

VILA REAL · 25 a 29 Março 2018



XIVCGPLP

Congresso de Geoquímica dos
Países de Língua Portuguesa
XIX Semana de Geoquímica

An aerial photograph of a valley with terraced fields and a river. The terraces are arranged in a grid-like pattern, and the river flows through the center of the valley. The landscape is hilly and appears to be a rural or agricultural area.

Livro de Atas

Minas de Murçós: Activos de Ontem, Resíduos de Hoje e Recursos de Amanhã

Murçós Mine Area: Assets of Yesterday, Today's Waste and Tomorrow Resources

Fonseca, P. A. R. F. D.¹, Gomes, M. E. P.¹, Antunes, I. M. H. R.²

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal; CEMMPRE

² Instituto Ciências da Terra (ICT), Pólo da Universidade do Minho, Braga, Portugal; CERENA

Resumo

Em Portugal, a exploração mineira de volfrâmio (W) teve, na primeira metade do Século XX, um aumento significativo tanto a nível das quantidades extraídas como do preço de mercado, devido à crescente mecanização na indústria e transportes na Europa, mas principalmente devido à II Guerra Mundial. Numa tentativa de responder à procura, foi permitida e desenvolvida a exploração maciça deste metal, descurando as implicações ambientais nos locais das explorações mineiras e na saúde humana da população local.

As minas de W>Sn de Murçós representam uma dessas explorações, cujo passivo ambiental após a intervenção de remediação por parte da Empresa de Desenvolvimento Mineiro, no período entre 2005-2007, continua a revelar quantidades apreciáveis de elementos potencialmente tóxicos nos solos e nas águas, alterando o equilíbrio do meio ambiente envolvente e representando um perigo para a saúde humana de todos que com ela interagem.

Uma das formas de tornar o local sustentável, a nível ambiental, económico e social, consiste em fechar o ciclo dos elementos, transformando estes resíduos em produtos que subtraíam do ambiente os elementos nocivos, sustentem economicamente a região e tornem a sociedade mais eficaz. Para cumprir este objectivo, a simbiose entre ecologia, economia e sociedade será uma realidade.

Palavras-chave: geologia, minerais, ambiente, economia, empreendedorismo.

Abstract

In Portugal, during the first half of XX Century, the W-mining exploitation had a significant increase of extracted quantities and market price, due to the industry mechanization increase and transport in Europe, but mainly due to the II World War. To respond to the demand, the massive exploitation of this metal was allowed and developed, neglecting the implications inflicted on the environment associated to the mining explorations and in the local human health.

The Murçós mine is one of those exploitations where environmental liabilities, after the remediation intervention by EDM between 2005-2007, continues to reveal significant contents of potentially toxic elements in soils and waters, altering the balance of the surrounding environment and representing a danger to human health.

One way to make the site economically and socially sustainable is to close the elements cycle by transforming these wastes into products that remove harmful elements from the environment, sustain economically the region and make society more effective. To achieve this, the symbiosis between ecology, economy and society will be a reality.

Keywords: geology, minerals, environment, economy, entrepreneurship.

Introdução – Minas Murçós: ontem e hoje

“O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer”, Albert Einstein.

As minas de W>Sn de Murçós estão localizadas no concelho de Macedo de Cavaleiros, distrito de Bragança, sendo um dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros. Essa distinção pode ajudar a que o Património Imaterial das Minas de Murçós seja um contributo para a valorização integrada do território (Lima *et al.*, 2015). No documentário *“Minas de Murçós, as estórias das suas gentes”* conta-se a história de uma aldeia pacata, onde o som dos martelos e das máquinas ofuscou a calma dos seus montes, riachos, seres e suas gentes.

Em termos geológicos, as minas de Murçós localizam-se no maciço parautóctone da zona de Galiza – Trás-os-Montes (ZGTM), na província estano-volframítica (Neiva, 1944). Esta zona faz parte do extenso antiforma de Chaves – Miranda do Douro, constituindo um eixo mineralizado em Sn-W, com direção dominante NW-SE. Esta província está relacionada com as regiões graníticas, aparecendo os principais jazigos mineralizados nas zonas de contacto entre as diferentes formações da ZGTM e ZCI (Zona Centro Ibérica) (Dória, 1987 conforme Fonseca, 2017). Depois de encerrarem a sua atividade, em meados do ano de 1974, as estruturas do complexo mineiro foram deixadas ao abandono. Entre 2005-07 foi desenvolvido pela Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM), um programa de remediação ambiental, envolvendo todo o espólio mineiro. Durante cerca de 33 anos, entre 1974 e 2007, pouco se conhece dos processos decorridos neste complexo mineiro pois são poucos os relatos das instituições responsáveis, pelo que se considera atualmente como uma área mineira abandonada.

O potencial problema associado às atividades mineiras abandonadas está na quantidade de sulfuretos que oxida ou é transformada, decompondo-os e

libertando-os para o meio ambiente. No caso da arsenopirite (FeAsS_2), depois de decomposta em Fe, As e S, ocorre a precipitação do Fe devido à sua reduzida solubilidade. O arsénio (As) é diluído nas águas superficiais, podendo atingir as águas subterrâneas, contaminando-as. A contaminação por As pode ocorrer também pela sua acumulação nos alimentos (bioacumulação), em campos onde se utiliza esta água para rega das plantas, que estão na base da cadeia trófica.

O As é um metalóide que provoca diversos problemas na saúde humana, dependendo da idade, dose, duração da exposição, susceptibilidade genética, saúde da pessoa, situação nutricional e via de exposição (inalação, ingestão e contacto dérmico). O risco à exposição sistemática ao As é mínimo quando as doses ingeridas são iguais ou inferiores a 0,0003 mg/kg dia. Os problemas de saúde ocorrem quando estes valores são ultrapassados, provocando várias lesões, como sejam: alterações na pele, cabelo e unhas, alterações vasculares e vários tipos de cancro. O enxofre (S), por sua vez, na presença da água (H_2O) transforma-se em ácido sulfúrico (H_2SO_4), diminuindo o pH do meio, o que vai conduzir a uma diminuição na quantidade de micro-organismos existentes no solo, que deixam de exercer a sua atividade, prejudicando o desenvolvimento das plantas e o ecossistema. Como exemplo, pode ser referido que a acidez do solo provoca a diminuição de diversas bactérias intervenientes no ciclo do azoto, que transformam o azoto atmosférico em azoto assimilável pelas plantas, o qual é indispensável nas várias funções biológicas. Assim, como consequência da contaminação dos solos, toda a cadeia trófica das comunidades locais e o ecossistema onde se encontram inseridas, sofrem lesões, muitas vezes irreversíveis.

O impacte no ambiente provocado pelos elementos químicos que ocorrem nas minas e suas escombrelas, pode ser avaliado tendo por base as amostras de água, solo, plantas e animais que ocorrem na zona. Em fevereiro de 2017, na área mineira de Murçós recolheram-se seis

amostras de água nas cortas, galeria e ribeira da Choupiça (Fonseca, 2017). Os resultados analíticos das águas foram comparados com resultados anteriores (Gomes *et al.*, 2011 e Antunes *et al.*, 2016) e com os valores de referência definidos no Dec. Lei 236/98 (Tabela 1).

O alto teor de Al verificado, deve-se à possível concentração deste metal nas argilas que se foram acumulando com o tempo.

Os valores a vermelho mostram os pontos de água contaminados, quando comparados com as análises obtidas

Tabela 1. Comparação da composição da água das minas de Murçós com os valores paramétricos (Dec. Lei 236/98, 1998).

Parâmetro (Unidade)	Corta1	Corta2	Corta3	Ribeira iusante	Galeria	Ribeira montante	Valor paramétrico
	MU1 FP	MU2 FP	MU3 FP	MU4 FP	MU5 FP	MU6 FP	
pH (Esc. Sörensen)	4,9	7,1	6,4	6,7	4,0	7,1	-
Eh (mVott)	0,238	0,150	0,173	0,083	0,288	0,176	-
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	380	108	367	81	379	51	500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Cl^- (mg/L)	3,1	2,7	9,7	6,4	5,7	4,3	10 mg/L
F^- (mg/L)	9,8	1,6	4,3	0,80	2,2	0,81	0,05 mg/L
SO_4^{2-} (mg/L)	39,2	14,5	62,4	7,5	64,9	18,0	10 mg/L
As ($\mu\text{g}/\text{L}$)	3	3	2	2	2	4	2 $\mu\text{g}/\text{L}$
Al ($\mu\text{g}/\text{L}$)	1770	145	331	338	2630	303	-
Co ($\mu\text{g}/\text{L}$)	17	n.d.	n.d.	n.d.	9,2	n.d.	-
Ca (mg/L)	2,7	1,6	7,7	0,81	3,2	0,56	-
Mg (mg/L)	2,0	0,40	1,6	1,8	0,90	1,1	-
Cu ($\mu\text{g}/\text{L}$)	41	45	24	15	131	18	50 $\mu\text{g}/\text{L}$
Na (mg/L)	7,0	3,9	8,5	6,9	14,5	5,4	-
K (mg/L)	2,7	4,6	4,0	0,61	1,4	0,37	-
Fe ($\mu\text{g}/\text{L}$)	40	60	130	n.d.	290	110	20 $\mu\text{g}/\text{L}$
Mn ($\mu\text{g}/\text{L}$)	1720	21	17	2	51	5	10 $\mu\text{g}/\text{L}$
Zn ($\mu\text{g}/\text{L}$)	460	n.d.	n.d.	n.d.	1380	n.d.	10 $\mu\text{g}/\text{L}$

Os valores a vermelho mostram os pontos de água contaminados. - não definido; CE – condutividade elétrica

em 2008/09 (Antunes *et al.*, 2016), cerca de um ano após a intervenção de recuperação efectuada pela EDM. Os resultados obtidos permitem reforçar que, embora tenha ocorrido uma diminuição no teor dos metais e As, os processos de remediação não foram suficientes para reabilitar a área (Antunes *et al.*, 2016).

A condutividade eléctrica tem um valor paramétrico de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contudo podemos verificar que é muito diferente nos vários pontos de recolha, levando a supor a existência de deficiências na reabilitação do espaço.

Mina de Murçós: o amanhã

As minas de Murçós, nomeadamente as suas escombrelas, continuam a libertar elementos contaminantes para o solo, água e ar; tornando-os ineficientes para a produção de outros bens com ciclos de vida adequados à escala humana (alimentos, ar, saúde, etc), promovendo a

insustentabilidade do local. As inúmeras alterações no ambiente provocadas pelo homem, que levou à extinção de muitas das espécies de animais e plantas, permitem propor o início de um novo ciclo geológico: o Antropoceno (Crutzen, 2000), que serão lembradas pelos nossos descendentes como o período que reflete a irresponsabilidade do Homem do Séc. XX e XXI. O Antropoceno está agora a começar, o que permite remediar os nossos erros, redefinindo objectivos e mudando comportamentos, de forma a sermos sustentáveis e assegurar o futuro da humanidade, isto é, satisfazer as nossas necessidades actuais, permitindo que as gerações futuras também sejam capazes de satisfazer as suas. Para isso é necessário reaproveitar os recursos que já foram utilizados, cujos resultados foram ineficientes, e perceber o que correu mal. Após o conhecimento obtido através dos erros, será fundamental desenvolver os

trabalhos necessários que tornem o local seguro e livre de contaminantes. O primeiro objectivo será reabilitar zonas contaminadas e o segundo será criar oportunidades de valor que fomentem a capacidade empreendedora da população, permitindo aos diversos organismos públicos e privados servir de facilitadores na criação de negócios.

Para isso, tem de ser contabilizado o valor dos ativos, que podem ser utilizados na elaboração de produtos e serviços de valor acrescentado. Para o efeito, pode ser feita uma análise SWOT (Tabela 2), partindo do princípio que o primeiro objectivo já está cumprido, isto é a zona está descontaminada.

Tabela 2. Análise SWOT.

Forças: <ul style="list-style-type: none"> - Geografia - Paisagens - Histórias e tradições - Monumentos naturais e edificados - Água - Escobreiras e barragem - Recuperação de metais - Recuperação do arsénio - Recuperação do enxofre 	Fraquezas: <ul style="list-style-type: none"> - Formação dos habitantes face ao tipo de serviços a criar - Número de visitantes que procuram alojamento - Falta de serviços de apoio a turistas (e.g., casas de banho públicas, restaurantes, etc.) - Classe etária da população - Distância, tempo e acessos aos grandes centros
Oportunidades: <ul style="list-style-type: none"> - Criar negócios com desenvolvimento local - Criação de empregos que aplicam novas tecnologias - Atratividade ao local de população jovem, mais capacitada para as novas tecnologias. - Irradicação da contaminação - Desenvolvimento de turismo da natureza 	Ameaças: <ul style="list-style-type: none"> - Desertificação do interior - Existência de outros locais similares com melhores condições - Falta de infraestruturas de apoio ao turismo - Falta de mão de obra especializada - Concorrência entre investimentos públicos

A geografia, paisagem, história, cultura, monumentos naturais e antropogénicos, assim como, as massas de água podem ser aproveitadas para o Turismo da natureza. As escombrelas, por sua vez, dependendo das características físico-químicas, podem ser utilizadas na produção de tijolo e pavimentos intertravados (Filho, 2013). A utilização de biolixiviação bacteriana aneróbica pode ser útil para a recuperação de metais, enquanto a aeróbica para recuperar o enxofre (Paques Brasil, 2017). O arsénio pode ser removido e reaproveitado por oxidação solar (Cunha & Duarte, 2008).

No caso da área de Murçós, o possível investimento futuro de capitais, não pode ter como objectivo o seu retorno a médio longo-prazo, apenas quantificado em função dos atuais ativos.

Neste caso terão de ser contabilizados também os graves prejuízos que o ambiente e a população ainda hoje estão sujeitos, devido ao facto de terem sacrificado os seus ativos para o bem comum sem obterem os retornos adequados.

Referências

- Antunes, IMHR, Gomes, MEP, Neiva, AMR, Carvalho, PCS, Santos, ACT., 2016. Potential risk assessment in stream sediments, soils and waters after remediation in an abandoned W>Sn mine (NE Portugal). *Ecot. Environ. Saf.* 133 -145.
- Cunha, P. & Duarte, A., 2008. Remoção de Arsénio em Águas Consumo Humano. Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1882/18504>.
- Crutzen, P., 2000. *Mister Anthropocene*. Environm. Soc. Portal.
- Diário da República, 1998. Decreto-Lei n.º 236/98. Série I-A, 5747-5765.
- Filho, J., 2013. Estudo de Reaproveitamento dos Resíduos das Barragens de Minério de Ferro para Fabricação de Blocos Intertravados em Pátios Ind. Alto Tráfego.CEFET, Brasil.
- Fonseca, P., 2017. Terras de Cavaleiros Geoparque Mundial da UNESCO, uma forma de viver em equilíbrio: o aumento do valor intrínseco de cada geossítio como forma sustentável de melhorar as atividades económicas da região. UTAD.
- Gomes, M.E.P., Antunes, I.M.H.R., Neiva, A.M.R., Teixeira, Santos, A., 2011. Geoquímica dos minerais dos filões de W>Sn e das águas das antigas minas de Murçós (NE de Portugal), VIII Cong. Ib. Geoq. IPCB, Castelo Branco.
- Lima, A.F., Gomes, M.E.P., Marcos, S., Pereira, D.I., 2015. Património imaterial Minas de Murçós Geopark Terras de Cavaleiros. VIII Sem. Rec. Geol., Amb. Ord. Território, Vila Real.
- Neiva, J., 1944. Jazigos Portugueses de Cassiterite e Wolframite. Tese Doutoramento, Univ. Porto.
- Parques Brasil - Sistemas para Tratamento de Efluentes Ltda, 2017. Aplicações. retirado de <https://br.paques.nl/aplicacoes/27/12/2017>.

TÍTULO:

Livro de Atas do XIV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa | XIX Semana de Geoquímica

SÉRIE: Única

EDITORES: Alcino Oliveira, Anabela Reis, Fernando Pacheco, José Lourenço, Maria Costa, Maria Gomes, Rui Teixeira

AUTORES: Vários

DATA: Março de 2018

PROPRIEDADE: Departamento de Geologia, Escola de Ciências da Vida e do Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

ISBN: 978-989-704-269-0 - Eletrónico/PDF