

## A MINERALOGIA E PARAGÊNESE DOS VEIOS QUARTZOSOS SULFETADOS AURÍFEROS DA REGIÃO DO PIRIRICA, VALE DO RIBEIRA, SP

S.A.A.Nogueira<sup>1</sup>

A.P.Barbour<sup>2</sup>

### RESUMO

As mineralizações filoneanas auríferas da região do Piririca, Vale do Ribeira, São Paulo, de características epigenéticas, estão relacionadas a uma zona de cisalhamento, limitada pelos lineamentos regionais Agudos Grandes e Ribeira. Estratigraficamente a região faz parte de uma seqüência de rochas metavulcano-sedimentares, com metabásicas associadas, de baixo grau metamórfico, pertencente à Formação Perau, do Proterozóico Médio.

O estudo da mineralogia dos veios mineralizados apresenta pirita e arsenopirita como os minerais mais abundantes entre os sulfetos estudados. Em quantidades subordinadas observam-se: calcopirita, bournonita, jamesonita, tetraedrita, blenda, galena, bornita, ilmenita e ouro. Quartzo leitoso branco constitui o mineral de ganga dominante.

A tentativa de estabelecimento de uma paragênese temporal entre os minerais acima considerados coloca pirita, arsenopirita e ilmenita como anteriores a uma fase de brechação/milonitização, após a qual cristalizaram-se os outros minerais relacionados, geralmente preenchendo vênulas e fraturas nos dois sulfetos principais. O ouro, quando aparece, preenche fraturas e cavidades da pirita e arsenopirita.

### ABSTRACT

The gold-bearing veins from the Piririca region, Ribeira Valley, State of São Paulo, Brazil, show epigenetic features and seem to be mainly related to a ductile-brittle shear zone, subordinate to the Agudos Grandes and Ribeira regional tectonic lineaments. Stratigraphically, presents the area a sequence of metavolcano-sedimentary rocks with

<sup>1</sup>Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

<sup>2</sup>Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada, Instituto de Geociências/USP, São Paulo.

associated metabasic rocks, characterized by low-grade metamorphism. These rocks are correlated with the Middle Proterozoic Perau Formation.

Within the veins, pyrite and arsenopyrite are the most abundant sulphide minerals, with the following minerals having been detected in subordinate quantities: chalcopyrite, boulangerite, bournonite, jamesonite, tetrahedrite, sphalerite, galena, bornite, ilmenite and gold. Milky quartz is the dominant gangue.

In the tentative preliminary paragenetic sequence proposed here, coarse-grained pyrite, arsenopyrite and ilmenite are considered as representing the first phase of sulphide deposition and have been affected by a brecciation/mylonitization deformation episode. The other minerals mentioned above represent a post-deformation phase that occurs in veinlets and fractures, cutting crystals of pyrite and arsenopyrite.

## INTRODUÇÃO

A região do Piririca localiza-se no Município de Iporanga, Vale do Ribeira, extremo sul do Estado de São Paulo (Fig. 1).

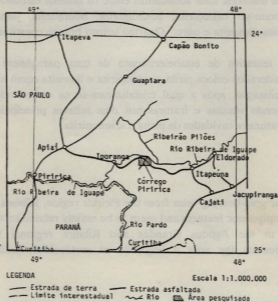


Figura 1 - Mapa de localização.

Esta área encontra-se inserida em uma seqüência de rochas metavulcano-sedimentares, com metabásicas associadas, de baixo grau metamórfico, e relacionada à Formação Perau, definida originalmente por PIEKARZ (1981) e TAKAHASHI et al. (1981) (Fig. 2). Os sedimentos que hoje constituem as seqüências metamórficas da Faixa de Dobramento Apiaí (HASUI et al., 1976), segundo TASSINARI et al. (1990), depositaram-se entre 1,8 e 1,5 Ga., sofrendo um metamorfismo entre 1,3 e 1,0 Ga., com superimposição de um evento metamórfico datado em 700 Ma., do Proterozóico Superior.

A região é situada dentro de uma faixa de rochas orientadas NE-SW, limitada por lineamentos de expressão regional denominados lineamentos Agudos Grandes e Ribeira, de características transcorrentes, que definem para a área diversas zonas de cisalhamento (EBERT et al., 1988).

Foram detectadas na região, pelo Projeto Eldorado (CPRM, 1982), diversos veios de quartzo sulfetados contendo Au e Ag, de caráter epigenético, associados freqüentemente às rochas metabásicas, embora ocorram também em metasedimentos.

As rochas metabásicas acham-se intercaladas concordantemente nos metasedimentos finos (ardósias, filitos e metarritmitos), e são constituídas por uma associação de anfibólios da série tremolita-actinolita, plagioclásio sódico (albita), epidoto-zoisita e clorita, típica do grau fraco de WINKLER (1977). Estudos petrográficos sugerem para essas rochas uma natureza intrusiva, provavelmente sub-vulcânica, com composição original de um gabro ou diabásio.

O presente trabalho é uma compilação de parte da pesquisa desenvolvida na dissertação de mestrado de Sonia A.A.Nogueira, feita sobre a área em questão e tem como objetivo mostrar a mineralogia das mineralizações auríferas e estabelecer sua provável paragénese (PADCT/FINEP 4286054500).

## ORIGEM DAS MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS DA REGIÃO DO PIRIRICA

As mineralizações filoneanas auríferas são de natureza epigenética e estão espacialmente relacionadas a uma zona de cisalhamento de direção N40-45°E.

O conhecimento do comportamento estrutural da região considerada e suas mineralizações é ainda muito limitado, permitindo apenas sugerir, com base em modelos de zonas de cisalhamentos (RAMSAY, 1980) e trabalhos específicos em áreas com mineralizações relacionadas a zonas deste tipo (COLVINE et al., 1984; HODGSON, 1988 e 1989, entre outros), que as mineralizações da área do Piririca estariam ocorrendo num sistema de veios associados a uma zona de cisalhamento de comportamento dúctil-rúptil, com movimentação dextral.

Os veios mineralizados mais significativos estão hospedados em rochas metabásicas, geralmente milonitizadas e brechadas, e, subordinadamente, em metasedimentos. Estudos petrográficos e químicos realizados nessas rochas mostram evidências de alteração hidrotermal, como resultado da interação fluido mineralizante - rocha encaixante.

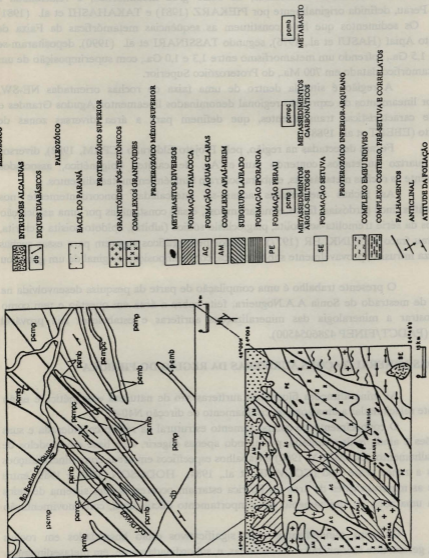


Figura 2 - Situação geológica da região da Piririca (adaptado do Projeto Eldorado-CPRM 1962 e de CAMPANHA et al. 1987).

Os dados de análises isotópicas de Pb efetuadas em amostras de galena associadas aos veios de quartzo sulfetados da região do Piririca, aproximam-se dos dados determinados em galenas de depósitos plumbo-argentíferos do Vale do Ribeira (TASSINARI et al., 1990), que sugerem para as soluções mineralizantes uma origem crustal, por processos de remobilização do Pb das rochas encaixantes, associados a eventos metamórficos regionais, de idades entre 1,4 e 1,1 Ga.

Estudos microtermométricos de inclusões fluídas em quartzo dos veios revelaram a presença de inclusões do tipo carbônicas, aqüo-carbônicas e eminentemente aqüosas, que forneceram dados para indicar fluidos mineralizantes aqüosos, ricos em CO<sub>2</sub> (>25 moles % CO<sub>2</sub>), de baixa salinidade (<11 eq% peso em NaCl), com temperaturas de deposição de moderadas a altas (200-400°C) (NOGUEIRA, 1990).

As mineralizações auríferas da região do Piririca e outros depósitos de ouro detectados em áreas adjacentes no Vale do Ribeira, todos eles associados a zonas de cisalhamento em seqüência de rochas metavulcano-sedimentares de baixo grau metamórfico, podem ser consideradas epigenéticas, seguindo um modelo metamórfico de derivação de fluidos aqüosos ricos em CO<sub>2</sub>. Esses fluidos teriam sua origem a partir da devolatilização dos terrenos metamórficos, com as zonas de cisalhamento representando elementos fundamentais nos processos de canalização dos fluidos hidrotermais e de interação fluido-rochas encaixantes.

## MINERALOGIA DAS MINERALIZAÇÕES

A observação dos veios mineralizados detectados na área em questão permitiu, através de um estudo de caráter preliminar, sugerir um provável zoneamento para estas mineralizações. Em alguns veios desenvolve-se próximo à rocha encaixante uma banda constituída de quartzo de cor escura, granulação fina, com pequena quantidade de sulfetos finamente disseminados, constituídos principalmente por pequenos cristais de pirita.

A seguir, em direção ao interior do veio passa-se para uma banda de quartzo leitoso, bastante comum a todas as mineralizações da área, geralmente estéril ou com raro sulfeto, onde o quartzo mostra uma estrutura boudinada e/ou estirada, e às vezes fraturada. Esta banda envolve uma faixa central de sulfetos maciços constituídos principalmente por pirita e arsenopirita, e subordinadamente de calcopirita, boulangerita, bournonita, jamesonita, galena, blenda, tetraedrita e bornita, formando associações em que apenas alguns compõem, nem sempre presentes em todos os veios e onde o ouro ocorre normalmente associado aos dois sulfetos principais. Os sulfetos dessa faixa comumente invadem a banda de quartzo que a envolve, preenchendo pequenas fraturas em seu interior. A ganga é essencialmente quartzosa, com carbonato em quantidades subordinadas.

Alguns minerais de alteração supérgena foram observados tais como: covelina, calcocita, limonita, goethita/lepidocrocita, além de outros não determinados.

## DESCRIÇÃO DOS MINERAIS DE MINÉRIO

O estudo descritivo dos minerais de minério foi realizado essencialmente com amostras da banda de sulfetos maciços. As características texturais das fases mineralógicas identificadas são apresentadas a seguir.

### **Pirita**

A pirita, juntamente com a arsenopirita, são os dois sulfetos mais abundantes das mineralizações estudadas, chegando muitas vezes a perfazerem mais de 90% dos demais minerais opacos presentes.

Apresenta-se geralmente como cristais euhedrais a sub-euhedrais, com contornos geométricos definidos, porém com bordas irregulares. Esses cristais podem aparecer disseminados e isolados na ganga ou formando agregados irregulares. A dimensão dos diâmetros dos grãos varia amplamente desde muito finos (poucas micras) até 3 mm. Grande parte dos cristais de pirita acha-se fraturada ou mesmo cataclasada, às vezes exibindo uma textura milonítica, com fraturas irregulares (Fotomicrografia 1).

Aspecto comum da pirita é a presença de várias inclusões de ganga, e de fraturas preenchidas principalmente por calcopirita e bournonita.

Foi identificada ainda, pirita de granulação mais fina, com cristais euhedrais e sem fraturamento, em vênulas nitidamente posteriores às piritas de granulação mais grossa (Fotomicrografia 1).

### **Arsenopirita**

Arsenopirita constitui o segundo sulfeto mais abundante na mineralização. Apresenta hábito geralmente idiomórfico, com seções retangulares, romboédricas, ou uma combinação dessas duas formas geométricas, podendo aparecer como cristais xenomorfos. Ocorre esparsa na ganga quartzosa, isolada ou formando agregados irregulares, com granulação semelhante aos cristais de pirita. Mostra-se igualmente fraturada, exibindo algumas vezes textura cataclástica milonítica, e raramente se observa preenchimento dessas fraturas por calcopirita ou outro mineral. Participa também dos agregados de pirita, formando uma massa contínua de sulfetos idiomórficos (Fotomicrografia 2).

### **Calcopirita - Bornita**

A calcopirita ocorre nitidamente em menor quantidade do que a pirita e a arsenopirita, sendo no entanto um mineral comum nos veios estudados.

Apresenta-se com hábito xenomorfo formando agregados granulares com diâmetro médio desde poucas micras até 1 mm. Ocorre na ganga quartzosa, isolada ou associada a outros minerais como bournonita, blenda, bornita, bournonita, tetraedrita e galena. Pode aparecer também bordejando arsenopirita e pirita, ou cimentando fragmentos destes dois minerais, às vezes como substituição da pirita. Usualmente preenche fraturas

nestes dois sulfetos (Fotomicrografia 3).

Bornita ocorre muito subordinadamente em agregado granular xenomorfo, sempre associada à calcopirita.

#### **Boulangerita, Jamesonita, Bournonita, Tetraedrita**

São, todos eles, sulfoantimonietos, e aparecem intimamente associados, ocorrendo freqüentemente disseminados na ganga quartzo-carbonática, junto com calcopirita, galena e blenda.

Mostram hábito xenomorfo, cristalizados em agregados granulares. A boulangerita e a bournonita preenchem comumente fraturas na pirita, e mais raramente na arsenopirita, sozinhas ou associadas com os demais minerais citados (Fotomicrografia 4).

#### **Galena**

A galena ocorre associada principalmente à ganga quartzo-carbonática, isolada ou junto a sulfoantimonietos e blenda, sempre em pequenas quantidades. Comumente é idiomórfica, exibindo as típicas feições triangulares, de arranque.

Aparece também, com hábito xenomorfo, constituindo inclusões na pirita. Parece mostrar preferência em se associar com a boulangerita.

#### **Blenda**

É um sulfeto raro na mineralização. Cristalizou-se com hábito xenomorfo, em pequenos grãos (0,01 mm) disseminados na ganga. Ocorre ainda como inclusões na pirita, calcopirita e galena, e às vezes preenche fraturas em grãos brechados de pirita, junto com outros minerais (Fotomicrografia 3).

#### **Ilmenita**

Ilmenita ocorre geralmente disseminada na rocha básica encaixante, cristalizada em grãos xenomórficos e quase totalmente substituídos por leucoxênio. A granulação é muito variável, com alguns grãos atingindo 0,8 mm de diâmetro. Apresentam, às vezes, finíssimas ex-soluções de hematita, e em alguns cristais se observa geminação lamelar. Em geral estão intensamente corroídas por minerais de ganga, que produzem estruturas em "esqueletos". É observada ainda, constituindo inclusões milimétricas na arsenopirita e pirita.

#### **Covelina - Calcocita**

A covelina e a calcocita são sulfetos encontrados na maior parte das amostras, substituindo a calcopirita. Muitas vezes, manchas ou corpos irregulares de calcopirita são encontrados dispersos em massa de covelina, formando ilhas. Em algumas situações a alteração da calcopirita em calcocita e covelina origina uma típica textura colofórmica.

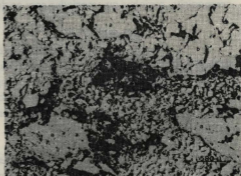
1

Fotomicrografia 1 - Pirita e arsenopirita de granulação grossa mostrando feições de milonitização e estiramento (a) e de cataclasmamento (b). Na parte central, vênula quartzosa com pirita idiomórfica nitidamente posterior.



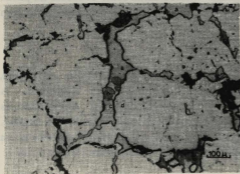
2

Fotomicrografia 2 - Pirita (a) e arsenopirita (b) de granulação grossa intensamente cataclasmadas.



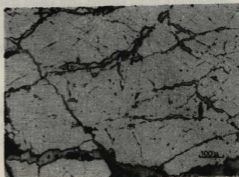
3

Fotomicrografia 3 - Calcopirita (a), blenda (b) e boulangerita (c) venulando pirita de granulação grossa fraturada (d).



4

Fotomicrografia 4 - Tetraedrita (a) e boulangerita (b) venulando cristais de granulação grossa de pirita fraturada (c).





### **Limonita - Goethita/Lepidocrocita**

Incluem-se aqui todos os óxidos de ferro hidratados supérgenos, freqüentemente associados à pirita e arsenopirita.

A limonita se apresenta, geralmente, como alteração de cristais de pirita, muitas vezes como pseudomorfos. Enquanto que a goethita/lepidocrocita se associa comumente à arsenopirita, formando um agregado amorfo de cor castanha, que nas seções polidas aparece como pseudomorfo de arsenopirita.

### **Sulfatos de cobre**

A identificação desses minerais ao microscópio é muito difícil devido à dimensão dos cristais. A presença desses minerais foi detectada através da observação macroscópica das amostras dos veios aflorantes, nos quais se notou um agregado pulverulento e terroso, de cor verde-clara, que recobre os sulfetos oxidados.

### **Ouro**

A forma mais usual em que o ouro se apresenta é a de grânulos, com formatos irregulares. A dimensão é muito variável, desde poucas micras até grânulos que atingem 0,12 mm na maior dimensão.

O ouro ocorre associado a cristais de pirita e arsenopirita de granulação grossa, preenchendo fraturas e cavidades. Raramente foi observado na ganga, e quando isto ocorre, está sempre adjacente aos sulfetos citados. Na pirita o ouro apresenta-se geralmente sozinho nas fraturas ou cavidades, raramente ocupando o mesmo espaço com outro mineral (Fotomicrografia 5). No preenchimento de fraturas e vênulas na arsenopirita mostra-se geralmente acompanhado de bournonita (Fotomicrografia 6), ou de um mineral de cor castanha, não determinado.

O ouro não apresentou, em nenhuma situação observada, inclusões de outros minerais. Nas amostras estudadas não foi detectado macroscopicamente.

## **RELAÇÕES DE IDADE ENTRE OS MINERAIS DA BANDA SULFETADA**

No estudo das seções polidas da banda sulfetada, algumas relações foram observadas entre os minerais opacos. Apenas um número pequeno dessas associações pode fornecer relações de idade com certeza razoável.

As venulações de um mineral em outro são as relações que forneceram dados mais convincentes sobre a ordem relativa de formação de minerais. Contemporaneidade ou sobreposição provavelmente parecem ter ocorrido, mas nenhum bom critério pode ser evidenciado.

Exemplos destas relações aparecem freqüentemente nos veios estudados, com calcopirita, boullangerita, bournonita, blenda, tetraedrita e ouro venulando ou

preenchendo fraturas e cavidades de cristais de pirita e arsenopirita (Fotomicrografias 3, 4 e 5). Algumas vezes a calcopirita parece substituir a pirita de granulação grossa, ao redor de suas bordas.

Vênulas de ganga quartzosa, nitidamente posterior, com cristais de pirita idiomórfica sem fraturamento, aparecem cortando pirita e arsenopirita milonitizadas e catacladas (Fotomicrografia 1). Essas vênulas podem se constituir também de pequenos cristais idiomórficos de pirita e atravessarem a ganga quartzosa.

Relações geralmente significativas, mas sujeitas a várias interpretações são mostradas por romboédros perfeitos ou cristais irregulares de arsenopirita dentro ou penetrando cristais de pirita, sugerindo arsenopirita tardia em relação à pirita ou, pirita tardia envolvendo cristais já formados de arsenopirita, ou contemporaneidade entre ambas (Fotomicrografia 7). As mesmas relações com pirita no lugar de arsenopirita também são observadas.

Os sulfoantimonietos, que geralmente aparecem intimamente associados, mostram relações significativas entre si, sugerindo contemporaneidade ou sobreposição.

Limonitização de pirita, arsenopirita transformando-se em hidróxido de ferro (goethita/lepidocrocita), e textura colofórmica de covelina em calcopirita (Fotomicrografia 8) podem ser chamadas de feições subseqüentes desses minerais.

## SUSCESSÃO PARAGENÉTICA

O Quadro 1 procura representar essas relações de idade dos minerais da faixa maciça de sulfetos dos veios mineralizados encaixados em rochas metabásicas.

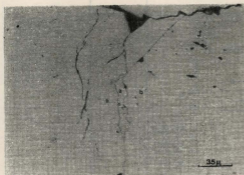
De acordo com este quadro foi possível identificar três grupos principais de minerais opacos. O primeiro grupo é constituído por pirita e arsenopirita de granulação grossa, que representa os minerais mais abundantes, geralmente presentes em todos os veios, sendo também macroscopicamente os dois sulfetos visíveis. Acha-se freqüentemente fraturados, algumas vezes mostrando feições de milonitização e estiramento. Não foi possível estabelecer uma relação conclusiva de idade entre esses dois sulfetos. O conjunto de observações indica tanto a arsenopirita posterior como também anterior à pirita e algumas vezes pode-se pensar em contemporaneidade ou sobreposição entre ambas. Alguns indícios parecem sugerir que haja, neste estágio da mineralização, mais de uma geração de arsenopirita e/ou pirita, como por exemplo onde cristais de arsenopirita com padrões diferentes de fraturamento estão lado a lado.

O segundo grupo é constituído por calcopirita, boulangerita, bournonita, jamesonita, tetraedrita, galena, blenda, bornita e ouro, presentes em pequenas quantidades nas amostras estudadas. Bornita, blenda e ouro têm uma distribuição menos ampla. Algumas vezes, galena, boulangerita e calcopirita foram observadas macroscopicamente.

Este grupo é claramente tardio em relação aos minerais do primeiro grupo,

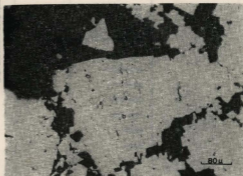
5

Fotomicrografia 5 - Ouro (a) preenchendo fratura em pirita de granulação grossa (b).



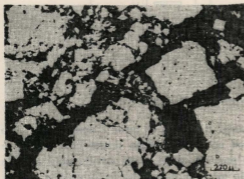
Fotomicrografia 6 - Ouro em grande quantidade (a) em pirita de granulação grossa (b).

7



Fotomicrografia 7 - Relações significativas entre pirita (a) e arsenopirita (b) de granulação grossa. Podem indicar arsenopirita tardia com relação à pirita, ou pirita tardia envolvendo arsenopirita já formada, ou contemporaneidade entre ambas.

8



Fotomicrografia 8 - Alteração supérgena de calcopirita (a) em calcocita (b) e covelina (c) originando uma típica textura colofórmica.

Quadro 1 - Paragéneses temporais dos minerais primários e secundários das mineralizações da região do Piririca.

Mineral Primário/ Mineral Secundário	Roche Metabásica Encaixante	Veios (zona de sulfetos maciços)	Alteração supérgena
magnetita	—	?	
ilmenita	—	M B	
pirita idiomórfica fraturada	—	I R	
pirita gran. grossa	—	L E	
arsenopirita gran. grossa	—	O C	
pirita vetular gran. fina, idiomórfica	—	N H	
calcopirita	—	I A	
boulangierita	—	T Ç	
bournonita	—	I Æ	
jamesonita	—	Z O	
tetraedrita	—	A	
galena	—	Ç	
blenda	—	Æ	
bornita	—	O	
ouro	—	?	
limonita	—		—
goethita/ lepidocrocita	—	?	—
calcocita	—		—
covelina	—		—
sulfatos de cobre	—		—

apresentando-se, comumente, preenchendo vênulas e fraturas da pirita e arsenopirita. Isto sugere que em algum momento durante e/ou após a deposição desses dois sulfetos e anteriormente à deposição dos minerais do segundo grupo tenha havido uma fase de brechação. Os minerais do segundo grupo não mostram evidências de fraturamentos. As relações entre esses minerais sugerem contemporaneidade ou mesmo sobreposição entre eles.

Além dos minerais citados, observa-se freqüentemente a presença de cristais idiomórficos de pirita, de granulometria mais fina, contida em vênulas (às vezes constituída também por quartzo), nitidamente posteriores aos minerais do primeiro grupo.

O terceiro grupo é constituído de minerais de alteração supérgena: limonita, covelina, calcocita, hidróxido de ferro (goethita/lepidocrocita) e sulfetos de cobre (não determinados), que se formaram a partir dos minerais dos grupos anteriores.

O ouro foi observado em muitas seções polidas dos veios estudados associado preferencialmente a fraturas, vênulas e cavidades de pirita e arsenopirita de granulação mais grossa, do primeiro grupo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da mineralogia das mineralizações filoneanas auríferas da região do Piririca, foi realizado com amostras da banda de sulfetação maciça de veios de quartzo selecionados, onde algumas relações significativas forneceram um quadro da paragênese temporal entre os minerais presentes.

Pirita e arsenopirita de granulação grossa constituem os minerais mais abundantes e antigos, apresentando uma íntima associação com ouro que, assim como calcopirita, boulangerita, bournonita, jamesonita, tetraedrita, blenda, galena e bornita, geralmente preenchem fraturas e vênulas nesses dois sulfetos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLVINE, A.C.; ANDREWS, A.J.; CHERRY, M.E.; DUROCHER, M.E.; FYON, A.J.; LAVIGNE, M.J.; MACDONALD, A.J.; MARMONT, S.; POULSEN, K.H.; SPRINGER, J.S.; TROOP, D.G. (1984) **An integrated model for the origin of archean lode gold deposits**. Ontário, Geological Survey. (Open File Report, 5524) 98p.
- EBERT, H.D.; HASUI, Y.; QUADE, H. (1988) Aspectos da evolução estrutural do Cinturão móvel Costeiro na região da Mina do Perau, Vale do Ribeira, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém, 1988. **Anais**. Belém, SBG. V.5, p.2318-2331.
- HASUI, Y. & SADOWSKY, G.R. (1976) Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, 6(3):182-200.
- HODGSON, C.J. (1988) **Precambrian lode gold deposits**. Department Geological Sciences, Queen's University, Kingston, Ontário, Canadá, 214p.
- HODGSON, C.J. (1989) The structure of shear-related, vein type gold deposits: a review. **Ore Geology Reviews**, 4(3):233-273.
- NOGUEIRA, S.A.A. (1990) **Estudo das mineralizações filoneanas auríferas do depósito de Piririca, Vale do Ribeira, SP**. São Paulo, 91p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de

Geociências/USP).

- PIEKARZ, G.F. (1981) Reconhecimento de unidades correlacionáveis à seqüência mineralizada do Perau, Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG. V.1, p.148-154.
- PROJETO ELDORADO (1982) **Relatório Integrado Final de Pesquisa**. São Paulo, CPRM/SUREG.
- RAMSAY, J.G. (1980) Shear zone geometry: a review. *Journal of Structural Geology*, 2:83-100.
- TAKAHASHI, A.T.; CHIODI FILHO, C.; SILVA, C.R.; BATOLLA JR., F. (1981) **Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira. Área Ribeirão do Perau**. São Paulo, DNPM/CPRM (Relatório Final).
- TASSINARI, C.C.G.; DAITX, E.C.; BARBOUR, A.P.; SATO, K. (1990) Aplicação dos isótopos de Pb e Sr na determinação da natureza das fontes das mineralizações de chumbo do Vale do Ribeira - SP/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. *Anais*. Natal, SBG. V.3, p.1254-1266.
- WINKLER, H.G.F. (1977) **Petrogênese das rochas metamórficas**. 4.ed. São Paulo, Edgar Blücher; Porto Alegre, UFRGS. 254p.

Recebido em 30/04/1991.

Aprovado em 23/07/1991.