



REVISTA DE GEOLOGIA

Volume 6



MINERAIS DE MINÉRIO E PARAGÊNESE DA JAZIDA DE COBRE DE PEDRA VERDE - VIÇOSA DO CEARÁ

Nelson Angeli * (1)
José de Araújo Nogueira Neto **
José Vitorino de Souza **
Evaristo Ribeiro Filho ***
Rogério Moreno ****

RESUMO

A concentração de sulfetos de cobre na jazida de Pedra Verde está associada a filitos proterozóicos da Formação Mambira (metamargas com intercalação de metavulcânicas). A zona mineralizada está situada no topo desta formação, próxima aos conglomerados da Formação Ubari. O minério ocorre sob a forma de lentes, massas irregulares, corpos com sulfetos disseminados em metapelitos, ou ainda como veios que preenchem fraturas associadas a microfalhas. Os minerais do minério são: calcocita, bornita e calcopirita. Muitos modelos genéticos foram propostos por diversos autores, mas nesta pesquisa adota-se a origem vulcânica-sedimentar. Principalmente nas fraturas mineralizadas a sequência de cristalização se adapta aquela encontrada em depósitos hidrotermais, qual seja, calcopirita, calcocita e bornita.

O minério é constituído predominantemente de pirita, calcopirita, calcocita, bornita, arsenopirita e covelita. Em menores porcentagens ocorrem galena, esfalerita e carbonatos como minerais da ganga. A maioria dos sulfetos evidencia texturas cataclásticas e de recristalização. Grãos de pirita detrítica foram observados.

ABSTRACT

Copper sulfide mineralization in the Pedra Verde deposit is associated to proterozoic phyllites of homonymous member (metamarls with metavolcanic intercalated bands), belonging to the Mambira Formation. The mineralized zone is situated on the top of this stratigraphic unity, near the conglomerates of the Ubari Formation. The ore occurs as lenses, irregular masses and bodies with disseminated sulfides in metapelites, as well as vein filling fractures and microfaults. The ore minerals are chalcocite, bornite and chalcopyrite. Many genetic models were proposed by various authors, but the volcanic-sedimentary genesis hypothesis is that which has been better in accordance with the present study. The sulfide sequence of crystallization, mainly in fractured zones, with chalcopyrite and bornite, agrees with the distribution patterns of hydrothermal deposits.

(1) Pesquisador do CNPq.

* Depto de Petrologia e Metalogenia da UNESP/Rio Claro (SP).

** Depto de Geologia da UFC/Fortaleza (CE).

*** Depto de Geol. Geof. Aplicada da USP/São Paulo (SP).

**** Mineração Santa Elina/Pontes e Lacerda (MT).

The ore contains pyrite, chalcopyrite, chalcocite, bornite, arsenopyrite and covelite, with minor galena, sphalerite, hematite and carbonates. Most of the studied sulfides shows cataclastic textures and recrystallization. Some grains of detritic pyrite were observed.

INTRODUÇÃO

A jazida de cobre de Pedra Verde localiza-se na porção noroeste do Estado do Ceará, a 8 Km da cidade de Viçosa do Ceará e a 4 Km do povoado de General Tibúrcio. O acesso pode ser feito pela BR-222 de Fortaleza até Tianguá (300 Km) e pela CE-75, de Tianguá a Viçosa do Ceará (40 Km). A partir daí por estrada não pavimentada, totalizando um percurso de 350 Km. A jazida fica situada a cerca de 115 Km do porto marítimo de Camocim (Figura 1).

As unidades morfológicas que compõem a área estudada podem ser facilmente identificadas no campo e estão intimamente relacionadas às unidades litológicas presentes. A intensa erosão progressiva a que esteve submetida a superfície proterozóica, resultou no arrasamento das unidades litológicas mais brandas e no surgimento de testemunhos correspondentes a litologias mais resistentes, como os espigões quartzíticos. Essa evolução geomorfológica observada ao longo de toda a plataforma sulamericana iniciou-se a partir da reativação de falhamentos proterozóicos e arqueanos, sendo denominada de Reativação Wealdeniana (Almeida, 1967). Desta forma, toda a porção noroeste do Estado do Ceará foi submetida a um acelerado soerguimento atribuído ao Aptiano-Eoceno, o que incidiu numa inclinação maior de toda a borda leste da Bacia do Parnaíba, que passou a apresentar mergulhos mais acentuados para oeste.

Assim podem ser distinguidos facilmente as chapadas compostas por arenitos devonianos (Grupo Serra Grande), que formam a Serra da Ibiapaba e as superfícies aplainadas constituídas pelos conglomerados cambro ordovicianos (Formação Ubari) e os filitos proterozóicos (Formação Pedra Verde). Estes filitos apresentam mineralização em cobre, que foi estudada principalmente em termos de mineralogia e sequência paragenética. Com esta pesquisa discute-se a possibilidade de se enquadrar a jazida num modelo metalogênico vulcano-sedimentar.

GEOLOGIA REGIONAL

O extremo noroeste do Estado do Ceará está enquadrado na Província Borborema, a qual corresponde à porção nordeste da plataforma sul-americana (Almeida *et al.* 1977).

Santos & Brito Neves (1984), reconhecem dois tipos fundamentais de domínio na composição da Província Borborema, a saber: i- terrenos gnáissicos - migmatíticos - graníticos ("maciços"), ii-terrenos metassedimentares e meta-vulcanossedimentares ("Sistemas de Dobramentos"). Esses terrenos estariam delimitados por extensos lineamentos, designados por "Geofraturas". Dentro do contexto acima mencionado, a jazida de Pedra Verde estaria posicionada no Domínio do Sistema de Dobramentos do Médio Coreau, mais especificamente inserida na Faixa Martinópole (Figura 2).

A região em apreço e adjacências, são constituídas pelas seguintes unidades lito-estratigráficas (da base para o topo): (I) Complexo migmatítico-gnáissico, formado por migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses e intercalações de anfibolitos, mármores e quartzitos; (II) Grupo Martinópole, composto pelas formações São Joaquim (basal), Covão e Santa Terezinha. Essas formações caracterizam-se respectivamente por quartzitos, xistos e filitos; (III) Grupo São José, representado por uma sequência meta-psamítica-pelítica-carbonática, onde são encontrados calcários, meta-calcopelitos, metarenitos, metassiltitos, metargilitos, metacherts, metaconglomerados, vulcanitos intercalados e mineralizações vulcanogênicas. As relações de contato entre as três unidades lito-estratigráficas, são de caráter tectônico (Prado *et al.* 1981).

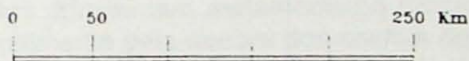
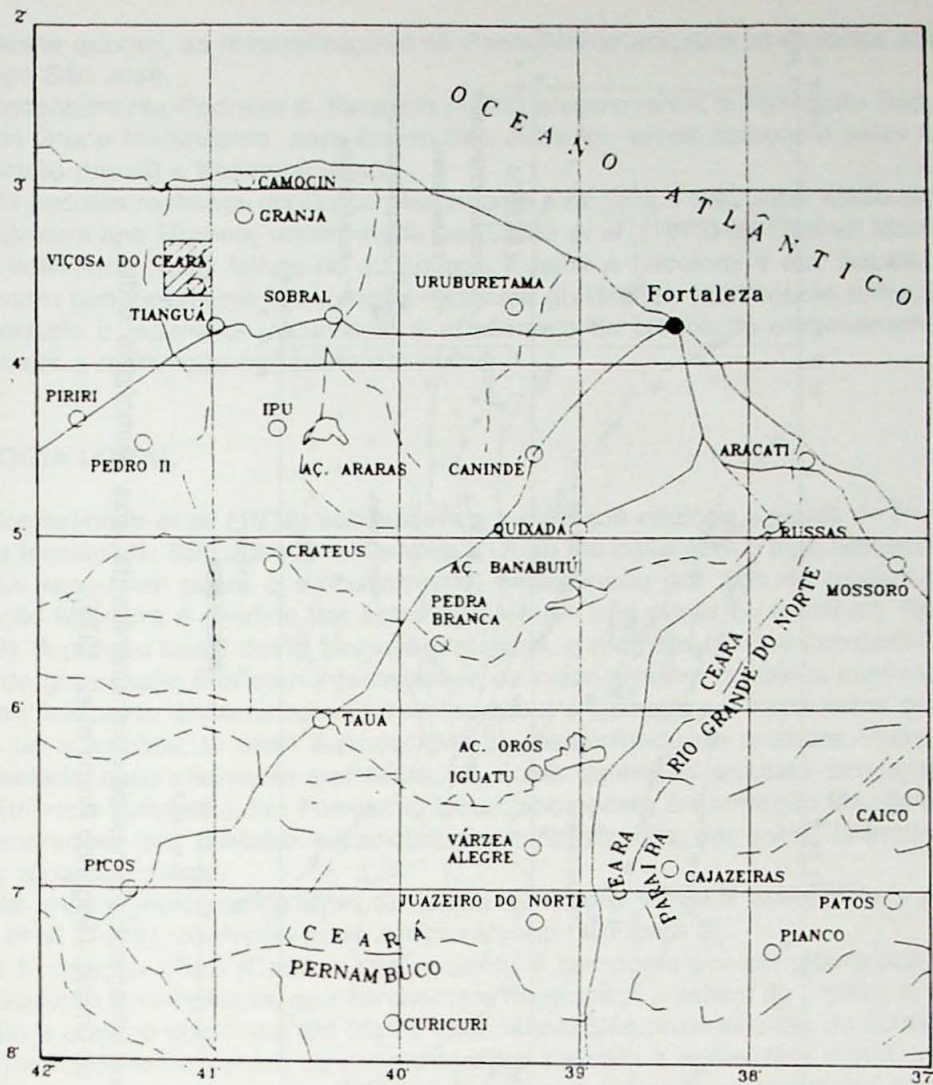


FIGURA 1 - Mapa de Localização.

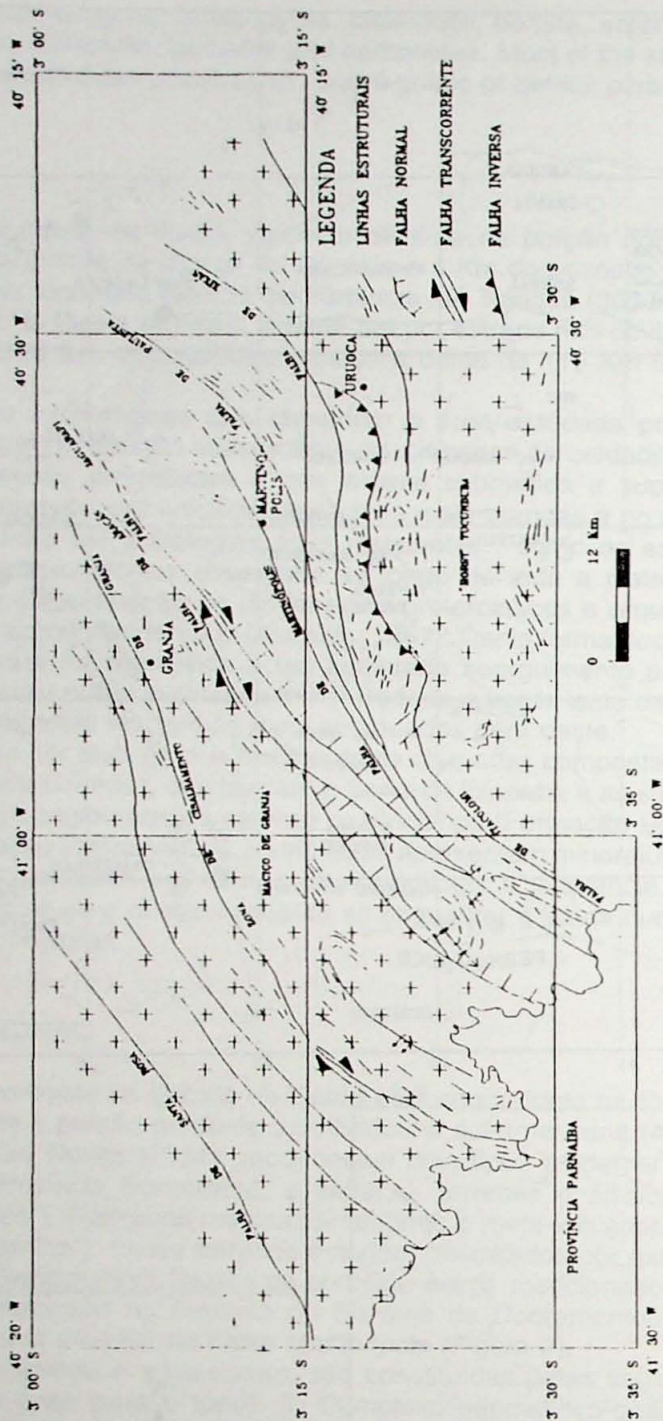


FIGURA 2 - Principais falhamentos/zonas de cisalhamentos da faixa Martinópolis e do Maço de Granja. (Segundo Prado et al., 1979).

Nesse quadro, as mineralizações de Pedra Verde estariam associadas aos litotipos do Grupo São José.

Recentemente Pedreira & Torquato (1991) propuseram a Formação São Joaquim, basal no Grupo Martinópolis, para Grupo São Joaquim, sendo composto pelas formações Dom Simão (basal) e Itacolomi (topo).

Os pacotes rochosos do Grupo Martinópolis e do Grupo São José, estão alojados em uma estrutura tipo Graben, denominada por Costa *et al.* (1973) de Graben Martinópolis, a qual é delimitada pelas falhas de Jaguarapi, a norte e Itacolomi a sul. Aqueles autores, posicionam temporalmente a evolução tectônica do Graben Martinópolis entre 850 e 620 Ma., contudo o regime de alçamento e abatimento de blocos do embasamento, estaria relacionado à reativação cambro-ordoviciano.

GEOLOGIA LOCAL

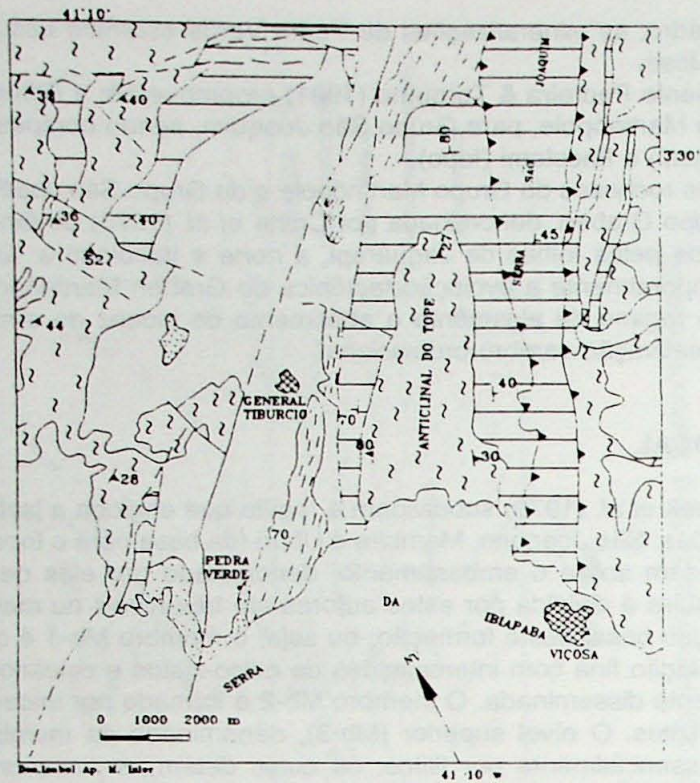
Korpershoek *et al.* (1979) subdividem a região que engloba a jazida de Pedra Verde, em três formações: São Joaquim, Mambira e Ubari (da base para o topo respectivamente), as quais repousam sobre o embasamento, denominado por eles de gnaisses Tope. A Formação Mambira é dividida por estes autores em três níveis ou membros (Mb-1, Mb-2 e Mb-3). A porção basal desta formação, ou seja, o membro Mb-1 é composto por mica-xistos de granulação fina com intercalações de calco-xistos e calcários com matéria carbonácea finamente disseminada. O membro Mb-2 é formado por mica-xistos com intercalações de quartzitos. O nível superior (Mb-3), denominado de membro Pedra Verde, é representado essencialmente por filitos, os quais detêm as maiores concentrações de cobre (minério sulfetado). Na Formação Ubari, sobreposta à Formação Mambira, ocorrem conglomerados, que também se encontram mineralizados em cobre (minério oxidado) junto à zona de contato.

Um mapa geológico da área da jazida de Pedra Verde é apresentado por Korpershoek *et al.* (1979), conforme pode ser observado na Figura 3.

A Formação Ubari (Cambro-Ordoviciano) é composta por conglomerados imaturos com coloração avermelhada, que apresentam fragmentos e seixos de argilito, arenito, filito, quartzito e quartzo dispersos em matriz feldspática. Nas proximidades do contato com os filitos (membro Pedra Verde) os conglomerados passam a apresentar quantidades superiores de fragmentos e seixos de filito. O limite entre os conglomerados e os filitos é marcado por uma zona vermelha de óxidos, observada através de testemunhos de sondagem, que apresenta teores de 0,01% em cobre (Collins & Loureiro, 1971).

O membro superior da formação Mambira (membro Pedra Verde) apresenta filitos de coloração cinzenta a cinza esverdeada e textura afanítica. O estudo petrográfico de amostras desta unidade litológica indica que os filitos apresentam metamorfismo incipiente e exibem textura cataclástica, evidenciada principalmente pela quebra dos cristais de quartzo, e pela presença de micrólitos da rocha, que preservam a foliação original, e se encontram envolvidos por porções intensamente cisalhadas. A mineralogia essencial é composta por sericita, calcita, clorita e quartzo. Tanto os filitos do membro Pedra Verde quanto os micaxistos dos membros inferiores da Formação Mambira apresentam paragênese à base de sericita, clorita e muscovita, indicando um grau metamórfico baixo (fácies do xisto verde-zona da clorita).

Os litotipos da Formação Mambira de Korpershoek *et al.* (1979), correspondem ao conjunto descrito por Prado *et al.* (1981), como Grupo São José.











-  Coberturas intramontanas, coluviões, aluviões
-  Formação Serra Grande
-  Formação Ubari
-  Formação Mambira
-  Formação São Joaquim
-  Paragneisses
-  Falha indiscriminada e carreamento
-  Mergulho de foliação gnaissico e de xistosidade

FIGURA 3 - Esboço geológico da região de Pedra Verde, CE. (Korpershock et al., 1979).

OS MINERAIS DE MINÉRIO DA JAZIDA DE PEDRA VERDE

O "graben" de Martinópolis é tratado por Melo (1979) como bacia tafrogênica, ou seja, correspondente a uma zona de relaxamento tensional conjugada a zonas de compressão orogênica, adjacentes à mesma. Essa tafrogenia seria, segundo o autor, responsável pela deposição da sequência vulcano-sedimentar correspondente à Formação Mambira.

O efeito de uma fase deformacional Dn+2, exibe intrínscia relação com a competência da rocha afetada. Neste sentido, enquanto as rochas da infra-estrutura respondiam à essa fase deformacional com uma clivagem de fratura sobrepondo-se aos elementos planares pretéritos (Sn-2; Sn-1; Sn/Sn+1), os litotipos do Grupo São José (Formação Mambira) apresentavam clivagens de crenulação. A fase Dn+2 também estaria relacionada a uma tectônica rúptil em seu estágio final, estruturando assim a Bacia do Jaibaras de idade Eo-Cambriana (Santos, 1993).

A jazida de Pedra Verde contém sulfetos disseminados em sequência cálcio-pelítica, no membro Pedra Verde da Formação Mambira. Os principais minerais de minério são calcocita, bornita, calcopirita e pirita. Galena e esfalerita ocorrem em quantidades subordinadas. Na porção superior do horizonte mineralizado ocorre uma zona de oxidação com teores que atingem 0,1% em cobre. Neste nível predominam os óxidos de ferro, onde a hematita é um de seus principais constituintes. Em superfície encontram-se impregnações e manchas de malaquita, que se concentram principalmente ao longo de uma zona de falha com orientação aproximada de N50°E, situada próxima do contato com os conglomerados da Formação Ubari. A extensão da zona mineralizada é de aproximadamente 650 metros, com espessura situada em torno de 4 a 5 metros e teor médio de 1,2% em cobre (Collins & Loureiro, 1971).

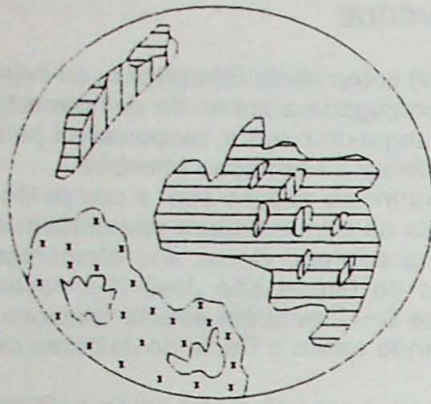
Apesar do predomínio de minério tipo disseminado, em várias amostras estudadas observou-se que os sulfetos de cobre apresentam-se alongados, com orientação disposta concordantemente ao plano de foliação (Sn+1) e ou cisalhamento da rocha hospedeira. Assim, comumente ocorrem sulfetos exibindo textura orientada. É notável a ocorrência de zoneamento mineralógico, observado próximo do contato entre os conglomerados e filitos, caracterizado por quatro zonas bem definidas (a partir do contato em direção ao interior do filitos): zona da calcocita; da bornita; da calcopirita e da pirita. A orientação dos sulfetos de cobre e o zoneamento mineralógico indicam que a mineralização primitiva é pré-metamórfica. Uma segunda fase mineralizante de caráter hidrotermal, seria tardi a pós-deformação (Dn+2) e ao metamorfismo, em condições do fácies xisto verde e foi responsável pela remobilização e concentração de sulfetos de cobre. Nesta última situação os minerais de minério ocorrem preenchendo fraturas, microfalhas e planos de foliação do protominério.

Calcocita ocorre sob forma disseminada no filito e por vezes aparece como inclusões na calcopirita. Algumas amostras exibem calcocita com substituição por bornita em suas bordas.

Na relação calcocita-bornita são evidentes contornos de grão suaves, o que sugere cristalização simultânea dos mesmos (Figura 4). Outra forma com que se associa à bornita se dá como inclusões na mesma, fato também observado com maior raridade com relação à pirita. Alguns cristais de calcocita exibem textura de borda com esfalerita.

Bornita ocorre dispersa na ganga e normalmente associada à calcopirita, quer por meio de contornos suaves, quer como inclusões neste mineral. Em algumas das amostras estudadas observou-se que bornita ocorre substituindo calcopirita e menos frequentemente calcocita. Da mesma forma foi notado intercrescimento entre bornita e calcopirita. Na maior parte das seções a bornita apresenta-se substituída por covelita.

Calcopirita ocorre geralmente compondo massas e agregados irregulares que frequentemente acompanham a foliação (Sn+1) dos filitos. Em várias amostras apresentam-se finamente disseminada e frequentemente exibe nítida relação com veios carbonáticos (Figura 5). Observa-se também que calcopirita substitui calcocita, como também inclusões deste mineral. Mais raramente pode-se observar calcopirita inclusa em esfalerita. A relação entre calcocita, bornita e calcopirita com texturas de intercrescimento e/ou de inclusão sugere pelo menos em parte, simultaneidade de cristalização entre fases minerais.







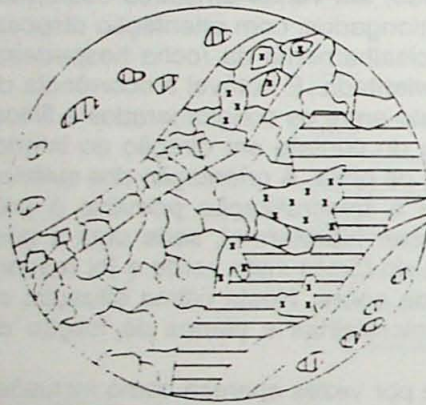
-  CALCOCITA
-  CALCOPIRITA
-  BORNITA
-  PIRITA

FIGURA 4 - Textura de evolução entre bornita e calcita, e feições em "carie", desenvolvida por substituição de calcopirita em pirita. (Aumento 80X).








-  BORNITA
-  CALCOCITA
-  CALCOPIRITA
-  PIRITA
-  CARBONATOS

FIGURA 5 - Textura orientada (filonar) em veios carbonático. (Aumento 80X).

Pirita ocorre sob forma de cristais anedrais e sua relação com a calcopirita exhibe textura em cárie (Figura 4), evidenciando sua substituição por calcopirita. Por vezes também ocorre como inclusão na calcopirita, bem como alguns cristais exibem bordas corroídas por calcopirita. Menos comumente a pirita apresenta-se venulada por calcopirita e bornita.

Pirita é o mineral que evidencia intensa recristalização. No estudo realizado observou-se que existem duas gerações de pirita: a primeira em cristais reliquiais como que "porfiroclastos" que exibem fraturas preenchidas por calcopirita; e a segunda sob forma de cristais euhedrais a subhedrais resultantes da recristalização da primeira. Pequenos cristais de pirita detrítica foram encontrados em algumas amostras, onde ocorrem acompanhando o acamamento reliquiar da rocha encaixante (Sn+1//Sn) principalmente nas porções ricas em material carbonoso (Figura 6).

Covelita ocorre normalmente substituindo bornita e menos comumente calcopirita, apresentando-se na maior parte das vezes nas bordas e em algumas situações ao longo de fraturas destes minerais. Em algumas das amostras estudadas observaram-se inclusões de covelita em calcopirita.

Esfalerita ocorre preenchendo fraturas e por vezes cimentando cristais de pirita recristalizada como também substituída por galena (Figura 7). Em várias amostras a esfalerita apresenta inclusões de calcopirita e em alguns dos cristais registrou-se textura de exsolução de calcopirita.

Galena aparece principalmente associada à esfalerita e ambos os sulfetos apresentam com frequência inclusões de pirita.

Arsenopirita ocorre sob forma de pequenas inclusões em calcocita.

Hematita é o principal mineral de ganga que ocorre associado ao minério sulfetado. Apresenta-se sob forma de pequenos cristais finamente disseminados no filito ou preenchendo pequenas fraturas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A MINERALIZAÇÃO DE COBRE

Alguns aspectos importantes, tais como a presença de pirita detrítica e a associação Cu-Pb-Zn (Ag) sugerem origem vulcano-sedimentar singenética para os filitos mineralizados do membro Pedra Verde. Ainda em apoio a esta hipótese, tem-se a presença de veios mineralizados, que exibem nítido zoneamento mineralógico. Este último, provavelmente relacionado à cristalização progressiva dos sulfetos. O zoneamento inicia a partir da zona de calcocita, passando pelas zonas da bornita, da calcopirita, da pirita, e da galena e esfalerita, à medida em que se afasta da faixa de contato entre os conglomerados Ubari e os filitos Mambira. Esta faixa mineralizada é destituída de deformação e de metamorfismo.

Outro evento importante que permitiu a concentração do cobre em níveis mais elevados, correspondendo aos principais corpos de minério da jazida de Pedra Verde, é o enriquecimento hidrotermal. Este processo ocorreu na área com a percolação de fluídos através das zonas de falha, das microfalhas e das fraturas, o que configura uma feição epigenética para a mineralização.

Observou-se com o estudo das secções polidas que calcocita e bornita ocorrem frequentemente associadas, entretanto o mesmo não sucede com calcocita e pirita. A calcopirita em grande parte das amostras ocorre disposta concordantemente com a foliação dos metapelitos (Sn+1). Com grande frequência este mineral também encontra-se associado a carbonatos, com os quais preenche veios e fraturas no filito. Neste caso a calcopirita apresenta contatos retilíneos com os carbonatos, sendo que ambos exibem sinais de deformação, onde são registadas crenulações (Dn+2). Assim durante a cristalização dos carbonatos parte dos sulfetos foi remobilizada e se cristalizou junto aos mesmos durante o preenchimento dos veios, fraturas e até mesmo descontinuidade nos planos de foliação. Bornita, assim como calcopirita, apresenta cristais que exibem arqueamento e localmente se encontram fraturados.

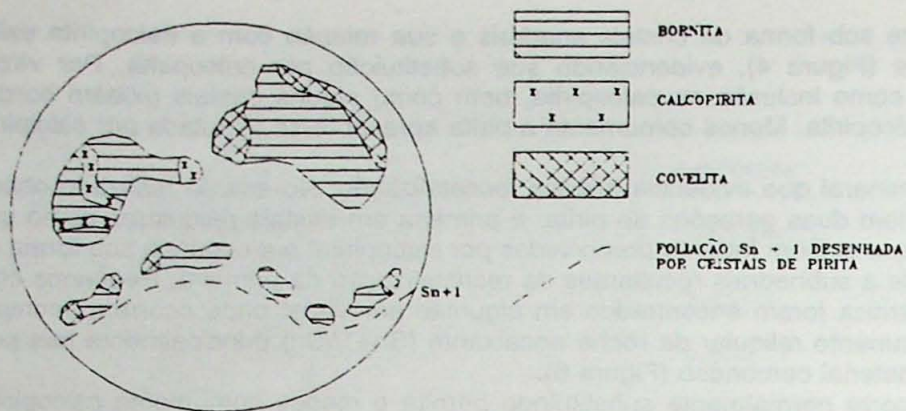


FIGURA 6 - Textura de boros desenvolvida entre bornita e corvelita e calcopirita (venulos). A foliação $S_n + 1$ e marcada por pequenos cristais de pirita. (Aumento 80X).

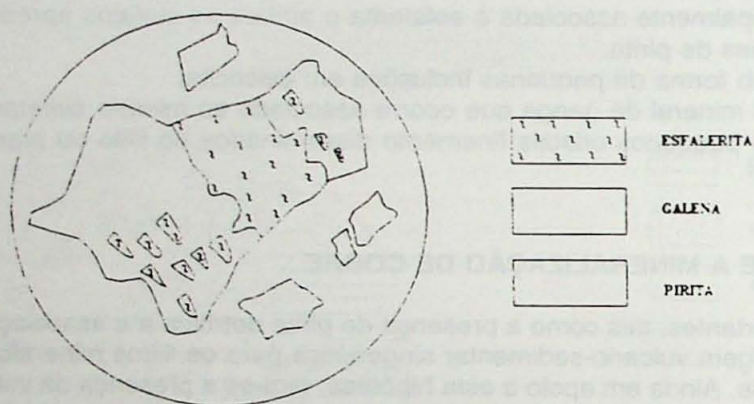


FIGURA 7 - Substituição da galena por estalerita em filito. As piritas são de 2ª geração ($D_n + 2$). (Aumento 80X).

Caráter da Deformação Elementos Planares	Deformação Dúctil Dn+1 Sn+1//Sn	Deformação Dúctil/Rúptil Dn+2 Sn+2 Fraturas/Microfalhas
Minerais		
Esfalerita		
(ZnS)		-----
Galena		
(PbS)		-----
Covelita		
(CuS)	-----	
Bornita		
(Cu ₅ FeS ₄)	-----	
Calcocita		
(Cu ₂ S)	-----	
Arsenopirita		
(FeAsS)	-----	
Calcopirita		
(CuFeS ₂)	-----	
Pirita		
(FeS ₂)	-----	

FIGURA 8 - Seqüência paragenética dos minerais sulfetados presentes no minério de cobre da jazida de Pedra Verde.

A sequência paragenética dos minerais sulfetados presentes no minério de cobre de Pedra Verde, é apresentado na Figura 8.

Em função dos dados apresentados e disponíveis atualmente, a origem singenética vulcano-sedimentar para o minério de cobre da jazida de Pedra Verde pode ser sugerida. Este modelo ainda é sustentado por dois outros fatos importantes. O primeiro se relaciona à presença de turmalina verde autígena junto à zona mineralizada (PROMISA, 1976) e o segundo à paragénese mineral observada, com galena e esfalerita situadas na porção superior do jazimento, o que é comumente encontrado em depósitos vulcano-sedimentares (Plimer, 1978). O próprio teor em cobre exibe uma variação vertical, crescendo em direção ao topo da Formação Pedra Verde, conforme é verificado em depósitos de cobre que se enquadram neste modelo genético. Entretanto este jazimento primário não apresenta minério com teores elevados em cobre, sendo a concentração inicial submetida a epigênese através de processo hidrotermal. A ação deste processo resultou na remobilização do cobre e sua posterior concentração em zonas de descontinuidades existentes no filito, permitindo com que fossem gerados corpos de minério mais enriquecidos em cobre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro: Boletim DNPM/DGM (241), 1967. 36 p.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B. DE B.; FUCK, R.A. Províncias estruturas brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, 1977, Campina Grande, Atas... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 363 - 391.
- COLLINS, J.J. & LOUREIRO, A.R. A metamorphosed deposit of precambrian supergene copper. Econ.Geol. v.66, p. 192-199, 1971.
- COSTA, M.J.; FRANÇA, J.B. DE; LINS, C.A.C.; BACCHIEGGA, I.F.; HABEKOST, C.E. & CRUZ, W.B. DA. Projeto Jaibaras (Relatório Final). Recife: DNPM/CPRM, 1973. 282 p.
- KORPERSHOECK, H.R.; MENDONÇA, J.A.C.DE; TORQUATO, J.R.F. A geologia da região de Pedra Verde, Ceará. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 9, 1979, Natal, Atas... Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. p.349 - 363.
- MELLO, A.A. Características geológicas e metalotectônicas dos cinturões móveis do Nordeste Oriental. Recife: CPRM, 1979. 82 p. (inédito).
- PEDREIRA, L.H.S.I. & TORQUATO, J.R.F. - 1991 - Formação São Joaquim. Base do Grupo Martinópole? ou Grupo São Joaquim? In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 14, 1991, Recife, Atas... Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1991. p. 26-29.
- PLIMER, I.R. Proximal and distal stratabound or deposits. Min. Depos. v.13, p. 345-353, 1978.
- PRADO, F.S.; MENDONÇA, J.C.G.S.; MORAIS, J.B.A.; MEDEIROS, M.F.; ASSUNÇÃO, P.R.S.; ANDRADE, V.A.; MEDEIROS, R.P. Geologia da região noroeste do Ceará Projeto Martinópole (Relatório Final). Brasília: DNPM/CPRM, 1981. 59 p.
- PROMISA, Mineração e Prospecção Minerais S/A. Projeto Pedra Verde, CE-Cobre. (Relatório Final de Pesquisa). Fortaleza: 1976. 46 p. (inédito).

SANTOS, T.J.S. Aspectos Geológicos de uma área a Sudeste de Granja, região noroeste do Ceará. Rio Claro, 1993. 159p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, E.J. & BRITO NEVES, B.B. de B. Província Borborema. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1984. p. 123 - 186.

RESUMO

O presente trabalho é desenvolvido no Município de Granja, região noroeste do Ceará, visando a caracterização geológica e estrutural da área, bem como a identificação das unidades geológicas e a determinação da idade relativa das mesmas.

No âmbito do Departamento de Geologia, a área estudada é considerada uma unidade geológica independente, denominada de Província Borborema.

Por meio de um estudo de campo, realizado em conjunto com o Departamento de Geologia, foram identificadas as unidades geológicas e a determinação da idade relativa das mesmas. Para isso, foram utilizadas as técnicas de geologia estrutural, geologia estratigráfica e geologia sedimentar. Os resultados obtidos são apresentados no presente trabalho, bem como as conclusões alcançadas.

RESUMÉ

Le Cycle Géologique de la région de Granja, dans le Nord-Ouest du Ceará, est étudié dans ce travail. L'objectif est de caractériser géologiquement et structuralement la zone, ainsi que de déterminer l'âge relatif des unités géologiques. Dans le cadre du Département de Géologie, la zone étudiée est considérée comme une unité géologique indépendante, désignée sous le nom de Province Borborema.

Par une étude de terrain, effectuée en collaboration avec le Département de Géologie, les unités géologiques ont été identifiées et leur âge relatif déterminé. Les techniques de géologie structurale, géologie stratigraphique et géologie sédimentaire ont été utilisées. Les résultats obtenus sont présentés dans ce travail, ainsi que les conclusions.

Palavras-chave:
Geologia estrutural

Palavras-chave:
Géologie structurale