

## **DETERMINAÇÃO DO MODELO GEOLÓGICO PARA MINAS DO CAMAQUÃ, RS**

**CAROLINE TABELIÃO<sup>1</sup>; ALLAN VIEIRA<sup>2</sup>; GUSTAVO CYRILLO<sup>3</sup>; LUCAS FOUCHY<sup>4</sup>;  
LUIZ RONCHI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [carolinetabeliao@gmail.com](mailto:carolinetabeliao@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [maxborn@hotmail.com](mailto:maxborn@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [gustavo.cyrillo@hotmail.com.br](mailto:gustavo.cyrillo@hotmail.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – [lucasfouchy@hotmail.com](mailto:lucasfouchy@hotmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – [lhronchi@hotmail.com](mailto:lhronchi@hotmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

O trabalho tem como objetivo criar um modelo geológico para a Mina Uruguai das Minas do Camaquã, utilizando os dados disponíveis.

As Minas do Camaquã estão situadas no extremo sul do Brasil, na porção Central do Escudo Sul-Rio-Grandense que é composto por terrenos ígneos e metamórficos. As rochas encaixantes do minério pertencem à Bacia do Camaquã que está geneticamente relacionada aos processos tectonomagmáticos tardios do Cinturão Granítico-Gnáissico Dom Feliciano, e é entendida como um lócus deposicional onde foi preservado o registro da superposição de diversos tipos de bacias sedimentares com características geológicas próprias e mecanismos de subsidência distintos (Paim, 1995). Levando em conta os modelos evolutivos atualmente mais aceitos, a bacia do Camaquã divide-se em cinco grandes unidades que se limitam umas das outras por discordâncias angulares ou erosivas de caráter regional, sendo elas: Formação Maricá (Leinz, 1941); Grupo Bom Jardim (Ribeiro, 1996); Formação Acampamento Velho (Cordani, 1974); Formação Santa Bárbara (Robertson, 1966); e Formação Guaritas (Goñi., 1962).

### **2. METODOLOGIA**

Foram realizadas coletas de amostras em testemunhos de sondagens nas cotas 180 e 210m, com as quais foram preparadas lâminas delgadas polidas para petrografia, e análises geoquímicas de Au, Pb, Zn, Cu, Ag, Mo e elementos terras raras (ETR), além das descrições sistemáticas de furos de sondagem. A preparação das lâminas, estudos petrográficos, além da moagem das amostras, foram realizadas em laboratórios da UNISINOS. As análises geoquímicas de rochas e minério foram efetuadas nos laboratórios da GEOSOL em Belo Horizonte, MG.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 MINERALIZAÇÃO**

Ronchi *et al.*, 2000, se referem aos dois tipos principais de exploração, no distrito de Cu, Pb, Zn (Au, Ag) de Camaquã, que são denominados de Mina Uruguai, sendo uma parte a céu aberto e a outra subterrânea, e a Mina São Luiz, totalmente subterrânea. O minério é essencialmente de cobre, as encaixantes são principalmente conglomerados grosseiros e predomina o minério filoneano sobre o disseminado.

A paragénese simples da mineralização das minas do Camaquã, constituída principalmente por sulfetos de cobre: calcopirita, bornita, calcosita além da pirita (Leinz & Almeida, 1941; Bittencourt, 1972; Gonzalez & Teixeira, 1980; Teixeira & Gonzalez, 1988; Veigel, 1989; Veigel & Dardenne, 1990; Beckel, 1990; Ribeiro, 1991). As falhas formam zonas brechadas e fraturas, originando, na parte inferior (cotas 180 a 210m) do corpo mineralizado, uma zona de *stockwork* com fraturas e brechas interligadas (Bettencourt, 1972; Teixeira *et al.*, 1978a; Teixeira & Gonzalez, 1988; Ribeiro, 1991).

Por definição, *stockwork* (Bates & Jackson, 1987) é um depósito mineral consistindo em uma rede tridimensional de venulações planares a irregulares com espaçamento apertado o suficiente para ser minerado. Por outro lado, brecha é uma rocha composta por fragmentos angulares grossos com um cimento mineral ou matriz fina.

As mineralizações ocorrem na forma filoneana, sendo condicionados por falhamentos que possuem direção variando entre N50°W e N80°W com mergulho 17° tendendo a vertical. Em superfície, as falhas se prolongam para fora da zona mineralizada, sendo preenchidas por quartzo, hematita, barita e argilas (Bettencourt, 1972; Teixeira & Gonzáles, 1988; Ribeiro, 1991).

Foram divididas em cinco zonas, de acordo com suas principais mineralizações, embora não haja amostras de mão da zona da calcosita, e que apresentam orientação NE para SW, com variação na espessura, sendo elas: Zona de ocorrência da calcocita e/ou hematita recristalizada; Zona de predominância da bornita; Zona de igual predominância da bornita e calcopirita; Zona de predominância da calcopirita; Zona de predominância da pirita.

### 3.2 ANÁLISES GEOQUÍMICAS

Com os dados geoquímicos foram realizadas análises de correlação em diagrama binários, um de ouro e cobre e outro de prata e cobre. Na relação Au/Cu, nota-se uma correlação positiva entre o cobre e o ouro, ou seja, quando aumenta o teor de Au também aumenta o teor de Cu. Também no gráfico de correlação Ag/Cu, nota-se uma correlação positiva, ou seja, quando o teor de Ag aumenta também ocorre um aumento do teor de Cu.

Também é possível sugerir, com as características apresentadas nos diagramas, que conforme o teor do minério de cobre sem pirita aumenta, ocorre também um aumento na quantidade de prata. Isto pode ser um indicativo de diferentes fases de mineralização de cobre, com fluidos em um momento rico em ouro e, em outros, ricos em prata.

### 3.3 ELEMENTOS TERRAS RARAS

Ronchi *et al.* (2000) lembra que os elementos terras raras (ETR) são transferidos, quase integralmente, a partir das rochas-fontes para as rochas sedimentares clásticas, sem fracionamento significativo durante o processo de transporte e deposição do sedimento. Os ETRs são considerados indicadores de gênese em uma determinada rocha, logo, cada litologia possui uma assinatura específica de elementos terras raras.

A soma total dos elementos terras raras tende a ser maior no arenito encaixante e menor no arenito disseminado. Isso ocorreu por que a encaixante não mineralizada foi parcialmente preservada no minério disseminado, tendo ocorrido uma percolação de fluidos mineralizantes insuficiente para alterar completamente o

padrão dos ETR. (Ronchi *et al.*, 2000). Além do mais, ETR leves são mais abundantes em rochas sedimentares devido ao tamanho elevado do seu raio iônico.

#### 4. CONCLUSÕES

Leinz & Almeida (1941) e Costa Filho (1944) acreditavam que a gênese do minério sulfetado filoneano era de origem hidrotermal magmática, pois o minério era encontrado preenchendo fraturas e formando filões que produziram alterações nas rochas encaixantes. (apud Laux & Lindenmayer, 2000).

Atualmente a hipótese mais aceita sobre o modelo geológico das Minas do Camaquã é o epitermal que propõe a percolação de fluidos mineralizados pelos poros, brechas e falhas da rocha encaixante, em no mínimo dois eventos.

A mineralização principal ocorreu influenciada pela tectônica local. As falhas e as brechas em profundidade propiciaram um caminho de menor pressão, o que facilitou a percolação dos fluidos neste ponto e a precipitação dos minerais de minério, tanto nas brechas e falhas como nos poros de forma disseminada. As lamina delgadas mostraram que na zona da bournita existia muita pirita e na zona da bournita e calcopirita existia pirita sendo substituída pela calcopirita, o que seria resultado de no mínimo dois eventos hidrotermais diferentes, um responsável pela precipitação do sulfeto de ferro e outro pela substituição deste pelo sulfeto de cobre, o que pode ser responsável também pela precipitação da bornita e calcosita, esta citada em outras literaturas.

Um evento tardio foi responsável pela formação da calcita, encontrada em algumas lâminas, isso se deu devido ao resfriamento do sistema e aumento da salinidade. A coloração avermelhada em algumas amostras foi resultado de outro evento, gerando oxidação no sulfeto de ferro, formando óxidos de ferro e liberando água ácida.

A mineralização de Cu em ambos os depósitos apresenta-se envelopada por um halo de alteração contendo argilominerais do grupo das cloritas podendo ocorrer em caráter seletivo ou pervasivo à encaixante.

Reconhece-se que nenhum depósito mineral é igual ao outro, e sim que eles podem ter algumas características semelhantes, fazendo assim grupos de tipos de modelos geológicos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, R. L.; JACKSON, J. A. 1987. Glossary of geology. American Geological Institute. Alexandria, Virginia, third edition, 788p.

BETTENCOURT, J. S. *A mina de cobre de Camaquã, RS.* 1972. 176 f. Tese (Doutoramento) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

Cordani U.G., Halpern M., Berenholc M. 1974. Comentários sobre determinações geocronológicas na Folha Porto Alegre. Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, texto explicativo das folhas Porto Alegre e Lagoa Mirim, DNPM, Brasília, p.70-84.

Goñi, J.C., Goso, H. & Issler, R.S. 1962. Estratigrafia e geologia econômica do Pré-Cambriano e Eo-paleozóico Uruguaio e Sul-Riograndense. *Escola de Geologia, UFRGS*, 3.: 1-105

GONZALEZ, M.; TEIXEIRA, G. 1980. Considerações sobre a estratigrafia e ambientes de sedimentação da região das minas do Camaquã e Jazida Santa Maria – RS. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Balneário de Camboriú, SC, *Anais*. 3:1513-1524.

Leinz, V., Barbosa, A.F. & Teixeira, E.A. 1941. Mapa Geológico Caçapava-Lavras. Boletim da Secretaria Estadual de Agricultura, Indústria e Comércio, 90:1-39.

PAIM, P.S.G.; LOPES, R.C.; CEMALE JR., F. 1995. A estratigrafia, sistemas deposicionais e evolução paleogeográfica da Bacia do Camaquã – Vendiano Superior / Ordoviciano inferior do RS. In: Simpósio Sul-brasileiro de Geologia, 6, Encontro de Geologia do Cone Sul, 1, Boletim de Resumos, p. 39-50.

Ribeiro M., Bocchi P. R., Figueiredo Filho P. M., Tessari R.I. 1966. Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim 127, 232 p.

RIBEIRO, M. J. 1991. *Sulfetos em sedimentos detríticos cambrianos do Rio Grande do Sul, Brasil*. Tese de Doutorado, dois volumes, 416 p.

Robertson, J. F. 1966. Revision of the stratigraphy and nomenclature of rock units in the Caçapava-Lavras region, State of Rio Grande do Sul, Brazil, Notas e Estudos - IG/UFRGS, 1 (2): 41-54.

RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. *Minas do Camaquã, um estudo multidisciplinar*. São Leopoldo: UNISINOS, 2000. 366 p.

RONCHI, L. H.; MURTA, C. R.; GODOY, M. M. O minério sulfetado no arenito inferior da mina de cobre Uruguai, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. *Boletim de Resumos Expandidos...* Belo Horizonte. SBG, 1998. p. 154. v. 1.

TEIXEIRA, G.; GONZALEZ, A. P. 1988. Minas do Camaquã, município de Caçapava do Sul, RS. In: Schobbenhaus e Coelho (ed.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, DNPM, v. III, p.33-41.

VEIGEL, R.; DARDENNE, M. A. 1990. Paragênese e sucessão mineral nas diferentes etapas da evolução da mineralização de Cu-Pb-Zn do distrito de Camaquã, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 20 (1-4):55-67.