

O estudo de inclusões fluídas e a sua relação com a mineralização em Mociços, Miguel Vacas e Ferrarias (Zona de Ossa-Morena). Dados preliminares.

M. Maia^{1,2}*, S. Vicente¹, P. Nogueira^{1,2}

¹Universidade de Évora, Departamento de Geociências.

²Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo de Évora.

*mcmaiageo@gmail.com

O presente trabalho enquadra-se no projeto ZOM3D – Modelos metalogénicos da Zona de Ossa-Morena: Valorização de Recursos Minerais do Alentejo. Este projeto procura a construção dos modelos metalogénicos 3D para os jazigos minerais selecionados recorrendo a diversos métodos de estudo na área das geociências, assim, é necessário a colheita de vários dados mineralógicos, geoquímicos e termodinâmicos para a compreensão da dinâmica de circulação de fluídos que potencializou a riqueza de mineralizações da Zona de Ossa-Morena (ZOM).

O reconhecimento da importância das inclusões fluídas (IF) na prospeção e exploração mineral é de longa data tomado em conta (e.g. Roedder, 1984; Wilkinson, 2001) bem como a relação destes fluídos com depósitos minerais economicamente importantes (Bodnar, 1981). As IF constituem micro-lacunas que permitiram a preservação dos paleofluídos que circularam num determinado sistema, assim, o seu estudo irá permitir obter informações de P-T-X-V destes fluídos no momento do seu aprisionamento nas pequenas lacunas, em minerais como quartzo, topázio, calcite, barite, berilo, entre outros. Desta forma, com estas informações, pretende-se realizar o primeiro estudo de fluídos associados a mineralizações na ZOM que poderão ter tido um papel fundamental em algumas das principais ocorrências minerais desta zona geotectónica. O estudo de inclusões fluídas realizado no âmbito deste projeto utiliza uma estação de aquecimento ($T_{\max} +600^{\circ}\text{C}$) / arrefecimento ($T_{\min} -200^{\circ}\text{C}$) LNP95 da Linkam acoplado a uma platina THMSG600. No decorrer do projeto irão ser utilizadas técnicas de análise química como espectrometria de Raman, LA-ICP-MS ou SEM, possibilitando a recolha de dados precisos sobre a composição do fluído bem como dados isotópicos que permitam estabelecer corretamente a origem dos fluídos.

O caso de estudo da mina dos Mociços, Miguel Vacas e a ocorrência das Ferrarias.

Mociços, Miguel Vacas e Ferrarias correspondem a ocorrências minerais de Cu localizadas no distrito de Évora, pertencem ao sector tectono estratigráfico de Estremoz-Barrancos (Oliveira et al., 1991) caracterizado pelas formações Formação de Terena, Formação de Russianas, Formação dos Xistos Raiados, Formação dos Xistos com Nódulos, Formação de Colorada, Formação de Barrancos, Formação de Ossa e Complexo Ígneo de Barrancos, com idades compreendidas entre o Câmbrio e o Devónico. Sendo os três casos exemplos de mineralizações de Cu que pertencem ao um mesmo sector, torna-se importante avaliar a sua semelhança ou diferença no que respeita ao(s) evento(s) mineralizante(s) que potenciaram a formação de jazigos minerais no caso de Mociços e Miguel Vacas, sendo que Ferrarias é apenas uma ocorrência mineral reconhecida.

O trabalho aqui apresentado visa mostrar a potencialidade do estudo das inclusões fluídas apresentando alguns resultados preliminares obtidos para estes três casos.

Para este estudo foram realizadas lâminas espessas bipolidas de zonas ricas em quartzo hidrotermal nos quais foram identificadas, caracterizadas e estudadas IF contidas em planos de inclusões fluídas primários, secundários e pseudo-secundários, bem como IF agrupadas.

Mociços

Foram escolhidas zonas de quartzo hidrotermal na zona de mineralização principal da mina de Mociços. Assim, as inclusões fluídas foram estudadas em quartzos que apresentam claras orlas

de crescimento. Foi possível identificar planos de inclusões fluídas (PIF) de inclusões primárias, secundárias e pseudo-secundárias bem como inclusões agrupadas. O estudo microtermométrico permitiu verificar que existe uma sobreposição das temperaturas de homogeneização (T_h) com valores compreendidos entre os 92.1°C e os 202°C ($T_{h\ L+V-L}$). As salinidades das IF revelaram valores mais heterogêneos com valores compreendidos entre os 6.3 e os 30.1 wt%NaCl eq. Esta variação deve-se à heterogeneidade evidente de tipos de inclusões fluídas bifásicas (L + V) e bifásicas ($L+V+S_{Halite}$), sendo todas elas dominadas pela fase líquida. A presença de CO₂ no sistema é reconhecida, mas sem expressão nas inclusões estudadas.

Ferrarias

Foram estudadas inclusões fluídas aprisionadas em cristais de quartzos euédricos que permitiram a identificação de PIF primários, secundário e IF agrupadas com afinidade às inclusões primárias. Foi identificado um PIF de inclusões trifásicas $L+V+S_{Halite}+S_2$ com $T_{h\ L+V-L}$ compreendidas entre os 267.9°C e os 286.8°C e salinidades entre os 30.1 e os 32.9 wt%NaCl eq. Um outro PIF secundário de inclusões trifásicas ($L+V+S_2$) foi estudado, sendo ainda desconhecida a composição do sólido que continham. A $T_{h\ L+V-L}$ revelou valores na ordem dos 264.6°C a 274.5°C e salinidades entre os 2.57 - 3.39 wt%NaCl eq.

No caso das Ferrarias foram ainda estudados dois PIF primários muito semelhantes entre si em termos de morfologia e tipologia de IF. A microtermometria revelou valores de $T_{h\ L+V-L}$ entre 263.8°C e os 285.4°C e salinidades entre os 6.3 – 14.04 wt%NaCl eq. Estas inclusões apresentam CO₂ na sua fase líquida e gasosa com temperatura de fusão do CO₂ ($T_{mCO_2\ V+S-L+V+S}$) entre -62.3°C e -66.7°C e a temperatura de fusão dos clatratos (T_{mchl}) entre os 7.1°C e os 8.8°C. Assim, com os resultados obtidos é possível diferenciar dois tipos de fluidos, um primário H₂O- CO₂-NaCl e um secundário H₂O-NaCl supersaturado.

Miguel Vacas

As amostras de quartzo estudadas pertencem à zona mineralizada, provenientes de amostras de sondagens realizadas na antiga mina. Nestas amostras existe uma clara paragênese mineral entre mineralização de calcopirite e pirite com o quartzo estudado. As IF contidas nestes quartzos são de dimensões muito pequenas (1µm - 2µm) com uma dispersão abundante de PIF primários e secundários. A microtermometria revela preliminarmente fluidos com temperaturas mínimas de aprisionamento entre os 210°C e os 310°C com salinidades compreendidas entre os 19.53 e 22.78 wt%NaCl eq.

Palavras-Chave: Inclusões fluídas, microtermometria, geologia económica, mineralizações.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela União Europeia através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, enquadrado no Programa ALENTEJO 2020 (Programa Operacional Regional do Alentejo) através do projeto "Modelos metalogénicos 3D da zona de Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo", com a referência ALT20-03-0145-FEDER-000028.

Referências

- Bodnar, R.J., 1981. Use of fluid inclusions in mineral exploration: comparison of observed features with theoretical and experimental data on ore genesis. Geol. Soc. Am. Abstr. Progr. 13, 412.
- Oliveira, J. T., Oliveira, V. & Piçarra, J. M. (1991) Traços gerais da evolução tectonoestratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. Cad. Lab. Xeol. Laxe., 16: 221-250.
- Roedder, E., 1984. Fluid inclusions. Mineralogical Society of America. Reviews in Mineralogy, vol. 12, 644 p.
- Wilkinson, J. J. (2001) Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. Lithos, 55: 229–272.



Miguel Maia^{1,2} mcmaia@uevora.pt



Sandro Vicente¹ sandrorp@uevora.pt



Pedro Nogueira^{1,2} pnogas@uevora.pt

¹Universidade de Évora, Departamento de Geociências. ²Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo de Évora.

I. INTRODUÇÃO

O presente trabalho enquadra-se no projeto ZOM3D – Modelos metalogénicos da Zona de Ossa-Morena: Valorização de Recursos Minerais do Alentejo.

Tendo como objetivo o primeiro estudo de fluídos associados a mineralizações na Zona de Ossa-Morena (ZOM) que poderão ter tido um papel fundamental em algumas das principais ocorrências minerais desta zona geotectónica. Para tal serão recolhidos dados de P-T-X-V dos fluídos que interagiram nestes jazigos mineralizados.

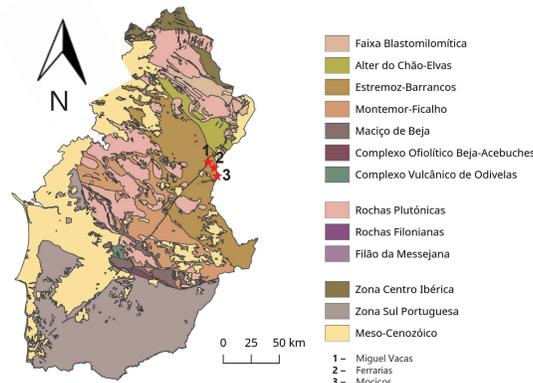


Figura 1: Cartografia da Zona de Ossa-Morena (adaptado de Oliveira, J. T., et al., 1992), com as ocorrências minerais estudadas marcadas com a simbologia de estrela vermelha.

II. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Mociços, Miguel Vacas e Ferrarias correspondem a ocorrências minerais de Cu localizadas no distrito de Évora, pertencem ao sector tectono estratigráfico de Estremoz-Barrancos (Oliveira et al., 1991) da Zona de Ossa-Morena, (ZOM, Fig.1) caracterizado por formações com idades compreendidas entre o Câmbrio e o Devónico. A ZOM é caracterizada pela presença de 286 ocorrências minerais (Fig.1), entre as quais as estudadas neste trabalho.

III. METODOLOGIAS

Para este estudo foram recolhidas amostras de quartzo (Fig.2 e Fig.3), para posteriormente serem elaboradas lâminas bipoladas. O estudo de inclusões fluídas realizado utiliza uma estação de aquecimento ($T_{max} \approx 600^\circ C$) / arrefecimento ($T_{min} \approx -200^\circ C$) LNP95 da Linkam acoplado a uma platina THMSG600 (Fig.4). No decorrer do projeto irão ser utilizadas técnicas de análise química de espectrometria de Raman, LA-ICP-MS e SEM, possibilitando a recolha de dados precisos sobre a composição dos fluídos bem como dados isotópicos que permitam estabelecer corretamente a origem dos mesmos.



Figura 2: Exemplo de local de recolha de amostras. Quartzo em pente (Mociços).



Figura 4: Equipamento de microtermometria utilizado no estudo.

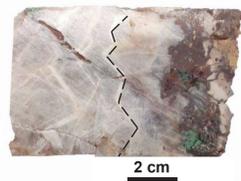


Figura 3: Exemplo de amostra utilizada para lâminas bipoladas, quartzo com estrutura em pente de Mociços (a tracejado).

IV. PETROGRAFIA DE INCLUSÕES FLUÍDAS

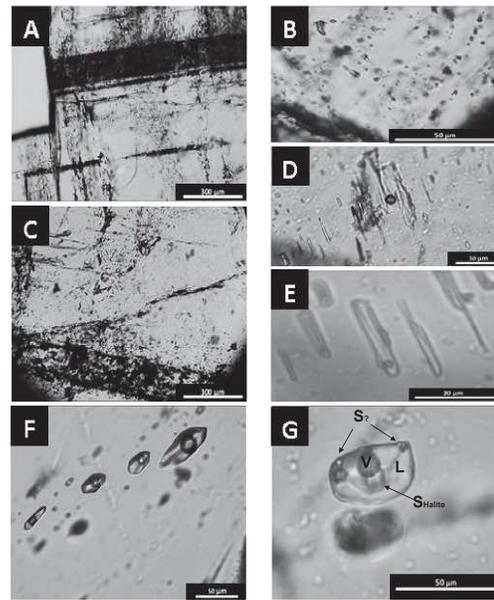


Figura 5: A. Zonamento dos cristais de quartzo com inclusões primárias e secundárias (Mociços). B. Exemplo de inclusões de Miguel Vacas. C. Detalhe de inclusões paralelas ao zonamento do quartzo (Mociços). D. Inclusão anédrica secundária (Mociços). E. Inclusões em forma de "lápiz", primárias (Mociços). F. Inclusões primárias em cristal negativo (Ferrarias). G. Inclusão multifásica (Ferrarias).

Mociços

As inclusões fluídas foram estudadas em quartzos que apresentam claras orlas de crescimento (Fig. 5/A), estas amostras foram colhidas do filão principal mineralizado. Foi possível identificar planos de inclusões fluídas (PIF) de inclusões primárias (Fig.5/E), secundárias (Fig.5/D) e pseudo-secundárias.

Ferrarias

Foram estudadas inclusões fluídas aprisionadas em cristais de quartzo euédrico que permitiram a identificação de PIF primários (Fig.5/F), secundários de inclusões trifásicas e multifásicas (Fig.5/G) e ainda IF agrupadas com afinidade às inclusões primárias.

Miguel Vacas

Existe uma clara paragénese mineral entre mineralização de calcopirite e pirite com o quartzo estudado. As IF contidas nestes quartzos são de dimensões muito pequenas ($1\mu m - 5\mu m$) com uma dispersão abundante de PIF primários e secundários (Fig.5/B).

IV. MICROTERMOMETRIA

MOCIÇOS

O estudo microtermométrico permitiu verificar temperaturas de homogeneização (T_h) com valores compreendidos entre os $92.1^\circ C$ e os $380^\circ C$ ($T_{L+V \rightarrow L}$) (Fig. 6). As salinidades das IF revelaram valores mais heterogéneos com valores compreendidos entre os 0.18 e os 30.1 wt. % NaCl Equiv. (Fig. 7). Os dados de T_h e salinidade parecem ir de encontro aos dados típicos de um depósito VMS (Vulcanogenic Massive Sulphides) com inclusões de baixa salinidade abundantes e com CO_2 não detetável em microtermometria (Bodnar, 2014).

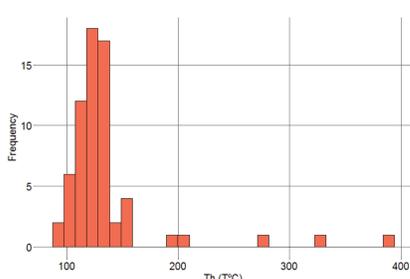


Figura 6: Temperatura de homogeneização obtida em medições de quartzos hidrotermais dos Mociços (Cu).

MIGUEL VACAS

A microtermometria revela preliminarmente fluídos com temperaturas mínimas de aprisionamento entre os $210^\circ C$ e os $310^\circ C$ com salinidades compreendidas entre os 19.53 e 22.78 wt. % NaCl Equiv. No caso de Miguel Vacas os dados recolhidos são insuficientes para uma projeção relevante, no entanto desenha-se um fluído primário de temperatura e salinidade mais elevada.

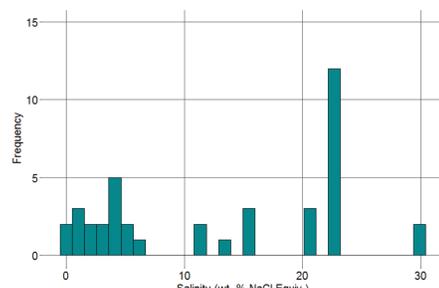


Figura 7: Salinidade obtida em medições de quartzos hidrotermais dos Mociços (Cu).

FERRARIAS

Foi identificado um PIF secundário de inclusões multifásicas (Fig.1/G) $L+V+S(\text{Halite})+S(?)$ com $T_{L+V \rightarrow L}$ compreendidas entre os $267.9^\circ C$ e os $286.8^\circ C$ e salinidades entre os 30.1 e os 32.9 wt. % NaCl Equiv. Um outro PIF secundário de inclusões trifásicas ($L+V+S?$) foi estudado com $T_{L+V \rightarrow L}$ na ordem dos $264.6^\circ C$ a $274.5^\circ C$ (Fig.8) e salinidades entre os 2.57 - 3.39 wt. % NaCl Equiv. (Fig.9) Foram identificados dois PIF primários, estes revelaram valores de $T_{L+V \rightarrow L}$ entre $263.8^\circ C$ e os $285.4^\circ C$ e salinidades entre os 6.3 - 14.04 wt. % NaCl Equiv. (Fig.9). Estas inclusões apresentam CO_2 na sua fase líquida e gasosa com temperatura de fusão do CO_2 ($T_{mCO_2 V+S \rightarrow L+V+S}$) entre $-62.3^\circ C$ e $-66.7^\circ C$ e a temperatura de fusão dos clatratos (T_{mchl}) entre os $7.1^\circ C$ e os

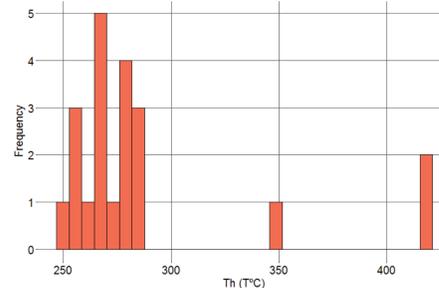


Figura 8: Temperatura de homogeneização obtida em medições de quartzos hidrotermais das Ferrarias (Cu).

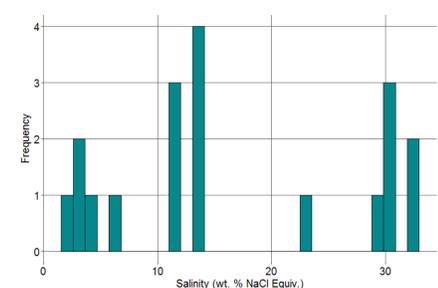


Figura 9: Salinidade obtida em medições de quartzos hidrotermais das Ferrarias (Cu).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado pela União Europeia através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, enquadrado no Programa ALENTEJO 2020 (Programa Operacional Regional do Alentejo) através do projeto "Modelos metalogénicos 3D da zona de Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo", com a referência ALT20-03-0145-FEDER-000028.



BIBLIOGRAFIA

Bodnar, R.J., Lecumberri-Sanchez, P., Moncada, D., Steele-MacInnis, M., 2014. Fluid Inclusions in Hydrothermal Ore Deposits. Treatise on Geochemistry 2nd Edition, Chapter: 13.5, pp.119-142

Oliveira, J. T., Oliveira, V. & Piçarra, J. M. (1991) Traços gerais da evolução tectonoestratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. Cad. Lab. Xeol. Laxe., 16: 221-250.

Oliveira, J. T., Pereira, E., Ramalho, M., Antunes, T., Monteiro, J.H., 1992. Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000. Laboratório Nacional de Energia e Geologia. 5ª Edição.