

Pesquisa Mineral
João Batista de Vasconcelos Dias



1973

PESQUISA MINERAL

JOÃO BATISTA DE VASCONCELOS DIAS

I - INTRODUÇÃO

Os primeiros materiais da terra utilizados pelo homem primitivo foram substâncias não metálicas tais como chert, quartzo, argilas, pedra sabão e calcários, empregados como armas ou utensílios.

O homem paleolítico fazia uso de 13 variedades de minerais e o neolítico já conhecia o ouro.

Após a descoberta do cobre, a descoberta do estanho e do zinco permitiu a fabricação do bronze.

O ferro meteórico era conhecido 4.000 anos A.C., mas, a utilização industrial do ferro a partir dos seus minérios começou apenas no ano 800 A.C.

O alto forno a carvão de madeira data do século XIV e em 1710 descobriu-se que os minérios de ferro podiam ser reduzidos pela hulha.

O aço começou a ser empregado 800 anos depois do ferro ; mas, só com a descoberta de Bessemer, em 1856, foi que se iniciou sua aplicação em larga escala, a preços relativamente baixos.

O petróleo era conhecido desde a mais remota antiguidade, mas, a abertura do poço Drake, na Pensilvânia, em 1859, é que vai assinalar o início de sua exploração industrial.

Finalmente, no século XX, inicia-se a produção de energia atômica a partir dos minérios de urânio e tório.

Estas diferentes etapas vencidas no aproveitamento das matérias primas minerais constituem os marcos históricos da evolução da inteligência humana. Da era da pedra lascada dos nossos ancestrais, encontramos-nos, neste instante, alçados às culminâncias do desenvolvimento tecnológico-industrial da era atômica.

O aparecimento da era industrial acelerou de tal forma a demanda de minerais que o mundo chegou a explorar mais suas reservas minerais entre as duas grandes guerras que em toda sua história anterior.

Os minerais úteis , entretanto, ao contrário do que comu-
mente se julga são escassamente distribuídos na crosta terrestre e
difícilmente poderiam ser extraídos não fôsse a feliz coincidência
de concentrações locais. Isto é, os depósitos minerais são inusita-
das singularidades da natureza e o resultado de uma sequência geo-
lógica de eventos raramente repetida. O falso senso de abundância
deve-se talvez ao fato de ser consumido em poucos anos acumulações
de milhões de anos do tempo geológico.

II - MINÉRIO

Os 92 elementos conhecidos foram cêrca de 1.500 combina-
ções químicas denominadas minerais.

Mineral é uma substância inorgânica, natural, com compo-
sição química definida e gozando de propriedades físicas determina-
das. Os minerais podem ser metálicos ou não metálicos.

Um mineral pode ser um elemento simples como o enxôfre ,
um composto inorgânico como a galena ou cristais de composição va-
riando dentro de certos limites como as micas.

Mineral minérico é o mineral que pode ser utilizado para
a extração econômica de um ou mais metais.

Ganga é o mineral sem valor que geralmente acompanha os
minerais de valor econômico.

Minério é um agregado de mineral minérico e ganga que, no
estado atual da técnica, pode ser normalmente utilizado para a ex-
tração econômica de um ou mais metais.

Um minério é quase sempre um verdadeiro desapontamento
para a maior parte do povo que o concebe como um tesouro das histó-
rias de ficção. Isto acontece mesmo com técnicos que durante o
seu curso tiveram contacto em laboratório apenas com espécies mine-
rais escolhidas. Porém, com poucas exceções, os minérios apresen-
tam o aspecto banal das rochas comuns, delas se diferenciando ape-
nas pelo conteúdo de um ou mais minerais minérios, que representam

na regra uma fração muito pequena do todo.

Como o conceito de minério é variável, dependendo do ponto de vista econômico, o homem pode ser considerado como um seu criador, ora fazendo-o, ora desfazendo-o. Como exemplo podemos citar o caso dos pláceres auríferos da Califórnia. No início, apenas os pláceres ricos e favoravelmente localizados eram trabalhados economicamente. Inventou-se, então, um método de desmontar hidráulicamente o material longe da água e tratá-lo nas partes baixas.

Este material fornecia 10/o de ouro por jarða cúbica, com uma despesa de apenas 2 a 3 por jarða cúbica, tornando-se desta maneira minério de ouro que contribuiu com centenas de milhões de dólares para o enriquecimento da Califórnia. Apareceram, então, os políticos, proibindo o lançamento dos rejeitos nas correntes dos rios. Mas, esta condição era necessária para o tratamento barato, de forma que, a mineração cessou novamente e o material que havia sido minério por algum tempo passou a não sê-lo novamente. Mas, posteriormente, mostraram os políticos que da mesma maneira que podiam desfazer um minério de ouro, podiam também fazê-lo. Desta vez, subiram o preço do ouro de \$ 20.67/onça para \$ 35.00/onça. O material passou a ser minério novamente, entretanto, só enquanto a mão de obra e utensílios não subiram, como consequência da medida tomada. Desta forma, vemos que só a tecnologia tem obtido sempre sucesso garantido em fazer minério.

Uma das conquistas mais recentes e espetaculares foi a dos chamados minérios complexos, cujos depósitos na região das Montanhas Rochosas eram considerados os maiores do mundo. Era principalmente sulfetos de chumbo e zinco tão finamente unidos que até 1920 não havia meio de recuperá-los economicamente. A situação do abastecimento mundial de chumbo estava bastante precária, embora se conhecessem milhões e milhões de toneladas dessa rocha. Foi quando Sheridan descobriu que a espuma da flutuação, ainda na infância, era capaz de separar o chumbo do zinco e o zinco do ferro e, mais tarde, verificaram que o cobre também podia ser separado dos ou-

tos três. Desta maneira, uma boa parte do suprimento destes metais na segunda guerra foi obtido desta forma.

Teor é a quantidade de metal de valor contida num minério.

III - JAZIDA MINERAL

Rochas são agregados minerais formados no decurso dos tempos geológicos, por processos variados.

Corpo geológico é toda massa individualizada de agregados minerais. Os corpos geológicos economicamente aproveitáveis são chamados jazidas minerais.

"Considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorando à superfície ou existente no interior da terra, e que tenha valor econômico." (Art. 4º do C.M.)

Mina é a jazida em fase de lavra.

Pedreira é o corpo geológico cuja exploração visa obter a massa ou agregado de minerais e não um ou vários minerais determinados. Como exemplo podemos citar uma pedreira de mármore, de granito, de ardósia.

III.1 - Tipos de jazida

O Código de Mineração divide as jazidas em 9 Classes:

- Classe I - jazidas de substâncias minerais metalíferas;
- Classe II - jazidas de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil;
- Classe III - jazidas de fertilizantes;
- Classe IV - jazidas de combustíveis fósseis sólidos;
- Classe V - jazidas de rochas betuminosas e pirobotumosas;
- Classe VI - jazidas de gemas e pedras ornamentais;
- Classe VII - jazidas de minerais industriais, não incluídas nas classes precedentes;
- Classe VIII - jazidas de águas minerais;
- Classe IX - jazidas de águas subterrâneas.

A Classificação acima não abrange as jazidas de combustíveis líquidos, gases naturais e jazidas de substâncias minerais de uso na energia nuclear.

III.2 - Principais elementos característicos de uma jazida

Afloramento é a interseção de um depósito mineral com a superfície.

Fig. 1



Fig 1

Capreamento é o material que recobre uma jazida pouco inclinada.

Rochas encaixantes são as rochas que envolvem uma jazida.

Fig. 2



Rocha matriz - quando a jazida não tem forma definida, os minerais úteis preenchendo os poros de rocha, esta é chamada de rocha matriz.

Capa é a massa de rocha encaixante que fica sobre a jazida.

Lapa é a massa de rocha encaixante que fica sob a jazida.

Contactos ou paredes são as superfícies limitantes de uma jazida.

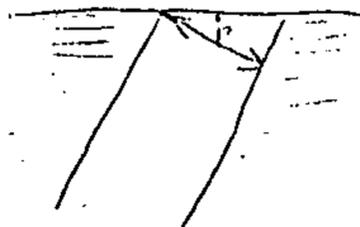
O contacto do minério com a capa chama-se teto ou céu, enquanto que o contacto com a lapa chama-se chão ou muro.

Direção é o ângulo que faz a interseção do plano médio de uma jazida com um plano horizontal, com a direção norte-sul.

Mergulho é o ângulo que faz a linha de maior declividade de uma jazida com um plano horizontal.

Potência é a espessura da jazida, medida perpendicularmente ao traço das paredes no plano de mergulho.

Fig. 3



Extensão é a medida da jazida segundo a sua direção.

Profundidade é a maior ^{distância} vertical atingida pela jazida.

Extensão em profundidade é a maior distância inclinada atingida pela jazida e medida segundo o seu eixo.

III.3 - Forma das jazidas

Em sua grande maioria as jazidas são grosseiramente tabulares, pois, comumente se formam em fendas ou leitos de sedimentação. Mas há também as constituídas por grandes massas compactas de minérios ou disseminações esparsas nas rochas.

Visiros - São jazidas protógenas de forma tabular.

Resultam comumente da mineralização de cavidades diversas e geralmente apresentam forte mergulho posto que raramente sejam verticais.

Camadas - São jazidas deutógenas, de forma tabular, que acompanham a estratificação das rochas envolvidas ou que são constituídas por simples deposição superficial, detrítica ou sedimentar. Comumente são pouco inclinadas ou mesmo horizontais.

Mações - São jazidas caracterizadas por grande variação em tamanho e forma muito irregular. Frequentemente apresentam ramificações em todas as direções.

Disseminações - Diferenciam-se essencialmente das mações pelo fato do material introduzido constituir apenas uma pequena porção do minério do corpo.

IV - MINERAÇÃO

A fim de se tornarem valiosos os depósitos minerais têm de ser encontrados, pesquisados, lavrados, processados e transportados para os mercados. Só então produzirão riqueza para a nação que ao possui.

A estas diferentes etapas do aproveitamento de um bem mineral chama-se Mineração.

As operações de Mineração compreendem quatro fases distintas:

Prospecção (prospecting) ou fase da procura dos minerais tendo por fim a sua descoberta.

Exploração (exploration) ou fase de estudo de uma ocorrência mineral descoberta, sendo empreendida para conhecimento do seu tamanho, forma, posição, características e valor.

Desenvolvimento (development) é a fase de preparação de uma jazida com a finalidade de possibilitar o desmonte e o manuseio econômico de seus produtos.

Lavra (exploitation ou mining) é a fase de desmonte e extração dos materiais visados incluindo as operações de segurança desses serviços.

Embora perfeitamente precisados, tal como definidos, é frequentemente difícil distinguir entre prospecção e exploração ou entre exploração e desenvolvimento posto que insensivelmente passa-se de um tipo de serviço a outro. A confusão é maior quando se trata de uma propriedade mineira com vários corpos de minério. Neste caso a prospecção para os novos corpos é parte da exploração.

Em outros depósitos minerais prospecção e exploração são feitos em uma operação única, por sondagem, como por exemplo nos pláceres.

No caso das jazidas petrolíferas a prospecção já implica tacitamente em desenvolvimento, pois, o mesmo poço servirá para a retirada do óleo.

Em nosso país é comum confundir-se o termo exploração com aproveitamento industrial de um depósito. A própria Constituição em seu art. 169 § 1º reza:

"A exploração e o aproveitamento das jazidas, minas e demais recursos minerais e dos potenciais de energia hidráulica dependem de concessão ou autorização federal na forma da lei, da

da exclusivamente a brasileiros ou a sociedades organizadas no país."

Reservar parte do País.

V - PESQUISA MINERAL

V.1 - Conceituação técnica

Do ponto de vista técnico a pesquisa mineral consiste nos trabalhos necessários para o descobrimento de uma jazida e determinação de seu valor econômico. Abrange pois as fases de prospecção e exploração.

V.2 - Conceituação legal

1. Definição

O Código de Mineração, em seu Art. 14, dá a seguinte definição:

"Entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade do seu aproveitamento econômico."

Tal como definida, do ponto de vista legal, a pesquisa mineral abrange, pois, somente a fase de exploração.

2. Autorização

A autorização só poderá ser outorgada a brasileiro, pessoa natural ou jurídica ou a empresa de mineração, mediante expressa autorização do Ministro das Minas e Energia, proferido em processo regularmente examinado e informado pelo D.N.P.M. (C.M. - art. 15).

O art. 79 do C.M. define Empresa de Mineração:

"Entende-se por Empresa de Mineração, para os efeitos deste Código, a firma ou sociedade constituída e domiciliada no País, qualquer que seja a sua forma jurídica, e entre cujos objetivos esteja o de realizar aproveitamento de jazidas minerais no território nacional.

§1º Os componentes da firma ou sociedade a que se refere

o presente artigo, podem ser pessoas físicas ou jurídicas, nacionais ou estrangeiras, mas, nominalmente representadas no instrumento de constituição da Empresa.

§2º - A firma individual só poderá ser constituída por brasileiro.

3. Requerimento

A autorização de pesquisa será pleiteada em requerimento dirigido ao Ministro das Minas e Energia, entregue mediante recibo no Protocolo do D.N.F.M., onde será mecanicamente numerado e registrado, devendo ser apresentado em duas vias e conter os seguintes elementos de informação e prova:

I - nome, nacionalidade, estado civil, profissão e domicílio do requerente; em se tratando de pessoa jurídica, cópia do Alvará de Autorização para funcionar como E.M.

II - designação das substâncias a pesquisar, a área em hectares e descrição da localização da área pretendida em relação aos principais acidentes topográficos da região, o nome dos proprietários das terras abrangidas pelo perímetro delimitador da área, Distrito, Município, Comarca e Estado;

III - planta, em duas vias, figurando os principais elementos de reconhecimento, bem assim a definição gráfica da área, em escala adequada, por figura geométrica, obrigatoriamente formada por segmentos de reta com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, com 2 (dois) de seus vértices, ou excepcionalmente 1 (um), e narrado a ponto fixo e inconfundível do terreno, e os lados definidos por comprimentos e rumos verdadeiros, além de planta de situação da área;

IV - plano dos trabalhos de pesquisa, com orçamento previsto para sua execução e indicação da fonte de recursos para o seu custeio (Ver art. 16 C.M.).

4. Título

Art. 21 do C.M.

"A autorização de pesquisa será outorgada por Alvará do Ministro das Minas e Energia, no qual serão indicadas as propriedades compreendidas na área de pesquisa e definida esta pela sua localização, limitação e extensão superficial em hectares.

Parágrafo único - o Título será uma via autêntica do Alvará de Pesquisa, publicado no D.O.U. e transcrito no livro próprio do D.N.P.M.

5. Validade

A autorização de pesquisa valerá por 2 (dois) anos podendo ser renovada por mais 1 (um) ano, mediante requerimento do interessado (art. 22 - C.M.)

6. Nº de autorizações para cada pessoa física ou jurídica.

Cada pessoa, natural ou jurídica poderá deter 5 (cinco) autorizações de pesquisa para cada substância mineral e no máximo 50 (cinquenta) da mesma classe.

(D.L. nº ⁷⁻³⁰31/7/69 que dá nova redação ao art. 26 do C.M.)

7. Áreas máximas

As autorizações de pesquisa ficam adstritas às seguintes áreas máximas:

Classes III, IV e V	-	2.000 Ha
Classes I e VII	-	1.000 Ha
Classe VI	-	500 Ha
Classes II e VIII	-	50 Ha

A critério do MME, os pedidos de autorização de pesquisa formulados por empresas de mineração para a execução de trabalhos em regiões ínvias e de difícil acesso, e em regiões interiorizadas, em se tratando de jazidas minerais que exijam in -

vestimentos de vulto e apurada técnica, relativos a substâncias minerais incluídas em uma das classes I, III, IV, V e ainda enxôfre e salgema da classe VII, poderão consignar áreas atingindo até o limite de 10.000 (dez mil) hectares.

(D.L. nº 64.590 de 27.05.69 que modificou o art. 29 do R.C.M.)

8. Áreas mínimas

Em região ínvia e de difícil acesso, e em regiões interiorizadas a área mínima de cada autorização de pesquisa, excetuadas as jazidas das classes II e VIII será de 1.000 hectares.

9. Emolumentos

A outorga de cada Alvará de Pesquisa dependerá de recolhimento ao Banco do Brasil S.A., à conta do "Fundo Nacional de Mineração", de emolumentos correspondentes a 3 (três) máximos salários mínimos do País.

10. Conclusão dos trabalhos de pesquisa

Concluídos os trabalhos de pesquisa e dentro da vigência da autorização, o pesquisador apresentará ao DNPM relatório circunstanciado, elaborado por profissional legalmente habilitado, com dados informativos sobre a reserva mineral da jazida, a qualidade do minério ou substância mineral útil e exequibilidade da lavra.

O DNPM mandará verificar "in loco" a exatidão do relatório de pesquisa apresentado e, em face de parecer conclusivo da D.F.P.M., o Diretor Geral proferirá despacho:

a- de aprovação do Relatório, quando ficar demonstrada a existência de jazida.

b- de não aprovação, quando verificar ineuficiência dos trabalhos de pesquisa ou deficiência técnica de elaboração que impossibilite a avaliação da jazida.

c- de arquivamento, quando se provar inexistência de jazida.

O titular da pesquisa, uma vez aprovado o Relatório terá 1 (hum) ano para requerer concessão de lavra e, nesse tempo,

poderá negociar o seu direito de preferência à lavra, na forma do Código de Mineração.

Fimdo êste prazo se o titular ou seu sucessor não requerer a concessão de lavra, caducará o seu direito, podendo o go verno outorgar a lavra a terceiro, que a requerer, satisfeitas as exigências do Código de Mineração.

VI - MÉTODOS DE PESQUISA

VI.1 - Pesquisa direta

Neste caso procura-se encontrar um afloramento ou evi dência de existência de afloramentos numa região considerada favo rável guiando-se pelos detritos ocorrentes. Naturalmente isto en volve grande trabalho e escassas probabilidades, bastando conside rar a limitada área das ocorrências superficiais. Depende muito do fator sorte, mas, revelada que seja uma ocorrência, a descober ta de outras vizinhas ou na mesma região fica muito facilitada.

VI.2 - Pesquisa indireta

Aqui é pressuposto um conhecimento mais preciso e de finido que a simples intuição. É exigido uma mais ampla compreen são e observação consciente das indicações naturais e científicas induzindo a descoberta de jazidas.

Existem três métodos principais de pesquisa indireta: geológicas, geofísicas e geoquímicas.

1- geológica - Baseia-se no conhecimento da geologia regio nal e principalmente da gênese dos depósitos minerais.

2- geofísica - As principais propriedades físicas das rochas comuns, densidade, magnetismo, elasticidade e condutividade elé trica conduzem aos quatro métodos mais importantes de geofísica: gravimétrico, magnético, sísmico e elétrico.

3- geoquímica - Fundamenta-se êste método em que a oxidação dos minerais dispersa, sob condições apropriadas, metais no solo,

na vegetação e nas águas das correntes fluviais ou subterrâneas.

Consiste pois o método na aplicação de certos tipos de análise para a verificação de anomalias químicas que possam indicar pequenas quantidades de metais nos solos, vegetação e águas naturais podendo conduzir às jazidas de onde se originaram.

Até junho de 1969 foram descobertas no Canadá 161 jazidas de metais não ferrosos e de asbesto. Destas, 92 por métodos diretos, 35 por utilização simplesmente de geologia, 33 por métodos geofísicos e apenas 1 por geoquímica.

VII - QUANTO CUSTA A PESQUISA

O Canadá dispendeu em pesquisa mineral US \$ 38 milhões em 1960, US \$ 43 milhões em 1963 e US \$ 45 milhões em 1964.

Estes investimentos resultaram em descoberta de uma mina e meia por ano. Conseqüentemente, o custo de uma nova mina ficou em cerca de US \$ 30 milhões.

No mesmo país, nos últimos 15 anos o investimento em pesquisa aumentou 15 vezes enquanto que o número de jazidas descobertas aumentou apenas duas vezes.

Para o grupo profissional estima-se em \$ 7,5 milhões o custo de uma descoberta.

Segundo Evan Just, uma nova empresa de mineração deve investir US \$ 500.000 durante 10 anos para encontrar uma boa jazida. Para outros, este número deve ser de US \$ 1 milhão por ano.

Até 1930 o prospector isolado foi responsável pela maioria das descobertas. A partir desta data, cerca de 60% dos descobrimentos passaram a ser feitos por companhias bem organizadas, possuidoras de boa equipe técnica. Na década de 50, com o advento da geofísica e da geoquímica 75% das descobertas minerais já pertenciam às grandes companhias.

Entretanto, os custos das pesquisas aumentaram consideravelmente.

No começo do século, as despesas de manutenção de um prospector no campo não era mais do que 2 mil dólares por ano.

Atualmente as companhias se valem de geólogos experientados, com auxílio de transporte moderno e necessário apoio científico, podendo o custo exceder a US \$ 80.000/geólogo/ano.

A era dos prospectores, entretanto, está no ocaso e o seu papel está se transferindo para as grandes organizações capazes de manter programas constantes de pesquisa.

Existem poucas probabilidades de que a pesquisa em uma região apenas ou o estudo de um só problema, dentro dos recursos de uma empresa de mineração, apresente lucros num período economicamente razoável. Um ataque múltiplo de uma diversidade de possibilidades aumenta as possibilidades de sucesso.

Segundo Schlichter, a indústria mineral deve adotar a filosofia das companhias de seguro, distribuindo os riscos através de grande número de pesquisas. Para isto, entretanto, são necessários investimentos vultosos que sem dúvida serão bem recompensados.

Aos senhores que tiveram a paciência de me ouvir, ao terminar esta aula, o melhor conselho que lhes poderia dar ainda é aquele do Evangelho:

PROCURA E ENCONTRARÁS

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Curso de Lavra de Minas
Prof. Joaquim Maia
- 2 - Mining Engineers' Hand book
Peele
- 3 - Economic Mineral Deposits
Alan Beteman
- 4 - Metalogenia
Prof. Teodoro Vaz
- 5 - Código de Mineração e Legislação Correlativa
D.N.P.M. - Publicação Especial nº 11