

Minas da Panasqueira – 100 Anos de História Mineira

A. Corrêa de Sá, R. A. Naique e Edmundo Nobre

BREVE HISTÓRIA DA MINA

O arranque das MINAS DA PANASQUEIRA coincide com a primeira aplicação industrial de TUNGSTÊNIO em fins do século XIX. A empresa mineira foi registada em 1896 e a primeira concessão mineira atribuída à Sociedade de Minas de Volfram em Portugal - Lisboa propriedade da empresa Almeida, Silva Pinto & Comandita, Exploradora de Minas de Volfram existentes no Fundão e Covilhã e com sede em Lisboa, data de 25 de Novembro de 1898.

Esta concessão estendia-se pelos concelhos da Covilhã e Fundão com explorações mineiras na Panasqueira e Cabeço do Pião. Estas foram as primeiras localidades onde a volframite foi explorada. Posteriormente as operações alargaram-se para novas áreas como Vale das Freiras, Vale da Ermida e Barroca Grande e mais tarde todas estas concessões individuais foram integradas numa só área mineira - COUTO MINEIRO DA PANASQUEIRA que abrange cerca de 21 km² numa faixa de terreno irregular com orientação noroeste-sudeste, limitada a norte pela ribeira de Cebola e a sul pelo Rio Zêzere (fig. 1 e 2).

Não há registo nesta região de qualquer vestígio associado a trabalhos antigos, como em outras regiões de Portugal. De qualquer modo, é provável que tenha havido exploração de estanho pelos Romanos e Mouros, conforme lendas locais.

O interesse inicial da exploração de volfrâmio deveu-se a um carvoeiro que ao trabalhar no pinhal que circunda esta zona encontrou uma pedra preta e pesada que ofereceu a um amigo de uma aldeia vizinha. Este amigo com jeito para o negócio deslocou-se a Lisboa e com conhecimentos pessoais interessou vários investidores, o que deu início às primeiras prospecções. A primeira concessão foi obtida em 1836 e a primeira referência de mineralização de Volfrâmio na área de Panasqueira data de 1838.

O primeiro interesse inglês na Panasqueira data de 1901, quando o Conde Burnay que anteriormente tinha comprado a empresa que possuía a concessão mineira, a arrendou a uma companhia inglesa com a opção de compra depois de um ano, o que não veio a acontecer. De qualquer modo o Conde Burnay continuou a exploração e em 1904 construiu-se uma lavaria mecanizada perto do Cabeço do Pião, para o que se instalou uma turbina eléctrica na margem esquerda do Rio Zêzere. Abriam-se também as primeiras galerias tendo a produção aumentado substancialmente, registando-se uma entrega de 41 toneladas de minério ao agente da Empresa no Tortosendo. A exploração no Cabeço do Pião foi suspensa pouco depois, porque se encontraram filões mais ricos na Panasqueira. A actividade no Cabeço do Pião continuou, e antes da Primeira Guerra Mundial, além da lavaria, construíram-se ainda outras instalações industriais e casas de

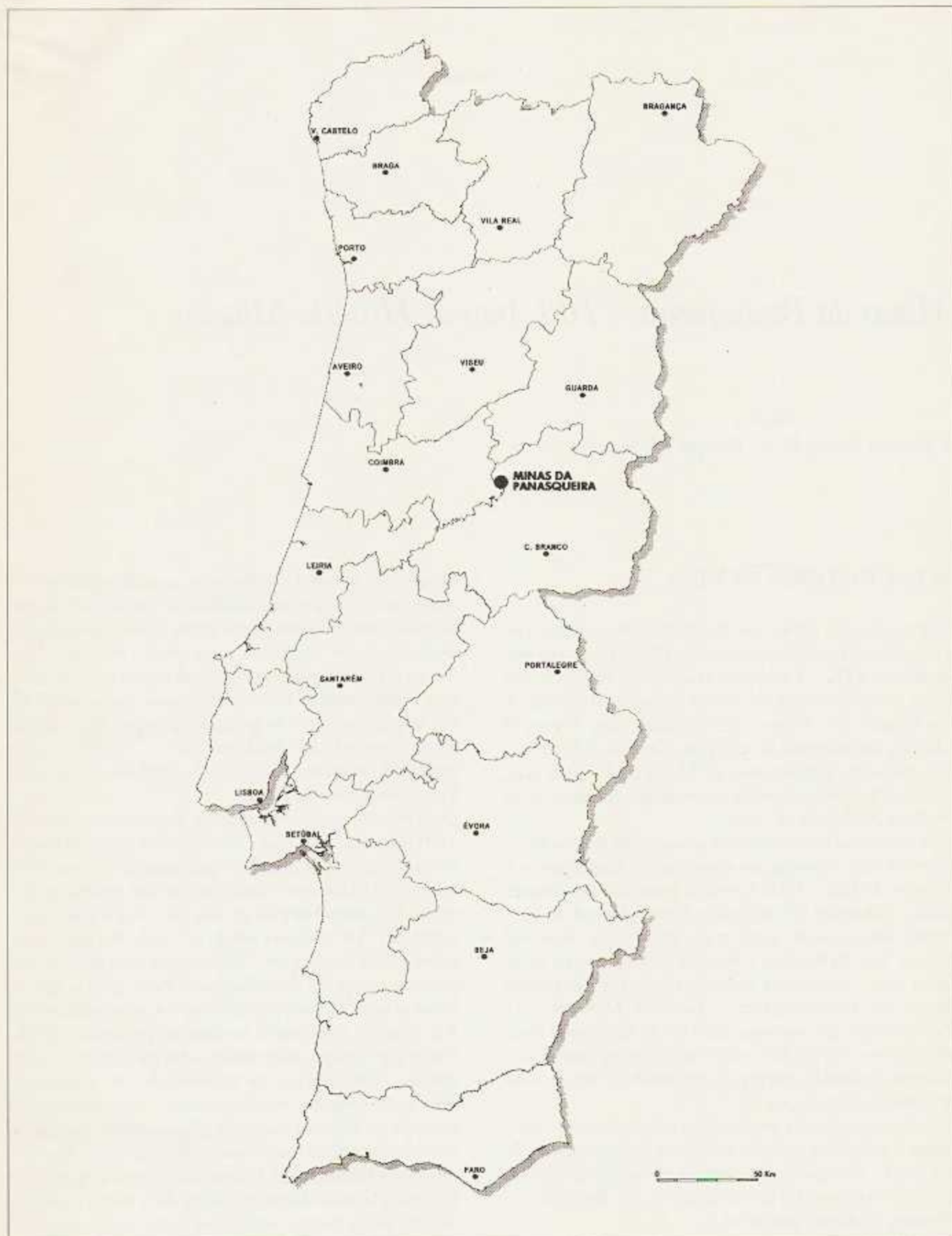


Figura 1
Localização

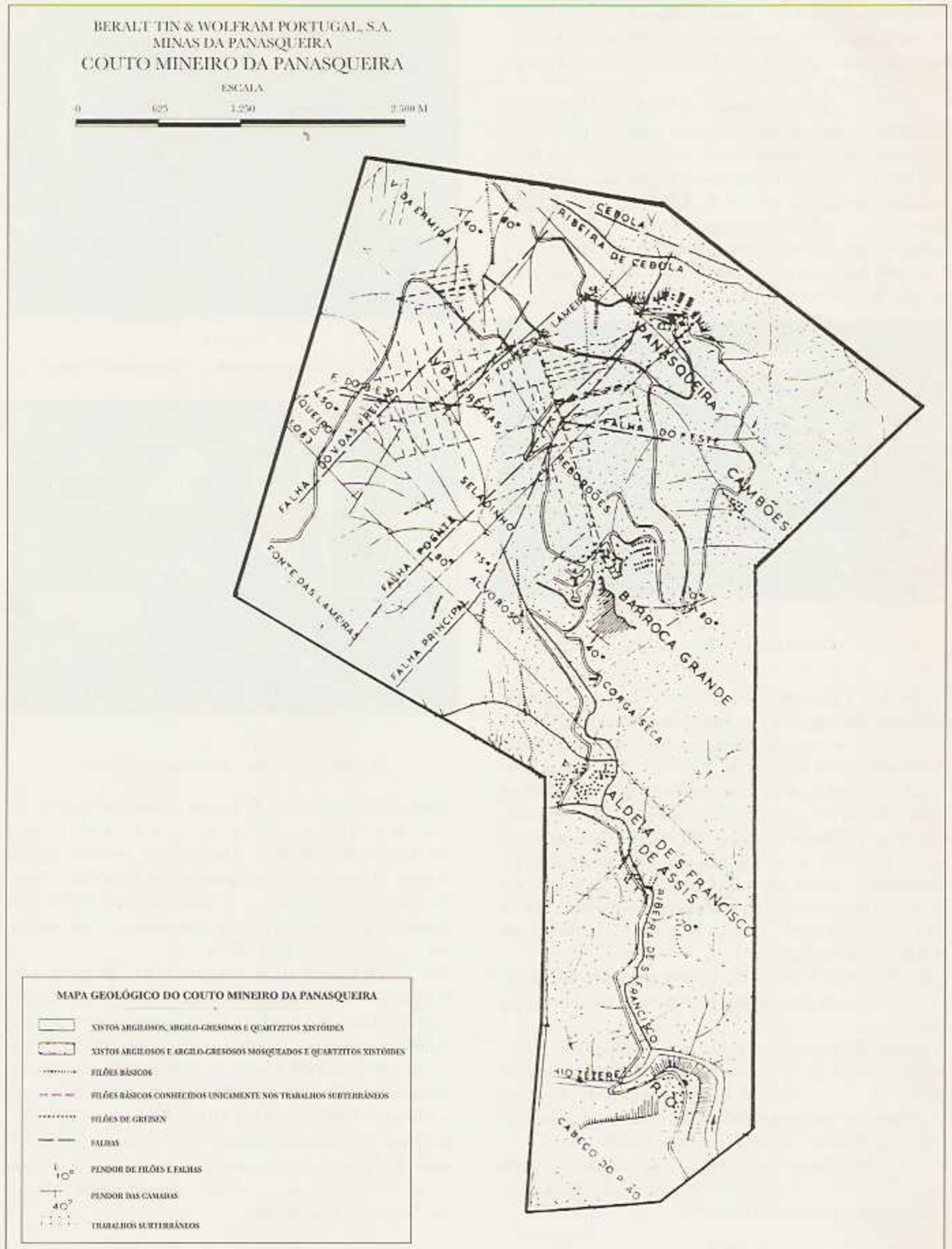


Figura 2

habitação no local que ficou conhecido como "RIO". A actividade no Rio continuou até Setembro de 1996, quando toda a operação da Mina foi transferida para a Barroca Grande.

Em 1911 constituiu-se a empresa Wolfram Mining and Smelting Company que comprou todos os direitos de concessão conjuntamente com edifícios, equipamento e 125 ha de terreno. O contrato de venda foi assinado no notário em Lisboa em 15 de Julho de 1911. Antes desta data as galerias principais da Barroca Grande já tinham sido abertas, nomeadamente a Galeria da Guerra e Galeria Geral, esta última com uma extensão de mais de 700 metros (fig. 3).



Figura 3
Galeria Geral da Barroca Grande

G. Frederick Cowper foi o primeiro Director Geral da Wolfram Mining and Smelting Company em 1911. A nova empresa investiu em máquinas e na renovação do equipamento da Lavaria do Rio e em 1912 instalou-se o primeiro cabo aéreo com uma extensão de 5100 m para transportar o minério dos vários locais de exploração para a Lavaria no Rio. Há registos que mostram que em 1912 a produção de concentrados de Volframite subiu para 267 toneladas com 65% de WO_3 . O número total de trabalhadores na mina era de 244 e a quebragem incluía 10 791 m³ de filão mais 86 063 m³ de estéril.

Em 1914, com o início da Primeira Guerra Mundial, assistiu-se a um grande desenvolvimento das operações mineiras.

A produção aumentou, a Lavaria foi ampliada, construiu-se um forno e o número de trabalhadores subiu para 800. Além disso, a empresa autorizou pequenos trabalhos de extracção individuais na área de concessão, o que ficou conhecido como "quilo" (fig. 4 e 5) envolvendo mais de 1000 pessoas que trabalhavam por conta própria e recuperavam pequenas quantidades de minério, que vendiam à Empresa.



Figura 4
Mulheres no trabalho do «quilo» - Concentração manual



Figura 5
Trabalho do «quilo» - Concentração à bateia

Desde 1918 (o fim da Primeira Guerra Mundial) até 1928, a actividade mineira cresceu e diminuiu conforme o preço de Volfrâmio. Durante este período intensificou-se a procura e a recuperação de minérios contendo Cassiterite tendo-se produzido em 1927, 110 toneladas de concentrado de Cassiterite e 190 toneladas de concentrado de Volframite.

Em 1934 houve uma recuperação do preço de Volfrâmio, continuando esta tendência até ao fim da Segunda Guerra Mundial. Estes foram os anos de actividade mais intensa na Mina. A produção alcançou as metas máximas com o correspondente aumento de trabalhadores. De 750 trabalhadores em 1933 chegou-se a 3300 em 1940 e 5790 em 1943. Para além dos trabalhadores da empresa existiam 4780 mineiros na actividade do "quilo", o que correspondia a mais de 10 000 pessoas directamente envolvidas na actividade mineira nas Minas da Panasqueira.

Em Julho de 1944, um Decreto-Lei do Governo Português obrigou o fecho de todas as minas de volfrâmio no País. Contudo no fim da Guerra, a produção foi rapidamente recuperada com a consolidação das operações, utilizando métodos de trabalho mais eficientes.

O preço de Volfrâmio desceu drasticamente no fim da Guerra e só voltou a subir em 1950 devido à Guerra da Coreia. Nos últimos anos da década de quarenta e toda a década de cinquenta, a Empresa manteve a produção e tentou melhorar as eficiências de operação. Durante este período a remoção manual de terra foi substituída por arrastadeiras "scrapers" e carregadoras mecânicas. As mulas foram substituídas por locomotivas, e abriu-se a primeira galeria para a mecanização das operações subterrâneas. Continuou-se à procura de áreas ricas em Cassiterite para garantir a continuidade de operação, tendo-se produzido grandes quantidades de concentrados de Cassiterite para compensar os baixos preços de Volfrâmio.

Em 1962 a Mina começou a produzir concentrados de cobre com a recuperação de Calcopirite dos estéreis da Lavaria, utilizando o processo de flutuação nas células tipo Denver.

De 1957 até 1965 assistiu-se a uma descida do preço do volfrâmio que atingiu o mínimo em 1963 do que resultou uma redução na produção tendo em vista a contenção dos custos. Em 1966 começou uma evolução positiva que atingiu o máximo em 1970, e que correspondeu a um período de expansão. Porém, logo a seguir os preços voltaram a descer substancialmente. Durante este período a produção foi posta em stock em vez de ser vendida a baixos preços do mercado, mas devido aos encargos financeiros foi decidido aumentar o capital, formando-se em 1973 a empresa portuguesa com o nome de Beral Tin & Wolfram (Portugal) S.A. com a entrada do Banco Nacional Ultramarino como novo accionista com 20% do capital social. Os stocks que estavam na Mina foram vendidos em 1974 quando o preço se tornou mais favorável.

A partir de 1974, assistiu-se a um aumento considerável dos custos de mão-de-obra o que veio a acelerar a mecanização das operações subterrâneas. Este esforço levou ao abandono do método de desmontes de frentes corridas, com a sua substituição global pelo método de câmaras e pilares.

Durante os anos setenta estudaram-se várias alternativas para o aprofundamento da Mina e procedeu-se à abertura do novo nível de extracção (Nível 2). Optou-se pela solução de um poço inclinado com uma correia transportadora. As escavações iniciaram-se em 1977 e a extracção do Nível 2 arrancou em 1982.

A partir de 1983 o preço de Volfrâmio começou a des-

cer e a Charter Consolidated Plc na altura detentora de aproximadamente 80% das acções vendeu em 1990 a sua participação à Minorco S.A. Porém o preço do volfrâmio não chegou a recuperar, levando a Minorco a fechar a Mina em 1993 procurando um novo comprador para a sua participação na Beral. A Avocet adquiriu as acções da Minorco em Junho de 1994 e os restantes 19,45% do IPE (adquiridas pelo BNU em 1973) em Março de 1995.

A Mina reabriu em Janeiro de 1995. A transferência da Lavaria do Rio para a Barroca Grande ficou concluída em Agosto 1996, o que permitiu concentrar todo o tratamento num só local. Abriu-se um poço vertical ligando o Nível 2 ao Nível 3 (90 metros de profundidade) que ficou apetrechado com uma máquina de extracção com potência de 284 KW. O poço entrou em funcionamento em Abril de 98. A parte principal da infra-estrutura de extracção do Nível 3 ficou instalada nessa altura, permitindo a extracção de minério produzido nos desmontes do Nível 3 a partir do poço. (Tabela Resumo).

HISTÓRIA DA BERALT

- > Exploração de estanho pelos Romanos
- > 1836 Início de trabalhos de prospecção
- > 1893 Primeiro registo
- > 1896 Primeira concessão
- > Produção chegou a 26 250 MTU em 1916 e 1917
- > Depois de Primeira Guerra Mundial não havia procura - produção parou
- > 1927 Reconstrução financeira, foi formada a empresa BTWL e a mina expandiu
- > Durante a Segunda Guerra Mundial
 - Houve muita procura
 - A produção chegou aos 180 000 MTU em 1940
 - Actividade do "quilo"
 - Em 1943 havia ± 5790 trabalhadores e 4780 contratados (envolvidos no "quilo")
 - 21 000 MTU produzidos
- > 1962 Iniciou-se a produção de concentrados de cobre
- > 1970 Construção da Lavaria na Barroca Grande (CWS e HMS)
- > 1973 Foi formada a empresa BTWP com a participação do BNU
- > 1980 / 1984 Mecanização das operações mineiras e alteração no método de desmontes
- > 1984 Iniciaram-se trabalhos no Nível 2
- > 1986 Produção chegou a 200 000 MTU
- > 1990 MINORCO adquiriu 80% da BTWP
- > 1994 Mina fechou - "Care and Maintenance"
- > 1994 / 1995 AVOCET adquiriu 100% da BTWP
- > 1995 A Mina reabriu - Projectos Ambientais
- > 1996 Iniciou-se a exploração no Nível 3
- > 1996 / 1997 Construção de uma nova Lavaria (Concentração Final) na Barroca Grande
- > 1998 Poço L2/L3 posto em funcionamento

GEOLOGIA E MINERALOGIA

O jazigo da Panasqueira é composto por uma sequência de filões de quartzo hidrotermais e sub-horizontais encaixados nos xistos da Beira. O Complexo Xistoso da Beira é formado por uma densa série de lenticulas, finas de origem marinha, de pelites e arenitos, que sofreram um metamorfismo regional de baixa intensidade (xistos verdes) durante as fases iniciais compressivas da Orogenia Hercínica (1). As rochas pertencem ao Pre-Cambrico superior e/ou Câmbrico (2).

O Complexo Xisto Grauváquico das Beiras foi sujeito a duas fases de deformação. A primeira causou grandes dobras segundo um eixo orientado entre NNE e ENE. A segunda, que é a fase principal, produziu a xistosidade segundo um plano sub-vertical orientado de NW a SE (2). Os sedimentos foram sujeitos a metamorfismo regional e alterados em Xistos com biotite-clorite e filitos, e as unidades mais arenosas em quartzitos de grão fino (1). Durante este período formou-se uma série de filões resultantes de segregações de quartzo e que são conhecidos como "seixo bravo". Estes estão alinhados com as falhas verticais, mas às vezes são concordantes com a estratificação. Estes filões de quartzo não são mineralizados mas são intersectados pelo sistema de filões hidrotermais mineralizados. A distinção entre estes filões de quartzo e os filões mineralizados é particularmente importante para a interpretação dos testemunhos das sondagens.

O mapa geológico de Portugal mostra o contacto entre o Complexo Xistoso das Beiras e Complexo Granítico Hercínico do Norte de Portugal. A área da Mina fica perto do limite sul do Complexo Hercínico Granítico do Norte de Portugal. Ao norte, a Serra de Estrela constitui a grande massa desta formação granítica que passa debaixo da Mina, mas não chega à superfície nesta área. De qualquer modo o topo do granito foi intersectado em várias sondagens de pesquisa feitas na área da concessão. Uma cúpula de granito-greisenizado, aproximadamente de 150 metros de diâmetro mas com uma área irregular foi detectada nos trabalhos subterrâneos (fig. 6). Esta cúpula foi estudada (3) numa tentativa de determinar se seria a principal fonte de fluidos mineralizadores responsáveis pelo sistema de filões economicamente exploráveis. A cúpula ergue-se a 120 metros acima do tecto irregular da grande área de granito subjacente. As rochas do tecto variam entre um granito fortemente greisenizado até um greisen com muscovite e quartzo e

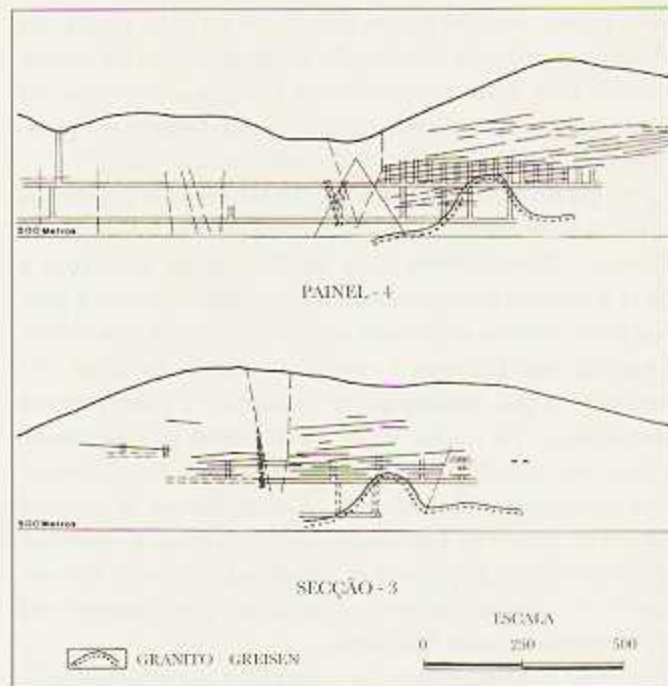


Figura 6
Cúpula de granito-greisenizado

pertencem a uma massa pos-tectónica que não sofreu deformações (3,4,5). O greisen contém Arsenopirite, Calcopirite, Blenda e um pouco de Cassiterite, e é cortado por filões de quartzo mineralizado (4). A cúpula do greisen é coberta por cerca de 15 metros de uma calote de quartzo sem interesse económico que se pensa ter sido formada no vazio deixado pela contracção do material da cúpula (1).

Diques de Dolerito são comuns na zona e são frequentemente interceptados nos trabalhos subterrâneos. Os diques podem ocupar falhas pre-existentes, que em alguns casos foram reactivadas tendo provocado a "boudinage" dos diques. Os diques são verticais ou sub-verticais e têm uma possança de meio metro a três metros e estendem-se por mais de um quilómetro à superfície. A rocha é de grão fino e micro-porfirítica e composta essencialmente de labradorite e piroxena anfibolitizada. Os diques não afectam a mineralização e são intersectados pelo sistema de filões hidrotermais. Também há diques aplíticos sem qualquer interesse económico.

A região é atravessada por uma série de falhas quase verticais no sentido norte e nordeste. Pensa-se que estas falhas foram iniciadas com movimentos de tipo "strike-slip" durante o episódio Hercínico e reactivadas durante a Orogenia Alpina (3),(6). A mineralização do tungsténio e estanho não se encontra na caixa destas falhas sendo algumas preenchidas com material carbonatado. As falhas estão expostas nos trabalhos de mina

Os números entre parêntesis () indicam a referência bibliográfica listada no final do texto.

e podem ser vistas intersectando filões mineralizados. De qualquer modo, o deslocamento vertical é provavelmente um deslocamento aparente resultante de um movimento de deslize contra filões ligeiramente inclinados. As falhas são cuidadosamente cartografadas na Mina. Verifica-se que a área está dividida por dois sistemas de falhas. Um dos sistemas segue a direcção N-S e inclui falhas identificadas como: Falha Principal, Falha Poente, Falha do Vale de Freiras e Falha da Fonte de Lameiras. O outro sistema segue a direcção ENE-WSW e inclui: Falha de Cebola e Falha 8E. As observações feitas até agora não asseguram que as falhas já tivessem existido antes da mineralização.

O jazigo é constituído por um grande número de filões de quartzo sub-horizontais e hidrotermais (fig. 7), contendo um grande número de minerais incluindo a Wolframite, Cassiterite e Calcopirite em quantidades económicas. O sulfureto mais abundante é a Arsenopirite estando também presente em quantidade assinalável a Pirite, a Blenda e a Pirrotite. Os filões atravessam nitidamente a estratificação e folheação da rocha encaixante - Xisto das Beiras. Admite-se que os filões se formaram devido à abertura vertical do conjunto das diaclases sub-horizontais pré-existentes.

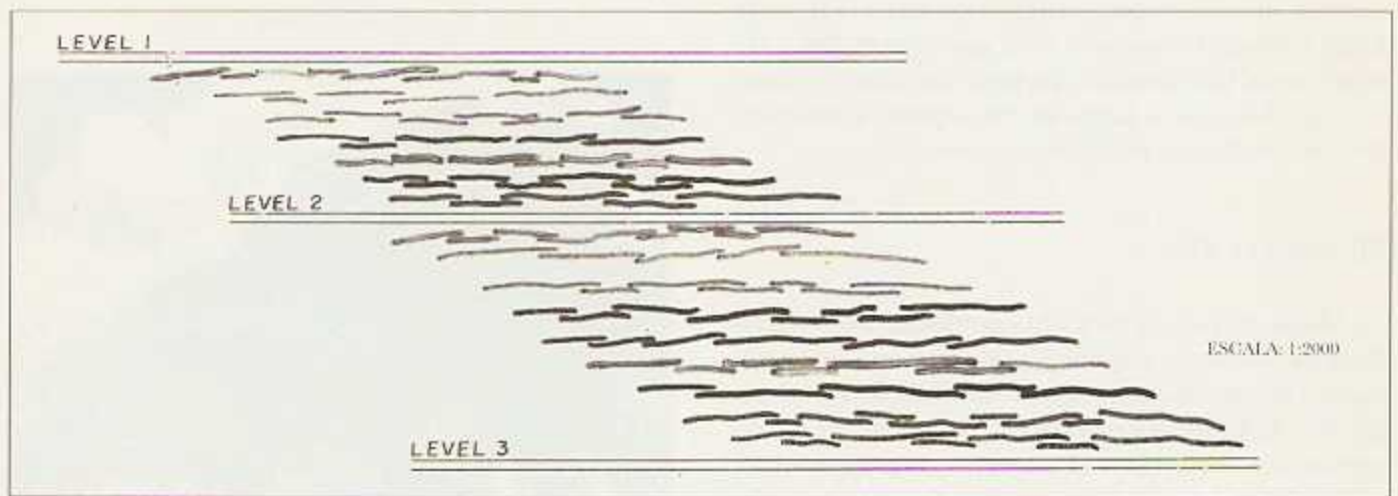


Figura 7
Secção mostrando a sequência do Campo Filoniano - Piso 2 e 3

A questão da origem do conjunto das diaclases horizontais e a invulgar orientação da abertura vertical que originou a formação do sistema filoniano dentro deles, tem merecido debates exaustivos. As diaclases poderiam ter sido produzidas por fracturas sub-horizontais resultantes de pressão vertical libertada por causa de um pequeno descaimento da massa de granito subjacente quando esta se contraiu durante a fase de solidificação (4) ou por descarregamento tectónico (7) ou por dilatação hidrotermal. Este aspecto merece ainda ser aprofundado.

A estrutura interna e a relação de contactos destes filões indicam que o material destes foi formado pelo preenchimento de espaços abertos mais do que por um processo de substituição (1). Onde os filões intersectam o xisto estes são acompanhados por uma bordadura de alteração rica em turmalina em ambas as zonas de contacto tanto de tecto como de muro. O sistema de fracturas ao longo das quais os filões foram implantados é descrito

como um conjunto com uma inclinação de 10° para NW e outro com uma inclinação de 30° para SE (2).

Os filões são constituídos por um conjunto de lenticulas com a mesma direcção e inclinação, que terminam e se relacionam com as adjacentes localizadas a uma distância que varia de alguns centímetros até ao máximo de dois metros. Efectivamente, os filões é que constituem unidades individuais e não as lenticulas. Há literalmente centenas de filões, variando em possança desde quase nada até metro e meio. A média de possança de filões mineralizados é apt. 30 centímetros. A extensão horizontal pode atingir os 200 metros, enquanto cada lenticula nunca passa de 50 metros. Na zona Nordeste do jazigo, além, do conjunto de filões principais horizontais, existem filões subverticais (inclinações de 25 à 40 graus) que apresentam uma ligação ao sistema de filões horizontais. Estes são conhecidos como "filões galos" e ocorrem na área da cúpula, mas quase não existem noutras áreas da mina.

A origem de mineralização ainda não foi totalmente estabelecida. Os cálculos baseados na informação obtida na área (1) concluíram que a enorme quantidade de quartzo hidrotermal presente no campo filoniano não podia ter sido originado exclusivamente na cúpula de granito. Por outro lado, já foi considerado como possível a existência de "paleoplacers" de Cassiterite e Volframite, disseminados dentro do Complexo Xisto-Grauváquico.

Tem sido desenvolvido um trabalho considerável acerca do zonamento mineral no seio do campo filoniano, tendo-se concluído que não há um zonamento óbvio ou simples.

Apesar do jazigo de Panasqueira ter sido estudado durante muito tempo, existem algumas áreas onde ainda é possível prosseguir uma investigação útil. De momento as Universidades Portuguesas estão a efectuar investigações sobre o jazigo da Panasqueira aproveitando a pós-graduação de alguns técnicos.

MINERALOGIA

As Minas da Panasqueira são mundialmente conhecidas pela qualidade e tamanho dos seus cristais que se encontram em cavidades dentro dos filões hidrotermais (fig. 8). Cristais deste tamanho são raros em outras ocorrências conhecidas de estanho-tungsténio e esta característica é atribuída a ritmos de crescimento extremamente lentos dos cristais e às baixas velocidades dos fluidos mineralizados no sistema de filões.

Os cristais de Apatite (Fluorapatite) (fig. 9) e Volframite (Ferberite) (fig. 10) são únicos e mundialmente conhecidos. Os cristais de Arsenopirite, Cassiterite, Siderite e Quartzo são famosos pela sua dimensão e qualidade. Os minerais raros de fosfatos,



Figura 8
Cavidade (Geoide) dentro do Filão Hidrotermal



Figura 9
Cristal de Apatite



Figura 10
Cristal de Volframite (Ferberite)

Panasqueirite e "Thadcuite" foram identificados pela primeira vez nas Minas da Panasqueira.

A paragénesis dos filões da Panasqueira é de certa forma complexa. Todavia, é geralmente aceite uma evolução clássica de formação de minerais admitindo que a mesma se desenvolveu ao longo de 4 fases:

Primeira — É a fase dos óxidos - Silicatos (Quartzo, Volframite, Cassiterite).

Segunda — É a fase dos principais Sulfuretos (Pirite, Arsenopirite, Pirrotite, Esfarelita, Calcopirite).

Terceira — É a fase da alteração da Pirrotite (Marcassite, Siderite).

Quarta — É a fase tardia dos Carbonatos (Dolomite, Calcite).

Até ao presente, no Jazigo da Panasqueira foram identificados 64 minerais:

Elementos nativos: Antimónio, Bismuto, Ouro, Prata
Sulfuretos a Sulfo sais:

Acantite, Arsenopirite, Bismutinite, Calcocite,
Calcopirite, Canfieldite, Covelite, Cubanite,
Esfarelite, Estanite, Estefanite, Estibina,
Freibergite, Galena, Gudmundite,
Mackinavite, Marcassite, Matildite,
Molibdenite, Pavonite, Pentlandite, Pirite,
Pirrotite, Pirargirite, Tetraedrite

Arsenatos	-	Lollingite
Haloides	-	Fluorite
Óxidos	-	Cassiterite, Goetite, Hematite, Magnetite, Rutilo
Carbonatos	-	Ankerite, Calcite, Dolomite, Siderite
Sulfatos	-	Gesso
Vollramatos	-	Hidrotungstite, Scheelite, Tungstite, Vollramite
Fosfatos	-	Altausite, Ambligonite, Apatite, Isoquite, Panasqueirite, Thadeuite, Vivianite, Vagnerite, Volfeite
Arsenatos	-	Arsenesiderite, Scorodite, Farma- cosiderite
Silicatos	-	Berilo, Bertrandite, Clorite, Quartzo, Moscovite, Topázio, Turmalina

Normalmente, de todos os minerais acima indicados, cerca de 20 podem ser normalmente detectados nas escavações subterrâneas actuais. Alguns dos minerais são tão raros que poderão nunca mais serem detectados na Mina. Por exemplo, o Antimónio Nativo foi identificado apenas uma vez como uma inclusão numa amostra de Galena (10). Ouro e Prata Nativa juntamente com a Pirite foram detectadas num Sulfosal de Prata e Galena (9). Bismuto Nativo foi identificado como inclusões no seio de Arsenopirite e Calcopirite, só através de microscópio, e normalmente encontra-se associado com Bismutinite, Pavonite ou Matildite.

A maioria dos minerais raros ocorrem como inclusões microscópicas.

MÉTODO DE EXPLORAÇÃO-EVOLUÇÃO DESDE AS FRENTES CORRIDAS ATÉ ÀS CÂMARAS E PILARES

Ao longo dos cem anos de exploração mineira na Panasqueira, houve uma evolução mundial das condições de trabalho, equipamento e tecnologia que influenciaram a evolução dos métodos de exploração usados localmente. O ambiente de exploração subterrânea requer uma persistência permanente e paciência para introduzir mudanças e melhoramentos que possam

conduzir à baixa dos custos. Características específicas de cada jazigo recomendam normalmente um conjunto de alternativas possíveis.

Até ao início dos anos quarenta, quase toda a exploração era manual. A primeira grande evolução foi a introdução do ar comprimido e o uso de martelos pneumáticos ligeiros (de mão) com injeção de água para furar. A altura dos desmontes era cerca de 1,5 metros. Em cada 16 metros da frente do desmonte havia uma passagem (corredor) onde circulavam as vagonetas feitas de madeira cheias de minério, carregadas manualmente nas frentes (fig. 11). O minério era descarregado em chaminés até ao piso de rolagem para depois ser transportado por mulas até à superfície. A rocha encaixante era utilizada para preencher as cavidades escavadas. Durante este período os finos resultantes das pegas não eram recuperados o que representava uma grande perda. Como a Vollramite nos filões da Panasqueira se encontra cristalizada e é muito friável apresenta a tendência para produzir finos após o rebentamento e torna-se essencial que estes sejam recuperados.

As grandes produções durante a Segunda Guerra Mundial seguida de uma descida no preço de tungsténio depois da Guerra, forçou a mina a melhorar a sua organização e métodos de trabalho.

Implementou-se nessa altura o método de frentes corridas ao mesmo tempo que se equipavam as galerias principais de rolagem com carris. Nos desmontes, a limpeza das frentes passou a ser feita por arrastadeiras (scrapers) accionadas por guinchos a ar comprimido que arrastavam o minério para chaminés ligando os desmontes com as galerias de rolagem (fig. 12).

O desenvolvimento base da Mina incluiu uma rede ortogonal de galerias, umas com orientação Norte-Sul e espaçadas de 400 m (Painéis) e outras com orientação Este-Oeste e distanciadas de 100 metros. A orientação actual dos painéis é de 30° E com o Norte geográfico. Em todos os 50 m ao longo das galerias abrem-se chaminés ligando os vários níveis e que servem tanto de acesso aos filões como de escoamento do minério desmontado.

Nas frentes corridas depois da abertura de chaminés, identificam-se as intercepções destas com os filões abrindo-se inclinados que interligam as chaminés nas quatro direcções sempre que possível. Os inclinados são as faces livres dos futuros desmontes. Depois da abertura dos inclinados, perto de uma das chaminés efectuam-se escavações para instalar o guincho. Com um sistema adequado de roldanas, um único guincho pode ser usado para operar duas arrastadeiras instala-

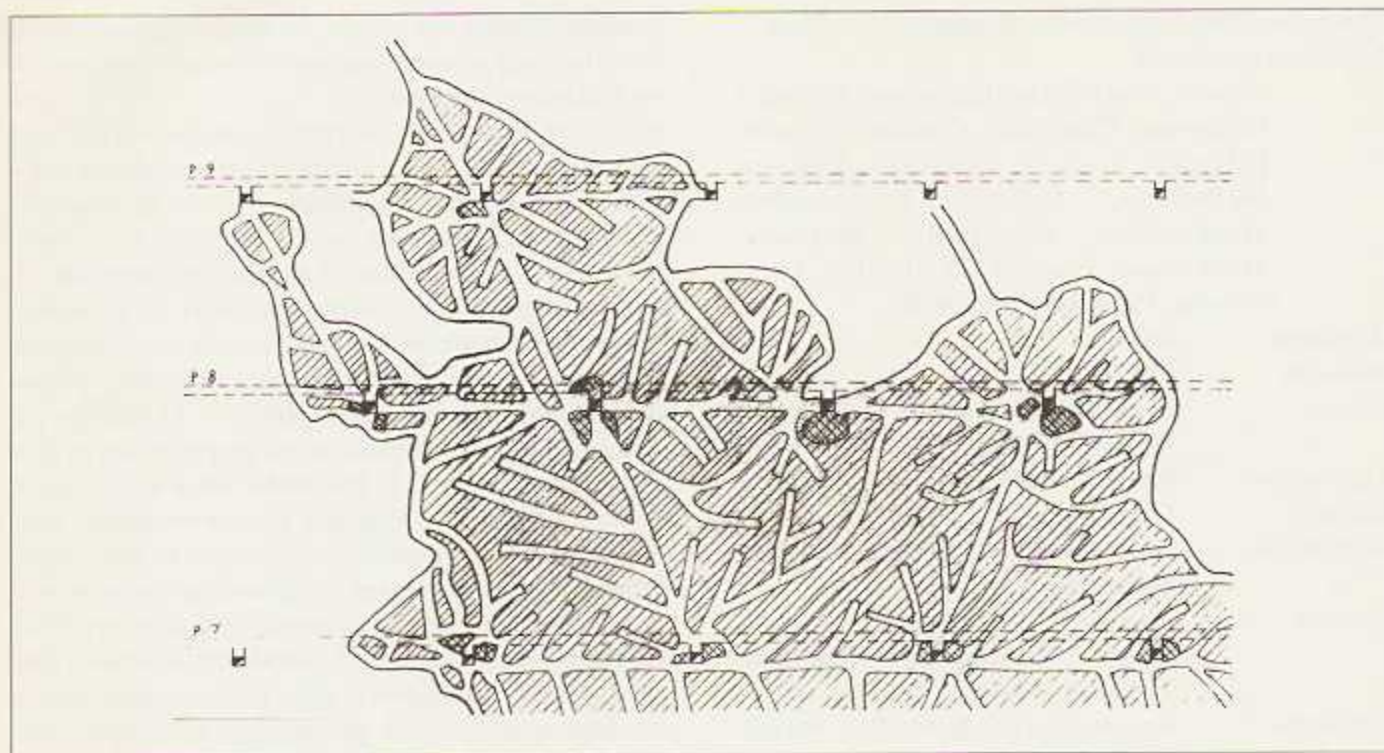


Figura 11
Desmonte de passagens

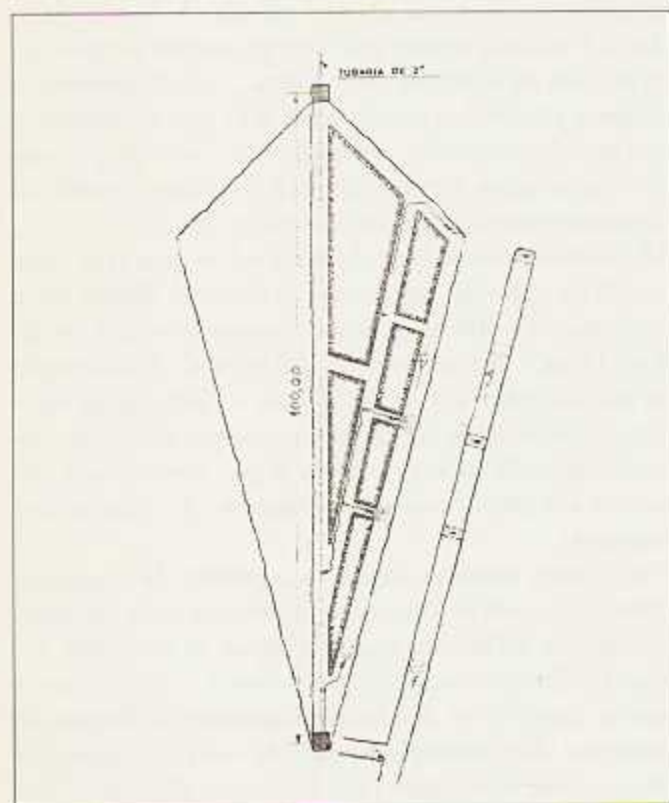


Figura 12
Desmonte de frentes corridas

das em inclinados perpendiculares. O primeiro passo é perfurar e detonar um lado do inclinado perto da chaminé e longe do guincho. Enquanto a terra é retirada pela arrastadeira o outro lado do inclinado é perfurado, ao mesmo tempo que no centro do inclinado se constrói uma parede com rocha estéril. Havia dois tipos de parede, uma transitória e usada para evitar a dispersão de rocha aquando dos disparos para evitar a perda de finos (parede de barragem) e a segunda definitiva para sustimento do tecto.

Com as frentes corridas conseguia-se uma recuperação quase total, mas era necessário uma geometria dos filões muito regular. As lenticulas sucessivas dos filões não podiam ser muito distantes na vertical, porque em tal situação, não podiam ser exploradas no mesmo desmonte. Uma das vantagens deste método era manter a altura do desmonte ao mínimo (1,4 a 1,5 m) para diminuir a diluição e retirar a mesma quantia de minério com mínima tonelagem. Esta vantagem no entanto perdia-se quando os filões tinham geometria irregular. Ao longo dos anos houve muitos melhoramentos na aplicação de frentes corridas. Primeiro, a distância entre as chaminés foi aumentada de 50 para 100 metros. Instalaram-se guinchos eléctricos. A perfuração

e disparos começaram a fazer-se por uma só vez em frentes de 50 m. Apesar de todos os melhoramentos, este método necessitava de muita mão-de-obra para construir as paredes. No fim dos anos cinquenta devido à emigração de Portugal para Europa (especialmente para a França naquela altura) a mão-de-obra começou a escassear, o que levou à introdução de novos métodos. As paredes de estéril foram substituídas por pilhas de madeira com afastamento de 3 metros. Fizeram-se ensaios usando colunas de betão pré-fabricados, mas sem sucesso. O sistema em forma de leque que tinha sido usado foi alterado para faces paralelas (fig. 13, 14 e 15). Mais atenção foi dada aos disparos para controlar a pocira e a dispersão de finos.

A descida de preços de Volfrâmio obrigou a um controlo apertado dos custos, em que o pessoal representava uma parte importante dos custos totais. Os primeiros ensaios com câmaras e pilares começaram no início dos anos setenta. Este método permitiu reforçar a mecanização da mina, e mostrou a necessidade de melhoramentos na infra-estrutura para operar as máquinas em melhores condições.

A implementação prática de câmaras e pilares era simples, partindo do mesmo sistema da rede de chaminés e galerias base já existente. Depois dos filões serem identificados, abriam-se os inclinados sobre os filões para assim poder analisar e calcular o teor para decidir se era rentável. A seguir abriam-se câmaras com 5 metros

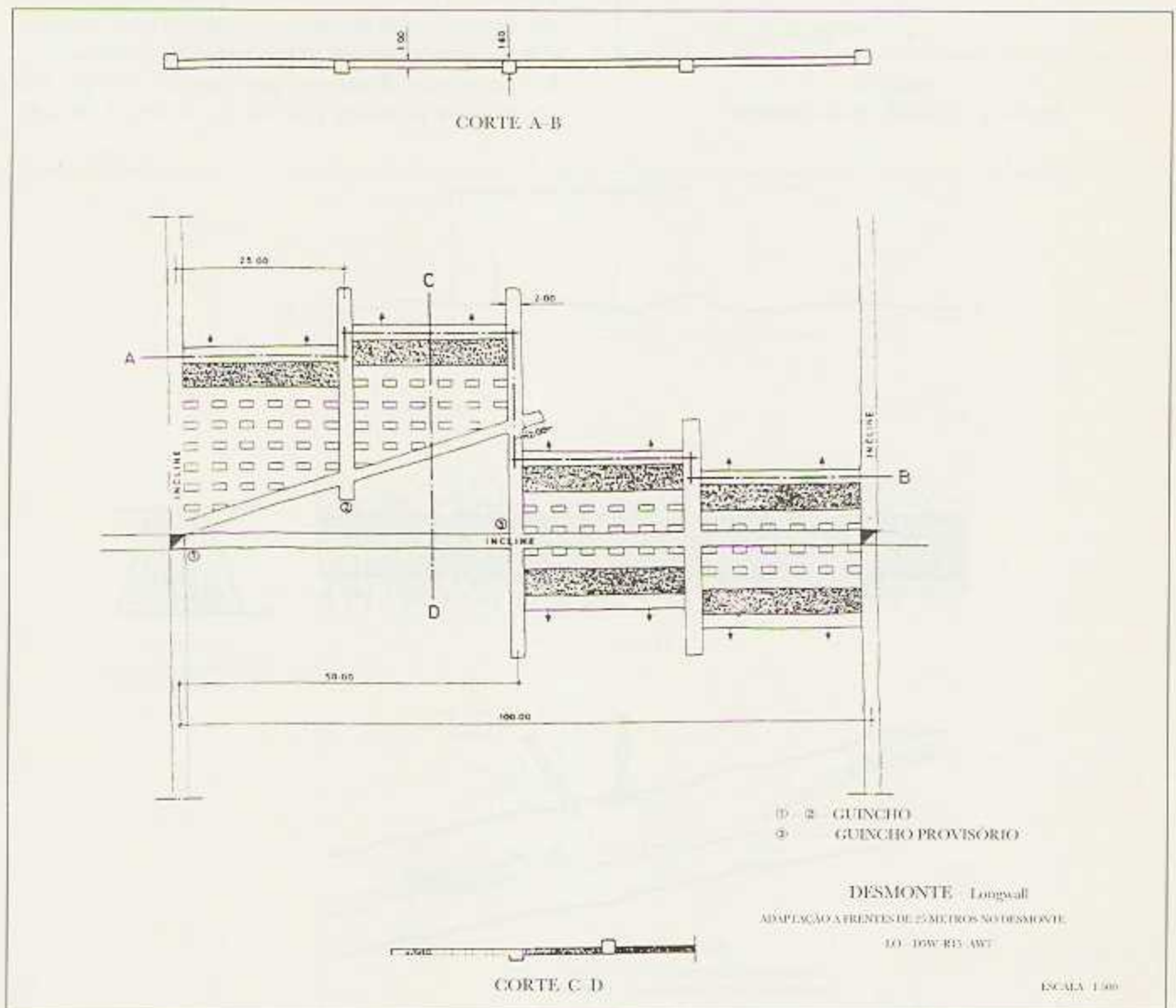


Figura 13
Desmonte - Longwall

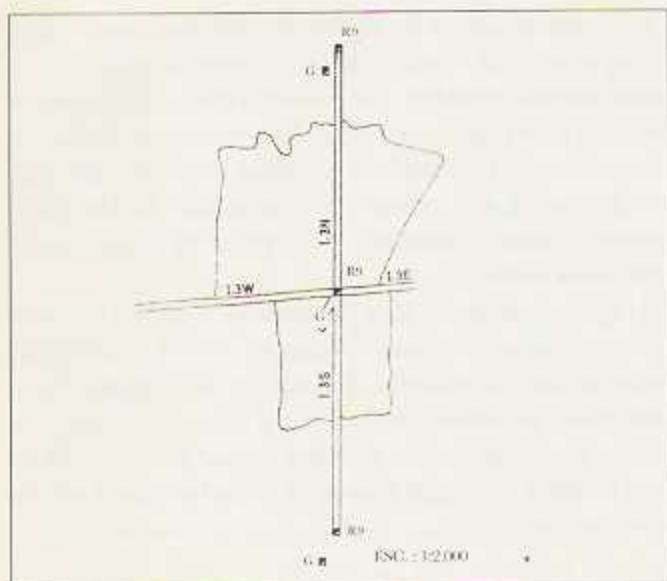


Figura 14
Desmonte - Longwall - Frentes paralelas

de largura ao longo do filão deixando pilares de 5 x 5 metros. Numa segunda fase os pilares eram recuperados e substituídos por pilhas de madeira (fig. 16).

A perfuração era feita com jumbos e a limpeza do escombro por L.H.D.'s que circulavam entre as frentes em avanço e as chaminés mais próximas.

A altura das câmaras dependia do equipamento usado e tinha que se manter ao mínimo para evitar uma diluição muito grande.

Os desmontes por câmaras e pilares com recuperação de pilares ainda necessitava de muita mão-de-obra e madeira. A recuperação de pilares era muito dispendiosa e por isso foram estudados vários métodos para encontrar uma solução de compromisso que permitisse a máxima recuperação deixando pilares abandonados com dimensões tais que assegurassem um bom coeficiente de segurança durante todo o tempo de trabalho.

Actualmente os desmontes por câmaras e pilares tem três fases, a primeira consiste na abertura de uma

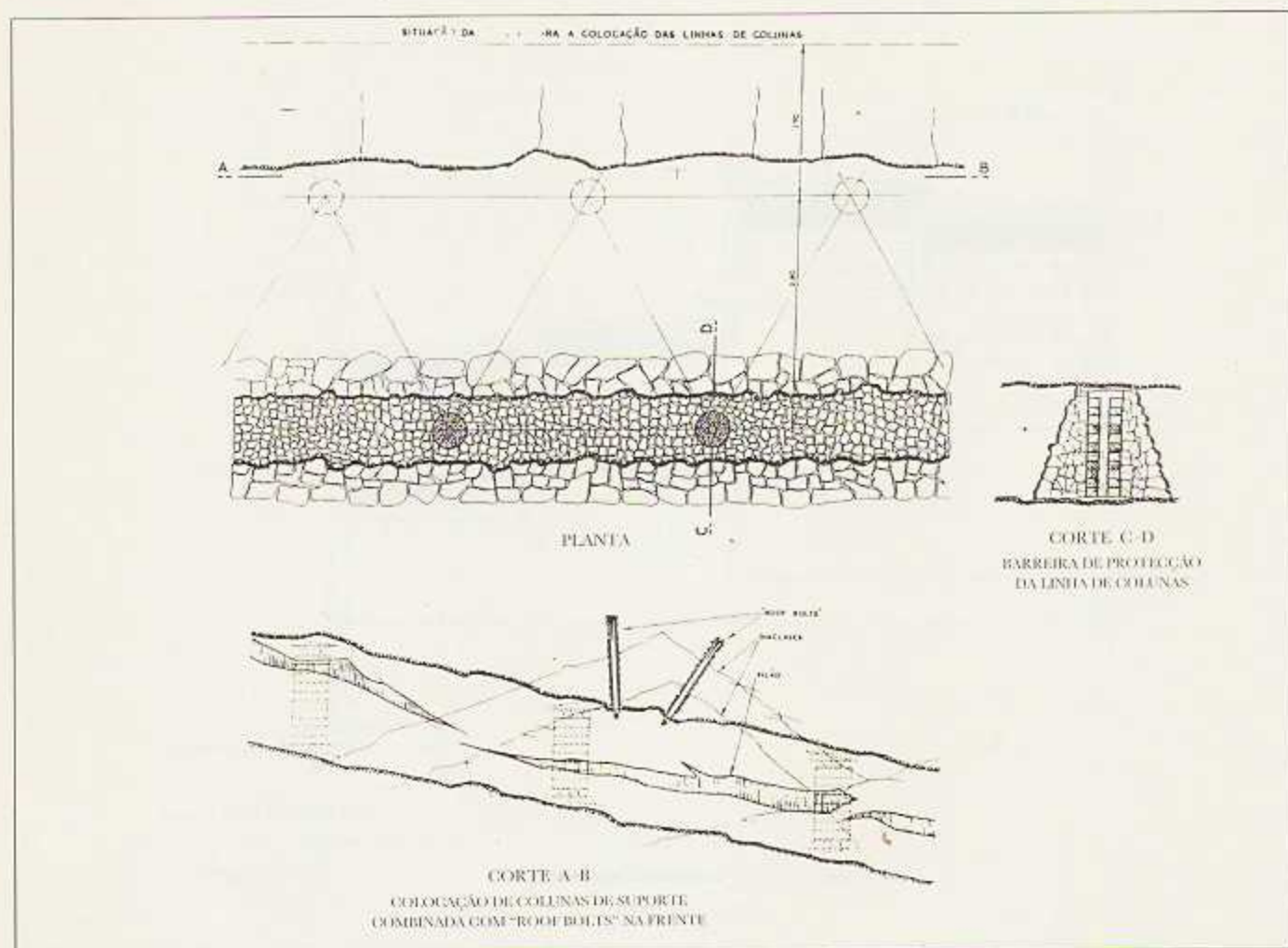


Figura 15
Sustimento dos desmontes de frentes paralelas

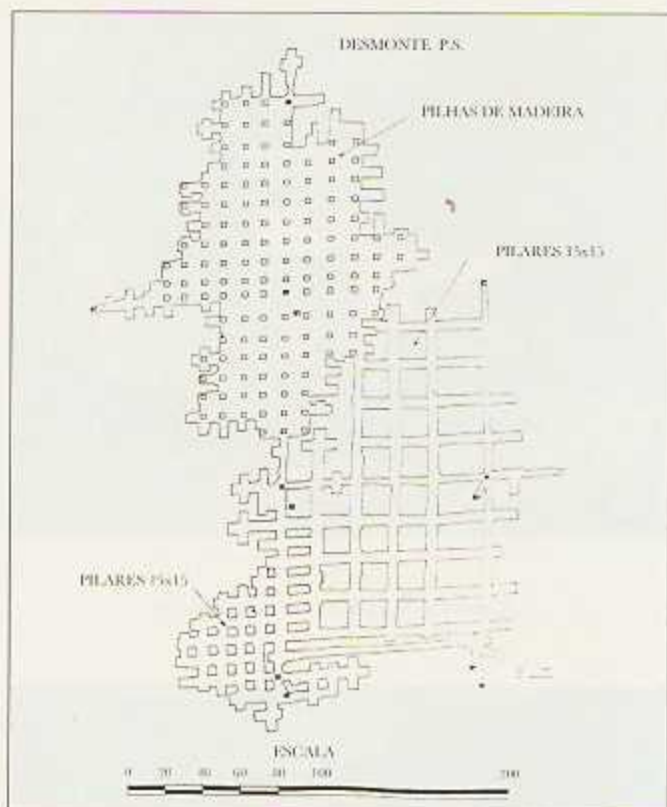


Figura 16
Desmonte de Câmaras e Pilares
(5x5)

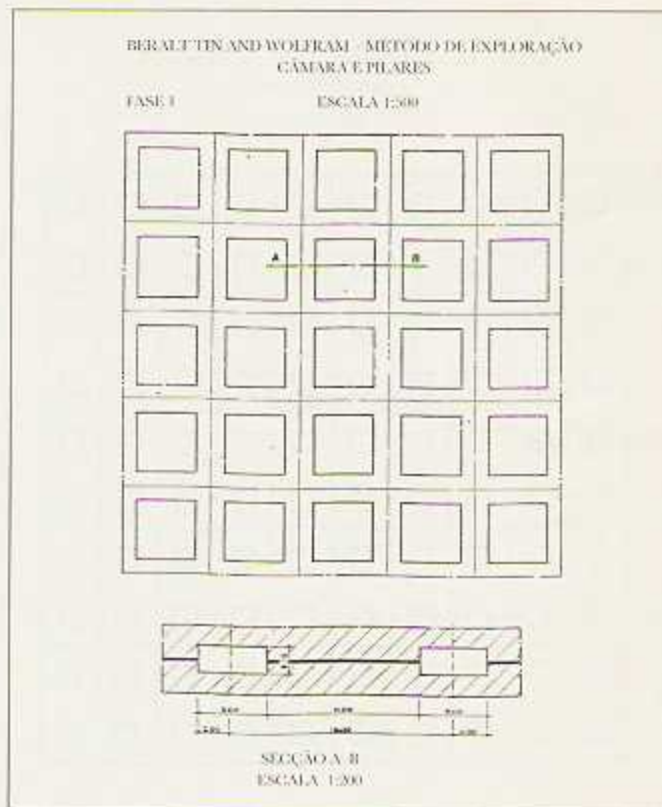


Figura 17
Desmontes de Câmaras e Pilares - 1.ª Fase (pilares 11)

câmara com 5 m de largura mas com pilares de 11 x 11 metros em vez de 5 x 5 metros. Na segunda fase estes pilares são reduzidos para 11 x 3 metros e na terceira e última fase são cortados para 3 x 3 metros e não são recuperados (fig. 17, 18 e 19). Com esta configuração do desmonte consegue-se uma recuperação do jazigo de cerca de 86%. Para introduzir este método foi necessário fazer ensaios das propriedades mecânicas das rochas e estudos de estabilidade das escavações. Para além disso, é preciso manter uma vigilância constante das condições de estabilidade do tecto. Um dos requisitos deste método é que todos os pilares de 3 x 3 metros estejam na mesma vertical nos diferentes níveis dos vários desmontes individuais.

Até agora a experiência tem mostrado que o tecto cai após o mínimo de seis meses da última fase de exploração permitindo assim a limpeza e a recuperação de finos. O método de câmaras e pilares descrito mostra-se muito eficaz em zonas em que as lenticulas dos filões são muito irregulares. A altura do desmonte é o factor crítico e depende das dimensões do equipamento e irregularidades dos filões. O objectivo é não exceder 2,12 metros.

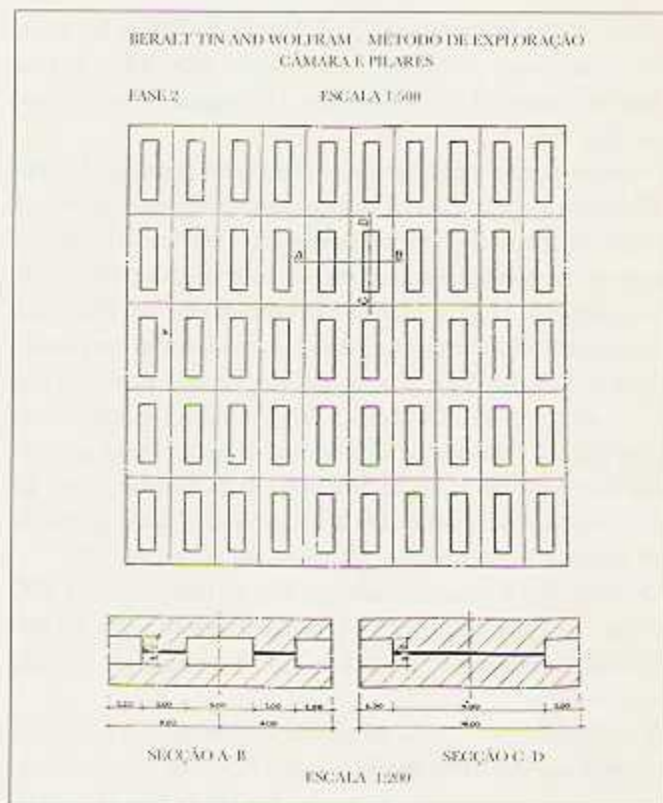


Figura 18
Desmontes de Câmaras e Pilares - 2.ª Fase (pilares 11 x 3)

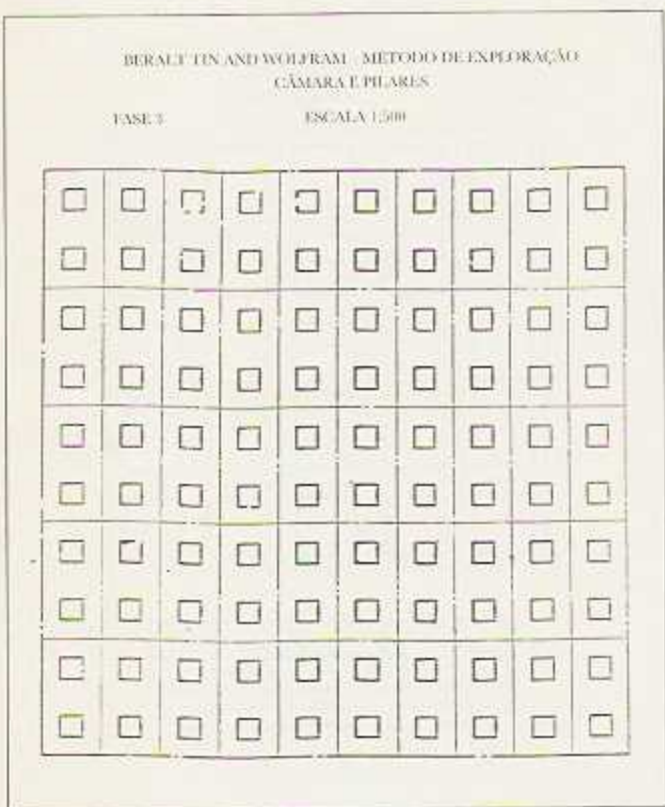


Figura 19

Desmontes de Câmaras e Pilares - 3.ª Fase (pilares 3 x 3)

Desde o primeiro ensaio de Câmara e Pilares há mais de trinta anos já foram ensaiados e operados vários tipos de material de perfuração, carregamento e extração (fig. 20).

Presentemente a perfuração é feita com jumbos electro-hidráulicos (fig. 21). Cada máquina faz por turno (7 horas de trabalho) uma média de 168 furos com 2,2 metros de comprimento e de 41 mm de diâmetro. As máquinas L.H.D.'s usadas no transporte do filão nos desmontes são electro-hidráulicas e todas têm um balde de 2,5 Yd³ (fig. 22). Nos trabalhos de desenvolvimento utilizam-se L.H.D.'s de 3,5 Yd³ a diesel juntamente com quatro "dumpers" também a diesel. As chaminés são abertas com o Raise Borer 61R da Robbins que foi comprado em meadas dos anos setenta e pode perfurar 60 metros/mês com um diâmetro de 1,8 m (fig. 23).

Os explosivos usados incluem um cartucho (25 x 200 m/m) de dinamite (33%) e Anfo. Para detonação são usados detonadores eléctricos microretardados de alta intensidade.

A utilização de equipamento pesado obriga a que haja acessos apropriados desde a superfície até aos locais de trabalho no interior da mina. Desde o fim dos anos setenta ao início dos anos oitenta a mina foi preparada em conformidade com estas exigências que coincidiu



Figura 20

Pá auto-carregadora a ar comprimido



Figura 21

Jumbos electro-hidráulicos



Figura 22

L.H.D. - electro-hidráulicos

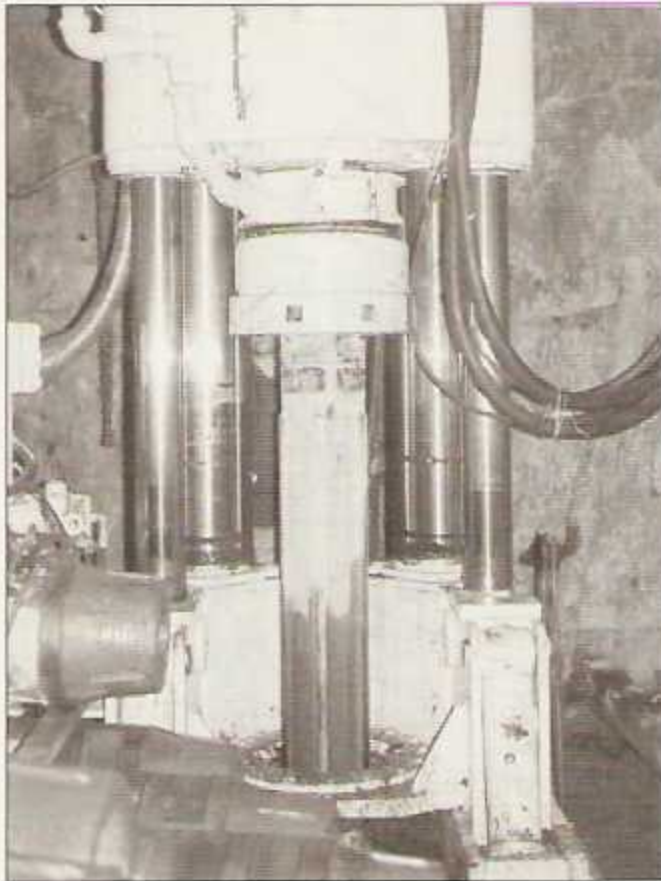


Figura 23
Máquina de abrir chaminés

com a abertura do Nível 2. Actualmente o Nível 2 está quase esgotado e toda a exploração localiza-se nos filões do Nível 3. As reservas correspondentes a este nível estão localizadas entre 470 e 560 metros (90 metros verticais) enquanto os Níveis 2, 1 e 0 estão localizados entre 560 a 620, de 620 a 680 e acima dos 680 respectivamente. No passado (década de 50) foi também explorada a área designada por Vale da Ermida onde o principal nível de extracção se situava à cota de 900 m (fig. 24 e 25).

A maioria dos melhoramentos das infra-estruturas subterrâneas ocorreu em 1982 quando os primeiros desmontes do Nível 2 foram explorados. A bitola da via foi alterada de 45 cm para 75 cm, e os carris passaram de 12 kg/m para 22 kg/m. Introduziram-se novas locomotivas "trolley" eléctricas com 45 HP mantendo as já existentes, locomotivas de baterias de 8 HP. As vagonetas de 1200 kg de carga foram substituídas por vagonetas de 5000 kg de capacidade (fig. 26).

Construiu-se um poço inclinado com 1203 metros de comprimento vencendo um desnível de 200 metros e equipado com uma correia de 900 mm de largura em todo o comprimento. Uma câmara de quebragem com correia alimentadora foi instalada a 530 m (30 m abaixo da cota da principal galeria de extracção do nível 2). Os vagon são esvaziados para uma tremonha situada por cima da câmara de quebragem. O minério tal-qual

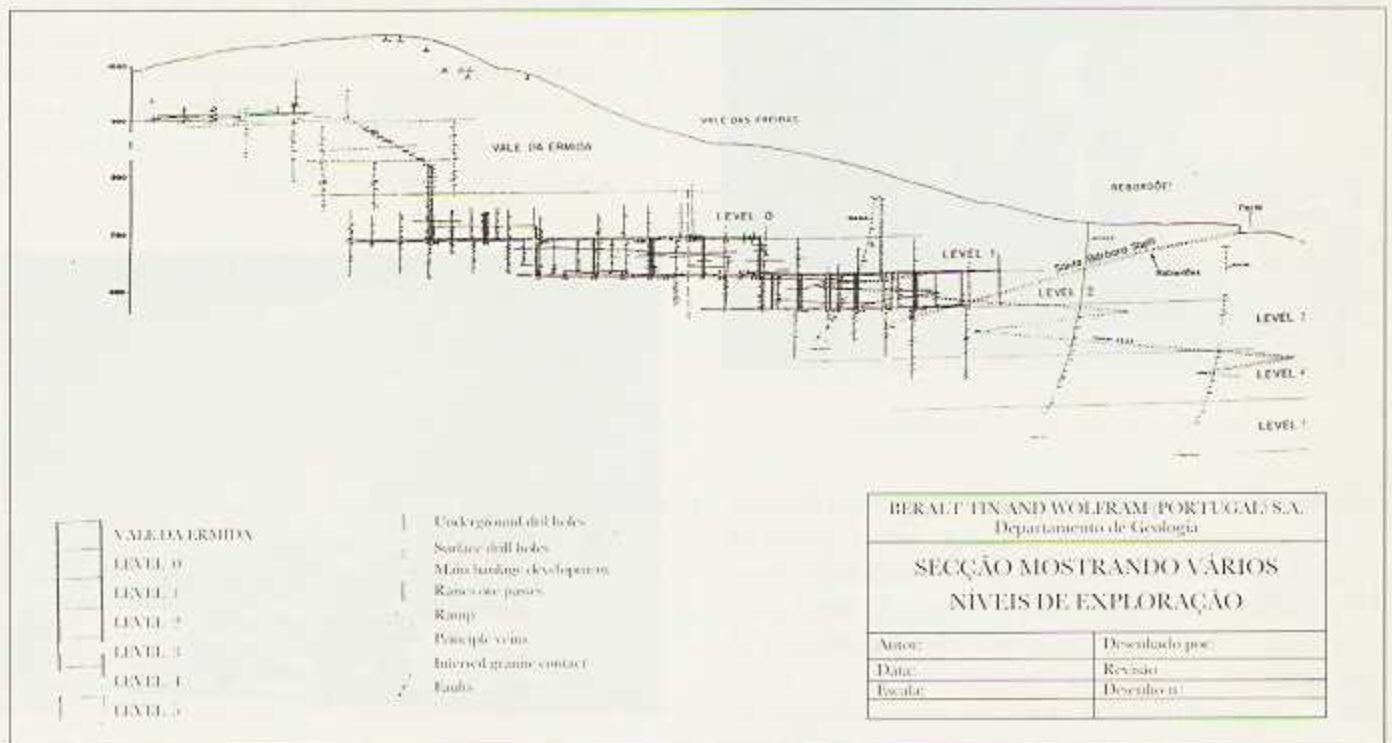


Figura 24

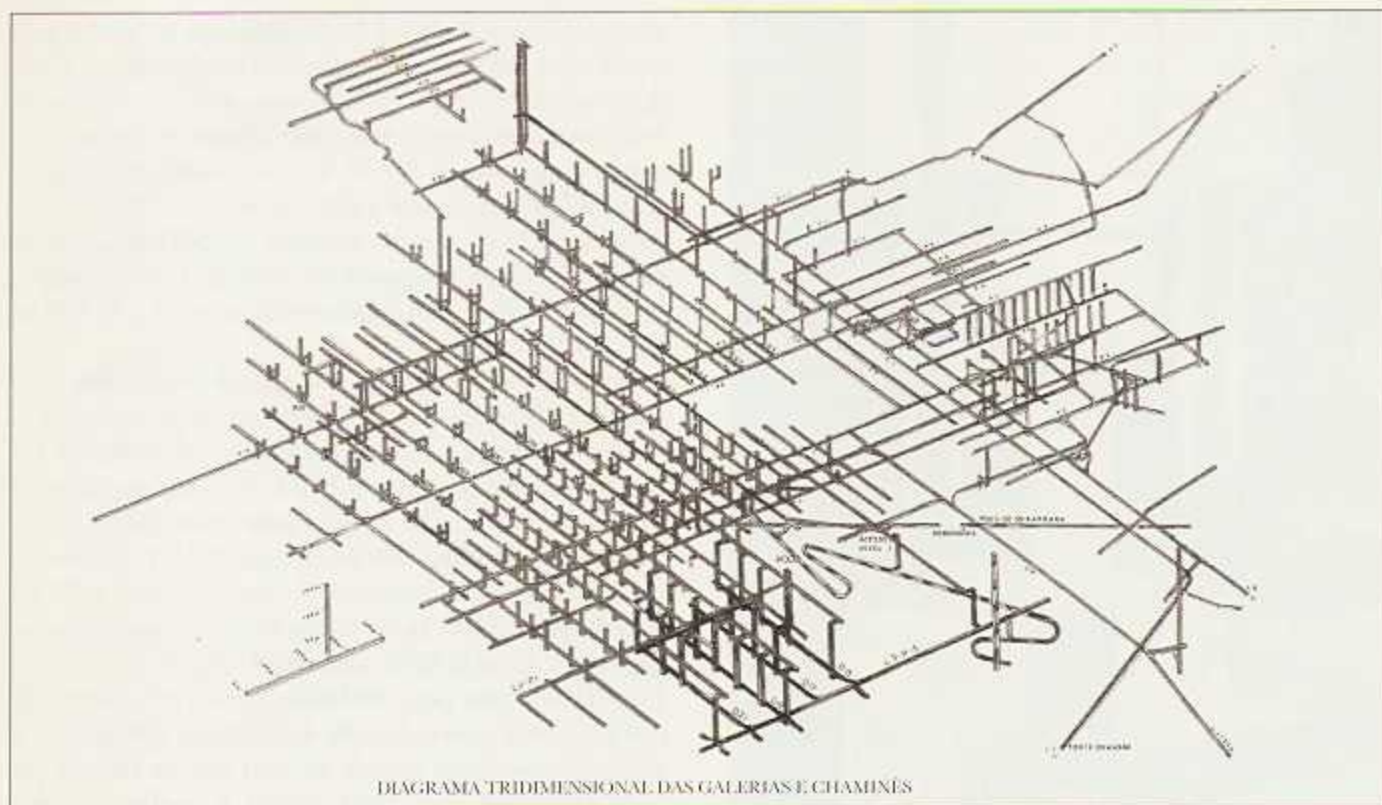


Figura 25



Figura 26

Composição de 51 com locomotiva a trolley

dos desmontes é britado para menos 100 m/m antes de alimentar a correia, que o transporta para as torvas de tal-qual a montante da Lavaria. O estéril segue também o mesmo caminho, sendo armazenado numa torva separada. O sistema tem uma capacidade de 250 ton/hora.

Outro acesso directo da superfície para o nível 3 foi estabelecido com a abertura de uma rampa inclinada (3 x 2,8 m²), com uma inclinação média de 12%.

Para a extração do minério do Nível 3 para o Nível 2 (90 metros) abriu-se um poço vertical. Este poço está equipado para a subida de um vagon de cada vez na jaula. Os vagon chegado ao Nível 2 vão do local do poço para o viradouro de descarga para a tremonha. Tanto o minério, como o cascalho seguem o mesmo trajecto até às torvas da Lavaria. O poço está em funcionamento desde Abril de 98 (fig. 27).



Figura 27

Pormenores da abertura da sala do Guincho

TRATAMENTO DE MINÉRIO

Apesar de o tratamento do minério da Panasqueira não englobar operações tecnologicamente complexas, na prática exige muita experiência e uma supervisão e controlo apertado. Durante mais de cinquenta anos a Panasqueira tem produzido concentrados de alto teor, quase volframite pura. Isto tem sido possível devido às características do minério, onde a maioria dos minerais aparece na forma de cristais macroscópicos. Volframite, Cassiterite e Calcopirite são os minerais económicos que são recuperados. Volframite é o mineral principal a ser recuperado e apresenta-se em aglomerações de cristais nos filões. Como é muito frágil, vai de preferência para os finos e por isso é essencial a limpeza de finos nas áreas desmontadas. O mesmo acontece na Lavaria que tem que dispor de equipamentos para recuperar Volframite nas fracções mais finas. Neste sentido, fizeram-se ensaios extensivos aos estéreis de finos que mostraram que a recuperação suplementar obtida com a instalação de novo equipamento para concentrar material muito fino (menos 25 micra) não era uma opção económica nas condições actuais. A presente Lavaria representa a melhor solução para o tratamento do minério da Panasqueira.

Em média, o tal-qual que vai para a Lavaria só contém 18% do material de filão. A separação da rocha estéril é a primeira fase do processo. Antes de 1971, o processo iniciava-se com a escolha manual (fig. 28), seguindo-se a jigagem e depois a moagem. Em 1971 foi introduzida a separação por meio denso (HMS), tendo-se abandonado a escolha manual e a jigagem. O processo HMS instalado na Panasqueira usa para a separação, ciclones operando em meio denso cuja fase sólida é constituída por FeSi magnético (fig. 29). Esta é a primeira fase do processo na Lavaria para o tratamento da fracção mais graúda. O calibre de alimentação do HMS varia entre 25 a 2 mm e esta é preparada na parte da lavaria chamada CWS (britagem, lavagem e crivagem) (fig. 30 e 31). A fracção do tal-qual inferior a 2 mm juntamente com a fracção adicional que resulta do concentrado do HMS britado nos moinhos de rolos é tratada nas mesas de areias. Esta é a segunda fase da concentração que recebe todo o material granular que vai produzir os concentrados de alto teor. Para evitar perdas é necessário que os estéreis da HMS estejam limpos, o que requer que toda a fracção menos 2 mm seja primeiro tratada em ciclones onde a fracção com calibre aprx. de menos 74 micra é conduzida para a secção de tratamento de lamas e o "underflow" (+ 74 micra) é enviado para o "hydrosizer" que produz seis fracções calibradas de areias que são tratadas separadamente em mesas individuais. As areias mais grossas são tratadas



Figura 28
Escolla manual



Figura 29
Ciclone principal



Figura 30
Quebragem secundária



Figura 31
Grivagem



Figura 32
Vista geral da instalação de preparação de minérios
(Barroca Grande)

nas mesas Hércules e as mais finas nas mesas Plat-O. A concentração na mesa elimina os minerais como quartzo e silicatos. Os concentrados contêm minerais densos que incluem a Volframite, todos os Sulfuretos, a Cassiterite e a Siderite. Este concentrado chama-se Pré-concentrado que antes de Setembro de 1996 era transportado para a Lavaria do Rio, primeiro por meio do cabo aéreo (aprox. 6 km) e nos últimos tempos em camiões. Actualmente, todo o tratamento é feito na Barroca Grande (fig. 32).

A secção de tratamento de lamas inclui além das mesas Plat-O outros dois tipos de mesas, as Mozley-Bartley e Duplex. Estas mesas são usadas para concentrar as areias mais finas (até 15 micra) e produzem resultados satisfatórios, pois quase toda a Volframite apx. mais 15 micra é recuperada.

A secção de lamas produz um concentrado final de areias finas, após a eliminação de sulfuretos através da flutuação em células.

O pré-concentrado é depois tratado em mesas de flutuação (tipo James) (fig. 33) onde os sulfuretos flutuados, constituem os estêreis que vão alimentar o circuito de Cobre. O concentrado das mesas sem sulfuretos são secos e depois crivados obtendo-se 3 lotes calibrados. Cada um é tratado separadamente em separadores magnéticos de alta intensidade que produzem concentrados de Volframite de alto teor e mais dois produtos, um não magnético constituído essencialmente por Cassiterite e o outro que é magnético contendo Siderite. A Siderite não é aproveitada. O lote que contém Cassiterite é tratado usando mesas para eliminar parte das partículas de estéril, sendo as partículas mais finas de Sulfuretos eliminadas em células de flutuação. O concentrado recuperado é seco e crivado em três lotes, cada um tratado individualmente com separadores de alta intensidade para produzir o concentrado



Figura 33
Mesas de flutuação da concentração final

final de Cassiterite. Neste processo também se recupera a parcela Volframite que por ineficiência de separação tinha passado para o lote com Cassiterite.

Os estêreis de flutuação nas mesas do pré-concentrado alimentam um circuito separado onde são produzidos concentrados de Calcopirite (Cobre). Este concentrado é obtido por flutuação diferencial em células Denver. Os estêreis são previamente moídos num moinho de bolas que fornece um produto com a finura de 75 a 80% menos 74 micra. Utiliza-se a cal que é introduzida no moinho para repor o pH da polpa de alimentação das células a 11,5. Foi possível produzir concentrados com +28% Cu limitando o conteúdo de As para menos de 2%. O sulfureto principal presente nos filões é Arsenopirite, que é eliminada nos estêreis que contêm cerca de 30% de As (fig. 34).

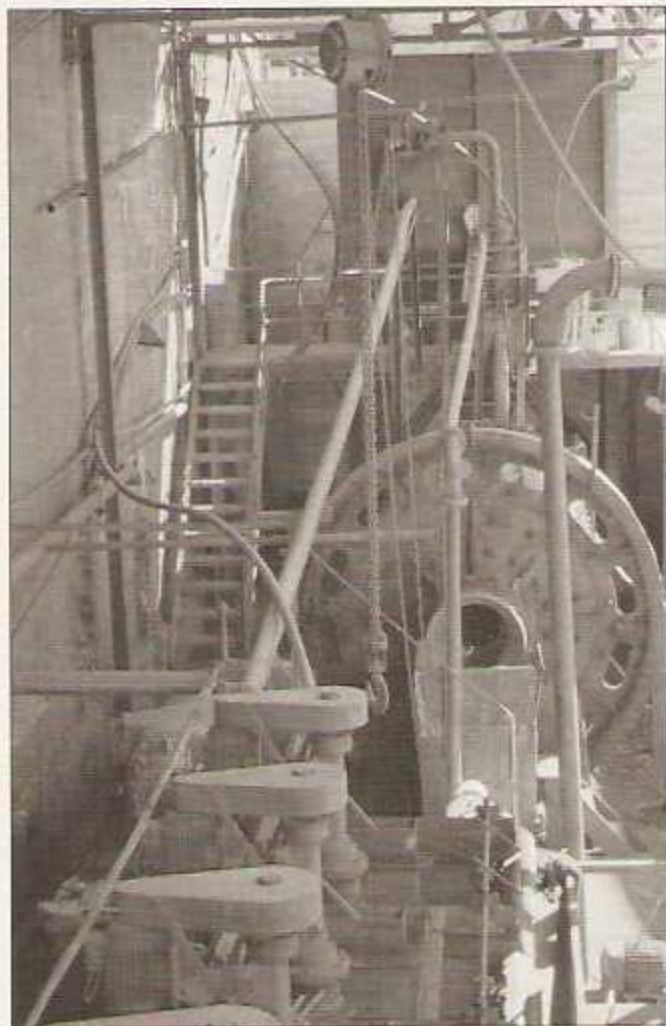


Figura 34
Circuito do cobre

INFRA-ESTRUTURA

A energia é fornecida pela EDP a 60 KV, para a subestação do Rio, donde é transportada para subestação da Barroca Grande pela Empresa na linha de 40 KV. Há seis transformadores nesta subestação que transformam a energia para 3 KV que é a voltagem de alimentação dos centros consumidores. Além de alguns motores grandes de 3 KV a maioria é de 380 V. A potência contratada com a GENEL é de 3750 KW.

Toda a água consumida na Mina e Lavaria é obtida na Mina. Mais de 90% de água usada na Lavaria é reciclada. Toda a água residual proveniente da Mina e da Lavaria é tratada numa Estação de Tratamento antes de ser lançada para o exterior.

Os estéréis da Lavaria vão para uma barragem de lamas, onde a água que resulta do transbordo após a sedimentação dos sólidos regressa para a Estação de Tratamento de águas.

Está acordado com as Autoridades do Ambiente um esquema regular e permanente de amostragem, análises e controlo de água em diversos pontos localizados a montante e a jusante da Estação de Tratamento. Mensalmente, os resultados deste controlo são comunicados às Autoridades competentes.

Só é necessário o ar comprimido para o carregamento de ANFO o que levou à instalação em 1998 de um compressor novo mais eficiente, o que permitiu abandonar o funcionamento de grandes unidades fabricadas nas décadas de 40 e 50 com vista à racionalização do consumo de energia eléctrica.

Os concentrados de Volframite são ensacados em sacos de uma tonelada ("big bags") (fig. 35) e transportados por camiões em contentores da Mina para o cais de Lisboa, onde são embarcados em navios para o seu destinatário.

O controlo da lavaria faz-se tirando diariamente amostras que são analisadas no Laboratório. Os métodos de controlo são o espectrómetro de "raios X" (fig. 36) e análises químicas (fig. 37).



Figura 35
Big bags



Figura 36
Espectrómetro de Raios-X



Figura 37
Laboratório de ensaios químicos

BIBLIOGRAFIA

1. KELLY, W.C and R.O. Rye, "Geologic, fluid inclusion and stable isotope studies of the tin-tungsten deposits of Panasqueira, Portugal, *ECONOMIC GEOLOGY*, Volume 74, n.º. 3, pp 1721-1822, December 1979.
2. THADEU, Décio, "Tin-Tungsten ore deposits of Panasqueira", 26th International Geological Congress, Paris: Scientific Excursion 203-C, Deposits of Tungsten and Associated metals in Western Europe, 1980.
3. CLARK, A.H. "Preliminary study of the temperatures and confining pressures of granite emplacement and mineralization, Panasqueira, Portugal", *TRANSACTIONS OF THE I.M.M.*, vol. 73, pp 813-824, London 1964.
4. SCHERMERHÖN, L.J.G., "Framework and evolution of Hercynian mineralization in the Iberian meseta", *LEIDSE GEOLOGISCHE MEDELINGEN*, Deel 52, Aflevering 1, pp 23-56, Jan 1981.
5. CONDE, L.N., V. Pereira, A. Ribeiro and D. Thadeu, "Jazigos hipogênicos de estanho e volfrâmio", Roteiro da Excursão 7, Congresso Int. Hisp-Luso-Americano, *GEOL. ECON.*, Madrid 1971.
6. THADEU, Décio, "Le gisement stannio-wolframifère de Panasqueira (Portugal)", *CHRONIQUE DE LA RECHERCHE MINIERE*, n.º. 450, 1979.
7. HEBBLITHWAITE, R.P.B., and A.M. Antão", "A report on the study of dilatation patterns within the Panasqueira orebody" unpublished internal report of Beralt Tin and Wolfram Portugal S.A., April 1982.
8. RIBEIRO, A. and E. Pereira, "Controles paleogeográficos, petrológicos e estruturais na gênese dos jazigos portugueses de estanho e volfrâmio", *GEONOVAS*, Vol 1, n.º. 3 (Lisboa), June 1982.
9. A'OREY, F.C., "Tungsten-tin mineralization and paragenesis in the Panasqueira and Vale da Ermida mining districts, Portugal", *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, Tomo III pp 117-167, Lisboa 1967.
10. WIMMERS, D., "Sulphide mineralogy of the wolframite bearing veins on Level 2, Barroca Grande, Panasqueira, Portugal, Institute for Earth Sciences, Free University, Amsterdam.