

## TÉCNICAS DE MICROTERMOMETRIA APLICADA AO ESTUDO DE INCLUSÕES FLUIDAS

**NICHES, Guilherme<sup>1</sup>; RONCHI, Luiz Henrique**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – g\_niches@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Centro de desenvolvimento tecnológico (CDTec) - lhronchi@hotmail.com

### 1. Introdução

Inclusões fluidas são porções de fluidos inclusos nos minerais, isto é são fósseis petrológicos, podendo ser classificadas quanto à gênese como primárias, secundárias ou pseudo-secundárias ou quanto ao número de fases. No primeiro caso as primárias são formadas durante o crescimento do cristal, enquanto as secundárias se formam através da cicatrização de fraturas após o mineral já formado, criando longas trilhas de inclusões ao longo do mineral. Já as pseudo-secundárias formam-se durante a recristalização de fraturas, formadas durante o processo de crescimento do mineral, criando curtas trilhas de inclusões ao longo do mineral. As inclusões fluidas também podem ser classificadas quanto o número de fases (diferentes materiais inclusos), podendo ser monofásicas, quando são preenchidas apenas com H<sub>2</sub>O líquida ou gás, bifásicas, preenchidas por H<sub>2</sub>O líquida e uma bolha de H<sub>2</sub>O na fase gasosa ou por um sólido (exemplo, cubos de NaCl). As trifásicas, por exemplo, aquo-carbônicas, são constituídas de H<sub>2</sub>O na forma líquida e por uma bolha de CO<sub>2</sub> na forma de gás englobada por uma bolha de CO<sub>2</sub> líquido. E finalmente as multifásicas que podem consistir em diversos sólidos e/ou CO<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>O na fase líquida e gasosa. Sua análise ajuda a identificar diretamente as condições físico-químicas durante a formação ou recristalização do mineral. O objetivo deste trabalho é apresentar os diversos tipos de inclusões existentes e o método de estudo de inclusões aquo-carbônicas, usando como exemplo as inclusões presentes em diversas amostras em especial de topázio.

### 2. Materiais e Métodos

O estudo petrográfico de amostras de ametista e quartzo comum e a microtermometria foram realizados no Laboratório de Mineralogia e Petrologia do curso de Engenharia Geológica da UFPel. Para o estudo da microtermometria foram usadas amostras de topázio utilizando o sistema Linkam modelo THMS 600 (Fig.1) que atinge temperatura máxima de 600°C e temperatura mínima de -196°C, possuindo uma taxa de aquecimento máxima de 150°C/minuto. Todo o sistema é controlado pelo software Linksys32. O equipamento é composto pela platina microtermométrica Linkam acoplada em um microscópio Nikon Eclipse 50i, pelo recipiente LNP95 para armazenar o nitrogênio líquido, bomba de circulação de água e equipamento de aquecimento e bomba de nitrogênio líquido.



Figura 1: Sistema Linkam THMS600 com LNP95.

A microtermometria abrange o aquecimento da inclusão até a homogeneização parcial da fase  $\text{CO}_2$ , que permite identificar sua densidade, ou total das fases aquosa e carbônica que corresponde à temperatura na qual o fluido foi originariamente aprisionado. Adicionalmente é possível, resfriar a inclusão até o congelamento completo das fases fluidas, visando fazer a medição da temperatura de fusão do último fragmento sólido ( $\text{H}_2\text{O}$  gelo ou  $\text{CO}_2$  sólido) a qual se relaciona diretamente com a salinidade da água ou pureza do  $\text{CO}_2$  respectivamente. Adicionalmente durante o retorno à temperatura ambiente, por vezes, é possível observar a dissolução do clatrato (hidrato de  $\text{CO}_2$ ) que fornece a salinidade total da inclusão (Fuzikawa 1985).

### 3. Resultados e discussões

As amostras disponíveis para estudo petrográfico apresentam os vários tipos de inclusões fluidas que foram fotografadas e classificadas, em especial as inclusões aquo-carbônicas em duas amostras de topázio, mas também monofásicas aquosas em ametista, bifásicas aquosas e trifásicas saturadas em quartzo. Foram descritas pelo menos 10 inclusões em cada amostra. Na amostra de topázio analisada as inclusões apresentam-se em trilhas curtas e longas restritas aos limites do mineral, sendo classificadas como pseudo-secundárias. As inclusões aquo-carbônicas trifásicas, constituídas de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  líquido e  $\text{CO}_2$  gasoso são as únicas observadas na amostra.

No processo de aquecimento microtermométrico das inclusões da primeira amostra a temperatura de homogeneização variou entre  $26^\circ\text{C}$  e  $29^\circ\text{C}$ , obtendo-se uma média de  $28,0^\circ\text{C}$ . Durante o processo de resfriamento a fase  $\text{CO}_2$  gasosa aumentou de volume e, em  $-94,6^\circ\text{C}$  congelou, esta fase se mantém nesse estado, porém recristalizando gradualmente, coalescendo e aumentando o tamanho dos cristais congelados até temperaturas que variam entre  $-58^\circ\text{C}$  e  $-57^\circ\text{C}$ , obtendo-se uma média de temperatura de fusão em  $-57,7^\circ\text{C}$ , onde a fase gelo do  $\text{CO}_2$  volta ao seu estado normal. Na segunda amostra ocorrem inclusões com maior quantidade de  $\text{H}_2\text{O}$ , com formatos mais arredondados, em meio ao processo de aquecimento a temperatura de homogeneização das inclusões estudadas variou entre  $30,7^\circ\text{C}$  e

30,5°C resultando em uma média de 30,6°C, já no processo de resfriamento as temperaturas de fusão da fase CO<sub>2</sub> variaram entre -59°C e -59,2°C, obtendo-se uma média de -59,1°C, momento no qual a fase gelo do CO<sub>2</sub> retorna ao seu estado normal. Em uma dessas inclusões com maior proporção de água foi possível observar a formação e dissolução de clatrato em 3,8°C. O perfil de resfriamento e aquecimento realizado é mostrado a seguir. (Tab.1)

Resfriamento		Aquecimento	
Taxa	Limite	Taxa	Limite
25	-100°	5	25°
20	-70°	1	32°
5	-65°		
1	-55°		

Tabela 1: Perfil da programação feita pelo sistema, onde a taxa se dá em °C/min.

#### 4. Conclusão

A utilização da microtermometria como método de análise no estudo de inclusões fluidas tem grande importância, sua análise corresponde ao único meio de determinar diretamente as condições físico-químicas reinantes durante a cristalização ou recristalização do mineral que as contém, e desta forma, estabelecer as condições físico-químicas para a formação de um depósito mineral, o que colabora para a prospecção. No caso do topázio determinou-se o rebaixamento da temperatura de fusão do CO<sub>2</sub> sólido o que indica a presença de outros gases. A temperatura de homogeneização parcial da fase CO<sub>2</sub> corresponde a densidades em média entre 0,65 e 0,7 g/cm<sup>3</sup>. A única medida de dissolução do clatrato não permite obter uma estimativa confiável da salinidade, necessitando mais dados para tal.

#### 5. Referências Bibliográficas

- FUZIKAWA, K. 1985. Inclusões fluidas: métodos usuais de estudo e aplicações. *In: CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA E À PETROLOGIA*. Belo Horizonte, SBG/NMG. p. 29-44
- Ronchi, L. H., Giuliani, G., Beny, C., Fogaça, A. C. C. 1992. Caracterização físico-química dos fluidos associados aos veios de quartzo auríferos de Costa Sena – MG. *In: REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS*. Vol. p. 129-138.