

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas



ISSN 0104-0553

BT/PMI/091

**O Topázio na Região de Ouro
Preto: Minas do Vermelhão e
Capão do Lana**

Jair Mazon Júnior
Helmut Born

São Paulo - 1999

1027181

O presente trabalho é parte da dissertação de mestrado apresentada por Jair Mazon Júnior, sob a orientação do Prof. Dr. Helmut Born: "O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelhão e Capão do Lana", defendida em 11/11/98, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Depto. de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Mazon Júnior, Jair

O topázio na região de Ouro Preto : Minas do Vermelhão e Capão do Lana / J. Mazon Júnior, H. Born. -- São Paulo : EPUSP, 1999.

13 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/091)

1. Topázio - Ouro Preto 2. Mineralização de topázio I. Born, Helmut II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas III. Título IV. Série

ISSN 0104-0553

CDU 553.84
622.37

**O TOPÁZIO NA REGIÃO DE OURO PRETO:
MINAS DO VERMELHÃO E CAPÃO DO LANA**

Jair Mazon Júnior

Helmut Born

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo descrever e definir as principais características geológicas, para fins de aproveitamento econômico, de duas minas de topázio da região de Ouro Preto, Vermelhão e Capão do Lana, situadas nesse mesmo município. Através de uma detalhada compilação de dados e da experiência vivida pelo primeiro autor à frente da Mina Vermelhão, onde atuou como Responsável Técnico por vários anos, abordam-se vários aspectos da mineralização, com ênfase em seus aspectos geológicos, bem como considerações para fins de lavra, com enfoque subordinado para os processos de beneficiamento. Essas minas constituem duas das principais reservas da região, havendo mesmo assim poucos trabalhos publicados a seu respeito.

Mesmo sendo lavrado desde 1750, segundo registro oficial, o conjunto de informações sobre os depósitos é restrito, sendo que alguns dados são tratados com absoluto sigilo, para que não sejam divulgadas as peculiaridades e controles de cada uma das áreas lavradas.

De um modo geral as minas dessa região se encontram numa faixa relativamente bem definida, que se alinha entre Ouro Preto e Rodrigo Silva, distrito dessa cidade. Nessa faixa a distribuição das gemas é bastante irregular, o que torna cada um dos casos estudados bastante peculiar.

ABSTRACT

The main geological characteristics of the two most important imperial topaz mines in the Ouro Preto region, Vermelhão and Capão do Lana, are described. With the experience gathered during several years by the first author, as technical director of the Vermelhão Mine, and compilation of available data, several important geological aspects are analyzed for mining and, to a lesser extent, beneficiation purposes. Although these two deposits represent the largest topaz reserves of the region, which are mined since 1750, few technical papers have been published on the particularities and geological controls of the mineralization.

The topaz mines are situated along a quite well defined fault zone, but with a rather irregular gem distribution, between the localities of Ouro Preto city and Rodrigo Silva.

1 - INTRODUÇÃO

O topázio é um silicato de composição química $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{F},\text{OH})_2$. Seu hábito é prismático, ortorrômbico de primeira ordem (110), combinado com bipirâmide (112), podendo, mais raramente, apresentar as formas acima combinadas com prisma (560), (230), (470) e (120), a pirâmide (111) e mais raramente o pinacóide basal. Sua cor está diretamente relacionada ao teor de cromo. A mais freqüente é a castanho-amarelada, variando desde o amarelo até à cor de mel. A cor castanho-avermelhada não é muito rara e produz gemas de excepcional beleza. Mais raramente apresenta tonalidades lilás a violeta, bem como incolor e o castanho-esverdeado. São freqüentes os cristais com distribuição zonada de cor nos tons castanho e amarelado, castanho e avermelhado, castanho amarelado e violeta, castanho avermelhado e violeta, incolor e violeta e castanho e amarelado a incolor.

A grande importância do topázio é como gema e pedra preciosa, tendo dois aspectos principais para compor o seu valor: a atração do homem pelas pedras desde os seus primórdios e sua raridade e escassez, características das gemas. As gemas mais valorizadas são as de coloração mais escuras, principalmente as de cor vermelha.

A região de Ouro Preto é a mais importante do Brasil na produção de topázios mais escuros, especialmente na tonalidade tida como mais valiosa.

Ocorrências de topázios com cores similares aos de Ouro Preto, ocorrendo em rochas carbonáticas, são também conhecidas em Brumado, no estado da Bahia e na colina de Ghundao, no Paquistão (GANDINI, 1991).

Na região de Ouro Preto, as jazidas são constituídas por corpos mineralizados intrusivos, facilmente caracterizados em relação às suas encaixantes, cuja lavra a céu aberto exige grande movimentação de estéril.

Na Mina Vermelhão, após decapeamento, segue-se a cata das gemas manualmente ou com ferramentas rudimentares, basicamente pás e picaretas. Apesar de não haver instalação de beneficiamento, quando possível, parte do material extraído da mina é submetido a lavagem. Esse processo é altamente eficiente, pois facilita sobretudo a identificação das gemas, em relação aos outros minerais presentes.

A mina do Capão do Lana é mais mecanizada, sendo utilizadas dragas para o corte na cava, lavagem, silagem e cata (Figura 1).

Essas duas jazidas são abordadas neste estudo, com ênfase nas suas características geológicas, principalmente aquelas de maior relevância para o aproveitamento mineiro das concentrações.

Nessa região, há registro oficial de lavra de topázio desde 1750, registrado em ata da Câmara Municipal de Ouro Preto. Desde aquela ocasião foi sugerido taxar essa gema, como meio de compensar a queda na arrecadação em virtude da diminuição na produção do ouro.

Essa região teve registrado o seu primeiro Manifesto de Mina em 1936, na localidade denominada Morro do Saramenha.

Os depósitos de topázio da região de Ouro Preto contribuem com parte substancial da produção nacional, não havendo porém registro de seu percentual participativo real nesse mercado.

O topázio imperial é assim denominado por causa de sua cor, que se admite resultante da presença de cromo ou manganês na sua composição. Sua cor varia de laranja-amarelado, amarelo-alaranjado, amarelo com tonalidades de vermelho-arroxado, vermelho-alaranjado, até vermelho-laranja ou laranja-avermelhado. A presença de uma cor secundária é necessária para a gema ser designada topázio imperial.

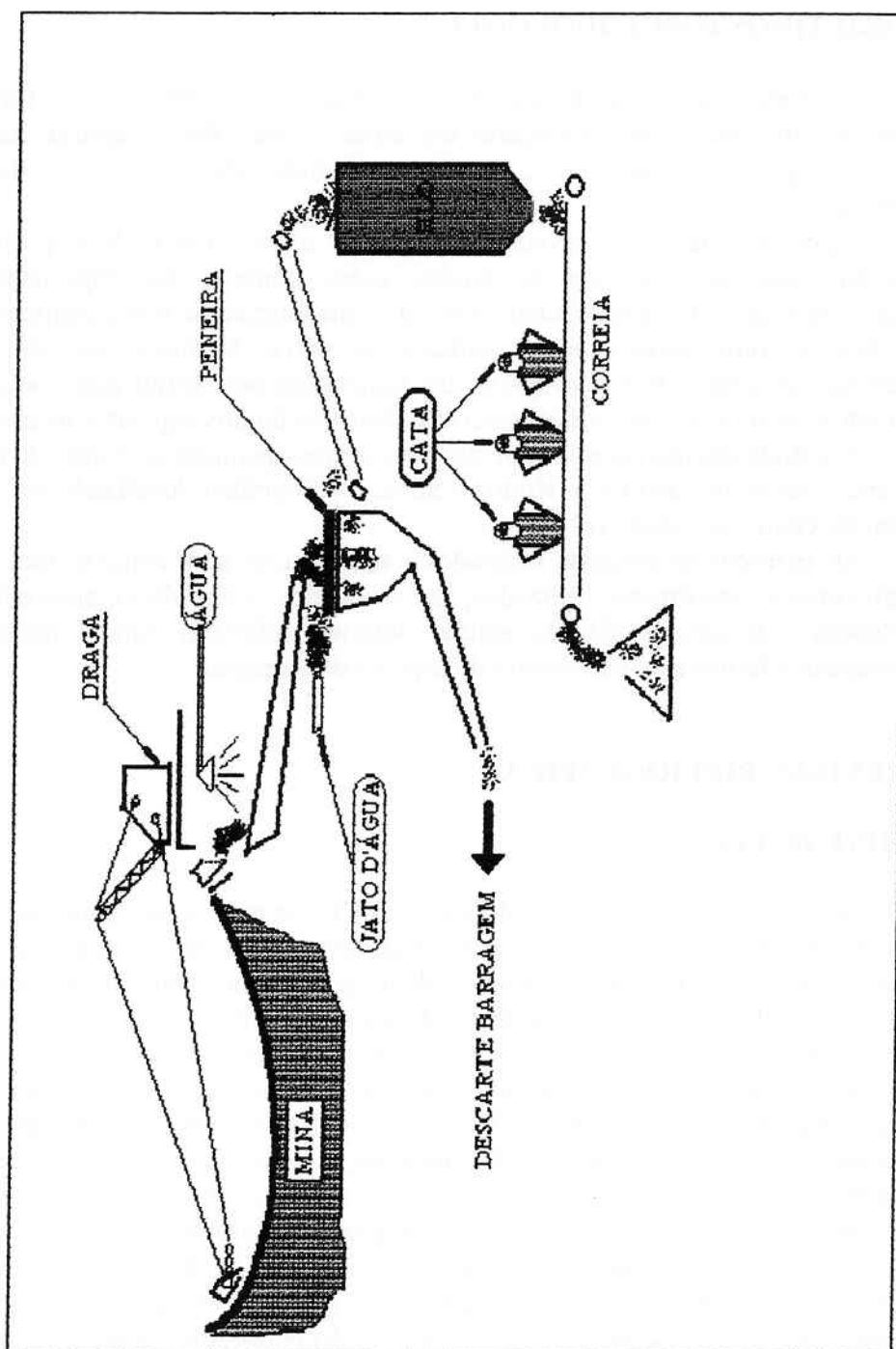


Figura 1 - Fluxograma simplificado do processo na Mina do Capão do Lana.
Fonte: Representação esquemática de procedimentos.

2 - OBJETIVOS E METODOLOGIA

O objetivo principal do trabalho é o estudo das ocorrências de “topázio imperial” na região de Ouro Preto, especificamente nas minas Vermelhão e Capão do Lana, abordando os aspectos ligados à geologia e à lavra, citando algumas características ligadas ao beneficiamento.

Após uma detalhada revisão bibliográfica sobre o tema, são expostos e discutidos os principais aspectos referentes ao topázio como gema e sua importância econômica no mercado brasileiro e internacional, além de uma discussão dos parâmetros que definem a qualidade e como esses aspectos influem no preço. Efetua-se também uma análise das características genéticas e geológicas das mineralizações, enfatizando de que maneira esses parâmetros se refletem nas características e distribuição dos depósitos na área.

O estudo aborda especificamente duas minas operando na região de Ouro Preto: Capão do Lana, situada no distrito de Rodrigo Silva, e Vermelhão, localizada em Saramenha, bairro a 3 km do centro da cidade (Figura 2).

Os métodos de pesquisa utilizados e sua eficácia, bem como os métodos de extração e beneficiamento, atualmente utilizados, são discutidos. Além disso, apresenta-se as principais conclusões e recomendações do estudo, visando colaborar para o melhor conhecimento, importância e futuro aproveitamento do topázio dessa região.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRICO

No início do último quarto do século XVIII, já não era tão abundante e nem tão fácil a extração do ouro em Vila Rica. Estando exauridos quase todos os aluviões, a fonte alternativa para a produção do ouro passou a ser a abertura de minas subterrâneas, tornando a operação onerosa e de alto risco. Em decorrência da queda da produção aurífera, minguava o imposto do quinto (imposto cobrado pela coroa portuguesa, correspondente a 20% do ouro apurado e purificado), empobrecendo o erário real. Reinava esta situação, quando em 1772 descobriu-se a pouco mais de 3km do centro de Vila Rica, no morro chamado Saramenha (Figura 2), uma abundância de *pedras* denominadas **topázios**, o que fez com que os mineiros do ouro abandonassem suas lavras e acorressem àquele sítio, em busca dessas novas *pedras*. Esse fato contribuiu para uma queda ainda mais acentuada do quinto real.

O Senhor Conde de Valadares, Governador e Capitão Geral da Capitania de Minas Gerais, convocou, então, a junta da Fazenda, da qual era presidente, na tentativa de conseguir também o imposto do quinto sobre o topázio. Não conseguiu sucesso, principalmente porque outras pedras consideradas mais nobres, como por exemplo o diamante, não estavam sujeitas a esse imposto (FERREIRA, 1983).

Após esta pioneira descoberta do topázio em Saramenha, outras se sucederam.

SPIX & MARTIUS assinalaram em seus relatos de viagens pelo Brasil (1817-1820), as jazidas da Fazenda do Lana e Capão do Lana, localizadas no Distrito de Rodrigo Silva, Município de Ouro Preto, MG. Esses autores descreveram a extração dos topázios amarelos encontrados nessas localidades e também a ocorrência de euclásios nas mesmas jazidas. Esse mineral corresponde a um alumino-silicato de berílio hidratado $\{\text{BeAl}(\text{SiO}_4)(\text{OH})\}$, monoclínico, de dureza 7,5 na Escala de Mohs e com excelente clivagem. Nem esses autores e tampouco ESCHWEGE (1833), entretanto, mencionam a jazida de Saramenha, o que faz supor que os trabalhos nessa jazida estivessem interrompidos naquela ocasião.

Atualmente, extraem-se topázios da mais fina qualidade em jazidas situadas num arco ao longo das encostas da Serra de Ouro Preto, começando em Dom Bosco, passando por Rodrigo Silva, Bela Vista, Saramenha e Antônio Pereira.

Na atual fase de mineração, os principais garimpos passaram por etapas de pesquisa mineral e adoção de técnicas de lavra mais modernas para produção sistemática e econômica das gemas (FERREIRA, 1983; GARIBALDI, 1986).

No Município de Ouro Preto, dentre as principais lavras, destacam-se as de Saramenha, Boa Vista, Capão do Lana, Fundão, Caxambu, Trino, Morro do Gabriel, Antônio Pereira (Figura 2).

3.2 GEOLOGIA E GÊNESE DO TOPÁZIO

Em nível mundial, são muito citados topázios azuis e incolores, uma vez que são comuns em certos tipos litológicos, como nos pegmatitos e nos greisen (DEER et al., 1982). Já para outras variedades, incluindo os da região de Ouro Preto, são poucos os trabalhos publicados, sendo que alguns deles merecem destaque.

Pelos levantamentos bibliográficos, se constata que os textos mais detalhados correspondem aos relatórios de pesquisa das empresas da região, que no entanto são inéditos. Uma característica comum marcante desses trabalhos é que todos eles se dedicam exclusivamente a aspectos geológicos gerais, trazendo descrições petrográficas e comentários sobre a gênese, sem contudo acrescentar dados mineralógicos e químicos relevantes sobre as litologias e o mineral gema.

O conhecimento da gênese provavelmente seja dificultado pela complexidade das litologias e estruturas do Quadrilátero Ferrífero e pelo alto grau do intemperismo presente nas encaixantes do topázio imperial.

3.2.1 Geologia

Todas as ocorrências de topázio primário da região de Ouro Preto estão relacionadas a rochas do Supergrupo Minas e estão subordinadas às estruturas e litologias características e determinantes, no contexto geológico local.

ALKIMIM et al. (s.d.) e MARSHALL (1988) caracterizaram uma sequência de eventos tectônicos que deformaram o Supergrupo Minas, e que reativaram algumas estruturas resultantes dos eventos anteriores. Na região sul do Quadrilátero Ferrífero, esse evento gerou falhamentos normais com direção predominante N 60° W. Relacionado a um evento denominado D5, surgiram vários focos de vulcanismo sintectônico que deram origem a rochas saturadas em sílica, não metamorfizadas.

Segundo GANDINI et al. (1993), as rochas metamórficas da área da província topazífera são filitos, quartzitos e dolomitos do Grupo Piracicaba, assim distribuídos estratigraficamente, do topo para a base:

Nível I: clorita-filito, sericita-filito-hematítico, grafita-filito;

Nível II: quartzito-sericítico, filito-hematítico;

Nível III: dolomita-filito, dolomita-mármore, hematita-quartzo-dolomita-mármore; e

Nível IV: quartzito-sericítico, filito-hematítico.

Cortando as rochas vulcânicas e/ou dolomíticas (filitos ou mármore), há uma zona brechada por falhamento normal onde ocorrem veios dispersos contendo topázio, que doravante passará a ser denominada **zona mineralizada**, com direção regional aproximada de N 60° W e mergulho com tendência vertical. A espessura da zona mineralizada varia de poucos metros a algumas dezenas de metros. Em alguns locais, como no Morro de

Saramenha, essa zona se mantém contínua através das diferentes litologias citadas acima, em consequência do forte controle estrutural.

Todas as rochas, quer metamórficas, quer vulcânicas, e os veios encontram-se intensamente decompostos, preservando algumas estruturas e alguns de seus minerais primários como quartzo, hematita, topázio, pirofilita, rutilo, muscovita, euclásio e, mais raramente, florencita e xenotima.

3.2.2 Gênese

Provavelmente, a primeira citação de topázio imperial tenha sido de MAWE (1812), que se referiu aos corpos mineralizados como veios alterados de micas. SPIX & MARTIUS (1831) fizeram a mesma referência. ESCHWEGE (1833) fez o primeiro trabalho essencialmente geológico, determinando dois alinhamentos principais para as mineralizações e referindo-se, ainda, ao topázio como encaixado em litologias do tipo talco-xistos. CLAUSSEN (1841, in CASSEDANE, 1989) interpretou a rocha portadora de topázio como sendo constituída por material fino efusivo, a partir de diques que cobriam a superfície em forma de camadas.

Uma interpretação mais detalhada dessas jazidas deve-se a GORCEIX (1881), que descreveu as mineralizações de topázio imperial encaixadas em uma rocha composta por caolinita, muscovita e quartzo, além de pequenas concentrações de manganês, ocorrendo ao longo de falhamentos, em veios irregulares apresentando 2 a 3m de espessura. Basicamente, as mineralizações são descritas como posicionadas ao longo de dois alinhamentos paralelos, de direção W 20° S. O topázio, encontrado em um material argiloso castanho proveniente da alteração de xistos micáceos, foi interpretado como sendo de origem pegmatítica. A existência de topázio seria marcada pela presença de argilas micáceas, denominada de “piçarra” pelos garimpeiros. ESCHWEGE (1833), endossou as idéias de GORCEIX, exceto no tocante às rochas xistosas que o autor designa como talco.

DERBY (1901) associou o topázio a um solo de coloração escura, proveniente da decomposição de rocha eruptiva, reconhecendo também os dois alinhamentos citados anteriormente, interpretando-os como diques. BAUER (1968) concordou com essa colocação, considerando, também, que o topázio seria encontrado em cavidades, nos veios essencialmente quartzosos.

Guimarães & Souza (1932) atribuíram à rocha portadora de topázio origem relacionada a metamorfismo retrógrado em gneisses.

A partir da década de 70, vários pesquisadores passaram a estudar em detalhes essas jazidas, não havendo, no entanto, análises mineralógicas e petrográficas pormenorizadas.

Para OLSEN (1971), as mineralizações de topázio estão posicionadas nas adjacências dos planos de falhas, ao longo de fraturas de tensão na Formação Sabará. A formação do topázio estaria ligada aos níveis pouco sericíticos dos filitos encaixantes.

OLSEN (1971) introduziu o termo “brown terrena” para a zona mineralizada em topázio, que PIRES et al. (1983), por sua vez, designaram terreno mineralizado.

Com relação aos eventos tectônicos ligados ao Quadrilátero Ferrífero, DELBOUX & FERREIRA (1974, 1975 e 1978) classificaram os depósitos em dois tipos genéticos: rochas hospedeiras constituídas por itabiritos e filitos do tipo mangano-dolomíticos da Formação Gandarela; ou hospedeiras representadas por filitos, possivelmente dolomíticos, da Formação Fecho do Funil, além de filitos típicos da Formação Sabará.

RUPLINGER (1983) e KELLER (1983) defendem origem pegmatítica para as mineralizações de topázio.

FERREIRA (1983) correlacionou algumas ocorrências de topázio a rochas vulcânicas de filiação ácida. No Morro de Saramenha, foi caracterizado um corpo laterítico, praticamente vertical, em um saprólito de origem vulcânica, não afetado pelo metamorfismo dinamotermal, sugerindo que essa atividade vulcânica se deu após o Ciclo Brasileiro. Para esse autor, a falta de inclusões fluidas não fornece embasamento para se afirmar a origem ígnea ou não de uma rocha, sugerindo também que a mineralização originou-se a partir de atividades pneumatolíticas, oriundas do vulcanismo já descrito. Complementando as observações de 1983, FERREIRA (1987) correlaciona as ocorrências de topázio com rochas dolomíticas e ao último evento de vulcanismo da região.

3.3 CARACTERÍSTICAS DOS TOPÁZIOS E SUA LAPIDAÇÃO.

Na indústria, o topázio é empregado como abrasivo, principalmente em lixas para madeira. Apesar de não ser a fonte principal, o topázio pode também ser uma fonte de fluor. Quando aquecido a temperatura elevada, perde o fluor na forma de SiF_4 , transformando-se em sillimanita, usada na fabricação de materiais refratários (LEPREVOST, 1978). É utilizado, ainda, em trabalhos de artesanato como quadros de cascalho, colares de pedaços polidos. Seu emprego como gema, no entanto, é o de maior expressão econômica, ultrapassando o percentual de 90% (FERREIRA, 1983).

Dentre todos os tipos de topázios, o imperial é o mais valorizado.

O topázio também pode ser fabricado sinteticamente, tendo, neste caso, apenas interesse científico, não havendo produção comercial (PETRICORENA 1989).

No mercado, são comuns seus substitutos naturais como o citrino, espessartita, grossularita e a hessonita, além de pedras sintéticas, como a safira.

O termo *topázio* vem sendo empregado para designar, erroneamente, produtos de cor amarela de natureza das mais variadas possíveis. Entre as acima citadas como substitutas, a hessonita é aquela que apresenta a cor idêntica à do topázio. Outra confusão que ocorre freqüentemente é com relação à topazolita, que é uma variedade de cor amarelada da andradita, espécie pertencente à família das granadas. Segundo BRANCO (1984), oitenta por cento das gemas comercializadas como topázio correspondem ao citrino natural ou tratado.

Considerando o hábito prismático alongado do mineral, as formas de lapidação mais adequadas são a oval, em lágrima, navete, retangular e esmeralda (Figura 3), as quais maximizam as características de brilho e cor da gema (WEBSTER 1980, METAIS DE MINAS GERAIS S/A 1981). Quando o cristal se apresenta jaçado ou fissurado, seu valor cai enormemente e por isso costuma-se fazer cabochões ou peças polidas. O próprio cristal pode ser utilizado como pingente preso a um aro de ouro.

4 - AS JAZIDAS DE TOPÁZIO DO CAPÃO DO LANA E VERMELHO.

Nos idos do final da década de 60 e início da de 70, teve início uma nova fase de interesse com relação ao topázio na região de Ouro Preto. As primeiras atividades, realmente direcionadas para esse fim, se deram a partir de uma fábrica de tintas no bairro do Saramenha de Cima, onde a produção de uma argila bastante avermelhada, extraída de uma única frente de trabalho, mostrou a ocorrência de quartzo, então conhecido como “pingo-d’água”, sendo que junto com ele começaram a surgir os topázios. Estes, de uma hora para outra, mostraram possuir um valor de mercado espantosamente elevado, pelo menos para a população local. Então, alguns moradores tiveram sua curiosidade despertada e passaram a procurar pelo mineral em outras áreas próximas daquele local.

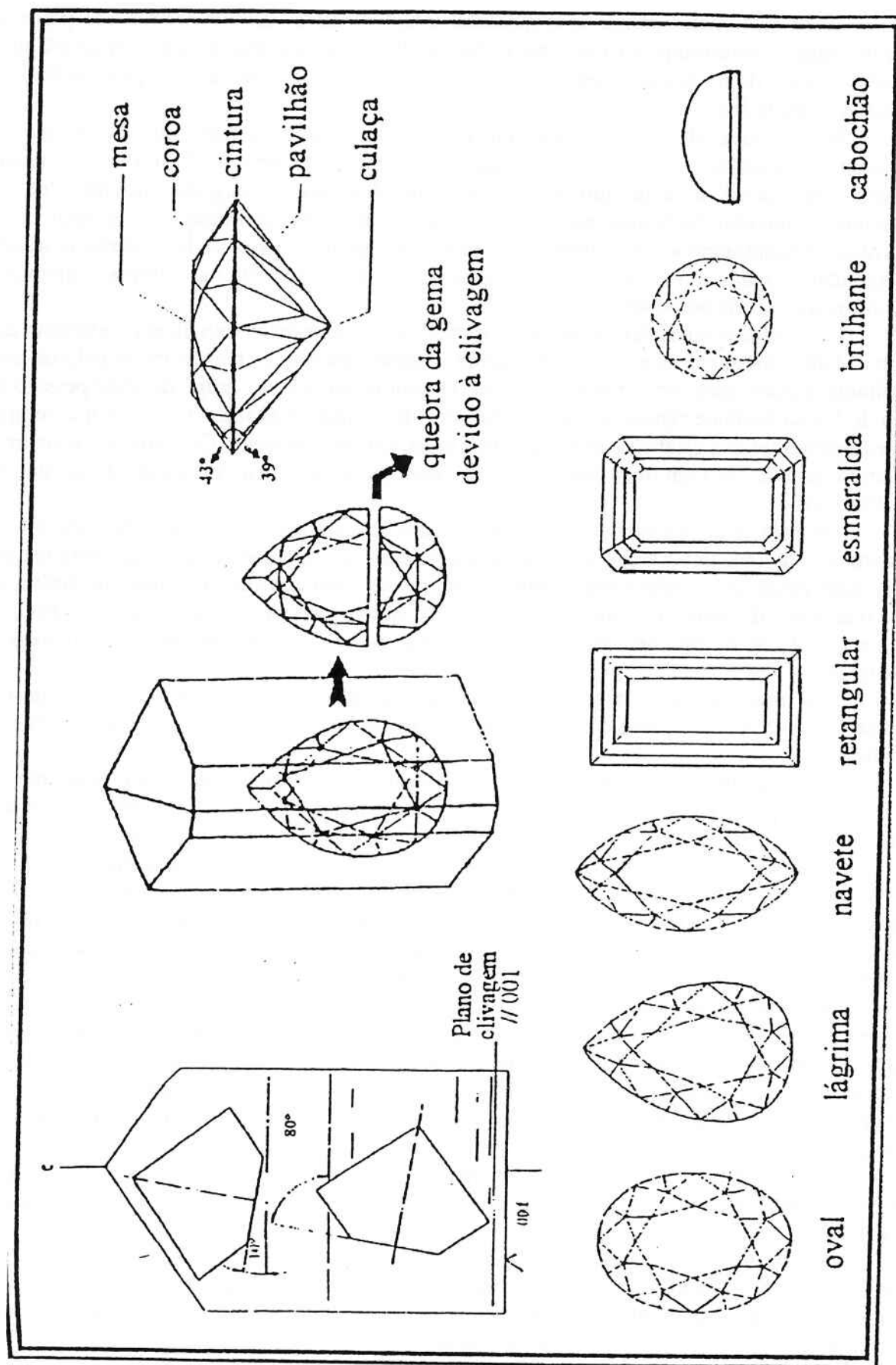


Figura 3 - Formas de lapidação mais adequadas para o topázio.

Fonte: Extraído de Fischer, 1986; Webster, 1980 e Branco, 1984.

O interesse pelas pedras avermelhadas tomou volume, desencadeando um processo que não mais se interrompeu. Com o início das vendas das gemas encontradas, foi gerada uma excelente fonte de renda para a população e, em especial, para os parentes de proprietários de terrenos naquela área.

Por se tratar de uma família numerosa, os interesses de parte desses integrantes levaram à implantação da Mina do Vermelhão, inicialmente através de um senhor recém chegado do Piauí. Este, tendo tomado conhecimento dos topázios surgidos em Ouro Preto, e já sendo comprador de pedras preciosas, veio averiguar a possibilidade de ingressar nessa atividade. Encontrando apoio e interesse de parte dos familiares, que até hoje possuem aquela propriedade, fundou a Vermelhão, tornando-se seu diretor e quotista majoritário, junto a dez sócios, responsáveis pelos serviços.

Logo após a fundação da empresa, foram iniciados intensos trabalhos de extração das gemas. Estes foram executados na forma de um grande garimpo, com abertura de galerias sem nenhuma técnica, mas com grande produção. O enriquecimento do grupo de onze pessoas se deu de forma bastante rápida, gerando condições de aprimorar as instalações, com a compra de equipamentos e o estabelecimento de uma lavra semi-mecanizada. Os trabalhos levaram à abertura de uma cava em dois flancos, que se desenvolveu do início da década de setenta até os dias atuais.

Em virtude dos excelentes resultados obtidos pela empresa, outros membros da família proprietária da área impetraram ação na justiça federal, reivindicando direitos de participação. Essa ação gerou um acordo entre as partes, culminando com a primeira divisão, no Brasil, de um manifesto de mina, executada pelo primeiro autor, então responsável técnico naquela mineração. Essa divisão em partes iguais, deu origem à JJC Mineração, além da empresa já existente.

Esse processo gerou novos pedidos de pesquisa e lavra na região, ao longo de um alinhamento entre Ouro Preto e o distrito de Rodrigo Silva, que abriga as reservas atualmente conhecidas.

Vários garimpos se estabeleceram, gerando um ativo comércio de pedras nessa região, e também em uma outra grande mina, Capão do Lana, que hoje movimenta a maior quantidade de materiais, em uma grande área envolvida pelos serviços mineiros.

A situação mais comum das minas da região é a de a jazida se apresentar como um corpo mineralizado intrusivo, facilmente caracterizado em relação às suas encaixantes. A compreensão das características genéticas dessas ocorrências é dificultada pela complexidade das litologias e estruturas presentes no Quadrilátero Ferrífero e também pelo alto grau de intemperismo das rochas encaixantes das mineralizações de topázio imperial.

Algumas características típicas podem ser citadas para a zona mineralizada das ocorrências dessa região. A zona mineralizada apresenta veios geralmente centimétricos e buchos decimétricos com topázio, sem ter sido ainda possível definir uma orientação preferencial dos mesmos. Nas rochas dolomíticas, a zona mineralizada é uma brecha resultante de um forte tectonismo e, às vezes, com veios de rocha vulcânica, como em Saramenha.

Os veios e buchos com topázio têm preferência por dois tipos específicos de litologia: as rochas metamórficas com carbonatos ou as rochas vulcânicas. Mineralização em corpos de constituição arenosa é mais rara.

O topázio é encontrado em massas de caulim e nos produtos de decomposição de carbonatos, em veios ou em buchos e, mais raramente, sem nenhuma ligação aparente com veios. Os cristais podem apresentar inclusões de dolomita, dispostas em camadas, indicando crescimento porfiroblástico do topázio no mármore.

Na única ocorrência conhecida de topázio em rocha sã, na localidade de Bocaina, situada nas proximidades de Ouro Preto, o veio é constituído, predominantemente, por dolomita e quartzo.

A lavra a céu aberto exige, normalmente, uma grande movimentação de estéril. Atingido o material mineralizado, o corpo é lavrado por cata direta ou após uma prévia lavagem do material extraído.

A jazida do Vermelhão apresenta uma extensão da ordem de 300m por 30m de largura média da faixa mineralizada, praticamente verticalizada, que hoje se situa em fundo de cava, com um talude geral de lavra da ordem de 40° e uma profundidade da ordem de 80m.

Já na Mina Capão do Lana, apesar da faixa mineralizada apresentar características similares às encontradas no Vermelhão, a cava apresenta uma forma bastante diferenciada, quase circular com um diâmetro da ordem de 400m, e profundidade de 60m, aproximadamente.

Os métodos de lavra aplicados em cada uma dessas minerações são consequentemente bastante diferenciados.

Na mina do Vermelhão, é executado um decapeamento com tratores de médio porte, tipo Komatsu D65, seguido por carregamento do material a ser descartado em caminhões de 5m³ de capacidade tipo Mercedes Benz 1113, através de carregadeiras Michigan com caçamba de 2 jardas cúbicas. Atingindo-se o corpo mineralizado, passa-se a executar uma cata minuciosa das gemas, que se encontram em veios, distribuídos de uma forma bastante irregular, numa faixa mineralizada de direção N 60° W. Embora a largura média dessa faixa seja da ordem de 30m, variações excepcionais de até 100m podem ocorrer. Mesmo com a execução da cata, todo o material extraído dessa zona mineralizada é armazenado em bota-fora estratégico, considerando a possibilidade de seu retrabalhamento futuro através de beneficiamento mecanizado. Esse processo necessariamente incluirá uma lavagem, que resulta em clara distinção das gemas dos outros minerais presentes.

Na Capão do Lana, o método de lavra é quase 100% mecanizado, com a utilização de desmonte hidráulico ou dragas, responsáveis pelo corte em cava circular, auxiliadas por tratores de lâmina que concentram o material numa canaleta de atuação das dragas. Todo o material das frentes é direcionando para um sistema de lavagem em peneiras (deslamagem), seguido de cata manual em correias transportadoras, ao final do processo (Figura 1). Esta cata é monitorada por um eficiente sistema de câmeras, para prevenção contra o desvio de pedras.

Em ambas as minas, o conhecimento das jazidas foi se tornando cada vez mais aperfeiçoado, apesar da grande irregularidade dos corpos mineralizados, permitindo aprimorar os procedimentos de extração e minimizar as perdas.

Na mina do Vermelhão, por exemplo, os locais mais promissores são facilmente detectados pelo conhecimento dos materiais que geralmente ocorrem junto às gemas, como caulim, quartzo, coloração do material decomposto na zona mineralizada, permitindo uma valiosa seleção das áreas mais promissoras.

Na mina do Capão do Lana, que trabalha todo o material removido das cavas, o alto grau de mecanização foi aprimorado ao longo do tempo, reduzindo as perdas a praticamente zero.

A grande vantagem da operação na mina do Capão do Lana, em relação ao Vermelhão, reside no fato de que a primeira trabalha todos os dias úteis do ano, uma vez que o processo permite a acumulação de material em “pulmões”. Assim, as operações de cata podem ter continuidade em local coberto, mesmo nas épocas de intensa precipitação pluviométrica, quando não é possível lavar.

Já na mina do Vermelhão, quando chove, o tráfego dos equipamentos na área de lavra torna-se impossível, também não havendo condições para continuidade da cata.

Nessas duas minas, há contínuo monitoramento da disposição dos rejeitos de mineração. No Vermelhão, o material descartado é depositado de modo controlado em áreas específicas. Já no Capão do Lana, o próprio processo exige a contenção do material descartado em barragens, que, inclusive, permitem a recirculação da água industrial. Portanto, não havendo utilização de agentes químicos poluentes, nessas duas áreas, hoje em dia, os materiais particulados e efluentes líquidos são bem monitorados, sem risco de poluição dos cursos naturais de água da região. Nas duas áreas, após encerramento das atividades, também está prevista a recuperação das áreas degradadas, com reconstituição da cobertura vegetal típica da região.

5 – CONCLUSÕES

Considerando a atitude sub-vertical da faixa mineralizada, o conhecimento adquirido nas duas áreas, bem como os trabalhos de pesquisa efetuados, permitem concluir que a mineralização se estende ainda por várias dezenas de metros em material intemperizado, se bem que a intensidade do processo de alteração diminua nos níveis mais profundos.

A continuidade das atividades de lavra a céu aberto, enfrenta crescentes dificuldades, particularmente na Mina do Vermelhão, devido aos limites das áreas de concessão, bem como às condições topográficas atuais das cavas.

A adoção de métodos de lavra subterrânea, já sugerida, tende a se tornar técnica e economicamente viável, ou mesmo necessária. A possibilidade de extração econômica de topázios, em zonas mineralizadas não intemperizadas, ainda carece de estudos mais aprofundados.

Tendo em vista os controles geológicos e estruturais das faixas favoráveis às mineralizações de topázio, bem como a distribuição extremamente irregular das gemas, a possibilidade de localizar novas concentrações minerais na região, através de técnicas prospectivas detalhadas, não deve ser descartada, apesar da região já ter sido repetidamente vasculhada, por métodos essencialmente superficiais e empíricos.

Considerando que a área alvo representa apenas uma estreita faixa do Quadrilátero Ferrífero, o esclarecimento da gênese das ocorrências de topázio na região de Ouro Preto e a eventual continuidade ou não da zona de brecha, mapeada por QUEMENEUR (1984), ainda necessitam de mapeamentos e estudos mais detalhados nas ocorrências e nos terrenos mineralizados e suas encaixantes.

Estudos geoquímicos e de inclusões no topázio e quartzo poderão contribuir para esclarecer melhor os processos geológicos que provocaram e controlaram a formação dos topázios e sua distribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKIMIM, F.F.M.; QUADE, H.; EVANGELISTA, M.T.R. Sobre a história da deformação dos metassedimentos do Supergupo Minas e Grupo Itacolomi no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. UFOP, s.d. 45p. /Publicação interna/*.

BAUER, M. Precious Stones. New York, Dover, v. 2, p. 327-40, 1968.

BRANCO, P. de M. Glossário gemológico. Porto Alegre, Editora da Universidade, 1984. 203p.

- CASSEDANNE, J.P.** Famous minerals localities: The Ouro Preto Topaz Mines. The Mineralogical Record, v.20, p.221-33, 1989.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J.** Rock-forming minerals: orthosilicates, 2. ed. London, Longman, v. 1A, 1982. 919p.
- DELBOUX, C.V.; FERREIRA, C.M.** O topázio na região de Ouro Preto. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., Porto Alegre, 1974. Boletim de Resumos. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, p.586-8, 1974.
- DELBOUX, C.V.; FERREIRA, C.M.** Topázio na região de Ouro Preto. Boletim do Departamento de Geologia da Escola de Minas e Metalurgia, v.1, p.73-9, 1975. /Publicação especial/*
- DELBOUX, C.V.; FERREIRA, C.M.** Topázio na região de Ouro Preto. SICEG, v.14 e 15, p. 47-52, 1978.
- DERBY, O. A.** On the mode of occurrence of topaz near Ouro Preto, Brazil. The American Journal of Science, v.11, n. 61, p.25-34, 1901.
- ESCHWEGE, W. L.** Pluto Brasiliensis. G. Reimer, 1833. 622p
- FERREIRA, C.M.** Vulcanismo ácido do Quadrilátero Ferrífero e sua relação com algumas ocorrências e/ou depósitos minerais. In: Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 2, Belo Horizonte, 1983. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 3, p.128-33, 1983.
- FERREIRA, C. M.** Geologia da jazida de topázio do Morro de Saramenha. Revista da Escola de Minas. UFOP. v. 40, n.3, p.15-7, 1987.
- GANDINI, A. L.; BELLO, R. M. da S.; FUZIKAWA, K.; SVISERO, D. P.; FERREIRA, C. M.** Caracterização das inclusões fluidas dos topázios imperiais da região de Ouro Preto, Minas Gerais. Boletim IG-USP. Série Científica, v. 22, p.61-72, 1991.
- GARIBALDI, E.** Relatórios Internos do DNPM, Belo Horizonte, 1986. /Inédito/*.
- GORCEIX, H.** Estudo geológico das jazidas de Topázio da Província de Minas Gerais, Brasil. Anais da Escola de Minas de Ouro Preto, v.1, p.13-34, 1881.
- GUIMARÃES, D.; SOUZA, H. C. A.** Estudos sobre o euclásio do Trino, Hargreaves, município de Ouro Preto, Minas Gerais. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.4, n.2, p.33-7, 1932.
- KELLER, P. C.** The Capão Topaz Deposits, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. Gems & Gemology, v.19, n.1, p.12-20, 1983.
- LEPREVOST, A.** Fluor. In: Minerais para a indústria. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, p. 68-70, 1978.

- MARSHALL, D. J.** Cathodoluminescence of geological materials. Boston, Unwin Hyman Ltd., 1988. 146p.
- MAWE, J.** Travels in the interior of Brazil. London, Longman Green, 1812. 366p.
- METAIS DE MINAS GERAIS.** Gemas de Minas Gerais. Belo Horizonte. METAMIG, 1981. 74p.
- OLSEN, D. R.** Origin of topaz near Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. Economic Geology, v.66, n.4, p.627-31, 1971.
- PETRICORENA, M. B.** Gemas, tratado de gemologia. Zaragoza, Ediciones Aguaviva, 1989. 441p.
- PIRES, F. R. M.; FREITAS, C. O.; PALERMO, N.; SARCIÁ, M. N. G.** Geologia e gênese dos depósitos de topázio do Distrito de Ouro Preto - Minas Gerais. In: Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 2, Belo Horizonte, 1983. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia. v. 3, p. 283-96, 1983.
- RUPLINGER, P. K.** Topaz and andalusite mining in Brazil. The Journal of Gemology, v.18, n.7, p.581-91, 1983.
- SPIX, J.B. v.; MARTIUS, C.F.P. v.** Reise in Brasilien, auf Befehl Sr. Majestät Maximilian Joseph I, Königs von Baiern in den Jahren 1817 bis 1820. Lindauer, Munich, 1831. 300p.
- WEBSTER, R.** Gems: their source, description and identification. London, Butterworths, 1980. 938p.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Tapera Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Criolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moimho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envolvimentos de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN
- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES

- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominuição Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas - LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e Consequências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alveamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELDON AZEVEDO MASINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Piiritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reservação de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE SILVIO
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma - Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO CHAVES

- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMC/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca-Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMARAVRITSCHER, LAURINDODESALLES LEALFILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subterrâneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO- LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Minerais - LÍLIA MASCARENHAS SANT'AGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minerio-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimação de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMC/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMC/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitinga, Amazônas, Brasil - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/087 – Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto – IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÔA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO

