

**(XCNG-17741)****COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA E QUÍMICA DAS CÉLULAS DE LAMAS DA MINA DA PANASQUEIRA, BARROCA GRANDE, COVILHÃ, REGIÃO CENTRO DE PORTUGAL**

Francisco Veiga Simão<sup>1</sup>; Elsa Carvalho Gomes<sup>1,2</sup>; Alcides Castilho Pereira<sup>1,3</sup>

1 - Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra (DCT-UC);

2 - Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMMPRE);

3 - Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC)

Palavras-chave: Mina da Panasqueira, Resíduos de extração mineira, Células de lamas, Elementos críticos, Economia circular

Em Portugal, os resíduos de extração mineira necessitam de ser identificados, cartografados e caracterizados física e quimicamente, atendendo a que o aumento da procura por produtos de tecnologias “novas” e “verdes” está a causar pressão a nível global sobre o fornecimento de matérias-primas primárias e, conseqüentemente, a aumentar a necessidade de serem encontradas alternativas, como as matérias-primas secundárias, para uma economia mais circular.

Este estudo enquadra-se na questão atrás considerada, tendo como principais objetivos caracterizar a composição mineralógica e química das amostras de furos de sondagem, recolhidos nas duas células de lamas ricas em metais (FTD1 e FTD2A), da Mina da Panasqueira, região centro de Portugal; avaliar a variação composicional, no que respeita às afinidades químicas, entre elementos principais e elementos traço; e verificar se a concentração de elementos críticos é ou não anómala, relativamente à sua abundância na crosta continental superior.

Em cada FTD foram feitos dois furos de sondagem até aos quatro metros de profundidade. A análise mineralógica foi realizada por DRX (Philips PW3710) e por MEV-SED (Zeiss Merlin with the Gemini II column) e a análise química foi realizada por FRX (Thermo Fisher Scientific Niton<sup>TM</sup> XL3t GOLDD+ e PANalytical AxiosmAX).

A análise dos difratogramas de raios X permitiram identificar quartzo, moscovite, minerais de argila e carbonatos de Fe-Mg em quase todos os seis segmentos dos furos de sondagem, três de cada FTD. A célula de lamas inativa (FTD1) contém ainda hubnerite e, provavelmente, albite e pirite; a célula de lamas atualmente ativa (FTD2A) contém ainda esfalerite e, provavelmente, albite e galena. O estudo da composição mineralógica por MEV-SED recaiu sobre dois concentrados de minerais, obtidos por separação gravítica, de um segmento do furo de sondagem de cada FTD. Os minerais identificados na FTD1 incluem minerais metálicos, como pirite, arsenopirite e volframite, assim como não metálicos, como quartzo, mica e carbonatos de Mg. Os minerais identificados na FTD2A incluem minerais metálicos, como pirite, arsenopirite, calcopirite, esfalerite e vestígios de galena e volframite, e não metálicos, como quartzo e mica. Em relação aos elementos críticos para a UE, na FTD1 existe uma pequena, mas relevante, presença de Co relacionada com a pirite, de Ga e Ge relacionadas com a mica, e de Nb aparentemente relacionada com os sulfuretos e a mica; na FTD2A existe também uma pequena, mas relevante, presença de Ga relacionada com a mica.

A caracterização da variação da composição química, no que respeita aos metais Cu, Zn, As, W, Sn e Pb, ao longo de todos os segmentos dos quatro furos de sondagem, dois de cada FTD, foi realizada utilizando o espectrómetro portátil de FRX. São evidentes as semelhanças na distribuição dos metais em ambas as FTDs, sendo o Pb e Sn os menos abundantes, seguidos de W e Cu. Quanto aos outros dois metais estudados, o Zn é o mais abundante (teor máximo de 22.240 ppm) na FTD1, enquanto o As é o mais abundante (teor máximo de 57.580 ppm) na FTD2A. Os dados analíticos obtidos por FRX, usando o espectrómetro de bancada no modo de operação Pro-trace, mostram concentrações anómalas de alguns elementos críticos, quando comparados com a sua abundância na crosta continental superior. O conteúdo em Ga é 2 vezes superior em FTD1 e 1,5 vezes superior em FTD2A; o conteúdo em Ge é 10 vezes superior em FTD1 e 6 vezes superior em FTD2A; o conteúdo em Sb é 8 vezes superior em FTD1 e 18 vezes superior em FTD2A; e o conteúdo em Ce é 2 vezes superior em FTD1 e 5 vezes superior em FTD2A. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para avaliar a variação composicional no que diz respeito à afinidade química entre alguns

elementos principais e elementos traço. Para além da relação expectável entre um mineral e os seus elementos principais, foram confirmadas correlações positivas entre os elementos traço mais abundantes e alguns elementos, que compõem os principais minerais da sequência paragenética, como é o caso do Ga com Al; Ge com Zn; Sb com Zn e As; e Ce com S, Fe e As.

Tendo em consideração a composição química ao longo dos segmentos, foi possível concluir que a distribuição elementar é aleatória nos primeiros 4 metros de profundidade de cada FTD. Em relação à química das amostras totais, além da esperada concentração elevada em W, Sn, Cu, Zn e Pb, existem alguns elementos críticos, como Ga, Ge, Sb e Ce, com teores superiores à sua abundância na crosta continental superior. As correlações significativas encontradas neste estudo permitem relacionar os elementos traço críticos com alguns elementos “transportadores” principais, permitindo assim relacioná-los também com os minerais “hospedeiros” principais da sequência paragenética. Assim, podemos aferir que o Ga está relacionado com a mica, o Ge com a esfalerite, o Sb também com a esfalerite e com sulfossais de As, e o Ce com a arsenopirite.

**(XCNG-17741)****MINERALOGICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE FINE TAILINGS DAMS OF THE PANASQUEIRA MINE, BARROCA GRANDE, COVILHÃ, CENTRAL PORTUGAL**Francisco Veiga Simão<sup>1</sup>; Elsa Carvalho Gomes<sup>1,2</sup>; Alcides Castilho Pereira<sup>1,3</sup>

1 - Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra (DCT-UC);

2 - Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMMPRE);

3 - Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra (CITEUC)

Keywords: Panasqueira mine, Mining waste, Fine tailings dams, Critical elements, Circular economy

In Portugal, mining waste needs to be identified, mapped and characterised from a physical and chemical point of view as the increase in demand for the use of “new” and “green” technology products is causing a global pressure on the supply of primary raw materials, and therefore increasing the need to find alternatives, such as secondary raw materials, for a more circular economy.

Based on this issue, the main goals of this study were to characterise the mineralogical and chemical composition of borehole logging samples collected from the two metal-rich fine tailings dams (FTD1 and FTD2A) located at the Panasqueira mine, central Portugal; to assess the compositional variation, regarding chemical affinity, between major and trace elements; and to verify whether or not the concentration of critical elements was anomalous, when compared to their upper continental crust abundance.

Two borehole loggings, of up to four meters of depth, were drilled in each FTD. The mineralogical analysis was done using the XRD (Philips PW3710) and the SEM-EDS (Zeiss Merlin with the Gemini II column) techniques, and the chemical analysis was performed using the XRF technique (Thermo Fisher Scientific Niton™ XL3t GOLDD+ and PANalytical AxiosmAX).

Regarding the XRD technique, it was possible to identify quartz, muscovite, clay minerals and Fe-Mg carbonates in almost all of the six borehole logging segments analysed, three from each FTD. The inactive fine tailings dam (FTD1) also contains hubnerite and, probably, albite and pyrite, while the currently active fine tailings dam (FTD2A) also contains sphalerite and, probably, albite and galena. In order to study mineral composition using the SEM-EDS technique, a segment of a borehole logging from each FTD was selected and a mineral concentrate was prepared by gravity separation. The identified minerals for FTD1 include metallic minerals, such as pyrite, arsenopyrite and wolframite, and non-metallic minerals, such as quartz, mica and Mg-carbonates. The identified minerals for FTD2A include metallic minerals, such as arsenopyrite, pyrite, sphalerite, chalcopyrite, and trace amounts of galena and wolframite, and non-metallic minerals, such as quartz and mica. In relation to the critical elements for the EU, a small, but relevant, presence of Co related to pyrite, Ga and Ge related to mica, and Nb apparently related to sulphides and mica can be found in FTD1, and there is also a small, but relevant, presence of Ga related to mica in FTD2A.

Using a portable XRF spectrometer, it was possible to characterise the chemical variation, regarding the metals Cu, Zn, As, W, Sn and Pb, along all the segments from the four borehole loggings (two from each FTD). It is clear to see some similarities in the distribution of the metals in both of the FTDs, with Pb and Sn being the least abundant, followed by W and Cu. Regarding the other metals studied, Zn is the most abundant (reaching 22,240 ppm) in FTD1, while As is the most abundant (reaching 57,580 ppm) in FTD2A. The analytical data obtained by the XRF technique, using the benchtop spectrometer with the operation mode Pro-trace, shows anomalous concentrations of some critical elements, when compared to their upper continental crust abundance. The content of Ga is 2 times higher in FTD1 and 1.5 times higher in FTD2A; the content of Ge is 10 times higher in FTD1 and 6 times higher in FTD2A; the content of Sb is 8 times higher in FTD1 and 18 times higher in FTD2A; and the content of Ce is 2 times higher in FTD1 and 5 times higher in FTD2A. The Spearman's rank correlation coefficient was used in order to evaluate the compositional variation regarding the chemical affinity between some major and trace elements. Apart from the expected mineral vs major elements relationship, positive correlations were confirmed between the more abundant critical trace elements and some abundant elements, which

compose the main minerals of the paragenetic sequence, such as Ga with Al; Ge with Zn; Sb with Zn and As; and Ce with S, Fe and As.

Taking into consideration the chemical composition along the segments, it was possible to conclude that the elemental distribution is random in the first 4 meters of depth of each FTD. Regarding the chemistry of the whole rock samples, apart from the expected high concentration of W, Sn, Cu, Zn and Pb, there are some critical elements, such as Ga, Ge, Sb and Ce, with higher contents than the upper continental crust. The significant correlations found in this study allow us to relate the most abundant critical trace elements to some major "carrier" elements, thus allowing them to be assigned to the main "host" minerals of the paragenetic sequence. Therefore, Ga is related to mica, Ge is related to sphalerite, Sb is related to sphalerite and to As sulphosalts, and Ce is related to arsenopyrite.