

## MICROGEOQUÍMICA DO OURO ARQUEANO E PROTEROZÓICO NA REGIÃO E-NE DO - QUADRILÁTERO FERRÍFERO E ITABIRA, MG

H.D.Schorscher<sup>1</sup>, G.C.Abreu<sup>1</sup>, I.Luchesi<sup>1</sup>, N.C.M.Queiroga<sup>1</sup>,  
L.G.Sant'Anna<sup>1</sup>, E.L.Sá<sup>2</sup>

Foram estudadas mineralizações e minérios de ouro das jazidas São Bento, Pary, Serra da Boa Vista (mina Quebra Osso) e Itabira (mina Conceição), com métodos de campo, mineralógico-petrográficos, microscopia de minérios, geoquímico-multielementares e microquímicos (microsonda eletrônica). Neste trabalho serão abordados alguns aspectos metalogenéticos principais com base em dados microquímicos.

As jazidas de ouro das minas São Bento e Pary pertencem ao Grupo Nova Lima do Supergrupo e "greenstone belt" arqueano Rio das Velhas. Localizam-se nas partes NE do Quadrilátero Ferrífero, respectivamente, nos distritos de Santa Bárbara e Florália (Schorscher, 1991). A ambientação faciológica, sedimentar e metamórfica difere bastante. Os minérios de São Bento têm características predominantes de sedimentos químicos arqueanos - formações ferríferas bandadas (bif) - puros, sem intercalações clásticas e/ou vulcânicas. As encaixantes dos minérios são rochas metapelíticas finas, em parte euxínicas (com nódulos de pirita e grafitosas). O grau de metamorfismo regional, dinamotermal é da fácies dos xistos verdes inferior a médio, com a presença de estilpnomelano nos "bif" de fácies silicático.

O ouro apresenta-se sob três formas principais: como ouro refratário, formando minúsculas inclusões (diâmetro < 10 micra) em sulfetos, predominantemente na arsenopirita e na pirita; como ouro intergranular, livre, em intercrescimento com sulfetos e/ou silicatos, de granulação variável, mas em geral, mais grossa (20-250 micra), e, ainda, como ouro livre em raros veios e filetes finos, remobilizado junto com quartzo e/ou sulfetos (principalmente calcopirita) em fraturas diversas. No minério de São Bento predomina amplamente o ouro refratário, que representa mais de 85% do metal, seguido pelo ouro livre intergranular e, em teores de traços, pelo ouro livre remobilizado em veios e filetes finos. As texturas predominantes dos minérios são sedimentares com incipiente recristalização metamórfica dos sulfetos.

Os minérios da mina do Pary são sedimentologicamente complexos. Constituem-se de intercalações muito finas, milimétricas a centimétricas, de metassedimentos químicos - "bif", com metassedimentos finos terrígenos (biotita + muscovita + granada + quartzo xistos), metatufos básicos

<sup>1</sup>Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Companhia Vale do Rio Doce, Itabira, Brasil.

(clorita ± anfیبólio + ilmenita xistos) e metatufitos. As encaixantes dos minérios são rochas metavulcânicas básicas a intermediárias (anfیبolitos diversos). O grau do metamorfismo regional dinamotermal é da fácies anfیبolito inferior, conforme indicado pelo aparecimento de estauroilita.

O ouro apresenta-se em gerações texturais análogas aos minérios da mina São Bento, mas em proporções quantitativas diferentes. O ouro refratário perfaz menos de 10% do total, sendo encontrado apenas em núcleos não recristalizados de arsenopiritas reliquias. O ouro livre intergranular predomina quantitativamente. Representa mais de 70% do metal e tem granulacão mais grossa. Grãos com dimensões de 0,5-1 mm são bastante freqüentes. A quantidade e a granulometria do ouro livre remobilizado aumenta também, principalmente em veios de quartzo, a nível de representar alguns poucos porcentos. As texturas dos minérios são metamórficas, com recristalização granoblástica hipidiomórfica a idiomórfica quase que completa dos sulfetos.

Tais observações contradizem a teoria, em geral aceita, segundo a qual o metamorfismo regional progressivo destruiria as mineralizações de ouro, tornando terrenos de metamorfismo regional médio e superior sem potencial econômico para esse metal. Os exemplos estudados indicam que o metamorfismo de fácies anfیبolito não apenas não destruiu a mineralização de ouro do Pary, mas ainda, a enobreceu texturalmente em relação aos minérios da São Bento, tornando o ouro do Pary mais grosso.

Nos estudos de química mineral por microsonda eletrônica foram analisadas as gerações de ouro refratário de São Bento e Pary e o ouro livre do Pary (metamórfico e remobilizado em microfaturas), totalizando mais de cem partículas individuais de ligas naturais de ouro, para os seguintes elementos: Ag, Pd, S, Au, Pt, As, Cu, Fe. Este programa analítico permitiu adicionalmente a inclusão dos sulfetos principais das associações dos minérios: pirita, arsenopirita e, subordinadamente, pirrotita, calcopirita e esfalerita em São Bento; pirrotita, arsenopirita e, subordinadamente, calcopirita no Pary.

Os resultados preliminares mostram teores de Ag em torno de 20% (de peso) no ouro refratário incluso nas arsenopiritas de São Bento; as inclusões nas piritas contêm teores variáveis, mas baixos, entre 7 e 10% de prata. No Pary, o ouro refratário (nas arsenopiritas) apresenta também os teores mais elevados de prata (10-11%), mas as diferenças em relação ao ouro livre são sutis, indicativas, possivelmente, de um processo generalizado mais forte de rehomogeneização metamórfica.

Os resultados analíticos mostraram ainda a falta de ouro, a nível analítico da microsonda eletrônica (em torno de 100 ppm), nos sulfetos paragenéticos dos minérios auríferos.

A Seqüência da Serra da Boa Vista apresenta similaridades em relação ao Supergrupo Minas, nos aspectos litológico-metalogenéticos da parte basal da seqüência, incluindo as abundantes piritas detríticas e as mineralizações de ouro relacionadas a níveis piritosos, grafitosos e ferruginosos; no caso do Supergrupo Espinhaço, citam-se as características litoestratigráficas gerais, principalmente das partes superiores da seqüência e a configuração estrutural. A Seqüência da Serra da Boa Vista representa uma variação de fácies restrita transicional entre o Supergrupo Espinhaço e o Supergrupo Minas (Luchesi & Schorscher, 1990; Luchesi, 1991).

As mineralizações de ouro da Serra da Boa Vista foram exploradas na mina Quebra Osso, e em dois garimpos correlatos, caracterizando corpos descontínuos (Moraes & Barbosa, 1939; Araújo, 1941; Wahle, 1943). O ouro ocorre em xistos e filitos/filonitos grafitosos, piritosos, quartzosos e ferruginosos e, ainda, na parte basal do nível conglomerático superior, tendo composições isentas de Pd e teores de Ag bastante variáveis. A presença de quatro gerações composicionais e texturais-

genéticas de ouro foi confirmada pelos estudos microquímicos: ouro refratário incluso em pirritas de origem hidrotermal, duas gerações de ouro livre de origem hidrotermal e/ou metamórfica e uma geração de ouro supergênico-laterítico.

As atividades de mineração em Itabira começaram no início do século XVIII, com a descoberta do metal nobre, em 1720, por bandeirantes (Dorr & Barbosa, 1963). O ouro foi extraído do Supergrupo Minas, da jacutinga dos minérios de ferro (Grupo Itabira, Formação Cauê), em lavra seletiva de superfície e, posteriormente, subterrânea. A exploração caiu durante a segunda metade do século XIX, até o abandono total.

A mineração industrial de ferro nas minas Cauê e Conceição há cerca de dez anos atingiu o nível do lençol freático; intransponível para os antigos mineradores. O rebaixamento do freático permitiu o avanço das lavras abaixo dos níveis dos trabalhos históricos, alcançando as continuidades dos minérios ricos em ouro. A Companhia Vale do Rio Doce efetua a pesquisa e lavra seletiva de ouro, em paralelo ao ferro, com produção superior a 500 kg/ano de Au.

O ouro ocorre em veios de quartzo com hematita especular e nas faixas de jacutinga. Estas constituem-se, na mina do Cauê, em materiais mistos, friáveis a moles, preenchendo zonas de fraturas nos itabiritos. São massas argilosas  $\pm$  limoníticas, de cor marrom escura com manchas milimétricas de argilas brancas, em mistura com hematitas moles, quartzo remobilizado grosseiro e itabiritos friáveis de aspecto fragmental.

Estudos de microscopia de minérios e microsonda eletrônica mostraram a existência de várias gerações de ouro, finas e grossas, homogêneas e heterogêneas. As partículas grossas (0,2-2 mm) têm formas irregulares de crescimento posterior às hematitas idiomórficas e são heterogêneas. Encontram-se domínios de Au(99-100) de cor dourada, intercrescidos com outros de Au(85-95)Pd(15-5) de cores mais variáveis, amarelas-róseas amarronzadas. No ouro paladiado, encontram-se ainda segregações em corpos de dimensões < 10 micra, de cor cinza, com mais de 40% de Pd na liga. Os grãos finos (dimensões < 0,1 mm) são mais homogêneos, podendo coexistir em espaços microscópicos, partículas de ouro puro e paladiado.

O ouro paladiado parece ser típico da Formação Ferrífera Cauê e não pode ser explicado por simples remobilização de ouro arqueano. Dados adicionais sobre o ouro paladiado do Quadrilátero Ferrífero encontram-se em Freyberg (1934), Moraes & Barbosa (1939), Dorr (1969), Roeser et al. (1989), entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.B. (1941) *Min.Met.*, 5:227-229.
- DORR, J.V.N. (1969) *USGS Prof.Pap.*, 641-A, 110p.
- DORR, J.V.N. & BARBOSA, A.L.M. (1963) *USGS Prof.Pap.*, 341-C, 110p.
- FREYBERG, B.V. (1934) *Die Bodenschätze des Staates Minas Geraes*. Ed. Schweizerbart, Stuttgart, 453p.
- LUCHESI, I. (1991) *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo,

134p.

LUCESI, I. & SCHORSCHER, H.D. (1990) 2º Relatório Científico, FAPESP (Proc. nº 88/0806-1), São Paulo.

MORAES, L.J. & BARBOSA, O. (1939) DNPM, Div.Fom.Prod.Miner., Bol. 38, 185p.

ROESER, H.; SCHÜRMAN, K.; TOBSCHALL, H.J. (1989) 5º Simp.Geol.Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Anais, p.41-44.

SCHORSCHER, H.D. (1991) 3º Congr.Bras.Geoq/1º Congr.Geoq.PLOP, São Paulo, Brasil. Guia de Excursões, p.37-75.

WAHLE, C.W. (1943) DNPM, Lab.Prod.Min., Bol. 8:71-82.