



XII

CONGRESSO

CONGRESO

IBÉRICO DE GEOQUÍMICA

Extended Abstracts

22 - 26 Setembro de 2019
Septiembre

Évora, Portugal

CIG 2019

XII Congresso Ibérico de Geoquímica | XX Semana da Geoquímica

22-26 setembro de 2019, Évora, Portugal



Extended Abstracts

Caracterização hidrogeoquímica de efluentes da mina de carvão de São Pedro da Cova (Gondomar)

Hydrogeochemical characterization of effluents from São Pedro da Cova coal mine (Gondomar)

Rocha, J.^{1*}, Santos, P.^{1,2}, Ribeiro, J.^{2,3}, Espinha Marques, J.^{1,2}, Mansilha, C.^{4,5}, Flores, D.^{1,2}

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

² Instituto de Ciências da Terra – Pólo do Porto

³ Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

⁴ Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

⁵ REQUIMTE. Universidade do Porto.

* jorochoa@fc.up.pt

Resumo: A mina de São Pedro da Cova, localizada no Norte de Portugal, é uma mina de carvão abandonada, que esteve em atividade durante mais de 200 anos. As galerias de drenagem continuam, ainda hoje, a conduzir a água para o exterior, produzindo um sedimento de cor ocre. Este estudo tem como objetivo a caracterização hidrogeoquímica dos efluentes da mina de São Pedro da Cova através da análise de amostras de água (com influência e sem influência da drenagem mineira). As amostras foram caracterizadas *in situ*, através da medição de pH, condutividade elétrica e temperatura, e no laboratório, através da determinação da concentração de iões maiores e metais pesados. Os resultados obtidos indicam que as águas de drenagem mineira apresentam pH neutro ou aproximadamente neutro, condutividade elétrica alta e alta concentração em metais, sendo que o Fe e o Mn apresentam as concentrações mais elevadas. As águas de drenagem mineira apresentam fácies SO₄-Mg. A elevada concentração de metais e a fácies hidrogeoquímica destes efluentes permitem confirmar a presença de contaminação de origem mineira nas linhas de águas recetoras da drenagem.

Palavras-chave: exploração de carvão, drenagem mineira, parâmetros físico-químicos, diagrama de Piper

Abstract: São Pedro da Cova mine, located in Northern Portugal, is an abandoned coal mine that operated for more than 200 years. Nowadays the water is still drained to the outside of the mine, producing an ocher-colored sediment. This study presents the hydrogeochemical characterization of the São Pedro da Cova mine effluents through the analysis of water samples (under the influence and out of influence of mine drainage). Samples were characterized *in situ* through pH, electrical conductivity and temperature determination. The concentration of major ions and heavy metals was determined in the laboratory. The results indicate that the mine drainage waters present neutral to nearly neutral pH, high electrical conductivity and high concentration of metals, with Fe and Mn having the highest concentrations. The mine drainage waters present SO₄-Mg facies. The high concentration of metals and the hydrogeochemical facies of these effluents confirm the contamination of streams by mine effluents.

Keywords: coal mining, acid mine drainage, physico-chemical parameters, piper diagram

1. Introdução

As minas de carvão podem expor sulfuretos a agentes que promovem a sua oxidação (água, oxigénio e vida microbiológica), promovendo ambientes de baixo pH e concentrações elevadas de metais e metalóides dissolvidos (Brend, 2007). Estes processos podem conduzir à formação de drenagem mineira ácida. Os efluentes provenientes e afetados por minas de carvão caracterizam-se, frequentemente, por apresentarem elevadas quantidades de sulfatos, metais e metalóides dissolvidos, e elevada acidez (Johnson, 2003). O contacto da água de origem mineira com linhas de água naturais pode levar à alteração da sua turbidez, aumento dos sólidos suspensos e dissolvidos, da composição química e da temperatura, podendo tornar as águas tóxicas para os ecossistemas. O abandono desregulado de zonas de exploração de carvão apresenta vários riscos de impacto ambiental, o qual é, na maioria das vezes, difícil de controlar.

Durante grande parte da sua atividade, a Mina de São Pedro da Cova (Fig. 1) foi a maior mina de carvão de Portugal, localizando-se no concelho de Gondomar (NW de Portugal).



Fig. 1 – Localização da mina de São Pedro da Cova e escombreira de resíduos mineiros.

Geologicamente, a região é parte integrante da Zona Centro Ibérica (ZCI), do Maciço Ibérico (Ribeiro, 1979). Na área em estudo, a estrutura geológica dominante é o Anticlinal de Valongo, estrutura em antifórma assimétrica, de direção NW-SE, cujo eixo mergulha 5 a 15° para NW, com plano axial inclinado 60° para NE. A envolvente do flanco normal, tem inclinação de 35° para NE, prolongando-se

cerca de 20 km, de Valongo a Castelo de Paiva. O flanco inverso é mais inclinado, encontrando-se sub-verticalizado prolongando-se para sul por 50 km, até Castro Daire (Couto, 1993). Estratigraficamente são observadas formações com idades compreendidas entre Precâmbrico e/ou Câmbrio?, Ordovício, Silúrico, Devónico e Carbonífero. O Carbonífero, que inclui as camadas de carvão exploradas, apresenta-se depositado em bacias límnicas, ao longo do flanco oeste do Anticlinal de Valongo, iniciando-se por uma brecha de base, seguida de xistosossilíferos, siltitos e arenitos, encontrando-se ao longo desta sequência intercalados conglomerados e camadas de carvão (Medeiros et al., 1981). A Bacia Carbonífera do Douro, com comprimento de 53 km e uma espessura entre 30 m e 250 m, constitui o maior afloramento terrestre de depósitos de carvão do Carbonífero em Portugal (Pinto de Jesus, 2001).

A classificação climática de Köppen - Geiger é Csb (clima temperado com verão seco e suave (Kottek et al., 2006).

Este trabalho tem como objetivo a caracterização geoquímica dos efluentes mineiros da mina de São Pedro da Cova, onde o carvão da Bacia Carbonífera do Douro foi explorado entre 1795 e 1972, bem como da linha de água para a qual drenam.

2. Metodologia

2.1. Plano de Amostragem

A amostragem incluiu a recolha de amostras de água em cinco locais: dois na Ribeira de Silveirinhos, a montante (A1) e a jusante (A4) do local de descarga dos efluentes mineiros; dois nas galerias de drenagem mineira (A2 e A3) e numa nascente fora da influência mineira (A5) (Fig. 2).

O plano de amostragem compreendeu a recolha de amostras em duas campanhas nos cinco locais definidos (novembro de 2018 e fevereiro de 2019).



Fig. 2 – Localização dos pontos de amostragem de água. A1 – a montante da descarga; A2 e A3 – galerias de drenagem mineira; A4 – a jusante da descarga; A5 – nascente sem influência mineira.

2.2. Análises “in situ”

A determinação da temperatura, pH e condutividade elétrica das águas foi realizada no campo através do equipamento da marca *Hanna Instruments*, modelo *HI 991300*. As amostras de água foram recolhidas utilizando recipientes apropriados, de acordo com a norma ISO 5667-3 (2018).

2.3. Análises de laboratório

A concentração dos iões maiores (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Li^+ , Cl^- , NO_3^- , F^- e SO_4^{2-}) foi determinada por cromatografia iónica, com recurso ao equipamento *Dionex™ Ion chromatography System DX-120/ICS-1000*. A determinação da concentração dos metais pesados Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd e Pb foi realizada através de espectrometria de absorção atómica, com o equipamento *Varian AA240*. A concentração dos constituintes Al, Fe, NO_2^- , NH_4^+ e SiO_2 , foi obtida através do equipamento de fluxo contínuo segmentado *San-Plus Scalar*.

3. Resultados

As amostras de água recolhidas nas galerias de drenagem mineira (A2 e A3) apresentam características químicas que refletem a lixiviação de sulfuretos. O pH destas águas varia entre 6.0 e 6.3, apresentando-se ligeiramente ácido. Segundo a classificação proposta por Morin & Hutt (2001), situa-se na classe de águas de quase neutras a neutras (pH entre 6 e 9 a 10). Esta classificação compreende situações nas quais a

influência dos minerais geradores de acidez é menor e não consegue ultrapassar a influência dos minerais geradores de condições neutralizadoras de acidez, ou a própria alcalinidade da água (Morin & Hutt, 2001). Esta classificação refere, ainda, que, nestas condições, a concentração de metais em solução pode exceder valores de toxicidade. Quanto à condutividade elétrica os valores medidos nestas águas (A2 e A3) variam entre 907 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Quanto aos metais pesados, as águas de drenagem mineira apresentam concentrações muito superiores quando comparadas com as amostras sem influência mineira (Fig. 3).

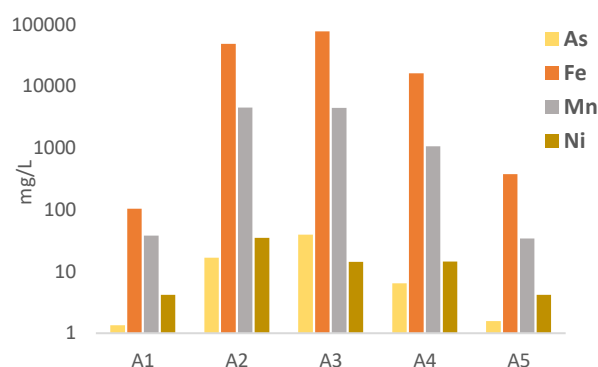


Fig. 3 – Concentração dos elementos As, Fe, Mn e Ni nas amostras estudadas.

De acordo com a classificação de Piper, a fácies hidrogeoquímica das amostras de água, pode ser avaliada considerando as espécies iónicas comumente presentes em águas (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- e SO_4^{2-}). Após a projeção dos dados obtidos no diagrama de Piper (Fig. 4), verificou-se que as amostras recolhidas nos pontos de drenagem mineira (A2 e A3) apresentam fácies sulfatada-magnésica. A água da ribeira de Silveirinhos a jusante da descarga do efluente mineiro (A4), apresenta fácies sulfatada/bicarbonatada-magnésica. A água da nascente sem influência mineira (A5) classifica-se como cloretada-sódica, enquanto a água a montante das descargas (A1) se classifica como cloretada-sódica (Fig. 4).

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos permitem concluir que a drenagem da mina de São Pedro da Cova, embora ligeiramente ácida,

classifica-se como neutra a quase neutra quanto ao pH. Caracteriza-se, ainda, por ter elevada condutividade elétrica e concentrações elevadas de metais e metalóides (Fe, Mn, As e Ni), que eventualmente ocorrem associados a sulfuretos. A elevada concentração destes elementos, principalmente do Fe, justifica a presença de depósitos de cor ocre nas linhas de água afetadas pela drenagem. Os valores de concentração de metais e metalóides nestas águas é muito superior aos valores registados nas linhas de água sem influência da mina. A fácies hidrogeoquímica das águas estudadas reflete a influência mineira, quer na água subterrânea, quer na água superficial. A caracterização hidrogeoquímica realizada permitiu identificar a influência mineira na água subterrânea e superficial da região.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através do projeto CoalMine POCI-01-0145-FEDER-030138, 02-SAICT-2017 e por financiamento FEDER através do programa COMPETE 2020.

Referências

- Brend, L.G., 2007. Mine Wastes, Environmental Impacts. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 400 p.
- Couto, H., 1993. As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2, 607 p.
- Custodio, E., Llamas, M., 2001. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, Barcelona (Espanha), 2350 p.
- ISO 5667-3:2018 – Water quality – Sampling – Part 3: Preservation and handling of water samples.
- Johnson, D.B., 2003. Chemical and Microbiological Characteristics of Mineral Spoils and Drainage Waters at Abandoned Coal and Metal Mines In: Water, Air and Soil Pollution: Focus 3 (1). Kluwer Academic Publishers, 47-66.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. World Map of the Koppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift 15 (3), 256-263.
- Medeiros, A., Pereira, E., Moreira, A., 1981. Notícia explicativa da folha 9-D (Penafiel) da carta geológica de Portugal à escala 1: 50 000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 47 p.
- Morin, K.A., Hutt, N.M., 2001. Environmental geochemistry of minesite drainage: Practical theory and case studies. Digital edition. Minesite Drainage Assessment Group, 61-82.
- Pinto de Jesus, A., 2001. A Génese e evolução da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal); um modelo. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Tese de Doutoramento), 232 p.
- Ribeiro, A., 1979. Essai de reconstitution paléogéographique par cycles orogéniques. Le cycle Hercynien. Introduction à la géologie Générale du Portugal, 31-45.

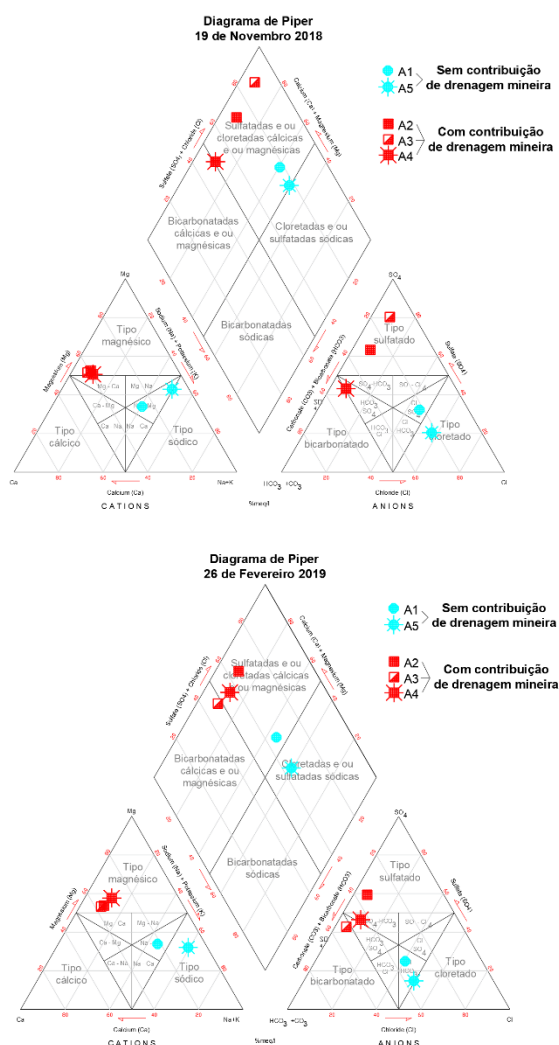


Fig. 4 – Classificação da fácies hidrogeoquímica das amostras de água no diagrama de Piper.