

GEOLOGIA DE NEVES-CORVO: ESTADO ACTUAL DO CONHECIMENTO

PEDRO CARVALHO e ALFREDO FERREIRA

SOMINCOR - Mina de Neves-Corvo, 7780 Castro Verde

RESUMO

A notável descoberta em 1977, do jazigo de Neves-Corvo, foi desde o início marcada pelo conteúdo metálico das suas mineralizações, em especial os teores anormalmente elevados em cobre e estanho, e pela dimensão do vasto recurso geológico-mineiro apresentado.

Foi neste enquadramento que se desenvolveram os programas de reconhecimento e avaliação das cinco massas mineralizadas que compõem o jazigo, nomeadamente **Neves, Corvo, Graça, Zambujal** e **Lombador**, durante o período que antecedeu a entrada em produção em finais de 1988, e que hoje prossegue num esforço contínuo de aprofundar o modelo de distribuição metálica e racional aproveitamento.

A informação actual sobre a geologia, estrutura e mineralogia do jazigo de Neves-Corvo, é assim apresentada como um referencial na evolução do conhecimento adquirido e uma contribuição para a definição do seu modelo metalogenético.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DO JAZIGO

A área do jazigo de Neves-Corvo (Fig. 1) é definida do ponto de vista geológico por um conjunto formacional diferenciado que se desenvolve desde o Devónico Superior ao Carbónico Inferior, segundo três grupos ou sequências geológicas principais, a partir da base:

Grupo Filito-Quartzítico (PQ)

Aflora a cerca de 3 km a noroeste da mina e é constituído por uma sequência monótona de xistos indiferenciados de composição filitosa, contendo no topo um nível de **quartzitos impuros, e calcários lenticulares microcristalinos** associados. Este afloramento situado no núcleo da estrutura anticlinal central do anticlinório Panóias-Castro Verde, de orientação NW -SE, tem correspondência em profundidade na área dos trabalhos mineiros, onde o PQ foi cartografado na base do poço de extracção e noutros desenvolvimentos adjacentes; foi também intersectado em várias sondagens de reconhecimento e avaliação geológico-mineira. De notar que os quartzitos apresentam aqui uma sequência "bancada a bancada", cada uma variando de espessura até algumas dezenas de decímetros e com critérios de polaridade e granoclassificação bem evidenciados. Estas bancadas estão por vezes separadas por fina alternância de xistos filitosos escuros a negros.

O nível de calcários com conodontes foi datado como sendo Fameniano, idade que marcará o início da actividade vulcânica, de grande escala, nesta área.

Complexo Vulcano-Sedimentar (CVS)

Concordante sobre o grupo anterior apresenta em afloramento duas sequências distintas. A sequência inferior situa-se na envolvente imediata do PQ, com uma composição essencialmente vulcânica, com vulcanitos ácidos e básicos, e intercalações de xistos indiferenciados. As cinco massas lenticulares de sulfuretos maciços polimetálicos, situam-se no topo da sequência inferior, contudo este nível não tem sido referenciado na área aflorante, carecendo de uma cartografia muito detalhada e pesquisa de índices guia para a sua localização.

Sequência Inferior

A base da sequência inferior do CVS caracteriza-se pelo desenvolvimento na área de afloramento de uma importante manifestação vulcânica básica, os Espilitos de Monte Forno de Cal, que não tem contudo representatividade a sudeste da estrutura, pelo menos na área de influência do jazigo de Neves-Corvo.

Ainda, na área de afloramento não é possível diferenciar as rochas vulcânicas ácidas cartografadas que aparecem alternadas com xistos filito-siliciosos, ao contrário da área da mina onde estas estão bem definidas segundo 3 níveis diferentes (T0, T1, T2) de **piroclastos finos de composição filito-siliciosa**.

Estes níveis estão separados da base para o topo por **xistos alternados de tom cinzento escuro a negro, por vezes de cor mais variada, esverdeada ou mesmo violeta** (Fig. 2). A presença de **clastos arredondados de composição calcítica e fragmentos de tufos** caracterizam estes xistos, que se designam como formação tufo-brechóide.

A presença de um nível de **quartzitos impuros** em bancadas decimétricas, entre T0 e T1, distinguindo-se dos quartzitos devónicos por nunca apresentarem o nível de calcários microcristalinos, permite definir a sucessão estratigráfica desta sequência até aos **xistos negros do muro da mineralização**.

Aliás, nota-se que a sequência inferior mostra uma sucessão estratigráfica normal sem intervenção visível de tectónica carreativa, desde o topo do Devónico até ao nível da mineralização, independentemente do facto de a sua espessura ser muito variável e se registar por vezes a ausência de parte das suas unidades constituintes.

Sequência Superior

A sequência estratigráfica superior, estende-se até à área da mina, e tem uma composição de características mais vulcano-sedimentares (ss) com xistos argilo-carbonosos a siliciosos, tufitos dominantes, e localmente rochas vulcânicas.

A sequência superior inicia-se no tecto dos sulfuretos maciços com um nível decimétrico a métrico considerado de origem hidrotermal-sedimentar, composto por **chertes cinzentos esbranquiçados a avermelhados com carbonatos associados**, de tonalidade variável, bege a vermelho, e composição dolomítica a anquerítica. Os chertes são brechificados e preenchidos pelos carbonatos. A presença de **xistos cloríticos** está intimamente associada aos chertes e carbonatos. Estes xistos contêm quartzo microgranular e por vezes carbonatos em fina disseminação ou pequenos leitos

Nos trabalhos mineiros, há de facto a assinalar a presença de **xistos argilosos e grauvaques** no tecto da mineralização imediatamente a seguir ao nível descrito atrás, e com o qual contactam de modo gradacional. Estes grauvaques situados a um nível estratigráfico aparentemente mais baixo, são geralmente aceites como pertencentes à **Formação de Mértola do Grupo do Flysch**. A sua relação com as formações vulcano-sedimentares da sequência superior do CVS, parece contemporânea, e originada pelo ressurgimento tardio de nova actividade vulcânica, durante um período em que o flysch já estava a depositar. Como se pode observar nos perfis geológicos transversais (Figs. 3, 4 e 5), a sua espessura é variável de oeste para leste, chegando mesmo a desaparecer, para dar lugar às **rochas vulcânicas ácidas da série Zambujal**, na base desta sequência superior.

No topo desta unidade basal, passa-se a um nível relativamente constante de **xistos negros piritosos e grafitosos com nódulos silico-fosfatados**, passagens de **tufos ácidos sericito-clorito-siliciosos** semelhantes aos da série Zambujal, e passagens de **xistos siliciosos cinzentos esverdeados com impregnação oolítica carbonatada**. No contacto das rochas vulcânicas, desenvolvem-se por vezes pequenas lentículas centimétricas a decimétricas de sulfuretos maciços intercalados nos xistos negros, sem contudo ter expressão de interesse mineiro.

A sua designação como sub-nível (r') da **Formação Brancanes**, deve-se à natureza da evolução lateral, que a oeste do sector mineiro mostra a sua sobreposição em contacto directo, deixando de ser possível diferenciá-los dada a sua semelhança composicional. A presença de um segundo nível de xistos e grauvaques no topo desta formação reforça as observações da sua passagem lateral para uma intercalação entre grauvaques (Fig. 4).

Ao contrário do contacto basal com a Formação de Mértola, considerado normal independentemente de se revelar laminado em quase todas as áreas da mina e sondagens observadas, já o contacto superior é considerado como a primeira evidência do carreamento da unidade que se lhe sobrepõe.

Uma sucessão estratigráfica tipo nesta unidade é composta, da base para o topo, por:

- **Formação de Grandaços** de xistos siliciosos e xistos negros alternados com nódulos carbonatados;
- **Formação de xistos verdes e violeta**;
- **Formação de Godinho** com xistos siliciosos e tufitos, por vezes em bancadas maciças;
- **Formação de Brancanes** com xistos negros piritosos e grafitosos.

Esta sucessão tipo pode repetir-se (com a totalidade dos seus membros ou não) até quatro vezes na unidade tectónica intermédia, encaixada entre os dois planos de carreamento maior (base e topo) que por sua vez se juntam no sector oeste da área do jazigo, por biselamento destas unidades. Uma das questões que interessa realçar e solucionar é a passagem lateral brusca da unidade intermédia, a um conjunto formacional composto por xistos negros por vezes grafitosos e piritosos e com abundantes soleiras de composição dolerítica e típicas margens de arrefecimento.

Por outro lado é de notar que na área de Neves-Corvo estão totalmente ausentes os **espilitos de Casével** que se desenvolvem muito fortemente no extremo NW da estrutura junto à falha da Messejana e nos dois alinhamentos anticlinais de Panóias e de Castro Verde.

O topo da Formação de Brancanes marca a transição contínua ao Grupo do Flysch.

Grupo do Flysch (GF)

Este grupo formacional de idade mais recente e de característica sedimentar típica, é composto por alternâncias monótonas de **xistos argilosos e grauvaques**. Recobre os dois conjuntos anteriores PQ e CVS, e é o que está mais bem representado ao nível de afloramento, através da Formação de Mértola, definida como a unidade basal deste Grupo.

A transição da sequência superior do CVS ao GF, dá-se de modo contínuo através da **Formação de Brancanes** composta por xistos negros grafitosos e piritosos, com níveis fossilíferos ricos, que forneceram **goniatites datadas do Viseano Superior**.

Estes três grandes grupos formacionais, foram afectados por metamorfismo regional de baixo grau, até à fácies dos xistos verdes.

A estrutura dominante é o anticlinal central orientado NW-SE. Trata-se de um dobramento assimétrico suave, com o flanco NE longo, inclinando regularmente 25°-30° e o flanco SW normalmente mais curto com inclinações variáveis até 70°. O eixo da estrutura inclina suavemente para SE, onde é possível prever um comportamento de abatimento por blocos, em "tecla de piano", por efeito de desligamentos perpendiculares à estrutura e rejeitos diferenciais desde o Devónico até ao Carbónico Inferior.

No seu conjunto a área apresenta as características de uma estrutura autóctone a parautoctóne, no estilo de outras conhecidas como o anticlinal do Pomarão. A existência de tectónica carreativa afecta predominantemente a sequência vulcano-sedimentar superior, conforme mencionado atrás.

A xistosidade regional está bem marcada, e é subparalela à estrutura dominante sendo fortemente inclinada para NE, a subvertical.

As massas mineralizadas estão presentes em ambos os flancos da estrutura anticlinal central e a sua morfologia foi afectada por tectónica tardia composta por falhas subverticais com várias orientações preferenciais, onde se destacam N-S a N20E, N40E a N60E, N30W e E-W. Estas falhas puderam em parte ser reactivadas a partir de falhas antigas, tendo, inclusivamente, desempenhado um papel de importância determinante na génese dos sulfuretos.

557°W

NEVES

LOMBADOR

NS7°E

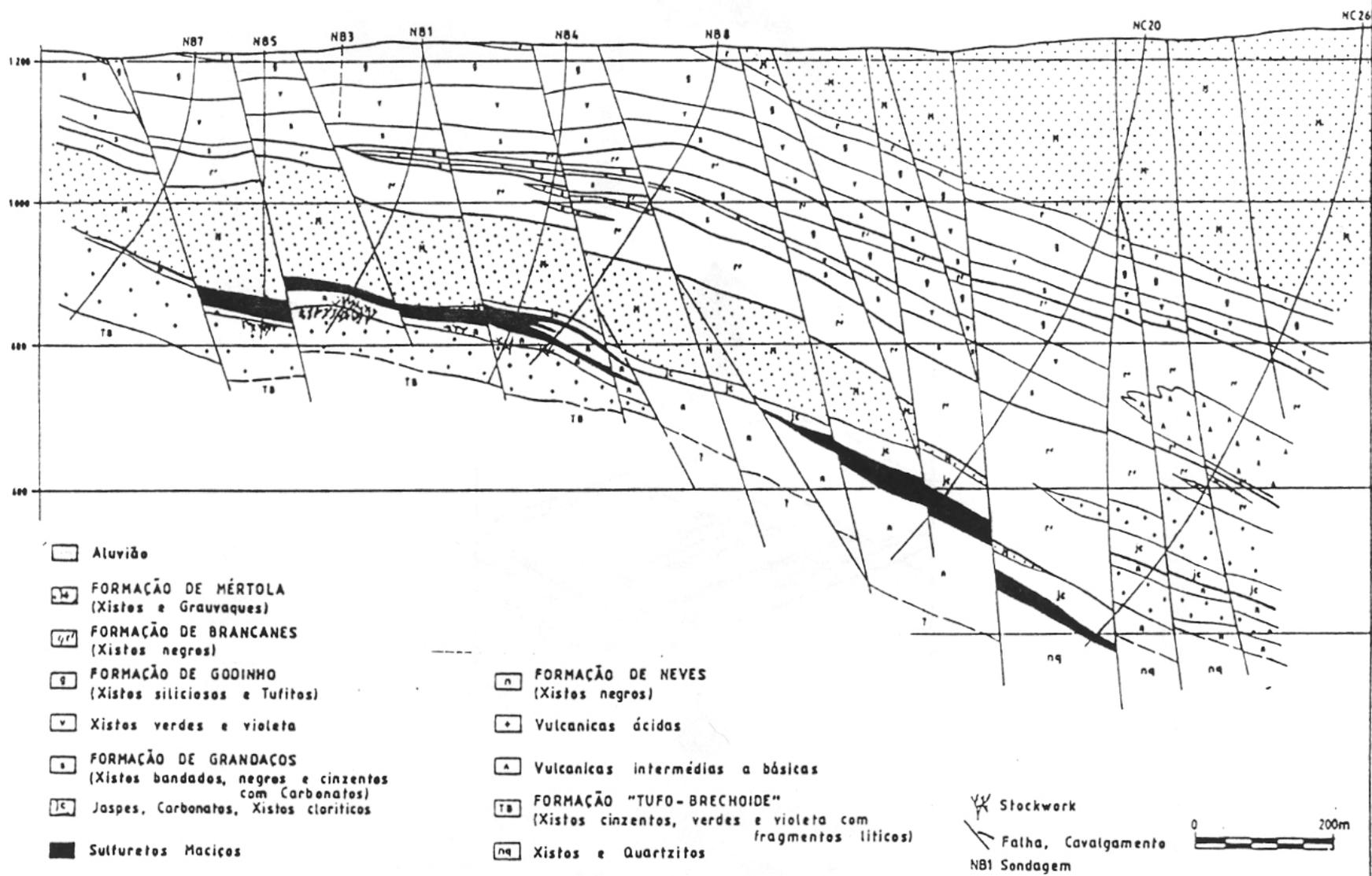


Fig. 3 - Corte geológico 1 (Neves-Lomabador)

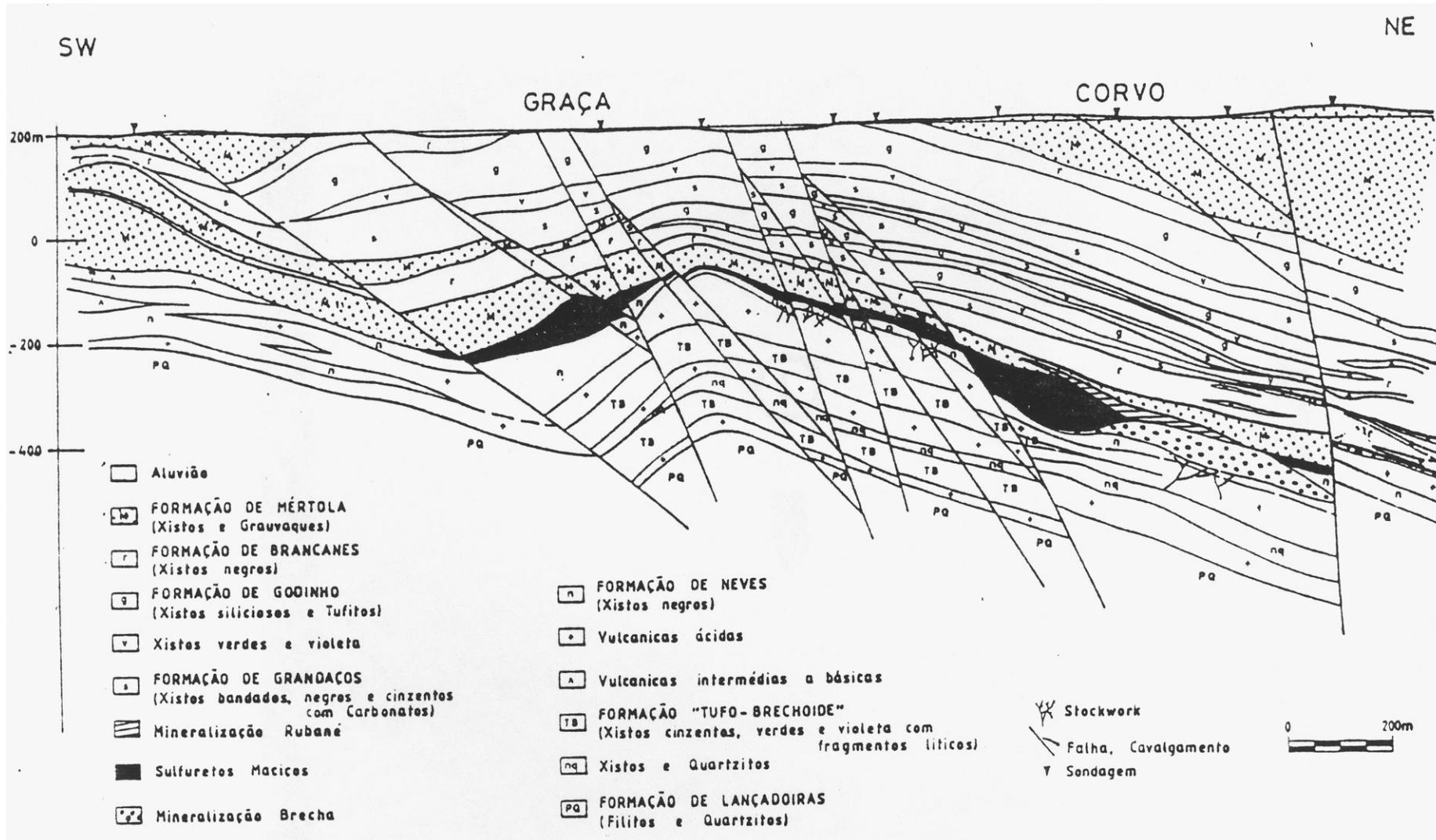


Fig. 4 - Corte geológico 2 (Graça-Corvo)

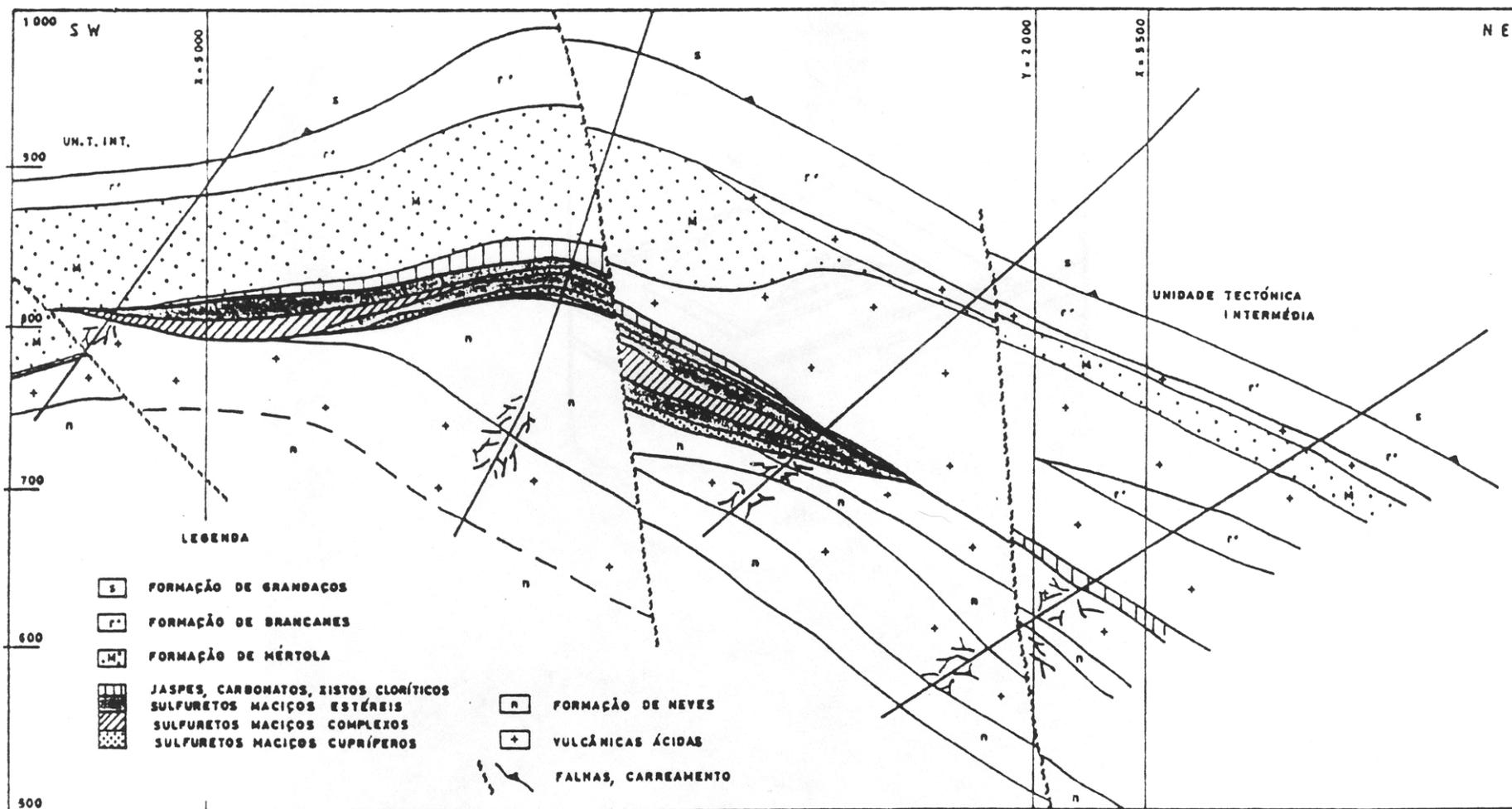


Fig. 5 . Corte Geológico 3 (Zambujal)

TIPOS DE MINERALIZAÇÃO

Embora o jazigo de Neves-Corvo seja em muitos aspectos semelhante a outros jazigos conhecidos da Faixa Piritosa, as características de forte zonalidade metálica e elevados teores de cobre e estanho, tornam-no um caso único entre todos eles.

As cinco massas mineralizadas reconhecidas até ao momento, nomeadamente **Neves, Corvo, Graça, Zambujal e Lombador** (Fig.6), são de forma lenticular e compostas por sulfuretos maciços polimetálicos, com pirite, calcopirite, blenda, galena, estanite, tenantite-tetraedrite e outros sulfossais variados, e mesmo óxidos onde sobressai a cassiterite. Estes minerais são os constituintes principais da paragénese dos sulfuretos, que se revelam assim de composição muito complexa e variada.

Esta paragénese é a responsável pelo interesse nos elementos metálicos potencialmente valorizantes como o Cu, Sn, Zn, Pb, Ag e Au e pelos cuidados em relação a elementos penalizantes como o As, Sb, Hg e Bi, e outros elementos com potencial estratégico como o In, por exemplo.

Localmente nos sulfuretos maciços desenvolvem-se zonas com conteúdo silicatado importante. Em alguns casos como na massa da Graça este é comumente associado a sílica hidrotermal desenvolvendo-se segundo manchas difusas fortemente impregnadas pelos sulfuretos sendo visível na transição de ciclos deposicionais da mineralização, o que parece indicar a sua contribuição no processo metalogenético. Noutras situações como na massa do Corvo, a presença abundante de rochas vulcânicas "redepositadas" no seio dos sulfuretos maciços, atribui-lhe uma origem diferente, sendo neste último caso designada por mineralização de tipo Brecha.

As lentículas de sulfuretos maciços e brecha descritas, estão interligadas e constituem-se como um horizonte único de mineralização em Neves Corvo. Além destes existem outros dois tipos de mineralização, designados genericamente com os termos "rubané" e "fissural" (Fig. 6), de componente fortemente silicatada e tendo como principais minerais constituintes a pirite, calcopirite e cassiterite, e ainda arsenopirite, blenda, galena, estanite e tetraedrite-tenantite.

A mineralização de tipo rubané localiza-se no topo dos sulfuretos maciços com leitões dominantes de sulfuretos cupríferos, e também cassiterite, em alternância bandada com xistos negros clorito-siliciosos. Esta característica textural mais típica do rubané, é no entanto alterada quando apresenta carácter venular, filoniano ou brechóide, e outras associações litológicas com jaspes e carbonatos. É também frequente observarem-se texturas associadas a "reworking" com remobilização e recristalização dos sulfuretos. A mineralização rubané quando contém cassiterite, apresenta a cassiterite sempre na base e a calcopirite no topo.

O rubané é reconhecido pelo valor económico do cobre e estanho contidos, e é quase exclusivo da massa do Corvo.

As mineralizações fissurais distribuídas erráticamente e de modo disperso a muro das diferentes massas de sulfuretos maciços, são do tipo stockwork, quer associados aos xistos negros filito-siliciosos a carbonosos do muro, quer aos tufo ácidos T2 subjacentes, e apresentam características ventilares a filonianas, em geral discordantes em relação à

macroestrutura do jazigo. Por vezes, na interface dos xistos negros com os sulfuretos maciços, são subconcordantes e com aspectos de distribuição disseminada. Na zona do contacto dos xistos negros com os sulfuretos maciços, o aspecto dominante é então o de uma relativa concordância estrutural com tendência a desenvolver texturas bandadas, semelhantes às apresentadas no rubané.

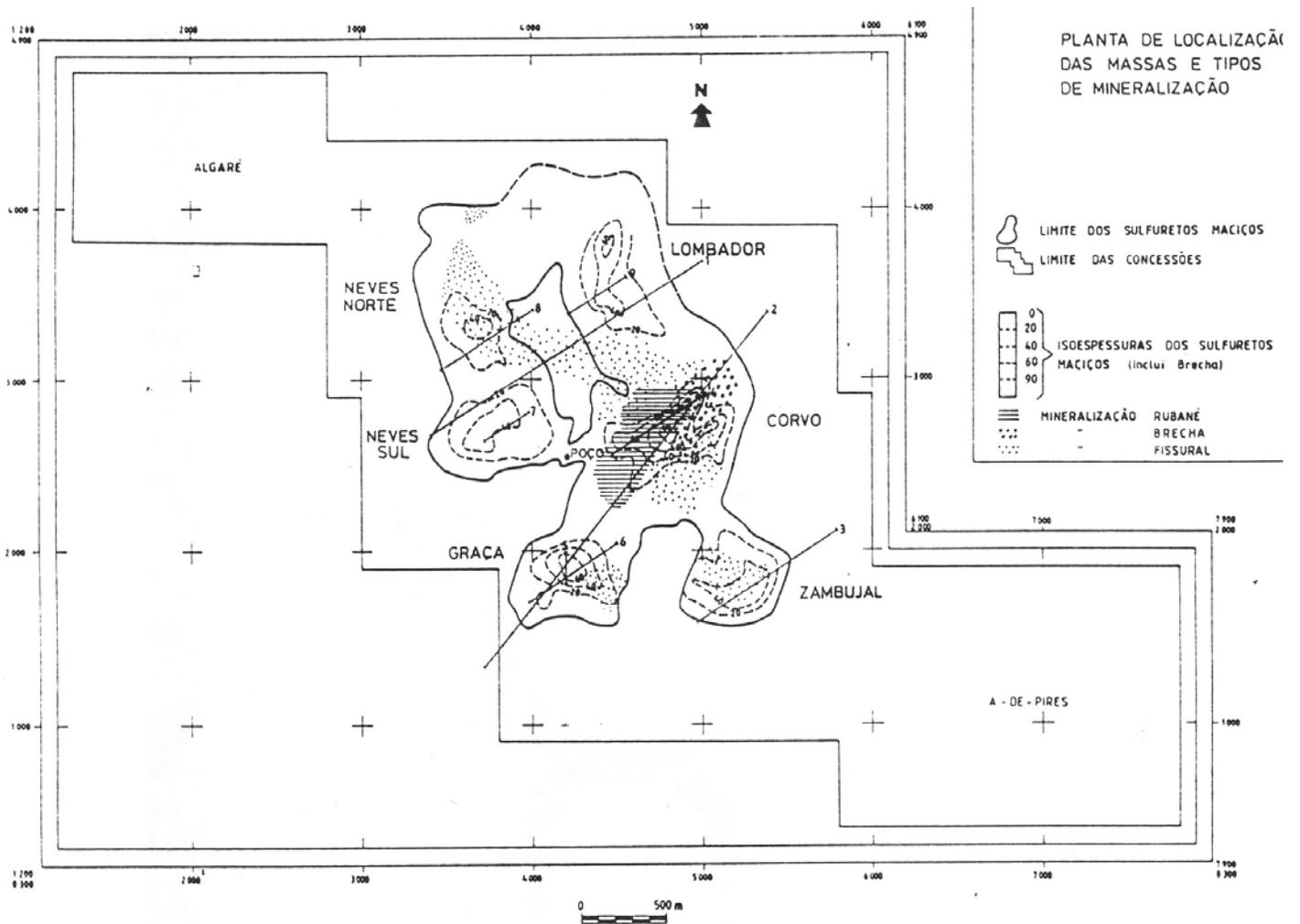


Fig. 6 . Planta de localização das massas e tipos de mineralização

A rede de vénulas e de fissuras é mais densa para o topo dos tufos ácidos e xistos negros do muro, desaparecendo progressivamente para a base da pilha vulcânica. A abundância de sulfuretos associados em especial a calcopirite, segue a mesma tendência. A mineralização fissural quando apresenta cassiterite, esta aparece sempre por baixo da calcopirite que por sua vez se desenvolve a topo. A presença de cassiterite complementa um quadro de distribuição, em que o estanho está presente sob a forma fissural, disseminada ou mesmo maciça, nos vários tipos de mineralização descritos.

Os quatro tipos de mineralização definidos, contêm diferentes associações mineralógicas, de acordo com o maior ou menor abundância relativa dos minerais constituintes das paragéneses genericamente descritas atrás. Estes agrupamentos mineralógicos constituem uma das características mais importantes do jazigo Neves-Corvo, enquadrados num contexto de forte segregação e zonalidade de distribuição metálica, que contribui de forma muito importante para a sua exploração mineira e racional aproveitamento dos metais contidos nos vários tipos de minério.

TIPOS DE MINÉRIO

O padrão de zonalidade metálica (Fig. 7) está claramente marcado pela estreita associação do cobre com o estanho por um lado, e do zinco com o chumbo por outro, e pela relação antagónica entre estes dois grupos.

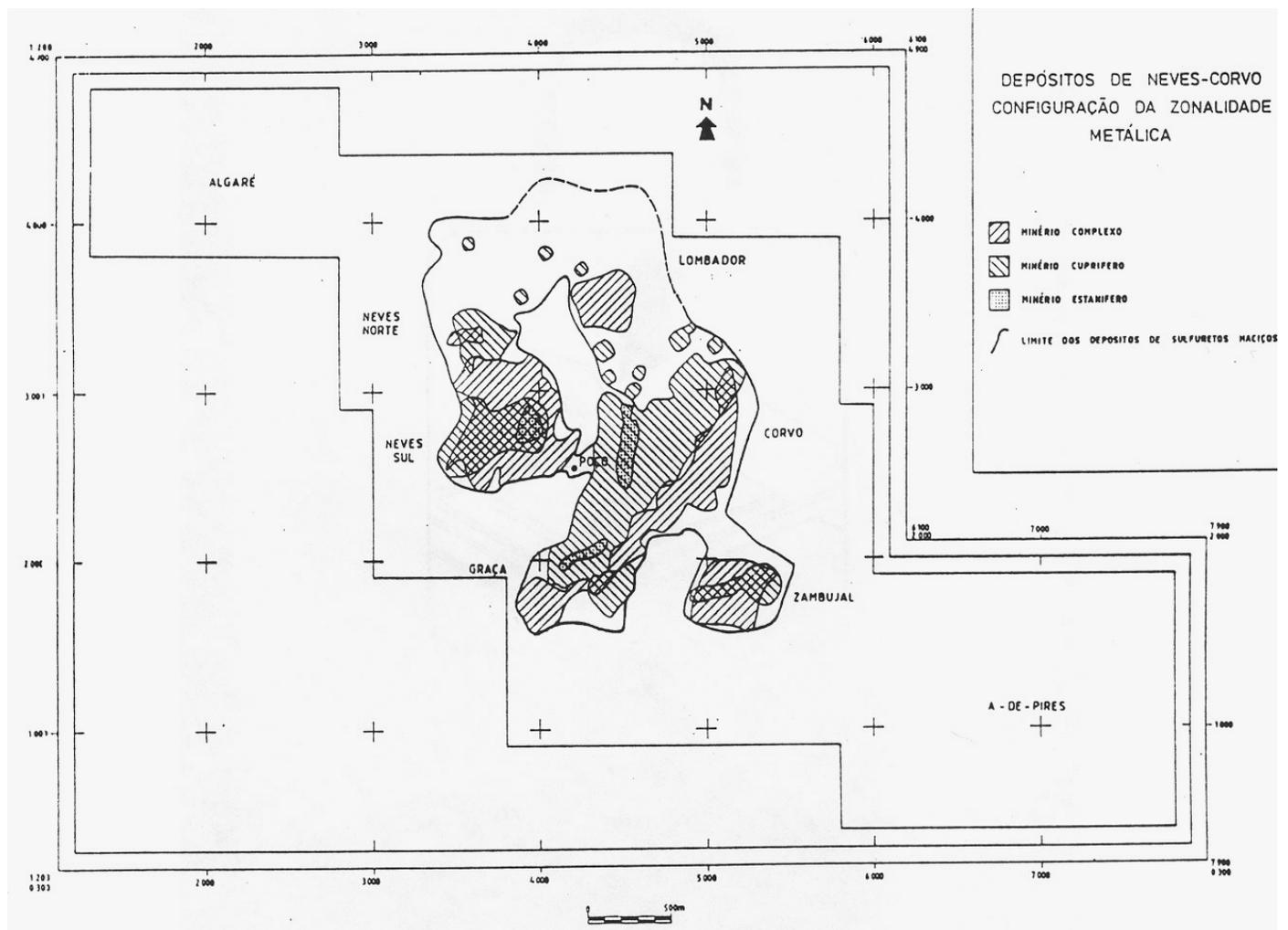


Fig. 7 - Planta de configuração da zonalidade metálica

Assim se define o quadro actual dos tipos de minério, que foram divididos em função do conteúdo metálico em Cu, Sn e Zn. Actualmente os minérios de cobre e estanho estão em pleno processo de produção mineira. Os minérios de zinco, também designados minérios complexos, ainda se encontram em fase de estudos de viabilização técnico-económica.

Na prática, a definição de tipos de minério é mais complexa, por ter em conta aspectos litológicos, estruturais, mineralógicos, assim como económicos e de selecção da linha de produção.

No Quadro I é possível ver-se os vários tipos de minério tendo em conta todos os aspectos acima referidos:

Quadro I - Tipos de minério

TIPO DE MINERALIZAÇÃO	TEOR DE CORTE	TIPO DE MINÉRIO	LINHA DE PRODUÇÃO	LAVARIAS
R - Rubané	Estanho 1 % Sn	RT	MS (Subtipologia do MC com Sn	Estanho
M - Sulfureto Maciço		FT MT	FT/RT/MT	
B - Brecha	Cobre 2% Cu < 1% Sn	MC RC FC	MC/RC/FC MH (Subtipologia do MC com penalizantes: As, Sb, Hg, Zn)	Cobre
F - Fissural	Complexo 4% zinco equivalente, com 1% Zn=0.6% Cu=3.2%Pb=90 g/t Ag	MZ	Não	Não
	Estéril < 2% Cu < 4% zinco equivalente	ME RE FE	Não	Não

DESCRIÇÃO DAS MASSAS MINERALIZADAS

As cinco massas mineralizadas Neves, Corvo, Graça, Zambujal e Lombador, estão localizadas em ambos os flancos do anticlinal central, a profundidades que vão desde 230m da superfície no eixo da estrutura entre as massas do Corvo e Graça, até cerca de 1000 metros na massa Lombador.

As características principais são como se disse, a forte zonalidade e segregação metálica apresentadas, e os teores anormalmente elevados de Cu e Sn das suas mineralizações.

Individualmente as massas apresentam as seguintes características:

Corvo

Situada no flanco NE da estrutura com inclinações médias de 25° a 30°, tem o seu eixo de maior desenvolvimento orientado para NE segundo a inclinação com cerca de 1100 metros, e largura aproximada de 600m. A espessura máxima observada é de 95 metros.

Os sulfuretos maciços e a mineralização de brecha, tendem a ser cupríferos para a base, com espessura até 30 metros, por sua vez sobrepostos por pirite estéril localmente intercalada com subníveis cupríferos.

O estanho está muito fortemente relacionado com os minérios cupríferos, segundo um eixo de orientação NS. Ocorre como fina disseminação nos sulfuretos cupríferos, tendo no limite norte deste alinhamento e fecho da massa, uma zona de elevado teor onde a cassiterite é quase maciça.

O zinco, ao contrário desenvolve-se lateralmente para sudeste sem qualquer posição preferencial no interior da massa, excepção feita na pequena franja de sobre posição com os minérios cupríferos onde tende então a desenvolver-se no topo, intercalado na pirite estéril.

Esta descrição geral da massa do Corvo, tem no entanto algumas particularidades que interessa realçar. Assim a repetição das lenticulas cupríferas no interior dos sulfuretos maciços, faz-se de modo cíclico e assume-se como uma sequência de deposição segundo episódios de mineralização distintos. Cada ciclo de deposição apresenta sempre ca1 copirite na base e pirite no topo, e tem características mineralógicas específicas. Nesta massa, distinguem-se três ciclos principais (Fig. 8) sendo o primeiro ciclo que contem a lenticula basal cuprífera (MC1), aquele em que não só os teores de Cu são mais elevados, como os de Sn, dando mesmo lugar ao desenvolvimento da cassiterite maciça mencionada atrás.

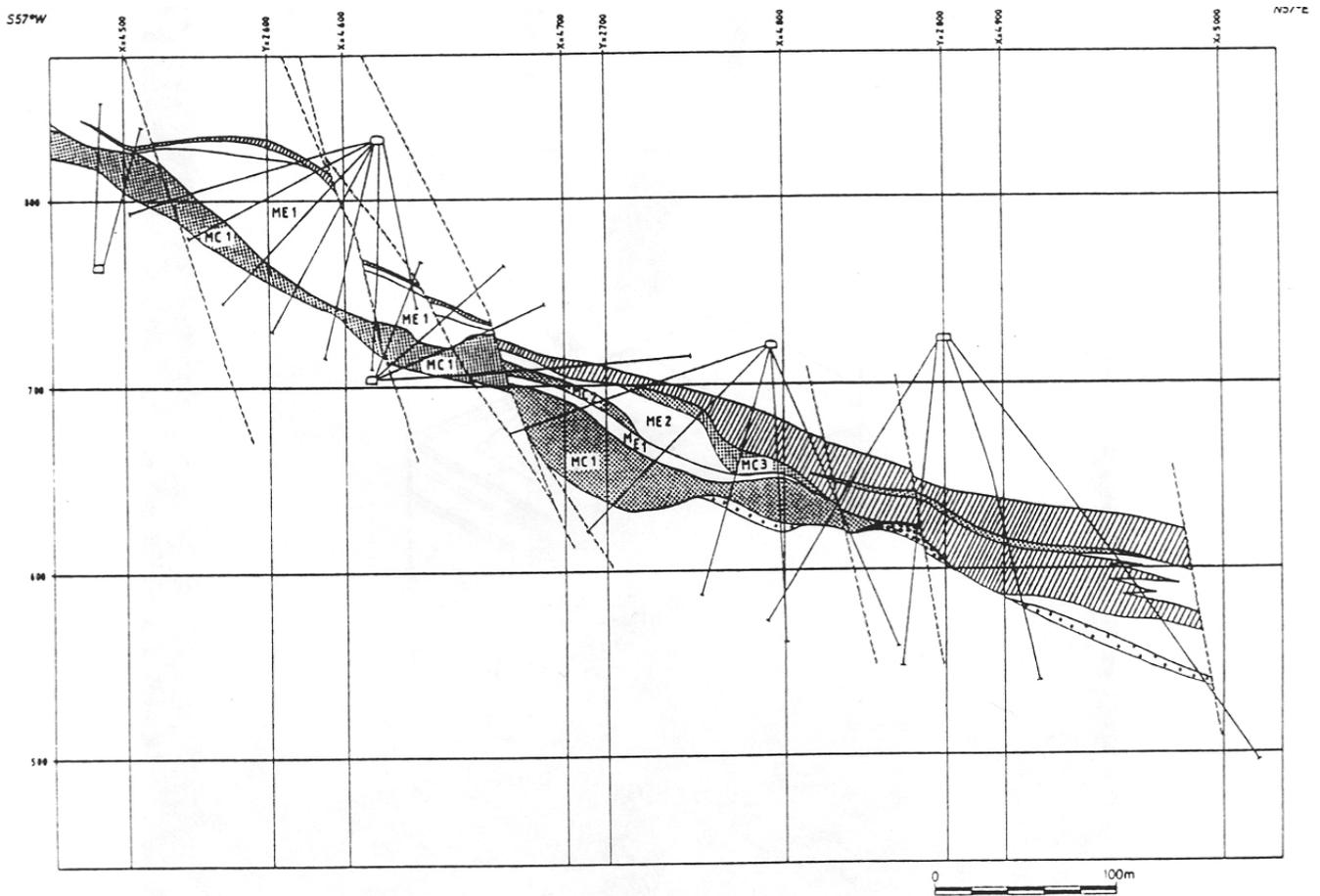
O segundo ciclo de deposição é caracterizado pelo nível da lenticula MC2 com teores de Cu normais, segundo a média do jazigo.

O terceiro ciclo contem a lenticula cuprífera MC3, de teor mais baixo não só em Cu mas também nos restantes elementos analisados, como por exemplo o Zn e Sn.

Quando os contactos se fazem directamente entre o MC1, MC2 e MC3 ou entre ME1, ME2 e ME3 na ausência de algum dos componentes do ciclo respectivo, é ainda assim possível identificar a transição de um ciclo a outro, recorrendo-se à natureza do enriquecimento ou empobrecimento em certos elementos tipo, como As, Zn, Hg, e Bi, que estes contactos apresentam.

o sentido de orientações preferenciais segundo o eixo NE, do limite entre os minérios de cobre e os minérios complexos por um lado, e segundo o eixo NS nos minérios de estanho por outro, dão uma perspectiva da importância do controlo tectono-estrutural durante a sua génese.

A massa do Corvo, é ainda caracterizada pelo desenvolvimento do rubané, no tecto dos sulfuretos maciços, e de fissural no muro, apresentando-se mineralizados, quase exclusivamente por minérios de cobre e estanho. O zinco nesta mineralização só muito localmente se manifesta, não tendo por isso grande representatividade.



CORVO - CORTE TRANSVERSAL 4
 INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA DE 9-93

 RUBANÉ CUPRÍFERO	 FISSURAL CUPRÍFERO
 PIRITE ESTÉRIL	 FISSURAL ESTANÍFERO
 SULFURETO MACIÇO CUPRÍFERO	

Fig. 8 . Corte Transversal 4 na massa do Corvo

A massa do Corvo é intersectada por dois sistemas principais de falhas tardias, o primeiro de orientação N-S a N 200E que origina rejeitos significativos de componente horizontal, e rejeito vertical até 30 metros, com caixas de falha variáveis até um metro. O segundo sistema de falhas tem orientação N300W com o mesmo tipo de comportamento que as anteriores.

As falhas menores estão profusamente representadas, sendo a orientação mais marcada a E-W, correspondendo a falhas de movimento e caixa reduzidos, com carbonatos, sílica, barite, calcopirite e sulfossais da série tenantite-tetraedrite, por vezes sob a forma de cristais. A sua cartografia é importante para a definição de detalhe de produção.

O sistema de falhas de direcção N 400 E - N 600 E, é de terminante no controlo da morfologia dos sulfuretos maciços, e sua zonalidade metálica, em parte por serem contemporâneas da sua deposição, só posteriormente se tornando inactivas.

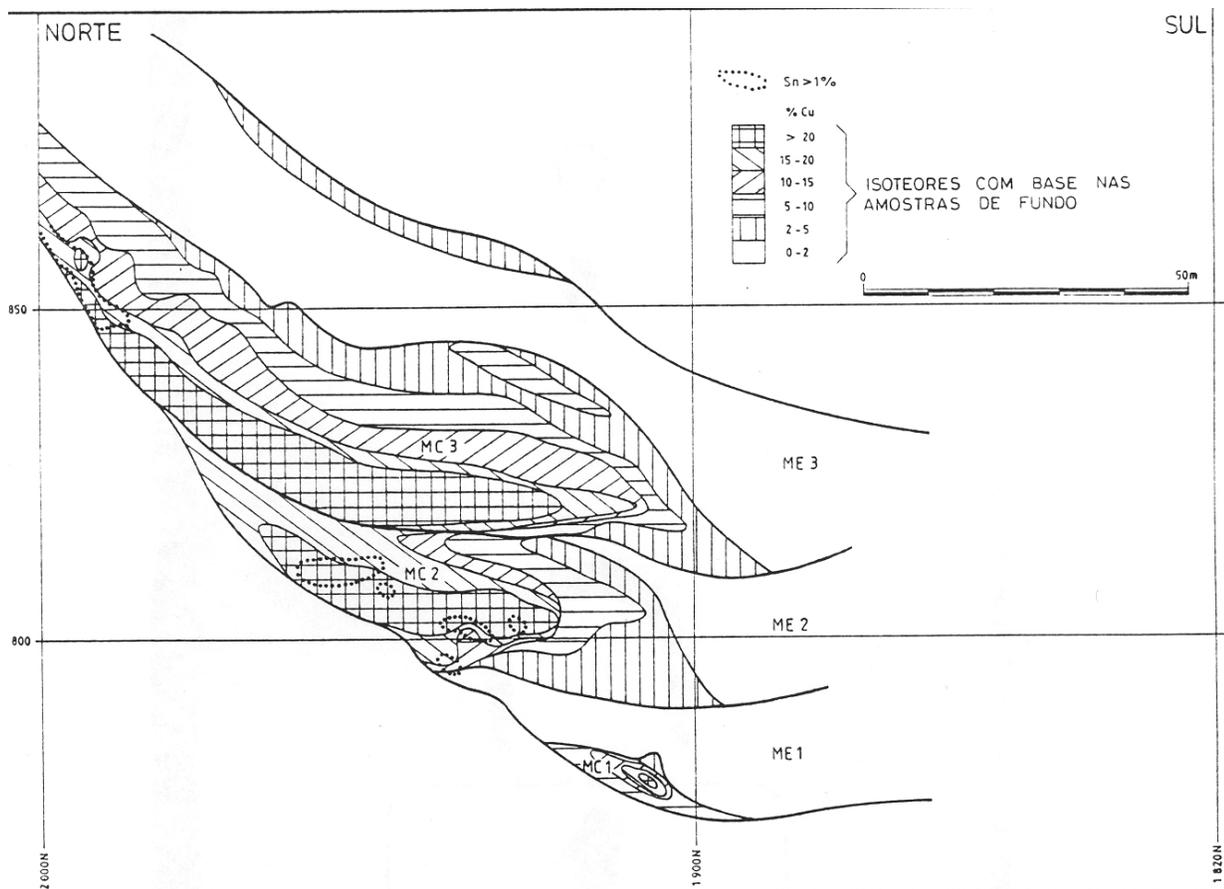


Fig. 9 - Corte transversal 5 na massa do Corvo com isoteores de cobre e estanho

Graça

Localizada no flanco S-SW do anticlinal, com inclinações variáveis até 70°, está ligada à massa do Corvo, por um estreito horizonte de sulfuretos maciços. A sua dimensão é de 700 metros em direcção e 500 metros segundo a inclinação, com espessura máxima de 80 metros. Lateralmente, segundo o mesmo eixo de orientação observado na massa do Corvo (Fig. 7), observa-se o limite entre os minérios complexos e cupríferos que estão bem representados nesta massa. A cassiterite ocorre somente como fina disseminação nos sulfuretos maciços cupríferos, parecendo em continuidade com o eixo definido para a mineralização estanífera na massa do Corvo.

Do mesmo modo que na massa do Corvo, também aqui o enriquecimento basal cuprífero, tende a repetir-se intercalado na pirite estéril a topo.

Estas repetições dão-se de acordo com o desenvolvimento de três ciclos deposicionais principais (Fig. 9), cada um contendo um nível basal cuprífero seguindo-se a topo a deposição de sulfuretos maciços estéreis. Os ciclos definidos são então MC1 ME1; MC2 ME2; e MC3 ME3. À semelhança da massa do Corvo, também aqui é possível identificar a transição de um ciclo a outro, quando a ausência de um dos seus componentes coloque directamente em contacto as lentículas de minérios cupríferos MC1, MC2 e MC3, ou os sulfuretos maciços estéreis ME1, ME2 e ME3.

As lentículas MC2 e MC3 são as que possuem teores mais elevados de Cu e Sn. A lentícula MC1 não contém teores de Sn.

A massa da Graça, contém os teores de Cu mais elevados do jazigo, e é por sua vez a que apresenta também a associação mineralógica mais variada com particular destaque para abundância da blenda e tenantite-tetraedrite responsáveis pelos elementos penalizantes que a caracterizam.

O zinco associado aos minérios complexos, desenvolve-se lateralmente segundo a lentícula MZ1 (Fig. 10), contudo salienta-se que nesta massa se dá localmente coexistência de Zn com Cu conforme mencionado atrás.

O rubané está ausente e o fissural é pouco representativo, à excepção do sector sudeste da massa, onde a sua presença está presentemente a ser avaliada.

Esta massa é intersectada por várias falhas principais subverticais tardias e de tendência N -S, com caixas brechificadas variáveis até 1 metro de espessura, onde se verifica a redução do teor em cobre. Estas falhas são a extensão das falhas principais que intersectam o jazigo do Corvo, na sua parte superior. Outras falhas menores são de tendência E- W com pequenas caixas de falha preenchidas por carbonatos, sílica e calcopirite. Os rejeitos de menor escala destas falhas, têm contudo grande importância na definição da morfologia de detalhe desta massa, e consequente controlo da produção.

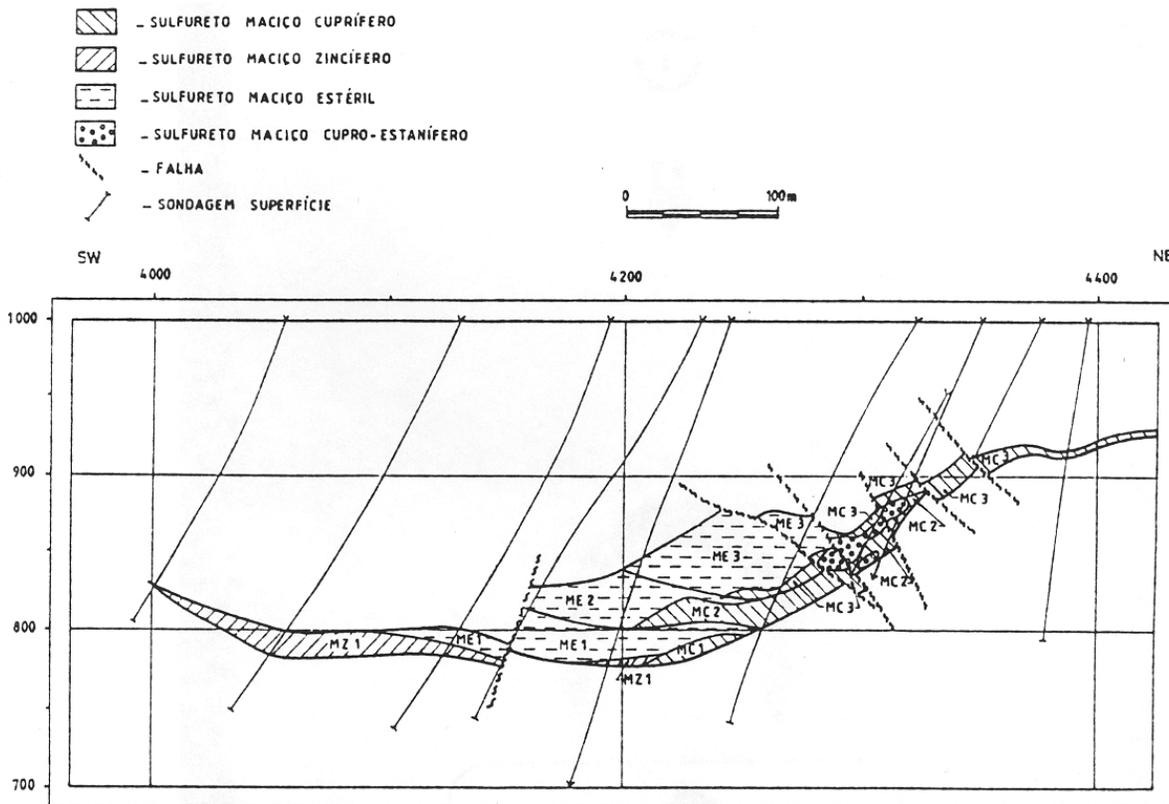


Fig. 10 - Corte transversal 6 da massa da Graça

Neves

É corrente subdividir esta massa em Neves Sul e Neves Norte, por se tratar de facto de duas massas contíguas e interligadas. No conjunto tem um eixo maior de cerca de 1200m, orientado a noroeste ao longo do eixo largo da dobra anticlinal, com largura média de 700 metros o que se traduz na sua subhorizontalidade, a mais marcante de todos os jazigos, com inclinação média de 5 a 15°. A espessura máxima observada foi de 55 metros.

Em Neves Sul, a massa é essencialmente ocupada por minérios complexos, sendo os minérios de cobre e estanho aí presentes claramente subordinados. Ao contrário, em Neves Norte predominam os minérios cupríferos, quer associados aos sulfuretos maciços, quer ao fissural a muro, que apresenta aqui um desenvolvimento notável podendo atingir algumas dezenas de metros de espessura.

Embora o cobre se desenvolva preferencialmente na base dos sulfuretos maciços, é importante notar que a repetição dos níveis cupríferos para o topo, se dá de acordo com a mesma ciclicidade e polaridade observadas nas massas anteriores, com cobre basal, zinco e pirite no topo, em cada um dos três ciclos principais de deposição definidos (Fig. 11).

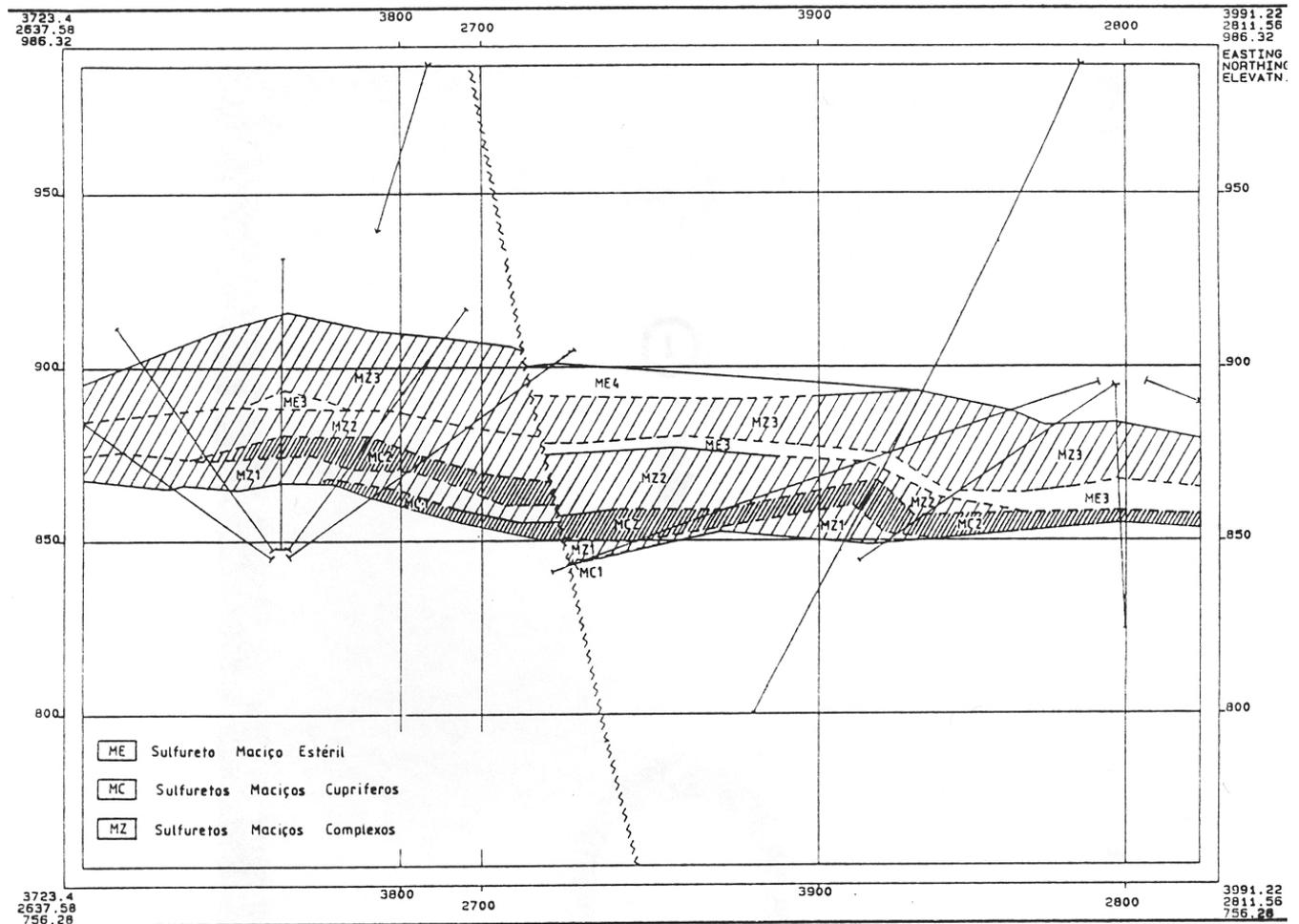


Fig. 11 - Corte transversal 7 na massa de Neves Sul

A presença de zinco intercalado nos sulfuretos maciços estéreis das lentículas ME1, ME2 e ME3 tem na massa Neves Sul o seu maior desenvolvimento, quase sempre a topo de cada lentícula cuprífera, reduzindo por sua vez a representatividade do ME ao contrário das outras massas onde ele é largamente dominante. Assim é frequente as lentículas MZ1, MZ2 e MZ3 contactarem directamente umas a seguir às outras.

Na massa de Neves Norte (Fig. 12) observa-se a mineralização fissural a muro dos sulfuretos maciços, quer associada aos xistos negros quer aos tufos ácidos T2. As três lentículas MC1, MC2 e MC3 definidas em Neves Norte não são representativas neste perfil, por se desenvolverem mais para norte da área de influência da mineralização fissural cuprífera, possivelmente devida a fenómenos de deslocação da massa, aliás já suspeitadas em Neves Sul onde se observou localmente o contacto directo de MZ1 com FC, algo contraditório com os modelos tradicionais em que o stockwork de alimentação é mineralizado em Cu onde a massa que se sobrepõe é também enriquecida neste metal.

Zambujal

É uma pequena massa na extremidade SE do anticlinal central, afectada por esta dobra, localmente com características de dobra-falha e rotação do eixo de estrutura até quase E-W. A presença dispersa de minério de cobre e zinco de baixo teor não lhe confere interesse mineiro actual, que só a continuação do reconhecimento em curso poderá alterar.

Não é possível definir por enquanto a natureza da repetição dos vários ciclos, conforme descritos anteriormente para as massas de Corvo, Graça e Neves, porém a presença de pelo menos duas lentículas cupríferas (Fig. 5), dão indicação de que o mesmo fenómeno de redeposição multifaseada também aqui tenha ocorrido.

Lombador

Descoberta apenas em 1988, no flanco NE do anticlinal, a profundidades superiores a 500 metros, encaixa a norte da massa do Corvo, entre esta e a massa de Neves. A sua inclinação média é idêntica à da massa do Corvo, tendo-se intersectado um máximo de 65 metros, nas sondagens de reconhecimento em curso. Não está ainda delimitado o fecho norte da massa, que coincide com o seu eixo maior de 750 metros orientado nesta direcção. Esta massa contém minérios complexos, com alto teor de Zn, que se notabilizam como o seu principal recurso (Fig. 13), não sendo possível por enquanto distinguir os ciclos de deposição que caracterizam as outras massas mineralizadas.

A presença de minérios cupríferos, parece até ao momento subordinada. Há no entanto a registar, que existe algum potencial nas áreas de ligação às massas de Corvo e Neves Norte, a merecer a atenção nos programas de reconhecimento em curso.

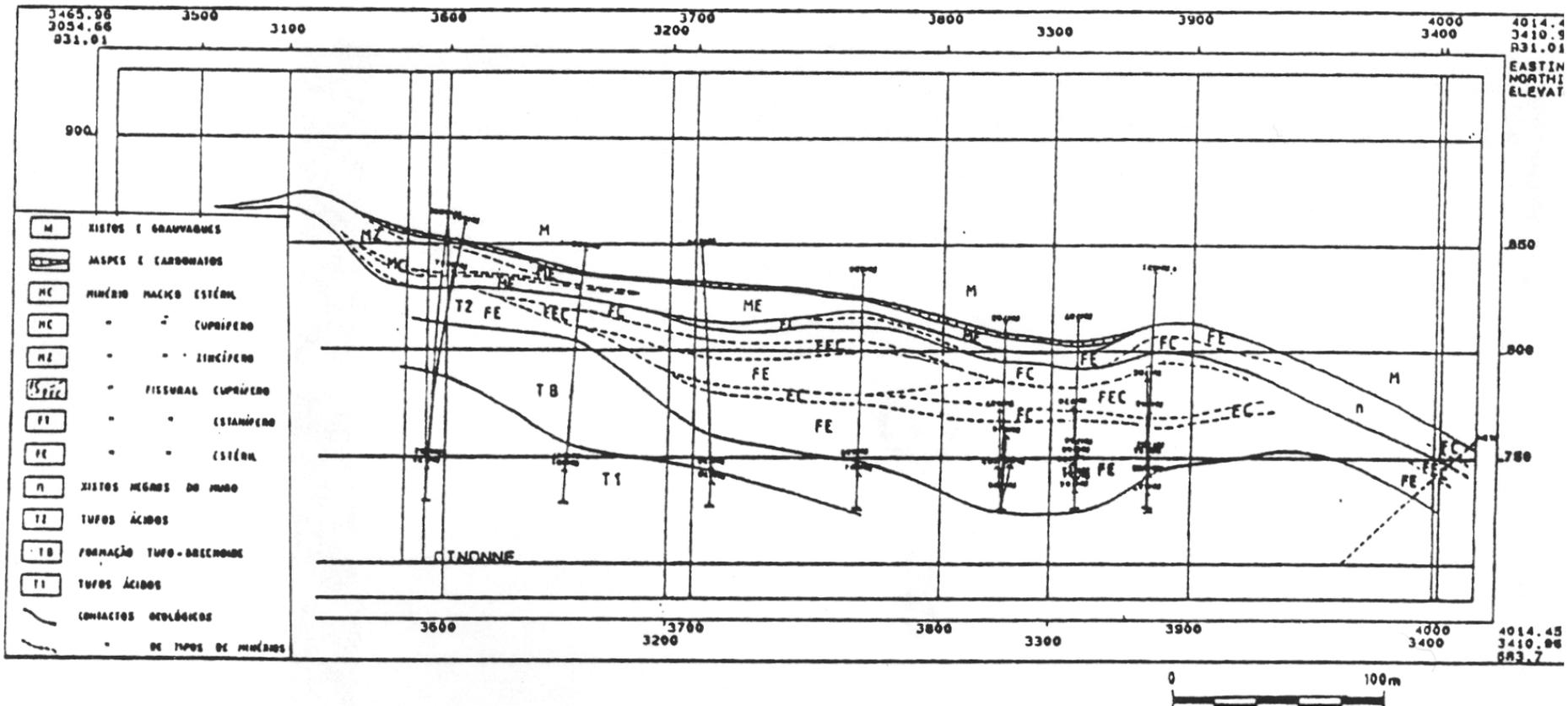


Fig. 12. Corte transversal 8 na massa de Neves Norte

COBRE								
Sulfuretos Maciços - (MC)	20 142	7.59	0.39	1.38	-	-	-	-
Fissural - (FC)	4804	3.54	0.21	0.90	-	-	-	-
Rubané - (RC)	3399	7.14	0.25	0.35	-	-	-	-
TOTAL	28 345	6.85	0.34	1.17	-	6330	11 136	10 879
ESTANHO								
Sulfuretos Maciços Cu/Sn -(MS)	2227	14.41	1.61	2.15	-	-	-	-
Sulfuretos Maciços Sn -(MT)	123	6.99	12.31	1.03	-	-	-	-
Fissural - (FT)	16	3.34	10.99	0.18	-	-	-	-
Rubané - (RT)	515	1.23	6.01	0.06	-	-	-	-
TOTAL	2881	11.68	2.90	1.72	-	1963	348	570
ZINCO								
Sulfuretos Maciços - (MZ)	49 634	0.50	-	5.93	1.21	-	-	-
TOTAL	49 634	0.50	-	5.93	1.21	-	15 590	34 044
PIRITE (ME)	138.000	-	-	-	-	-	-	-

Quadro III . Evolução das Reservas Geológicas por Metal

Cálculo de Reservas	Conteúdo Metálico (Reservas "In situ" + Produzido)		
	Cobre ton x10 ³	Estanho ton x 10 ³	Zinco ton x 10 ³
1986	2,295	-	1,867
1987	2,494	71,5	1,867
1988	2,865	67,9	1,867
1989	2,804	64,9	2,442
1990	2,861	103,7	2,740
1991	2.865	103,0	2,943
1992	2,988	105,3	2,943
Junho 1993	2.987	104,9	2,943

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A abordagem geral do enquadramento geológico, estrutural e mineralógico do jazigo de Neves-Corvo, permite formular algumas considerações que se julgam pertinentes para a compreensão dos fenômenos que o originaram.

Assim, parece importante salientar o contexto paleogeomorfológico em que se depositaram os sulfuretos, tendo em consideração a existência de uma sequência vulcânica inferior depositada em bacia submarina,

complexa e estruturalmente controlada. Os rejeitos diferenciais em algumas das falhas principais, estão associados à existência de escarpas de falhas antigas, ou mesmo activas durante os eventos vulcânico e hidrotermal. O controlo de deposição, bloco a bloco, das rochas vulcânicas, com espessura variável e até mesmo ausência total, bem como a natureza da orientação preferencial das diferentes massas mineralizadas, sua morfologia e zonalidade de distribuição metálica, direccionam-nos para um modelo de deposição das vulcânicas e posteriormente dos sulfuretos maciços polimetálicos em bacias tectonicamente controlados, marginais em relação a eventuais centros vulcânicos. A relação entre as várias massas mineralizadas, através da alteração brusca e orientada da espessura dos sulfuretos maciços e o seu modelo de interligação, poderá por outro lado confirmar este modelo de bacia tectónica, activa e com importante desenvolvimento da actividade hidrotermal.

A existência de mineralização de tipo stockwork a muro dos sulfuretos maciços, parece estar na dependência deste controlo tectónico, desenvolvendo-se ao longo de alguns alinhamentos principais nomeadamente na massa Neves Norte e sua ligação à massa Lombador e massa de Corvo. Na interface dos sulfuretos maciços com os "sedimentos" de fundo da bacia esta mineralização tende a ocorrer de forma subparalela à estrutura, constituindo-se por vezes como "leitos" com passagem gradual aos sulfuretos maciços, em tudo idênticos ao "rubané". Convirá portanto definir as vias e modos de circulação dos fluidos hidrotermais, definir as zonas de alimentação e comparar com os fenómenos de recirculação, remobilização e recristalização tardia que algum fissural apresenta.

A mineralização "rubané" pela primeira vez definida em Neves-Corvo, situa-se no tecto dos sulfuretos maciços ora em contacto directo, ora intercalado no seio dos xistos e grauvaques de Grupo do Flysch situado na base da sequência superior do CVS. A sua origem ainda não está esclarecida, contudo a possibilidade de se tratar de um evento tardio de deposição mineral terá de ser confrontada com a alternativa de deslizamento sin-sedimentar e/ou tectónico posterior. A presença de sulfuretos maciços, jaspes e carbonatos no tecto do "rubané", idêntico: aos observados no tecto das diversas massas mineralizadas, poderá revelar-se como um bom meio de diagnóstico sobre a sua origem, até pelo facto de os ciclos de deposição mineral mencionados para os sulfuretos maciços não apresentarem este tipo de associação litológica.

Por último, interessará questionar sobre os teores anormalmente elevados de Cu e Sn. O facto de as mineralizações ricas nestes dois metais se distribuírem desde as formações a muro do sulfuretos até ao topo destes, torna difícil esclarecer se a sua concentração se deve a factores primários, como o indica a natureza da repetição cíclica, e características mineralógicas distinta em cada um dos ciclos, ou se ela é devida a enriquecimento por fenómenos tardios de substituição, como se pode observar nos vários tipos texturais estudados.

As questões que se continuam a colocar sobre a fonte e natureza destas mineralizações, nomeadamente a importância das condicionantes geológico-estruturais no meio de deposição e a sua evolução durante os processos diagenético, metamórfico e tectónico, foram o suporte para se constituir o projecto Geomincor, de investigação científica pluridisciplinar, a que Somincor deu total apoio e financiamento.

Só o resultado da investigação nos vários estudos a decorrer, nas áreas de Metalogenia, Hidrotermalismo, Mineralogia, Geodinâmica e Geologia Estrutural, Petrologia Ígnea e Metamórfica, Sedimentologia e Estratigrafia, e outros, poderão contribuir para esclarecer a história da génese e evolução do jazigo de Neves-Corvo.

AGRADECIMENTOS

o profissionalismo e rigor na concepção e gestão do projecto e operação mineira praticadas pela Somincor, tem expressão na evolução do conhecimento geológico do jazigo de Neves-Corvo.

Os autores renovam o seu apreço e agradecimento a todos os colegas que, desde o início e após a descoberta até hoje, partilharam as ideias, ensinamentos e conhecimentos e ajudaram a que este artigo fosse uma realidade, e o resultado da contribuição de todos.

Em especial agradecemos à Administração da Somincor, e ao Eng. F. Real o tributo de, no rigor da gestão industrial que a mina obriga, incentivar e apoiar a nossa valorização pessoal. Ao Victor Soares, Jorge Vendas e Branca Neves o nosso agradecimento pelo apoio durante a preparação do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albouy L, Conde LN., Foglierini F., Leca X., et Morikis A.(1981). Le gisement de sulfures massifs polymétalliques de Neves-Corvo (Baixo Alentejo, Portugal). Chron. Rech. Min. (Orleans), 460.

Barriga F.J.A.S. and Carvalho D. (1983). Carboniferous volcanogenic sulphide mineralizations in southern Portugal (Iberian Pyrite Belt). In: The Carboniferous of Portugal (M.J. Lemos and J.T. Oliveira, eds.), Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 29, pp99-113.

Boogard M. Van den (1967). Geology of the Pomarão region (Southern Portugal). Doct. Thesis, Univ. Amsterdam. Rotterdam, Deltro 113.

Carvalho, D. (1986). Outline of the geology and mineral deposits of South Portugal Iberian Pyrite Belt. Lab. Geol. Inst. Sup. Tech. (Lisboa) 1-82. (Iberian Field Conference of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits, SGA).

Carvalho, P. (1986). An introduction to the Neves-Corvo Copper Mine, Portugal. Lab. Geol. Inst. Sup. Tec. (Lisboa) 83-89. (Iberian Field Conference of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits, SGA).

Fernandez-Rubio R., Carvalho P. and Real F. (1988). Mining-hydrological characteristics of the underground copper mine of Neves-Corvo, Portugal. Paper presented at the Third International Mine Water Congress, Melbourne, Australia, October 1988.

Howson M.P.(1989). Mine design through the application of boundary modelling techniques. Mining Magazine, Sept. 1989, pp198-204.

Leca X. (1983) (avec la collaboration de Ribeiro A., Oliveira, J.T., Silva J.B., Carvalho P. et Merino, H.). Cadre géologique des minéralisations de Neves-Corvo (Baixo Alentejo, Portugal). Lithostratigraphie Paléogéographie et Tectonique. Bureau de Recherches Géologiques et Minières Orléans. Mem. B.R.G.M. No. 121.

Leca X., Albouy L, Aye F., and Picot P. (1985). Caractéristiques principales du gisement de Neves-Corvo (Portugal). Chron. Rech. Min. (Orleans) No. 481, pp53-58.

Leca X. (1985). La découverte des amas sulfurés cachés de Neves-Corvo (Sud du Portugal). Essai de méthodologie. Chron. Rech. Min. (Orleans). No 479, pp51-62.

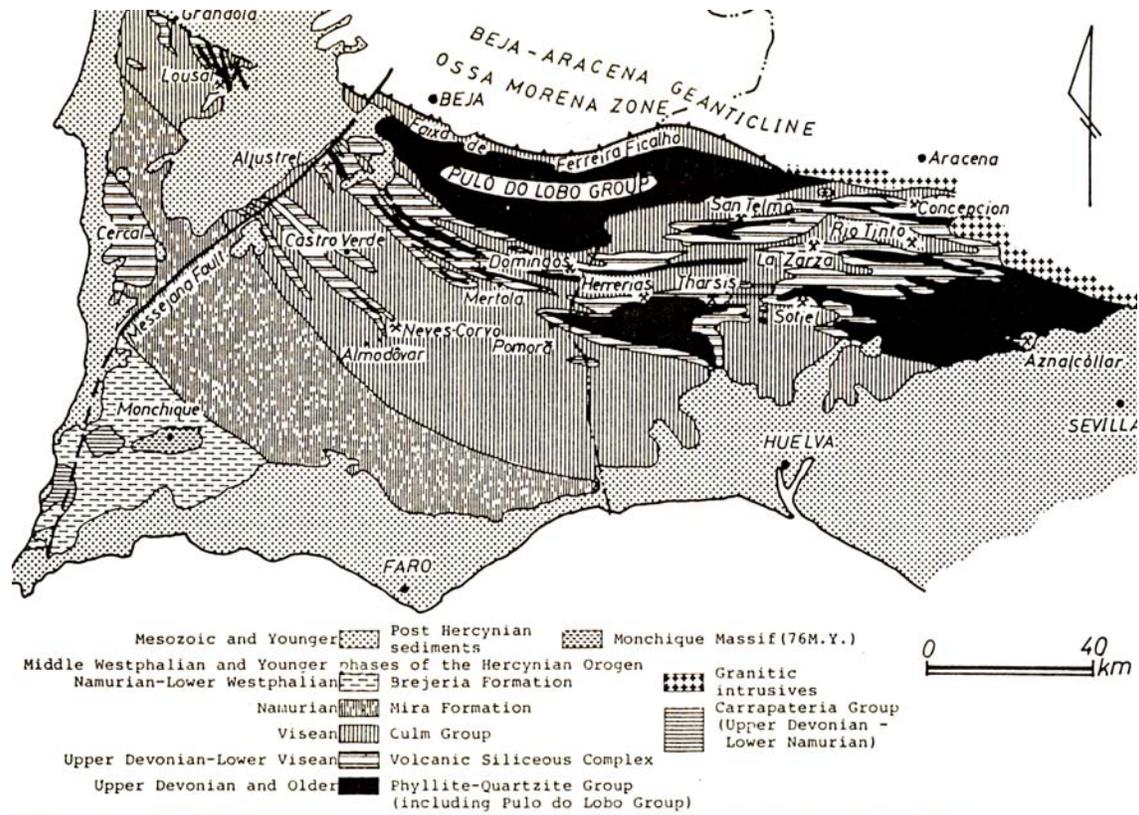
Leca X. (1990). Discovery of concealed massive-sulphides bodies at Neves-Corvo, southern Portugal - a case history. Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. B. Appl. Earth Sci.), 99, B139-152

Lemos de Sousa M.J. and Oliveira J.T. (Eds.) (1983). The Carboniferous of Portugal. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal. No. 29, Lisboa.

- Munha J. (1983). Hercynian Magmatism in the Iberian Pyrite Belt. In: The Carboniferous of Portugal (M.J. Lemos and J.T. Oliveira, eds.), Mem. Servo Geol. Portugal, Lisboa 29, pp39-82).
- Murray D.N. and Real F. (1987). The Neves-Corvo Projecto RTZ Mining and Mineral Processing Conference, Namibia. RTZ Abstracts, RTZ TSL, Bristol.
- Oliveira J.T. et al (1984 and 1987). Carta Geológica de Portugal, Folhas 7 e 8. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Oliveira J.T. (1983). The Marine Carboniferous of South Portugal: A Stratigraphic and Sedimentological Approach. In: The Carboniferous of Portugal (M.J. Lemos and J.T. Oliveira, eds.), Mem. Servo Geol. Portugal, Lisboa, 29, pp3-38.
- Real F. and Murray D.N. (1990). The Neves-Corvo Mine. Paper presented at Metal Bulletin 4th International Copper Conference, Santiago, Chile, April 1990.
- Ribeiro A. and Brandão Silva J. (1983). Structure of the South Portuguese Zone. In: The Carboniferous of Portugal (M.J. Lemos and J.T. Oliveira, eds.), Mem. Servo Geol. Portugal, Lisboa, 29, pp83-90.
- Richards D.G. and Ferreira A.V.M.M. (1991). Metal Zoning in the Graça Orebody, NevesCorvo. Minerals Industry International. Bulletin of the I.M.M., March 1992, No. 1005, p5.
- Richards D., Carvalho P., Sides E. (1991). Geology and reserves of complex sulphides at Neves-Corvo. Symposium "Los Sulfuros Complejos del Suroeste de Espana. Sevilla.
- Richards D. and Sides E.J. (1991). Evolution of ore reserve estimation strategy and methodology at Neves-Corvo. Trans. Inst. Min. Metall. (Sect.B: Appli. earth sci., 100, Sept.-Dec. 1991).
- Schermerthorn L.J.c. (1970). The deposition of volcanics and pyritite in the Iberian Pyrite Belt. Mineral. Deposita, 5, No. 3, pp273-279.
- Sides E.J. (1987). An alternative approach to the Modelling of Deformed Stratiform and Stratabound Deposits. APCOM 87. Proceedings of the 20th APCOM. Volume 3: Geostatistics. Johannesburg, SAIMM ppl87-198.
- US Bureau of Mines and the US Geological Survey (1980). Principles of a Resource/Reserve Classification for Minerals. Geological Survey Circular 831.

A **Faixa Piritosa Ibérica** (FPI) é mundialmente reconhecida pela sua riqueza em sulfuretos maciços vulcanogénicos, vulgarmente conhecidos por pirites. Esta província metalogenética forma um arco com extensão de cerca de 250 km de comprimento e 30 a 60 km de largura, que abrange parte do Alentejo, do Algarve e da Andaluzia.

Aljustrel e Neves-Corvo são exemplos paradigmáticos deste tipo de ocorrência.



Geologia Geral da Faixa Piritosa Ibérica (Carvalho, 1976; Oliveira et al., 1979)

A história destas mineralizações começou num oceano que albergou em profundidade vários alinhamentos de potentes vulcões, a cuja actividade se associaram fenómenos de hidrotermalismo responsáveis pela génese dos depósitos de minérios de sulfuretos de ferro, cobre, zinco, chumbo, prata e ouro (fumarolas negras – black smokers).

Nesta província surgem ainda ocorrências/jazigos de Mn e Ba que foram alvo de exploração económica. Os níveis oxidados das massas de sulfuretos maciços aflorantes (chapéus de ferro - *gossan*), estão na base da fixação de povoadamentos pré-históricos nesta área, motivados pela extracção de ouro e cobre.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GÉNESE DOS JAZIGOS DE PIRITE

A **FPI** situa-se numa unidade principal da Cadeia Orogénica Varisca (Hercínica) designada por Zona Sul Portuguesa, localizada na parte SW da Península Ibérica.

1 - Unidade Inferior

A unidade geológica mais antiga da FPI é o chamado **Grupo Filito-Quartzítico**, que engloba rochas sedimentares (filitos, siltitos, quartzitos e quartzovaques) depositadas em meio marinho do Devónico (Fameniano Médio ao Fameniano Superior), há **360 a 352** Milhões de anos.

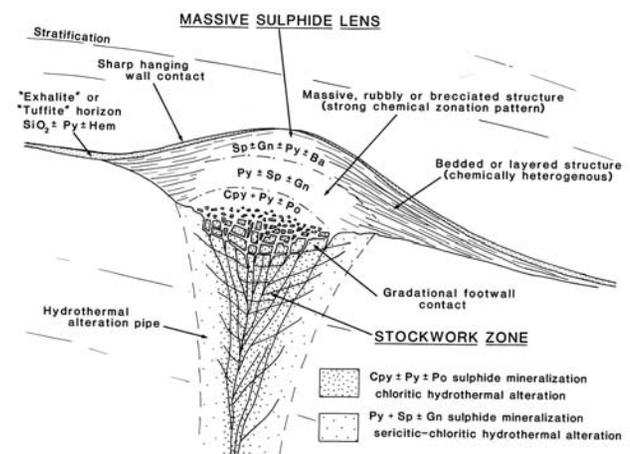
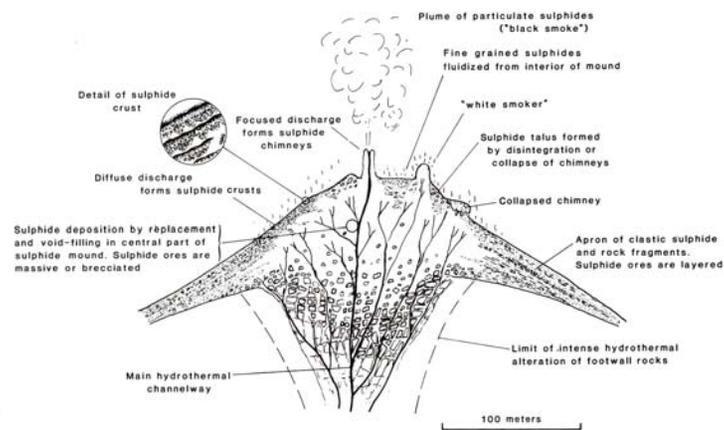
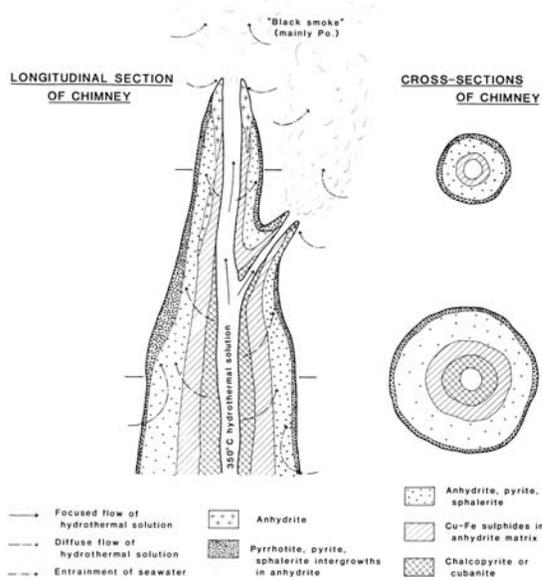
2- Complexo vulcanosedimentar e Mineralização

Sobre esta unidade foi depositado um **Complexo VulcanoSedimentar** constituído por rochas sedimentares (xistos siliciosos, xistos negros, jaspes e chertes) e por rochas vulcânicas (vulcanitos e lavas de composição riolítica e dacítica, espilitos, diabases e rochas vulcanoclásticas). Esta unidade demonstra a ocorrência de actividade vulcânica no fundo do mar, há cerca de **352 a 330** Milhões de anos atrás, entre o Fameniano Superior e o Viseano Superior.

A génese dos jazigos minerais da FPI está relacionada com a circulação de fluidos hidrotermais entre as rochas vulcânicas e sedimentares, as quais sofreram por isso processos físico-químicos de lixiviação e de troca iónica.

3- Unidade Superior

Por último, sobrepondo-se ao Complexo Vulcano-Sedimentar, depositou-se em meio marinho uma sequência de sedimentos turbidíticos (grauvaques, siltitos, xistos e conglomerados), com vários quilómetros de espessura, que constitui o **Grupo do Flysch do Baixo Alentejo**, do Carbónico (idade Viseano Superior), há **340 a 330** Milhões de anos.



Black smoker – zonamento metálico em unidades modernas (ex. Açores)

Acumulação de sulfuretos na região proximal (alimentação de fluidos)

Modelo idealizado para os depósitos de sulfuretos maciços vulcanogénicos



**MINÉRIO BANDADO
(RUBANNÉ)
CUPRÍFERO**

**MINÉRIO
BRECHÓIDE**

**MINÉRIO
CUPRÍFERO
MACIÇO**

**MINÉRIO BANDADO
(RUBANNÉ) CUPRÍFERO
E ESTANÍFERO**

FLYSCH

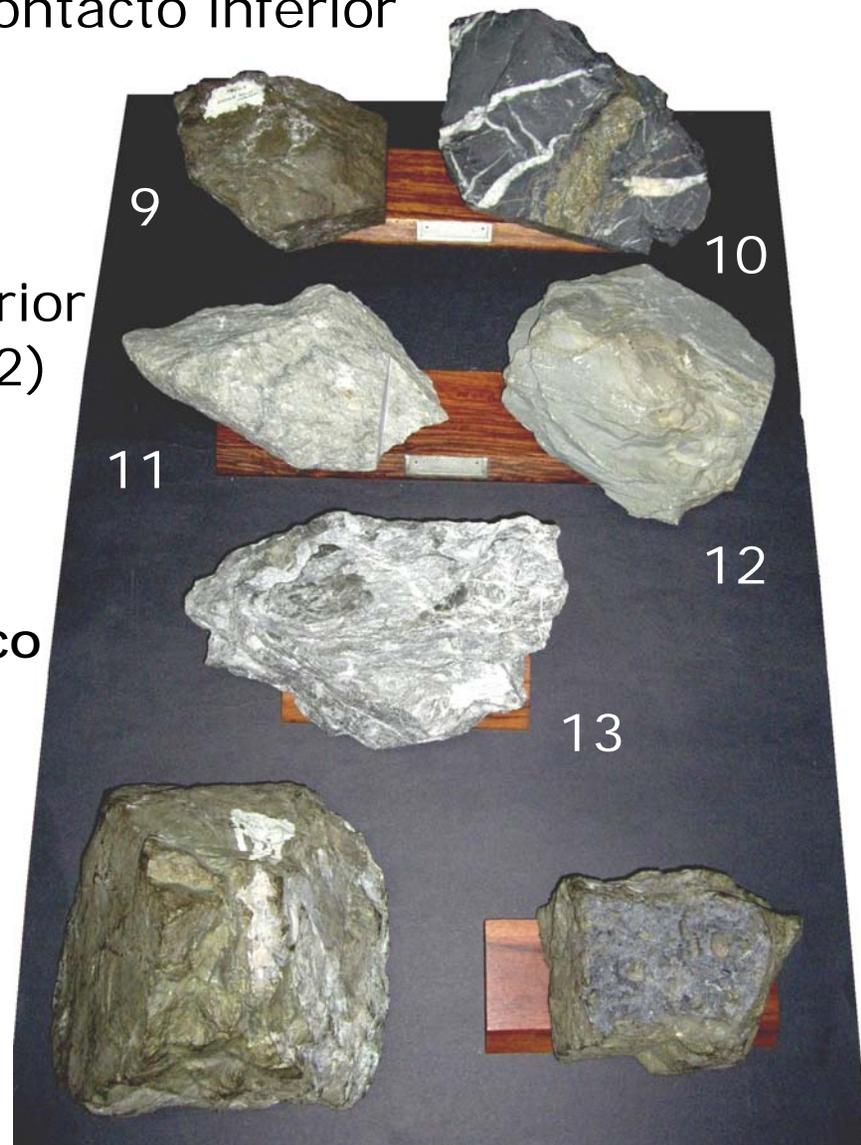


CVS Superior (2 a 7)

Mineralização e contacto inferior

CVS Inferior (10 a 12)

GRUPO FILITO-QUARTZÍTICO PQ



minérios