstênio e estanho (W-Sn).

Agradecimentos

Agradecimento à FCT pelo financiamento providenciado através do Financiamento Base - UIDB/04028/2020 e Financiamento Programático - UIDP/04028/2020 da Unidade de Investigação - Centro de Recursos Naturais e Ambiente - CERENA - financiada por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC), no âmbito da bolsa de doutoramento que me foi conferida, com referência UI/BD/152297/2021.

Referências Bibliográficas

- Bing, H., Qiu, S., Tian, X., Li, J., Zhu, H., Wu, Y., Zhang, G., 2021. Trace metal contamination in soils from mountain regions across China: spatial distribution, sources, and potential drivers. *Soil Ecology Letters*, **3**: 189-206.
- Breiter, K., Hložková, M., Korbelová, Z., Galiová, M. V., 2019. Diversity of lithium mica compositions in mineralized granite–greisen system: Cínovec Li-Sn-W deposit, Erzgebirge. *Ore Geology Reviews*, **106**: 12-27.
- Chen, L., Hu, W.-F., Long, C., Wang, D., 2021. Exogenous plant growth regulator alleviate the adverse effects of U and Cd stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and improve the efficacy of U and Cd remediation. *Chemosphere*, **262**: 127809.
- Egbueri, J. C., Ayejoto, D. A., Agbasi, J. C., 2023. Pollution assessment and estimation of the percentages of toxic elements to be removed to make polluted drinking water safe: a case from Nigeria. *Toxin Reviews*, **42**(1): 146-160.
- Fonseca, B., Durães, N., Patinha, C., Dias, A. G., 2020. Caracterização de solos e sedimentos da mina abandonada de Rio de Frades (Arouca). *Comunicações Geológicas*, **107**(Especial II): 145-149.
- Hair, J., Black, W., Anderson, R., Babin, B., 2018. Multivariate data analysis (8, ilustra ed.). *Cengage Learning EMEA*, **27**(6): 1951-1980.
- Ke, B., Nguyen, H., Bui, X.-N., Bui, H.-B., Choi, Y., Zhou, J., Moayed, H., Costache, R., Nguyen-Trang, T., 2021. Predicting the sorption efficiency of heavy metal based on the biochar characteristics, metal sources, and environmental conditions using various novel hybrid machine learning models. *Chemosphere*, **276**: 130204. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130204>
- Lima, L., Guedes, A., Noronha, F., 2019. Tungsten mineralization associated with the Argemela microgranite (Central Portugal). *Journal of Iberian Geology*, **45**: 625-640.
- Lottermoser, B., Lottermoser, B. G., 2010. Sulfidic mine wastes. Mine wastes: Characterization, treatment and environmental impacts, 43-117.
- Luo, C., Routh, J., Dario, M., Sarkar, S., Wei, L., Luo, D., Liu, Y., 2020. Distribution and mobilization of heavy metals at an acid mine drainage affected region in South China, a post-remediation study. *Science of the Total Environment*, **724**: 138122.
- Noronha, F., 2006. Especialização metalogênica das rochas graníticas da ZCI. *VII Congresso Nacional de Geologia*,
- Patinha, P., Pereira, A., Quental, L., Filipe, A., de Oliveira, D. P. S., Lopes, C., 2020. SIORMINP: Plataforma de gestão e disponibilização de dados harmonizados dos Recursos Minerais Portugueses. *Comunicações Geológicas*, **107**(Especial I): 61-63.
- Pereira, H. G., 1990. *Análise de dados geológico-mineiros. Aplicações e estudo metodológico*. Tese de Agregação, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Ribeiro, A., Pereira, E., 1982. Controlos paleogeográficos, petrológicos e estruturais na gênese dos jazigos portugueses de estanho e volfrâmio. *Geonovas* **1**: 24-31.
- Sousa, P. S. J., 2001. Programa ANDAD (Versão 7.10) - *Manual do utilizador*. CVRM – Centro de Geosistemas do IST. Lisboa.