

Pb, Zn, Cu e Ba DO DISTRITO DO PERAU – MODELO SEDIMENTAR  
PARA SULFETOS DO VALE DO RIBEIRA

ALEDIR P. BARBOUR  
*Departamento de Geologia  
Econômica e Geofísica Aplicada*

MARCOS AURÉLIO F. DE OLIVEIRA  
*Departamento de Mineralogia  
e Petrologia*

ABSTRACT

Aledir P. Barbour and Marcos Aurelio F. de Oliveira – Pb, Zn, Cu and Ba from the Perau District, State of Parana – *Sedimentary Model to the Sulphide from the Ribeira Valley* – Boletim IG, Universidade de São Paulo. V. 10: 97-120, 1979

A level of Pb, Zn, Cu and Ba of sedimentary origin associated with intraformational breccias and metaconglomerates occurs within a metasedimentary rock sequence represented by micaschists, calcoschists, limestones and quartzites. Metagneous rocks, characterized as granodioritic orthogneiss and amphibolites, are intercalated within this succession.

General tectonism related to regional metamorphism gave rise, at the district level, to folding and the formation of cataclastic belts in micaschists and orthogneiss rocks, with the local formation of filonites, and recrystallization of tourmaline, epidote and biotite.

A second Cu-mineralized level is situated at a lower level, at the transition from clastic to chemical sedimentary, facies. Galena, sphalerite, chalcopyrite, pyrite, pyrrhotite, cerussite, smithsonite, pyromorphite, goethite, magnetite, barite and the host calcoschist make up the ore and gangue minerals. Pyrite and chalcopyrite show two distinct generations.

Stratigraphic, geochemical, lithologic and paleogeographic "metalotectes" represent the most useful tool for prospection of sedimentary syngenetic deposits in the vale do Ribeira.

RESUMO

Um veio-camada de Pb, Zn, Cu e Ba de origem sedimentar associado a brechas intraformacionais e metaconglomerados mineralizados está inserido em um pacote de rochas metassedimentares representadas por micaxistos, calcoxistos, calcários e quartzitos. Nesta sequência intercalam-se rochas de origem ígnea, caracterizadas como ortognaisses granodioríticos e anfíbolitos.

Outro nível mineralizado em Cu localiza-se em horizonte inferior, na passagem de fácies sedimentar clástica para química.

Tectonismo geral relacionado ao metamorfismo regional provocou dobramentos e formação, a nível de distrito, de faixas cataclásticas em micaxistos e ortognaisses e de filonitos locais, levando à recristalização de turmalina, epidoto e biotita.

Galena, blenda, calcopirita, pirita, pirrotita, cerussita, smithsonita, piromorfita, goetita, magnetita e a encaixante de calcoxistos constituem os minerais de minério e de ganga. Pirita e calcopirita mostram duas gerações distintas.

Metalotectos do tipo estratigráfico, geoquímico, litológico e paleogeográfico constituem instrumentos úteis de prospecção na região para jazidas sedimentares singenéticas.

## INTRODUÇÃO

O distrito do Ribeirão do Perau está localizado junto à confluência dos Ribeirões Grande e Perau, a aproximadamente 30 km a sudeste da cidade de Adrianópolis, norte do Estado do Paraná. Este distrito tornou-se conhecido pelo descobrimento de uma jazida de Cu que foi explorada a partir de 1920, sendo seus concentrados submetidos à metalurgia em Itapeva. Em pesquisas de subsuperfície desenvolvidas posteriormente pela Eletro São Marco Ltda., detentora de alvará de lavra, foram cubadas reservas de 830.000 ton. com 2% de Cu, constituído de minério oxidado e segundo Souza (1972) contendo covelina, bornita, cuprita, cobre nativo, prata nativa, crisocola, azurita e malaquita. O prosseguimento das pesquisas locais para Cu

levaram ao descobrimento de um veio-camada portador de Pb, Zn, Cu e Ag, localizado acima do nível cuprífero conhecido. As pesquisas deste horizonte revelaram reservas comprovadas de 509.700 ton. de minério, com teor de 3,4% de Pb. Desde o início da lavra têm sido produzidas mensalmente cerca de 3.000 ton. de minério de Pb, com teor mínimo de 6%. De início e por alguns anos a jazida foi explorada a céu aberto, seguindo-se depois lavra subterrânea, com galerias e planos inclinados abertos ao longo da camada. As bocas das galerias situam-se nas cotas de 461, 438, 418, e uma nova galeria na cota de 374 m, próxima ao Ribeirão do Perau. O veio camada mergulha para NW em média 30°, possibilitando o desmonte subterrâneo entre as galerias superiores. (Fig. 2). O teor de 6% de Pb é atingido por seleção manual,

## ESTRATIGRAFIA (Marini et al., 1967 modificada por Fuck et al., 1971)

	<i>FORMAÇÃO</i>	<i>LITOLOGIAS</i>	<i>ESPESSURA AVALIADA</i>	
PRECAMBRIANO SUPERIOR	GRUPO AÇUNGUI	Água clara	Filito-calcário, calcários e metabasitos discordância?	~ 1.000 metros
		Votuverava	Filitos, quartzitos, calcários, metaconglomerados e metabasitos discordância?	~ 2.500 metros
		Capiru	dolomitos, quartzitos, filitos e metabasitos discordância?	~ 2.000 metros
		Formação Setuva	paragneisses, quartzitos, quartzo-xistos, micaxistos e metabasitos com quartzitos ferruginosos subordinados discordância?	~ 2.500 metros
PRECAM- BRIANO MÉDIO(?)	Complexo cristalino	migmatitos (embrechitos e epibolitos), xistos e ultrabásicas		

TABELA 1

Pb, Zn, Cu e Ba NO DISTRITO DO PERAU, PR

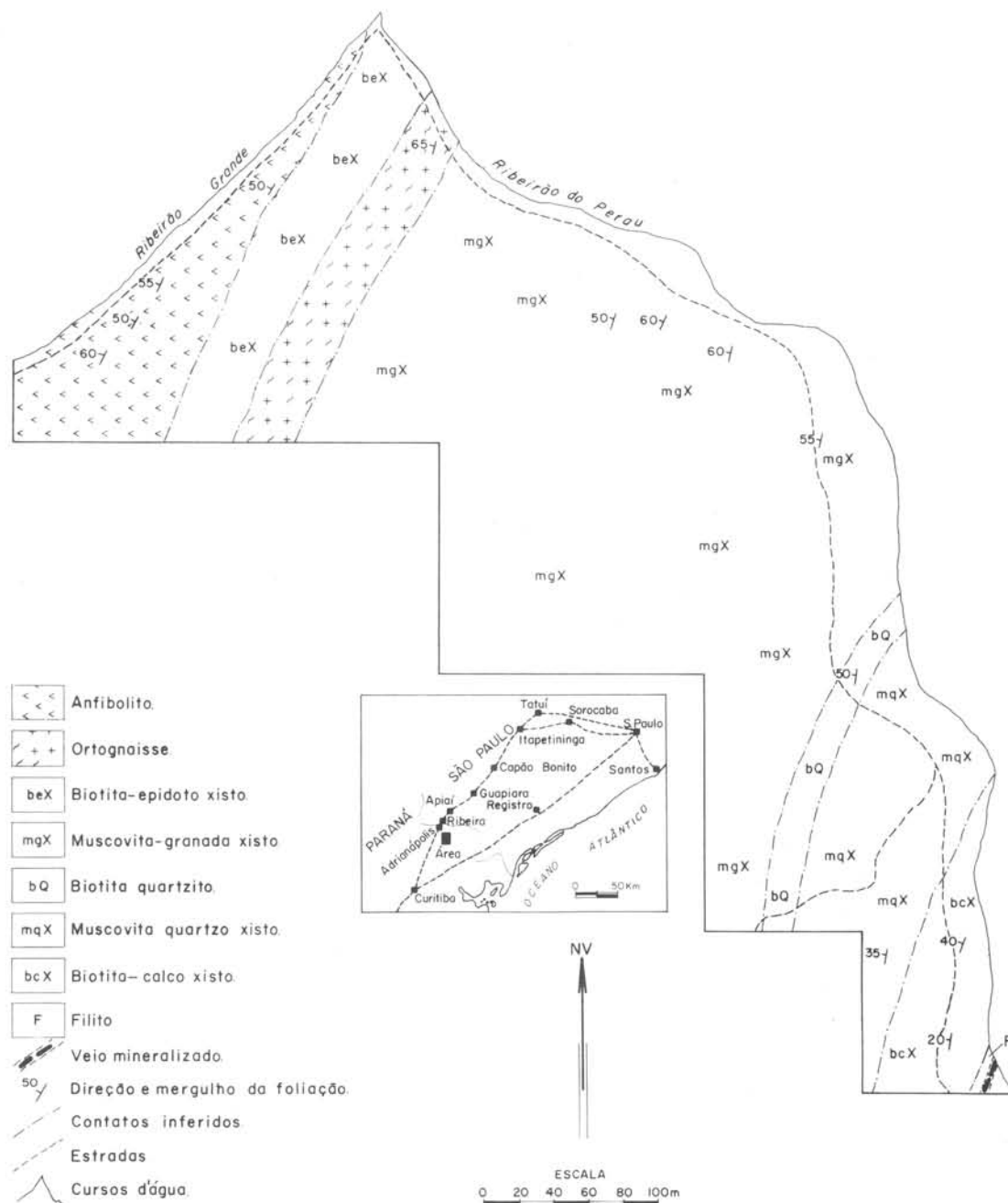


Fig.1-ESBOÇO GEOLÓGICO DA BARRA DO PERAU

extraindo-se além de Pb, Zn e Cu e uma média de 100 g/ton. de Ag.

### AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa tornou-se viável graças ao auxílio financeiro do CNPq (Proc. 22220850/77) ao programa de pesquisas que o IG vem desenvolvendo no Vale do Ribeira, assim como à autorização de acesso à Mina do Perau e liberação de dados de pesquisa da Eletro São Marco Ltda, atual detentora de Alvará de Lavra. A gentileza do Diretor desta Companhia Sr. Costabile Raso, e do Gerente da Mina, Sr. Cidomar Biancardi são reconhecidas como de extrema valia. Ao geólogo Miguel José Alves, Dr. Jean Marie Wakermann e Prof. Dr. Irineu M. Souza que nos acompanharam no campo e deram valiosas sugestões, consignamos extensivos agradecimentos.

### GEOLOGIA

A região do Distrito do Perau já foi mapeada, e localiza-se segundo Marini et al (1967) na Formação Setuva, assentada em provável discordância sobre o complexo cristalino, constituído de migmatitos, xistos e ultrabásicas (tabela 1).

Segundo esses autores, a Formação Setuva é constituída de paragneisses, quartzitos, quartzo-xistos, micaxistos e metabasitos com quartzitos ferruginosos subordinados, exibindo espessura de 2.500 m. Supõem eles que esta formação corresponda a um ciclo tecto-orogênico mais antigo que o Açunguí e mais recente do que aquele que deformou o Complexo Cristalino.

Kaefer, et al, 1972, coloca também o distrito do Perau no Grupo Setuva. Em publicação mais recente, Addas, et al, 1978, remaneja o distrito para rochas do Grupo Açunguí.

Limitando-se a análise da geologia a nível de distrito, observa-se uma camada mineralizada intercalada numa sequência metamórfica constituída por micaxistos, anfibolitos, filitos, calcários, calcoxistos, rochas calcossilicáticas e quartzitos. Todos estes tipos apresentam notável estrutura foliada, orientada na direção NE e mergulhando para W. Alguns tipos apresentam

um bandamento milimétrico sendo comuns intercalações de xistos e quartzitos ou de calcários e calcoxistos com quartzitos. Tanto a foliação como o bandamento podem mostrar dobras de pequena amplitude ou um carreamento, notável principalmente nos filitos e que pode originar uma conspícua lineação nessas rochas (Fig. 1).

Mineralogicamente a composição das rochas citadas é bastante variada. Assim, entre os xistos além das micas (biotita verde ou parda e muscovita) e quartzo podemos ter epidoto, tremolita, granada ou mais raramente albita, clorita e magnetita. Para essas rochas uma textura porfiroblástica é comum, sendo de granada, magnetita e principalmente biotita os porfiroblastos mais comuns. Já os filitos constituem-se de muscovita e biotita muito finas e quartzo, sendo embora pouco abundantes turmalina verde e biotita parda em porfiroblastos, muitas vezes, discordantes da foliação. Os anfibolitos são mais homogêneos, tendo como minerais principais hornblenda (às vezes tremolita) e plagioclásio, embora tenham sido registrados tipos com epidoto (às vezes crescendo porfiroblasticamente), biotita ou magnetita. Textura blastofítica foi observada em algumas amostras, o que poderia indicar uma origem magmática para esses corpos.

Uma maior variedade de tipos petrográficos foi registrada junto aos calcários e calcoxossilicáticas onde se observam calcoxistos com biotita, tremolita e, às vezes, magnetita exibindo por vezes porfiroblastos de biotita, tipos muito ricos em tremolita até tremolititos, calcossilicáticos com tremolita, flogopita, quartzo e calcita, calcários finos, sacaróides ou brechados e recristalizados. Ao contrário, os quartzitos são os tipos mais simples, apresentando, além do quartzo, raras palhetas de muscovita ou biotita e sulfetos.

O pacote de metassedimentos é cortado por três diques de espessura variável, atingindo no máximo 1,30 m. São constituídos por diabásio, com exceção de um que é cortado pela galeria G-1 e que apresenta relações de campo difíceis de serem compreendidas. A área de exposição tão restrita pode sugerir um dique com diferenciação ou dois diques associados, petrograficamente caracterizados como um micro-

foiato e um lamprófiro serpentizado. O primeiro contendo feldspato potássico, aegirina, ghanetita (?) e nefelina, com textura intergranular, granulação média. O segundo foi classificado como um lamprófiro serpentizado, contendo augita, olivina serpentizada, serpentina e plagioclásio, com textura porfírica. Estas rochas hipoabissais de granulação fina parecem cortar toda a sequência estratigráfica do distrito.

Resta citar ainda dois tipos de rochas que, embora de ocorrência restrita na área estudada, podem ter importância genética grande: são eles um orto-gnaise granodiorítico muito cataclado constituído de quartzo, plagioclásio, hornblenda verde azulada, microclínio e granada e orientado concordantemente com a foliação, e um metaconglomerado a ser descrito pormenorizadamente em capítulo posterior.

A camada de minério está inserida nos calcoxistos e rochas calcossilicáticas (Foto 1), tendo como base um corpo lenticular de filitos. Os calcoxistos e calcossilicáticos acham-se local-

mente brechados, exibindo pequenas dobras em sua foliação, bem como pequenas falhas, notando-se uma recristalização generalizada posterior a esses fenômenos.

Os xistos e filitos evidenciam um sistema de fraturas com três direções distintas, sendo a predominante N 20° W com mergulho aproximado de 35° W. As falhas de rejeito mensurável variam em sua atitude de N 20 – 40° E com mergulhos de 55° W até subverticais.

Eixos de pequenos anticlinais e sinclinais possuem direção no quadrante NE, com caimento para S.

Estudos da tectônica regional da região do Perau mostraram a formação de anticlinais abertos situados no flanco noroeste de um anticlinal maior.

As associações minerais das rochas estudadas no distrito permitem-nos situar as condições de metamorfismo como equivalentes às da fácies xistos verdes ou início de fácies anfíbrito, de acordo com as classificações de Turner (1968) ou aos intervalos de grau baixo a mé-



FOTO Nº 1 – Vista Geral da Mina. Do topo para a base: Biotita calcoxisto (B); calcoxisto com veios quartzo (C); horizonte mineralizado (H); filito (F).

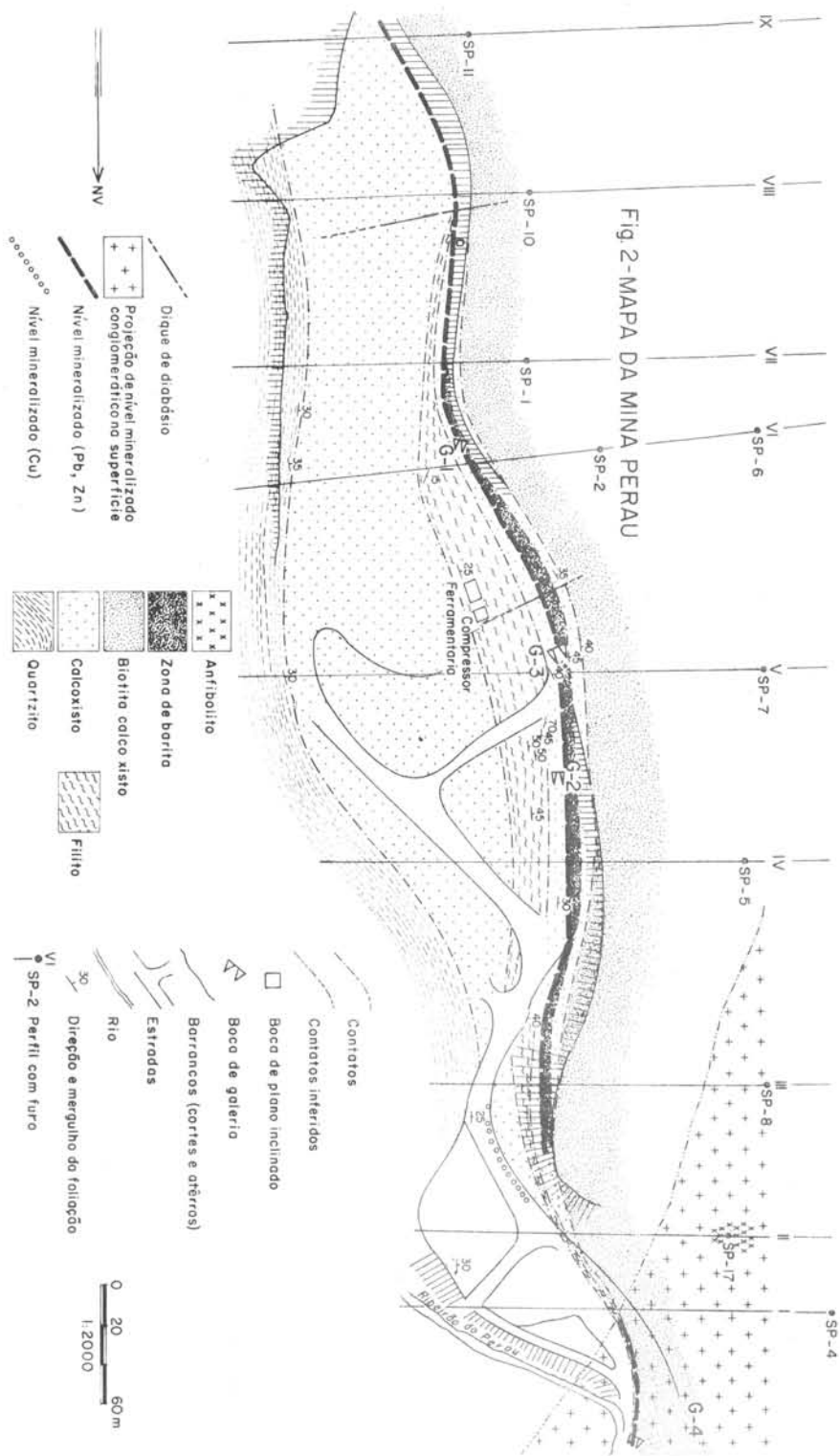
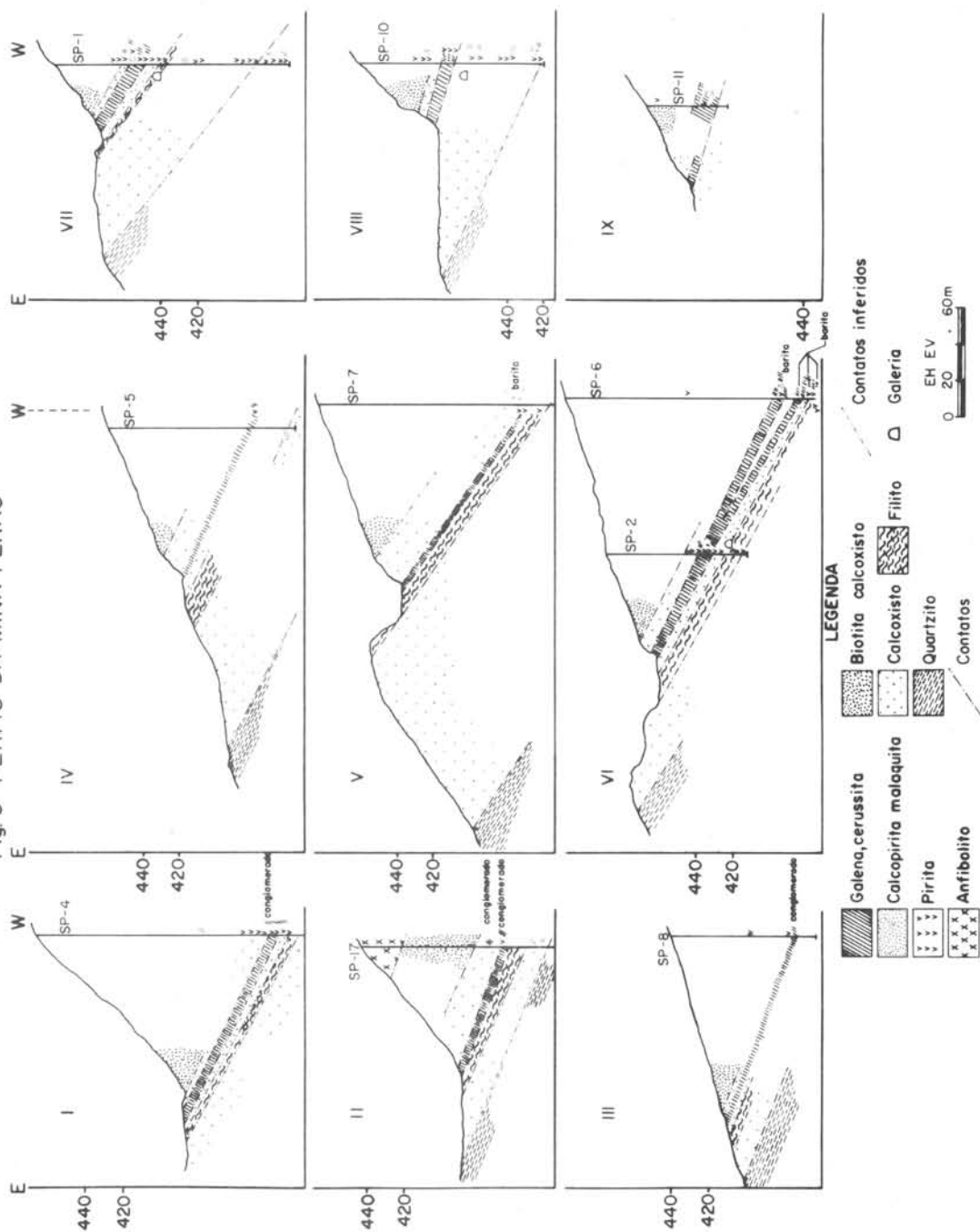


Fig. 3 - PERFIS DA MINA PERAU





dio da nova divisão proposta por Winkler (1976).

Um conjunto de 9 perfis traçados com base em furos de sondagem e nos afloramentos, evidencia a geometria do veio-camada assim como sua atitude dentro do pacote de metassedimentos da Formação Setuva (Fig. 3).

Levando-se em consideração que a espessura do veio camada representado nos perfis, não indica necessariamente intensidade de mineralização, uma observação rápida dos perfis mostra:

1. A continuidade do horizonte mineralizado, apesar da mudança de espessura e do mergulho (esta continuidade é observada também no mapa geológico da Fig. 2).

2. Que o horizonte sulfetado tem uma posição estratigráfica muito bem definida, acima de uma lente de filito e abaixo de uma lente de barita; todas estas rochas estão contidas em uma fácies carbonática da sequência, representada por calcoxistos.

3. Que, se bem que haja perturbações locais, estas se apresentam em uma amplitude tal que na escala do perfil são pouco visíveis.

4. Que a galena está presente também em disseminações fracas fora do nível de mineralização principal, mas não aparenta continuidade de modo a definir um segundo horizonte plumífero.

5. Que a pirita é um sulfeto relativamente comum no pacote metassedimentar e acha-se disseminada em vários tipos de rochas tais como biotita calcoxisto e mesmo quartzito.

6. Que a calcopirita, em parte à semelhança da pirita, apresenta-se disseminada em biotita calcoxistos, calcoxistos e no horizonte mineralizado.

7. Cinco furos de sonda interceptaram o nível de barita sempre associado ao topo do horizonte mineralizado.

8. Que os furos SP 4, 17 e 8 registram o nível mineralizado em grande parte representado por conglomerados cimentados por sulfetos. O furo SP 17 mostra um segundo nível de conglomerado mineralizado, localizado acima do horizonte sulfetado. Os três furos mencionados, assim como a galeria G-4, ajudaram a delimitar no mapa da Fig. 2 a área de conglomerados que deve representar a borda noroeste da pequena

bacia assim considerada com base na energia de transporte dos clásticos e químicos.

9. Que apesar da continuidade do nível sulfetado, tudo parece indicar que a mineralização torna-se mais diluída na direção oeste, em consequência de digitações ou subdivisões do nível sulfetado, a exemplo do que ocorre no perfil VI. Os leitos de mineralização mais densa persistem e aqueles de mineralização incipiente desaparecem, dificultando sobremaneira os trabalhos de lavra subterrânea.

“Microteores de Pb tem se mostrado elevados em leitos centimétricos de calcários escuros de Pannels e outros distritos” (Odan, 1978, p. 1547). No Pérau os teores de vários elementos em rochas da capa e lapa do veio-camada, exibem valores anormais, e poderiam constituir um instrumento auxiliar na prospecção regional, além de favorecer, em termos gerais, a hipótese de origem singenética.

A distribuição do Pb, Zn, Cu, Ag e Au em relação à litologia do distrito e proximidade do veio-camada, mostra características susceptíveis de serem correlacionadas a outros distritos. Segundo a Tabela 2, Cu apresenta comportamento anômalo com a proximidade do veio-camada. Esta anormalidade poderia ser explicada pelo fato deste elemento exibir mineralizações incipientes em vários níveis do calcoxisto, fora do veio camada, como pode ser observado no perfil da Fig. 3.

Os demais elementos crescem em teor com a proximidade do veio-camada e decrescem nas rochas da lapa. O Zn mostra teores ainda elevados nas rochas filíticas da lapa, sugerindo um zoneamento na sua distribuição espacial. Vale considerar que os valores encontrados no distrito são contrastantes com os teores do Grupo Açungui, onde Melcher (1968) registrou teores médios de 4 ppm e Bettencourt (1974) obteve valores entre 10 e 15 ppm (In: Bettencourt, 1976).

Com respeito a zoneamento, Melcher (1968) sugere para Pannels e Furnas um zoneamento vertical, com um aumento nas proporções de blenda e pirita com a profundidade.

O Au mostra teores bastante baixos em relação à Ag, fato este condizente com a conceituação de jazidas sedimentares de origem não vulcanogênica. Novas análises de amostras



TABELA 2

TEORES DOS ELEMENTOS DE ACORDO COM AS ROCHAS  
E PROXIMIDADES DO VEIO-CAMADA

	<i>Pb</i> %	<i>Zn</i> %	<i>Cu</i> %	<i>Ag</i> ppm	<i>Au</i> ppm
Calcoxisto	0,08 (33)	0,02 (20)	0,03 (32)	4,0 (18)	< 0,1 (20)
Calcoxisto, junto do veio-camada	0,33 (6)	0,09 (6)	0,01 (6)	8,0 (8)	< 0,1 (5)
Veio-camada	4,90 (66)	0,60 (58)	0,04 (66)	47,3 (44)	< 0,1 (44)
Filito, junto do veio-camada	0,31 (2)	0,65 (2)	0,08 (2)	9,2 (2)	< 0,1 (2)
Filito	0,11 (2)	0,48 (2)	0,02 (2)	7,5 (2)	< 0,1 (2)

(33) número de análises

das minas e de sondagem poderão, em futuro próximo, esclarecer melhor as relações entre as rochas e os elementos mineralizantes, assim como a distribuição espacial de ambos.

#### METAMORFISMO E SEUS EFEITOS NAS ENCAIXANTES E SULFETOS

Vários autores têm sido unânimes em considerar que os principais fatores responsáveis pelas texturas metamórficas de minérios são o esforço orientado (stress), temperatura elevada, tempo extensivo de atuação e soluções metamórficas, e que estes fatores provocam o surgimento de texturas granoblásticas mais grosseiras e, muitas vezes uma segregação seletiva dos sulfetos em bandas alternadas. Os sulfetos do Perau exibem bandas mal segregadas, consideradas como herança de deposição primária, mesmo porque o grau de metamorfismo é por demais baixo para provocar este tipo de fenômeno.

As características físicas e a forma do depósito indicam que os sulfetos do distrito sofreram modificações em sua granulação, forma e possivelmente mineralogia, mesmo em se considerando que a faixa de estabilidade deste grupo de minerais é muito ampla e que como regra,

eles não refletem o grau de metamorfismo ao qual foram submetidos. Esta última observação tem respaldo no pequeno número de componentes (ou fases) comumente presentes no minério, assim como pelo fato das fases de alta temperatura reverterem para fases de baixa temperatura durante o resfriamento.

O posicionamento da camada sulfetada como um horizonte estratigráfico contínuo, mostra que o metamorfismo não teve ação intensa na mudança da forma geral do corpo de minério, entretanto observa-se um adernamento do pacote de metassedimentos para NW. Mais particularmente, os sulfetos concentram-se durante o metamorfismo em zonas mineralógica e estruturalmente mais favoráveis, formando pequenas e indecisas digitações que muito pouco transgrediram os limites da camada guia mineralizada. Mas, circunscrito aos limites desta camada, formaram-se veios maciços de posicionamento relativo diagonal a paralelo, com mineralização mais intensa, homogênea e contínua, distribuídos em uma camada disseminada, mais fraca. São as digitações, localmente entrecruzadas, às vezes anastomosadas.

A mudança textural parece ser a mais evidente característica provocada pelo meta-

morfismo. Entretanto, dos minerais do distrito, a pirita parece ser a menos sensível aos fenômenos metamórficos, pelo fato de apresentar duas gerações, uma mais antiga, de granulação fina, mais disseminada, e outra de granulação mais grosseira, formando horizontes mais densos, sendo que o metamorfismo não conseguiu uniformizar estes dois tipos. A pirita fina mostra ainda, aparentemente, sua disposição original, com vestígios do acamamento preservado, a despeito do metamorfismo.

Contraditoriamente, em paragêneses de sulfetos metamórficos, a pirita tem sido considerada como o mineral mais sensível a transformações provocadas por metamorfismo (Vokes, 1968). Esta aparente contradição pode ser explicada pelo grau de metamorfismo das rochas do distrito do Perau, considerado como de grau baixo a médio (xistos verdes ou início de fácies anfíbolito). Segundo o mesmo autor, graus mais elevados de metamorfismo provocam um aumento gradual na granulação da pirita.

A presença de magnetita em níveis delgados com grande continuidade lateral, inseridos nas encaixantes metassedimentares, fora do veio camada, parece ter conotação genética sedimentar, sem vestígios de uma possível oxidação a partir de pirrotita. A pirrotita descrita no distrito parece ser resultado de metamorfismo local de caráter termal, com provável desulfurização da pirita para a pirrotita.

A blenda não parece ser, no distrito, um mineral indicativo de grau de metamorfismo dos sedimentos contendo Zn. Os metaconglomerados estão enriquecidos em blenda, às expensas da diminuição da porcentagem de galena.

A galena e a calcopirita são os minerais mais móveis pelo fato de responderem plasticamente aos processos deformativos e termais. A galena, especialmente, mostra fenômenos generalizados de recristalização e deslocamento ao longo de fraturas e zonas de deformações. Foi observada orientação morfológica preferencial dos grãos de galena e blenda, fenômeno este ausente nos demais sulfetos.

Não foram observadas texturas clásticas ou de cominuição nos sulfetos, apesar de fenômenos de brechação, boudinage, dobramento com fragmentação e faixas cataclásticas nos

micaxistos e ortognaisses, com a formação até de filonitos. Talvez os esforços tenham sido seguidos localmente de processos termais com apreciável calor, evitando a formação de texturas cataclásticas.

No distrito do Perau as encaixantes prestam-se eficientemente para observações relacionadas ao metamorfismo e certos aspectos são relevantes para a mineralização. Na interrelação sulfeto/encaixante, os sulfetos demonstram clara afinidade com os calcoxistos, especialmente aqueles mais ricos em carbonato. Os calcoxistos apresentam localmente fácies mais carbonáticas, classificadas com base em análises químicas (Souza, 1972), em dolomitos calcários silicosos e calcários.

Matéria orgânica dispersa em partículas normalmente muito finas imprime cor escura a folhelhos, mesmo quando em porcentagens ao redor de 1 por cento (Taylor, 1971). Pode ser remanejada por ação termal, introduzindo-se epigenicamente em camadas de rochas vizinhas. Chega mesmo a ser consumida para a formação de carbonatos (op. cit.). Segundo Melcher (1968), determinações de matéria orgânica efetuadas em calcários encaixantes do minério no distrito do Rocha e Lageado exibiram respectivamente 0,31 e 0,10, 0,44, 0,05, 0,04.

Em fácies mais carbonáticas do Perau, matéria orgânica define horizontes ricos e pobres alternados, formando inflexões arqueadas que sugerem possível remanejamento por ação termal (Foto 7).

As zonas escuras carbonosas condicionaram a deposição original dos sulfetos primários, assim como sua localização durante o processo de metamorfismo.

Odan et al (1978) descreve em Pannels, mineralização preferencial de fácies mais escuras dos calcários.

#### METACONGLOMERADOS SULFETADOS

Ocupam a zona noroeste do distrito (Fig. 2) e chegam em sua máxima espessura conhecida (Galeria G-4), a atingir 2 m. Em direção ao centro da bacia e localmente, os metaconglomerados passam a fácies contendo clastos mais angulosos, aproximando-se de uma brecha sedimentar e neste caso admitem fragmentos de ro-

chas carbonáticas, como consequência de uma intermistura da banda sulfetada com as encaixantes.

A porção clástica dos metaconglomerados é constituída de seixos de quartzo, micaxistos e filitos, com grande quantidade de grãos de quartzo arredondados, com diâmetro médio de 3,0 mm. (Foto 2). Os seixos e grãos não mostram vestígios de deformação pela atuação do metamorfismo, mas, muitos grãos de quartzo estão revestidos de uma película de galena com alguma pirita. Seixos de quartzo mostram galena e pirita no interior de fraturas.

A massa cimentante é escura (matéria orgânica), de granulação fina, constituída de blenda de granulação muito fina e galena, localmente mais grosseira. Pode conter também bastante pirita.

Na galeria G-4 (Fig. 4), os metaconglomerados podem ser divididos em três níveis de acordo com o quociente clásticos/químicos. Por este quociente fica evidente um zoneamento de deposição, com os bordos superior e inferior

mostrando clásticos predominantes, observando-se no inferior fragmentos da camada subjacente. Os três níveis contêm sulfetos disseminados, com uma mineralização menor no nível intermediário, onde os clásticos e químicos se fazem representar na mesma proporção.

### BRECHAS INTRAFORMACIONAIS

Vários fenômenos ocorridos penecontemporaneamente à sedimentação clástica/química sulfetada explicam satisfatoriamente a formação destas brechas, sem solicitar a atuação de componentes tectônicos diretos. Entre os fenômenos caracterizados no distrito como atectônicos, ressalta-se a presença de delgados e descontínuos níveis destas brechas intraformacionais, representando estruturas sedimentares de deslize, talvez provocadas ou associadas à erosão penecontemporânea à deposição dos estratos. Só foram registradas em horizontes ricos de galena, sem pirita ou calcopirita visíveis. Este fenômeno, que é restrito às bandas ricas de gale-

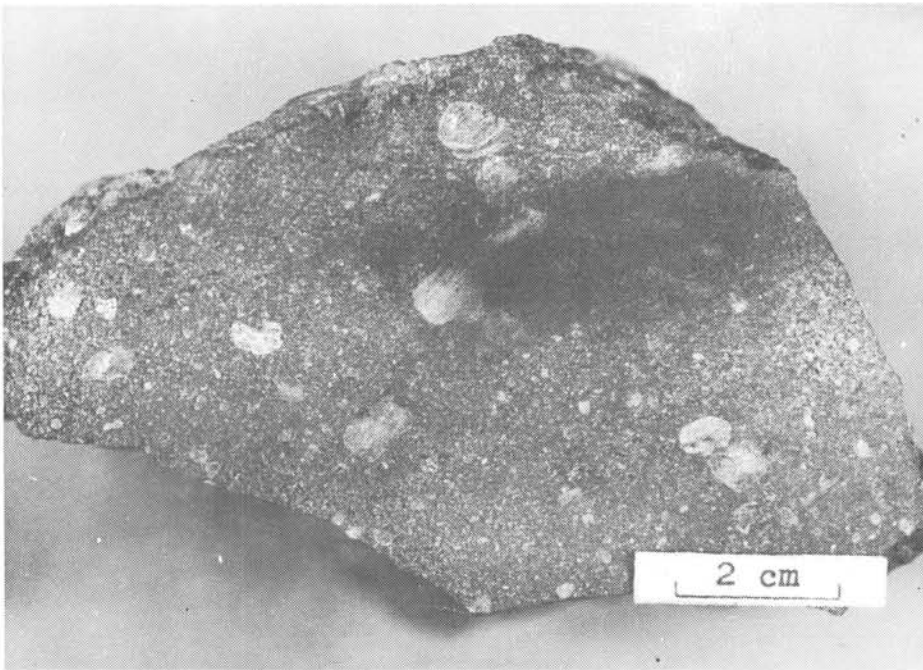


FOTO Nº 2 – Metaconglomerado com seixos predominantes de quartzo cimentado por sulfetos.

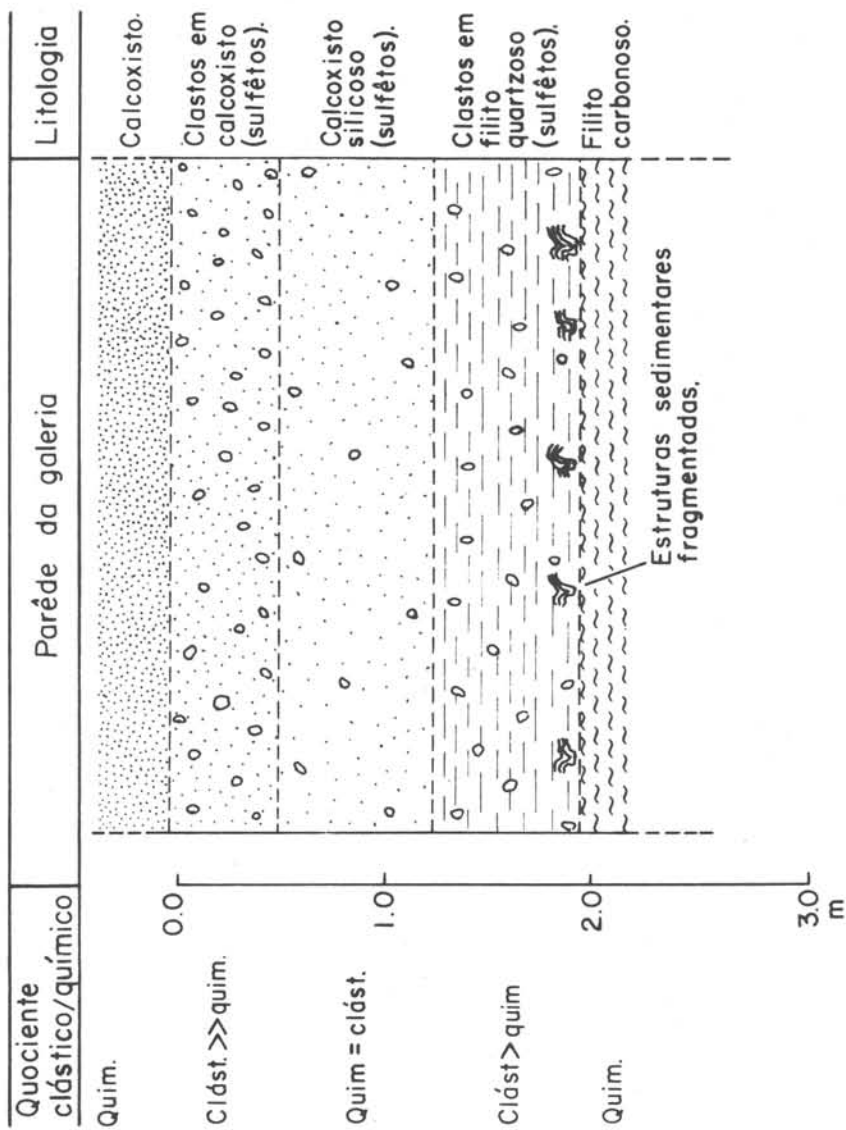


Fig. 4 - PERFIL ESQUEMÁTICO DA ZONA, CLÁSTICA CONGLOMERÁTICA (GALERIA G-4)

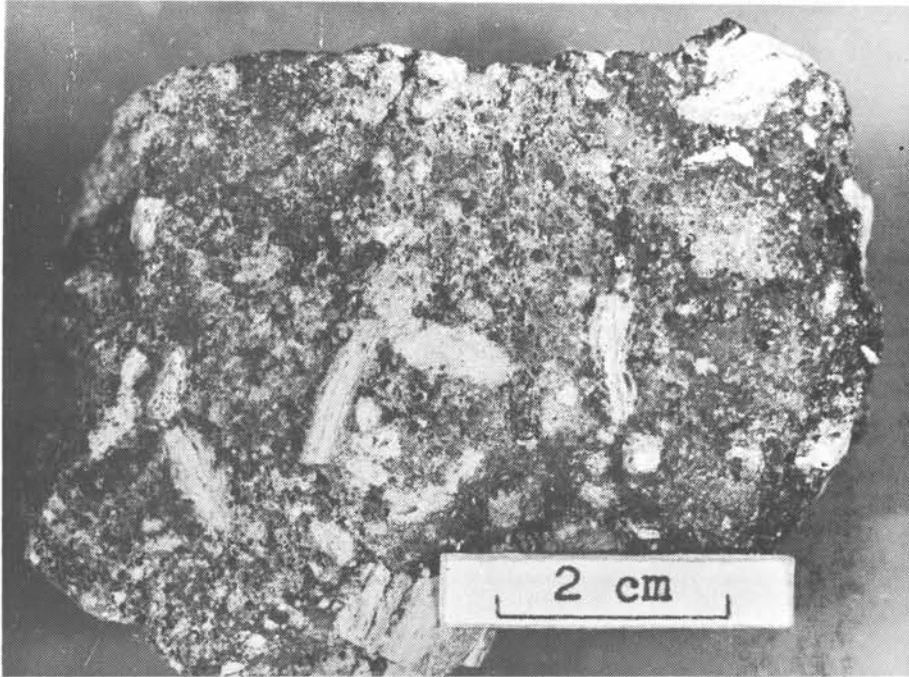


FOTO Nº 3 – Brecha intraformacional com fragmentos de calcoxisto alterado (claro) e cerussita predominante constituindo o cimento.

na, pode originar-se do fato de ocorrer um componente denso, alternado e/ou envolvido por sedimentos inconsolidados menos densos, ambos assentados num assoalho levemente inclinado, talvez junto a alguma irregularidade local da bacia de deposição.

### PIRITA

A pirita é mineral muito comum no nível mineralizado e disseminada amplamente nas rochas do distrito. É o sulfeto mais antigo e constitui bandas ou horizontes delgados de grande continuidade ao longo do filão. Este modo de ocorrência sugere uma primeira geração de pirita. Uma segunda geração mostra-se mais grosseira, com hábito anhédrico, irregular e arredondado, presente no filão e rochas locais. Forma-se com certa preferência em bandas quartzosas e em calcoxistos carbonáticos escuros. A pirita é o mineral mais seletivo de toda a assembléia de sulfetos, constituindo a matéria orgânica, um ativo controle para sua formação.

A pirita formada dentro de cristais de galena apresenta bordas mais arredondadas, suaves, em contraposição aos cristais formados na ganga, que apresentam-se com hábito irregular. A primeira parece ser formada pela substituição da galena.

A alteração de horizontes ricos de pirita imprimiram às águas vadasas pH acentuadamente ácido, responsável pela alteração profunda das rochas encaixantes, mais em especial aquelas subjacentes. Em consequência, as encaixantes dos sulfetos são esbranquiçadas, porosas e friáveis. Entretanto o Fe liberado da alteração da pirita forma hidróxidos/óxidos que precipitam nas proximidades imediatas do horizonte, cimentando e imprimindo coloração marrom avermelhada à encaixante. Matéria orgânica de um lado e, rochas silicatadas e carbonatadas do outro, intensificam ou neutralizam a ação das soluções tornadas ácidas pela alteração de horizontes piritosos. Galena coexistente com pirita em um horizonte imediato é alterada pelo mesmo processo, formando ce-





FOTO Nº 4 – Falha normal cortando o horizonte de sulfetos oxidados, com rejeito visível – Encaixante: calcoxisto.

russita ferruginosa, de coloração marrom escura.

### CALCOPIRITA

Ocorre preferencialmente em bandas carbonáticas escuras, na forma de pequenas inclusões em cristais de galena e pirita. É menos seletiva do que a pirita e galena e ocorre dispersa nas rochas quartzosas do distrito (Foto 6). Não costuma formar bandas maciças, mas ocorre disseminada no horizonte mineralizado, e mesmo nas brechas de galena. Formou-se após a primeira geração de pirita e galena e muito comumente os cristais preenchem o microfraturamento da rocha encaixante do veio camada.

Localmente substituída por covelina (alteração?). Pode formar pequenas inclusões dentro da galena e tem um contrôlo específico com os horizontes carbonosos do calcoxisto (Foto 7).

Nos locais onde a calcopirita mineraliza mais intensamente, observam-se pequenas cavi-

dades ou zonas porosas talvez indicativas de substituição por soluções geradas durante o metamorfismo.

### GALENA

É o sulfeto predominante e mais valioso na mina do Perau. Apresenta-se em níveis grosseiramente concordantes com a estratificação dos metassedimentos. Chama a atenção pela continuidade da mineralização, muito embora com intensidade bastante variável, tendo se formado, após a primeira geração de pirita.

Sob efeito de metamorfismo a galena recristalizou-se formando manchas, zonas contínuas quase maciças ou disseminadas, tendo localmente sofrido espichamento “boudinage”. Como consequência, ela transgride os estratos originais e comumente preenche fraturas ou interfaces de contato entre camadas de composição diferente. Em direção às bordas do filão a galena decresce, disseminando-se na encaixante até desaparecer.

É visivelmente substituída ou está substituindo ganga carbonática, e muitas vezes o calcoxisto. É substituída também por calcosina e contém pequenas inclusões de minerais de cobre. Localiza-se seletivamente nas zonas carbonosas do quartzo (Foto 6) ou de rochas carbonáticas (Foto 7). Dentro do filão mineralizado há camadas ou lentes isentas de mineralização deixando transparecer o controle litológico de mineralização sedimentar.

Próximo à superfície ou em fraturas ou planos de falha oxida-se totalmente, formando cerussita. Quando intercalada ou envolvida por talco ou sericita, mostra indícios de alteração, talvez relacionados a fluidos liberados durante o metamorfismo.

É o único mineral a constituir níveis de brechas intraformacionais (Foto 3), com contatos regulares e quase geométricos.

#### BLENDAS

Está presente no horizonte mineralizado constituindo cristais ou agregados microscópi-

cos. A granulação fina e semelhança com a ganga carbonática e quartzosa dificulta a identificação macroscópica. Associa-se preferencialmente à ganga carbonática, e ao microscópio mostra reflexões internas marrom avermelhadas indicativas de teores elevados de ferro.

Análise por raio X confirmou a presença de smithsonita no minério oxidado, formada pela alteração da blenda.

No extremo noroeste do distrito, onde o nível mineralizado contém grande porcentagem de clásticos, a porcentagem de blenda aumenta até atingir 5% de Zn em detrimento da porcentagem de Pb.

#### CERUSSITA

Formada pela alteração da galena, adquirindo cor cinza clara a amarelada, aspecto terroso e maior densidade do que os minerais locais alternados. A formação da cerussita depende diretamente das condições locais de alteração do horizonte mineralizado de galena. Entre as galerias G-3 e G-2 (Fig. 2), a profundidade de ação

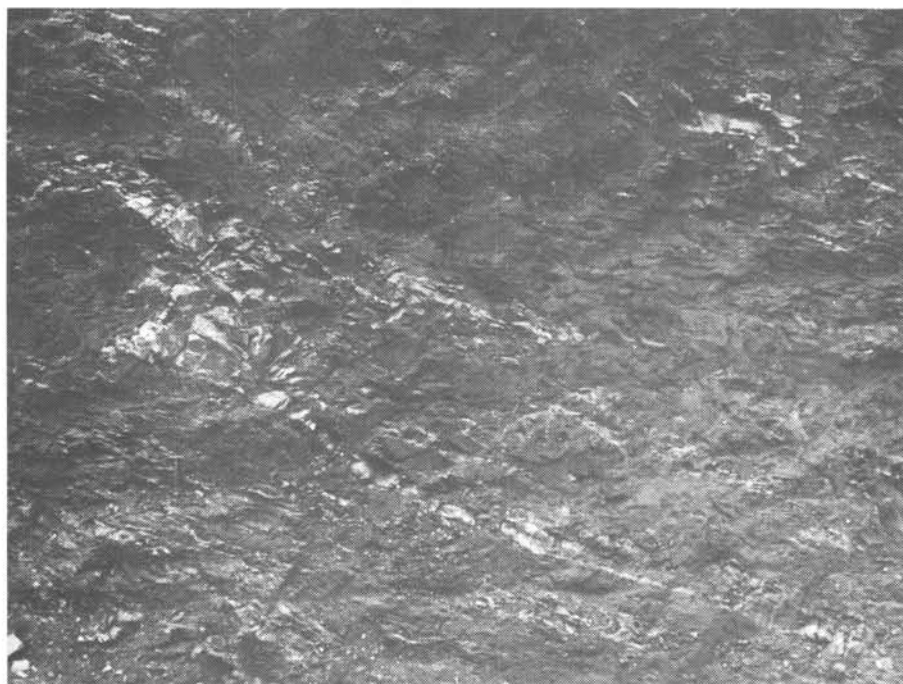


FOTO Nº 5 — Plasticidade e deformação da barita em calcoxisto.



dos agentes intempéricos é maior devido à presença de pequenas dobras, falhas e fraturas (Foto 4). Conseqüentemente, as duas galerias mencionadas foram abertas em uma grande extensão em cerussita. Níveis brechados de galena são oxidados com maior facilidade, formando brechas ricas de cerussita (Foto 3). Muito raramente a cerussita é remobilizada formando delgadas vênulas ao longo de fraturas e cavidades. Na regra geral, a cerussita restringe-se aos locais de ocorrência anterior de galena. Este mineral acha-se misturado com smithsonita e ambas constituem material oxidado de difícil distinção.

### PIROMORFITA

Mineral friável, constituindo delgadas camadas ou preenchendo zonas porosas do calcocisto. Concentra-se em fraturas, falhas, contatos de diques subverticais com as encaixantes, ou ainda em faixas de alteração intensa. É de origem secundária e sua formação tornou-se possí-

vel graças ao fornecimento de P liberado da alteração da apatita contida nos xistos e filitos.

Diagramas de raio X confirmam sua presença e, quando em cristais macroscópicos, exibindo coloração verde clara, ou constituindo material microcristalino friável, com coloração amarelo-ovo.

Quando em concentrações maiores, deve ser separada manualmente do minério. Os métodos tradicionais de flutuação utilizados para concentração de minerais de Pb não são efetivos para a piromorfita.

### BARITA

Segundo Suszczynski (1975), o sul do Estado de São Paulo e o norte do Paraná abrigam duas faixas baritíferas cognominadas de Ocidental (extensão conhecida de 70 km) e Oriental (extensão aproximada de 190 km). Nesta última, um segmento aflorante contínuo estende-se por 17 km, desde Tunas até o Perau. Em Tunas esta faixa biparte-se em dois horizon-



FOTO Nº 6 — Galena e calcopirita com deposição seletiva na zona escura (mat. orgânico) do quartzo.

tes distintos, fundindo-se em um só no Perau. Neste último distrito a barita é sedimentar, não demonstrando nenhuma associação com rochas vulcanogênicas e tampouco com vestígios de ter substituído outro horizonte. A bibliografia específica menciona, neste caso, formação em temperatura inferior a 50eC.

Este mineral está representado no distrito por pequenas lentes, veios e manchas dispersas no calcoxisto, em posição subjacente ao horizonte sulfetado, formando uma grande camada lenticular de aproximadamente 400 m de comprimento. Na zona central, a camada atinge a espessura de 6 m. As lentes individuais de barita chegam a 30 cm de espessura.

A alteração mecânica (degradação) da camada de barita formou na superfície do terreno rolados de cascalho, que foram decapeados no início da lavra da jazida a céu aberto. Ela não está associada diretamente ao nível sulfetado, mas dispõe-se paralela e imediatamente acima, à semelhança da barita de Akhtal, na Armênia (Rubo, 1969).

Próximo à galeria G-2, a barita cimenta estratos curvados, em parte tectonizados. A facilidade de recristalização parece ter determinado seu "caráter cimentante". Em zonas de movimentação mais intensa, a barita sofreu movimentos plásticos ao longo das camadas xistosas, recristalizando-se em manchas irregulares, a exemplo da Foto 5. Localmente submeteu-se a "esticamento", formando corpos alongados.

A mineralização mais intensa do nível sulfetado coincide grosseiramente com o horizonte de barita. Nos extremos da lente, a barita adelgaça juntamente com o horizonte mineralizado, que torna-se mais pobre, admitindo já sedimentos clásticos associados aos químicos predominantes. A barita e os clásticos indicam ambiente, de deposição em águas rasas (Asanaliyev, 1973).

À semelhança de outros distritos, veios de quartzo intercalam-se aos veios de barita, confundindo o observador pela cor e forma. Constitui um horizonte guia para a mineralização de sulfetos.

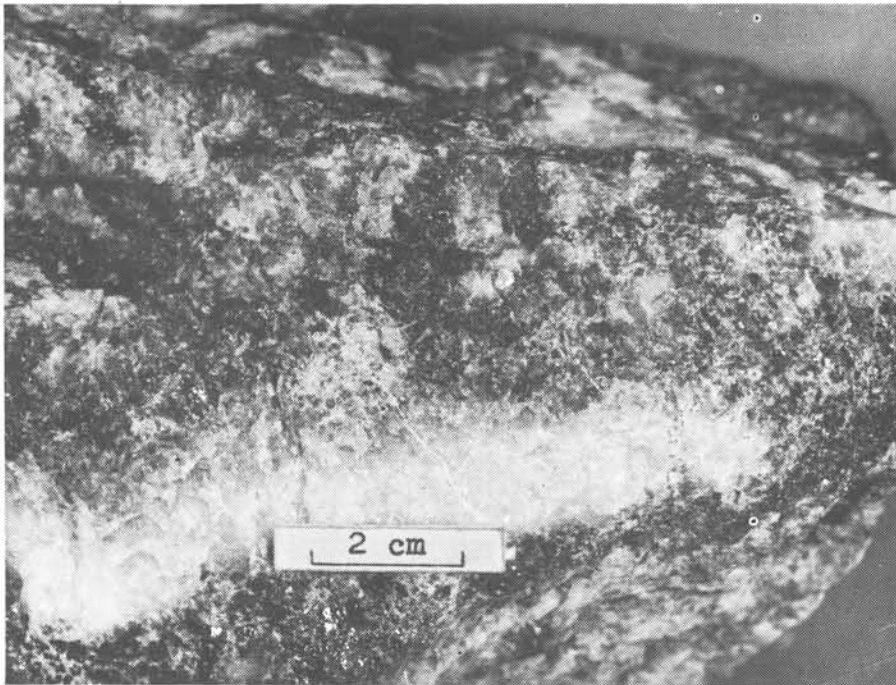


FOTO Nº 7 — Galena e calcopirita com deposição seletiva na zona escura (carbonosa) das fácies mais carbonáticas do calcoxisto.

Mineralizações baríticas são consideradas por Farina, 1978, como guias indiretos para depósitos minerais polimetálicos na região nordeste do país.

### VEIOS DE QUARTZO

Mostram-se com mais frequência no biotita calcoxisto. São paralelos à foliação das rochas e apresentam relativa continuidade ao longo das camadas, chegando a atingir 50 cm de espessura. É bem visível o fenômeno de "esticamento", sucedendo-se em uma mesma camada, zonas espessas e delgadas.

Parece haver uma geração de quartzo mais recente, formada penecontemporaneamente ao metamorfismo, exibindo localmente manchas de pirita, calcopirita e galena. Tremolita, algumas vezes fibrorradiada, associa-se também a esses veios.

### GÊNESE DO DEPÓSITO

Uma série de fatores indica que este depósito pode ser classificado como de origem singenética, tipo veio-camada, com deposição dos metais predominantemente como sulfetos, simultaneamente com os sedimentos encaixantes. Após o processo diagenético, o metamorfismo encarregou-se de modificar, *in situ*, os constituintes originais dos sedimentos, provocando deformações e migrações locais, muito embora de pequena amplitude.

O ambiente de sedimentação representado pelo calcoxisto, mormente onde ele é mais carbonático, apresenta-se como o mais favorável para a deposição dos elementos mineralizantes, especialmente onde esta rocha acha-se impregnada por matéria carbonosa, indicativa de fácies redutora. Teores de Mg mais elevados nos calcários parecem indicar zonas favoráveis para mineralização sulfetada, desde que satisfeitas outras condições geoquímicas de deposição. A lente de filitos que está contida nos calcoxistos e a barita, são indicativos de um compartimento local da bacia com condições mais propícias à mineralização sedimentar.

Metaconglomerados cimentados por uma matriz muito abundante constituída de sulfetos, localizados na zona mais periférica de uma

das bordas da bacia, mostram o caráter sedimentar inequívoco do depósito. O singeneticismo é deduzido da extensão estratigráfica do horizonte, aliada ao fato de ocorrerem estratos delgados com dobras, remanescentes da antiga mineralização, mais comumente contendo pirita, que é o sulfeto mais estável e refratário ao metamorfismo.

Outro aspecto interessante é o fato de encontrarmos seixos de quartzo com fraturas mineralizadas à galena, assim como clastos sulfetados, aparentemente mais antigos, sugerindo uma suposta camada sulfetada que foi erodida e transportada para a "armadilha" da bacia do Perau.

Nos traços regionais e locais nota-se que a repartição espacial da mineralização está sob a rígida influência da paleogeografia sedimentar. A zonalidade está condicionada à paleogeografia, com Pb predominando na zona de deposição química mais central da bacia, e Zn na zona clástica periférica (Fig. 5). O Cu predomina em um horizonte inferior, na passagem da fácies clástica para química, e já mais próximo da sedimentação clástica silicosa (quartzito).

Os metaconglomerados sulfetados que cobrem a área a noroeste do distrito poderiam talvez serem interpretados como um canal mais profundo que adentra a bacia, deformando o traçado regular, que por sua vez é difícil de ser previsto, devido à erosão total dos metassedimentos da borda leste (Fig. 2). Entretanto, esta suposição poderia encontrar respaldo no fato de que o veio camada mergulha para noroeste, correspondendo a um adernamento do bloco naquela direção, e/ou abaixamento original da borda da bacia, talvez um paleocanal por onde haveria o aporte de material químico e clástico grosseiro (conglomerados). Só um plano de sondagem mais profundo e extensivo poderia responder a esta questão. Todavia, parece seguro concluir que do quadrante noroeste houve aporte de Cu, Pb, Zn e dos sedimentos encaixantes.

Foram descritas mineralizações incipientes de Cu e Pb nos quartzitos assim como em fácies quartzosas dos calcoxistos. Poucos metros acima do veio-camada principal acha-se outro horizonte de mineralização, em quase toda a extensão da mina, exibindo minerais

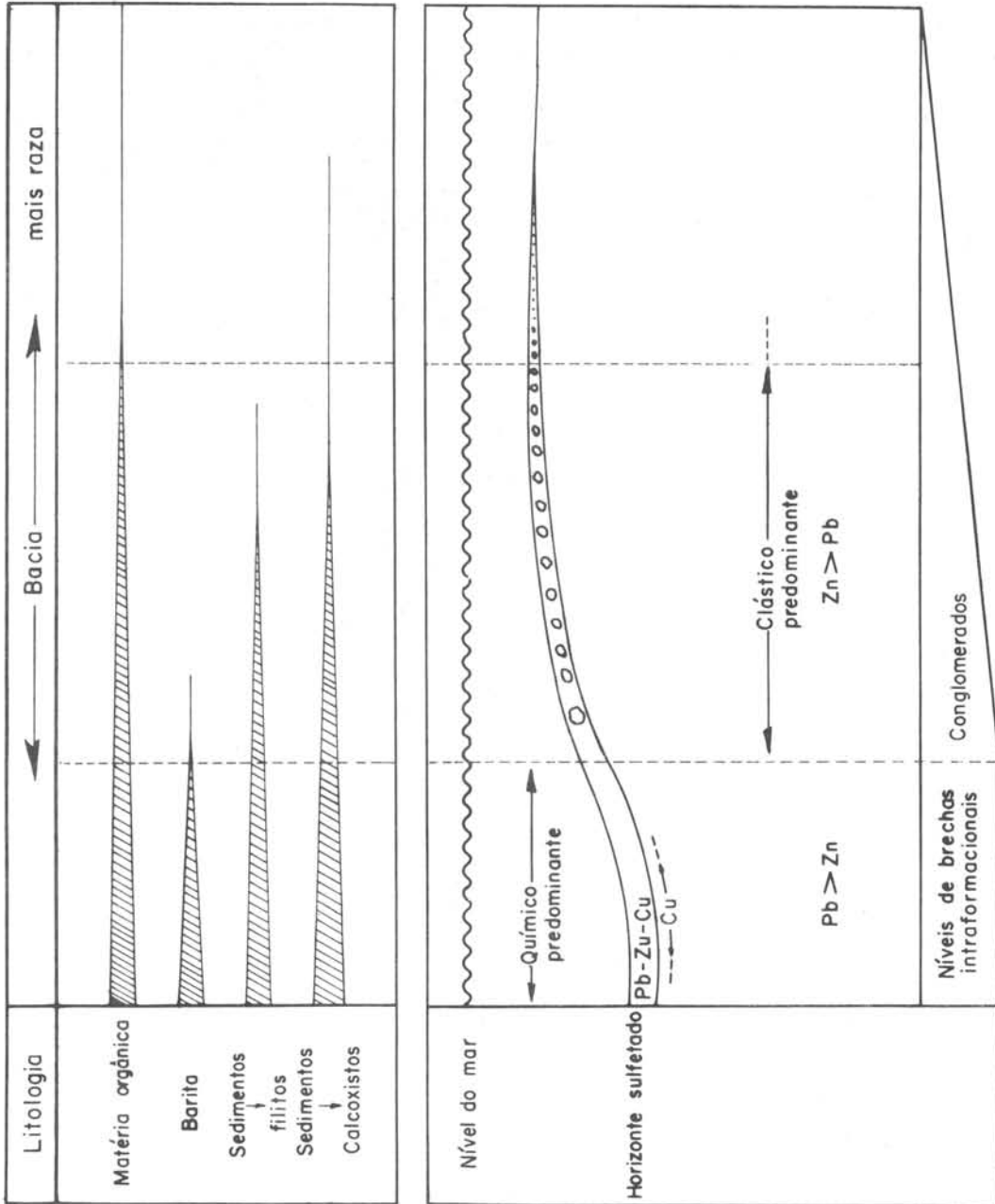


Fig. 5 - PALEOGEOGRAFIA AMBIENTAL ESQUEMÁTICA DA REGIÃO DO DISTRITO DO PERAU.

secundários de Cu e algum Pb em uma delgada camada, cuja espessura não permite representação nos mapas e perfis.

Todas estas observações levam a concluir que houve um ciclismo deposicional com repetição das condições ambientais em maior ou menor extensão e intensidade, formando um sistema ambiental raso de grande extensão geográfica, mas pequena intensidade de mineralização (Fig. 5).

Pb, Zn mais abundante do que Cu, e Ag em teor mais elevado do que Au, colocam o Perau no Grupo de Jazidas sedimentares não vulcanogênicas (Hutchinson, 1973).

A predominância de rochas correspondentes a ambientes sedimentares e a presença tão esporádica de representantes litológicos vulcanogênicos devem explicar as dificuldades de encontrar ocorrências de cobre de maior reserva.

Dentro de um contexto regional, Bettencourt 1976 considera as principais mineralizações da Faixa de Dobramento Apiaí como singenéticas, associadas a rochas carbonáticas de plataforma, com deposição, de modo geral, em águas rasas. Observa ainda que "a concentração de depósitos na Faixa Central do Grupo Açunguí sugere que a possível deposição do Pb singenético sofreu controle ambiental mais ou menos patente", correspondendo a depressões com ambiente de tendência euxínica, particularmente ativos no enriquecimento sedimentar primário de sulfetos de Pb e Zn. Reitera o autor citado, com base em teores de Sr das rochas calcárias, que o ambiente predominante na Faixa Central de Calcários do Grupo Açunguí era euxínico (Bettencourt, 1976).

#### COMPARAÇÃO COM ALGUMAS JAZIDAS SEDIMENTARES DE SULFETOS

As jazidas conhecidas de sulfetos são classificadas quanto à sua afiliação genética em três grandes grupos, divididos de acordo com suas encaixantes:

- vulcânicas;
- vulcano-sedimentares;
- sedimentares.

As jazidas sedimentares singenéticas mostram os níveis sulfetados associados a rochas de granulação fina a média, desde carbonatos, pas-

sando por argilitos, folhelhos, no máximo atingindo arenitos e arcózios.

Entre estas jazidas sedimentares cumpre citar a clássica mineralização singenética de Cu, Pb e Zn do tipo "Kupferschiefer" em folhelhos e arenitos (Vide Farina, 1974).

Também sedimentar é a jazida de Sherri-don e Bob Lake Mine, no Canadá, com o minério contido em um hornblenda-granada — plagioclásio gnaiss, formado provavelmente como um produto de reação metamórfica entre calcários e rochas sedimentares pelíticas (Robertson, 1953). Pirita, pirrotita, blenda e calcopirita formam dois corpos concordantes com as encaixantes (Farley, 1949).

Em Sullivan Mine, na Colúmbia Britânica o minério ocorre em sedimentos de granulação fina, no lado leste de um anticlinorium, submetidos a metamorfismo regional de baixo grau, na fácies xisto verde. Segundo Morris (1972), o minério situa-se entre quartzitos e argilitos. A encaixante inferior é em parte constituída de grandes lentes de conglomerados intraformacionais. Pirrotita, blenda, galena e pirita com alguma calcopirita e arsenopirita intercalam-se com os metassedimentos, preservando as estruturas sedimentares primárias.

O "Zambia Copperbelt" com oito minas em operação constitui uma das maiores províncias metalogenéticas do mundo. Folhelhos encaixantes contém mais de 60% das gigantescas reservas de Cu/Co e boa parte do restante da reserva está contida em arenitos/arcózios.

Entretanto, destas jazidas todas, três mostram um interesse especial em termos de comparação. Uma delas, a jazida de Chingola (Fleischer, "in Wolf", 1976, p. 268) exhibe mineralização extensiva de sulfetos (Cu predominante) em arcózios. Localmente e em apenas um corpo de minério, a mineralização atinge conglomerados basais. Semelhante situação verifica-se na jazida de Nchanga, no nível 970 da mina.

Nesta mesma província metalogenética, a mina de Mufulira exhibe horizontes de conglomerados contidos em arenitos em parte mineralizados com sulfetos de Cu, considerando-se esta feição sedimentar incomum. Nesta mesma jazida, Garlick (1967) descreve grits e arcózios, argilitos, brechas de deslize e grauvacas carbonáceas mineralizadas em sulfetos.



Cu associado a rochas sedimentares do distrito de Camaquã, Rio Grande do Sul, tem sido atribuído duvidosamente a uma gênese hidrotermal. Bettencourt (1976) considera aquelas mineralizações formadas pela “participação de águas meteóricas ou mistura de fluidos hidrotermais durante a deposição a baixa temperatura da última fase de mineralização”. Recentemente algumas ocorrências foram definidas como de origem sedimentar singenética. As jazidas de Cu do Município de Caçapava do Sul, caracterizadas como preenchimento de sulfetos de Cu em zonas brechadas, exibem uma única ocorrência de mineralização sedimentar em conglomerados (Beckel, 1978).

Resumo feito de várias grandes jazidas mundiais com mineralização de conglomerados evidencia o caráter incomum deste tipo de associação sedimentar, lembrando ainda que em todas elas o elemento predominante foi o Cu. Se bem que o Perau não seja comparável a nenhuma delas pela dimensão, cumpre destacar que ele mostra também mineralização singenética de conglomerados, considerado na bibliografia mundial como uma feição não usual.

A proporção relativa de Cu, Pb e Zn tem sido utilizada para definir aspectos genéticos de várias jazidas de sulfetos do mundo. Com o objetivo de confrontar estes três elementos, foi elaborada a figura nº 6, que representa o veio-camada da mina de Perau (nº 11) expresso apenas em termos dos elementos Pb, Zn e Cu em comparação com outras jazidas conhecidas de sulfetos sedimentares. A jazida do Perau foi acrescentada à Fig. 26 de Sangster 1976, p. 178. Este mesmo autor, na p. 179, menciona que as jazidas sedimentares de sulfetos maciços são extremamente deficientes em Pb em proporção relativa ao Cu e Zn. Esta assertiva é evidente na Fig. 6, de onde se depreende também que a jazida do Perau (nº 11) é uma exceção a esta regra.

O veio-camada do Perau mostra teores de Zn muito mais altos na zona de conglomerados. Acreditamos que quando os furos de sondagem atingirem maiores profundidades na borda noroeste e oeste da mina (fig. 2), os teores relativos de Zn crescerão, a ponto de situar a jazida no gráfico da Fig. 6 entre os demais distritos portadores de sulfetos de origem sedimentar.

## ALGUMAS GENERALIZAÇÕES DAS CONCLUSÕES: METALOTECTOS

Muito embora o conhecimento mais completo do distrito Perau venha a acrescentar ainda vários aspectos geológicos fundamentais, tectônicos por exemplo, o acervo de dados disponível permite arrolar vários metalotectos a nível de distrito, e dentre eles os mais importantes são:

a) Estratigráfico: Formação Setuva que é a sequência inferior do Grupo Açunguí. Várias outras jazidas sulfetadas do Vale do Ribeira estão localizadas também neste nível estratigráfico.

b) Geoquímico: A mineralização é mais intensa nos ambientes redutores caracterizados por rochas carbonatadas em parte magnesianas, com impregnações carbonosas.

c) Litológico: Calcoxistos, especialmente em suas fácies mais carbonáticas. Cu incipiente nos níveis mais quartzosos do calcoxisto. Filitos.

d) Paleográfico ambiental: Mineralização mais intensa restrita à zona da bacia com sedimentação química mais espessa (calcoxisto, filito, barita). Cu na passagem de fácies clásticas (quartzitos) para químicas (calcoxistos). Zoneamento seletivo do Pb, predominante na zona de deposição química, estando o Zn na zona de deposição clástica (conglomerados).

Colocando-se os metalotectos do distrito do Perau em uma ordem cronogeológica simplificada, uma campanha de prospecção de sulfetos sedimentares na região poderia seguir a seguinte sequência:

1. Metassedimentos da Formação Setuva.
2. Calcoxistos com Fácies Carbonáticas mais puras, em parte magnesianas — Passagem de Fácies Clásticas para Químicas — Filitos.
3. Níveis Carbonosos
4. Níveis de Barita
5. Produtos de Alteração dos Sulfetos de Cu, Pb e Zn.

Muitas das características geológicas da jazida do Perau são extensivas às jazidas de Pannels, Barrinha, Lageado, Furnas, Rocha, etc., com a diferença de que o Perau preserva mais as típicas evidências de sua origem sedimentar singenética, talvez pelo fato de pertenc

cer, se bem que ainda duvidosamente, à Formação Setuva. Esta preservação das evidências sedimentares deve-se ao fato do horizonte sulfetado ter sido muito pouco remobilizado durante o metamorfismo regional, e principalmente pela ausência de intrusivas significativas no distrito.

Os metalotectos estratigráfico, geoquími-

co e litológico do Perau são extensivos a quase todas as jazidas do Vale do Ribeira, com a ressalva de que metalotectos estruturais atuaram intensamente em algumas jazidas durante a remobilização dos sulfetos sedimentares, colocando os corpos de sulfetos em atitude discordante em relação aos sedimentos encaixantes originais.

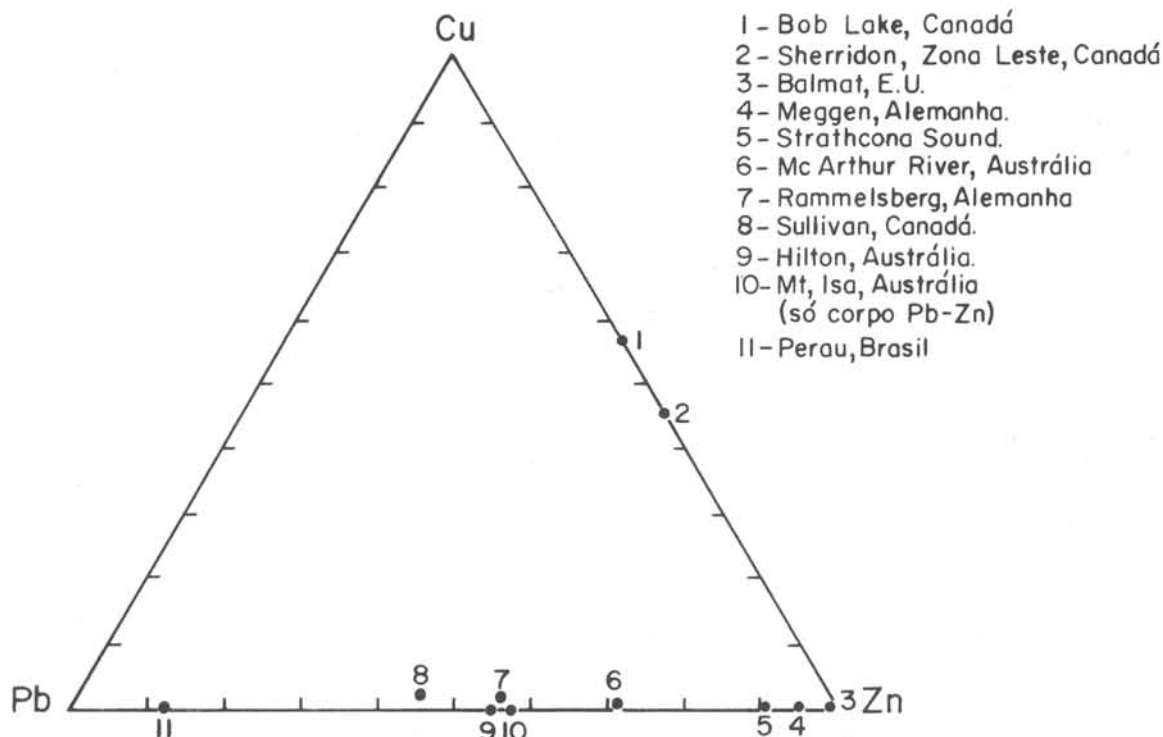


Fig. 6 - Jazidas sedimentares. Porcentagem em peso de Cu, Pb e Zn

## BIBLIOGRAFIA

- ADDAS, W; MORGENTHAL, A; SILVA, A. A. G. P.; BORIM JR, T; ALEGRI, V; OLIVEIRA, P. E. e ARAÚJO, F. C. C. - 1978 - Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira - Folha de Cêrro Azul - CPRM.
- ASAMALIYEV, V. - 1973 - Prospecting criteria for stratiform lead-zinc mineralization in sedimentary formations (as in Central Tien Shan). Intern. Geol. Rev. 15 (2) p. 1432-1439.
- BECKEL, J, FILHO F. G., MACEDO P. M., SANTOS E. L., CHABAN N. - 1978 - Ocorrência de cobre nativo em flanglomerado Eo-Paleozóico no Município de Caçapava do Sul, RS - Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, V. 4, p. 1410.
- BETTENCOURT, J. S. e LANDIM, P. M. B. - 1974 - Estudo geoquímico de óxidos e elementos de rochas calcárias do Grupo Açunguá pela análise fatorial - An. XXVIII Cong. Bras. Geol. - Porto Alegre, RS.
- BETTENCOURT, J. S., WERNICK, E. e PENALVA, F. - 1976 - Contribuição à metalogenia do Sistema de Dobramento Ribeira - XXIX Cong. Bras. Geol. - Ouro Preto, MG (no Prelo).



Pb, Zn, Cu e Ba NO DISTRITO DO PERAU, PR

- BETTENCOURT, J. S., WERNICK, E. – 1976 – Contribuição à Geoquímica do Sr das rochas calcárias dos Grupos São Roque e Açunguí (SP e PR) XXIX Cong. Bras. Geol. – Ouro Preto, MG (no Prelo).
- FARINA, M. – 1974 – Seqüência plumbífera do Araripe – Mineralização singenética sulfetada no cretáceo Sedimentar Brasileiro; – Anais do XXVIII Cong. Bras. Geol., V. 6, p. 61-77.
- FARINA, M. – 1978 – Considerações sobre o modo de ocorrência de barita no nordeste e aspectos metalogenéticos correlatos. Anais XXX Cong. Bras. Geol., V. 4, p. 1478-1485.
- FARLEY, W. J. – 1949 – Geology of the Sherritt Gordon orebody. Can. Min. Metall. Bull., 42 : 25-30.
- FLEISCHER, V. D., GARLICK, W. G., HALDANE, R. – 1976 – Geology of the Zambian Copperbelt – Chap. 6, p. 223-353, in (WOLF Editor: Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits, V. 6, Elsevier Scientific Publishing Company).
- FUCK, R. A.; MARINI, O. J.; TREIN, E.; e MURATORI, A. – 1971 – Geologia do Leste Paranaense – Anais do XXV Congresso da S. B. G. – V. 1 – p. 121-130; São Paulo.
- GARLICH, W. G. – 1967 – Special features and sedimentary facies of stratiform sulfide deposits in arenites – Proc. 15th Interuniv. Geol. Cong. Univ. Leicester, pp. 107-169.
- HUTCHINSON, R. W. – 1973 – Massive base metal sulphide deposits in sedimentary rocks and their metallogenic relationships during Proterozoic Time Paper presented at joint meeting of AIME-SEG, Chicago, III, p. 3.
- KAEFER, L. Q.; CUNHA, H. C. S. e ALGARTE, J. P. – 1972 – Mapa Geológico preliminar da folha de Cerro Azul –Projeto SUDELPA – CPRM.
- MARINI, O. J.; TREIN, E.; FUCK, R. A. – 1967 – O Grupo Açungui no Estado do Paraná, Bol. Paran. de Geoc. n.º 23-25, Curitiba.
- MELCHER, H. C. – 1972 – An outline of the Geology of the Sullivan Mine, Kimberley, British Columbia – In. (W. T. Irvine et al Editor), Major, lead zinc deposits of Western Canadá, Int. Geol. Congr. 24th, Guide Excursions A24 and C24, pp. 26-34.
- ODAN, Y; FLEISCHER, R.; ESPOURTEILLE, F. – 1978 – Geologia da Mina de Chumbo de Panelas – Adrianópolis – PR – Anais do XXX Cong. Bras. Geol., Recife, V. 4, p. 1545.
- ROBERTSON, D. S. – 1953 – Batty Lake map-area – Manitoba, Geol. Surv. Can., Mem. 271.
- SOUZA, I. M. – 1972 – Mineralogia da Jazida de cobre do Ribeirão do Perau, Paraná – Tese de Doutorado apresentada no Instituto de Geoc. da USP. (Inédita).
- SOUZA, I. M., CAMPANHA, G. – 1977 – Chumbo e cobre no Vale do Ribeira, Mina Barra do Perau, Município de Adrianópolis, Estado do Paraná – Mineração Metalurgia, ano XI, n.º 384, pp. 4 a 7.
- SUSZCZYNSKI, E. F. – 1975 – Os recursos minerais reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia – Livraria Interciência Ltda., 536 p.
- TAYLOR, G. H. – 1971 – Carbonaceous matter: A guide to the genesis and history of ores; Soc. Mining. Geol. Japan, Spc. Issue 3, 283-288 (Proc. IMA – IAGOD Meetings'70, IAGOD Vol.).
- TURNER, F. J. – 1968 – Metamorphic Petrology – McGraw Hill Book Company, New York.
- VOKES, F. M. – 1968 – Regional metamorphism of the Paleozoic geosynclinal sulfphide ore deposit of Morways. Trans. Inst. Min. Met. Sec. B, 77.
- WINKLER, H. G. F. – 1976 – Petrogenesis of Metamorphic Rocks 4ª Edição, Springer Verlag – New York.
- WOLF, K. H. – 1976 – Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits – El se vier Scientific Publishing Company, Amsterdan – 6v.