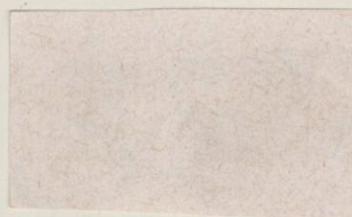


# CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA MINERAL: SUA FILOSOFIA, SUAS ETAPAS E SEU PLANEJAMENTO

*Do colega Odair  
com o Cumprimento  
do José Armindo  
do/11/11/76*



GEOLº JOSÉ ARMINDO PINTO  
CPRM - RIO DE JANEIRO

Março/76

CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA MINERAL:  
SUA FILOSOFIA, SUAS ETAPAS E SEU PLANEJAMENTO

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUÇÃO .....	01
O QUE PESQUISAR? .....	04
O Esgotamento das Reservas .....	04
A Previsão dos Preços e dos Mercados.....	05
Os Interesses e os Objetivos dos Governos.	06
ONDE PESQUISAR? .....	11
Aspecto Econômico .....	11
Aspecto Técnico .....	12
Aspecto Político .....	13
COMO PESQUISAR? .....	18
Etapas e Métodos da Pesquisa Mineral:	
Avaliação Regional .....	19
Reconhecimento das Áreas Favoráveis.....	23
Investigação das Ocorrências .....	24
Investigação Tridimensional e Avaliação do Depósito ;.....	25
QUANTO GASTAR .....	27
Estimativa de P (Probabilidade de se desco brir uma jazida).....	29
Estimativa de D (Despesas com a Pesquisa).	31
CONCLUSÕES .....	36
BIBLIOGRAFIA .....	37

## A P R E S E N T A Ç Ã O

Neste estudo, são apresentadas considerações sobre os fatores que afetam a atividade de pesquisa mineral, tanto no âmbito governamental como no da iniciativa privada, focalizando-a como um estágio que leva à produção de bens minerais, onde os recursos financeiros aplicados, principalmente na fase inicial, visam à obtenção de dados geológicos que poucas vezes atingem importância econômica desejável. Neste particular, são ressaltados o caráter aleatório da pesquisa e os fatores políticos e econômicos que lhe condicionam os objetivos, o que impõe um planejamento por etapas, visando a compatibilizar a aplicação dos métodos de pesquisa mais adequados com o capital disponível para investimento em cada etapa, a fim de minimizar os riscos de insucesso.

Aspectos da conjuntura econômica mineral mundial e seus reflexos sobre o abastecimento das matérias-primas minerais são abordados paralelamente à análise das estatísticas brasileiras versando sobre a situação dos principais recursos minerais do país, dos projetos de pesquisa em desenvolvimento e dos investimentos governamentais no setor.

\* \* \*

CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA MINERAL:  
SUA FILOSOFIA, SUAS ETAPAS E SEU PLANEJAMENTO \*

Geól<sup>o</sup> José Armino Pinto \*\*

INTRODUÇÃO

Durante milênios o homem vem lutando contra a natureza, a fim de transformá-la em seu benefício. Desde o Neolítico até os dias atuais das modernas técnicas de pesquisa, o homem vem habilmente se utilizando dos recursos minerais que necessita, confundindo a história da evolução do aproveitamento desses recursos com a sua própria história.

Nos primórdios da civilização, o ouro, o cobre e a prata, por serem encontrados no estado nativo, foram os primeiros metais utilizados pelo homem, enquanto que o chumbo, o estanho (em forma de bronze) e o ferro, só o foram muito tempo depois, principalmente devido as dificuldades inerentes às técnicas metalúrgicas.

Entretanto, somente a partir da Revolução Industrial foi que a procura dos recursos minerais se transformou em crucial problema para a humanidade, face ao grande aumento do consumo destas substâncias. Em 1800, mais de 75% da economia mineral do mundo repousava no ouro, hulha e cobre, nesta ordem de importância. Em meados do século XIX, a hulha e o ferro, acompanhando a nova ordem industrial, atingiam os primeiros lugares da economia mineral mundial em valor de produção.

Por ocasião da Primeira Guerra Mundial, a hulha já representava mais de 50% do valor mundial da produção mineral, seguindo-se em importância o ouro, o ferro, o petróleo e o cobre. O petróleo, por seu turno, assumiu a liderança da produção mineral do mundo a partir de 1952, mantendo-a até o presente.

---

\* Baseada em aula proferida no Curso de Economia Mineral, Curso PLANFAP/FVG/MME - OUTUBRO DE 1975 .

\*\* CPRM - Departamento de Pesquisas Próprias - Rio de Janeiro

Na década de 60, o crescimento populacional e o processo de urbanização consequente levaram o grupo dos minerais não-metálicos a uma rápida ascensão. Todavia, o final da década e o início dos anos 70 foram marcados ainda por um panorama mineral mundial de supremacia absoluta da produção de matérias-primas energéticas, seguindo-se, em valor, o grupo dos não-metálicos, aparecendo em terceiro lugar o grupo dos minerais não-ferrosos e, finalmente, os ferrosos.

Assim, dos US\$ 166 bilhões atingidos pelo valor da produção mineral mundial no ano de 1970, cerca de US\$ 79 bilhões corresponderam aos combustíveis fósseis (quase 50% do valor total), US\$ 43 bilhões às substâncias metálicas e os US\$ 44 bilhões restantes às substâncias não metálicas, incluindo os materiais de construção. Com base nos dados disponíveis e dentro de processos normais é viável prever-se que, até o final do século, não deverão ocorrer grandes modificações no atual quadro de prioridade de produção.

Contudo, o aumento da demanda tem crecido assustadoramente nestes últimos anos e a preocupação mundial com a escassez de matérias-primas, que já se vinha fazendo notar nos últimos anos, tende a agravar-se no futuro, principalmente nos países mais desenvolvidos, já que, nem sempre, a descoberta de novas jazidas tem ocorrido na mesma proporção do que tem sido extraído. Aliás, em muitos países, a relação Reservas/Produção Anual tem decrescido sistematicamente para muitos tipos de substâncias minerais deixando antever que, à base do consumo atual, a maioria dos depósitos conhecidos atualmente poderá estar esgotada até a metade do século XXI.

Além dessas dificuldades, a crescente preocupação da opinião pública com a poluição ambiental e o equilíbrio ecológico, principalmente nos países mais industrializados, tem provocado restrições à atividade mineral. Tais medidas, embora corretas e necessárias, quando não levadas ao exagero, tem criado problemas adicionais ao abastecimento de matérias-primas minerais.

Por outro lado, recentes acontecimentos tem mostrado , como no caso do petróleo, o extraordinário poder de barganha que pode deter um número relativamente pequeno de países que, apesar de pouco poderosos, podem chegar a desafiar as grandes potências mundiais, pelo fato de possuírem a maior parte das reservas de de terminadas substâncias minerais. Tal fato tem servido de alerta e incentivo para que muitos países se empenhem no sentido de cada vez mais descobrir e incorporar às suas economias novas fontes de produção de bens minerais.

Com efeito, o que se tem visto ultimamente é a corrida dos países em avanço tecnológico-econômico em busca de uma posição que lhes assegure a auto-suficiência nos bens minerais que sejam carentes, com o fito de satisfazer, fundamentalmente, as suas ne cessidades de provisão de matérias-primas imprescindíveis ao pro gresso econômico no presente e à segurança de seus suprimentos no futuro. O caminho mais seguro para atingir tal objetivo básico tem sido o de incentivar a pesquisa mineral em seu próprio território.

Face a estes problemas, no âmbito de uma organização mi neira, particular ou governamental, a atividade de pesquisa mine ral torna-se uma lição de estratégia, controlada por padrões polí ticos e econômicos, baseados em condições que variam de acordo com a evolução das técnicas de mineração, dos processamentos tecnológi cos e das oportunidades e tendências do mercado.

Além disso, por se caracterizar como uma atividade es sencialmente aleatória, onde o investidor se arrisca a perder todo o capital aplicado, a pesquisa mineral consiste em compatibilizar o montante dos investimentos previstos com a técnica operacional pro gramada, de modo a obter um conhecimento adequado da potencialidade mineral da região ou área escolhida, no prazo mais curto e a custo mais baixo.

Assim, segundo LESPINE, a estratégia do planejamento da pesquisa mineral envolve quatro grandes questões, a respeito das quais todo responsável de pesquisa deve meditar antes de respondê-las: O QUE PESQUISAR? - ONDE PESQUISAR? - COMO PESQUISAR? -

QUANTO GASTAR?

## O QUE PESQUISAR?

Esta questão pode parecer simples à primeira vista, pois é evidente que as companhias de mineração deverão procurar jazidas econômicas para substituir aquelas que são lavradas atualmente e que deverão se esgotar futuramente, enquanto que um governo se esforçará na pesquisa de substâncias minerais úteis à sua economia ou importantes do ponto de vista estratégico. Entretanto, como será visto, as respostas cabíveis são infinitamente mais complexas. Serão abordados três pontos fundamentais:

### O Esgotamento das Reservas

A classificação geral dos bens minerais encontrados no território de um determinado país, segundo ABREU, engloba três grandes grupos: os carentes, os suficientes e os abundantes.

Os bens minerais carentes são aqueles ainda desconhecidos no país ou os que são conhecidos em quantidades tão pequenas que não poderão satisfazer o consumo previsível, tendo que ser importados para atender o consumo interno.

Os suficientes são os que, pelas reservas conhecidas, poderão suprir as necessidades do país por um longo prazo, podendo até ser exportados, trazendo vantagens, sem afetar a estabilidade do abastecimento interno.

Os abundantes, finalmente, são os que, a julgar pelas reservas conhecidas, poderão ser exportados em larga escala, por um prazo mais ou menos longo, sem risco para o suprimento do país.

Verifica-se em tais definições que o elemento básico é a noção de reserva, assunto que tem levantado muitas controvérsias, notadamente se considerar-se que os progressos técnicos de um lado e as eventuais elevações de preços de outro, permitirão, certamente, o aproveitamento de reservas minerais bem mais consideráveis do que aquelas classificadas dentro de tal categoria.

(fig. 1).

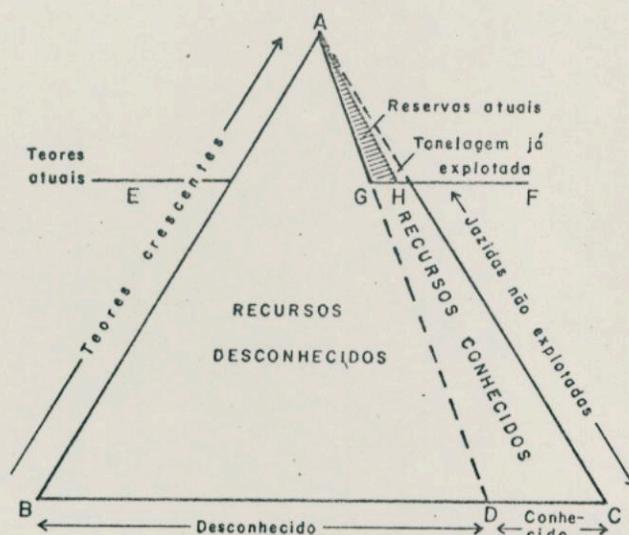


Fig. 1 - Representação Esquemática das Reservas e dos Recursos Minerais.

A Zona achureada AGH representa as reservas que diminuem devido à exploração (deslocamento de AH para a esquerda) e que se reconstituem através da prospecção (deslocamento de AGD para a esquerda) e da exploração de jazidas mais pobres ou mais difíceis (deslocamento de EF para baixo) sem (ou com) aumento do custo de produção, variação essa que dependerá do progresso técnico ter (ou não) sucesso, em compensar os efeitos sobre o custo da exploração das jazidas menos favoráveis.

Esta representação é muito esquemática. A posição da linha BC, na escala dos teores, é particularmente arbitrária. Pode-se dizer que ela corresponde aos teores mais baixos que deverão ser explotáveis no futuro. Por outro lado, a linha AGD não é certamente uma reta, pois a prospecção se interessa muito pouco pelos baixos teores, enquanto que a quantidade de recursos conhecidos no sentido da base do triângulo é muito pouca.

(Extraído de BOURRELIER, P. et alli, 1975, op. cit.)

Com efeito, ao nível de uma jazida ou de uma compa  
nhia de mineração, esta questão de reservas e de seu esgotamento,  
freqüentemente, cede terreno diante das considerações econômicas.

Em verdade, o problema principal que se apresenta  
ao minerador face a uma jazida, não é o de saber em quanto tempo  
esta se esgotará mas definir o ritmo e as condições de lavra que  
lhe assegurarão a melhor rentabilidade, ou seja, o maior lucro  
possível. Se o mercado for favorável e se a jazida o permitir, a  
produção será acelerada, não obstante isso possa ocasionar um au-  
mento dos custos de produção, à medida que as reservas se esgotem.

Desse modo, uma companhia de mineração só se senti-  
rá verdadeiramente estimulada a empreender a pesquisa de novas ja-  
zidas quando mudanças nas condições de mercado ocasionem a ele-  
vação dos custos de produção e possam conduzir a lavra ao abando-  
no, ou melhor, quando os custos da descoberta de uma nova jazida  
mais os custos de sua lavra forem inferiores aos custos de produ-  
ção da jazida que se esgota.

Pelo exposto, vê-se o quanto é flutuante e impreci-  
sa a noção de esgotamento das reservas pois, notadamente ao nível  
das companhias de mineração, isso nada mais é do que um dos ele-  
mentos de uma política de pesquisa, afetando muito pouco a esco-  
lha das substâncias a prospectar. Porém, mais importante, sem dú-  
vida, são os problemas de mercado das matérias-primas minerais.

#### A Previsão dos Preços e dos Mercados

A demanda e a oferta da maior parte dos bens primá-  
rios de origem mineral são relativamente rígidas.

O preço das matérias-primas, participando freqüente-  
mente com uma boa porcentagem nos custos dos produtos manufatura-  
dos, pressiona os países consumidores a uma poupança forçada, dis-  
so resultando uma variação relativamente lenta da demanda em fun-  
ção do preço.

Em tais condições, quaisquer modificações na estrutura do mercado, mesmo as pequenas variações nas curvas de oferta ou de procura, se traduzirão por variações importantes nos preços das matérias-primas, como se está observando nos dias atuais para o caso do petróleo e tal qual aconteceu há alguns meses para os casos do cobre e do ouro.

Esses pormenores levam os produtores e os consumidores a celebrarem contratos a longo prazo, reduzindo a amplitude do "mercado livre" e acentuando ainda mais as variações dos preços a curto prazo.

Torna-se evidente pois que uma atividade como a pesquisa mineral, cujos lucros só retornam após um longo período de inversões, teria grande interesse em não depender das reviravoltas brutais e imprevisíveis da conjuntura econômica que afetam certas substâncias e de certos movimentos periódicos que atingem outras. Contudo, isso é que se constata na realidade, chegando a ser surpreendente ver-se a que ponto a política de pesquisa mineral de certos grandes grupos mineiros depende da situação dos mercados.

#### Os Interesses e os Objetivos dos Governos

Estes interesses e objetivos são de ordens diversas, embora estejam sendo progressivamente melhor definidos e conduzidos, mesmo nos países tradicionalmente liberais.

Os objetivos primordiais são os de ordem estratégica e concernem ao papel desempenhado pelas matérias-primas na economia de um país.

A maior parte dos países consumidores, como os Estados Unidos, a Europa Ocidental e o Japão, conscientes da importância deste papel, adotaram ou adotam medidas visando a manter um clima de segurança e de estabilidade a seus aprovisionamentos. Inversamente, os países produtores se esforçam para promover um desenvolvimento harmonioso de sua economia mineral, de um lado diversificando-a, de outra facilitando, tanto quanto possível, o be-

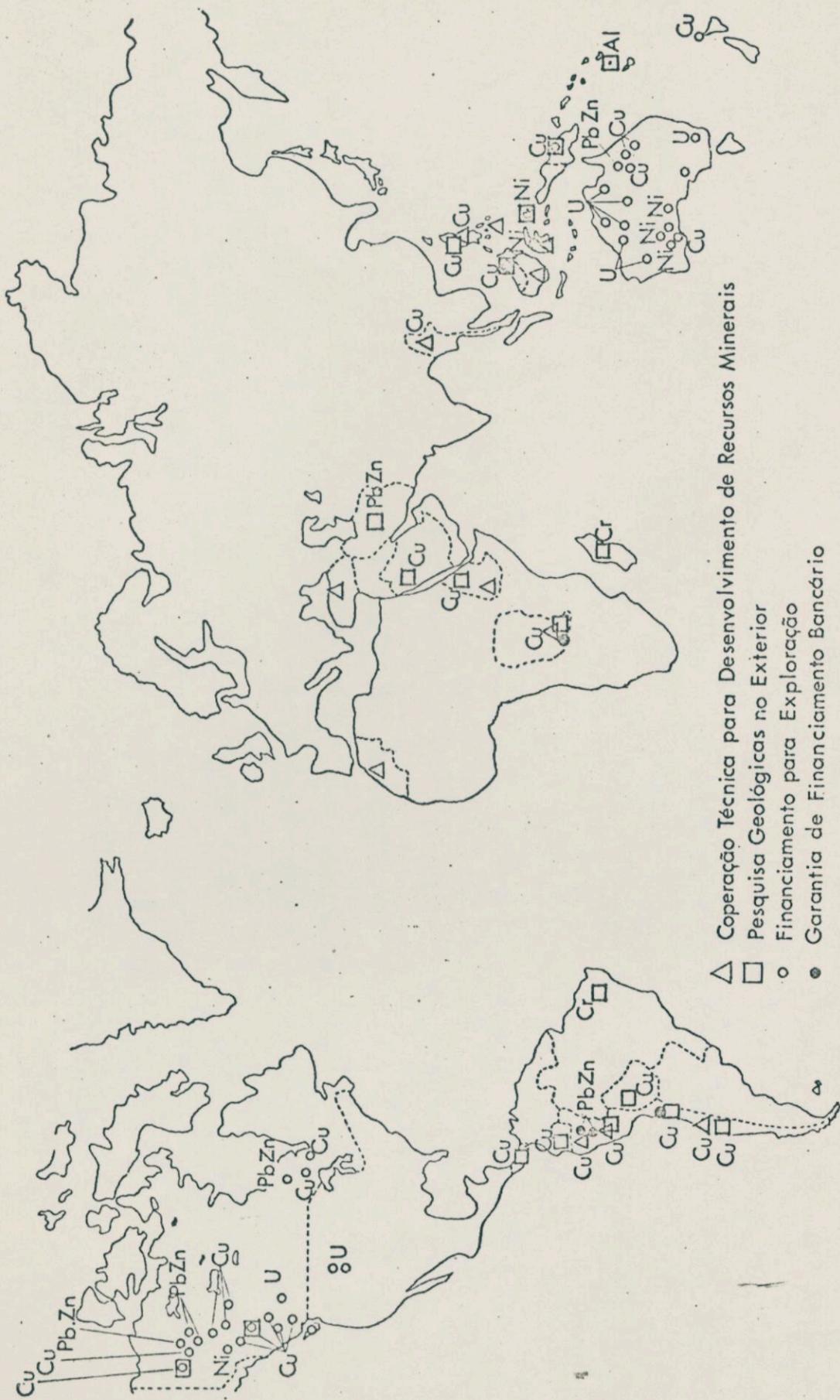
neficiamento dos produtos minerais em seus territórios, assegurando a si próprios o controle da lavra e da comercialização dos minérios.

Um outro tipo de objetivo é representado pelo equilíbrio das balanças comerciais, que incita os governos a facilitarem a implantação sobre seus territórios das indústrias pesadas de transformação, resultando disso, muitas vezes, um clima de competição tanto entre países produtores, como entre países consumidores e produtores.

Tendo-se em conta o caráter flutuante das posições adotadas pelas companhias de mineração, em relação ao esgotamento das reservas e aos problemas de preços e de mercados, as atitudes dos governos, nos domínios que vem de ser lembrados, são as que mais contribuem para a definição de políticas minerais:

- Um determinado país consumidor, por exemplo, encorajará, por diversas medidas, uma pesquisa mais ativa de seu território nacional. É o caso do Brasil que vem adotando poderosas medidas de incentivos nesse sentido, visando principalmente a pesquisa de minerais carentes no país.
- Um outro país consumidor, por exemplo, agirá facilitando a ação de sociedades nacionais no estrangeiro, através de medidas de garantias dos investimentos realizados, como já existem nos EUA e no Japão (Fig. 2) há alguns anos, ou adotadas recentemente pela França para o cobre. No caso deste metal, em âmbito nacional, o governo brasileiro tem criado certas facilidades visando a estimular os grupos nacionais interessados (o grupo Catão é um deles) em investir na mineração do cobre, principalmente no Chile e no Peru.
- Um país produtor se esforçará para diversificar

FIG.2 - A PARTICIPAÇÃO DA MMAJ\*EM PROJETOS NO EXTERIOR



\*MMAJ - METAL MINING METAL AGENCY OF JAPAN (Órgão Governamental de Exploração de Minerais Metálicos do Japão)

sua economia mineral lançando importantes programas de pesquisas.

- Um outro país produtor adotará medidas de encorajamento à pesquisa e aos investimentos de modo a atrair o capital estrangeiro. É o caso, por exemplo, do Canadá e da Austrália, como é também o de numerosos países em vias de desenvolvimento, como o Brasil, onde esta prática se generaliza.

Como foi visto, a escolha das substâncias a pesquisar não é coisa fácil, pois quer se trate de companhias de mineração ou de governos há sempre o cuidado de se substituir as jazidas que se esgotam por outras novas. Reconhece-se, entretanto, que na realidade o que mais conta são os cuidados políticos dos governantes e os objetivos de rentabilidade das companhias de mineração, para as quais a pesquisa mineral é, em última análise, a única maneira de descobrir uma jazida superior a de seus concorrentes.

No caso do Brasil, a acentuada expansão que vem experimentando a economia nacional, nesses últimos cinco anos, tem espalhado seus reflexos sobre a indústria de mineração, cujo desenvolvimento tem alcançado lugar de destaque, não obstante a necessidade de maiores investimentos e, principalmente, de maior intensificação das pesquisas que levem à descoberta, qualificação e quantificação de novas jazidas.

A análise da conjuntura atual dos principais recursos minerais do Brasil e sua relação com a produção industrial (Quadro I), permite verificar o passo gigantesco que deu nosso setor mineral nessa última década. Por outro lado, ao constatar-se que o "deficit" da balança de pagamentos desse setor, verificado em 1974, foi da ordem de US\$ 5.715 milhões, referentes a diferença entre uma importação de cerca de US\$ 6.675 milhões, para uma exportação da ordem de US\$ 959,4 milhões, pode-se avaliar o vulto da tarefa a realizar, até que se possa, pelo menos, equilibrar as cifras acima mencionadas.

CONJUNTURA BRASILEIRA DOS RECURSOS MINERAIS  
E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO INDUSTRIAL

PRODUÇÃO / CONSUMO - 1973			SUBSTÂNCIAS MINERAIS	CONSUMO 1983 / RESERVAS GEOLÓGICAS 1973		
EXCEDENTE	SATISFATÓRIA	DEFICIENTE		ABUNDANTES 50 > ANOS > 25	SUFICIENTES 25 > ANOS > 10	CARENTES 10 > ANOS
			ALUMÍNIO			
			AMIANTO			
			ANATÁSIO			
			BENTONITA			
			CARVÃO			
			CAULIM			
			CHUMBO			
			COBRE			
			CRÔMITA			
			CROMO			
			DIATOMITA			
			ENXÔFRE			
			FERRO			
			FLUORITA			
			FOSFATO			
			GEMAS			
			GIPSITA			
			MAGNÉSIO			
			MANGANÊS			
			MICA			
			MOLIBDÊNIO			
			NIÓBIO			
			NIQUEL			
			NITRATOS			
			OURO			
			PETRÓLEO			
			PLATINA			
			PRATA			
			SAIS POTÁSSICOS			
			TÓRIO			
			TUNGSTÊNIO			
			URÂNIO			
			VERMICULITA			
			ZINCO			

(Quadro I)

(Seg. J. Cunha F. - CPRM-1975)

Para que isso se torne realidade é necessária a intensificação da pesquisa de bens minerais carentes, notadamente da queles que tem maior peso na pauta de importação brasileira, como o cobre, o carvão mineral, os fertilizantes, o enxofre, o zinco, o alumínio e, principalmente, o petróleo.

Só com o cobre, que é depois do petróleo e dos fertilizantes o bem que ocasiona maior evasão de divisas, foram gastos no exterior cerca de US\$ 334,2 milhões, ou seja, aproximadamente 100% a mais que em 1972.

Quanto ao zinco e ao alumínio, despesas de importações chegaram a US\$ 79,4 milhões e US\$ 134,7 milhões, respectivamente, em 1974, representando acréscimos de quase 100% e 200%, respectivamente, em relação a 1973.

Com o enxofre dispendeu-se ainda, em 1974, cerca de US\$ 36,0 milhões, para a compra de 451,2 mil toneladas, apesar da espetacular queda do preço desse bem mineral no mercado internacional.

Para a aquisição de carvão no exterior foram gastos, em 1974, cerca de US\$ 78,3 milhões, ou seja, quase o dobro do dispendido em 1973, fato que evidencia a necessidade imperiosa que tem o Brasil de fortalecer e expandir a sua indústria carbonífera, tendo em vista o Programa Siderúrgico Nacional.

No campo das matérias-primas energéticas (petróleo, urânio e elementos radioativos) tanto a PETROBRÁS como a CNEN vem executando política de pesquisas sistemáticas, através da execução de grande massa de serviços especializados. Entretanto, recentes medidas tomadas pelo governo brasileiro (criação da NUCLEBRAS; assinatura do Convênio Atômico Brasil/Alemanha; abertura para a pesquisa de petróleo no Brasil, através de contratos de riscos) poderão levar o Brasil a uma boa posição no conhecimento de seus depósitos uraníferos e, quiçá, melhoria da posição no setor da produção petrolífera, já que os custos com a importação de petróleo, em 1974, atingiram a cifra de quase US\$ 3,0 bilhões.

Completando esta rápida abordagem sobre a estatística mineral do Brasil, pode-se verificar que, a curto prazo, o ferro, o manganês, as pedras preciosas e semipreciosas, o nióbio e o tungstênio ainda serão os principais itens de exportação, esperando-se ainda as ampliações na produção de cassiterita, ferro-níquel, alumínio, amianto, salgema, fosfato e fluorita. A médio prazo espera-se contar, no âmbito doméstico, com a expansão da siderurgia, ampliação da produção do cobre, do zinco e do estanho e a industrialização do potássio e do magnésio. Em termos de exportação há, no futuro, possibilidade de se comercializar no exterior a bauxita, o caulim e, talvez, o potássio e o magnésio.

\* \* \*

## ONDE PESQUISAR?

A tomada de decisão por um governo, por uma companhia de mineração, ou por uma organização de economia mista, de patrocinar ou de encorajar a pesquisa desta ou daquela substância, apresenta o problema de saber-se para onde será preciso dirigir os esforços de pesquisa. É preciso encarar o problema pelo menos sob três aspectos: econômico, técnico e político.

### Aspecto Econômico

A influência dos fatores econômicos é sentida logo na ocasião da primeira escolha a fazer: é mais aconselhável desenvolver as reservas das jazidas existentes ou lançar-se na pesquisa de novas jazidas?

A resposta é uma operação matemática onde se fará a estimativa de um certo número de fatores e, e, particular, a estimativa do fator "custo de descoberta de uma nova jazida", que deverá, pelo menos teoricamente, ser inferior ao fator "desenvolvimento das jazidas existentes". Este último deve compreender não só a ampliação e a extensão das reservas das jazidas conhecidas, como também a melhoria de toda técnica de lavra ou de beneficiamento, que permitirá o aproveitamento das reservas de mais fracas teores.

É evidente, pois, que na pesquisa de novas jazidas o aspecto econômico deve ser preponderante e alguns erros fundamentais não devem ser cometidos. O primeiro deles é não se classificar como "reservas" os "recursos" com valores econômicos não demonstrados; o segundo é querer manter ou promover o aproveitamento de tais recursos, sob o único pretexto de que eles se situam sobre o território nacional.

Entretanto, como será visto em detalhe mais adiante, a aplicação de cálculos econômicos para a definição dos objetivos de pesquisa não é coisa fácil. Teoricamente, pode-se apelar para diversos elementos, questionando-se, por exemplo:

- Qual a probabilidade da existência de jazidas com determinadas características na região considerada?
- Qual a probabilidade de se descobrir uma tal jazida pela aplicação de métodos pré-determinados?
- Quais os custos das diversas etapas da pesquisa, para definir o custo provável da descoberta de uma tonelada de um certo minério, com um determinado teor?

Pelo menos teoricamente, poder-se-ia definir a melhor aplicação dos fundos disponíveis entre os diversos programas de pesquisa ou de avaliação de indícios ou, ainda, de ampliação das reservas das jazidas já conhecidas. Infelizmente, muitos dos dados que são necessários a tais cálculos faltam na prática e os exemplos de aplicação são ainda raros. Contudo, deve-se esperar que progressos sejam feitos e que os métodos de avaliação se refinem nos anos futuros.

#### Aspecto Técnico

Dentro deste vasto assunto, serão abordadas apenas algumas idéias necessárias à definição dos programas de pesquisa.

Em primeiro lugar figura a noção de "Concentração Mineral", relacionada a tendência que apresentam certos elementos químicos de se concentrarem naturalmente na crosta terrestre, em quantidades anômalas, enquanto que outros são raros ou se apresentam dispersos. Esta noção pode ser expressa de três modos:

- O "grau de concentração", que é a relação entre o teor médio das concentrações conhecidas ou referidas como tal e a abundância média do elemento na crosta.

- O "volume da concentração", que pode ser indicado pela tonelagem média das concentrações conhecidas.
- A "frequência das concentrações", que é refletida pelo número das concentrações conhecidas.

Este conceito de "Concentração Mineral" conduzirá a uma outra noção, muito mais ampla, que é a de "Província Metalogenética". Esta, por seu turno, indica uma região onde foi acumulada, em uma determinada época, um certo estoque de determinados elementos sob a forma de jazidas minerais de tipos variados. Tal noção explica a tendência dos programas de pesquisa serem dirigidos às províncias já conhecidas e de se mostrarem hesitantes diante das regiões virgens, não obstante a história da pesquisa mineral moderna mostrar que não é impossível se evidenciar novas províncias metalogenéticas.

Uma segunda idéia concerne ao tipo de jazida a pesquisar. Pode-se, por exemplo, realizar em uma região uma pesquisa geral "de todas as substâncias e de todos os tipos de jazidas", embora a experiência demonstre que é a pesquisa orientada aquela que apresenta maiores chances de sucesso.

Assim, a escolha do tipo de jazida pode intervir também na seleção da região a pesquisar, pois o tipo de jazida faz parte do objetivo da pesquisa.

Um outro ponto a ser levado em conta, concerne às teses em vigor para o tipo de gênese das jazidas minerais. Admite-se, atualmente, que os processos genéticos são muito diversificados, daí a importância que se dá aos estudos de analogia com o contexto geológico das jazidas já descobertas, na hora da escolha das áreas a serem investigadas por um programa de pesquisa.

#### Aspecto Político

A importância das considerações políticas na esco-

lha dos locais de pesquisas a serem empreendidas pelas companhias de mineração foi consideravelmente ampliada durante estes últimos anos, em consequência das medidas tomadas por numerosos países em vias de desenvolvimento, no tocante à pesquisa e à valorização de seus recursos minerais.

As nacionalizações ou as expropriações não chegam a causar, no setor dos minérios, o mesmo impacto psicológico das concernentes ao petróleo. Contudo, nem por isso elas tem sido menos contundentes, principalmente no decurso desses dez últimos anos, quando alguns países decidiram tomar em suas mãos a lavra e a comercialização de seus recursos. Assim é que se certas nacionalizações foram feitas no quadro de acordos internacionais, como no Za'ire, na Zâmbia e na Venezuela, em outros países, como no Chile, foram mais brutais.

Os efeitos psicológicos de tais atitudes têm ocasionado o desvio para os países politicamente estáveis de uma massa considerável de capitais estrangeiros que deveriam ser investidos nos países em vias de desenvolvimento.

LESPINE, analisando esse problema em âmbito mundial, explica a tendência dos grandes grupos mineiros internacionais, pelo menos daqueles que dispõem de um volume suficiente de meios, em assumirem uma posição de equilíbrio em suas intervenções em países desenvolvidos e países em vias de desenvolvimento.

Para esse autor, nesta escolha, o importante é o objetivo do grupo: quando se tratar de um objetivo a curto ou médio prazo, ou seja, efetuar um rápido aproveitamento de um bem mineral, visando a assegurar um aprovisionamento durante, por exemplo, dez anos, estas empresas certamente tenderão para as oportunidades que se apresentam em vários países em vias de desenvolvimento, onde jazidas, às vezes importantes, permanecem inaproveitadas e cujos governos estão prontos a tomar as medidas adequadas

para facilitar seu aproveitamento. Se, ao contrário, tratar-se de um aprovisionamento a longo prazo, ou seja, assegurar um forne cimento de minério ou de metal para os vinte e cinco anos futuros, a sistemática tem sido a de aplicar uma parte dos recursos dispo níveis aos países considerados politicamente estáveis.

A utilização de uma política extrema, que consistiri a em aplicar todos os investimentos nos países estáveis, só não se justifica presentemente porque isso seria desprezar as poten cialidades extremamente interessantes que existem em numerosos paí ses em vias de desenvolvimento. Mesmo assim, companhias de minera ção internacionais declaram que limitarão, no futuro, seus inve stimentos de pesquisa aos países politicamente estáveis e, especi almente, a dois dentre eles: o Canadá e a Austrália.

No âmbito de tais considerações políticas, o Brasil figura atualmente como uma excelente opção para os investimentos estrangeiros no setor da pesquisa mineral, devido aos esforços de de senvolvidos pelo governo federal no sentido de fortalecer a con fiança do minerador nacional e estrangeiro. Nota-se hoje no país, além de uma estabilidade política, alicerçando um processo de de senvolvimento econômico, a existência de alguns outros pré-requisi tos para o surgimento de uma potência mineral (tomando-se o Cana dá e a Austrália por exemplos), tais como:

- amplo espaço geográfico e variadas formações geo lógicas;
- ocupação gradativa do território brasileiro, sobressaindo-se a conquista da Amazônia, para a qual o governo tem dado grau de prioridade;
- desenvolvimento econômico e expansão industrial que tornará imperiosa a produção local de grandes massas de minérios;
- aprimoramento cultural que está permitindo a in

corporação dos mais modernos progressos da tecnologia, visando a descoberta de corpos minerais economicamente aproveitáveis;

- estabilidade constitucional garantindo o respeito e a prevalência da justiça nos contratos inerentes à atividade mineral.

Sente-se, desse modo, uma participação direta e mais ativa do governo brasileiro no setor da mineração, visando a acelerar a investigação das regiões mais favoráveis à pesquisa, através da intensificação dos estudos básicos de geologia e das pesquisas específicas nos distritos mais promissores. Entre esses estudos merecem citação, além dos 23 projetos próprios da CPRM e dos 160 projetos executados por essa empresa até 1974, através de convênios com o DNPM, DNAEE, CNEN e entidades diversas, ou tros de grande porte como o Projeto RADAM, os Convênios Geofísicos Brasil-Alemanha e Brasil-Canadá, e o Projeto REMAC (Reconhecimento global da margem continental brasileira).

Por outro lado, a especial atenção que o governo tem dedicado ao setor mineral do país pode ser traduzida pelo número de atos assinados entre 1964 e 1970, quando 20 dispositivos legais foram baixados, visando a "demarrage" de nosso setor mineral (Quadro II). A partir de 1970, outras medidas objetivas de incentivo à mineração foram tomadas, tais como:

- desconto de imposto de renda para compensar a depleção das minas;
- medidas especiais quanto ao imposto de consumo e taxas alfandegárias para a importação de equipamentos;
- financiamentos especiais para lavra e industrialização dos 7 principais minerais carentes;

## AÇÃO DO GOVERNO NO SETOR MINERAL

ATOS	PROPÓSITOS
LEI. Nº 4425/64	INSTITUI O FUNDO NACIONAL DE MINERAÇÃO
DEC. Nº 55 873 / 65	APROVA O PLANO MESTRE DECENAL PARA AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS DO BRASIL
DEC. Nº 59 873 / 66	INICIA A DESCENTRALIZAÇÃO ADMINISTRATIVA DO D.N.P.M., CRIANDO SEIS DR.
DEC. Nº 61 157 / 67	DEFINE A REALIZAÇÃO DA PESSOA DE POTÁSSIO EM CARNÓPOLIS, DANDO LUGAR A EMPRÉSTIMO DE CR 7,5 MILHÕES
DEC. Nº 62.352 / 68	CRIA O GRUPO EXECUTIVO DA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO — GEIMI
DEC. LEI Nº 523 / 69	RESERVA PARA O FUNDO NACIONAL DE MINERAÇÃO METADE DA INDENIZAÇÃO DEVIDA PELA PETROBRÁS À UNIÃO, PELO PETRÓLEO EXTRAÍDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL
DEC. LEI Nº 555 / 69	TRANSFERE DA PETROBRÁS PARA O D.N.P.M. 0,3% DO IMPÓSTO SOBRE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES E 0,2% PARA ATIVIDADES TÉCNICAS E CIENTÍFICAS NO SETOR DE MINERAÇÃO
DEC. Nº 64 990 / 69	AMPLIA O LIMITE DAS ÁREAS PARA PESQUISA EM REGIÕES INTERIORIZADAS E DE DIFÍCIL ACESSO
DEC. LEI Nº 723 / 69	AMPLIA O NÚMERO DE AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA PARA SUBSTÂNCIAS MINERAIS DA MESMA CLASSE, ATÉ 50%
DEC. LEI Nº 764 / 69	AUTORIZA A CONSTITUIÇÃO DA C.P.R.M.
DEC. LEI Nº 1023 / 70	DISPÕE SOBRE A INCIDÊNCIA E COBRANÇA DO IMPÓSTO ÚNICO SOBRE MINERAIS
DEC. LEI Nº 1091 / 70	ATRIBUI À C.N.E.N., 1% DO IMPÓSTO ÚNICO SOBRE LUBRIFICANTES E COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS E GASOSOS, E ELEVA, DE 0,3% PARA 1,3%, A PARCELA ATRIBUÍDA AO D.N.P.M.
DEC. LEI Nº 1032 / 70	DISPÕE SOBRE A APLICAÇÃO, ATRAVÉS DA C.P.R.M., DE RECURSOS ESPECÍFICOS DO D.N.P.M., DA C.N.E.N. E DO DNAEE
DEC. LEI Nº 1037 / 70	APLICA NA INTEGRALIZAÇÃO DO CAPITAL DA C.P.R.M. PARTE DO PRODUTO DA VENDA DAS AÇÕES DA CIA. VALE DO RIO DOCE, PERTENCENTES À UNIÃO.
DEC. LEI Nº 1101 / 70	ESTABELECE NORMAS ESPECIAIS PARA AS AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA NA PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA
DEC. LEI Nº 1102 / 70	ESTABELECE REGIME ESPECIAL PARA COMÉRCIO DA CASSITERITA NA PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA
DEC. Nº 66 455 / 70	DISPÕE DOS DIREITOS RESULTANTES DA PESQUISA MINERAL DA ÁREA DE RESERVA NACIONAL SITUADA EM SERGIPE SEJAM LICITADOS PELA C.P.R.M.
DEC. Nº 50 522 / 70	FIXA NORMAS PARA ASSISTÊNCIA FINANCEIRA À PESQUISA MINERAL.
DEC. Nº 56 644 / 70	ATRIBUI AO DNAEE, 2% DO IMPÓSTO ÚNICO SOBRE ENERGIA ELÉTRICA
DEC. LEI Nº 1036 / 70	CONCEDE INCENTIVOS FISCAIS ÀS EMPRESAS DE MINERAÇÃO

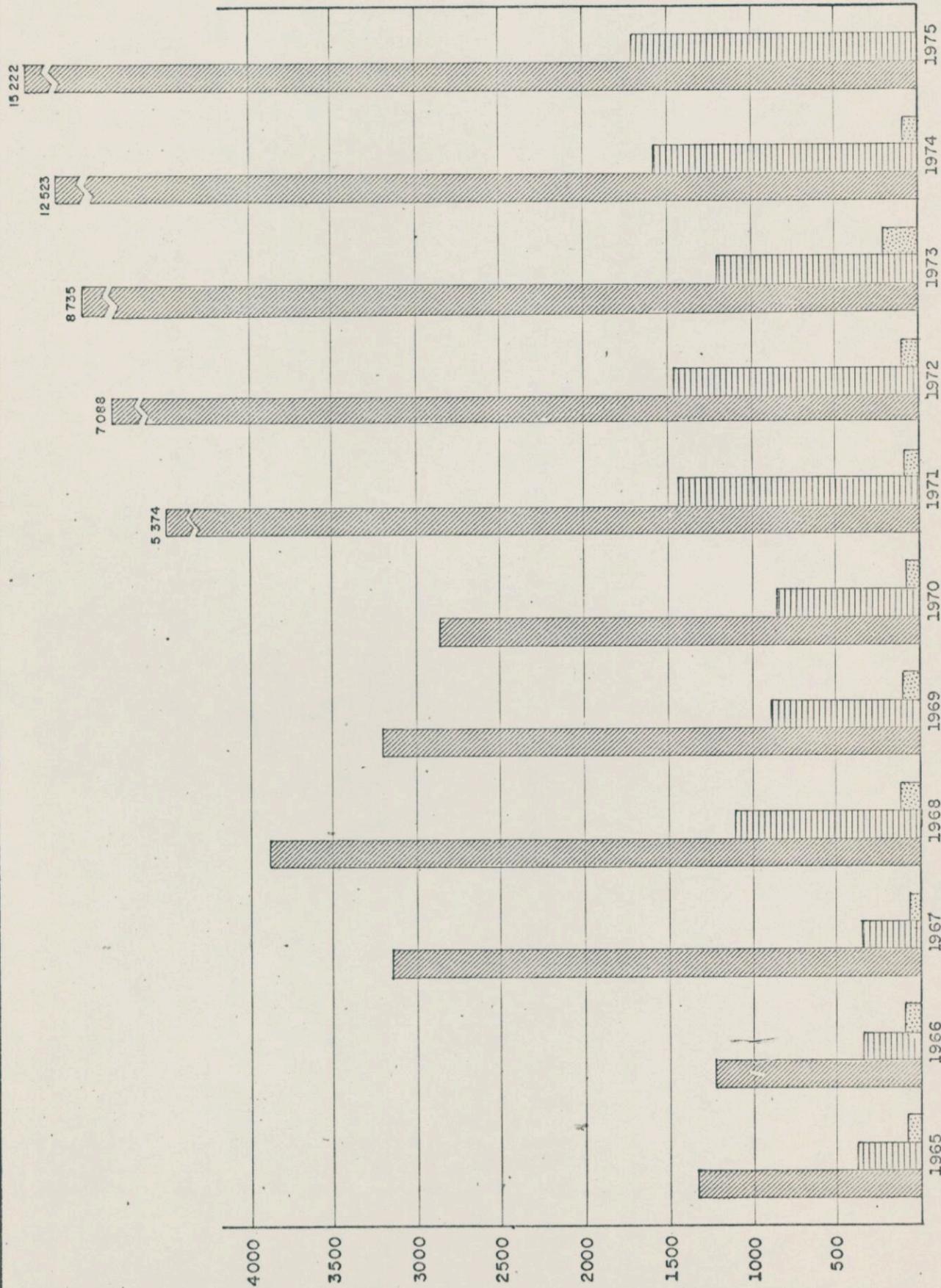
(Extraído de R. M. da Rocha op. cit.)

Quadro II

- indenização pela União de trabalhos de geologia e engenharia de minas destinadas a estudos de viabilidade econômica do aproveitamento de jazidas dos referidos minerais carentes;
- incentivos à exportação de minerais abundantes elaborados no país.
- aplicação de recursos do PIS/PASEP, através do BNDE, visando a pesquisa dos minerais com maior participação na nossa pauta de importações.
- aprovação do Plano Nacional de Desenvolvimento da Indústria de Metais Não Ferrosos.
- realização do 1º Simpósio Nacional de Não Ferrosos.

Os resultados desta política mineral objetiva podem ser verificados pelo exame do comportamento da mineração no Brasil e por suas perspectivas futuras. Enquanto a mineração mundial tem crescido, em valor, a uma taxa anual média de 3% a 5% ao ano, a mineração brasileira, a partir de 1968, cresceu a taxas sempre superiores a 10%, sendo 11% em 1968, 19% em 1969, 24% em 1970, 19% em 1971, 15% em 1972, 20% em 1973 e 25% em 1974.

Sob outro ponto de vista, os reflexos de tal posicionamento podem ser observados pela evolução do número de requerimentos de pesquisa mineral encaminhados ao DNPM no transcorrer dos últimos doze anos e dos números de alvarás de pesquisa e autorizações de lavra concedidas, nesse período, por aquele órgão governamental (Quadro III). No âmbito da CPRM, a evolução anual dos pedidos de pesquisa (Quadro IV) mostra que somente em 1975 houve um incremento da ordem de, aproximadamente, 100% em relação ao total dos pedidos formulados no período 1970/74.

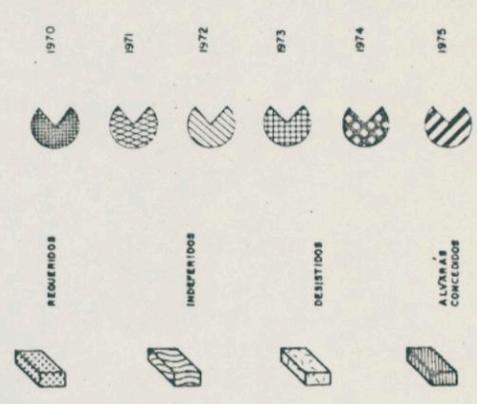
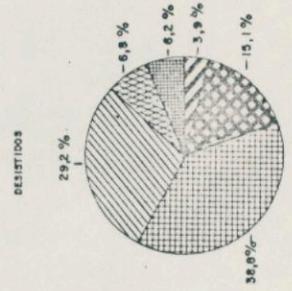
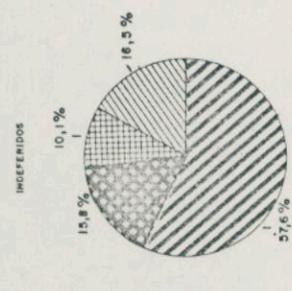
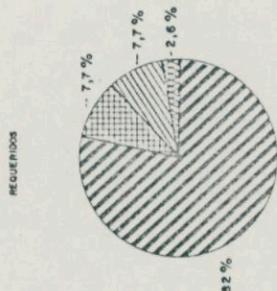
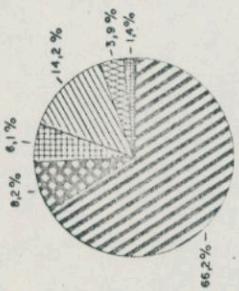
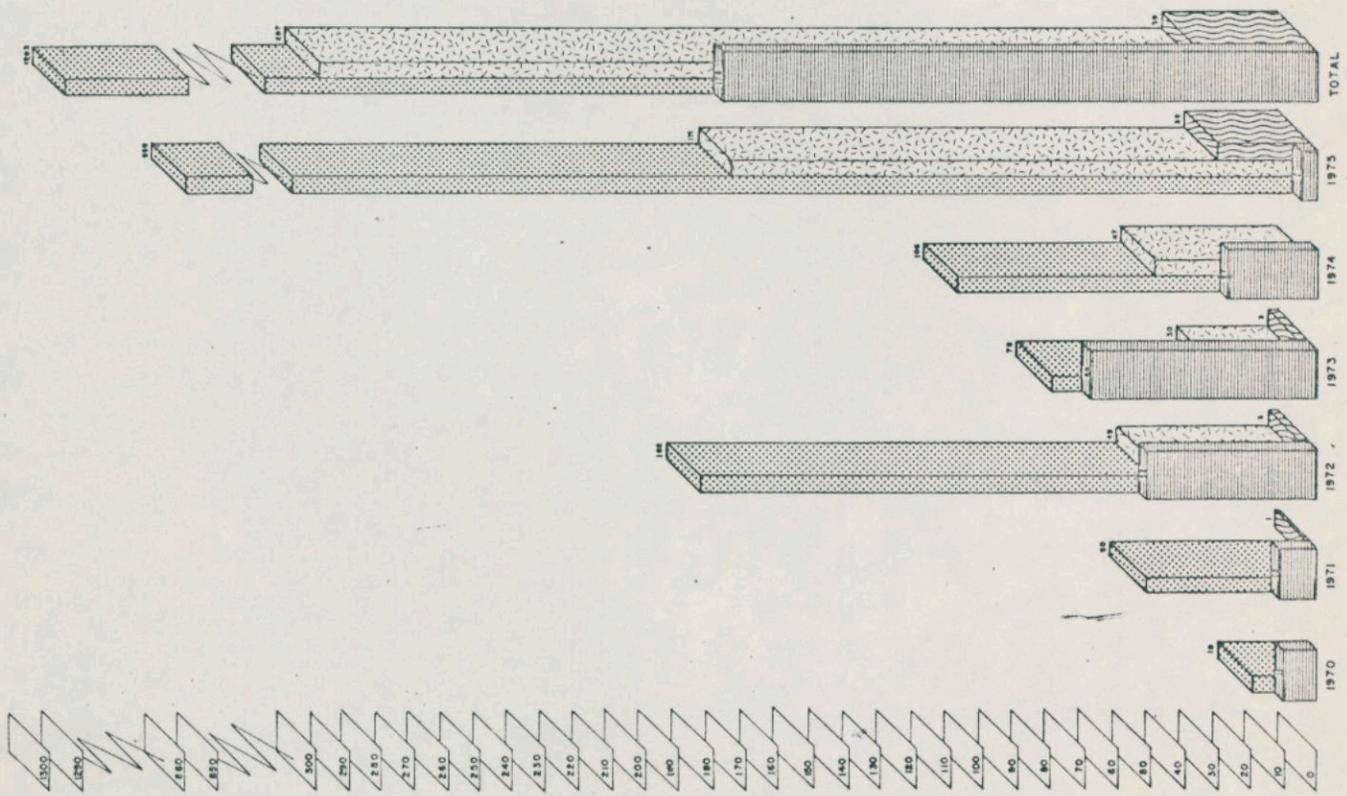


 PEDIDOS DE PESQUISA  
 ALVARÁS DE PESQUISA  
 DECRETOS DE LAVRA

+ Dados obtidos do DOU-75  
 \* Incluindo retificações e renovações de alvarás

**EVOLUÇÃO ANUAL**  
PEDIDOS DE PESQUISA - ALVARÁS CONCEDIDOS  
(1970/1975)

ANO	PEDIDOS DE PESQUISA			ALVARÁS CONCEDIDOS
	REQUERIDOS	INDEFERIDOS	DESISTIDOS	
1970	16	-	-	11
1971	50	1	-	12
1972	162	3	49	82
1973	76	3	30	69
1974	108	-	47	87
1975	659	32	171	7
TOTAL	1293	39	297	178



## COMO PESQUISAR?

Nas páginas precedentes tentou-se resumir os principais fatores que intervêm na escolha da substância, da região, e do país, em que convem concentrar os esforços da pesquisa. Tem-se-á abordar agora as novas e delicadas questões que se apresentam sobre a maneira de concebê-la e de realizá-la.

Um programa de pesquisa mineral, como o de qualquer outra atividade, deve apresentar objetivos quantificados, pois depende de justificativas técnicas e econômicas e envolve a previsão de atividades, de tempo, e de recursos para sua execução.

Tal complexidade evidencia a necessidade de estudos preliminares, precedendo a aprovação do programa, visando a definir, entre outras coisas, o tipo de jazida a pesquisar, pois isso permitirá não só a tomada de decisão sobre a forma de pesquisa a ser empreendida (se de caráter regional ou local), como a escolha do (s) melhor (es) método (s) de investigação, aplicável (eis) em cada uma de suas etapas.

Essa escolha deve ser feita em função da importância da superfície a cobrir e de suas características geológicas gerais, da natureza e das dimensões dos alvos que constituem o objetivo da pesquisa, das características topográficas e climatológicas das áreas, de seu recobrimento vegetal, das possibilidades de comunicação, etc.

### Etapas e Métodos da Pesquisa Mineral

A descoberta de uma jazida mineral importante, comumente é o resultado de pesquisas sistemáticas, demoradas e onerosas, visto que a maior parte das jazidas com indícios aflorantes certamente já foram descobertas. Em consequência, o progresso tecnológico, ao permitir uma evolução constante e extremamente rápida dos métodos de pesquisa, de lavra e de beneficiamento, tem conduzido a pesquisa para as jazidas minerais com teores cada vez mais baixas, outrora consideradas como anti-econômicas.

Assim, a pesquisa sistemática de uma região, tendo em vista a descoberta de jazimentos minerais e a determinação da quantidade e da qualidade das reservas é feita sucessivamente passando-se das pesquisas de caráter geral, realizadas em grandes superfícies, para as mais detalhadas, distinguindo-se 4 etapas em função do grau de aprofundamento e da complexidade dos trabalhos a serem realizados. (Quadro V ).

### 1ª Etapa: Avaliação Regional

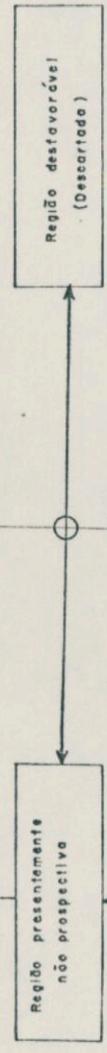
Esta etapa tem como objetivo fundamental o conhecimento a pequenas escalas (1:500.000, 1:250.000 e 1:100.000) do contexto geológico de uma vasta região, visando a definir áreas-chaves, com condições favoráveis à descoberta de determinadas substâncias minerais úteis.

Embora a gama de métodos de pesquisa disponíveis e aplicáveis nesta etapa seja bastante vasta, não se pode definir nos dias atuais uma seqüência rígida de aplicação, pois é evidente que a escolha de cada um dependerá fundamentalmente das características particulares da região a pesquisar e dos meios financeiros disponíveis para tal.

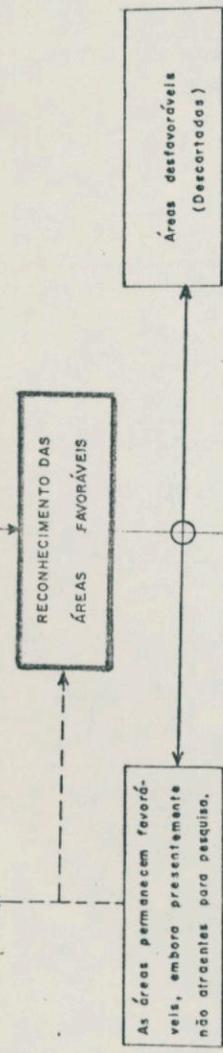
No Canadá e Austrália, por exemplo, a sistemática de Avaliação Regional baseia-se primordialmente na utilização de geofísica aeroportada, visando a seleção de áreas anômalas promissoras, as quais são estudadas em detalhe no terreno através de geofísica terrestre e de outros métodos. No Brasil, a sistemática utilizada baseia-se inicialmente na aplicação de métodos clássicos de geologia, acompanhados de métodos geoquímicos, e seguidos, eventualmente, por métodos geofísicos aeroportados, embora a tendência atual seja a integração racional desses métodos de pesquisa.

Os métodos clássicos (fotointerpretação geológica acompanhada de reconhecimento geológico no terreno) constituem métodos diretos de pesquisa, aplicáveis com relativa vantagem quan-

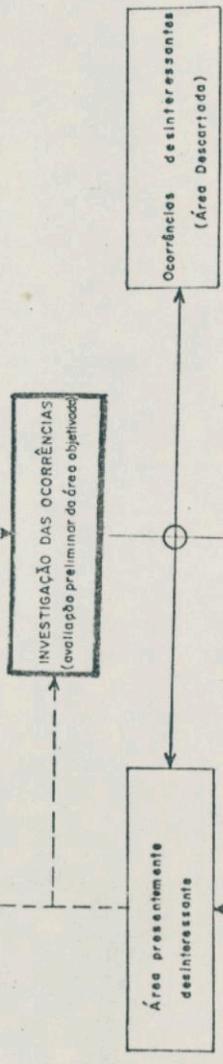
ETAPA 1 →



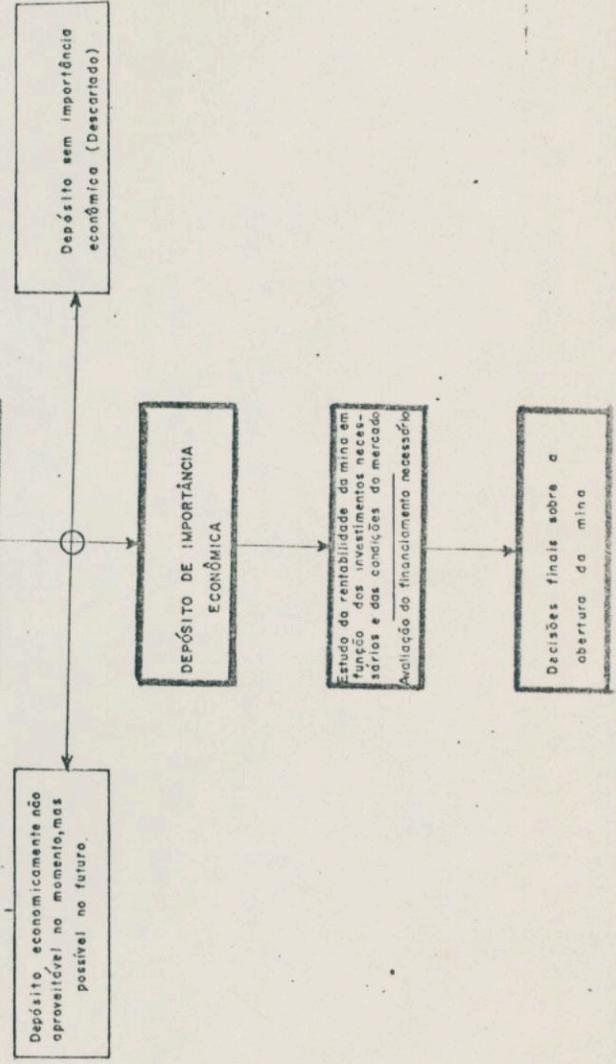
ETAPA 2 →



ETAPA 3 →



ETAPA 4 →



MÉTODOS

1 →

4. GEOFÍSICA AÉREA
  - Eletroragnetismo
  - Radiometria
  - Recobrimento e infravermelho
  - Recobrimento lateral por radar

2 →

1. GEOLOGIA DETALHADA E ESTUDO PETROGRÁFICO DAS ROCHAS COLTADAS
2. GEOQUÍMICA DETALHADA COM COLETA DE AMOSTRA SEGUNDO UMA MALHA REGULAR
3. GEOFÍSICA TERRESTRE
  - Magnetismo
  - Eletroragnetismo
  - Polarização induzida
  - Resistividade espontânea
  - Gravimetria
  - Sísmica

3 →

1. POÇOS
2. TRINCHÉIRAS
3. SONDAGENS PRELIMINARES À PERCUSSÃO E A DIAMANTE

4 →

1. SONDAGENS COMPLEMENTARES EFETUADAS SEGUNDO UMA MALHA REGULAR CERRADA
2. CONTROLE EVENTUAL DOS RESULTADOS DAS SONDAGENS POR AMOSTRAS E ANÁLISES DE POÇOS, GALÉRIAS E CACHIMBOS
3. SONDAGENS COMPLEMENTARES A PARTIR DAS GALÉRIAS

→ Sequência normal da pesquisa



Decisão fundamental sobre o prosseguimento da pesquisa

← Retomada da pesquisa após rejeição temporária

do a região não apresenta suas formações rochosas mascaradas por recobrimento estéril. Desse modo, através da interpretação de fotos aéreas é delineada a estrutura geológica da região, que será conferida no terreno por estudo dos afloramentos rochosos, nos quais são procedidas coletas de amostras visando a posteriores análises petrográficas e químicas. Além disso, são realizadas coletas de amostras de concentrados de batéia, com o objetivo de identificar minerais-guias úteis à pesquisa mais detalhada.

Deve-se ressaltar, entretanto, que a evolução das técnicas de fotografia aérea em diversos comprimentos da onda e a utilização de imagens obtidas através de sensoriamento remoto tem permitido a substituição, pelo menos parcialmente, da fotointerpretação clássica, principalmente em regiões cuja cobertura de solo e vegetação dificultem o conhecimento do contexto geológico regional, como é o caso da Amazônia.

Nessa região, por sinal, encontra-se em plena atividade o Projeto Radam cuja metodologia consiste na interpretação de imagens de radar, auxiliada quando necessário e possível pelas fotografias infravermelho e multiespectrais, seguidas de sobrevoos a baixa altura e verificação de campo, em pontos previamente selecionados. Esses estudos são enriquecidos por grande número de análises petrográficas e geocronológicas das amostras coletadas durante as missões de campo. Foram cobertos 4,6 milhões de Km<sup>2</sup>, já tendo sido publicados até o momento oito volumes sobre o trabalho realizado.

Os métodos geoquímicos tem sido também muito utilizados nesta etapa de Avaliação Regional, principalmente visando a reforçar os métodos clássicos. Os levantamentos geoquímicos regionais são realizados através de análises de amostras de sedimentos ativos de corrente, de solos, e de rochas, coletadas durante os trabalhos de campo de mapeamento geológico, visando a detetar áreas geoquimicamente anômalas.

Os métodos geofísicos (Quadro VI), principalmente os aeroportados, constituem uma técnica de investigação preliminar indireta utilizada principalmente quando a região a pesquisar apresenta difícil acesso ou quando as formações geológicas favoráveis do ponto de vista de possibilidades minerais se apresentam recobertas por formações estéreis, tais como: recobrimento arenoso em certas regiões áridas, cobertura florestal fechada e espessa cobertura de solos em regiões tropicais, recobrimento de gelo e neve em regiões glaciais, extensos terraços aluvionares recentes.

Esses métodos consistem em sobrevoo de avião ou helicóptero, através de linhas paralelas, distantes umas das outras de 1/2 a 1 km por exemplo, e a uma altitude constante em relação ao solo da região a ser investigada (em torno de 90 a 150 metros para os aviões e 130 m para os helicópteros, em regiões com desníveis topográficos não muito acentuados ou com cobertura vegetal não muito alta).

Graças a equipamentos eletrônicos extremamente complexos, montados no avião ou rebocados por ele através de longo cabo, é procedido o registro automático simultâneo, em fitas, de certas propriedades físicas do terreno sobrevoado, notadamente seu magnetismo, suas propriedades eletromagnéticas, raiamento gama e raiamento infravermelho. (fig. 3 e 4)

As anomalias magnéticas assim detetadas tanto podem indicar rochas básicas ou ultrabásicas, contendo magnetita, pirrotita e, às vezes, minerais de cobre e de níquel, como também camadas sedimentares ferruginosas encerrando jazidas ferríferas, halos à magnetita envolvendo intrusões de pórfiros cupríferos e ainda, muito comumente, estruturas geológicas sem interesse econômico.

A forma geométrica dessas anomalias é às vezes muito indicativa e uma grande importância é dada às anomalias magnéticas e eletromagnéticas superpostas, pois elas em geral indicam a presença de jazidas de sulfetos metálicos. Por outro lado, um

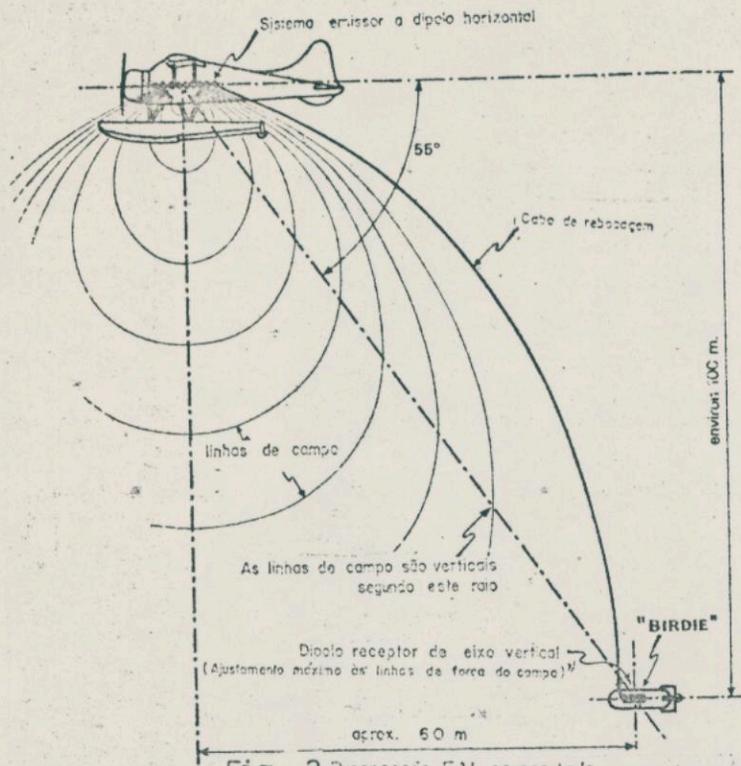


Fig. 3 Prospeção EM aerportada.  
 Disposição do sistema Mc. PHAR, série 400.  
 (Extraído de Kazmitcheff, op. cit.)

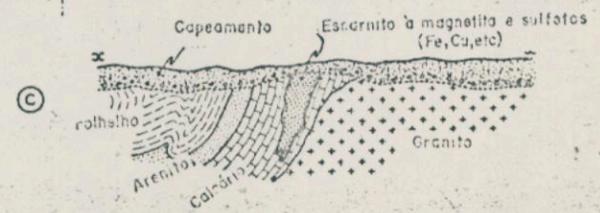
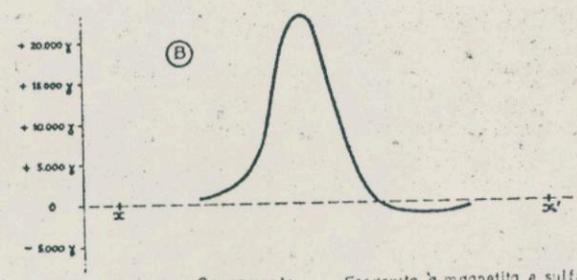
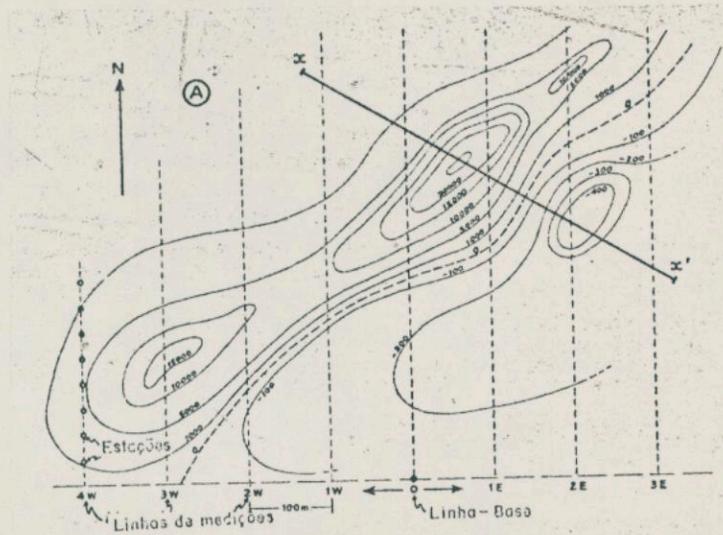


Fig. 4 Exemplo de levantamento magnetométrico de intensidade total  
 (A) Carta com curvas de isovaleres em gammas  
 (B) Perfil magnético X-X'  
 (C) Corte geológico X-X'  
 (Extraído de Kazmitcheff, op. cit.)

raimento gama intenso pode indicar a presença de minerais uraníferos. Os resultados da geofísica aeroportada conduzem ao estabelecimento de mapas, onde são representadas as anomalias (Fig.5).

No Brasil, de ano para ano, vem crescendo o interesse e a aplicação dos métodos geofísicos na pesquisa mineral. Além dos vários levantamentos aerogeofísicos específicos empreendidos para a CNEN, com vistas à localização de jazidas uraníferas, convém salientar outros projetos de grande amplitude, tais como os Convênios Geofísicos Brasil-Alemanha e Brasil-Canadá, que deverão cobrir, o primeiro, todo o Estado de Minas Gerais e parte do Espírito Santo, e, o segundo, o Estado de Goiás e parte do Estado do Pará; o já citado Projeto Radam; o Projeto Xingu-Araguaia, que integra pela primeira vez no Brasil a utilização de imagens de radar com métodos geoquímicos e geofísicos, visando investigar a potencialidade mineral dessa região sul do Estado do Pará e o Projeto Camaquã, no Rio Grande do Sul. Tais projetos estão abrindo novas e felizes perspectivas para a aplicação desse método em nosso território.

A guisa de conclusão pode-se dizer que devido a seu caráter aleatório, onde são maiores os riscos e a incerteza de sucesso, a etapa de Avaliação Regional constitui-se, passo a passo, em um pré-investimento fundamentalmente de origem governamental, imprescindível à concepção dos programas de pesquisa, visto que as companhias de mineração, mesmo as de grande porte, recusam-se, em nossos dias, a engajar-se em companhias de pesquisa de caráter regional, não só nos países considerados politicamente instáveis, como em certos países estáveis.

Desse modo, toda a documentação geológica básica obtida ao fim dessa etapa (relatórios, boletins, memórias, etc, contendo mapas topográficos, geológicos, geoquímicos, geofísicos, tectônicos, metalogenéticos, fichas de descrição de rochas, de afloramentos, além de cadastro de ocorrências minerais) deve a

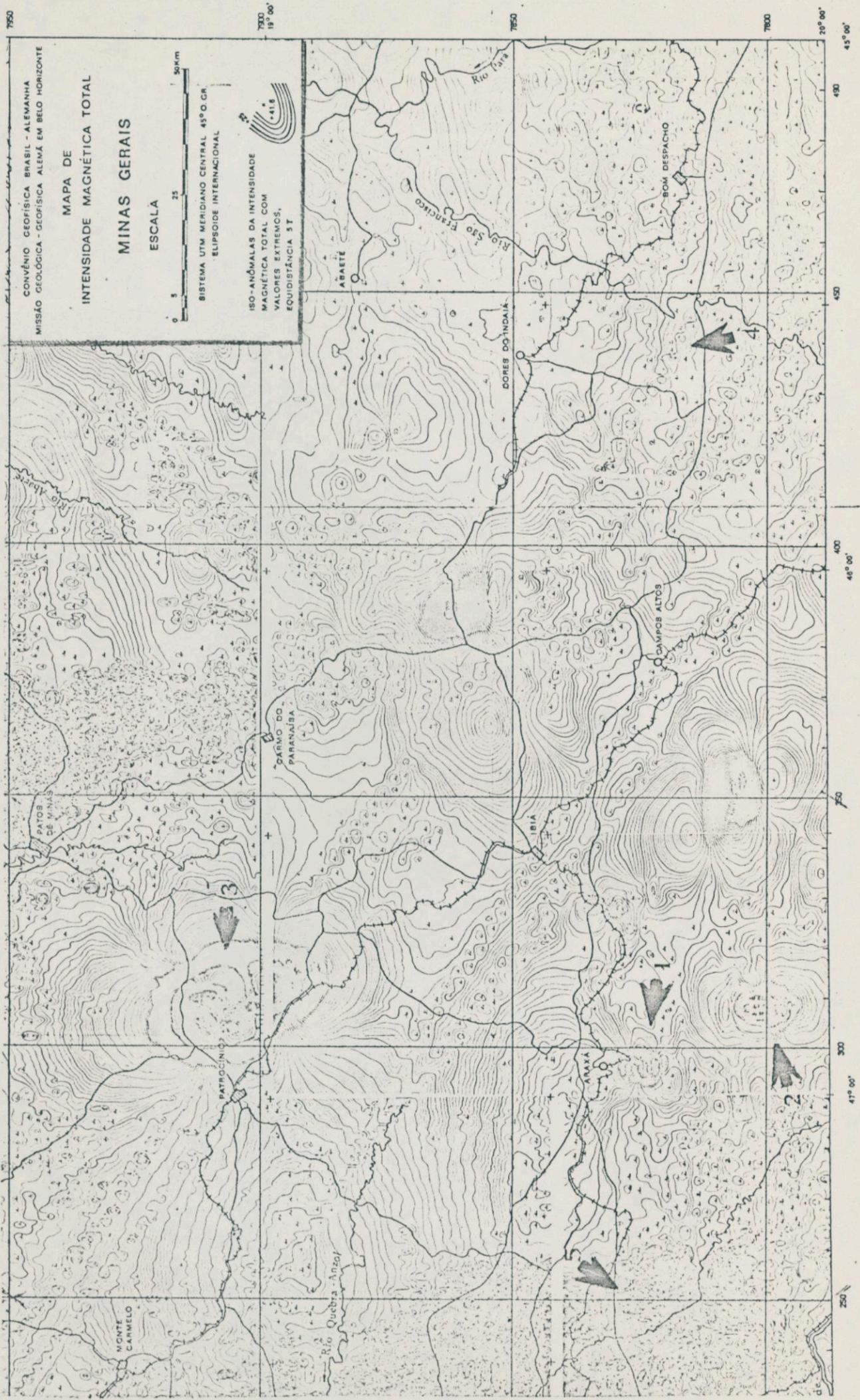


Fig. 5 - Mapa de intensidade magnética total da região centro oeste de Minas Gerais, obtido pelo Convênio Geofísica Brasil-Alemanha. Note-se as chamadas alcalinas de Barreiro (1), Tapira (2) e Patrocínio (3), os diques regionais não aflorantes (4) e a borda da bacia do Paraná (5).

presentar dados que, quando colocados à disposição da iniciativa privada, possam conduzir à decisão sobre o empreendimento ou não das etapas seguintes dos programas de pesquisa.

## 2ª Etapa: Reconhecimento das Áreas Favoráveis

Esta etapa engloba os trabalhos de reconhecimento que permitirão avaliar as possibilidades das áreas-chaves selecionadas na etapa de Avaliação Regional. Na prática, consiste no detalhamento da etapa anterior, com levantamentos realizados nas escalas 1:100.000 a 1:50.000, visando a descartar as áreas desinteressantes e selecionar aquelas com indícios ou ocorrências dignas de serem investigadas por trabalhos mais detalhados na etapa seguinte.

Assim, se as formações rochosas investigadas durante a Avaliação Regional estiverem apenas parcialmente mascaradas pelo recobrimento estéril, será procedido um levantamento geológico detalhado das áreas interessantes. O contexto geológico será estudado, os afloramentos mineralizados e os indícios porventura encontrados serão amostrados e analisados quimicamente.

A geologia será completada por uma prospecção geoquímica à malha cerrada, através de coleta e análises de sedimentos de correntes que drenam as áreas interessantes. Da geoquímica de sedimentos de correntes passa-se, se for necessário, à geoquímica de solos, efetuando-se a coleta de amostras segundo uma malha regular, geralmente quadrangular, com intervalos variáveis da ordem de 10 a 250 metros, conforme o caso.

Por outro lado, caso as áreas tenham sido selecionadas em função da existência de anomalias isoladas ou de grupo de anomalias, obtidas por geofísica aérea, será procedida uma investigação sobre o terreno, procedendo-se, inicialmente, a localização topográfica precisa das anomalias magnéticas, eletromagnéticas e radiométricas, detetadas durante o sobrevoo, utilizando-se

em seguida um equipamento geofísico portátil. Se uma ou outra dessas anomalias se confirmarem no solo e reforçarem os resultados obtidos por outros métodos, passa-se à etapa seguinte.

### 3ª Etapa: Investigação das Ocorrências

Esta etapa envolverá uma avaliação preliminar da área objetivada, que se apresentará, certamente, com dimensões já bem reduzidas. A investigação geológica é procedida normalmente nas escalas 1:50.000 a 1:10.000, auxiliada através de poços, trincheiras e sondagens, que proporcionarão dados suficientes para um cálculo preliminar das reservas.

Se os indícios mineralizados apresentarem-se aflorantes, deverão ser escavados poços e trincheiras, visando a estudar seu comportamento em subsuperfície, bem como coletar amostras para as análises químicas. Entretanto, se um recobrimento este ril estiver mascarando os terrenos onde se localizam os indícios ou as anomalias, e se a espessura não for muito considerável, serão realizados alguns furos utilizando-se trados ou pequenas sondas especiais.

Para implantação das sondagens muitas vezes não existem outras indicações que as posições das anomalias geofísicas e geoquímicas confirmadas na etapa anterior. Neste caso, o risco é muito grande, pois as sondagens tanto podem acertar o alvo, como também podem passar ao lado de uma jazida. Assim, executar-se-á inicialmente, nos lugares julgados favoráveis pelos estudos precedentes, algumas sondagens de reconhecimento, a percussão ou a diamante (fig. 6), e em função dos resultados obtidos nessas sondagens e nos poços e trincheiras escavadas, cujas amostras terão sido submetidas a análises químicas, será ou não empreendida a etapa seguinte da pesquisa.

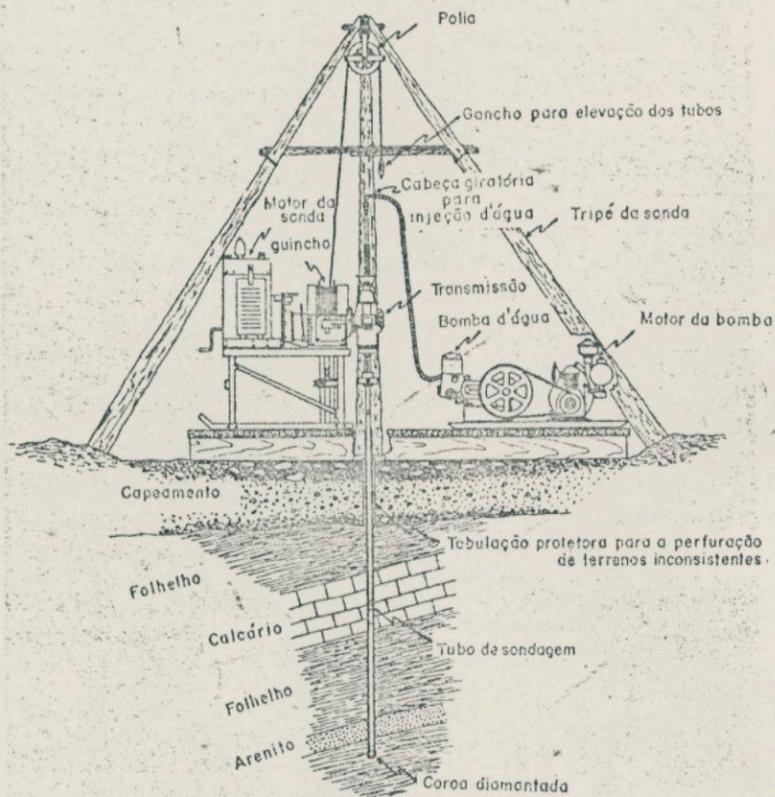


Fig. 6- Sonda a diamante utilizado em pesquisa mineral  
 (Extraído de Kazmitcheff, op. cit.)

#### 4ª Etapa: Investigação Tridimensional e Avaliação do Depósito

Se uma ou várias das sondagens preliminares interceptarem a mineralização, com teor julgado interessante, cerram-se as distâncias entre tais sondagens, dispondo-as segundo uma malha de preferência regular (malha quadrada de 100 x 100 m ou de 50, x 50 m, por exemplo). Esta escolha dependerá da suposta estrutura geométrica da eventual jazida, cuja interpretação geológica é procedida nas escalas 1:10.000 a 1:1.000.

Por outro lado, se a mineralização detetada mostrar-se contínua e apresentar possibilidades de uma grande tonela gem de minério, com teor tal que a lavra possa ser feita de modo rentável, a pesquisa será completada por meio de poços e galerias subterrâneas, as quais permitirão conhecer mais claramente a estrutura geológica do depósito, tornando possível um controle dos teores e permitindo também a preparação da quantidade de minério necessária aos ensaios de beneficiamento.

Quando todos esses trabalhos tiverem sido levados a bom termo, sem surpresas negativas, serão calculadas as reservas minerais do depósito, em função de certos critérios de rentabilidade, determinados pelo preço no mercado da substância que se pretende extrair.

No caso do depósito apresentar interesse econômico será estabelecido o relatório de viabilidade do projeto de lavra, o qual deverá ser um estudo detalhado, onde serão examinados todos os aspectos técnicos e econômicos da operação planejada.

Concluindo, deve-se ressaltar que as etapas sucessivas da pesquisa mineral, das quais foi mostrado apenas um esboço dos principais aspectos, evidentemente podem ser modificadas, suprimidas e/ ou invertidas, em função das circunstâncias particulares próprias ao domínio da pesquisa (dimensões da área, geologia e indícios minerais conhecidos ou não) e das possibilidades finan

ceiras da empresa ou órgão que a executa, além das condições do mercado da substância mineral que se espera achar.

No Brasil, além disso, a condição fundamental, do ponto de vista legal, para que seja possível empreender a execução da pesquisa, está vinculada à propriedade de Alvará de Autorização de Pesquisa, documento fornecido pelo MME, após atendimento dos preceitos e condições exigidas pelo Código de Mineração.

\* \* \*

## QUANTO GASTAR?

Acabou-se de ver quão complexa é a atividade de pesquisa mineral e o tanto que envolve de tecnologia especializada em suas múltiplas etapas. A seguir, serão abordados outros de seus aspectos, talvez os mais importantes, pois se referem à aplicação de investimentos, os quais são imprescindíveis e geralmente vultosos.

Para todos os efeitos, a pesquisa mineral deve ser encarada como um estágio que leva à produção de bens minerais, onde os recursos financeiros para ela carreados são essencialmente fundos aplicados na obtenção de informações, cuja busca não pode ser efetuada a curto prazo, tendo em vista que entre milhares de indícios mineralizados encontrados, alguns somente revelam importância econômica. Além disso, o tempo que decorre entre a descoberta de uma jazida e a sua primeira produção é em geral longo, chegando, algumas vezes, até 11 anos, como no caso da jazida de manganês da Serra do Navio, no Amapá, descoberta em 1946 e posta em lavra somente em 1957. W.C. PETERS, entretanto, calcula que este período seja de 2 a 7 anos, na grande maioria dos casos.

Desse modo, ao ser definido um programa de pesquisa mineral, embora usando-se os mesmos critérios que seriam utilizados para qualquer bom investimento, não se pode ignorar os fatores que o complicam e o transformam em um processo de investimento por etapas, numa tentativa de encontrar parâmetros econômicos compatíveis com o grau de conhecimento existente, objetivando minimizar os riscos de insucesso.

Por isso mesmo, a escolha de um bom programa de investimento, em áreas consideradas promissoras, envolve a quantificação de cada uma de suas etapas e a do investimento total exigido. Tal rigidez tem sua razão de ser, pois o que se tem observado mundialmente, após algumas dezenas de anos, é uma progressão rapidamente ascendente das despesas de pesquisa mineral, sem que

tenha havido um proporcional aumento do número de jazidas encontradas.

Como então é possível tomar-se a decisão de passar ou não de uma etapa a outra da pesquisa? Ou, em outras palavras, quando se deve parar de gastar na pesquisa?

O problema tem merecido profundos estudos por parte dos especialistas. Para VASCONCELLOS (1972), após iniciado um programa de pesquisa mineral, a tomada de decisão quanto à realização de cada uma das etapas em que se desdobra o programa deve ser cercada da sensibilidade profissional necessária, de tal modo que sejam minimizados os riscos a elas inerentes. Dependendo dos resultados que vão sendo progressivamente obtidos o programa pode ser continuado, ampliado, detalhado, ou mesmo abandonado, em qualquer de suas etapas. O investimento total é apenas o compromisso decorrente do sucesso ou não de cada etapa que compõe a pesquisa, pois, à medida que esta se desenvolve, exigirá ou não a utilização do montante previsto nos orçamentos.

Como cada depósito mineral se revela como um desafio isolado, tendo condicionantes próprios, muitas das decisões estão sujeitas a fatores de interpretação técnico-econômicos, que se sempre subjetivos, ligados à experiência profissional e ao conhecimento da geologia da região em estudo.

F. BLONDEL (1955), por exemplo, procurou avaliar esta importante questão do empreendimento ou não da pesquisa, através da estimativa de certos fatores como a probabilidade (P) que se pode atribuir à descoberta de uma certa jazida e o valor das despesas de pesquisa (D) necessárias para tal descoberta.

A análise desses fatores é, evidentemente, uma questão muito delicada. Primeiro, porque as despesas de pesquisa podem ser vultosas, quando suportadas por órgãos governamentais ou grandes companhias e, necessariamente modestas, quando realizadas pela iniciativa privada, principalmente no caso de pequenas empre

sas. Segundo, porque é difícil calcular-se, com base em dados reais, a probabilidade estatística de se achar uma jazida em uma região desconhecida, pois os valores disponíveis para tal comparação normalmente são os deduzidos da repartição da produção mineral na superfície do globo terrestre. Finalmente, porque os valores que permitem calcular a probabilidade geológica de se descobrir uma certa jazida, numa determinada região, devem ser comparados com os dados obtidos nos distritos mineiros já suficientemente desenvolvidos e que mostram, dessa maneira, um número suficiente de casos favoráveis e de casos possíveis, o que nem sempre é um cálculo válido.

#### Estimativa de P

Qual a probabilidade que se pode atribuir à descoberta de uma jazida, em uma área virgem de toda e qualquer informação geológica?

Considerando a distribuição das riquezas minerais, por unidade de área, em países de velhas atividades de pesquisa, BLONDEL constatou que a repartição geográfica das substâncias minerais, nessas regiões, obedece a leis estatísticas bem definidas e passíveis de serem generalizadas para todo o mundo.

Assim observou, entre outras coisas, que o risco de insucesso total da pesquisa mineral cresce rapidamente à medida que a área a ser pesquisada diminui; desse modo:

- para 1.000.000 Km<sup>2</sup> (aproximadamente igual a somatória das áreas dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Ceará e Sergipe), o risco de insucesso total é praticamente nulo.
- para uma área de 100.000 Km<sup>2</sup> (aproximadamente igual a área do estado de Pernambuco), o risco é de 5%, o que é desprezível.
- para uma superfície de 10.000 Km<sup>2</sup> (aproximadamente igual a meta de da área do estado de Sergipe), o risco é de 50%, o que já é bastante considerável.

Para áreas menores, o risco torna-se cada vez mais importante para ser suportado por pessoas físicas e pequenas em presas. Considerando-se que a área produtora mínima seja a de um distrito mineiro, com dimensões da ordem de 100 km<sup>2</sup>, a probabilidade de que esta área se torne produtora será da ordem de 0,1 a 0,2%.

Por outro lado, G. KOCH e R. LINK (1971), mencionados in SAD (1974), ao aplicarem em pesquisa mineral uma tabela de valores numéricos obtidos a partir da análise estatística do que se denomina "probabilidade de quebra do jogador", verificaram que:

- para 0,1% de probabilidade de sucesso em transformar um indício mineral em uma mina seria necessário investigar 2.301 indícios de modo a reduzir o risco de fracasso total a 10%; 2994 indícios, para reduzir o risco a 5% e 4603 indícios para reduzir o risco a 1%.

- para uma probabilidade de sucesso de 1% seria necessário investigar 229, 298 e 458 indícios para que os riscos de fracassos totais fossem reduzidos respectivamente a 10%, 5% e 1%.

- para uma probabilidade de sucesso de 10% seria necessário investigar 22, 28 e 44 indícios para que os riscos de fracasso total fossem, respectivamente, 10%, 5% e 1%.

Os outros valores envolvendo as probabilidades de sucesso, os riscos e o número de indícios a serem investigados, podem ser obtidos da tabela abaixo:

Probabilidade de Quebra do Jogador

Probabilidade de sucesso	Probabilidade de Quebra		
	10%	5%	1%
0,1%	2301	2994	4603
0,5%	459	598	919
1%	229	298	458
2%	114	148	228
5%	45	58	90
10%	22	28	44
20%	10	13	21

SLICHTER (1960), por seu turno, aplicando os métodos expostos por BLONDEL ao estudo de 2 distritos mineiros dos Estados Unidos, verificou que a probabilidade de se descobrir uma jazida nova num distrito mineiro é independente do número de jazidas já descobertas anteriormente, embora as melhores perspectivas se localizem às vizinhanças das minas conhecidas. Dessa maneira, em virtude da quase certeza de insucesso, ele preconiza para a atividade de pesquisa mineral filosofia idêntica à das companhias de seguro, ou seja, distribuir os riscos através de um grande número de programas de pesquisa, em várias áreas, e sobre diversos indícios potenciais.

#### Estimativa de D

A ordem de grandeza das despesas necessárias para a descoberta de uma jazida de um valor dado, em uma área qualquer, depende, evidentemente, de certos fatores tais como a localização e dimensões da jazida procurada; tipo de minério e de ganga; existência ou não de condições infra-estruturais, de mercado, políticas e tecnológicas favoráveis, etc.

Na prática, sabe-se que para colocar em evidência um campo petrolífero de valor é necessário pesquisar grandes áreas e, em consequência, investir capitais consideráveis, que atingem cerca de centenas de milhões de dólares. Inversamente, a descoberta de pequenas jazidas metalíferas, ou de outras jazidas de menor valor econômico, só pode ser rentável se as áreas a serem pesquisadas forem pequenas e mínimas as despesas necessárias.

No Canadá, por exemplo, estas despesas passaram de US\$ 5,4 milhões em 1950 para US\$ 38 milhões em 1960, em seguida US\$ 43 milhões em 1963, chegando a atingir cerca de US\$ 80 milhões em 1966, em virtude da intensificação dos projetos de Avaliação Regional, além da elevação progressiva do custo médio da descoberta da tonelada-metal, devido à complexidade cada vez maior

das técnicas que são necessárias para a pesquisa de jazidas não aflorantes. Tais investimentos resultaram na descoberta de apenas uma a duas minas por ano. Conseqüentemente, o custo aproximado de cada nova mina ficou em torno de US\$ 30 milhões, sendo que a iniciativa privada participou com cerca de US\$ 7,5 milhões desse custo.

Nos últimos 15 anos, principalmente devido ao deslocamento das pesquisas para regiões geograficamente cada vez mais distantes, os investimentos elevaram-se quase 15 vezes, enquanto o número de jazidas descobertas aumentou apenas duas vezes.

Na Austrália, por outro lado, os programas de pesquisa realizados continuamente, no período de 1962/72, custaram cerca de US\$ 600 milhões, os quais serviram para descobrir 67 importantes jazidas na Austrália e Nova Guiné - Papuásia. Destas, 29 estão atualmente em lavra ou em fase de preparação, enquanto que 10 a 20 poderão começar a ser lavradas nos próximos anos. Estes investimentos fizeram com que a Austrália passasse dos US\$ 200 milhões obtidos pela exportação de seus produtos minerais em 1963/64, para US\$ 1.574 milhões em 1972/73.

Tais cifras têm o poder de chamar a atenção dos financiadores para o fato de que a avaliação econômica da pesquisa de um bem mineral é uma tarefa extremamente difícil, pois os dados de teor do minério, de possança, e dos demais elementos característicos de uma jazida, além do estudo do mercado, só serão bem conhecidos após sua realização; a inferência desses dados pode produzir resultados duvidosos e, quiçá, irreais.

Também deve-se ter em mente que, segundo A. BERNARD, em virtude das reduzidas dimensões das jazidas metalíferas, à exceção das de ferro e de alumínio, a pesquisa mineral dos metais chega a ser um contra-senso econômico.

Como então a pesquisa mineral pode ser ainda uma ati

vidade economicamente rentável, se o que se acaba de expor é a mais flagrante das contradições?

O que acontece é que certas companhias de mineração, a princípio, só pesquisam em países com conhecimento geológico insuficiente em casos excepcionais e, na maioria das vezes, são meras compradoras de jazidas. Por outro lado, quando são chamadas a intervir na pesquisa, só o fazem na última etapa (Avaliação do Depósito) quando o risco econômico é sensivelmente menor. Todavia, no caso de sucesso da pesquisa, os lucros sobre o investimento e sobre os valores de venda da produção mineral são sempre altos (a média aceita está entre 10 a 15 vezes), o que, por si só, justifica tais incompatibilidades.

Que dizer, então, daqueles que suportaram o risco das etapas preliminares?

Infelizmente, é preciso reconhecer que muitos faliram ou recuperaram apenas pequena parte de seus investimentos. Esses investidores tornaram-se tão pouco numerosos que vários governos de países capitalistas perceberam esta tendência e resolveram intervir, tomando a seus encargos o risco econômico das etapas preliminares da pesquisa mineral.

Assim, os resultados dos trabalhos de Avaliação Regional, em países de economia mista, como o Brasil, a França, a Alemanha, por exemplo, passam à mão da iniciativa privada, logo que esta aceite o risco de prosseguir a pesquisa. Porém, se esta operação se torna viável para a iniciativa privada, que aceita um risco racional, em dada conjuntura econômica, para o governo ela não passa de uma quase certeza de perda. Contudo, o lucro do poder público é a segurança de um abastecimento preferencial, em épocas de crises, quando certos metais ou outras matérias-primas minerais não são encontrados no mercado mundial. É, portanto, uma filosofia de pagar adiantado, às vezes muito caro, a pesquisa das

matérias-primas que lhe são estratégicas ou necessárias a seu desenvolvimento.

Além disso, está quase provado que a descoberta de um depósito econômico se acompanha, na grande maioria dos casos, da descoberta de numerosos indícios, antieconômicos em tempo normal, mas facilmente aproveitáveis em tempo de crise, o que se torna uma maneira de aumentar as reservas estratégicas do país.

Em termos numéricos, uma cifra mínima correntemente admitida para um programa de pesquisa mineral dirigido para uma área com possibilidades minerais é a US\$ 1,000 (mil) /km<sup>2</sup>, o que significa que para se empreender com o máximo de possibilidades de sucesso a pesquisa de uma área de 1.000 km<sup>2</sup>, por exemplo, é preciso se estar seguro de poder consagrar para tal, segundo a evolução dos resultados da pesquisa, uma soma de pelo menos US\$ 1 milhão.

EVAN JUST, por seu lado, estima que uma empresa em país de tradição mineira, como por exemplo o Canadá, deve investir cerca de US\$ 500 mil, durante 10 anos, para encontrar uma boa jazida.

No Brasil, nos últimos anos, em razão das iniciativas governamentais e da criação de condições favoráveis, tem aumentado de forma intensa o investimento em pesquisa mineral, tanto na área pública como na particular.

Em 1970, o investimento federal em trabalhos ligados à pesquisa mineral foi de cerca de Cr\$ 40 milhões. Em 1971, essa cifra foi aumentada para Cr\$ 80 milhões, chegando a Cr\$ 120 milhões em 1972.

No decurso do ano de 1973, foram aplicados cerca de Cr\$ 200 milhões, enquanto que cerca de Cr\$ 16 milhões foram dispendidos pela CPRM com os seus projetos próprios.

Nas cifras referidas estão excluídos os investimentos com a pesquisa petrolífera, cujo orçamento para o ano de 1973 foi da ordem de Cr\$ 860 milhões, cerca de 15 vezes o orçamento da CNEN para a pesquisa de urânio.

Em 1974, foram investidos cerca de Cr\$ 260 milhões para os trabalhos do DNPM, CNEN e DNAEE, enquanto que a CPRM destinou cerca de Cr\$ 25 milhões para investimentos em seus projetos próprios. A Cia. Vale do Rio Doce, por seu lado, através de sua subsidiária DOCEGEO, aplicou no período de 1971/74 cerca de Cr\$ 197 milhões na pesquisa de fosfato, cobre, bauxita, zinco, níquel e manganês.

Em 1975 foi aplicada uma cifra de cerca de Cr\$ 506 milhões para trabalhos do DNPM, CNEN e DNAEE. A CPRM, por seu turno, alocou cerca de Cr\$ 90,2 milhões para seus projetos próprios, enquanto que o investimento da DOCEGEO atingiu a cifra de Cr\$ 123 milhões.

Para 1976, está prevista a aplicação de cerca de Cr\$ 1.200 milhões para trabalhos do DNPM, DNAEE e CNEN. Para seus projetos próprios a CPRM aprovou a aplicação de uma cifra de Cr\$ 90,5 milhões enquanto que a Petrobrás, com a atual crise mundial do petróleo, deverá destinar para sua pesquisa uma cifra da ordem de Cr\$ 6 bilhões.

\* \* \*

## CONCLUSÕES

Tentou-se colocar em evidência, nas páginas precedentes, a importância considerável e crescente que tomam, ao lado dos imperativos técnicos, as considerações econômicas e políticas nas decisões do empreendimento de um programa de pesquisa mineral.

Numerosos, variáveis, e muitas vezes difíceis de compreender, são os critérios que devem ser levados em conta no momento da resposta às quatro questões propostas: Quais as substâncias a pesquisar? Onde as pesquisar? Quais os métodos a adotar? Quanto gastar? Isso explica o caráter inseguro, geralmente desordenado, das múltiplas opções que se apresentam no domínio da pesquisa mineral às companhias de mineração e aos órgãos governamentais.

Entretanto, como se viu, os motivos que levam ao empreendimento da pesquisa mineral, são, em verdade, paradoxalmente simples, pois as justificativas principais são:

- para um governo, é garantir o desenvolvimento econômico do país no presente e assegurar seus aprovisionamentos futuros;

- para uma companhia de mineração, a preocupação maior é manter e melhorar sua posição face a seus concorrentes nacionais ou internacionais.

\* \* \*

## BIBLIOGRAFIA

- ABREU, S.F. - "Recursos minerais do Brasil". São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. |1973| V. 1 - 2
- ALVES, L. - "Como obter autorização de pesquisa, concessão de lavra de jazida mineral e autorização para funcionar como empresa de mineração". DNPM/DFPM.
- AMSTUTZ, G. C. - "Team work is the secret of successful exploration". World Mining. São Francisco, jun. 1967. V. 20, (7): 95-102.
- BLONDEL, F. - "The economics of mineral exploration". Eart. Sci. Rev. (4) 1969. Elsevier Publ.
- BLONDEL, F. et LASKY, S.F. - "Mineral reserves and mineral resources". Economic Geology, 60:686-97 - 1956.
- BLONDEL, F. et VENTURA, E. - "Structure de la distribution des produits minéraux dans le monde". Annales des Mines. Paris, nov. 1956: 6-91.
- BOSUM, W. - "O levantamento aeromagnético de Minas Gerais e Espírito Santo e sua seqüência quanto à estrutura geológica". Rev. Bras. de Geociências. São Paulo, set. 1973, V. 3 (3) - 149-159.
- BOURRELIER, P. et Alii - "Matières premières minerales et relations internationales - 1<sup>re</sup> Partie - La crise actuelle: Mythe ou réalité?". Annales des Mines. Paris, 1975: 9-16.
- BOURRELIER, P. - "Les conséquences des variations de prix des matières premières minerales". Annales des Mines. Paris, out. 1973: 9-14.
- BOURRELIER, P. et Alii - "Matières premières minerales et relations internationales - III<sup>e</sup> Partie - Les mecanismes des prix et leurs conséquences". Annales des Mines. Paris, jan. 75, p.41-48.
- BRADSHAW, A. M. D. - "The potencial of stream sediment geochemistry in the tropical rainforest area of Brazil". Conferência. IN: ANAIS DO XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Belém, out. 1972. V. 1 : 19-32.

- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil - 1965/74". Rio de Janeiro, DNPM (Pub. Especial nº 3).
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "I Anuário Mineral Brasileiro". Rio de Janeiro, DNPM, 1972.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "Panorama do setor mineral brasileiro". Rio de Janeiro. DNPM, 1966.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "Relatório das atividades de 1970; Programa de realizações para 1971". Brasília. MME, 1971.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "Relatório das atividades de 1971; Programa de realizações para 1972". Brasília. MME, 1972.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "Relatório das atividades de 1972; Programa de realizações para 1973". Brasília. MME, 1973.
- BRAUN, O.P.G. - "Projetos básicos da geologia na região amazônica" IN: ANAI DO XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Belém, out. 1972. V. 1 : 77-88.
- CALLOT, F. - "L'Avenir de l'approvisionnement mondial en minéraux" - Annales des Mines. Paris, dez. 1971: 11-20.
- COSTA, A.R.G. da - "Economia mineral e perspectiva da mineração brasileira". Geologia e Metalurgia (32) São Paulo, 1971: 7-46.
- GPRM/DO/ASSOP - "Considerações sobre o custo da pesquisa num empreendimento global de mineração". Rio de Janeiro, maio de 1975.
- DIAS, J.B.V. - "Amazônia: Perspectiva mineral". Conferência. Belém, ago. 1973. (mimeografado).
- DIAS, J.B.V. - "Recursos minerais do Brasil e sua situação na atual conjuntura mundial" - Conferência. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27 Aracaju, 1973. (mimeografado).
- DIETHRICH, R. - "Les prix des principaux métaux en 1973 et les problèmes monétaires". Annales des Mines. Paris, out. 1973: 23-30.
- DIETHRICH, R. et LEGOUX, P. - "Évolution des indices de prix des principaux métaux non ferreux de 1956 à 1972". Annales des Mines. Paris, out. 1973: 15-22.

- DOROKHINE, I. et Alii - "Gisements des minéraux utiles et leur prospection". Trad. do russo por I. Sahakian. Moscou:299-365.
- DROUAS, G. et Alii - "Formation et évolution du prix des principaux métaux et minerais". Annales des Mines. Paris, out. 1973: 37-87.
- GAJILHE, P. - "Conditions de formation des prix des métaux non ferreux". Annales des Mines. Paris, out. 1973: 31-36.
- GREIF, R. - "Les interventions gouvernementales dans le secteur des minéraux et métaux non ferreux". Revue de l'industrie minière - Paris, abr. 1972.
- GUERONIK, S. - "Le Cuivre en 1985". Annales des Mines. Paris, out. 1971:11-28.
- "INTERNACIONAL MINING SURVEY". Mining Magazine. USA. st. 1973.
- JUST, E. - "Economic evaluation of proposed mining ventures". Parte I - Geology, Exploration and Ore reserves. Mining Congress Journal. Nov. dez, 1959.
- KAZMITCHEFF, A. et LEKIME, F. - "L'Aventure de la prospection minière". Casterman. Bélgica, dez. 1972.
- KAZMITCHEFF, A. - "L'exploration minière moderne". Casterman. Bélgica, Ago. 1972.
- KRUGER, F. C. - "Mining: A business for professionals only". Mining Engineering. USA, set. 1969: 83-88.
- LEFOND, S. J. - "Brazilian mining: relaxed gov't attitudes pave the way for exporting critical reserves". Mining Engineering. N. York, Nov. 1973, V.25 (11). Nov. 1973.
- \*LESPINE, J. - "Réflexions sur la recherche minière". Annales des Mines. Paris, nov. 1972: 27-50.
- LOMBARD, J. - "Notes relatives à la phase préparatoire de l'exploration minière". Chron. Mines. Rech. Min. Paris, abr. 1961, (297) : 5-14.
- LOPES, L. - "Brasil: Futuro de potência mineral e missão do empresário". Conferência. IN: Semana de Estudos, 12. Bol. da SICEG. (12). Ouro Preto, 1972: 149-201.
- LÚCIO, A. - "Os Metais não-ferrosos na economia mineral brasileira". Rev. da Escola de Minas. V.28 (4). Ouro Preto, dez. 1970: 176-185.

- MATTOSO, S. Q. ; BRIM, R.J.P. - "Reconhecimento geoquímico da bacia do rio Curuçá, Bahia". DNPM, DFFM.Bol.141.Rio de Janeiro, 1970.
- MEADOWS, D. - "The limits of growth". Massachusetts Institute of Technology Bulletin (92). 1968.
- MESAROVIC, M. et PESTEL, E. - "Petróleo e Crise Econômica" - Jornal "O Globo". 14-16/04/75.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - "PRODUÇÃO MINERAL NOS ANOS 71 e 72". IN: Mineração e Metalurgia. (337). Rio de Janeiro, jan. 1973 : 4-15.
- NERY, A.C.F. - "Introdução à geofísica". Conferência. IN: Semana de Estudos, 12 Bol. da SICEG. (12). Ouro Preto, 1972: 7-113.
- NICOLINI, P. - "Gitologie des concentrations minérales stratiformes". Paris, Gauthiers - Villars. 1970. parte V, cap.4, pp. 705-763.
- OBOLENSKY, M. - "L'évolution des principaux métaux non ferreux lourds en 1973". Rev. Ind. Min. Paris, maio, 1974: 237-242.
- PAIVA, G. - "Ocupação do descontínuo econômico do interior do Brasil por polos minerais e energéticos". Conferência. IN: Semana de Estudos, 12. Bol. da SICEG. (12). Ouro Preto, 1972: 203-257.
- PELISSONNIER, H. - "Vers une métallogénie plus quantitative?". Annales des Mines. Paris, mar. 1974: 47-58.
- PEMBERTON, R. H. - "World geophysical discoveries bolster future mineral needs". Eng. Min. Journal. Nova York, abril. 1966.
- PERRINEAU, G. - "Panorama de l'économie minière dans le monde" - Rev. Ind. Min. - Paris, out. 1973: 461-464.
- PERRINEAU, G. - "Évolution du prix des principaux métaux non ferreux, en France et aux USA, au cours des vingt-cinq dernières années". Rev. Ind. Min. Paris, dez. 1974: 551-555.
- PETERS, W.C. - "The economics of mineral exploration". Geophysics: V. 34 (4) USA, 1969: 633-644.

- ROCHA, R. M. da - "A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais". Semana de Mineração. Curitiba. 1971: 27-47.
- ROCHA, R. M. da - "Brasil na década 70. Potência Mineira". Separata. Rev. Nação Armada (10). Rio de Janeiro, Ago. 1970.
- ROCHA, R. M. da - "CPRM" - Conferência. Rev. da Escola de Minas. Ouro Preto, set. 1972. V. 30 (2).
- ROCHA, R. M. da - "CPRM" - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais". Conferência. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24. Rev. da Escola de Minas. V. 28. (4). Ouro Preto, dez. 1970: 135-146.
- ROCHA, R. M. da - "Minerais estratégicos e críticos" - Conferência. Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro, jul. 1973.
- ROUTHIER, P. - "Les gisements métallifères". Paris, Masson, 1973. V. 1-2.
- ROUTHIER, P. - "Princípios geológicos da estratégia da prospecção mineral" - Revista Mineração e Metalurgia (288). Rio de Janeiro, dez. 1968.
- RUDAWSKY, O. - Economic evaluation techniques for mining investments projects. Institute mineral industries bulletin. (6). V. 13, Parte I. II, Nov. 1970.
- RUFF, A. et Alii - "Exploration of one of the world's largest iron - ore districts: Brasil's Serra dos Carajás". Mining Engineering USA, jan. 1974. V. 26 (1) : 30-34.
- SAD, J.H.G. - "Planejamento geológico da pesquisa mineral". Curso PLANFAP - Escola de Minas e Metalurgia da U.F.O.P, out. 1974.
- SANDIER, J. - "Mise en valeur des gisements métallifères". Masson. Paris, 1962.
- SCHNYDER, C.L. - "O papel das bolsas de metais no mercado do cobre". CEBRACO - jul. 1975.
- SEIGEL, H. O. - "Some comparative geophysical case histories of base metal discoveries". Geoexploration (9), 1971: 81-97.
- SILVA, U. R. da - "Contribuição da produção mineral brasileira ao produto interno bruto. Situação dos não-ferrosos". Geologia Metalurgia. (32). São Paulo. 1971: 47-80.

- SKINNER, B. J. - "Recursos minerais da terra". Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1970.
- SLICHTER, L. B. - "The need of a new philosophy of prospecting" Mining Engineering. N. York jun. 1960. V. 12 (6) : 570-576.
- SUSZCZYNSKI, E. F. - "Os recursos minerais reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia". Rio de Janeiro, Liv. Interciência Ltda. 1975.
- "I<sup>er</sup> SYMPOSIUM MONDIAL - ENERGIE ET MATIÈRES PREMIÈRES". Rev. Ind. Min. - Paris, dez 1974: 537-550.
- VASCONCELLOS, F. M. de - "A Mineração no Brasil". Conferência. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, dez. 1971.
- VASCONCELLOS, F. M. de - "Aspectos técnico - econômicos dos recursos minerais" Conferência. Anais da Semana de Mineração. Curitiba, dez. 1971 : 133-162.
- VASCONCELLOS, F. M. de - "Os Recursos Minerais do Brasil. A tecnologia voltada para a mineralogia". Conferência. Centro de Estudos do Real Gabinete Portugues de Leitura. Rio de Janeiro. Mar. 1971.
- VASCONCELLOS, F. M. de - "Perspectivas do setor mineral no Brasil: Atuação da CPRM" - Conferência, IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26. Belém, nov. 1972.
- WHITE, M. G. - "Probing the unknown in the Amazon basin: a roundup of 21 mineral exploration programs in Brazil". Eng. Min. Journal. U.S.A., 1974. 174 (5) : 72-76.
- WRIGHT, R. W. - "Ressources em métaux ferreux et non ferreux" Annales de Mines. Paris dez. 1971.
- ZWARTENDYK, I. - "Mining wealth; how should it be expressed?". Canadian Mining Journal. Abr. 1963. pp 44.

\* \* \*