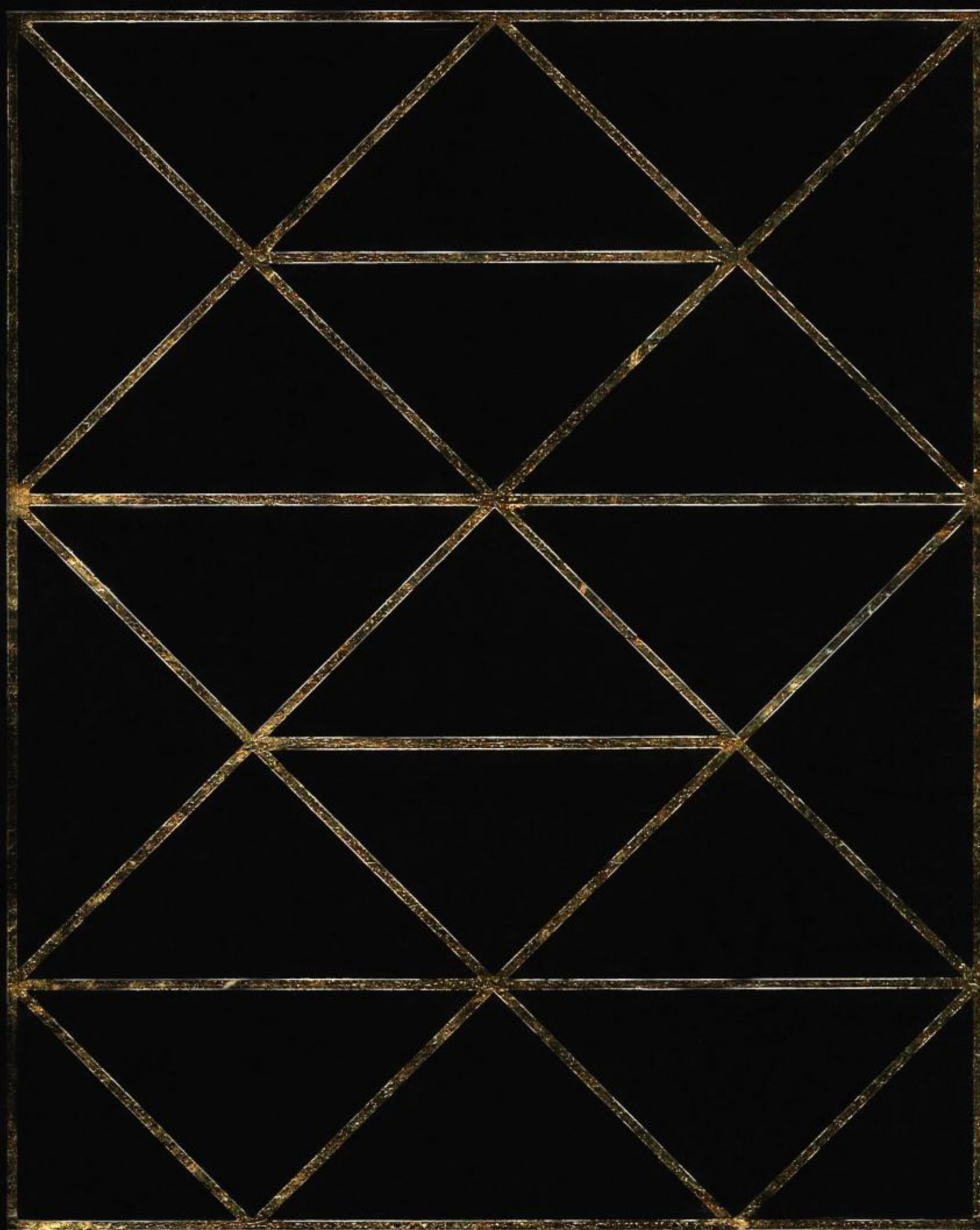


Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais



Metais de Minas Gerais S/A - METAMIG

Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais



Metais de Minas Gerais S/A - METAMIG

Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo
Metais de Minas Gerais S/A. - METAMIG
Belo Horizonte



Governo do Estado de Minas Gerais
Francelino Pereira dos Santos - Governador

Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo
José Romualdo Cançado Bahia - Secretário

Metais de Minas Gerais S/A - METAMIG

Conselho de Administração
Arnaldo Mendes Júnior - Presidente
Adoremus Levindo Coelho - Conselheiro
João Alves Veras - Conselheiro

Diretoria
Arnaldo Mendes Júnior - Presidente
João Alberto Pratini de Moraes - Diretor
João Bosco Murta Lages - Diretor
Maurício Guedes de Mello - Diretor

Alecrim, José Duarte.

A 266 Recursos minerais do Estado de
Minas Gerais/por José Duarte Alecrim.
Belo Horizonte: Metamig, 1982.

1. Geologia Econômica-MG 2. Recursos
Minerais-MG 3. Potencial Mineral-MG I. Título.

CDU-553.04(815.1)

Tiragem: 5000 exemplares / 1ª edição

Permitida a reprodução, desde que mencionada a fonte.

METAMIG

Metais de Minas Gerais S/A
Rua Aimorés, 1697
30.000 - Belo Horizonte - Minas Gerais
Brasil
Telefone: (031) 224-0588 / Telex (031) 2506 MENG - BR

Prólogo

A importância social e econômica da atividade mineral em Minas Gerais e a urgência de definição de uma política exploratória, baseada no conhecimento amplo das reservas, na defesa da ecologia e na recuperação das áreas de lavra, levaram a Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo, interpretando as recomendações do Governo Francelino Pereira e as aspirações do povo mineiro, a determinar à METAMIG a elaboração do presente estudo.

Trabalho pioneiro de criação da memória geológica integrada de Minas Gerais, o estudo sintetiza, em linguagem objetiva, mapas e gráficos, todo o conhecimento acumulado, ao longo de quase dois séculos, sobre as riquezas minerais do Estado, sua localização, exploração, transformação, consumo, comercialização, avanços tecnológicos, indicadores sociais e econômicos. Também alcança o futuro, no capítulo dedicado ao potencial mineral de Minas e às indicações sobre as melhores oportunidades de investimento.

Além da contribuição à elaboração de uma política mineral particularizada para Minas Gerais, envolvendo a exploração racional dos recursos e a dinamização da sua transformação industrial, o estudo destaca os objetivos essenciais e a estratégia de expansão e modernização da atividade: enobrecimento dos produtos, eliminação da lavra predatória, desenvolvimento de tecnologias, recuperação de áreas mineradas, concentração da participação estatal na pesquisa, definição de limites e formas de participação da empresa estrangeira e dificuldades à exportação de matérias-primas são algumas das exigências básicas de uma política mineral que atenda aos interesses sociais e econômicos do Estado.

Para manter sua posição de liderança nacional no setor da transformação mineral e, simultaneamente, alcançar maiores benefícios sociais e econômicos - criação de novos empregos, recuperação das áreas de lavra, preservação da natureza, aumento do Produto Interno Bruto -, Minas precisa explorar racionalmente suas jazidas, evitando a sua exaustão precoce, ampliar o conhecimento de suas reservas, com a intensificação da pesquisa geológica e tecnológica, e diversificar o aproveitamento de suas riquezas naturais.

Do ouro, no século XVII, ao ferro, no período posterior à II Guerra Mundial, a exploração mineral em Minas sempre esteve condicionada às exigências do mercado mundial, transformando-se em grande exportador de matérias-primas. Nos anos recentes, a passividade está sendo substituída pela intensificação da transformação industrial, permitindo a produção de bens mais nobres, com vantagens sociais e econômicas para a gente mineira. O esforço industrial é acompanhado pela diversificação da exploração, num Estado rico não apenas em minério de ferro, mas também em calcário, bauxita, pirocloro, apatita, lítio, quartzo, ardósia, argila, berilo, cianita, chumbo, cromo, diamante, estanho, feldspato, manganês, mica, níquel, pirita, talco, titânio, zinco e fosfato, entre outros minerais.

É o que mostra este trabalho, numa visão ampla e objetiva, ao sistematizar o conhecimento atual dos principais recursos minerais do Estado.



José Romualdo Cançado Bahia
Secretário de Estado de Indústria,
Comércio e Turismo

Sumário

Prólogo	5
Introdução	9
Divisão política	17
Geologia	29
Aspectos econômicos e sociais da atividade de mineração	43
Potencial mineral	53
Generalidades, 55	
Sinopse mineral, 56	
Agalmatólito, 57	
Água mineral, 63	
Alumínio, 67	
Ardósia, 75	
Areia, 79	
Argila, 83	
Bário, 87	
Berílio, 93	
Calcário, 99	
Cianita, 103	
Cromo, 107	
Diamante, 113	
Estanho, 119	
Feldspato, 125	
Ferro, 131	
Fertilizantes, 137	
Manganês, 161	
Mica, 167	
Nióbio - Tântalo, 171	
Níquel, 177	
Ouro, 183	
Pedras ornamentais, 191	
Pirita, 195	
Quartzo, 199	
Titânio, 203	
Turfa, 207	
Urânio, 211	
Zinco-chumbo, 217	
Principais substâncias minerais por município	225
Distribuição das principais jazidas e minas	253
• por substâncias, 255	
• por empresas, 265	
Bibliografia, 279	
Glossário, 285	
Índice remissivo, 291	

Sumário de gráficos e tabelas

Comércio exterior

Ardósia, 78
Areia, 82
Argila, 86
Barita (Bário), 91
Bauxita (Alumínio), 72
Berílio e manufaturados, 95
Caulim, 130
Chumbo Metálico, 224
Cromita (Cromo), 111
Diamante, 115
Enxofre, 198
Estanho em concentrados, 123
Exportação da Produção Mineral de Minas Gerais/Destino, 51
Exportação da Produção Mineral de Minas Gerais/por substâncias, 51
Feldspato, 127
Ferro (Minério), 136
Fertilizantes fosfatados, 139
Gemas, 147
Grafita, 151
Lítio (Minério), 159
Manganês (Minério), 166
Nióbio (concentrado de Nb e liga Fe-Nb), 175
Niquel, 179
Quartzo, 202

Outros

Arrecadação de ICM em Minas Gerais, 50
Arrecadação de IUM, 49
Arrecadação de Tributos Federais em Minas Gerais, 50
Bauxita Típica, 67
Eras Geológicas, 31
Eras Geológicas em Minas Gerais, 35
Evolução salarial média por operário, 49
Influências no comportamento do preço do Ouro (Fluxograma), 189
Mão de obra na mineração em Minas Gerais, 48
Pessoal ocupado na mineração - 1979, 45
População ocupada por setores (não agropecuários) em Minas Gerais, 49
População ocupada na mineração - 1980, 49
Principais minerais de Manganês, 163
Reservas atuais de alguns bens minerais, 12
Série Albita - Anortita (Plagioclásios), 125
Sinopse mineral - substâncias, 55-56
Sub espécies de Granada, 146
Crescimento real da produção em Minas Gerais, 47
Produção mineral em Minas Gerais, 45
Produção mineral em Minas Gerais (Substâncias), 1980, 46

Produção brasileira

Agalmatólito, 59
Águas Minerais, 66
Alumínio (Estimativa), 72
Alumínio, 72
Ardósia, 75
Areia, 79
Argila, 86
Barita (Bário), 91
Berílio, 94
Calcário, 102
Calcário (Estimativa), 102
Caulim, 127
Chumbo, 224
Cianita, 106
Cromo (Cromita), 110
Diamante (Estimativa), 115
Enxofre (Demanda), 198
Estanho, 123
Feldspato, 127
Ferro (Minério), 135
Ferro - principais produtores, 136
Fertilizantes (P₂O₅), 139
Grafita, 151
Lítio, 158
Manganês (Minério), 166
Mármore (Brasil e Minas Gerais), 194
Mica, 170
Nióbio, 174
Niquel, 178
Ouro (Consumo), 189
Ouro (Estimativa), 190
Quartzo, 202
Rocha Fosfatada (Fertilizantes), 139
Talco, 59
Zinco, 223

Reservas brasileiras

Agalmatólito, 59
Anatásio (Titânio), 206
Ardósia, 75
Areia, 82
Argila, 86
Bauxita (Brasil e Minas Gerais), 71
Berílio, 94
Calcário, 94
Calcário (Rocha calcária), 102
Cassiterita (Estanho), 122
Caulim, 130
Chumbo, 224
Cromita (Cromo), 110
Feldspato, 127
Ferro, 135
Grafita, 150
Lítio, 158
Manganês, 163
Mica, 170
Rocha Fosfatada - P₂O₅ contido, 139
Rocha Fosfatada (Fertilizantes), 139
Urânio, 214
Zinco, 223

Mundiais

Reservas
Bauxita, 70
Manganês, 163
Produção
Ouro, 188
Comércio exterior
Ouro.(Procura), 188

Introdução



Introdução

O princípio de soberania mais vigorosamente proclamado pelos povos da atualidade é, sem dúvida, o que se refere ao poder de domínio permanente de cada país em relação aos seus recursos naturais.

Tal princípio, definido como direito inalienável de cada Estado não só de proteger suas riquezas, mas também de dispor livremente de seus recursos, situa-se na essência da própria noção de independência e de sua liberdade de decisão.

No entanto, os recursos não-renováveis de um país ou mesmo de uma região somente têm valor quando negociados tanto no mercado doméstico quanto internacional. Na medida em que crescem as necessidades de sua utilização, esses recursos adquirem maior interesse internacional e via de regra aumentam seu valor monetário. Faz-se necessária, então, uma exploração mais eficaz e intensa, em ritmo crescente, acompanhando o desenvolvimento tecnológico e econômico.

A ampliação dessa exploração e sua eficácia exigem, porém, não raras vezes, investimentos vultosos e a preços elevados.

O ponto de partida vem a ser o conhecimento, sempre aperfeiçoado e completo, da disponibilidade desses recursos e na sua divulgação, objetivando despertar o interesse para o seu indispensável aproveitamento.

Perigo de exaustão

O mundo atual vive uma conjuntura delicada e complexa, que aflige todos os povos. Em 1969, U' Thant, Secretário-Geral da ONU, alertava sobre a necessidade das nações controlarem querelas e sustar a corrida armamentista, associando-se num projeto global, objetivando fazer face às tendências de crescimento da população, conjugadas com a imperiosa necessidade de industrialização, a produção de alimentos, o combate à exaustão de recursos naturais e à poluição.

Se as tendências atuais continuarem, assinalam os técnicos, dentro dos próximos cem anos alcançar-se-ão os limites de tolerância do crescimento e o resultado deverá ser o declínio, tanto da população quanto da capacidade industrial.

Com efeito, em nosso mundo, e a afirmativa não envolve novidade, a população, a produção de alimentos, a industrialização, a poluição e o consumo de riquezas não-renováveis se ampliam incessantemente. Seu índice de crescimento é atualmente exponencial. Não se faz em processo linear. Uma rodovia que é estendida a cada ano em mais dez quilômetros cresce linearmente. Se um país elevar, a cada ano, a exploração de um recurso mineral em quinhentas toneladas, por exemplo, crescerá linearmente essa produção. Mas, se o país aumentar suas rodovias à taxa de dez por cento ao ano, em menos de dez anos terá sido duplicado o seu sistema rodoviário. Da mesma forma, se elevar a exploração de recursos minerais à taxa de apenas dois por cento ao ano, em trinta e cinco anos duplicará a sua produção. Nesses dois casos, há crescimento exponencial.

Esse crescimento exponencial revela-se, pois, dinâmico e, pelos simples exemplos citados, será fácil entendê-lo.

Ora, os recursos minerais não são perenes e nem renováveis. Assim, quando se pondera o fato de que o seu uso cresce a taxas exponenciais cada vez maiores de ano a ano, diminuindo as reservas conhecidas, o problema de sua exaustão assume maior gravidade.

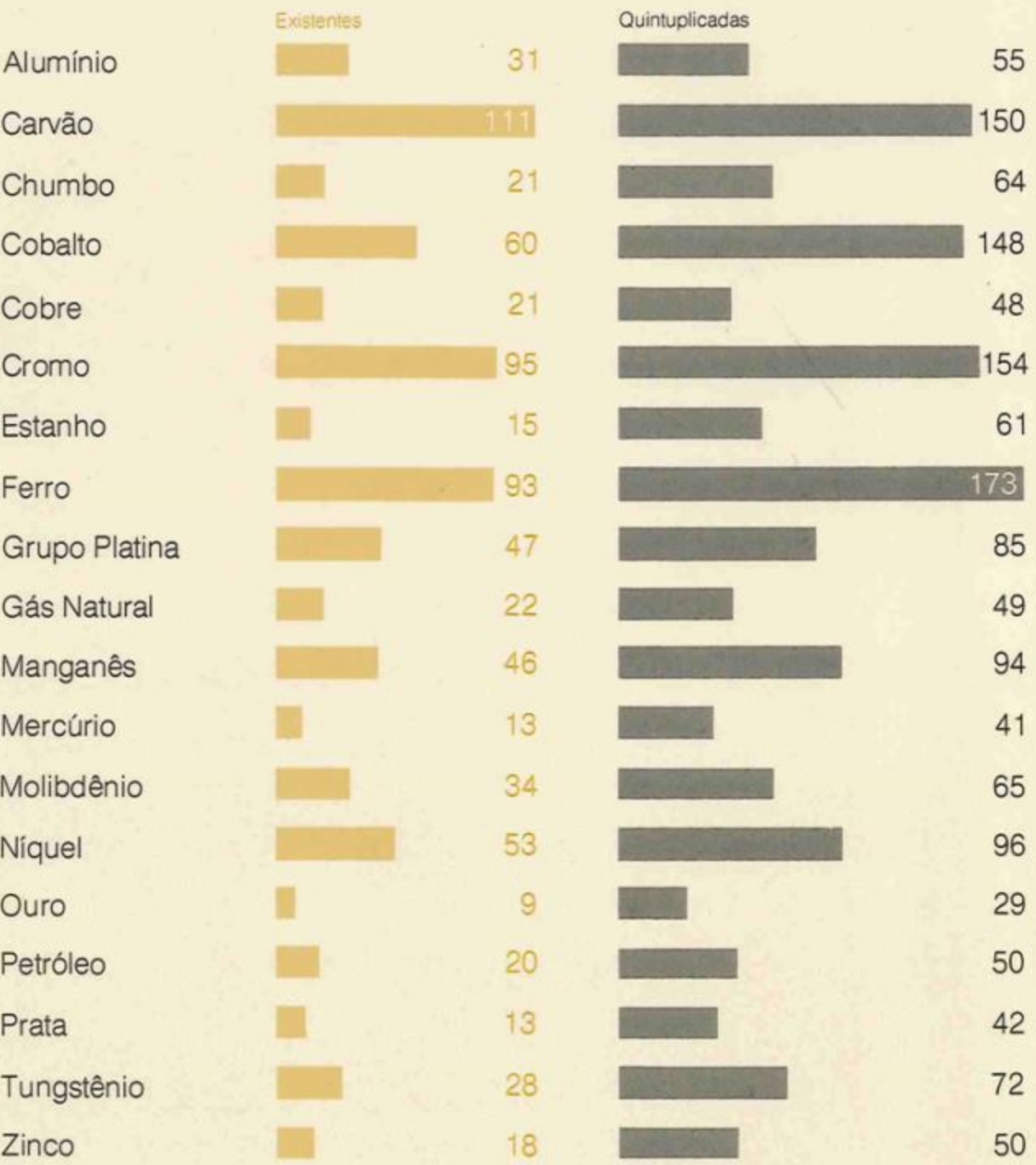
Torna-se necessário, portanto, ampliar o volume das reservas conhecidas, como básica atitude para assegurar a continuidade do crescimento e do bem-estar social. Assim como ponto relevante do interesse nacional, cumpre definir uma POLÍTICA NACIONAL DE EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS, com detalhamentos regionais que atendam às peculiaridades e interesses das comunidades. Essa política deverá conjugar os aspectos da exploração mineral e sua utilização industrial, contrariamente à dissociação existente entre a POLÍTICA MINERAL e a POLÍTICA INDUSTRIAL.

Duração dos recursos

O Clube de Roma, em ação conjunta com o Massachusetts Institute of Technology (MIT) e com apoio financeiro da Volkswagen Foundation, procedeu a pesquisas visando a determinar a duração das reservas naturais conhecidas no mundo, tendo em vista o crescimento exponencial de sua exploração e o consumo.

As conclusões foram assustadoras. Mesmo admitindo-se a quintuplicação das reservas naturais conhecidas, e tendo em vista as taxas médias anuais do crescimento do consumo, previu-se que elas deverão apresentar os seguintes totais de anos, a partir de 1970 (no gráfico da página seguinte):

Reservas atuais de alguns bens minerais (anos de duração)



Fonte: Os limites do crescimento (The Limits of Growth - US Bureau of Mines - Flaw, PT - Mineral Resources - Metal Statistics, American Metal Market Company, 1970).

Responsabilidade

Ainda que as conclusões expressas no gráfico anterior possam parecer exageradas, em face das possibilidades de avanço tecnológico e do aparecimento de sucedâneos ou modificações tecnológicas que impliquem modificação das funções de produção ou dos coeficientes de utilização desses recursos, não há dúvida de que os problemas dos esgotamentos de riquezas não-renováveis existem e devem ser enfrentados.

Como se disse, o domínio de um país sobre os seus recursos constitui um princípio de soberania.

Esse princípio deve ser conjugado com o fato de que nenhum recurso mineral constitui riqueza por si mesmo se jazer simplesmente intocável debaixo da terra. Ele terá valor na medida em que oferecido ao mercado propicie seu desfrute a quantos possam adquiri-los. Para que a soberania se exercite, pois, necessário se torna conhecer e dominar aquilo sobre o qual ela deva ser exercida.

Ninguém terá soberania sobre algo que se desconhece.

Os recursos de Minas Gerais

Conjugando tais princípios - a necessidade de manter a soberania sobre seus recursos, de aumentar as suas reservas minerais conhecidas e de explorá-las efetivamente, e, bem assim, sensibilizado pela importância que representam nossos bens minerais, cômico do imperativo de incentivar e racionalizar suas explorações, incrementando o interesse pelas pesquisas para descoberta e aproveitamento de novas jazidas -, o Governo de Minas Gerais, através da Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo, ordenou e a Metamig executou o presente estudo.

Nele se procura focalizar, em visão ampla e objetiva, os principais recursos minerais do Estado.

Tratando-se de um trabalho multidisciplinar procurou-se dar-lhe tanto quanto possível linguagem amena e acessível, aumentando-se o nível de profundidade na medida em que o leitor se familiarizar com a terminologia, com a importância e com o interesse de cada recurso mineral examinado.

Contribuição ao estabelecimento de uma política mineral particularizada ao Estado de Minas Gerais

O desenvolvimento de uma política mineral em Minas Gerais, entre outros aspectos, deve levar em consideração os objetivos, estratégia e o instrumento de ação a nível do Estado.

Objetivos essenciais

- agregar valores aos bens minerais, no âmbito local ou regional, mediante o enobrecimento dos produtos, proporcionando dessa maneira a geração de novos empregos e o aumento do valor da produção do Estado;
- desenvolver processos próprios de aproveitamento de cada minério;
- permitir que, através de métodos de lavra condizentes com as peculiaridades de cada bem mineral, as reservas sejam aproveitadas de modo a possibilitar maior longevidade dos empreendimentos mineiros;
- evitar que a lavra predatória inviabilize economicamente partes de depósitos minerais que possam ser lavrados futuramente;
- possibilitar aos organismos institucionais das regiões mineiras contribuição que, revertendo a essas comunidades, lhes assegure sobrevivência após a exaustão das jazidas.

Estratégia

- dificultar a implantação de indústrias de transformação primária de minérios em regiões não mineiras, visando a reduzir o impacto, hoje muito elevado, do custo do transporte de minério bruto sobre os preços finais dos bens a serem produzidos;
- definir condições mínimas, do ponto de vista técnico e metodológico, no que diz respeito à exploração das jazidas;
- investir na pesquisa e definição de reservas, planejando sua exploração em consonância com o desenvolvimento nacional e regional;
- limitar a participação estatal à atividade exploratória e aumentá-la, substancialmente, na infra-estrutura básica geológica e tecnológica do setor mineral, visando à geração de novas jazidas ou redefinição das existentes. Posteriormente esses empreendimentos deverão ser transferidos à iniciativa privada;
- definir os limites e formas de participação das empresas estrangeiras e suas subsidiárias, contratadas e coligadas nacionais na atividade primária de mineração;
- dificultar, a partir do Centro-Sul, a exportação de minérios não-beneficiados;
- estabelecer alíquota diferenciada do Imposto Único sobre Minerais (IUM), para o minério que não seja beneficiado na região produtora;
- impedir que as participações estaduais no Imposto Único sobre Minerais (IUM) sejam aplicadas em atividades outras que não as voltadas para o binômio MINERAÇÃO/TRANSFORMAÇÃO MINERAL.

Fundo de Desenvolvimento Mineral

O instrumento para gerenciar a política mineral no âmbito estadual será o Fundo de Desenvolvimento Mineral, o qual deverá ser instituído na recém-criada Secretaria de Minas e Energia, administrado em conjunto com a Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo.

Este Fundo será constituído essencialmente:

- da receita estadual oriunda do Imposto Único sobre Minerais - IUM, na sua totalidade;
- da receita resultante de participações e/ou rendimentos de qualquer natureza de sociedades de economia mista estaduais em empresas de mineração ou de transformação mineral;
- dos resultados que o Estado de Minas Gerais auferir como acionista, cotista, detentor de outros direitos, participações e/ou rendimentos de qualquer natureza em sociedade e/ou empresas integrantes do Sistema Operacional de Minas e Energia e naquelas cujo objetivo social predominante seja a mineração e a transformação mineral;
- das contrapartidas de convênios e contratos celebrados entre organismos da administração estadual, federal e/ou municipal;
- das contrapartidas advindas dos convênios e contratos com organismos internacionais de financiamento;
- das participações e doações de entidades públicas e privadas;
- pelas transferências de destinações orçamentárias próprias da Secretaria de Minas e Energia e de outras receitas.

A nível da Secretaria de Minas e Energia, este Fundo estará ligado à Superintendência de Produção Mineral, a qual será responsável pelo planejamento e execução da política mineral do Estado, junto com a Superintendência de Desenvolvimento Industrial da Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo.

Programa de ação

Para que Minas Gerais mantenha sua participação no produto mineral bruto do País a níveis satisfatórios e compatíveis com o seu desenvolvimento global, necessário se faz que algumas linhas programáticas sejam estabelecidas para o setor como um todo, destacando-se como as mais conspícuas as descritas a seguir.

AVALIAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICOS

Nesse plano programático urge que seja realizado o balanço dos conhecimentos geológicos existentes sobre o Estado de Minas Gerais, ordenando-os metodicamente em temas, separando-os em categorias de dados, a cartografia, a bibliografia, os dados fundamentais dos diversos tipos de prospecção e a econometria mineral, entre outros.

Essa avaliação permitirá a criação de um banco de dados geológicos, assim como os resultados de tal balanço permitirão a proposição de projetos específicos. Tais projetos integrarão os interesses dos órgãos governamentais e das empresas, com a visão de conjunto suficiente e voltada para as necessidades do Estado.

Nesse sentido o presente trabalho pode ser considerado o primeiro passo para a criação de uma memória geológica integrada em Minas Gerais.

INFRA-ESTRUTURA BÁSICA GEOLÓGICA

Há necessidade de uma ação continuada de busca, ordenação, análise e divulgação das informações básicas de geologia que possam imprimir uma ordenação segura e objetiva aos trabalhos do setor mineral.

Tal ação deverá implicar no desenvolvimento de trabalhos de infra-estrutura básica (mapeamento geológico, geofísica, geoquímica, estudos de resíduos pesados em aluviões e eluviões etc.), em escalas que permitam às empresas de mineração descobrirem novas jazidas.

Imprescindível a participação do capital estatal na fase de risco, concomitantemente com a iniciativa privada.

Paralelamente, deve-se incentivar investimentos no setor mineral visando ao desenvolvimento de tecnologia aplicável aos ambientes geológicos de Minas Gerais.

PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E INDUSTRIALIZAÇÃO

Um dos benefícios imediatos advindos da execução de uma política racional para a infra-estrutura básica será fatalmente o aumento da produção, seja pela descoberta de novas jazidas, seja pelo desenvolvimento de tecnologia para aproveitamento de reservas até então consideradas não-econômicas.

Por outro lado, a produtividade poderá ser melhorada através da racionalização das linhas de produção, tanto pela utilização de técnicas mais avançadas quanto por aquelas que venham a ser desenvolvidas.

Conseqüentemente, aumentando a produção e produtividade do setor, dar-se-á passo decisivo para incrementar sensivelmente o produto interno bruto do Estado.

Ademais, ao considerar-se o efeito multiplicador de benefícios econômicos (valor agregado), e sociais (geração de novos empregos), ocasionados pela transformação mineral, o aumento do PIB será consideravelmente maior, visto que cada cruzeiro da produção mineral quando transformado, no Estado de Minas Gerais, resulta em cerca de quatorze cruzeiros.

EXPORTAÇÃO

A liderança do Estado de Minas Gerais como exportador de bens minerais é incontestável, há muito tempo. Mais de 2/3 do valor da produção mineral foram exportados em 1980 para outros Estados e o exterior.

Essa posição, porém, com a entrada no mercado dos produtos oriundos da região de Carajás, poderá ser alterada substancialmente.

Todavia, para que se mantenha coerência lógica nas linhas programáticas mencionadas, é imperativo que se tente reverter os valores já mencionados, ou seja, que exportem 1/3 e se transforme o restante para exportar produtos mais enobrecidos.

Considerações finais

Para que se alcancem os objetivos delineados neste trabalho, dever-se-á incentivar a industrialização de bens minerais, mediante ação coordenada entre setores de produção e industrialização em Minas Gerais.

Esses são alguns dos aspectos fundamentais a serem considerados na formulação definitiva de um plano de ação para o setor mineral no Estado. Entretanto, cumpre destacar que essas linhas mestras deverão resultar em programas mais específicos, entre os quais se mencionam os seguintes como mais relevantes:

- insumos básicos para indústria siderúrgica;
- metais carentes, mormente zinco, chumbo, níquel, cobre, titânio e magnésio;
- insumos básicos para indústria mineral;
- insumos básicos para indústria de construção civil;
- insumos básicos para indústria química;
- recursos energéticos;
- metais nobres e gemas.

A formulação desse programa e sua execução, em conjunto com a Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo, deverão constituir, evidentemente, as primeiras atividades na Secretaria de Minas e Energia criada pelo atual Governo. Centralizando a atividade oficial de execução da política mineral, essa Secretaria afastará definitivamente um dos obstáculos que se tem anteposto ao desenvolvimento mineral do Estado: a superposição de funções e objetivos de diversos organismos sem a assistência de um órgão que os coordene e evite a trituração de esforços e recursos.

Plano de trabalho

O trabalho foi organizado para permitir que o interessado no conhecimento das riquezas minerais de Minas Gerais tenha, inicialmente, visão da geologia, através da sinopse feita.

Segue-se a síntese dos indicadores econômico-sociais globais da mineração no Estado, consolidando as informações contidas no capítulo seguinte, o principal, e que se refere ao Potencial Mineral de Minas Gerais.

Completando o estudo, alinham-se as empresas de mineração existentes e o índice das substâncias minerais conhecidas em cada município.

Os dados, aqui contidos, resultaram da compilação bibliográfica das principais publicações, relatórios e informações estatísticas, realizadas por órgãos federais e estaduais, assim como da literatura geológica e mineralógica encontrada.

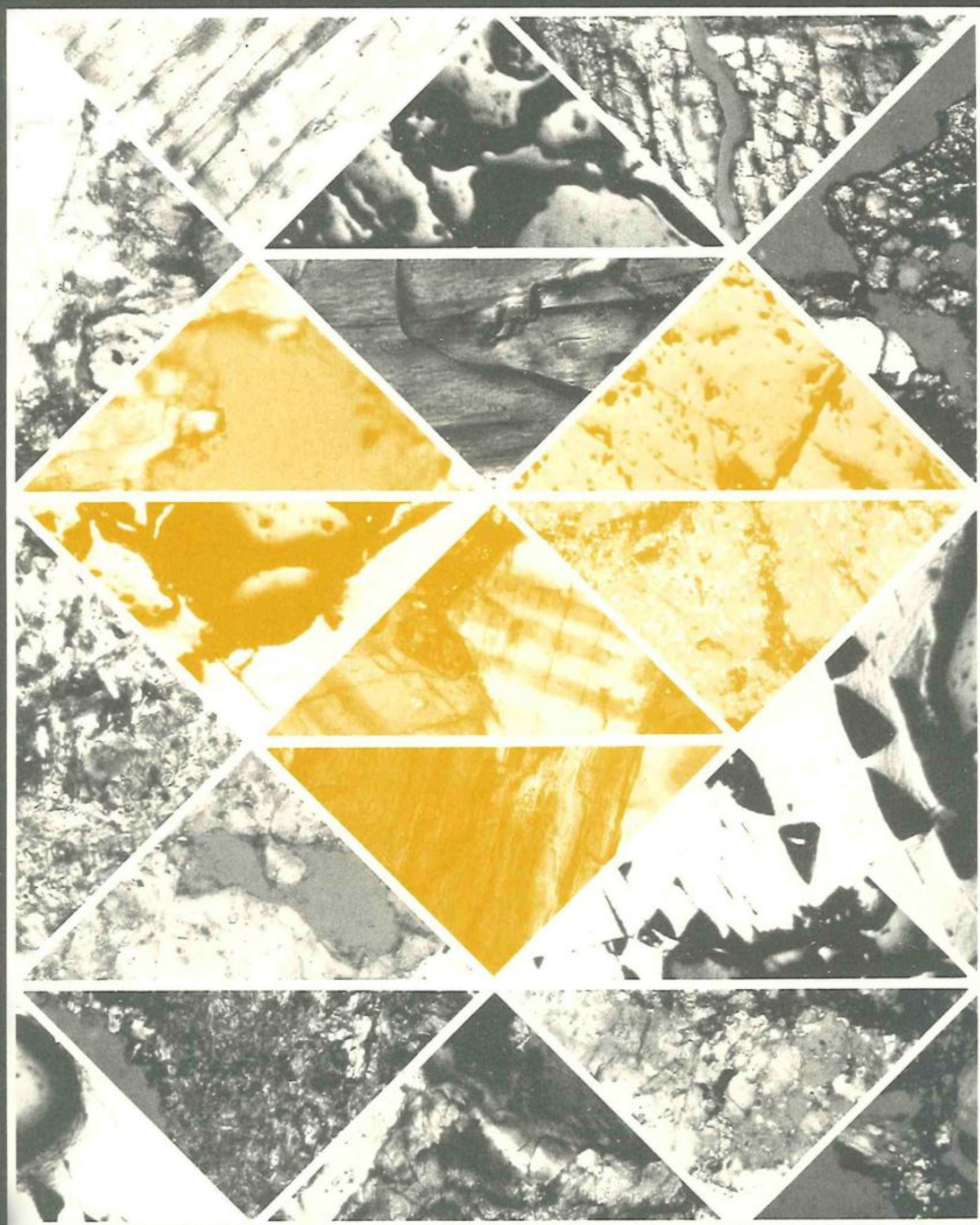
A disposição e profundidade dos assuntos tratados em cada capítulo são inseridos de forma a permitir que o leitor opte, se for o caso, em se dirigir a itens específicos. Se o interesse por determinado bem mineral concentrar-se apenas em saber onde o mesmo ocorre, sugere-se a consulta ao mapa que acompanha cada item do Potencial Mineral. Se, por outro lado, houver interesse em informações sobre os minerais, deve-se consultar o item Mineralogia, e assim por diante.

Belo Horizonte, setembro de 1982



Arnaldo Mendes Júnior
Presidente da METAMIG

Divisão política



Para efeito deste trabalho tomou-se como base a divisão política preconizada pelo Plano de Desenvolvimento Econômico Social do Governo do Estado de Minas Gerais 1972-76, dividindo-se o Estado em regiões, áreas e municípios.

Possivelmente não constitua a melhor divisão para o estudo específico das potencialidades minerais. Atende, porém, ao escopo e objetivo deste documento e permite a racionalização das referências agrícolas, minerais educacionais etc., extremamente úteis em termos de PLANEJAMENTO GLOBAL do Estado.

As regiões possuem particularidades que as caracterizam e individualizam, dessas as mais conspícuas são aqui mencionadas.

Região I - Metalúrgica e Campo das Vertentes

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- região fortemente polarizada como centro urbano-industrial, de significação nacional e integrada numa rede de centros urbanos-industriais complementares, que evitem o congestionamento da Grande Belo Horizonte;
- dinamizada, em parte, pelo eixo Rio-São Paulo; em parte por seu mercado interno crescente. Por sua vez se constitui em ponto de apoio, como abastecedora de produtos intermediários e como mercado principal, ao centro industrial de Pirapora.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Belo Horizonte como pólo principal do Estado;
- Barbacena, Conselheiro Lafaiete, Divinópolis, Sete Lagoas, Itaúna, Ipatinga, Coronel Fabriciano, Timóteo, Itabira - deverão suportar o processo de descentralização da rede urbano-industrial da região.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- indústrias básicas de alcance nacional aproveitando seus recursos naturais;
- mineração em grande escala (ferro);
- bens de capital (especialmente equipamentos para mineração);
- indústrias de bens intermediários de transformação, derivados de produtos básicos;
- estrutura diversificada das indústrias produtoras de bens de consumo;
- agricultura e pecuária diversificadas das intensivas e altamente tecnificadas;
- grande centro financeiro, administrativo e de serviços.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Belo Horizonte
2. Betim
3. Caeté
4. Capim Branco
5. Contagem
6. Esmeraldas
7. Ibirité
8. José de Melo
9. Lagoa Santa
10. Matozinhos
11. Nova Lima
12. Pedro Leopoldo
13. Prudente de Moraes
14. Raposos
15. Ribeirão das Neves
16. Rio Acima
17. Sabará
18. Santa Luzia
19. Taquaraçu de Minas
20. Vespasiano

Área Nº 2

1. Alvinópolis
2. Belo Vale
3. Bonfim
4. Brumadinho
5. Casa Grande
6. Catas Altas da Noruega
7. Congonhas
8. Conselheiro Lafaiete
9. Cristiano Ottoni
10. Crucilândia
11. Itabirito
12. Itatiaiuçu
13. Itaverava
14. Jeceaba
15. Mariana
16. Moeda
17. Ouro Branco
18. Ouro Preto
19. Piedade das Gerais
20. Queluzita
21. Rio Manso
22. Santana dos Montes
23. São Braz do Suaçuí

ÁREA Nº 3

1. Antônio Carlos
2. Barbacena
3. Barroso
4. Capela Nova
5. Caranaíba
6. Carandaí
7. Cassiterita
8. Coronel Xavier Chaves
9. Desterro de Entre Rios
10. Desterro do Melo
11. Dolores de Campos
12. Entre Rios de Minas
13. Ibertioga
14. Lagoa Dourada
15. Nazareno
16. Prados
17. Resende Costa
18. Ressaquinha
19. Ritópolis
20. Santa Bárbara do Tugúrio
21. São João del-Rei
22. São Tiago
23. Senhora dos Remédios
24. Tiradentes

ÁREA Nº 4

1. Carmo do Cajuru
2. Divinópolis
3. Florestal
4. Igarapé
5. Igaratinga
6. Itaúna
7. Mateus Leme
8. Onça de Pitangui
9. Pará de Minas
10. São Gonçalo do Pará
11. São José da Varginha

ÁREA Nº 5

1. Araçá
2. Baldim
3. Cachoeira da Prata
4. Caetanópolis
5. Cordisburgo
6. Fortuna de Minas
7. Funilândia
8. Inhaúma
9. Jaboticatubas
10. Jequitibá
11. Maravilhas
12. Papagaios
13. Paraopeba
14. Pequi
15. Santana de Pirapama
16. Santana do Riacho
17. Sete Lagoas

ÁREA Nº 6

1. Antônio Dias
2. Barão de Cocais
3. Bela Vista de Minas
4. Bom Jesus do Amparo
5. Conceição do Mato Dentro
6. Congonhas do Norte
7. Cel. Fabriciano
8. Dionísio
9. Ferros
10. Ipatinga
11. Itabira
12. Itambé do Mato Dentro
13. Jaguaráçu
14. João Monlevade
15. Marliéria
16. Morro do Pilar
17. Nova Era
18. Passabém
19. Rio Piracicaba
20. Santa Bárbara
21. Santa Maria de Itabira
22. Santo Antônio do Rio Abaixo
23. São Domingos do Prata
24. São Gonçalo do Rio Abaixo
25. São José do Goiabal
26. São Sebastião do Rio Preto
27. Timóteo

Região II - Mata

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- região que manterá uma urbanização dispersa e lento crescimento de sua população total. Sem centro de gravitação próprio e polarizada externamente por Belo Horizonte e Rio;
- região que deverá acelerar seu processo de urbanização e continuar a expulsar a população rural.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Juiz de Fora reforçará a sua situação de maior centro urbano-industrial da região; deverá ter seu crescimento estimulado para absorver população da região, aproveitando sua posição entre a Região I e o mercado do Rio de Janeiro;
- vários centros de tamanho médio, sem constituir uma rede integrada funcionalmente (Muriaé, Cataguases, Ubá, Santos Dumont);

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- Agroindústria açucareira, a partir de sua remodelação;
- indústria de laticínios, a partir de sua remodelação;
- indústrias alimentares em geral, a partir de sua remodelação;
- Especialização baseada na modernização da indústria têxtil e de vestiário;
- indústria metal-mecânica;
- indústrias cerâmicas;
- agricultura e pecuária de pequenas propriedades de cultivo intensivo, com irrigação suplementar onde possível e dirigida às agroindústrias, aos mercados urbanos locais e especialmente ao Rio, Vitória e Belo Horizonte.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Abre Campo
2. Acaiaca
3. Amparo da Serra
4. Barra Longa
5. Diogo de Vasconcelos
6. Dom Silvério
7. Jequeri
8. Piedade de Ponte Nova
9. Ponte Nova
10. Raul Soares
11. Rio Casca
12. Rio Doce
13. Santa Cruz do Escalvado
14. Santo Antônio do Gramma
15. São Pedro dos Ferros
16. Sericita
17. Urucânia

ÁREA Nº 2

1. Caiana
2. Caparaó
3. Caputira
4. Chalé
5. Divino
6. Espera Feliz
7. Lajinha
8. Manhauçu
9. Manhumirim
10. Matipó
11. Presidente Soares
12. Santa Margarida
13. Santana do Manhuaçu
14. São José do Mantimento
15. Simonésia

ÁREA Nº 3

1. Antônio Prado de Minas
2. Barão do Monte Alto
3. Carangola
4. Eugenópolis
5. Faria Lemos
6. Miradouro
7. Miraí
8. Muriaé
9. Patrocínio do Muriaé
10. Pedra Dourada
11. São Francisco do Glória
12. Tombos
13. Vieiras

ÁREA Nº 4

1. Além Paraíba
2. Argirita
3. Cataguases
4. Dona Eusébia
5. Estrela Dalva
6. Itamarati de Minas
7. Laranjal
8. Leopoldina
9. Palma
10. Pirapetinga
11. Recreio
12. Santana de Cataguases
13. Santo Antônio do Aventureiro
14. Volta Grande

ÁREA Nº 5

1. Aracitaba
2. Belmiro Braga
3. Bias Fortes
4. Bicas
5. Chácara
6. Chiador
7. Coronel Pacheco
8. Descoberto
9. Ewbank Câmara
10. Guarará
11. Juiz de Fora
12. Lima Duarte
13. Maripá de Minas
14. Mar de Espanha
15. Matias Barbosa
16. Mercês
17. Olaria
18. Oliveira Fortes
19. Paiva
20. Pedro Teixeira
21. Pequeri
22. Rio Preto
23. Rochedo de Minas
24. Santana do Deserto
25. Santa Rita do Ibitipoca
26. Santa Rita do Jacutinga
27. Santos Dumont
28. São João Nepomuceno
29. Senador Cortes
30. Simão Pereira

ÁREA Nº 6

1. Astolfo Dutra
2. Coimbra
3. Divinésia
4. Guarani
5. Guidoal
6. Guiricema
7. Piau
8. Piraúba
9. Rio Novo
10. Rio Pomba
11. Rodeio
12. São Geraldo
13. Silverânia
14. Tabuleiro
15. Tocantis
16. Ubá
17. Visconde do Rio Branco

ÁREA Nº 7

1. Alto Rio Doce
2. Araponga
3. Brás Pires
4. Cajuri
5. Canaã
6. Cipotânea
7. Dolores do Turvo
8. Ervália
9. Guaraciaba
10. Lamim
11. Paula Cândido
12. Pedra do Anta
13. Piranga
14. Porto Firme
15. Presidente Bernardes
16. Rio Espera
17. São Miguel do Anta
18. Senador Firmino
19. Senhora de Oliveira
20. Teixeiras
21. Viçosa

Região III - Sul de Minas

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- situação interpolar entre Belo Horizonte e São Paulo, podendo aproveitar a descentralização industrial de ambos os pólos;
- alto grau de urbanização difundida em muitos centros de porte médio, com a diretriz de acentuar a polarização em torno do núcleo urbano que seja capaz de irradiar os seus efeitos sobre a região;
- região de lento crescimento da população rural e rápido crescimento da urbana.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Itajubá, Lavras, Passos, Poços de Caldas, Pouso Alegre, Três Corações e Varginha;
- localização de um pólo irradiador;
- agroindústria.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- indústrias básicas (alumínio, celulose, fertilizantes);
- indústrias de bens de capital e intermediários (mecânica pesada, ligas de alumínio, refratários etc.);
- indústrias de laticínios;
- vitivinicultura;
- indústrias de componentes de bens de consumo durável;
- indústrias tradicionais com problema de remodelação;
- agroindústria;
- produção florestal de madeira para celulose e papel;
- agricultura especializada em café, fruticultura de clima temperado e horticultura;
- pecuária leiteira e suinocultura;
- pesca (em Furnas);
- grande produtora de energia elétrica;
- turismo nas Estâncias Hidrominerais.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Arceburgo
2. Bom Jesus da Penha
3. Cabo Verde
4. Capetinga
5. Claraval
6. Fortaleza de Minas
7. Guaranésia
8. Guaxupé
9. Ibiraci
10. Itamogi
11. Jacuí
12. Juruaia
13. Monte Belo
14. Monte Santo de Minas
15. Muzambinho
16. Nova Resende
17. São Pedro da União
18. São Sebastião do Paraíso
19. São Tomás de Aquino

ÁREA Nº 2

1. Alpinópolis
2. Alterosa
3. Areado
4. Capitólio
5. Carmo do Rio Claro
6. Cássia
7. Conceição da Aparecida
8. Delfinópolis
9. Passos
10. Pratápolis
11. São João Batista do Glória

ÁREA Nº 3

1. Alfenas
2. Boa Esperança
3. Campo do Melo
4. Campos Gerais
5. Coqueiral
6. Divisa Nova
7. Elói Mendes
8. Fama
9. Guapé
10. Ilicinea
11. Machado
12. Nepomuceno
13. Paraguaçu
14. Santana da Vargem
15. Serrania
16. Três Pontas
17. Varginha

ÁREA Nº 4

1. Aguanil
2. Bom Sucesso
3. Camacho
4. Campo Belo
5. Cana Verde
6. Candeias
7. Carmo da Mata
8. Carmópolis de Minas
9. Cláudio
10. Cristais
11. Formiga
12. Ibituruna
13. Itaguara
14. Itapeçerica
15. Oliveira
16. Passa Tempo
17. Pedra do Indaiá
18. Perdões
19. Piracema
20. Ribeirão Vermelho
21. Santana do Jacaré
22. Santo Antônio do Amparo
23. São Francisco de Oliveira
24. São Sebastião do Oeste

ÁREA Nº 5

1. Aiuruoca
2. Alagoa
3. Andrelândia
4. Arantina
5. Baependi
6. Bocaina de Minas
7. Bom Jardim de Minas
8. Carrancas
9. Carvalhos
10. Cruzília
11. Ijaci
12. Ingai
13. Itumirim
14. Itutinga
15. Lavras
16. Liberdade
17. Luminárias
18. Madre de Deus de Minas
19. Minduri
20. Passa-Vinte
21. Piedade do Rio Grande
22. Santana do Garambéu
23. São Tomé das Letras
24. São Vicente de Minas
25. Seritinga
26. Serranos

ÁREA Nº 6

1. Brasópolis
2. Bueno Brandão
3. Camanducaia
4. Cambuí
5. Consolação
6. Córrego do Bom Jesus
7. Cristina
8. Delfim Moreira
9. Dom Viçoso
10. Extrema
11. Gonçalves
12. Itajubá
13. Itamonte
14. Itanhandu
15. Itapeva
16. Maria da Fé
17. Marmelópolis
18. Munhoz
19. Paraisópolis
20. Passa Quatro
21. Piranguçu
22. Pouso Alto
23. São Sebastião do Rio Verde
24. Sapucaí-Mirim
25. Toledo
26. Virgínia
27. Wenceslau Brás

ÁREA Nº 7

1. Albertina
2. Bom Repouso
3. Borda da Mata
4. Cambuquira
5. Campanha
6. Cachoeira de Minas
7. Careçu
8. Carmo da Cachoeira
9. Carmo de Minas
10. Carvalhópolis
11. Caxambu
12. Conceição da Pedra
13. Conceição do Rio Verde
14. Conceição dos Ouros
15. Congonhal
16. Cordislândia
17. Espírito Santo do Dourado
18. Estiva
19. Heliódora
20. Inconfidentes
21. Jacutinga
22. Jesuânia
23. Lambari
24. Monsenhor Paulo
25. Monte Sião
26. Natércia
27. Olímpio Noronha
28. Ouro Fino
29. Pedralva
30. Piranguinho
31. Poço Fundo
32. Pouso Alegre
33. Santa Rita do Sapucaí
34. São Bento Abade
35. São Gonçalo do Sapucaí
36. São João da Mata
37. São José do Alegre
38. São Lourenço
39. São Sebastião da Bela Vista
40. Senador José Bento
41. Silvianópolis
42. Soledade de Minas
43. Três Corações
44. Turvolândia

ÁREA Nº 8

1. Andradas
2. Bandeira do Sul
3. Botelhos
4. Caldas
5. Campestre
6. Ibitiúra de Minas
7. Ipuíuna
8. Poços de Caldas
9. Santa Rita de Caldas

Região IV - Triângulo e Alto-Paranaíba**CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:**

- área de polarização reflexa, a partir do desenvolvimento de São Paulo e da Região I, com centros de irradiação interna à própria região;
- área de urbanização recente, com alta taxa de crescimento da população urbana;
- área de intermediação entre São Paulo, Goiás e Mato Grosso para abastecimento agropecuário a São Paulo.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Uberaba, Uberlândia, Araxá e Ituiutaba;
- equipamento urbano moderno que facilita a sua expansão.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- pecuária de carne extensiva nos cerrados e intensiva nas melhores terras;
- agricultura tecnificada e mecanizada;
- indústrias de base, em Araxá (fosfatos, nióbio);
- agroindústria à base de carne, curtumes, grãos, açúcar;
- indústrias tradicionais diversificadas, de alcance local;
- principal centro de reprodutores bovinos;
- Turismo e exploração de reservas hidrominerais.

Municípios**ÁREA Nº 1**

1. Cachoeira da Prata
2. Canápolis
3. Capinópolis
4. Centralina
5. Gurinhatã
6. Ipiacu
7. Ituiutaba
8. Santa Vitória

ÁREA Nº 2

1. Araguari
2. Monte Alegre de Minas
3. Tupaciguara
4. Uberlândia

ÁREA Nº 3

1. Abadia dos Dourados
2. Cascalho Rico
3. Coromandel
4. Cruzeiro da Fortaleza
5. Douradoquara
6. Estrela do Sul
7. Grupiara
8. Indianópolis
9. Monte Carmelo
10. Patrocínio
11. Romaria
12. Serra do Salitre

ÁREA Nº 4

1. Araxá
2. Campos Altos
3. Ibiá
4. Iraí de Minas
5. Nova Ponte
6. Pedrinópolis
7. Perdizes
8. Pratinha
9. Sacramento
10. Santa Juliana
11. Tapira

ÁREA Nº 5

1. Água Comprida
2. Campo Florido
3. Conceição das Alagoas
4. Conquista
5. Uberaba
6. Veríssimo

ÁREA Nº 6

1. Campina Verde
2. Comendador Gomes
3. Fronteira
4. Frutal
5. Itapagipe
6. Iturama
7. Pirajuba
8. Planura
9. Prata
10. São Francisco de Sales

Região V - Alto-São Francisco

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- região de crescimento induzido pelas Regiões I, IV e VI;
- não requer polarização interna porque estará bem conectada aos pólos dinâmicos das regiões mencionadas;
- urbanização, com alta taxa de crescimento, com poucos centros de tamanhos médios, e com tendência a formar faixas de irradiação urbana, ao longo das principais rodovias;
- a longo prazo e como segunda fase da descentralização da Região I (depois de 1990), tenderá a estabelecer uma polarização interna.

CENTROS PRINCIPAIS:

- centros urbanos distribuídos na poligonal de irradiação urbana, definida por Curvelo, Pirapora, Patos de Minas, Uberlândia, Araxá, Campos Altos e Luz;
- Patos de Minas por sua potencialidade, e como entroncamento importante da rede rodoviária nacional, tenderá a ampliar a sua área de influência, polarizando parte da própria região e das Regiões IV e VI.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- agricultura altamente tecnificada e diversificada com freqüentes áreas irrigadas;
- pecuária mista e suinocultura;
- algumas áreas especializadas na produção de reprodutores bovinos;
- agroindústrias à base de leite, carne, grão e oleaginosas;
- piscicultura;
- reflorestamento para proteção às bacias hidrográficas e produção de carvão vegetal e celulose;
- Metalurgia de zinco;
- indústria de celulose;
- indústrias tradicionais relativamente dispersas.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Arapuá
2. Carmo do Paranaíba
3. Guimarânia
4. Lagoa Formosa
5. Matutina
6. Patos de Minas
7. Rio Paranaíba
8. São Gonçalo do Abaeté
9. São Gotardo
10. Tiros

ÁREA Nº 2

1. Abaeté
2. Barreiro Grande
3. Biquinhas
4. Cedro do Abaeté
5. Felixlândia
6. Martinho Campos
7. Morada Nova de Minas
8. Paineiras
9. Pompéu
10. Quartel Geral

ÁREA Nº 3

1. Augusto de Lima
2. Buenópolis
3. Corinto
4. Curvelo
5. Inimutaba
6. Joaquim Felício
7. Monjolos
8. Morro da Garça
9. Pres. Juscelino
10. Santo Hipólito

ÁREA Nº 4

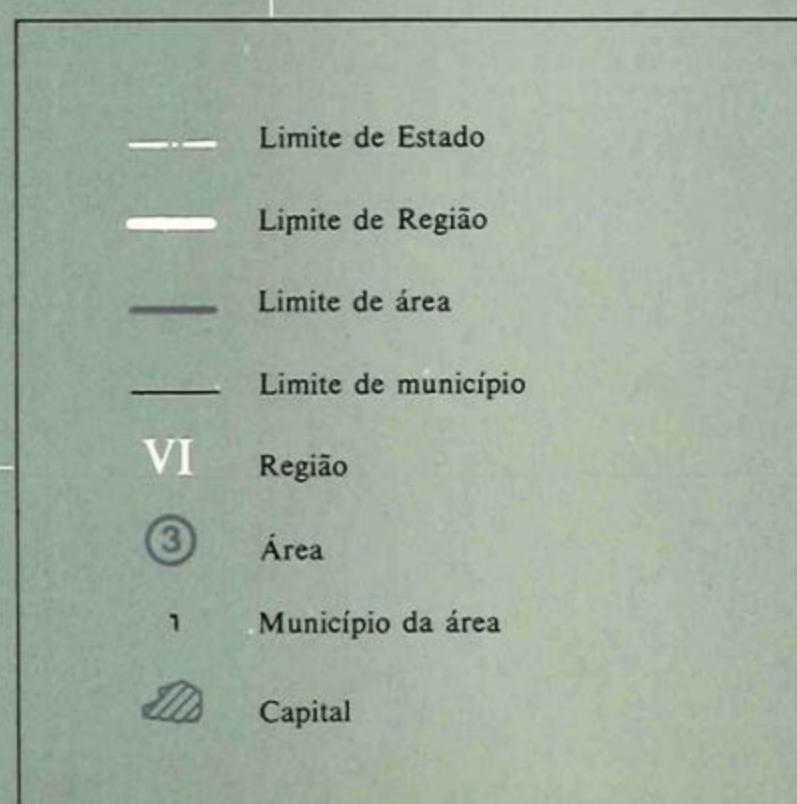
1. Araújos
2. Arcos
3. Bambuí
4. Bom Despacho
5. Conceição do Pará
6. Córrego Danta
7. Dolores do Indaiá
8. Doloresópolis
9. Estrela do Indaiá
10. Iguatama
11. Japaraíba
12. Lagoa da Prata
13. Leandro Ferreira
14. Luz
15. Medeiros
16. Moema
17. Nova Serrana
18. Páins
19. Perdígão
20. Pimenta
21. Pitangui
22. Pium-i
23. Santa Rosa da Serra
24. Santo Antônio do Monte
25. São Roque de Minas
26. Serra da Saudade
27. Tapiraí
28. Vargem Bonita

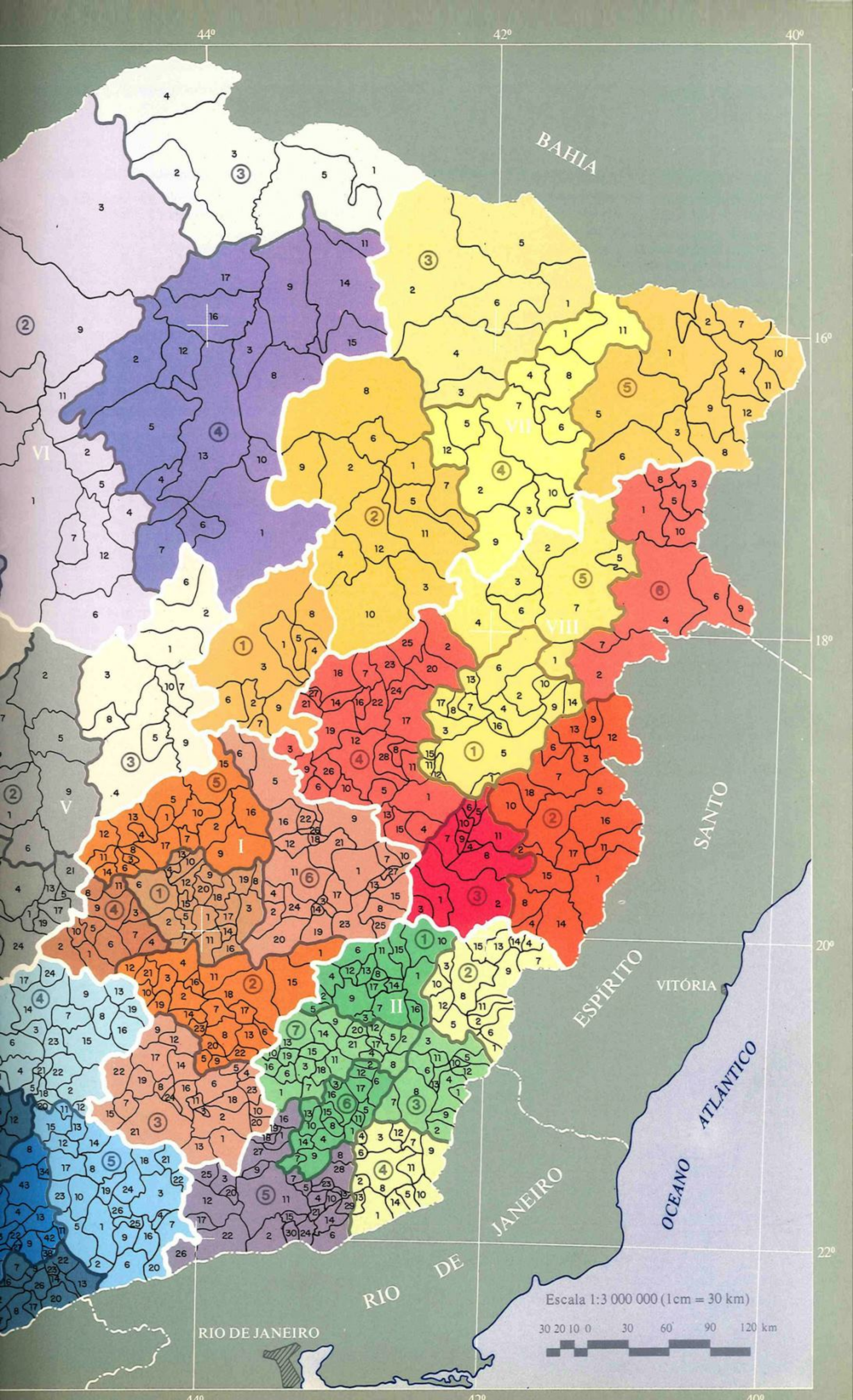


Governo de Minas Gerais
Secretaria de Indústria, Comércio
e Turismo
Metais de Minas Gerais S/A
METAMIG

GOIÂNIA

DIVISÃO POLÍTICA DE MINAS GERAIS





Região VI - Noroeste

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- região que, por suas condições, deve ser proposta como projeto de significação nacional;
- terá polarização marcada em Pirapora e Montes Claros, com urbanização acelerada e por irradiação ao longo do Médio-São Francisco;
- atividade rural estreitamente associada ao processo de urbanização pela sua tecnificação a nível de renda;
- centro urbano-industrial intermediário entre o Nordeste e o Centro-Sul, com grande capacidade de atração de população de outras regiões de Minas e Nordeste;
- uma das pontas-de-lança do processo de ocupação e desenvolvimento do interior do País.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Montes Claros continuará a desempenhar o seu papel irradiador em relação ao sertão e área baiana adjacente;
- Pirapora tem condições para se configurar como centro urbano de grande importância:
 - a) a médio prazo por ser o extremo-sul da região de incentivos da SUDENE e por sua proximidade dos recursos da indústria básica do Estado, se transformaria em centro de indústria de transformação para o mercado mineiro;
 - b) a longo prazo por sua posição geográfica no contexto nacional, dará origem e sustentação a uma das frentes de interiorização do desenvolvimento nacional;
- perspectiva de formação de uma rede de cidades ao longo do São Francisco;
- continuação do desenvolvimento das cidades na zona de influência de Brasília, como Paracatu, Unaí, etc.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- agricultura de irrigação de grande escala, tendo como requisito a modificação da estrutura fundiária;
- pecuária extensiva de carne com engorda intensiva e reservas de forragens irrigadas;
- agroindústrias (óleos vegetais, fibras, grãos, açúcar, carnes, derivados etc.);
- indústrias, na 1ª fase (até 1990), indústrias relativamente intensivas em capital, aproveitando os incentivos da SUDENE de transformação de matérias-primas e produtos intermediários provenientes de outras regiões;
- indústrias de apoio à criação de infra-estrutura regional (materiais de construção, estaleiros, implementos ligados à atividade de irrigação etc.);
- turismo;
- na segunda fase (após 1990) indústrias diversificadas dinamizadas pelo desenvolvimento do Médio-São Francisco;
- ampliação da área de agricultura de irrigação, altamente tecnificada, podendo alcançar até 800 mil hectares.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Arinos
2. Bonfinópolis de Minas
3. Buritis
4. Formoso
5. Guarda-Mor
6. João Pinheiro
7. Lagamar
8. Paracatu
9. Presidente Olegário
10. Unaí
11. Vazante

ÁREA Nº 2

1. Buritizeiro
2. Ibiaí
3. Januária
4. Jequitaiá
5. Lagoa dos Patos
6. Lassance
7. Pirapora
8. Santa Fé de Minas
9. São Francisco
10. São Romão
11. Ubaí
12. Várzea da Palma

ÁREA Nº 3

1. Espinosa
2. Itacarambi
3. Manga
4. Montalvânia
5. Monte Azul

ÁREA Nº 4

1. Bocaiúva
2. Brasília de Minas
3. Capitão Eneas
4. Claro dos Poções
5. Coração de Jesus
6. Eng. Navarro
7. Francisco Dumont
8. Francisco Sá
9. Janaúba
10. Juramento
11. Mato Verde
12. Mirabela
13. Montes Claros
14. Porteirinha
15. Riacho dos Machados
16. São João da Ponte
17. Varzelândia

Região VII - Jequitinhonha

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- população urbana reduzida com numerosos povoados rurais, nucleando a população agrícola complementar à atividade pecuária;
- centro urbano moderado em Araçuaí, apoiado na agricultura de irrigação e atividade de serviços;
- centro urbano moderado em Diamantina, polarizado por Belo Horizonte, tendo por base o turismo e as atividades educacionais.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Araçuaí deverá ser dinamizada como centro urbano regional, aproveitando sua posição de entroncamento rodoviário nacional;
- necessidade de criação de infra-estrutura urbana básica.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- pecuária de corte extensiva com núcleos especializados na produção de reprodutores;
- agricultura de irrigação em Araçuaí;
- a extensão das áreas propícias ao cultivo do abacaxi suportaria uma industrialização em grande escala;
- atividade de comércio e outros serviços e indústrias ligadas à pecuária;
- turismo em Diamantina e Serro.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Couto Magalhães de Minas
2. Datas
3. Diamantina
4. Felício dos Santos
5. Felisberto Caldeira
6. Gouveia
7. Pres. Kubitschek
8. Senador Modestino Gonçalves
9. Serro

ÁREA Nº 2

1. Berilo
2. Botumirim
3. Capelinha
4. Carbonita
5. Chapada do Norte
6. Cristália
7. Francisco Badaró
8. Grão-Mogol
9. Itacambira
10. Itamarandiba
11. Minas Novas
12. Turmalina

ÁREA Nº 3

1. Águas Vermelhas
2. Rio Pardo de Minas
3. Rubelita
4. Salinas
5. São João do Paraíso
6. Taiobeiras

ÁREA Nº 4

1. André Fernandes
2. Araçuaí
3. Carai
4. Comercinho
5. Cel. Murta
6. Itaobim
7. Itinga
8. Medina
9. Novo Cruzeiro
10. Padre Paraíso
11. Pedra Azul
12. Virgem da Lapa

ÁREA Nº 5

1. Almenara
2. Bandeira
3. Felisburgo
4. Jacinto
5. Jequitinhonha
6. Joaíma
7. Jordânia
8. Rio do Prado
9. Rubim
10. Salto da Divisa
11. Santa Maria do Salto
12. Santo Antônio do Jacinto

Região VIII - Rio Doce

CARACTERÍSTICAS DE POLARIZAÇÃO:

- a região deverá criar novos fluxos em direção aos portos do Espírito Santo e sul da Bahia, completando os atuais fluxos longitudinais de comércio através da Rio-Bahia;
- reforço do processo de bipolarização em torno de Governador Valadares e Teófilo Otoni, que desenvolverão funções novas de coleta e industrialização de carne e milho para fins de exportação;
- continuidade de seu intenso processo de urbanização em torno de alguns núcleos urbanos de tamanho médio.

CENTROS PRINCIPAIS:

- Governador Valadares, Teófilo Otoni, Nanuque, Caratinga.

ATIVIDADES ECONÔMICAS PRINCIPAIS:

- pecuária de corte no Norte e mista ao Sul;
- suinocultura (no Sul);
- produção de milho;
- alguns núcleos especializados em reprodutores de raça zebuína;
- agroindústria (milho, açúcar, laticínios, carne, curtume);
- reflorestamento para produção de carvão e celulose;
- indústria tradicional diversificada.

Municípios

ÁREA Nº 1

1. Alpercata
2. Campanário
3. Coroaci
4. Frei Inocência
5. Governador Valadares
6. Itambacuri
7. Marilac
8. Nacip Raydan
9. Nova Módica
10. Pescador
11. Santa Efigênia de Minas
12. São Geraldo da Piedade
13. São José da Safira
14. São José do Divino
15. Sardoá
16. Vila Matias
17. Virgolândia

ÁREA Nº 2

1. Aimorés
2. Alvarenga
3. Central de Minas
4. Conceição de Ipanema
5. Conselheiro Pena
6. Divino das Laranjeiras
7. Galiléia
8. Ipanema
9. Itabirinha de Mantena
10. Itanhomi
11. Itueta
12. Mantena
13. Mendes Pimentel
14. Mutum
15. Pocrane
16. Resplendor
17. Santa Rita do Itueto
18. Tumiritinga

ÁREA Nº 3

1. Bom Jesus do Galho
2. Caratinga
3. Córrego Novo
4. Dom Cavati
5. Eng. Caldas
6. Fernandes Tourinho
7. Iapu
8. Inhapim
9. São João do Oriente
10. Sobrália
11. Tarumirim

ÁREA Nº 4

1. Açucena
2. Água Boa
3. Alvorada de Minas
4. Belo Oriente
5. Braúnas
6. Carmésia
7. Coluna
8. Divinolândia de Minas
9. Dom Joaquim
10. Dolores de Guanhanes
11. Gonzaga
12. Guanhanes
13. Joanésia
14. Materlândia
15. Mesquita
16. Paulista
17. Peçanha
18. Rio Vermelho
19. Sabinópolis
20. Santa Maria do Suaçuí
21. Santo Antônio do Itambé
22. São João Evangelista
23. São José do Jacuri
24. São Pedro do Suaçuí
25. São Sebastião do Maranhão
26. Senhora do Porto
27. Serra Azul de Minas
28. Virginópolis

ÁREA Nº 5

1. Frei Gaspar
2. Itaipé
3. Ladainha
4. Malacacheta
5. Pavão
6. Poté
7. Teófilo Otoni

ÁREA Nº 6

1. Águas Formosas
2. Ataléia
3. Bertópolis
4. Carlos Chagas
5. Machacalis
6. Nanuque
7. Ouro Verde de Minas
8. Pampá (Fronteira dos Vales)
9. Serra dos Aimorés
10. Umburatiba

Bibliografia

MINAS GERAIS. Governador, 1971 - 1974 (Rondon Pacheco). Plano mineiro de desenvolvimento econômico e social 1971/76. Belo Horizonte. 1971. 292 p 2ex

Geologia



Aspectos gerais

Ao se realizar o resumo da geologia do Estado de Minas Gerais manteve-se a preocupação de dar uma visualização geológica concisa, porém ilustrativa, evitando ao máximo extensos textos cansativos.

Para tanto, preferiu-se tecer comentários somente a respeito da litologia, excluindo os aspectos tectônicos, as teorias sobre as formações das rochas, bem como a justificativa de seus posicionamentos na coluna estratigráfica. Assim, a divisão proposta ateve-se apenas a grandes intervalos de tempo, durante os quais ocorreram os aparecimentos das rochas.

Por se tratar de abordagem sucinta, não se teve a preocupação de elevar o nível além do que se achou necessário, justificando-se, portanto, qualquer limitação que se venha a apresentar.

Esta sinopse foi baseada, em sua maioria, na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, folhas de Belo Horizonte, Brasília, Goiânia, Paranapanema, Rio de Janeiro (Iguape e Vitória), Rio Doce e Salvador.

As referências bibliográficas não citadas ao final do capítulo estão contidas nas mencionadas Cartas Geológicas, as quais poderão ser obtidas nos órgãos governamentais competentes, especialmente no Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, do Ministério das Minas e Energia.

As rochas do Paleozóico, ocorrentes no sudoeste do Estado, não foram individualizadas, por não apresentarem nenhum interesse do ponto de vista econômico-científico até o momento.

A Geologia pode ser definida como a ciência que estuda a Terra em todos os seus aspectos, isto é, a constituição e estrutura do globo terrestre, as diferentes forças que agem sobre as rochas, modificando as formas de relevo e a composição química original dos elementos, a ocorrência e evolução da vida nas diferentes etapas da história física do planeta.

As diferentes litologias que, em um determinado ponto, constituem a litosfera, superpostas na ordem cronológica de sua formação, constituem o que se denomina uma Coluna Geológica ou Estratigráfica.

É sabido que a natureza das rochas que revestem uma região pode variar entre duas localidades bastante próximas, seja pelo desaparecimento de uma ou mais delas, seja pelo aparecimento de novas, seja pela modificação matamórfica das pré-existentes. Então, em uma mesma região, por mais restrita que seja, pode-se obter uma série de Colunas Geológicas, e que, tomando-se uma qualquer como termo de comparação, se pode e, pelo exame das demais, verificar quais os elementos que sobram ou que faltam. Pode-se assim organizar uma Coluna Estratigráfica Regional.

Analogamente procede-se para diversos Estados, países, continentes, chegando-se, então, ao estabelecimento de uma Coluna Geológica ou Estratigráfica padrão.

Naturalmente essas rochas são agrupadas em Eras, o que corresponde às grandes divisões do tempo geológico. Elas compreendem Períodos, de durações variadas, os quais se subdividem em Épocas, estas em Idades e as idades em Fases, citados no quadro ao lado.

Eras Pré-cambrianas

As eras pré-Cambrianas compreendem o período da história da Terra que precede às primeiras rochas que contêm organismos suficientemente bem-conservados para que se possa descrever a sua estrutura.

É certo, porém, que, pelo menos nos tempos do pré-Cambriano "A", deve ter havido abundância de formas vivas habitantes dos mares de então. Embora não se encontrem com frequência organismos propriamente fossilizados, são inúmeras as evidências indiretas de sua existência, como atestam as formações calcárias,

grafitosas e carbonosas, só atribuíveis à atividade de organismos e ao elevado grau de organização dos primeiros seres conhecidos na era seguinte. Pode-se afirmar que o aparecimento da vida deu-se nessa era, apesar de se ignorar a forma pela qual se iniciou.

Coluna geológica

ERA	PERÍODO	INTERVALO EM 10 ⁶ ANOS
CENOZÓICA	Quaternário	0 – 2
	Terciário	2 – 65
MESOZOÍCA	Cretáceo	65 – 135
	Jurássico	135 – 195
	Triássico	195 – 225
	Permiano	225 – 280
	Carbonífero	280 – 345
	Devoniano	345 – 395
PALEOZÓICA	Siluriano	395 – 435
	Ordoviciano	435 – 500
	Cambriano	500 – 600
PRÉ-CAMBRIANA		
PRÉ-CAMBRIANO "A"		570 – 1.100
PRÉ-CAMBRIANO "B"		1.100 – 1.800
PRÉ-CAMBRIANO "C"		1.800 – 2.500
PRÉ-CAMBRIANO "D"		2.500

Era Paleozóica

Na base da era Paleozóica, Período Cambriano, surgem sedimentos francamente fossilíferos, encontrando-se, perfeitamente desenvolvida, toda uma forma de vida marinha de invertebrados. No reino vegetal, dominaram as algas.

Surgem no Ordoviciano os primeiros crustáceos de grande porte, conhecidos pela denominação de "escorpiões do mar".

No Siluriano aumenta consideravelmente o número de formas de moluscos, além de surgirem os primeiros representantes dos vertebrados: os peixes, inteiramente diferentes dos atuais, couraçados e cartilaginosos. As primeiras terras emersas, onde possivelmente havia certa abundância de tipos primitivos de vegetais, já apresentavam também os primeiros animais terrestres - escorpiões e outros, descendentes provavelmente dos "escorpiões do mar".

No Devoniano, paralelamente ao desenvolvimento dos invertebrados marinhos, observa-se, principalmente, o extraordinário incremento da forma de peixes. Aparecem os primeiros anfíbios, assinalando o passo inicial dos vertebrados para a conquista definitiva das terras emersas, onde se processava a evolução dos insetos e surgiam os representantes da flora vascular, constituindo o prelúdio das enormes florestas do período posterior.

No período Carbonífero, concomitante ao desenvolvimento dos corais, moluscos etc., a flora alcança uma formidável pujança. Os seus representantes, árvores gigantes de 20 a 30 metros, vão constituir imensas florestas, revestindo zonas mais ou menos pantanosas em diferentes regiões, e cujo sepultamento originou, no Hemisfério Norte, a sua riqueza: o carvão de pedra.

Os insetos desta época são notáveis pelo seu grande porte, sendo encontradas diversas formas semelhantes às atuais, porém de dimensões maiores.

O período **Permiano**, último da era **Paleozóica**, assinala-se por prolongadas regressões marinhas. Nos mares e lagos interiores, ao secarem gradativamente, vieram a se formar depósitos de sal marinho, gipsita etc. Em outros locais, registraram-se intensas glaciações e fortes manifestações vulcânicas. A flora, outrora exuberante, foi substituída por uma vegetação modesta, que resulta da sua não-adaptação ao clima árido e árido desse período. O desenvolvimento dessa modesta flora ocorreu principalmente no Hemisfério Sul, originando jazidas de carvão de pedra, tal qual no período anterior. A fauna continua nesse período a denotar mais alto grau de especialização. Entre os vertebrados, encontram-se os peixes; surgindo os répteis, que aumentam grandemente em número e pronunciada especialização.

Era Mesozóica

Na era **Mesozóica** observa-se, em primeiro lugar, a acalmia na atividade vulcânica. Ao lado dessa acalmia, tiveram lugar as grandes transgressões marinhas, durante as quais a sedimentação se processou regular e ininterruptamente.

A flora **Mesozóica**, de modo geral, é bastante diversa da **Paleozóica**, surgindo os primeiros representantes dos vegetais superiores. No que se refere à fauna vertebrada, destacam-se o surgimento dos peixes ósseos e o aparecimento das ordens dos répteis: **Crocodylia**, **Dinosauria** etc. Desses répteis, muitos possuíam proporções gigantescas, e atingiram um esplêndido desenvolvimento. Daí ser designada "Era dos Répteis", embora estes se extinguissem durante o desenrolar da era, fossilizando-se totalmente. Outro fato importante dessa era foi o aparecimento dos primeiros representantes dos mamíferos. Atravessaram toda a era **Mesozóica** sem apresentar nenhuma evolução digna de nota. A fauna invertebrada teve significativo desenvolvimento.

Era Cenozóica

A era **Cenozóica** sucedeu à **Mesozóica** por meio do recrudescimento das atividades vulcânicas, surgindo como consequência novas cadeias de montanhas. As terras emersas adotam inéditas configurações geográficas, aparecendo novas terras e desaparecendo outras pré-existentes. A forma dos continentes, em meados do final da era, já se aproximava bastante da atual, havendo, presumivelmente, desmembrado ao terminar a era **Mesozóica**, no **Período Cretáceo**, um grande continente subequatorial, que compreendia a América do Sul, a África, as Índias, a Austrália e Antártida, este designado com o nome de **Gondwana**.

Nota-se nessa era uma grande frequência de rochas de origem orgânica, dada a abundância de agentes biológicos capazes de influir em sua gênese. É o caso de depósitos de linho e xistos sapropélicos encontrados na grande maioria das bacias lagunosas terciárias, jazidas de petróleo, depósitos de fosfatos etc.

O recrudescimento da atividade vulcânica deu lugar a novos tipos de rochas: os caudais ou lençóis de lavas, que recobrem as formações mais antigas. As erupções, em suas fases inicial e final originaram ricos depósitos tufáceos.

Quanto à fauna e flora, a era difere bastante da anterior. Na flora, as ordens desenvolvem-se e multiplicam-se extraordinariamente, encontrando-se no início do período Terciário representantes da atual. Para compensar o desaparecimento total dos grandes répteis da era **Mesozóica**, surge uma fauna gigantesca de mamíferos; hoje, integralmente extinta. Entre os seus diferentes tipos constitutivos, encontram-se muitos antepassados das formas atuais, sendo mesmo possível a reconstituição da genealogia de algumas delas, como por exemplo, as do elefante, do camelo etc..

No período Terciário têm-se encontrado indícios obscuros e duvidosos da existência do homem, trazidos por fragmentos de sílex, que parecem lascados intencionalmente. Isso não é, porém, prova irrecusável.

Os caracteres do período **Quaternário** se mostram, de modo geral, distinto dos demais. As formações são pouco ou nada litificadas, e comuns os depósitos de aluviões, flúvio-glaciais, eluviais etc., em sua maioria originados por ação fluvial ou glacial.

Sabe-se hoje que, durante a época **Pleistocênica**, o Hemisfério Norte foi sede de quatro intensivas e amplas glaciações, com fases interglaciais quando se processava o degelo, em vista da melhoria de clima.

A estas glaciações correspondiam, no Hemisfério Sul, períodos pluviais e diluviais, também separados por fases de melhoria de clima.

Por outro lado, a grande atividade vulcânica continuou naturalmente em franco decréscimo, com a deposição de tufos, os quais, algumas vezes, contêm restos de organismos. É o caso, por exemplo, do **Ptecanthropus Erectus**, encontrado na ilha de Java.

No ponto de vista da fauna, o **Quaternário** se distingue, antes de tudo, pela incontestável presença do homem, a partir dos mais antigos tempos do **Pleistoceno**, tendo sido mesmo possível a descoberta de vários fósseis humanos identificado como pertencendo a diversas raças, como os de **Heidelberg**, **Neanderthal**, **Crô-Magnon** etc. Juntamente com estes restos humanos, foram registrados vestígios da sua indústria primitiva, cujo estudo permitiu acompanhar a evolução de sua cultura.

Os mais antigos achados resumiram-se a armas e utensílios fabricados com sílex lascado, a seguir encontrados já com a pedra polida e demonstrando um maior grau de inteligência. São, enfim, localizadas armas e ferramentas trabalhadas em cobre, bronze e, finalmente, ferro.

Contemporaneamente ao homem primitivo, existiu no **Quaternário** uma rica fauna de mamíferos de grande porte, a qual está hoje completamente extinta pelas repetidas glaciações ou pelos freqüentes períodos pluviais.

Devido a essas glaciações é que se explica a presença, na América do Sul, de animais que se originaram em outras regiões, como na Europa e África e que migravam através dos continentes em busca de climas menos áridos.

A fauna inferior invertebrada do início do **Quaternário** é a mesma que a atual e muitos tipos superiores de vertebrados ainda hoje existem, salvo algumas formas extintas pela intervenção do homem. Quanto à flora, todos os seus representantes são ainda encontrados nos tempos atuais.

Com o avanço da Geologia, estudos mais detalhados das rochas foram sendo realizados, verificando diferenças de composições petrográficas e químicas, ocorrendo, portanto, separação entre elas. Estabeleceu-se então uma hierarquia entre as rochas dentro dos grandes intervalos de tempo em que surgiram, baseando-se na sua litologia. Assim, foram criados termos que englobavam rochas afins, quer de origem, quer de composição, tais como supergrupo, grupo, formação, ditas unidades litoestratigráficas.

Uma **Unidade Litoestratigráfica** é uma divisão das rochas de crosta terrestre distinguida e delimitada com base em caracteres litológicos.

Os limites entre unidades litoestratigráficas são situados ao nível das mudanças litológicas, proporcionando a máxima utilidade prática.

Formação geológica

Uma **Formação Geológica** é um conjunto de rochas ou de minerais que possuem características mais ou menos idênticas, quer de origem, quer de composição, quer de idade. A formação caracteriza uma idade e representa uma unidade relacionada com o tipo de rocha, ou seja, a litologia, e com a gênese ou origem dela.

As formações podem ser:

- **Fluviais**, quando as rochas se formaram a partir da sedimentação em rios;
- **Eólicas**, quando são produtos de sedimentação pelo vento provenientes de materiais como areias dos desertos;
- **Glaciárias**, quando decorrentes da sedimentação por geleiras;

- **Marinhas**, quando produtos originários de sedimentação nos mares;
 - **Vulcânicas**, quando originadas de lavas expelidas pelos vulcões; enfim, as formações podem ter várias origens.
- A denominação de uma formação consiste em uma designação litológica ou na palavra "formação" seguida de um nome geográfico. Exemplo: **Formação Sabará**, **Formação Moeda**, **Quartzito Cambotas**.

GRUPO – SUPERGRUPO

Um **Grupo** é um conjunto de duas ou mais formações de rochas.

Em certas áreas há necessidades para os estratígrafos do reconhecimento do termo **Supergrupo**, isto é, de associação formal de grupos inter-relacionados ou de formações e grupos.

A denominação de um grupo combina em geral um nome geográfico com o termo "**Grupo**" sem incluir designação litológica. Exemplo: **Grupo Bambuí**, **Grupo Caraça**, **Grupo Araxá**. E no "**Supergrupo**", como conceituado anteriormente, tem-se: **Supergrupo Minas** (associação dos Grupos Itabira, Piracicaba e Caraça), **Supergrupo Rio das Velhas** (associação dos Grupos Nova Lima e Maquiné).

Os mapeamentos geológicos básicos realizados e em realização em Minas Gerais permitem, na atualidade, a classificação das rochas ocorrentes no Estado de acordo com o tempo e os ambientes nos quais se formaram.

PETROGRAFIA

A descrição das rochas, ou seja, a sua **Petrografia**, é importante na medida em que fornece dados geológicos imprescindíveis à interpretação da origem das mesmas. E a origem, o ambiente de formação, o modo como elas ocorrem e, até mesmo o tempo em que se formaram, são fatores valiosos para se definir regiões promissoras do ponto de vista econômico, isto é, áreas passíveis de conter minerais-minérios de importância econômica.

Todos esses estudos carecem de aprofundamento para a obtenção de uma descrição mais real da Geologia do Estado.

IDADE DAS ROCHAS

Entretanto, com os dados atuais, existem condições de se demonstrar a existência em Minas Gerais de rochas muito antigas, ou seja, rochas que tiveram origem há mais de 0,6 bilhão de anos. Estas rochas são classificadas nos mapas geológicos como pertencentes à **Era pré-Cambriana**.

As rochas do **pré-Cambriano** ou rochas **pré-Cambrianas** compõem a maior parte da área do Estado e a elas se associam importantes mineralizações, de relevante interesse econômico, tais como as de ferro, ouro, calcário, zinco, chumbo, níquel, estanho e manganês.

Em Minas Gerais existem vários grupos e formações do **pré-Cambriano**.

Os **Grupos Bambuí** e **Macaúbas** são mais novos, compreendendo rochas com idade em torno de 600 milhões de anos.

Os **Grupos São João del-Rei** e **Itacolomi**; **Supergrupos Minas** e **Espinhaço**, que englobam rochas das regiões correspondentes de **São João del-Rei**, **Quadrilátero Ferrífero** e **Serra do Espinhaço**, são mais antigos que os Grupos **Bambuí** e **Macaúbas**.

Compõem-se de rochas mais transformadas, isto é, rochas mais metamórficas. São rochas que atravessaram pelo menos dois **Períodos Orogenéticos**, ou seja, períodos de estruturação de grandes montanhas na superfície do planeta, com vulcanismo e mudança de localização de mares e oceanos.

As mais antigas rochas de Minas Gerais, enfim, são as dos **Grupo Barbacena** e **Supergrupo Rio das Velhas**, e da **Formação Lafaiete**, que estiveram sujeitas a pelo menos três **Períodos Orogenéticos**. São muito importantes do ponto de vista econômico, por estarem associadas ao minérios de ferro, ouro, níquel, estanho e manganês.

Em determinados locais, essas rochas chegam a atingir idades de mais de 2,5 bilhões de anos. É possível até que, aqui no Estado, existam remanescentes da crosta primitiva do planeta, que se formou nos primeiros estágios da história da Terra.

Sobre esses grupos e formações antequíssimas repousam rochas cretácicas, ou seja, do Cretáceo.

Foi durante o Cretáceo que as rochas pré-Cambrianas serviram de fundo de mar para que outras rochas sedimentares se depositassem, principalmente em duas bacias marinhas.

Uma, bem individualizada no Triângulo Mineiro, separada de outra por uma antiga cadeia de montanha, que não mais existe, e que se situava no vale do rio Paranaíba.

A outra bacia marinha, ou o outro mar, se encontrava na região em que hoje se situam as cidades de Patos de Minas e São Gonçalo do Abaeté, estendendo-se até as regiões do Pirapora e Januária.

Foi também no período Cretáceo que se derramaram lavas basálticas que formaram basaltos ocorrentes no Triângulo Mineiro e que surgiram vulcões que derramaram lavas de composição alcalina nas regiões de Poços de Caldas, Araxá e Tapira. Essas rochas alcalinas contêm minérios importantes de nióbio, alumínio (bauxita) e urânio.

O conhecimento de tudo isso é essencial ao desenvolvimento de trabalhos geológicos relacionados com o descobrimento de jazidas minerais de interesse econômico e com a identificação das potencialidades do subsolo de Minas Gerais.

A seguir, vem uma descrição sucinta da geologia do Estado, compilada a partir das Cartas Geológicas mencionadas anteriormente e constante no mapa que acompanha este assunto. ■

Sinopse geológica

Coluna geológica em Minas Gerais

Era	Símbolo	
Cenozóica	T/Q	Coberturas Terciárias Quaternárias
Mesozóica	K	Formações Areado, Bauru, Mata da Corda e Urucuia
	JK	Grupo São Bento
	Kλ	Rochas Alcalinas
Pré-Cambriano "A"	PÇAS	Supergrupo São Francisco
	PÇAm	Outras Rochas Metamórficas
	PÇAγ	Rochas Ácidas
Pré-Cambriano "B"	PÇβ	Supergrupo Espinhaço - Grupos Araxá, Canastra e Itacolomi - Formação Ibiá
Pré-Cambriano "C"	PÇC	Supergrupo Minas
	PÇCm	Outras Rochas Metamórficas
Pré-Cambriano "D"	PÇD	Supergrupo Rios das Velhas e Formação Lafaiete
	PÇDm	Outras Rochas Metamórficas
Pré-Cambriano Indiferenciado	PÇi	Rochas Metamórficas
	PÇb	Rochas Básicas e/ou Ultrabásicas
	PÇγ	Rochas Ácidas e/ou Intermediárias

Pré-cambriano indiferenciado

Ocorrem três zonas de predominância - Nordeste, Sul e Triângulo Mineiro, com as seguintes representações no Estado de Minas Gerais:

- **Metatexitos ou Migmatitos** heterogêneos de composição tonalítica e granítica;
- **Diatexitos** de composição granítica e sienítica, com porfiroblastos de microclina;
- **Rochas Máficas e Ultramáficas** (serpentinitos, hornblenditos, piroxenitos, gabros e talcoxistos), ocorrem em corpos lenticulares, encaixados em metatexitos do Pré-Cambriano indiferenciado.

Registram-se mais a leste da serra do Espinhaço, no Nordeste do Estado, gnaisses, gnaisses kinzigíticos e quartzíticos.

Na porção Sul do Estado, situam-se:

- **Maciço de Ipuiuna**, na localidade homônima, de composição diorítica a granodiorítica e textura porfiroblástica;
- **Maciço Intrusivo de Porto de Mendes**, entre Campo Belo e Boa Esperança, de composição granítica;

- **Complexo de Campos Gerais**, que se estende de Nepomuceno até próximo de São Sebastião do Paraíso, onde predominam gnaisses, aparecendo também migmatitos, xistos básicos e ultrabásicos, micaxistos, quartzitos e rochas cataclásticas;
- **Intrusiva Alcalina de Ubari**, na localidade homônima, com sienito-gnaisse;
- **Gnaisse Alcalino de Matola**, no sul de São João del-Rei, entre Ibertioga e Piedade do Rio Grande, correspondendo a um stock alcalisienítico intrusivo no gnaisse regional, tendo sido gnaissificado e granitizado por metassomatismo no final do algonquiano, resultando num maciço gnáissico-quartzo-sienítico.
Existem, ainda, gnaisses nos municípios de Uberlândia, Araguari e Araxá, no Triângulo Mineiro.

Pré-cambriano D

Foram agrupadas aqui as rochas de idade acima de 2.500 milhões de anos, as quais ocupam a parte central de Minas Gerais, seguindo a direção nordeste, além de uma estreita faixa ao Norte que vai até o limite do Estado. Vários trabalhos foram realizados na tentativa de defini-las, podendo-se citar os de Barbosa (1954), Ebert (1955, 1956, 1957), Dorr et alii (1957, 1969), Guimarães (1967), Coutinho (1968), Calvacanti et alii (1977), entre outros.

SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS E FORMAÇÃO LAFAIETE

Supergrupo Rio das Velhas

Identificado por Dorr et alii (1957), com a expressão "Série Rio da Velhas", para designar a seqüência metavulcanoclástica que forma o embasamento do Supergrupo Minas, no Quadrilátero Ferrífero. Foi dividido pelo citado autor em duas unidades denominadas Grupo Nova Lima (inferior) e Grupo Maquiné (superior).

Grupo Nova Lima

Compõe-se predominantemente de clorita-xistos, quartzo-clorita-xistos, quartzo-clorita-sericita-xistos, filitos ferruginosos e talco-xistos. Apresenta intercalações descontínuas de quartzito, dolomito e formação ferrífera.

Grupo Maquiné

Constitui-se de quartzo-sericita-xistos, quartzito, quartzito sericítico, ocorrendo eventualmente horizontes conglomeráticos. É separado do grupo anterior por discordância. A localidade-tipo do **Supergrupo Rio das Velhas** situa-se na região de Nova Lima, Itabirito e Rio Acima, no vale do Rio das Velhas.

Formação Lafaiete

Essa formação foi definida por Ebert (1956), sendo seu nome originário do município de Conselheiro Lafaiete, onde ela foi inicialmente descrita. Compõe-se de micaxistos ricos em hornblenda, grauvacas, quartzitos, gonditos, hornblenditos, ultrabasitos que sofreram metamorfismo moderado. É situada entre o Grupo Barbacena e o Supergrupo Minas, aproximando-se deste último pelo baixo teor de feldspatos contidos nos seus xistos. Não aparecem, porém, os itabiritos que ocorrem naquele supergrupo. Deve-se ainda ressaltar os micaxistos finamente cristalinos, intercalados concordantemente por quartzitos ricos em andradita, análogos aos gonditos e que representam as matrizes mais freqüentes do minério de manganês.

GEOLOGIA

CENOZÓICO

T/Q Coberturas Terciárias/Quaternárias

MESOZÓICO

K Formações Areado, Bauru, Mata da Corda e Urucuiá
JK Grupo São Bento

Kλ Rochas Alcalinas

PRÉ-CAMBRIANO "A"

PεA Supergrupo São Francisco

PεAm Outras Rochas Metamórficas

PεAγ Rochas Ácidas

PRÉ-CAMBRIANO "B"

PεB Supergrupo Espinhaço - Grupos Araxá, Canastra e Itacolomi - Formação Ibiá

PRÉ-CAMBRIANO "C"

PεC Supergrupo Minas

PεCm Outras Rochas Metamórficas

ARQUEANO OU PRÉ-CAMBRIANO "D"

PεD Supergrupo Rio das Velhas e Formação Lafaiete

PεDm Outras Rochas Metamórficas

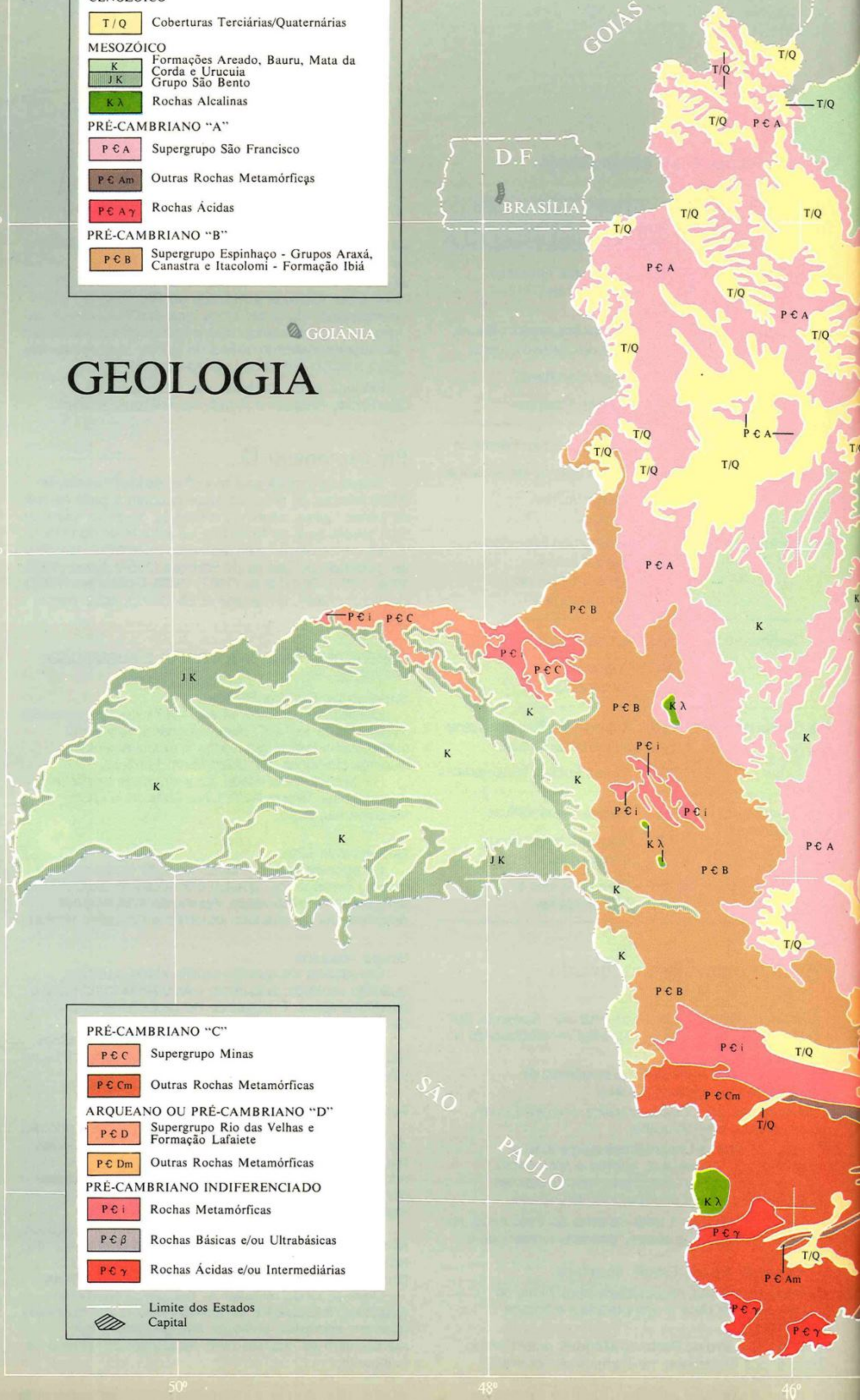
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

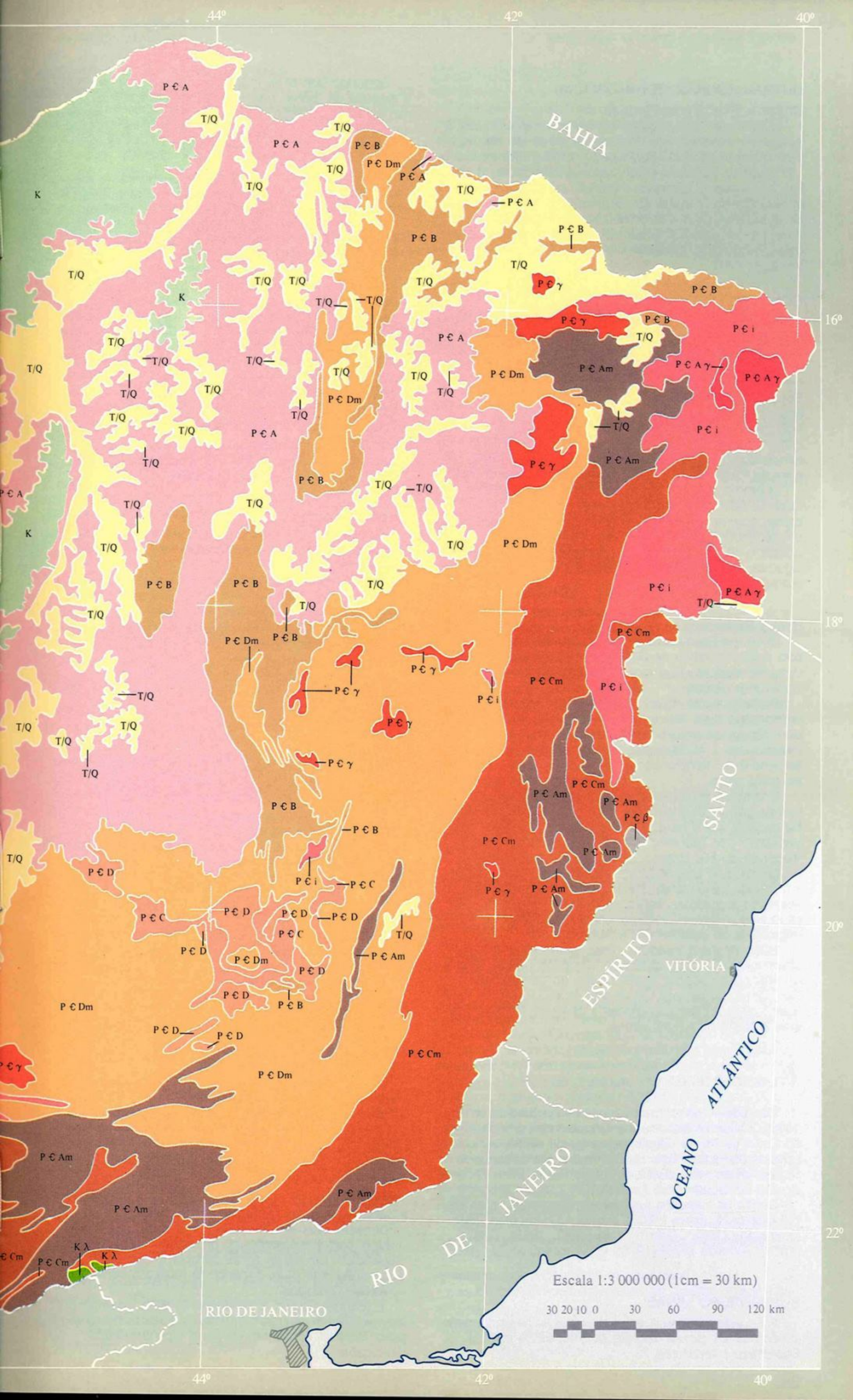
Pεi Rochas Metamórficas

Pεβ Rochas Básicas e/ou Ultrabásicas

Pεγ Rochas Ácidas e/ou Intermediárias

— Limite dos Estados
Capital





OUTRAS ROCHAS METAMÓRFICAS

Gnaisses Biotíticos de Piedade.

Surtem em contato com os gnaisses charnockíticos, a leste e encimados pelos gnaisses alcalinos do Matola, próximo da localidade de Piedade do Rio Grande.

Segundo Coutinho (1968), que as descreveu, é um tipo heterogêneo, em geral micáceo, contendo zonas de tipos porfiróides e outras tipo pegmatito. Sua mineralogia é de quartzo grosseiro, em matriz quartzo-feldspática, microclina, plagioclásio (mais abundante que o feldspato potássico), biotita, moscovita, além de epidoto e titanita.

COMPLEXO DO BAÇÃO

Localiza-se na parte centro-sul do Quadrilátero Ferrífero, entre Ouro Preto e Itabirito.

É constituído pelo granodiorito de Engenheiro Correa, o qual ocupa sua parte central, perifericamente, pelo granito-gnaiss de Itabirito, sendo encaixado no Supergrupo Rio das Velhas. O granodiorito mostra-se ligeiramente gnaissificado, de cor cinza-escura, equigranular, porém com fenocristais de microclina dispersos irregularmente. Seus componentes mineralógicos: plagioclásio, feldspato, quartzo, biotita, além de magnetita, moscovita, apatita, zircão e clinozoisita.

O granito-gnaiss é rico em biotita e microclina. Quando ocorrendo em fenocristais, se dispõe preferencialmente nas zonas onde existem maiores concentrações de máficos. Tem como acessórios a apatita, o zircão e o esfero. O granito-gnaiss mostra, em algumas áreas, passagens graduais a granodiorito e, em outras, a migmatitos.

Grupo Barbacena

O Grupo Barbacena foi criado por Barbosa (1954), sob a denominação de *Série*, para englobar um vasto conjunto litológico que formava o embasamento do Supergrupo Minas.

Posteriormente, Ebert redefiniu o grupo, o qual comportava duas fácies: uma, sedimentar, com dominância de micaxistos, e outras de rochas metabásicas e metaultrabásicas, formada de anfíbolitos, serpentinitos, hornblenditos, talco-xistos, clorita-xistos, tremolita-xistos.

É também englobado neste grupo todo o conjunto de rochas que se estende para leste e sul da cidade de Barbacena, até a faixa granulítica de Juiz de Fora, e passando por Tabuleiro, Mercês, Rio Pomba, Ubá, Visconde do Rio Branco, Dorcas do Turvo e outros.

Nessa área preponderam rochas vulcânicas básicas, em grande parte metamorfisadas e migmatizadas, que se associam a gnaisses listrados e migmatitos. Prevaecem anfíbolitos, gnaisses anfíbolíticos, anfíbio-xistos e migmatitos de paleossoma anfíbolítico.

Estão também inseridos nesse grupo os gnaisses charnockíticos, identificados por Coutinho (1968), a leste do Maciço do Matola, grande parte do denominado Complexo Lavras, por Cavalcante et alii (1977), do qual fazem parte rochas granulíticas e gnaisses facoidais da área a Norte de Nepomuceno.

Pré-cambriano C

Compõe-se de rochas de idade compreendida entre 1800 - 2.500 milhões de anos. Ocupam elas grande faixas no Leste de Minas Gerais, ao longo da divisa com os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, quase todo o Sul de Minas até a divisa com São Paulo, além de boa porção no Quadrilátero Ferrífero.

Dentre os trabalhos realizados sobre essas unidades, citam-se os de Derby (1906), Harder e Chamberlin (1915), Guimarães (1931), Dorr II et alii (1957, 1969), Ebert (1971), Almeida et alii (1976), e Cavalcanti et alii (1977).

SUPERGRUPO MINAS

Foi criado por Derby, sob a designação de *Série*, para especificar as rochas xistosas ocorrentes na serra do Espinhaço e arredores.

Segundo Dorr et alii (1957), as discussões posteriores a respeito da "série" basearam-se nas exposições das rochas do Quadrilátero Ferrífero, sem que se chegasse a uma definição da localidade-tipo. Os autores, portanto, propuseram o "aceite" do Quadrilátero Ferrífero como região-tipo para a "série".

Atualmente a designação foi alterada para **Supergrupo**, a fim de se conservarem as denominações consagradas na literatura sobre as suas divisões.

A divisão do Supergrupo Minas em três grupos - **Caraça**, **Itabira** e **Piracicaba**, tem sido adotada desde Dorr II et alii (1957).

Grupo Caraça

É considerado a base do Supergrupo Minas. Abrange as rochas clásticas ocorrentes entre a discordância com o Supergrupo Rio das Velhas, exposta no Quadrilátero Ferrífero e os sedimentos químicos pertencentes ao grupo que lhe sobrepõe.

Foi dividido em duas formações:

- **Moeda** — constituída de quartzitos, conglomerados e filitos, que ocorrem como lentes de dimensões variadas;
- **Batatal** — concordante com a formação anterior, composta de filito sericítico, localmente com grafita, clorita, quartzo e matéria carbonosa.

Grupo Tamanduá

Posteriormente, 1961, Simmons e Maxwell criaram uma nova unidade, a qual denominaram de **Grupo Tamanduá**.

Possui posição estratigráfica indefinida, sendo colocado como base da *Série* Minas por Dorr II (1969), como parte superior do Supergrupo Rio das Velhas, por Simmons e Maxwell (1961), e correlacionado ao Supergrupo Espinhaço, por Teixeira da Costa et alii (1966).

É compreendido por uma única formação — o Quartzito Cambotas, que inclui quartzitos, xistos filíticos e quartzíticos.

Grupo Itabira

É de origem química e dividido em duas formações:

- **Cauê** — composta de itabirito, itabirito dolomítico e anfíbolítico, com pequenas lentes de filito e mármore;
- **Gandarela** — tem passagem gradacional com a Formação Cauê, constituída de mármore, mármore dolomítico e calcítico, contendo filito dolomítico, filito e formação ferrífera dolomítica. As camadas basais são representadas por itabirito dolomítico.

Grupo Piracicaba

Compõe-se de sedimentos clásticos, compreendendo as seguintes formações:

- **Cercadinho** — constituída de camadas interestratificadas de quartzito ferruginoso ou não, filito ferruginoso e prateado (aspecto sedoso, contendo sericita e hematita sob a forma de especularita). Os filitos são as rochas mais abundantes da formação;
- **Fecho do Funil** — consiste de filito dolomítico, filito, siltito e dolomito impuro. São comuns lentes de mármore. Seu contato com a formação anterior é concordante e gradacional;
- **Taboões** — é um ortoquartzito equigranular, maciço, de granulação fina. Possui contato gradacional com a Formação Fecho Funil;
- **Barreiro** — formação composta essencialmente de filitos rosa, cinza-claro e filito grafitoso. A passagem do Quartzito Taboões para essa formação é gradacional;
- **Sabará** — é estruturalmente concordante com a Formação Barreiro, formada por micaxistos e clorita-xistos, com intercalações de grauvacas, subgrauvacas e quartzitos. Em várias áreas de ocorrência dessa formação, sua parte superior se mostra afetada por intrusão granítica.

É comum ocorrer a "formação ferrífera", francamente laminada, além de finas camadas de quartzito muito fino e puro. Essa formação representa o topo do Grupo Piracicaba.

OUTRAS ROCHAS METAMÓRFICAS

Complexo Varginha-Guaxupé

Sob este nome reúne-se diversos conjuntos de rochas das fácies anfibolito e granulito, geralmente migmatizadas, com associação de maciços graníticos de textura e granulações diversas, divididos em domínios.

Domínio Gnáissico-Granulítico

Embora a associação mineralógica não seja típica da fácies granulito, os caracteres texturais e estruturais são característicos desse fácies.

Como minerais freqüentes, pode-se citar a granada e cianita, havendo em certos locais abundância de biotita. É comum aparecerem lentes de rochas calco-silicatadas (plagioclásio, diopsídio, tremolita, carbonato), como também corpos anfibolíticos. Os melhores afloramentos encontram-se nos municípios de Varginha, Três Pontas e Carmo da Cachoeira.

Domínio Granulítico

Mostra contato gradativo com outros complexos, quando são, então, granatíferos. Nas porções granitizadas, associam-se a granitóides mais ou menos homogêneos. São comuns em biotita-hornblenda-granulitos, lentes de quartzito.

Segundo Oliveira (1974), "os tipos básicos se aproximam de gabros e noritos, os intermediários, de quartzo monzonitos e dioritos e, os ácidos, de granitos". Esse conjunto está presente nas regiões de Varginha, Elói Mendes, Alfenas, Muzambinho.

Domínio Migmatítico

Representa a maior parte da área abrangida pelo complexo, ocorrendo nos municípios de Cabo Verde, Caconde, Paraguaçu, Carvalhópolis. Pode ser dividido nos conjuntos migmatíticos:

- **Migmatitos granulíticos** — caracterizado por paleossomas de rochas granulíticas, às vezes espécimes altamente quartzosas, correspondendo à denominação de migmatitos quartzíticos. São encontradas ainda paleossomas de rochas calco-silicatadas de alto grau metamórfico;
- **Migmatitos anfibolíticos** — ocorrem associados aos termos anteriores, exibindo estruturas variadas. O neossoma quartzo feldspático ou granitóide é de granulação média a pegmatóide. Encontram-se ainda tipos formados por andesina-hornblenda-biotita-quartzito; e hornblenda-hiperstênio-plagioclásio-biotita.

Grupo Amparo

O nome deriva da localidade homônima, e o Grupo foi estudado por Wernick (1967), e posteriormente por Ebert (1971). É constituído de gnaisses e migmatitos, mas inclui outros tipos litológicos, possuindo a seguinte individualização:

- **Conjunto gnáissico-migmatítico** — como tipo representativo, aparecem migmatitos, às vezes tectonizados com faixas cataclásticas. Subordinadamente, ocorrem rochas quartzíticas, anfibolitos, metaultrabasitas, ultrabasitas (peridotitos e piroxenitos), rochas calco-silicatadas, gonditos e dioritos. Localizam-se nos municípios de Maria da Fé, Pedralva, Carmo de Minas, São Gonçalo do Sapucaí, Monsenhor Paulo, Careagu;
- **Conjunto de charnockitos e granulitos** — as principais ocorrências dessas rochas acham-se nos municípios de Cristina, Cambuí e Extrema. Em vários locais apresentam-se, como expressivos, corpos metassomatizados, homogêneos, exibindo ainda estrutura granulítica, sem hiperstênio e com pouca ou nenhuma hornblenda. Os charnockitos ou hiperstênio granulitos estão representados por espécimes de cores escuras: esverdeados, cinza-esverdeados, com granulação de fina a grossa. Os contatos são geralmente gradacionais, aparecendo situações em que passam a corpos graníticos porfiroblásticos.
- **Migmatitos e rochas associadas** — os migmatitos são os termos mais abundantes e representados por diversos tipos estruturais. O paleossoma pode ser de granulito, anfibolito ou biotita-gnaiss. Em função desses paleossomas, pode-se falar em migmatitos granulíticos, anfibolíticos e migmatitos granitóides. São ocorrentes na região de Itajubá.

Pré-cambriano B

As rochas de idade compreendida entre 1.100 - 1.800 milhões de anos, correspondentes ao Pré-cambriano B, afloram na região do Triângulo Mineiro, sudoeste e região central de Minas Gerais, mais precisamente na serra do Cabral e serra do Espinhaço, com prolongamento até a divisa com o Estado da Bahia.

Essas rochas foram estudadas por vários geólogos, podendo-se citar Harder e Chamberlin (1915), Draper (1920), Moraes Rego (1931), Guimarães (1931), Barbosa (1955), Guild (1960), Pflug (1968), Dorr II (1969), Schol e Fogaça (1979).

GRUPO ARAXÁ

Barbosa definiu, no planalto Araxaense, o Grupo Araxá, composto de quartzo-siricita-moscovita-xistos, intercalados com clorita-xistos-calcíferos, associados a rochas básicas, migmatitos e quartzitos grosseiros subordinados. Ocupa a bacia do rio Quebra-anzol, na região de Araxá, se estende para o norte até o rio Paranaíba.

De modo geral, os quartzitos ocorrentes na região não são expressivos, consistindo de lentes e delgados leitos, tal como o que circunda o Domo do Barreiro, que se apresenta parcialmente fenitizado pelas intrusivas.

Os micaxistos, embora dobrados em conjunto com as rochas granito-gnáissicas, segundo Barbosa et alii (1970), acham-se sobrepostos àquelas rochas.

O contato inferior do grupo com o complexo basal é por discordância angular. E o superior com as unidades sedimentares é sempre discordante erosivo.

GRUPO CANASTRA

Depositado discordantemente sobre o Grupo Araxá, o Grupo Canastra se constitui predominantemente de quartzitos, quartzitos-micáceos e filitos diversos, associados aos quartzitos grafitosos.

Ocupa a região da bacia do Alto-rio Araguari, interflúvio dos rios Quebra-Anzol e Paranaíba, acompanhando a bacia do rio Grande até a cidade de Cristais. A associação mineralógica dos filitos basais do grupo permite situá-lo na **Fácies - Xistos-Verde**, de Winckler (1965), ou Fyfe, Turner (1966).

SUPERGRUPO ESPINHAÇO

O Supergrupo Espinhaço se distribui em uma direção N-S, que se estende desde o Quadrilátero Ferrífero até o norte do Estado, atingindo o Estado da Bahia:

Deposita-se discordantemente sobre o pré-Cambriano C e o pré-Cambriano Indiferenciado, com dobramentos holomórficos, estruturas em escamas e isoclinais de grande amplitude. Os esforços são de E para W evidenciados pelas falhas de empurrão e pela vergência das dobras.

São seqüências quartzíticas que constituem a cordilheira homônima do Grupo Espinhaço.

Levando-se em conta o ambiente sedimentológico, pode-se subdividir o Supergrupo Espinhaço em três compartimentos: um, basal (Formações São João da Chapada e Sopa-Brumadinho), depositados em ambientes de sedimentação rasa e de alta energia; outro, intermediário (Formações Galho do Miguel e Santa Rita), com deposição mais profunda, inicialmente bastante enérgica, passando posteriormente a mais calma; e, o terceiro, unidades superiores (talvez com exceção da Formação Rio Pardo Grande), com depósitos em águas pouco profundas e de baixa energia.

A caracterização das unidades descritas a seguir se baseia nos trabalhos de Pflug (1968), e nos mais recentes de Scholl & Fogaça (1979).

Formação São João da Chapada

Predominam quartzitos na base e no topo, separados por um nível pouco espesso de rochas magmáticas, subdividida em três níveis:

- metabrechas oligomíticas de quartzito e metaconglomerados polimíticos de quartzito e quartzito;
- composto por filito hematítico;
- quartzito de granulação média a grosseira, em bancos contínuos.

Formação Sopa Brumadinho

Embora caracterizada por evidenciar mudanças de fácies, Scholl (1979) individualizou três níveis:

- constituído por uma fácies de filitos quartzosos e quartzitos micáceos;
- com duas fácies, uma com quartzitos grosseiros, localmente com seixos e com elevado teor de óxidos de ferro;
- a outra, com metaconglomerados polimíticos com intercalação de quartzitos grosseiros, constituído por filitos e metassiltitos, com intercalações de metabrechas quartzíticas.

Formação Galho do Miguel

É composta de quartzitos e caracterizada por apresentar mega estratificação cruzada.

Formação Santa Rita

Constituída por filitos, quartzitos sericíticos e metassiltitos. Diques de arenito são típicos.

Formação Córrego dos Borges

É composta de quartzitos micáceos de granulação fina. Foi observada por Pflug (1968), uma brecha intraformacional de material quartzítico.

Formação Córrego da Bandeira

Distingue-se das outras formações pela alternância de filitos, quartzitos e metassiltitos.

Formação Córrego Pereira

Composta exclusivamente por quartzitos, contendo pequena porcentagem de feldspato, micáceos na base e no topo.

Formação Rio Pardo Grande

Constituída principalmente de filitos, em parte ricos em hematita e manganês, ocorrendo bancos de quartzito e dolomito.

Grupo Itacolomi

Encontra-se em discordância angular sobre o Supergrupo Minas. Foi considerado por Dorr II (1969), como constituído por duas fácies, sendo uma quartzítica e outra bastante filítica.

A primeira ocorre na região de Ouro Preto e Mariana, consistindo de quartzito conglomerático com sericita, lentes de conglomerado e intercalações de filito.

A segunda, ocorrente no morro Santo Antônio, no distrito de São Julião, é composta de quartzitos sericíticos, com camadas e lentes de conglomerado e filito. A abundância de material argiloso distingue esta fácies da anterior.

Formação Ibiá

É facilmente reconhecível no campo pelos seus calcoxistos verdes com lentes, cordões e "olhos" de quartzito branco. Além disso, seria nitidamente discordante da Formação Canastra, discordância esta marcada por um conglomerado que pode ser observado no rio Paranaíba, a noroeste de Coromandel.

Esse conglomerado contém seixos predominantes do quartzito Canastra.

Pré-cambriano A

As rochas do Pré-Cambriano A, à exceção do Triângulo Mineiro, ocorrem praticamente em todo o território do Estado. Suas idades são estimadas em 570-1.100 milhões de anos. Inúmeros trabalhos foram publicados a respeito delas, podendo citar os de Derby (1881), Rimann (1917), Moraes e Guimarães (1930), Ebert (1955-1971), Andrade Ramos (1956), Branco e Costa (1960), Barbosa (1965), Braun (1968), Leonardos Jr. et alii (1971), Pflug e Renger (1973), Wernick et alii (1976), Cavalcanti et alii (1977), e outros.

SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

Inicialmente denominado **Série Lavras de Minas**, por Moraes (1929), estudada na borda da serra do Espinhaço, constituída por filitos, arenitos e conglomerados. Atualmente, com a denominação de **Supergrupo**, é dividido em dois grupos, **Grupo Bambuí** e **Grupo Macaúbas**, depositados durante o Ciclo Brasileiro, na área de influência do Craton São Francisco, em condições de plataforma ou cinturões móveis.

Grupo Macaúbas

Foi descrito por vários autores, que o dividiram em formações, sendo da base para o topo, as seguintes:

- **Formação Califorme** – constituída por quartzitos imaturos com intercalações de conglomerado;
- **Formação Terra Branca** – composta de filitos com seixos de quartzitos, quartzito leitoso, gnaiss, diabásio e outros, com intercalações de quartzitos e metassiltitos. É subdividida em três fácies:
 - Jequitaiá-glacial terrestre,
 - Caçaratiba-glacial marinho,
 - Turmalina-glacial marinho.
- **Formação Carbonita** – compõe-se de quartzitos, siltitos e xistos verdes.

Este grupo se encontra em discordância sobre o Supergrupo Espinhaço e o pré-Cambriano Indiferenciado.

Grupo Bambuí

Dardenne (1978, 1979), propõe a divisão deste grupo em seis formações:

- **Formação Jequitaiá** – composta por um paraconglomerado com matriz argilosa esverdeada com seixos de quartzitos, calcários, dolomitos, chert, gnaisses, micaxistos, granitos e rochas vulcânicas;
- **Formação Sete Lagoas** – representada por uma sequência margosa e pelítica, onde aparecem lentes carbonatadas de todas as dimensões (calcários oolíticos, calcários, calcários dolomíticos, dolomitos, dolomitos-sacaróides com oólitos e outros). O contato desta formação com a Formação Jequitaiá é concordante;
- **Formação Serra de Santa Helena** – composta de folhelhos, ardósia e siltitos, com intercalações de arenitos finos;
- **Formação Lagoa do Jacaré** – formada por intercalações de calcários oolíticos e pisolíticos, mármore, siltitos, ardósias e margas;
- **Formação Serra da Saudade** – constituída principalmente por folhelhos, argilitos e siltitos verdes;
- **Formação Três Marias** – caracterizada por arcósios e siltitos verdes. Essa formação se encontra sobre a Formação Serra da Saudade.

O Grupo Bambuí ocupa toda a região Centro-Norte de Minas Gerais, e é, em resumo, constituído por calcários e dolomitos, siltitos, ardósias, arcósios, arenitos e conglomerados em posição subhorizontal, com mergulho mais acentuado nas bordas da bacia devido às perturbações locais.

Atualmente as rochas do nordeste do Estado que eram tidas como de idade Bambuí (Sequências Vazante e Paracatu) são consideradas de idade Espinhaço (Grupo Paranoá) - Couto e Bez 1981.

OUTRAS ROCHAS METAMÓRFICAS**Grupo Itapira**

Situa-se nos municípios de Monte Sião e Jacutinga, no Sul de Minas, na divisa com o Estado de São Paulo.

Ocorre num mega anticlinal composto por micaxistos, quartzitos, metarcósios e metagrauvacas.

Grupo Lambari

Ocorre na região de Lambari, Campanha e Três Corações, composto por metagrauvacas, metarcósios finos e quartzitos.

Gnaisses e Xistos Granatíferos

Encontra-se no extremo-leste do Complexo Varginha-Guaxupé. O contato com o Grupo São João del-Rei faz-se por meio de falha de empurrão.

Formação Eleutério

Ocorre do lado NW do Grupo Itapira, composto por uma sequência molassóide de arenitos arcósios, arcósios, siltitos e brechas sedimentares, distribuídos em uma faixa de direção NE-ESE.

Formação Pouso Alegre

Situa-se a N-NW da cidade de Pouso Alegre. São sedimentos molassóides de arcósios, arenitos feldspáticos, margas, siltitos e conglomerados, com metamorfismo da Fácies Xisto-Verde.

Grupo Andrelândia

Abrange parte dos municípios de Santos Dumont, Bias Fortes, Piedade de Minas e Madre de Deus, estendendo-se continuamente até o Paralelo 22.

É composto por xistos pelíticos, quartzitos subordinados e intercalações de gnaiss. Apresenta metamorfismo da Fácies Xisto-Verde, aumentando de Norte para Sul. As relações de contato entre os Grupos Andrelândia e São João del-Rei indicam contemporaneidade da sedimentação.

Grupo São João del-Rei

Este grupo assenta-se discordantemente sobre o Grupo Barbacena, sendo dividido em quatro formações:

- **Formação Tiradentes** – divide-se em três membros: o inferior, quartzitos finos a médios; o médio, metassiltitos com quartzitos finos, cortados por veios de quartzo com cianita; o superior, com conglomerado e quartzitos grosseiros;
- **Formação Carandaí** – formação separada da Formação Tiradentes por uma notável discordância. Compõe-se de quartzito, biotita-xistos, filitos e grauvacas;
- **Formação Barroso** – existe uma pequena discordância entre as Formações Barroso e Carandaí. A Barroso se constitui de calcários, calcários sacaróides e calcoxistos;
- **Formação Prados** – separa-se da Formação Barroso por uma grande discordância, composta de metassiltitos com intercalações de filitos grafitosos.

Paragnaisses

Estendem-se em uma vasta região, ocorrendo a nordeste de Muriaé, compostos de biotita-gnaiss, quartzito-biotita-gnaiss, anfibólio-biotita-gnaiss e, raramente, moscovita-biotita-gnaiss e granada-biotita-gnaiss. Aparecem lentes de rochas carbonáticas.

Migmatitos

Estão localizados na região de Além Paraíba, Leopoldina e Juiz de Fora, e apresentam mineralogia semelhante à dos paragnaisses, anteriormente descritos. Isso sugere que se tenham formado nas zonas mais profundas dos gnaisses. Essa faixa gnaissica-migmatítica inclui também quartzitos e anfibolitos.

ROCHAS ÁCIDAS

As rochas graníticas intrusivas do Ciclo Brasileiro estão relacionadas com faixas instáveis que sofreram maior elevação de temperatura durante este ciclo.

O granito de Aiuruoca, localizado a sudoeste da cidade homônima, é considerado sintectônico, devido às suas relações de contato com os xistos e gnaisses do Grupo Andrelândia.

O granito de Chale ocorre nas proximidades da cidade homônima a NW de Lajinha.

Além destes, citam-se na literatura geológica as rochas ácidas ocorrentes nos municípios de Serra dos Aimorés, Jacinto e Santa Maria do Salto.

Mesozóica

As rochas enquadradas na era Mesozóica possuem suas áreas de ocorrência no Triângulo Mineiro, ocupando praticamente toda esta região, e os municípios de Quartel Geral, Cedro do Abaeté, São Gonçalo do Abaeté, Buritizeiro e toda a área situada ao Norte do rio Urucuia, atingindo os municípios de São Francisco, Januária, Itacarambi, Montalvânia e Manga.

Entre os vários trabalhos publicados a respeito delas, citam-se os de Campos (1905), White (1906), Rimann (1917), Freyberg (1932), Oliveira e Leonardos (1943), Guimarães (1951 - 1955), Barbosa (1965 - 1970), Hasui (1969), Braun (1970), Ladeira et alii (1971), e outros.

FORMAÇÕES AREADO, BAURU, MATA DA CORDA, URUCUIA

FORMAÇÃO AREADO

O termo "arenito Areado" foi introduzido por Rimann (1917), na região da serra da Mata da Corda, em Minas Gerais, para caracterizar uma sequência de conglomerados (basal) e de arenitos vermelhos. Posteriormente, Freyberg (1932) denominou a unidade de "série Gondwana".

Barbosa (1965) subdividiu a formação em três membros: Abaeté (basal), Quiricó (intermediário) e Três Barras (superior). Posteriormente, coube a Moutinho da Costa et alii (1975), designá-los de Unidades Inferior, Intermediária e Superior.

- **Unidade Inferior** – constituída de folhelhos silticos e argilosos, com intercalações de lâminas de calcita e de arenito fino calcífero;
- **Unidade Intermediária** – caracterizada pela presença de arenito avermelhado, de granulação de muito fina a média, matriz argilosa, seixos de quartzito, arenito e silito;
- **Unidade Superior** – compreendendo arenitos finos argilosos, micáceos e calcíferos, com finas intercalações de folhelhos e arenitos calcíferos. Na base, ocorrem lentes de conglomerado polimítico.

A Formação Areado exibe contato basal discordante das rochas dos Grupos Bambuí e Macaúbas, como também das unidades do pré-Cambriano Indiferenciado.

Segundo Barbosa et alii (1969), "a Formação Areado constitui-se de sedimentos que preencheram depressões num imenso e árido vale, que sofreu a ação erosiva dos ventos por toda a duração dos desertos Botocatu e Sambaíba. Posteriormente, após uma mudança climática, o imenso vale seco passou a ser ocupado por um grande rio que, como o São Francisco, corria de sul para norte, desaguando na bacia do Maranhão".

FORMAÇÃO BAURU

Ocupando grande área do Triângulo Mineiro, ocorre a Formação Bauru, com uma topografia monótona e quase totalmente modelada em chapadões. É constituída de conglomerados, arenitos e siltitos; por vezes, calcíferos, argilitos e calcários.

Apresenta fósseis de moluscos, crustáceos, peixes, anfíbios e répteis.

Dinossauros e saurópodos ocorrem com relativa frequência na formação, especialmente no Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro.

A abundância de fósseis e a litologia indicam ambiente de planícies de inundação com muitos lagos e clima quente.

De modo geral, a litologia da formação inicia-se por um conglomerado basal seguido de um pacote de arenitos e siltitos, podendo aparecer rochas pelíticas e calcárias.

No Triângulo Mineiro, Hasui (1969) descreveu que os componentes fundamentais da formação são "arenitos conglomeráticos, conglomerados arenosos e arenitos, essencialmente quartzosos e com grau de seleção de médio a baixo. Subordinadamente aparecem calcários impuros, argilitos, folhelhos e rochas silicosas (opala e calcedônia). Os termos detríticos podem apresentar cimentação carbonática ou não".

Na região de Veríssimo, Hasui (1968) descreveu a Formação Uberaba considerando-a na base da Formação Bauru. Mais tarde Ladeira et alii (1971) propuseram uma uniformização da nomenclatura estratigráfica do Cretáceo mineiro; sugeriram então incluir na Formação Bauru, duas fácies: Ponte Alta (arenitos bastante calcíferos e calcários conglomeráticos), e Uberaba (unidade vulcanoclástica, de origem fluvial, constituída de arenitos, conglomerados, siltitos e argilitos vulcânicos, ambas na área da bacia do Paraná).

A Formação Bauru assenta-se discordantemente sobre as formações anteriores, com contato marcado por conglomerado basal, depositado numa superfície de erosão imatura.

FORMAÇÃO MATA DA CORDA

Os tufo e lavas do planalto da Mata da Corda foram estudados por Williams (1914-1925) e Rimann (1917), ficando conhecidos na literatura geológica como "Tufo Vulcânicos da Mata da Corda", principalmente desde os estudos petrológicos de Guimarães (1951-1955). Ladeira e Brito (1968) propuseram a divisão da sequência, que designaram como Grupo da Mata da Corda, em quatro fácies: São Gonçalo (que mais tarde foi correlacionada com a Formação Urucuia), Patos, Fragata e Capacete.

Recentemente, designou-se a seqüência como Formação Mata da Corda. Manteve-se o nome Patos, com o sentido de fácies, e aboliu-se o termo Fragata, considerando suas rochas (leitos conglomeráticos vulcânicos e arenitos cineríticos) sob a denominação de Fácies Capacete.

- **Fácies Patos** — corresponde ao material piroclástico na forma de tufo e lavras. Ocorrem na porção leste de Patos de Minas, Carmo do Paranaíba e Lagoa Formosa. Mais ao sul, no município de São Gotardo, seguem para o norte até a cidade de Tiros. As maiores e melhores exposições estão nas proximidades dos focos vulcânicos;
- **Fácies Capacete** — composta essencialmente de arenitos, que possuem uma cor típica esverdeada, porém, às vezes, tonalidades rósea e avermelhada. Esse arenito é de ambiente de deposição subaquática, conforme o atestam a sua estratificação cruzada de corrente e os delgados leitos de argilito intercalados. Mostra níveis de conglomerado intraformacional e pelotas argilosas. Possui, o arenito, granulação de média a grosseira sendo, por vezes, conglomerático, encerrando também material piroclástico. Foi comprovada, ainda, a presença de vidro vulcânico parcial ou totalmente alterado em minerais de argila, cristais de perowskita decomposta e apatita. A matriz é argilosa calcífera. A cor verde peculiar se deve à alteração do material vulcânico em nontronita. Sua área de ocorrência abrange os municípios de São Gonçalo do Abaeté, Carmo do Paranaíba, desde São Gotardo e Santa Rosa da Serra. Mostra ainda algumas ilhas na região de Patos de Minas.

Formação Urucuia

Claussen, F.P. Oliveira e Derby foram os primeiros autores a descrever o arenito das chapadas do Noroeste de Minas Gerais, no vale do São Francisco, denominado posteriormente por Eusébio de Oliveira (apud Oliveira e Leonardos, 1943), de "Arenito Urucuia".

Vários outros geólogos voltaram a estudar esses sedimentos, tratando-os por diversas designações.

Por último, Moutinho et alii (1975) utilizaram a designação Formação Urucuia (conforme mesa-redonda sobre o Cretáceo em Minas Gerais - Ladeira et alii, 1971), mantendo a descrição da seqüência sedimentar, conforme designação abaixo:

- arenito marrom, de granulação fina, bem-classificada, mostrando intensa laterização e estratificações laminar e cruzada;
- arenito rosa, friável, de granulação de média a grosseira, exibindo estratificações laminar e cruzada;
- arenito caulínico, médio a grosseiro, consistente, apresentando níveis silicificados no topo e bancos espessos de arenitos finos, duros e diaclasados;
- arenito vermelho, friável, médio a grosseiro, com estratificações laminar e cruzada;
- arenito rosa e branco, caulínico, exibindo granulação média. Na base mostra estratificação cruzada, tornando-se maciço no topo;
- arenito branco, médio, bem-classificado e intensamente silicificado.

O contato inferior da formação é discordante e pode ocorrer com qualquer unidade mais antiga.

GRUPO SÃO BENTO

O Grupo São Bento, cuja denominação original era Série São Bento (White, 1906), compõe-se das Formações Botucatu e Serra Geral. Ocorre no Triângulo Mineiro, nos vales dos rios Grande, Paranaíba, Araguari, Prata e seus afluentes.

Formação Botucatu

É constituída de arenitos de granulação média a fina, bem-selecionados, grãos foscos e com estratificação cruzada de grande porte. É uma extensa unidade arenítica, normalmente vermelha e friável mas, não raro, endurecida e vitrificada pela ação de diques, sills e lençóis de lavas básicas.

É, sem dúvida, o maior depósito de origem eólica conhecido no mundo.

Os grãos variam de arredondados a subarredondados, com superfícies foscas e estriadas.

A formação pode apresentar camadas ou lentes de arenitos intercalados nos derrames de lava (arenitos intertrapeanos).

A Botucatu assenta-se discordantemente sobre as formações inferiores, em discordância erosiva com a superior (Formação Serra Geral).

Formação Serra Geral

Compõe-se de basaltos de cores entre cinza-escuro a negro, quando frescos, com granulação fina a afanítica, às vezes amigdaloidal, muito consistentes.

Possuem intercalações lenticulares e pequenos diques de arenito da Formação Botucatu, indicando contemporaneidade quase completa entre as formações.

No Triângulo Mineiro, essa formação, além de assentar normalmente sobre a Formação Botucatu, recobre as unidades mais velhas.

A alteração dos basaltos dá origem a um solo de grande fertilidade, denominado "terra roxa".

ROCHAS ALCALINAS

Ocorrem no Maciço de Poços de Caldas, Passa Quatro, Itatiaia, Tapira, Araxá e Serra do Salitre. Estão associadas ao sistema de falhamentos na zona periférica da Bacia do Paraná. Aparecem em forma de diques anelares, preenchendo chaminés vulcânicas. Predominam carbonatitos, sienitos e sienitos nefelínicos, com fenitização das encaixantes.

Cenozóica

Coberturas Terciárias

As rochas pré-Cenozóicas, principalmente no Norte de Minas, estiveram sujeitas a processos erosivos que se desenvolveram em diversos ciclos. Foram elas parcialmente aplainadas e rejuvenescidas em consecutivas fases, compreendendo as superfícies de aplainamento pós-Gondwana (1.400m), Sul-americana (900 a 1.100m), Velhas (500 a 650m), de King (1.956), e os pediplanos do ciclo Soledade (700 a 800m) de Meunier (1961). Esses platôs, terraços e pediplanos são recobertos por sedimentos arenosos, siltosos ou argilosos, às vezes conglomeráticos.

A bacia Terciária do Gandarela, no Quadrilátero Ferrífero, e que pelas suas dimensões não consta no mapa, possui ocorrência de linhito.

Coberturas Quaternárias

São depósitos aluvionares, preenchendo calhas de rios, principalmente na parte norte do Estado (bacia do rio São Francisco), e grutas e cavernas cársticas. Predominantemente arenosos, às vezes areno-argilosos, argilosos escuros e calcínicos, representam importantes sítios para pesquisas paleontológicas, arqueológicas e paleoambientais do Quaternário. Importantes sítios arqueológicos são encontrados na região de Pedro Leopoldo, Lagoa Santa, Januária e Montalvânia, preenchendo as grutas calcárias do Bambuí.

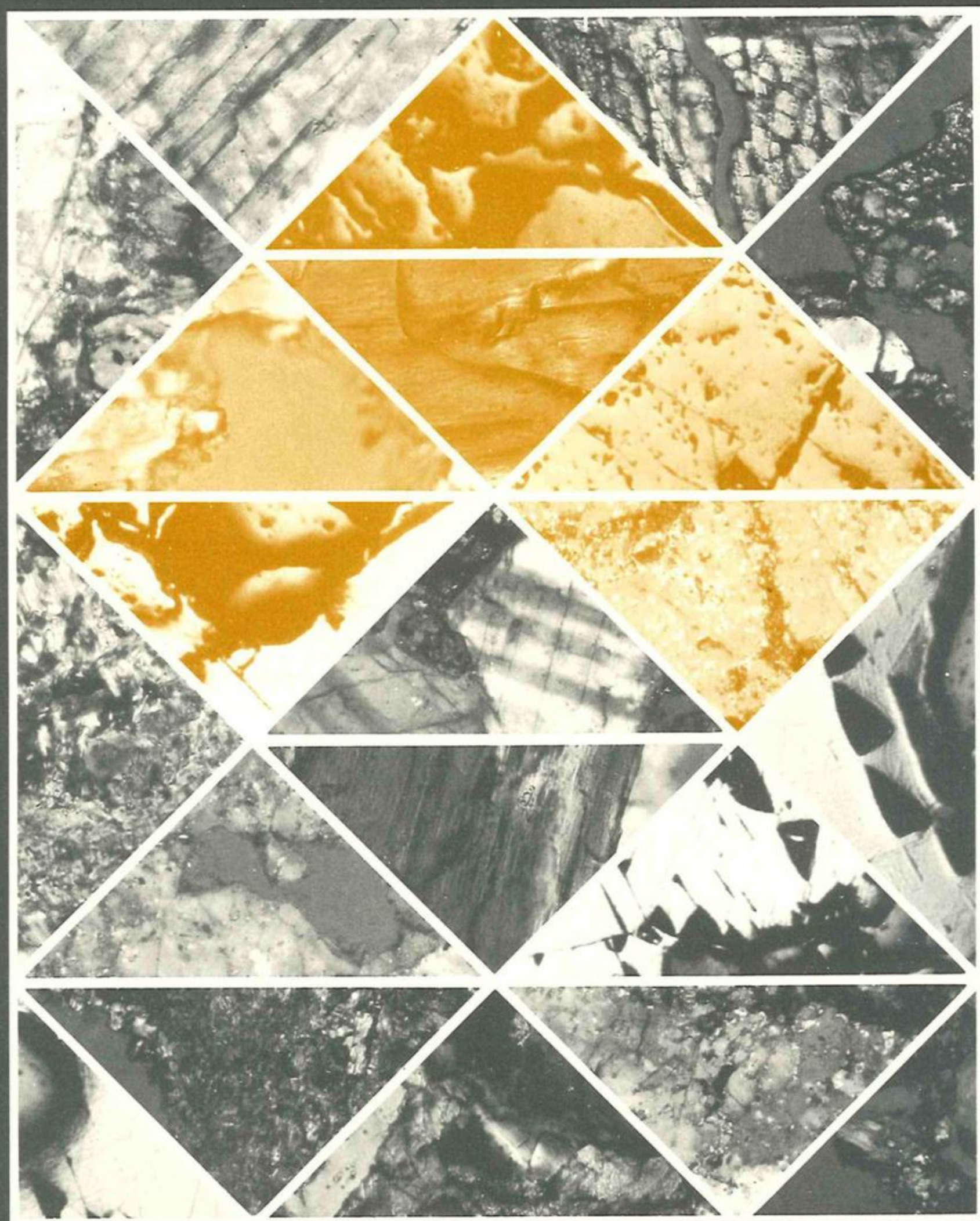
A maior área de ocorrência das coberturas situa-se ao Norte do paralelo 18°, constituindo extenso chapadão que corresponde às zonas da captação dos principais rios afluentes da margem esquerda do São Francisco. Na região de Pirapora e Montes Claros, sua ocorrência principal localiza-se ao longo dos rios das Velhas e Jequitaiá.

Outras zonas expressivas podem ser citadas, tais como: as dos rios Araçuaí e Jequitinhonha, desde as nascentes até suas confluências, as do rio Verde Grande e seu afluente rio Gorutuba, além do rio Pardo.

Bibliografia

- BARBOSA, Octávio et alii. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Boletim DNPM-DFPM, Rio de Janeiro, (136), 1970.
- DNPM. Carta geológica do Brasil ao milionésimo; folha Brasília (SD. 23). Brasília, 1976. 162 p.
- _____. _____. : folha Goiânia (SE-22); texto explicativo. Brasília, 1975.
- _____. _____. : folha Parapanema (SF. 22). Brasília, 1978. 84 p.
- _____. _____. : folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguapé (SG.23). Brasília, 1979. 240 p.
- _____. _____. : folha Salvador (SD. 24). Brasília, 1976. 127 p.
- DNPM-CPRM. Projeto Goiânia II. Goiânia, 1975. 4 v.
- DNPM-CPRM. Projeto Jequitinhonha; relatório final. Belo Horizonte, 1978. V. 1-2.
- DNPM-CPRM. Projeto Sapucaí, Estados de Minas Gerais e São Paulo; relatório final de geologia. Belo Horizonte, 1978. V. 122.
- SILVA, A.S. da et alii. Carta geológica do Brasil ao milionésimo; folhas Belo Horizonte (SE. 23) e Rio Doce (SE. 24). Brasília, DNPM, 1978. (inédito).

Aspectos econômicos e sociais da atividade de mineração



Aspectos econômicos e sociais da atividade de mineração em Minas Gerais

Antecedentes

A região de Minas Gerais cresceu sob o impulso da mineração, atraindo a partir dos fins do século XVII os primeiros povoadores. Sem embargo de uma tendência depressiva, que ocorreu a partir do meio século passado até 1930, a atividade mineradora apresenta hoje crescente importância tanto na formação do produto interno quanto em valor de produção e nível de emprego.

O interesse pela extração mineral, mormente o ferro, aumentou a partir da Primeira Grande Guerra. A transformação da economia, pós-1930, com o desenvolvimento da atividade industrial, passou a exigir maiores volumes de produção de aço.

Paralelamente o calcário para a indústria cimenteira passou a atrair os mineradores.

Depois da Segunda Grande Guerra incrementou-se a exploração da bauxita (alumínio), pirocloro (nióbio), apatita (fertilizante) e outros (lítio, quartzo etc).

O potencial mineral do Estado se representa hoje pela existência das principais substâncias minerais brasileiras, destacando-se, entre outras, ardósia, argila, berilo, cianita, chumbo, cromo, diamante, estanho, feldspato, gema, manganês, mica, níquel, pirita, quartzo, talco, titânio, zinco, além dos já citados. De seus minérios faz-se, em capítulo a seguir, mais detida análise dos pontos de vista mineralógico, geológico e econômico.

Período 1950 - 1970

A partir de 1950 o setor mineral cresceu, até 1970, a uma taxa média anual de 4,8%, passando naquele período o número de estabelecimentos de 219 para 583. Nas mesmas décadas a taxa média de crescimento do número de estabelecimentos minerais no Brasil fora de 4,5%/ano.

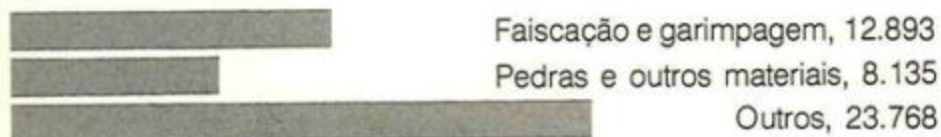
Também, em 1950, a atividade mineradora empregava 32.708 pessoas (SEPLAN - Censo Estatístico). Em 1970 o número cresceu 66%: 54.887 trabalhadores.

Mais significativa, porém, é a relação da evolução da indústria extrativa comparada à indústria de transformação. Enquanto esta, no período, crescia à taxa de 7,6%/ano, a atividade mineradora aumentava à taxa de, 11,82%.

Período posterior a 1970

Em 1975, o número total de estabelecimentos na extração mineral era 527, sendo 344 com mais de cinco operários ou produção superior a 640 vezes o maior salário mínimo vigente no País, e 183 com coeficientes inferiores a esses dois parâmetros.

Pessoal ocupado na mineração - 1979



Fonte: SEI-SEPLAN-MG

Nota-se que há, aparentemente, elevada diferença entre o número de operários anotado em 1970 e o pessoal ocupado em 1979.

Os dados de 1979 decorrem de informações que se referem a operários na extração. Os dados de 1970 comportam não só estes, mas também os faiscadores autônomos, administração, beneficiamento e outras, havendo, portanto, diferença metodológica a explicar a acentuada diferença quantitativa.

Em 1977, pelo Anuário Mineral Brasileiro, Minas Gerais detinha 49% do valor da produção mineral do País, excluídos gás natural, petróleo, carvão, gemas e sal marinho, ou 32%, se se incluírem estes.

Oscilações

É interessante observar, no tocante ao valor da produção, que a posição de Minas Gerais oscila entre 49 e 60% do total brasileiro, excluídos deste total os minerais citados.

Essa oscilação resulta das variações nas vendas externas de minério de ferro, em quantidade ou em valor. A elevada ponderação daquele minério na produção extrativa do Estado (mais de 70%) e a expressiva posição do produto no comércio exterior do País fazem as oscilações na venda (quantidade ou valor) repercutirem vivamente na posição de Minas Gerais com relação à produção do País.

Essa circunstância permite concluir, também, da vulnerabilidade da economia mineral à variação no mercado internacional, principalmente pelo fato de a maior parte de nossos minerais serem exportados a nível de matéria-prima.

Da produção mineira, em 1980, em termos de valor pelo dados oficiais, 29,6% são absorvidos pela indústria no próprio Estado; 28,4% por indústrias de outros Estados e 35,8% exportados para o exterior. O restante foi simplesmente estocado.

Observa-se, porém, que o minério de ferro exportado para o Espírito Santo (no valor de 8,8 bilhões de cruzeiros naquele ano) é ali transformado em pellets e, posteriormente, exportado para outros países. Se se considerar como exportação internacional esse minério, desde que ele realmente se destine a isso, o valor do comércio exterior de Minas Gerais para outros países, em minérios, passa a representar 50,4% do valor da produção do setor.

Posição relativa na produção

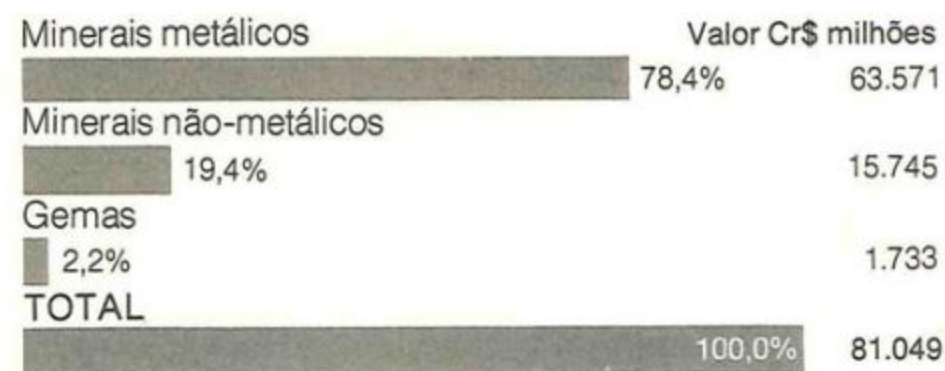
Em 1970, segundo dados da Seplan-MG, os minerais metálicos (ferro, ouro, pirocloro, manganês, bauxita) concentravam 92,1% da produção. Essa participação caiu para 77,8% em 1977, não obstante o seu crescimento em valor e em quantidade.

É que a taxa de crescimento da produção dos minerais não-metálicos (calcário, dolomita, caulim, diamantes, argila etc) foi maior, com tendência expansionista acentuada, o que se deveu principalmente ao aumento da procura interna, notadamente de calcário para a indústria cimenteira.

O processo de urbanização, o incremento da construção civil e o desenvolvimento da indústria cerâmica foram fatores importantes para estimular o crescimento do setor a taxas mais elevadas.

Subdividida em três grupos, a produção mineral no Estado em 1980 apresentou a seguinte estrutura:

Produção mineral em Minas Gerais - 1980



A mineração e o produto

O PIB - Produto Interno Bruto de Minas Gerais, em 1980, alcançou 1,18 trilhão de cruzeiros. Para a sua formação, a indústria extrativa mineral concorreu com 38.896 bilhões de cruzeiros, correspondendo a 3,3% do produto.

Em 1970, essa relação era menor: 2.1%. Essa condição revela que, no decênio, o produto gerado pela indústria extrativa mineral evoluiu a uma taxa maior que a do crescimento do produto total. Na realidade foi isso que aconteceu, eis que o produto mineral evoluiu no período 70/80 à taxa de 18% acumulativos ao ano.

Valor bruto da produção

Também em 1980 o valor bruto da produção total, não mais o valor do produto, alcançou, em Minas Gerais, o montante de 2.105 trilhões de cruzeiros. Já o valor bruto da produção mineral alcançou, como se viu, 81 bilhões de cruzeiros, a saber, 3,8%.

Essa produção bruta pode ser visualizada no quadro a seguir.

Produção mineral do Estado de Minas Gerais - ano 1980

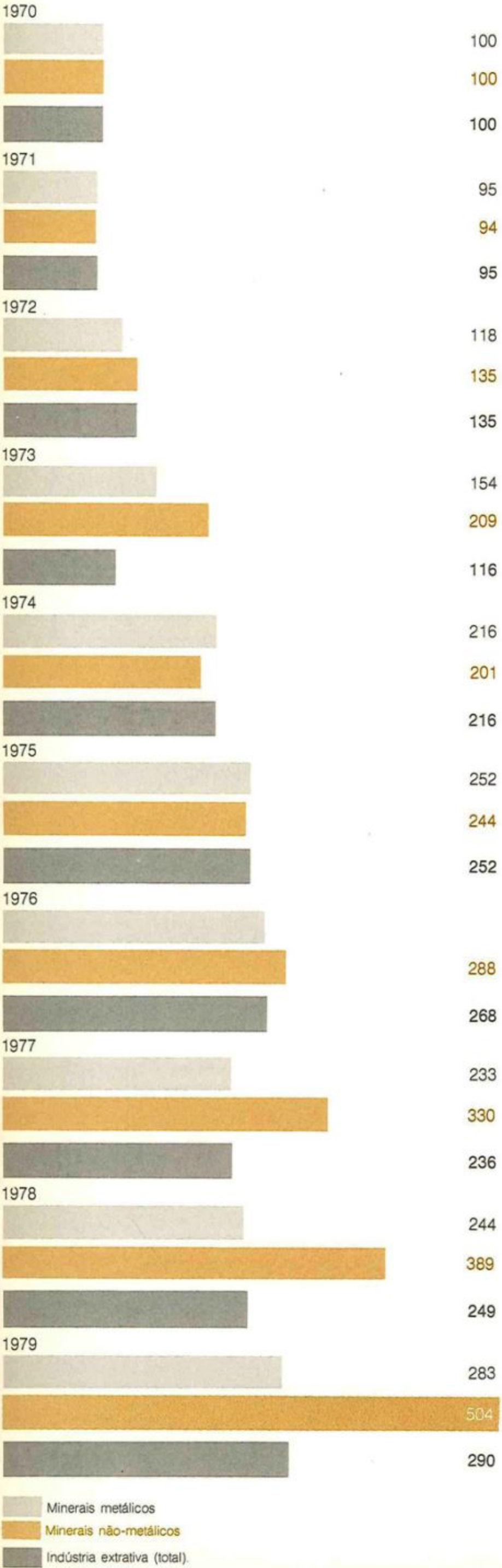
Substâncias	Quantidade Produzida (t)	Quantidade Destinada ao Mercado (t)	Valor da Produção Cr\$ 1000	Valor da Produção Dest. Mercado Cr\$ 1000
Agalmatólito, Pirofilita, Talco	202.654	201.724	239.159	238.061
Água Mineral (1) (2)	44.006	44.017	134.752	134.786
Alumínio (Bauxita)	1.728.217	1.748.014	1.615.395	1.633.889
Antimônio	71	71	933	933
Ardósia	665	665	737	737
Areia Const. Civil (m³)	1.965.033	1.965.033	380.978	380.978
Areia Industrial	77.903	77.680	138.977	138.579
Argila Cimento	1.363.179	1.353.720	68.595	68.119
Argila Industrial	369.322	370.549	329.540	330.635
Barita	—	618	—	309
Berilo (1)	368	368	17.392	17.392
Brita Const. Civil (m³)	4.209.182	4.209.182	1.465.646	1.465.646
Calcário/Dolomito	17.026.102	16.546.076	4.725.558	4.592.328
Caulim	133.180	133.180	507.044	507.044
Cianita	3.020	3.171	9.778	10.486
Cromita	370	370	2.669	2.669
Diamante bruto (ct)	80.547	74.545	583.805	540.302
Diamante lapidado (5)	< 1 kg	< 1 kg	66.607	66.607
Estanho (Cassiterita)	242	242	310.253	310.253
Feldspato	29.786	29.786	47.112	47.112
Ferro	114.415.836	105.889.756	49.975.590	46.251.823
Fosfato (3)	1.652.393	1.637.646	7.021.308	6.958.645
Gemas (kg) (5)	2.854.121	2.854.121	228.715	228.715
Grafita (4)	14.904	15.965	433.925	464.816
Leucita	4.119	3.827	12.005	11.155
Lítio	2.802	2.343	31.141	26.040
Manganês	464.382	356.692	557.712	428.379
Mármore (m³)	5.556	5.556	8.478	8.478
Mica	291	291	18.358	18.358
Níquel (minério)	227.230	227.230	58.439	58.439
Ocre	5.235	4.543	20.025	17.378
Ouro (metal) (kg)	4.058	3.135	4.596.296	3.550.860
Pirocloro (concentrado)	26.594	27.887	5.200.775	5.453.637
Prata (kg)	487	480	20.855	20.555
Quartzo	35.307	35.307	150.766	150.766
Quartzito	47.882	45.481	10.578	10.047
Sílex	2.835	2.835	737	737
Tantalita/Djalmaíta	122	100	353.882	290.067
Zinco (minério)	387.317	375.378	816.329	791.166
Zircônio	586	572	13.626	13.300
Outras gemas (kg)	337	337	853.731	853.731
Outras substâncias	55.240	55.204	21.085	21.072
TOTAL			81.049.286	76.115.029

(1) Considerados os valores de exportação - Não existe no País tecnologia para aproveitamento do mineral;
(2) Existe exportação de água mineral engarrafada para outros Estados que não foi considerada;
(3) Não está incluída a produção da Fosfertil no município de Patos de Minas;
(4) Não estão incluídas 6.000 t de minério bruto que foram comercializadas por valor insignificante em relação à beneficiada;
(5) Dados de exportação realizada por empresas sediadas no Estado.
FONTES: DNPM/CADEX

Crescimento real da produção

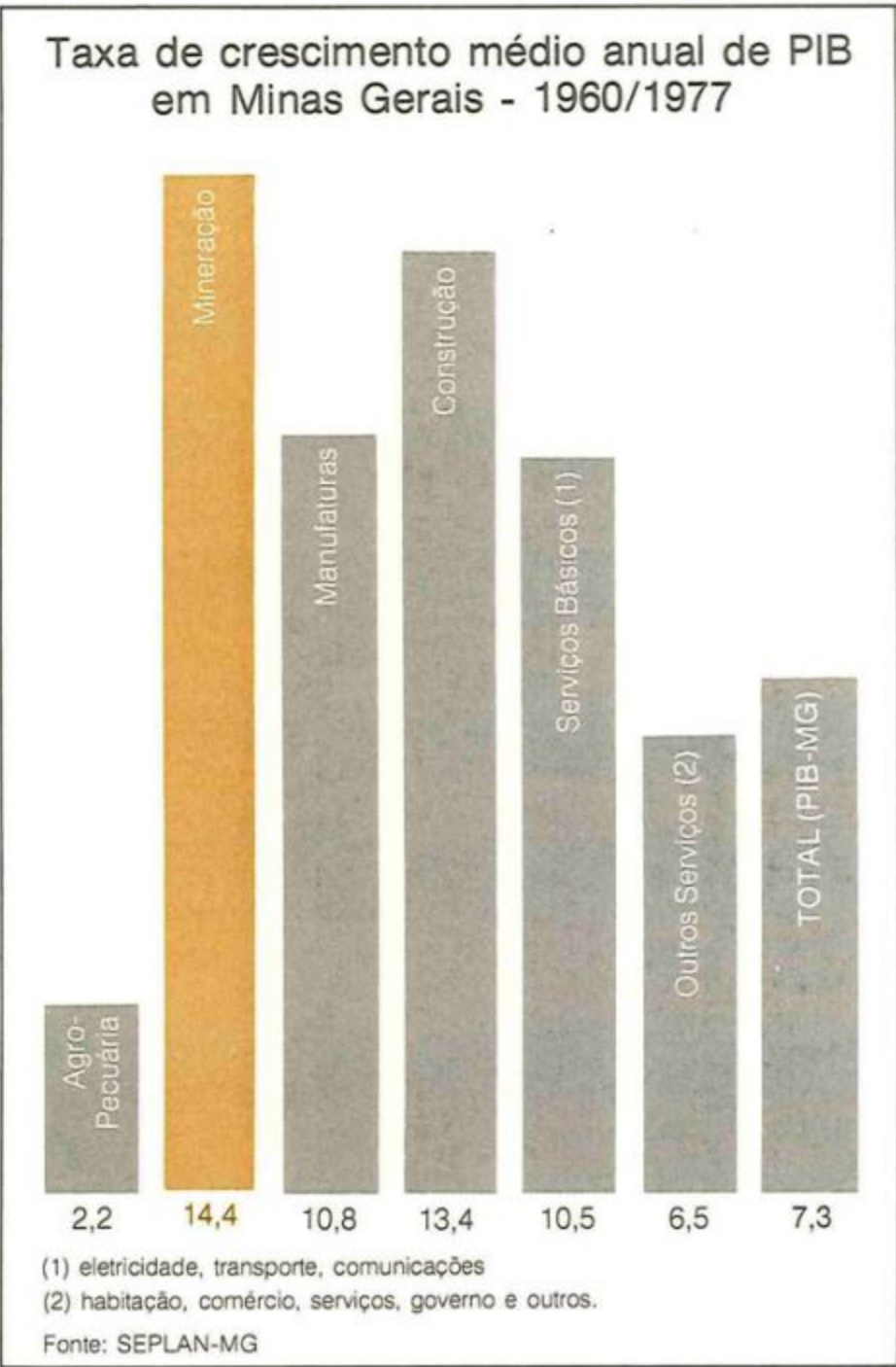
Em termos de volume físico de produção, para um índice 100 em 1970, foi o seguinte o comportamento do setor mineral:

Crescimento real da produção (para índice 100) - 1970/79



Significação do crescimento

A significação do crescimento da produção extrativa mineral em Minas Gerais também se revela no seguinte quadro:



Verifica-se que, no período, a atividade mineradora foi a que apresentou maior índice de expansão. Aliás, a tendência não se reverteu. E 1981, como publicado oficiosamente, e como decorrência da situação recessiva no processo produtivo observado em todo o Brasil, o Produto Interno Bruto em Minas Gerais decresceu 1,4%, em relação a 1980. O volume bruto da produção industrial caiu 8,4%. O volume bruto da produção mineral, no entanto, manteve-se ascendente, elevando-se 1,7%, com referência ao ano anterior.

Orientação política

Histórica e erroneamente, a política mineral em Minas Gerais se orientou prioritariamente para um só produto. Inicialmente era o ouro, até há pouco tempo, agora o minério de ferro.

Somente nos últimos anos é que todo o esforço foi desenvolvido no sentido de diversificar a atividade, para evitar não só a extinção de recursos não-renováveis, como também para melhorar a tecnologia, de tal forma que não se limite o Estado à condição de exportador de minérios, quer para o mundo, quer para outras partes do País.

As pesquisas geológicas no setor, de 1972 a 1976, evoluíram à taxa de 27,7% ao ano, em termos de gastos a preços constantes (Seplan).

Tais pesquisas se concentraram notadamente nos setores do ferro, fosfato, pirocloro, calcário e zinco.

Aspectos sociais

O Censo Industrial de 1979 Indicou que a ocupação de operários na mineração em Minas Gerais representava 27,4% do total nacional. Em 1980 essa relação foi de 35,92%.

Em 1979, a mão-de-obra ocupada na mineração em Minas Gerais em relação ao Brasil pode ser agrupada do seguinte modo:

Mão-de-obra ocupada na mineração em Minas Gerais e no Brasil em 1979

Substâncias	Nas minas						TOTAL NAS MINAS	TOTAL NAS USINAS	Nas usinas						TOTAL GERAL
	Nível superior			Outros					Nível superior			Outros			
	Engenheiro de minas	Geólogo	Outros	Técnico de nível médio	Operário	Administrativo			Engenheiro de minas	Engenheiro metalúrgico	Outros	Técnico de nível médio	Operário	Administrativo	
Agalmatólito	3	2	—	10	135	12	162	23	—	—	—	1	21	1	185
Alumínio (Bauxita)	6	6	—	10	232	22	276	406	1	1	16	13	343	32	682
Ardósia	—	—	—	—	17	2	19	—	—	—	—	—	—	—	19
Areia	1	1	1	6	142	29	180	75	—	—	1	—	69	5	255
Argila	4	3	1	6	116	21	151	524	1	1	17	14	446	45	675
Calcário	17	6	13	20	1449	123	1628	516	3	—	7	10	392	104	2144
Carvão	1	2	—	2	26	5	36	—	—	—	—	—	—	—	36
Caulim	—	—	2	2	51	5	60	4	—	—	—	—	4	—	64
Cianita	1	2	—	—	25	3	31	29	1	—	—	1	26	1	60
Columbita Tantalita (Nióbio)	3	2	5	5	370	17	402	19	—	—	1	2	14	2	421
Diamante	6	7	16	16	733	29	807	—	—	—	—	—	—	—	807
Dolomita	9	5	2	8	260	29	313	57	1	—	—	2	47	7	370
Estanho (Cassiterita)	—	—	—	8	51	6	65	—	—	—	—	—	—	—	65
Feldspato	—	—	—	2	88	14	104	—	—	—	—	—	—	—	104
Ferro	79	54	127	266	4804	1862	7192	4014	24	9	36	190	3510	245	11206
Fertilizantes Fosfatados Naturais	4	2	—	5	265	13	289	454	9	—	7	39	369	30	743
Gemas	—	—	2	2	51	5	60	4	—	—	—	—	4	—	64
Grafita	9	10	—	4	86	5	114	83	4	—	4	2	64	9	197
Leucita (Rocha Potássica)	—	—	—	1	7	—	8	124	1	—	4	9	90	20	132
Manganês	13	8	7	14	695	71	808	148	—	1	—	2	136	9	956
Mica	1	1	—	1	49	8	60	—	—	—	—	—	—	—	60
Níquel	—	1	—	—	115	6	122	—	—	—	—	—	—	—	122
Ocre	2	4	2	4	68	14	94	62	—	—	—	—	59	3	156
Ouro - Prata	5	7	30	26	3449	244	3761	157	—	3	3	8	143	—	3918
Pedra britada e Ornamental (mármore)	—	—	—	5	191	6	202	21	—	—	—	—	20	1	223
Pirocloro (Nióbio)	1	—	2	—	5	2	10	233	3	3	14	9	181	23	243
Quartzito	—	—	—	—	20	3	23	—	—	—	—	—	—	—	23
Quartzo	1	—	—	1	48	8	58	—	—	—	—	—	—	—	58
Talco	1	—	—	1	34	3	39	31	—	—	—	—	25	6	70
Zinco	5	8	2	12	404	24	455	582	3	1	8	17	505	48	1037
Outros	3	2	—	1	25	12	43	3	—	—	1	—	2	—	46
Total MINAS GERAIS	175	133	212	438	14011	2603	17572	7569	51	19	119	319	6470	584	25141
Total BRASIL	418	314	594	1224	44364	5425	52339	18063	103	35	225	662	15614	1424	70402
Participação % de MG	41,9	42,3	35,7	35,8	31,6	48,0	33,6	41,9	49,5	54,3	52,9	48,2	41,4	41,5	35,7

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM

* Outros: Antimônio, Berílio, Pirofilita e Silex.

Garimpos

O predomínio dos garimpos explica a participação expressiva de operários na extração de ouro, relativamente às demais. Também avulta o número de operários na extração do ferro, em decorrência da predominância dessa atividade.

Salários

Perigosa por natureza, em consequência de condições ambientais e de salubridade, com a possibilidade de acidentes pelo uso de explosivos e movimentação de terra e rocha, a atividade mineradora se localiza ainda, não raras vezes, em regiões distantes, onde a habitação, a higiene e os serviços sanitários nem sempre são os melhores. Não é de admirar, portanto, que as remunerações sejam muitas vezes superiores às de outras atividades, como uma espécie de compensação ao sacrifício que implica para os trabalhadores.

Em Minas Gerais, a preços de 1975, a evolução do salário médio por operário ocupado foi a seguinte:



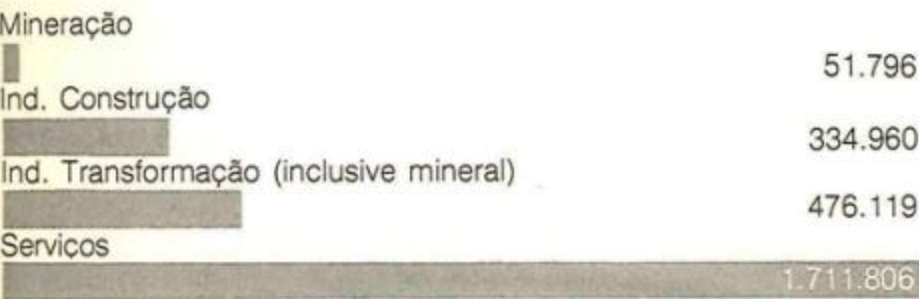
Fonte: SEPLAN

Esses dados indicam uma taxa de 3,9% no crescimento anual dos salários reais na indústria extrativa, de 1949 a 1970, e de 3,5% na indústria de transformação como um todo.

Dependência intersetorial e ocupacional

A estrita dependência de natureza técnica da indústria de transformação relativa à mineração permite sua retratação em número de pessoas ocupadas no seguinte gráfico:

População ocupada por setores em Minas Gerais - 1980 (setores não agropecuários)



A população ocupada total em Minas Gerais, em 1980, foi de 3.985.132 pessoas, compreendendo todos os setores agropecuários e não-agropecuários.

Como as indústrias de transformação e de construção dependem mais diretamente da atividade mineral, não será exagerado afirmar que sua expansão depende do crescimento do setor mineral, sem embargo, do fato de que um possível não-crescimento possa ser contornado com importações.

Na realidade, no entanto, a indústria de transformação e a de construção em Minas Gerais utilizam predominantemente matérias-primas locais.

É um fato que a atividade de 811.079 pessoas, ocupadas na transformação e na construção, depende, em grande parte, quase diretamente da atividade de 51.796 pessoas, empregadas na mineração, com relação de 1 para 18, aproximadamente.

Por outras palavras, o emprego de uma pessoa no setor mineral gera diretamente o emprego de, pelo menos, dezoito pessoas nos setores de transformação industrial e construção.

Convém ressaltar que, além dos setores de construção e indústria de transformação, a atividade mineral é responsável por uma boa parcela dos empregos gerados na área de transporte, comércio etc. Saliente-se que as estradas de ferro, que ligam o Estado aos portos de Vitória e Rio de Janeiro, sobrevivem quase exclusivamente do transporte de minérios.

Por outro lado, a arrecadação do Imposto Único Sobre Minerais (IUM) tem contribuído de forma decisiva para o desenvolvimento social dos municípios em que há atividade mineradora, através da aplicação das cota-partes, destinadas principalmente à educação, saúde pública, assistência social etc. como preconizado no artigo 16 do Decreto-lei nº 1038.

Se se deduzir do setor da produção mineral a parcela de produtos que fluem de Minas Gerais para o exterior via exportação e, em consequência, diminuir-se o volume de mão-de-obra correspondente, a proporção aumenta, compensada apenas com as importações porventura feitas.

Distribuição da atividade por regiões

A atividade mineradora se distribuiu em Minas Gerais, em 1980, de modo diferenciado, concentrando a região Metalúrgica - Campos das Vertentes, o maior volume de mão-de-obra ocupada, seguindo-se, bem afastada delas, a região Noroeste.

É o que se vê no gráfico seguinte.



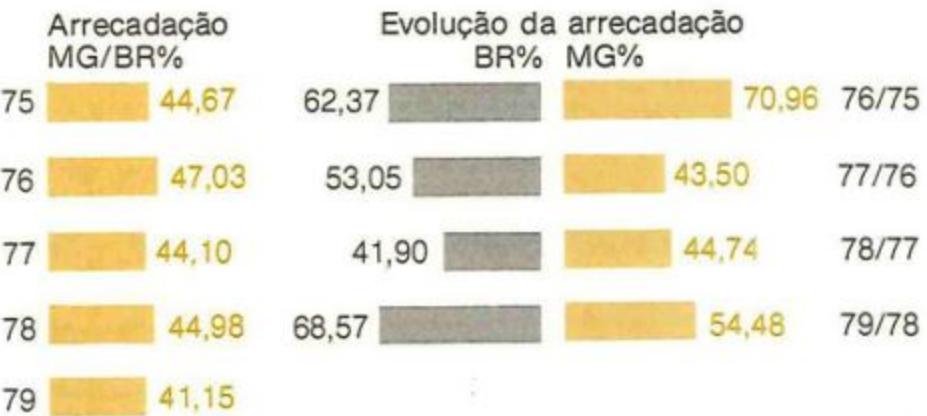
Fonte: Seplan, 1980.

Tributos

A exploração mineral é responsável pela geração direta e indireta de uma significativa parcela dos tributos arrecadados pelo Estado de Minas Gerais.

Diretamente, tem-se o Imposto Único sobre Minerais - (IUM), cuja evolução no período 1975-1979 é vista no gráfico abaixo.

Arrecadação de IUM - 1975/79



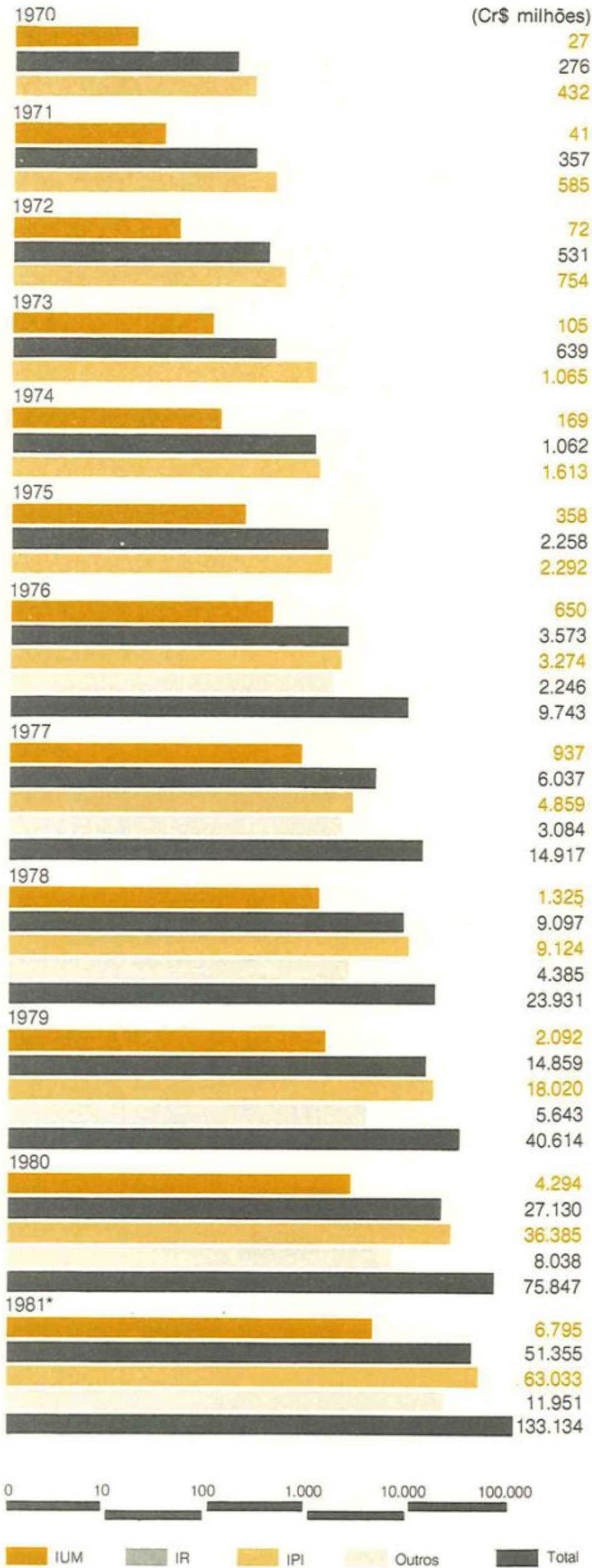
Fonte: DNPM/DEM

Minas Gerais detém mais de quarenta por cento da arrecadação total do Imposto Único Sobre Minerais (IUM), no Brasil. Sua relação percentual já foi maior. O fato se deve à queda da posição relativa do minério de ferro, cujos valores não subiram à mesma taxa de outras substâncias minerais; em Minas, é ele o primeiro produto nas pautas de arrecadação e exportação.

Não obstante à pequena representatividade da arrecadação do Imposto Único Sobre Minerais (IUM) relativamente à arrecadação total de tributos federais no Brasil (cerca de 1%), em Minas Gerais a relação é mais significativa, alcançando 5,1%, o que se vê no gráfico a seguir.

Essa contribuição poderia ser maior, não fosse o centralismo fiscal e os valores de pauta que servem de base às taxações, definidos pelo Governo Central. Deste modo, para se atender os interesse de exportação, prejudica-se o Estado, aplicando alíquotas inferiores aos produtos destinados ao mercado externo.

Arrecadação de tributos federais em Minas Gerais - 1970/80



* Refere-se ao período de janeiro a novembro.
Fonte: CEIF - Ministério da Fazenda/SEI-SEPLAN (Revista da Fundação João Pinheiro e indicadores de Conjuntura).

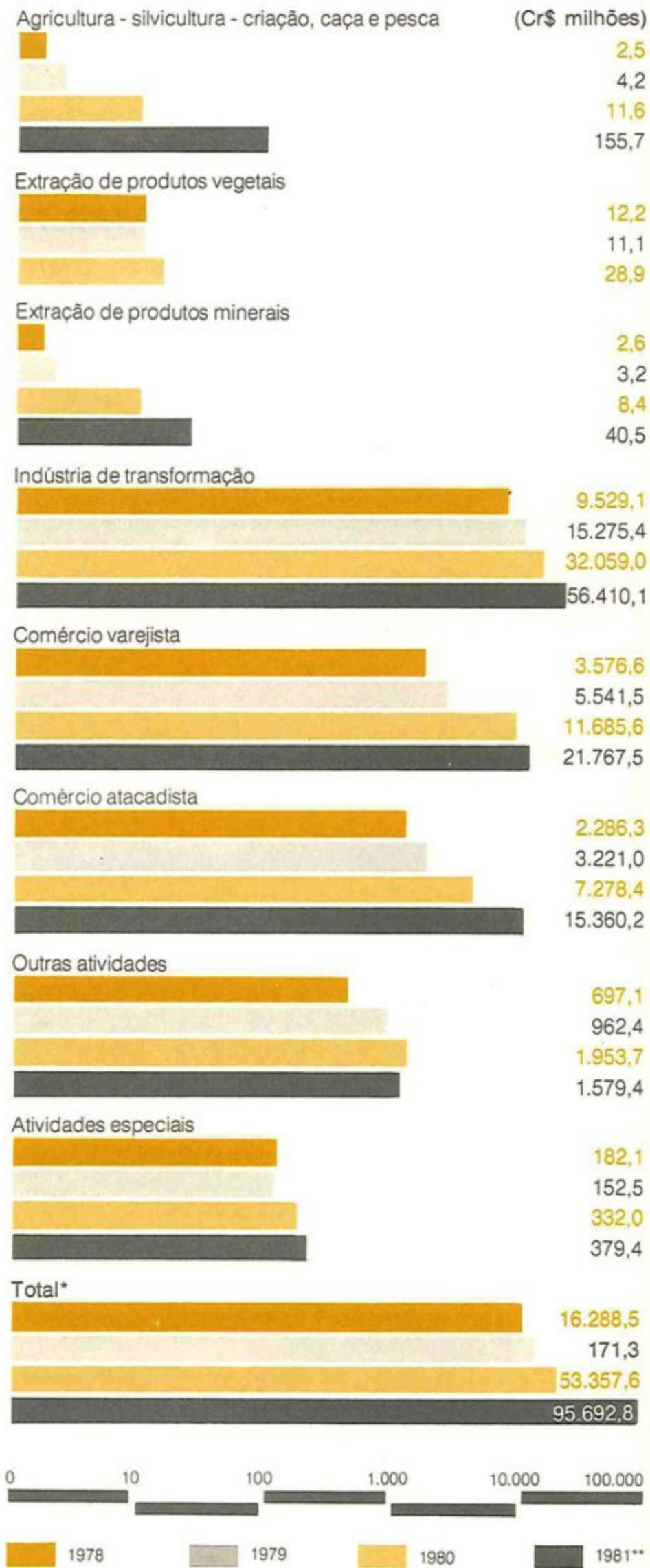
Repercussão

Indiretamente, à atividade mineral pode ser atribuída boa parte da arrecadação de outros tributos, notadamente Impostos Sobre Circulação de Mercadorias (ICM), e Impostos Sobre Produtos Industrializados (IPI), em decorrência do fato de que se trata de matéria-prima elaborada em outros estágios industriais.

Também a quota parte que coube ao Estado (inclusive municípios), arrecadação do Imposto Único Sobre Minerais (IUM), em 1981, alcança cerca de seis bilhões de cruzeiros, correspondendo a 6,31% da arrecadação do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICM).

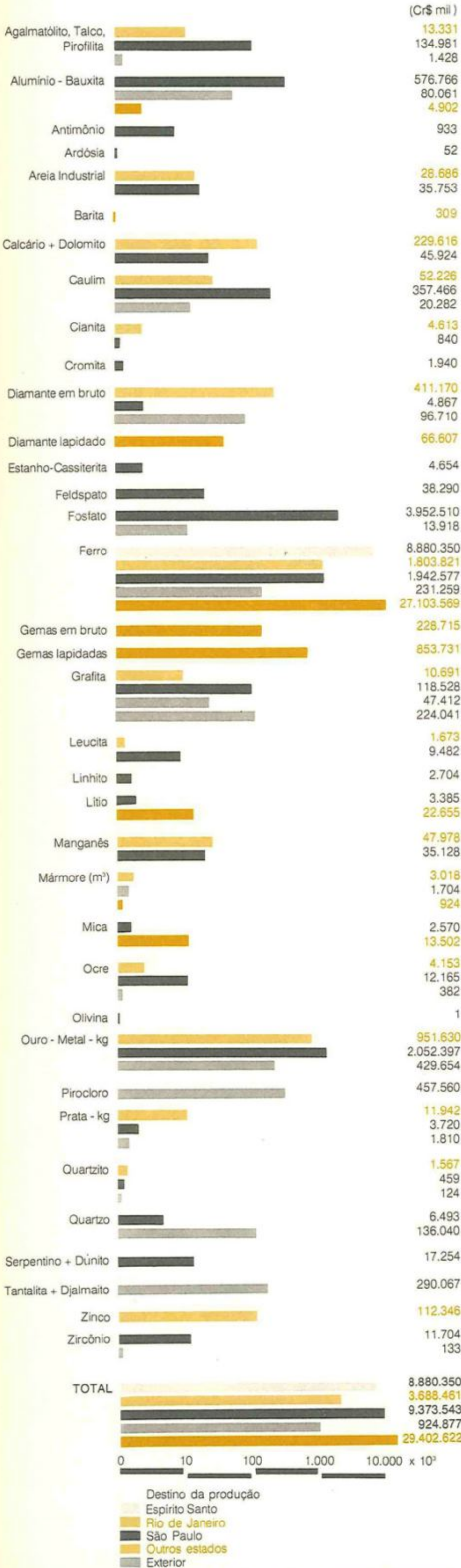
Enfim, na extração de produtos minerais com beneficiamento (tijolos, por exemplo), há arrecadação de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICM), que vem sendo crescente, consoante se verifica do gráfico seguinte:

Arrecadação de ICM, por setor de atividades econômicas em Minas Gerais - 1978/81



* Exclui: o recolhimento efetuado por contribuintes não cadastrados, os recolhimentos do ICM em outros estados e os da conta de Quitação Tributária.
**Classificado de acordo com o novo código de atividades econômicas.
Fonte: Secretaria da Fazenda.

Exportação de minérios de Minas Gerais - 1980



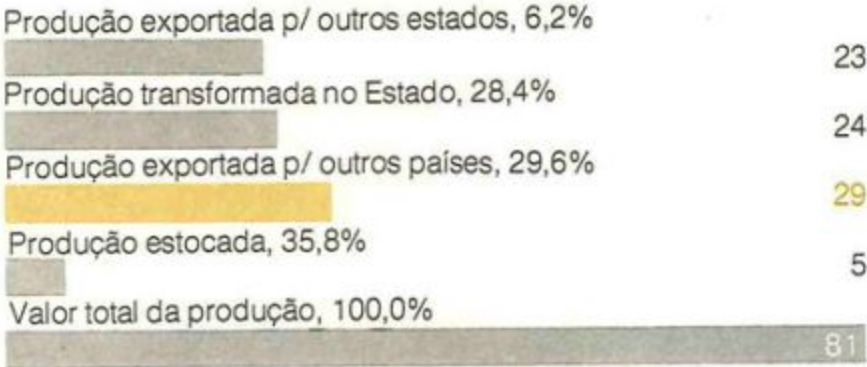
Fonte: DNPM/CACEX

A exportação

Aspecto saliente da produção mineral vem a ser a exportação, quer para outros Estados, quer para o estrangeiro.

Em termos de valor, as matérias-primas minerais produzidas em Minas Gerais, em 1980, tiveram a seguinte destinação:

Exportação da produção mineral de Minas Gerais (destino) - 1980



Fonte: DNPM, SEI/SEPLAN, CACEX

Desse gráfico, verifica-se que da produção mineral, em valor, 64,2% se destinam a suprimento de mercados fora do Estado, quer para outras regiões do País, quer para o exterior, conotando a dependência das exportações nessa atividade. Sem embargo, é preciso salientar que o minério de ferro, com 27,1 bilhões de cruzeiros, compreende 93% da exportação total para outros países. É o que se constata no gráfico ao lado

Observações do gráfico

O esforço para a diversificação da pauta de exportação de outros minérios que não o ferro já mostra alguma significação no que se refere ao pirocloro, zinco, grafita e quartzo, constituindo as gemas, brutas ou lapidadas, um capítulo à parte. Nesse último caso, a tradição é mais do que secular, sem embargo de que somente nos últimos anos se tenha procurado dar racionalização ao seu comércio.

A abertura de outras frentes de exploração, em que se salientam os minérios já assinalados, permite presumir imensas possibilidades, tanto mais que já se vislumbram sinais de recuperação da economia mundial, após a absorção do impacto dos preços do petróleo sobre os países industrializados.

É nesse aspecto que, também, chama a atenção o baixo índice relativo de aproveitamento de recursos minerais no próprio Estado. Apenas 29,62% da produção mineral em valor são transformadas pelas indústrias mineiras. Nessa percentagem, salientam-se o minério de ferro (aciaria e gusa), o pirocloro (ligas de ferro-nióbio e nióbio metálico), o calcário (cimento e corretivo de solo), o fosfato (fertilizantes), o zinco, o manganês, o alumínio e o estanho, para os quais o Parque Industrial Mineiro já apresenta dinamismo suficiente. Ele será capaz, assim, de estimular novas inversões naqueles setores, pela iniciativa privada, independentemente da iniciativa governamental, embora esta devesse estar presente em caráter supletivo.

Bibliografia

GUIMARÃES, Marco Aurélio & OLIVEIRA, Luiz Felipe Quaresma de. Importância do setor mineral na economia do Estado de Minas Gerais. *Mineração Metalurgia*. Rio de Janeiro, 45 (432):4-14, nov./dez. 1981.

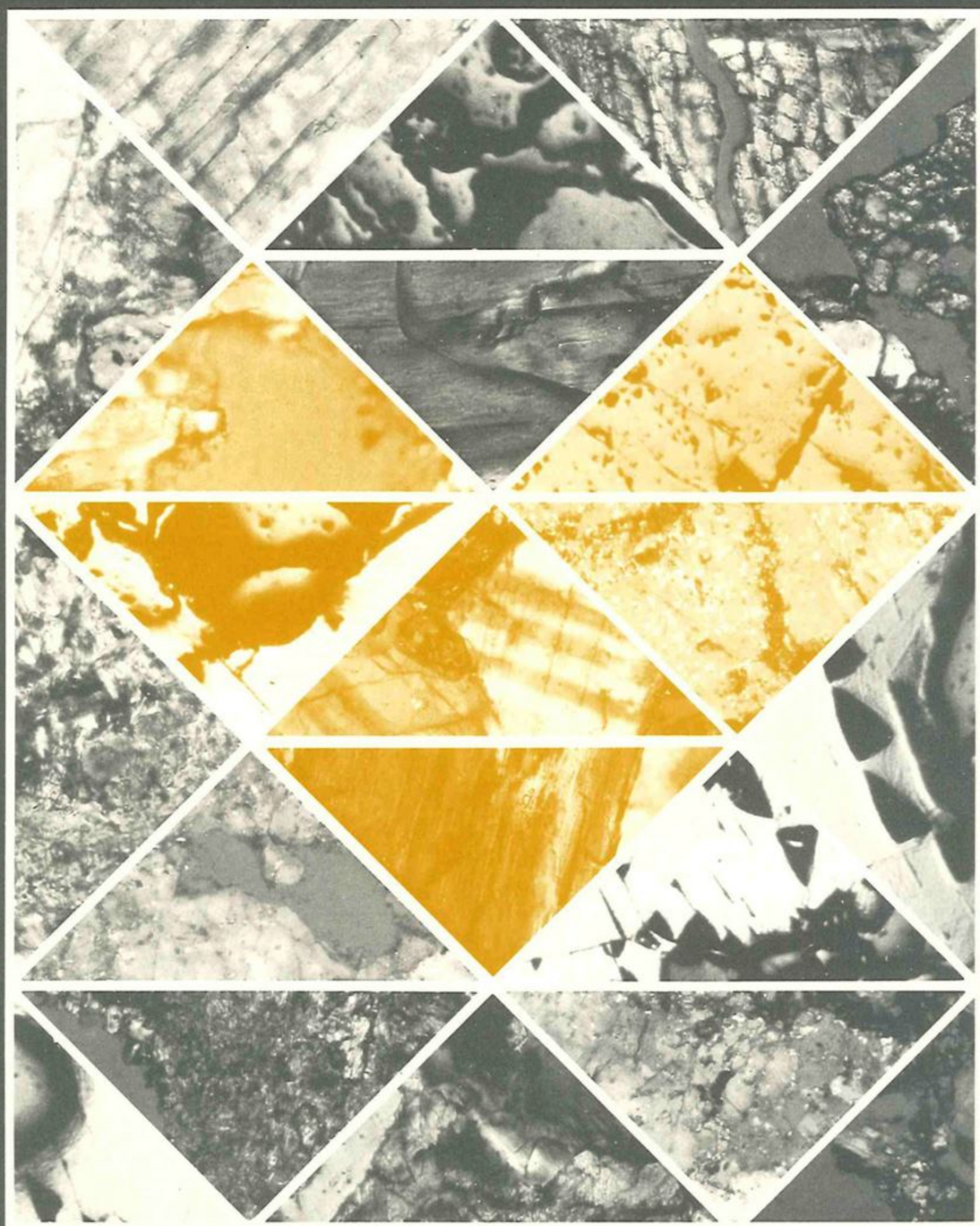
MEADOWS, Donela H. et alii. Limites do crescimento. São Paulo, Perspectiva, 1973. 203 p. (Coleção Debates).

MINAS GERAIS. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Superintendência de Estatística e Informações. *Agregados regionais; produto interno bruto 1970-1980*. Belo Horizonte, 1981. 193 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Programa Integrado de Geociências e Tecnologia Mineral; Subsetor de Prospeção. Rio de Janeiro, 1981. 30 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Núcleo de Minas Gerais. Programa Integrado de Geociências e Tecnologia Mineral elaborado para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Belo Horizonte, 1981. 12 p.

Potencial mineral



Potencial Mineral

Generalidades

Na elaboração deste capítulo, procurou-se, na medida do possível, individualizar o estudo das substâncias minerais, objetivando facilitar a consulta pelos interessados, tanto do ponto de vista de exploração quanto de utilização dos bens minerais.

É preciso, todavia, observar que, na maioria das vezes, mais de uma substância mineral é apresentada em um mesmo item. Esse agrupamento foi realizado, em alguns casos, levando-se em consideração a sua gênese.

Em outros casos, no entanto, em virtude da impossibilidade desse agrupamento, considerou-se a utilização final dos bens, ainda que sua gênese tenha sido diferente.

Finalmente, em outros casos, o agrupamento se deu pelas características e/ou propriedades aproximadas, embora gênese e utilização fossem diversas.

Sempre que viável adotou-se para o título principal das substâncias minerais a nomenclatura de sua utilização final: (p. ex., o alumínio em vez de bauxita, o cromo e não a cromita) e assim por diante.

A nomenclatura para as substâncias minerais constantes nos mapas foi extraída da listagem fornecida pelo PROSIG-DNPM, para os direitos minerais que envolvem aprovação de relatórios de pesquisa, manifesto de mina, decretos de lavra, novos decretos de lavra e licenciamentos.

A Bibliografia não mencionada ao final de cada item encontra-se listada ao término do trabalho, no capítulo Bibliografia.

A seguir são apresentados dois quadros contendo a sinopse das substâncias minerais aqui estudadas.

Texto

O texto descritivo das substâncias constantes de cada item do capítulo possui quatro partes principais: a primeira, abrangendo os aspectos gerais da substância, destinando-se principalmente ao leitor não-especializado; as demais partes envolvem a mineralogia, geologia e economia e se dirigem a um público mais familiarizado com as respectivas áreas. Procurou-se, todavia, dar a todo texto, inclusive à parte especializada, linguagem acessível.

Essa disposição dos assuntos em quatro partes não é rígida, eis que, para algumas substâncias, quando não considerado necessário, omitiram-se partes que não acrescentariam novidade ao assunto tratado.

Mapas

Na confecção dos mapas de localização das substâncias minerais, consideraram-se os seguintes critérios:

ÁREAS COM RECURSOS REAIS

São aquelas contendo jazidas, minas e/ou garimpos, cuja existência está comprovada por documentos legais (decretos de lavra, manifestos de mina, relatórios aprovados de pesquisa, novos decretos de lavra e licenciamentos), emitidos pelos órgãos governamentais respectivos. No caso dos garimpos, valeu-se de comprovações através de literatura geológica e informações diretas obtidas pela Metamig.

ÁREAS PROMISSORAS

São aquelas que abrangem ocorrências minerais citadas em literatura existente.

ÁREAS FAVORÁVEIS

São regiões de ambientes geológicos similares aos das áreas dotadas de recursos reais ou potenciais, ou situadas em suas imediações, apresentando características que permitam inferir a possível existência de eventos mineralizantes.

ÁREAS NÃO-FAVORÁVEIS

São aquelas cuja geologia, pelos atuais níveis de conhecimento, não parecem propícias a mineralizações para a substância estudada.

ÁREAS COM DADOS INSUFICIENTES

São, enfim, regiões que envolvem ambientes geológicos ainda não bem-definidos, seja pelos caracteres da geologia em si, seja pelos trabalhos de prospecção realizados para a substância respectiva.

Esses critérios não foram rígidos e, para algumas substâncias, como água mineral, ardósia e areia, entre outras, foram consideradas as áreas dos municípios, fugindo um pouco do esquema mencionado.

Assim sendo, para essas substâncias são consideradas áreas com recursos reais e sem recursos reais.



Sinopse mineral - substâncias

Substâncias, pág**	Produtos	Alguns usos
Agalmatólito (talco, esteatito, pirofilita), 57	Placa e pó	Indústria cerâmica, química, têxtil e mecânica
Água Mineral, 63		Medicina e indústria alimentícia
Amianto, 57	Fibra	Indústria têxtil, cimenteira, de refratários e química.
Ardósia, 75	Placa	Construção civil
Areia, 79		Cerâmica, metalurgia e construção civil
Argila, 83		Cerâmica, indústria de papel e indústria cimenteira
Basalto, 75	Brita	Construção civil
Berilo-turmalina-crisoberilo-quartzo espodumênio-granada, 143	Gemas (água marinha, esmeralda, morganita, heliodoro, turmalina crisoberilo, quartzo, topázio, kunzita, hiddenita, granadas)	Joalheria e ornamentação
Calcário, 99	Brita e pó	Construção civil, siderurgia, indústria cimenteira, agricultura e química
Cascalho, 79		Construção civil
Caulim, 125		
Cianita, 103		Cerâmica (refratários)
Diamante, 113	Gema e fragmento	Joalheria, abrasivos e materiais de corte
Dolomito, 99	Brita, pó e metal (magnésio)	Construção civil, agricultura, metalurgia e indústria química
Feldspato, 125	Pó	Cerâmica e vidros
Gnaisse, 75	Brita e bloco	Construção civil (pavimentação)
Grafita, 149	Pó	Siderurgia, cerâmica (refratários) e indústria de lubrificantes e lápis
Mica, 167	Placa	Indústria eletro-eletrônica e química
Pedras ornamentais (granitos, mármore)	Placa e bloco	Construção civil e artes plásticas
Quartzito (arenito), 75	Brita, placa e pó	Construção civil e cerâmica
Quartzo, 199	Cristal Seixo e fragmento	Joalheria e ormanetação, indústria eletrônica, ótica e de vidros. Abrasivos e material triturante.
Turfa-linhito, 207		Agricultura e combustível

** Refere-se à página de início do assunto

Sinopse mineral - elementos

Elemento, pág. **	Minérios principais em Minas Gerais	Produtos	Alguns usos
Alumínio, 67	Bauxita	Metal, ligas, pigmentos e sais	Metalurgia e indústria química
Antimônio, 217	Estibnita	Ligas	Metalurgia
Arsênio, 183	Arsenopirita	Sais	Indústria Química
Bário, 87	Barita	Sais e ligas	Metalurgia, indústria química e mecânica
Berílio, 93	Berilo, fenacita, euclásio, crisoberilo	Metal, ligas e gemas	Metalurgia, indústria eletro-eletrônica e mecânica
Cádmio, 217	Contido na esfalerita	Ligas	Metalurgia
Chumbo, 217	Galena	Metal, ligas e pigmentos	Metalurgia e indústria química
Cobalto, 217	*	Ligas e pigmentos	Metalurgia e indústria química
Cobre, 217	*	Metal, ligas e pigmentos	Metalurgia, indústria elétrica e química
Cromo, 107	Cromita	Ligas, pigmentos, sais e óxidos	Metalurgia, indústria química e cerâmica
Enxofre, 195	Pirita	Ácido	Indústria elétrica, joalheria e química
Estanho, 119	Cassiterita	Metal, ligas e sais	Metalurgia, indústria química
Ferro, 131	Hematita, limonita	Metal, ligas e pigmento (ocre)	Siderurgia, metalurgia, indústria química e farmacêutica
Lítio, 155	Espodumênio, ambliogonita, petalita	Ligas, sais, óxidos e gemas	Metalurgia, indústria química, cerâmica e joalheira
Manganês, 161	Pirolusita, criptomelana, psilomelana, rodocrosita	Metal, ligas e sais	Siderurgia, metalurgia, indústria elétrica, cerâmica
Molibdênio, 211	Molibdenita	Ligas e sais	Metalurgia e indústria química
Nióbio-Tântalo, 171	Pirocloro, columbita-tantalita	Ligas	Metalurgia, indústria nuclear e mecânica
Níquel, 177	Garnierita	Ligas e Pigmentos	Metalurgia e indústria química
Ouro, 183	Ouro nativo	Metal e ligas	Lastro monetário, indústria química, joalheira e material protético.
Platina, 183	Platina nativa	metal e ligas	Indústria elétrica, joalheira e química
Potássio, 137	Rocha potássica	Sais e outros	Indústria química e metalurgia
Prata, 183	Prata nativa, galena argentíferas	Metal, ligas e sais	Metalurgia, indústria joalheira e química
Titânio, 203	Anatásio	Metal, ligas e pigmentos	Metalurgia, indústria química e mecânica
Tório, 211	Monazita, torita	Metal	Indústria Nuclear
Urânio, 211	Uraninita, pechblenda autunita	Metal e sais	Indústria nuclear e química
Vanádio, 217	Vanadita, descloizita	Ligas	Metalurgia e indústria química
Zinco, 217	Esfalerita, calamina willemita	Metal, ligas e pigmentos	Metalurgia, indústria química e joalheira
Zircônio, 203	Zircão	Óxidos e metal	Indústria cerâmica e nuclear

* Sem informação sobre a existência de minério

** Refere-se a página de início do assunto

Agalmatólito

(amianto, esteatito, pedra-sabão, talco)

Aspectos gerais

A utilização dos bens minerais, descritos abaixo, iniciou-se há vários séculos. Provas de tais fatos podem ser observadas em velhos ídolos hindus e chineses, construídos com agalmatólito. Hoje, além de utilizar-se esse material em escultura, tem ele grande aplicação em setores bastante diversos.

O agalmatólito, o talco, o esteatito e a pirofilita têm amplo emprego na indústria. O agalmatólito e o esteatito, quando se apresentam maciços, são usados em tampos de mesa de laboratório, em quadros de comando elétrico e aparelhos sanitários, isoladores elétricos e na fabricação de artigos decorativos.

No entanto, a maior parte desses materiais é moída e empregada na indústria cerâmica em azulejos, pisos e refratários elétricos, fabricação de tintas, como carga ou pigmento, na indústria de borracha, como agente de pulverização para lubrificar os moldes, e na indústria de papel, para aumentar a retenção e opacidade.

Na indústria têxtil, o talco é usado para alvejar tecidos e dar-lhes peso e nos cosméticos como suporte para pigmentos, proporcionando limpeza e desodorização, sendo aqui o constituinte mais importante. Quando a porcentagem de magnesita é elevada, o talco é empregado em revestimento de fornos siderúrgicos.

A crisotila é o mineral de maior importância econômica na produção de amianto. Esse material é amplamente utilizado devido às suas propriedades físicas e químicas.

Na indústria têxtil, as fibras com mais de 8 mm são usadas na fabricação de tecidos, cordas, feltros, na confecção de vestimentas de segurança, em materiais de proteção contra o fogo e como isolante elétrico.

As fibras curtas (de 2 a 8 mm), são usadas na fabricação de cimento-amianto, empregado na confecção de telhas, calhas, chapas e caixas d'água. Também se emprega na produção de refratários, em certos tipos de papéis, colas, pastilhas de freio e diversas outras finalidades.

Mineralogia

AGALMATÓLITO

É a denominação dada a uma rocha metamórfica de cor esverdeada, granulação fina, constituída principalmente de pirofilita. Popularmente é chamada de pedra-sabão, ou pagodito, e apresenta alto teor em Al_2O_3 .

TALCO

É um silicato de magnésio hidratado de fórmula geral $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$, cristalizado no sistema monoclinico e hábito laminar, radiado, tabular ou compacto. No entanto, o termo talco é empregado erroneamente, no aspecto petrográfico e mineralógico, para definir outros minerais e rochas que apresentam propriedades e usos semelhantes.

Sua cor é verde, branca ou cinza, brilho nacarado e gorduroso, apresentando sensação untuosa ao tato. É caracterizado pelo seu hábito micáceo, sensação untuosa e baixa dureza (1 na escala de Mohs). Encontra-se associado a rochas ígneas, principalmente peridotitos e piroxenitos originados da alteração de olivinas, piroxênios e anfibólios, e em calcários dolomíticos metamorforizados. Encontra-se também em rochas xistosas, como o talco-xisto, algumas vezes formando bolsões de dimensões consideráveis.

ESTEATITO

Rocha metamórfica, de cor verde clara, quando pura maciça, constituída principalmente de talco, apresentando também clorita, magnesita, serpentina e antigorita. É conhecida igualmente como pedra-sabão ou saponito, e para uma melhor definição deve apresentar valores de, no mínimo, 1,1% de CaO , 1,5% de FeO + Fe_2O_3 e 4% de Al_2O_3 .

PIROFILITA

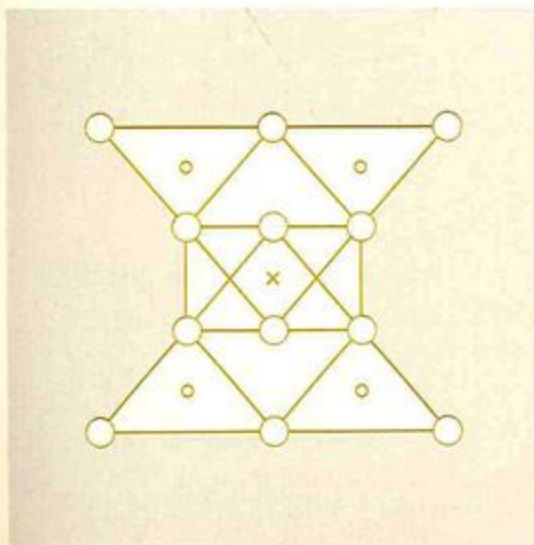
Mineral de cor branca a verde, brilho vítreo a nacarado, dureza 1 a 2 e densidade 2,8 a 2,9. Cristaliza-se no sistema monoclinico, em cristais laminados, agregados, radiados ou compactos. É um silicato de alumínio hidratado, que pode ser expresso pela fórmula $Al_2(Si_4O_{10})(OH)_2$. É encontrada em rochas metamórficas, associada principalmente à cianita, quartzo e carbonato.

AMIANTO

Denominação comercial dada aos silicatos magnesianos fibrosos que, no entanto, se diferem pelas composições químicas e mineralógicas. As principais variedades do amianto são:

- **Crisotila** - silicato hidratado de magnésio, de fórmula geral $3MgO_2 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$, de cor branca, verde e cinza, brilho sedoso, dureza 2,5 a 4,0 e densidade 2,4 a 2,6. Cristaliza-se no sistema monoclinico, hábito fibroso, asbestiforme e alta flexibilidade. Pertence ao grupo das serpentinas. Ocorre como produto de alteração de olivinas, piroxênios ou anfibólios, associadas a rochas ígneas e metamórficas, disseminadas nestas ou compondo quase totalmente a rocha.
- **Picrolita** - variedade da serpentina, encontrada geralmente associada à crisotila. Apresenta hábito colunar é muito quebradiça. Não apresenta grande importância econômica.

- **Antofilita** - é um mineral do grupo dos anfibólios, de fórmula $(Mg, Fe)_7(Si_8O_{22})(OH)_2$. Apresenta cor cinza a verde, brilho vítreo, dureza 5,5 a 6,0, e densidade 2,85 - 3,20. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, geralmente em cristais fibrosos, sendo as fibras fracas e curtas. Ocorre, principalmente, em xistos cristalinos, talvez como produto de alteração de olivina.
- **Amosita** - é uma variedade que apresenta fibras bem-desenvolvidas, de cor verde a cinza, composição química entre a antofilita e gendrita, conhecida também como ferroantofilita.
- **Actinolita** - pertence também ao grupo dos anfibólios, de fórmula geral $Ca(Mg, Fe)_5(OH)_2(Si_4O_{11})_2$. Cristaliza-se no sistema monoclinico, hábito colunar ou fibroso, às vezes maciço, de cor verde-claro a acinzentado, e brilho vítreo. Sua dureza é + 6,0, densidade 3,0 a 3,2, não tendo grande importância comercial, devido à raridade de sua ocorrência na forma fibrosa. Ocorre, geralmente, em xistos cristalinos, formados por metamorfismo de baixo grau em rochas ígneas ricas em piroxênios, algumas vezes constituindo a maior partes destas rochas (actinolita - xistos).
- **Tremolita** - assemelha-se bastante à actinolita, porém não apresenta o ferro na sua estrutura, $Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$. Sua cor varia do branco ao verde-claro, brilho vítreo, dureza 5,5, e densidade 2,9 a 3,2. Como a actinolita, a tremolita não apresenta valor comercial por não existirem depósitos economicamente explorados.
- **Crocidolita** - "blue asbestos", é uma variedade fibrosa da riebeckita. É um silicato de sódio e ferro, $NaFe(SiO_3)_2 \cdot FeSiO_3$, que se apresenta em fibras pouco resistentes, de dureza 4, e densidade 3,2 a 3,3 e cor azul e verde-claro.



Geologia

O agalmatólito, talco, pirofilita e o esteatito (pedra-sabão), possuem características assaz semelhantes, sendo comum alguns pesquisadores colocá-los sob a denominação genérica de "Talco" ou "Pedra-sabão".

Comercialmente, definem-se os seguintes termos:

talco: o mineral puro e macio

esteatito: talco em massas compactas

agalito: talco fibroso

pedra-sabão: rocha macia composta essencialmente de talco, mas contendo clorita, serpentina, magnesita, antigorita e enstatita

agalmatólito: um tipo de pedra-sabão, onde a pirofilita substitui o talco.

TALCO-PIROFILITA

O talco aparece como produto de alteração de minerais magnesianos, primários ou, principalmente, secundários das rochas. Resulta de um suave metamorfismo hidrotermal, talvez ajudado por metamorfismo dinâmico, mas jamais de intemperismo. Assim, ele se origina em calcários que sofreram um metamorfismo regional, em rochas ultrabásicas metamorfasadas e em zonas de metamorfismo de contato adjacentes a rochas ígneas básicas.

A pirofilita resulta de substituição hidrotermal em rochas vulcanoclásticas silicosas, principalmente.

AMIANTO

Os dois grupos principais de minerais chamados comercialmente de amianto (asbesto), são: serpentinas e anfibólios.

As serpentinas, crisotila e picrolita, são silicatos hidratados de magnésio e responsáveis por mais de 95% do amianto; os anfibólios, amosita, tremolita, actinolita, antofilita e crocidolita, são silicatos de Ca, Mg, Fe, Na e Al. Os depósitos podem ser em "stockwork", tabulares ou irregulares.

Crisotila: O amianto-crisotila (grupo das serpentinas), ocorre em alterações de rochas ígneas ultrabásicas (dunitos e peridotitos, p. ex.), em calcários magnesianos e dolomitos, constituindo a forma fibrosa do mineral serpentina.

A origem da crisotila está ligada à serpentinização das rochas ultrabásicas, que seria originada por autometamorfismo (auto-hidratação de olivina e piroxênios, com a água fornecida por um líquido residual do próprio magma). Então, a partir da serpentina, várias teorias tentam explicar a formação da espécie fibrosa (crisotila), que ocorre em vênulas dentro da massa autometamorfisada:

- As vênulas são fissuras provocadas pela expansão, por hidratação ou por "stress dinâmico" e preenchidas, respectivamente, por soluções originadas na própria rocha ou por soluções de fontes remotas.
- Substituição e recristalização da serpentina das paredes de pequenas cavidades.
- A serpentina é extraída da rocha e depositada como crisotila em fraturas estreitas, alargadas pela força de crescimento dos cristais.
- **Picrolita:** É uma variedade da serpentina encontrada junto à crisotila em muitos depósitos, sendo um minério de importância secundária. Nos calcários magnesianos (o magnésio pode ser introduzido por intrusões de diabásio), e dolomitos ocorre a serpentinização e, posteriormente, a recristalização parcial origina os veios.
- **Amosita e Crocidolita:** Dos amianto-anfibólios, são os mais importantes, seguidos pela trendita e antofilita. A amosita e crocidolita são encontradas em formações metamórficas ferruginosas de origem sedimentar.

A primeira tem origem em uma reorganização molecular, sem transferência de material das encaixantes e a segunda, além do metamorfismo, recebe contribuição de soluções em sua origem. A tremolita e actinolita ocorrem em rochas ultrabásicas metamorfasadas.

Panorama mundial

AMIANTO

As reservas mundiais de amianto montam a 90 milhões de toneladas, das quais o Canadá contribui com 40,5%, a URSS com 30,6% e a África do Sul com 5,5%.

As reservas canadenses concentram-se a Leste de Quebec, onde sills de dunito serpentinizado cortam sedimentos cambrianos. Ali, o amianto é constituído por crisotila. As reservas russas se originam principalmente no distrito de Bazhinovo (Urais). Na África do Sul (província do Cabo-Transvaal), além da crisotila, encontram-se as maiores reservas da variedade amosita-crocidolita, que ocorrem em veios intercamadados com ardósias sílico-ferruginosas. Outros depósitos se encontram nos EUA, Rodésia, China e outros países.

TALCO

As reservas mundiais de talco e similares montam a 300 milhões de toneladas, com 45% localizadas nos EUA, 18% no Japão e 9% na França, Itália e Finlândia.

Os depósitos norte-americanos e canadenses situam-se nos Apalaches e nas rochas dobradas da costa do Pacífico, podendo-se citar os seguintes distritos, como exemplo: Vermont (depósitos em serpentinitos, xistos e gnaisses), St. Lawrence (zona de contato de calcário com granito intrusivo), Virgínia (depósitos em ultrabásicas alteradas), Califórnia (talco no contato calcário-diorito), Carolina do Norte - Georgia (mármore com lentes de talco), e Ontário (contato dolomito-granito intrusivo). As reservas japonesas são, principalmente, de pirofilita. A França e Itália possuem reservas de talco de boa qualidade, provenientes dos Pirineus e Alpes. Outras reservas importantes situam-se na Zâmbia e África do Sul.

Brasil

As reservas brasileiras de talco são da ordem de 50 milhões de toneladas, distribuídas pelos Estados da Bahia (50%), Paraná (26%), Minas Gerais (17%), Rio Grande do Sul (2,7%) e São Paulo (2,3).

Em Brumado (BA), estão os maiores depósitos nacionais, agrupados na Serra das Éguas, num conjunto litológico constituído de gnaisses, quartzitos, dolomitos, bolsões de magnesita e pequenos corpos de anfibólio. O talco ocorre em bolsões intercalados na magnesita, com reservas de 21 milhões de toneladas. Outros depósitos baianos são os de Casa Nova (gnaisses cortados por corpos básicos-ultrabásicos), e Aracatu.

Os principais depósitos paranaenses estão relacionados aos calcários e dolomitos do Grupo Açungui, e se localizam em Bocaiúva do Sul (6 milhões de toneladas), Ponta Grossa (5,8 milhões de toneladas), e Castro (630 mil toneladas). Os depósitos gaúchos e paulistas são de importância secundária e se localizam em Caçapava do Sul (RS), Ribeirão Branco, Itapira e Itararé (SP).

O Brasil contribui com apenas 4,8% das reservas mundiais de amianto, sendo que Goiás é o responsável pela quase totalidade das reservas nacionais (94%). O restante se distribui por Alagoas, Bahia, Piauí e Minas Gerais.

A principal jazida goiana e brasileira localiza-se em Minaçu, no complexo básico-ultrabásico de Canabrava. O depósito é constituído por "stockwork" de amianto-crisotila em rochas serpentiniticas e possui reservas da ordem de 3,8 milhões de toneladas de fibras. Depósitos menores goianos ocorrem, ainda, no Complexo de Canabrava, no Maciço básico-ultrabásico de Barro Alto e na intrusão básico-ultrabásica de Dois Irmãos (Pontalina).

As reservas alagoanas provêm de Jaramataia (antofilita) e as da Bahia de Itaberaba (corpos ultrabásicos metamorfasados).

Minas Gerais

As reservas de talco e similares, aprovadas pelo DNPM, são da ordem de 10 milhões de toneladas, sendo aproximadamente 40% para talco e 60% para agalmatólito e pirofilita. Tais reservas se concentram na região do rio Piranga (Caranaíba - 522 mil toneladas; Catas Altas da Noruega - 2,8 milhões de toneladas; Piranga - 168 mil toneladas; e Santana dos Montes - 97 mil toneladas), e no Quadrilátero Ferrífero - (Ouro Preto - 370 mil toneladas).

Na região de Caranaíba, os talco - actinolita-xistos, são formados por hidrometamorfismo de intrusivas básicas. Na região de Ouro Preto os depósitos derivam de derrames básicos que formam, por metamorfismo, possantes pacotes de talco-xistos, onde se individualizam camadas de talco compacto. Outras ocorrências situam-se em Congonhas, Brumadinho, Itabirito etc., como assinaladas no mapa.

As reservas de agalmatólito-pirofilita se concentram em Mateus Leme, Onça do Pitangui, Pitangui e Pará de Minas.

Segundo Leinz, o agalmatólito deriva de xistos ricos em silicatos de alumínio que sofreram alteração pneumatolítica. Nessa região, ele seria derivado das rochas metamórficas do Super Grupo Minas.

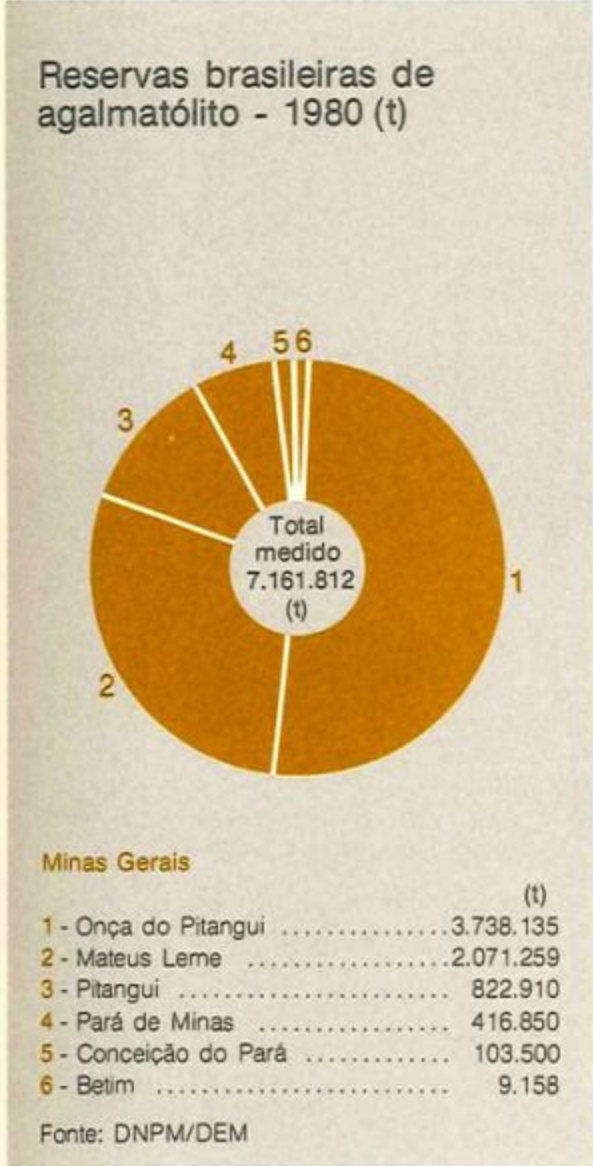
As reservas de amianto em Minas Gerais são de cerca de 9.000 toneladas, em Virgolândia (associadas a corpos intrusivos básico-ultrabásicos). Outros pequenos depósitos situam-se no Maciço básico-ultrabásico do Rio dos Peixes, em Nova Lima. As reservas desses depósitos são constituídas por veios de amianto-crisotila em fibras de 0,5-1 cm, com a picrolita ocorrendo nas "shear-zones".

Outras ocorrências estão plotadas no mapa sobre o assunto.

Economia

Agalmatólito

As reservas oficiais de agalmatólito no Brasil se concentram em um único Estado - o de Minas Gerais - e se discriminam assim:



Produção de agalmatólito

Em decorrência de suas reservas, Minas Gerais é o Estado responsável pelo agalmatólito produzido no País.

Em 1979, dezoito empresas produziram agalmatólito em Minas Gerais, dentre as quais se podem destacar Magnesita S.A., com 46,06% da produção bruta total e a Mineração Mateus Leme Ltda., com 20,02% da produção bruta e 61,06% da produção beneficiada, seguida pela firma Lage Minérios Ltda. que contribuiu com 12,59% da produção bruta total e 37,48% da beneficiada.

Os dados de produção no gráfico ao lado evidenciam o crescimento significativo da oferta de agalmatólito nos dois últimos anos.

Talco

Minas Gerais foi responsável, em 1979, por 6% da produção nacional, tendo sido realizada por sete empresas, sobressaindo-se a Mineração e Ind. Grosse Ltda., com 37,7%, Citalco Ltda., com 23,8% e a Mineração Bandeirante, com 19,6%.

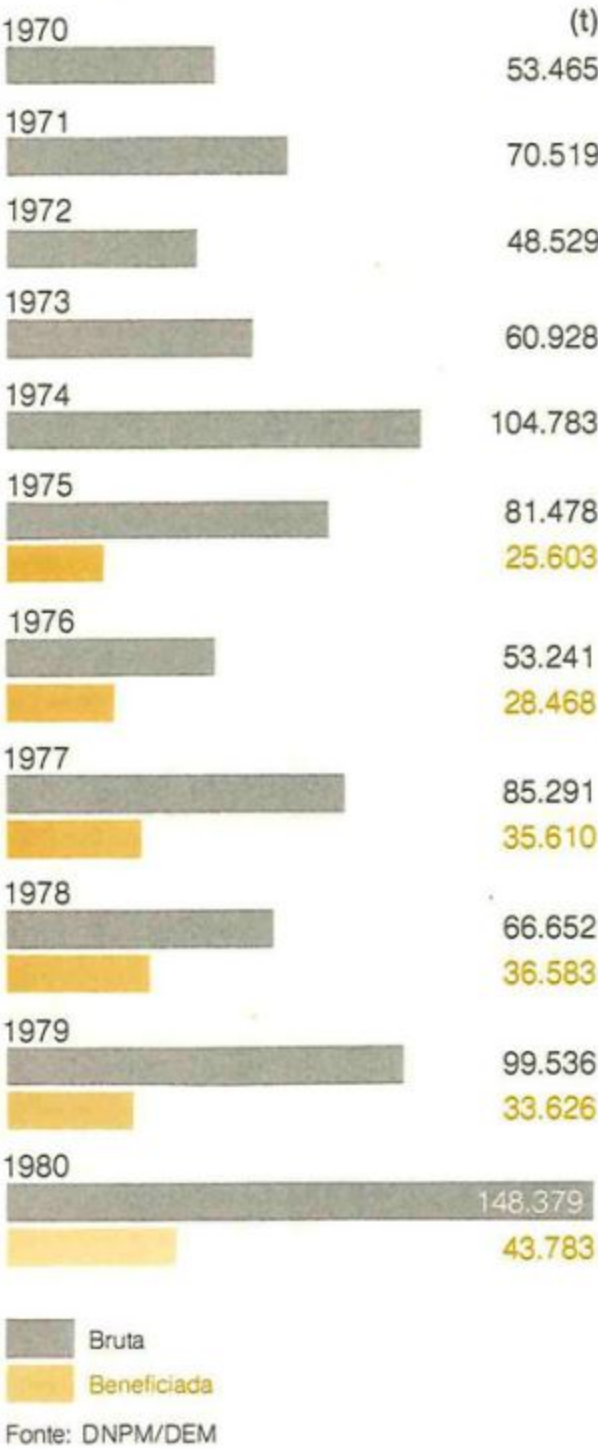
A observação dos dados disponíveis, na série histórica, evidencia um crescimento contínuo na produção, excetuando-se o ano de 1971.

Exportação/Importação

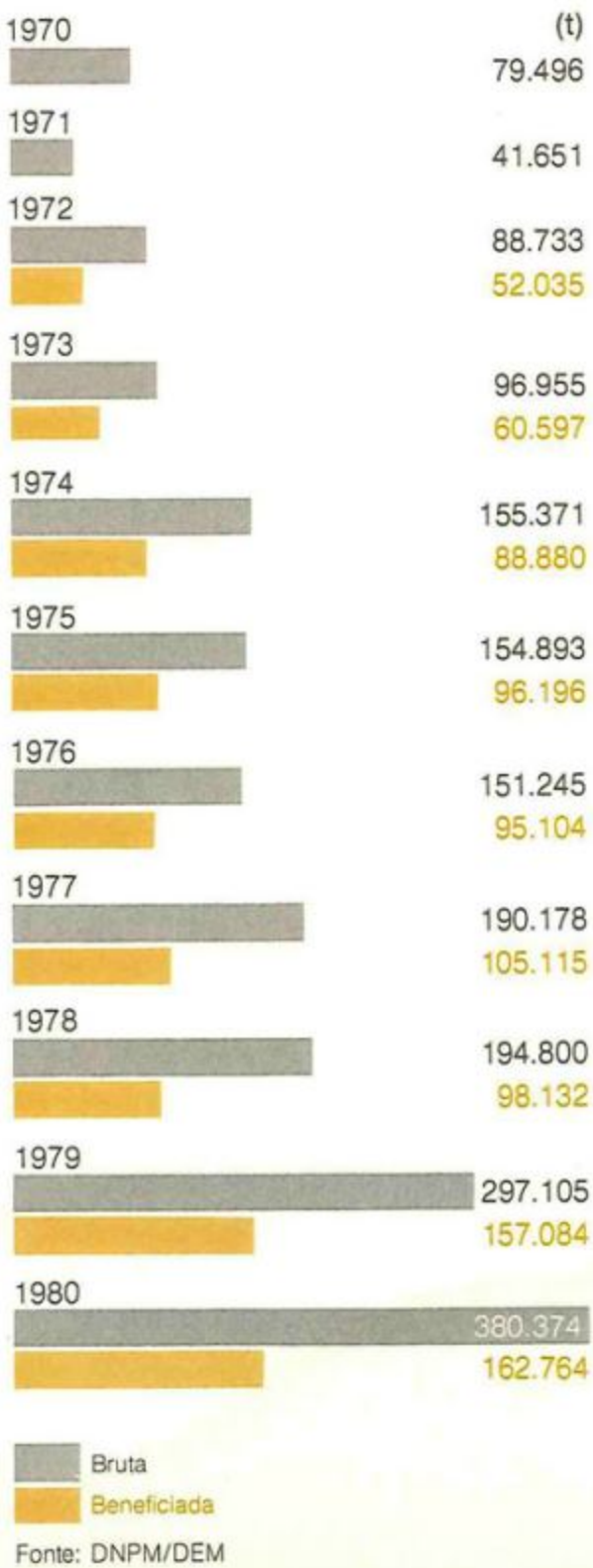
As estatísticas do comércio exterior do Brasil, no período 1970/79, demonstram a pouca representatividade de compras, registrando a aquisição de pequenas quantidades de talco, provenientes dos Estados Unidos.

As exportações também foram pouco significativas, destinadas à Colômbia, Argentina e outros países sul-americanos.

Produção brasileira de agalmatólito - 1970/80



Produção brasileira de talco - 1970/80



Perspectivas

A produção vem satisfazendo a demanda interna. Não existem novos projetos, nem de produção nem para consumo do talco como matéria-prima.

No que tange às reservas, mesmo não se considerando novas descobertas e/ou reavaliação de jazidas, são elas suficientes para suprir as necessidades do minério.

O município de Minaçu - GO, mais especificamente a Mina de Canabrava, é a responsável pela maior parcela das reservas nacionais economicamente aproveitáveis.

Demanda

A demanda interna de amianto no Brasil, nos últimos dez anos, apresentou expressivo aumento, ocasionado pelo maior consumo das indústrias nacionais que utilizam este bem mineral como matéria-prima.

Produção de amianto

Também em resposta à demanda crescente, a produção interna de amianto, no período 1970/79, revelou tendência acentuadamente crescente, evoluindo de, aproximadamente, 376 mil toneladas para 2,5 milhões de toneladas.

A principal empresa produtora é a S/A Mineração de Amianto, que opera a Mina de Canabrava. O restante da produção provém dos estados do Piauí, São Paulo, Minas Gerais e Alagoas.

Exportação/Importação

As exportações brasileiras foram bastante inexpressivas no período de 1970 a 1980.

As importações resultaram sobretudo do fato de não serem produzidas no Brasil certos tipos de fibras, como as extralongas, para fiação, e as fibras extracurtas, para materiais de fricção, pisos vinílicos e outros produtos. O principal fornecedor do Brasil é o Canadá, seguindo-se a África do Sul e Itália.

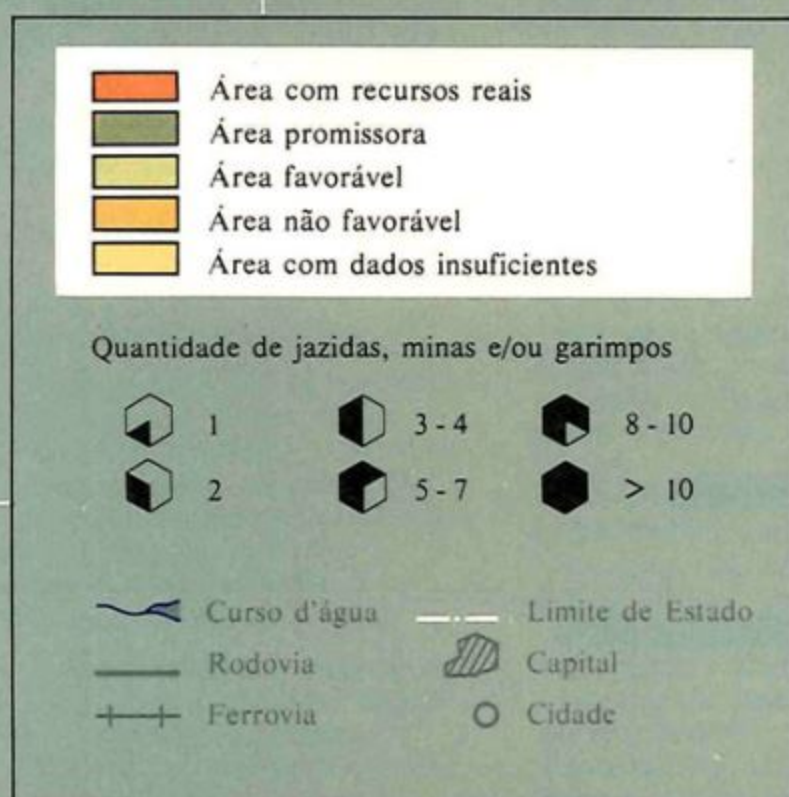
Perspectivas

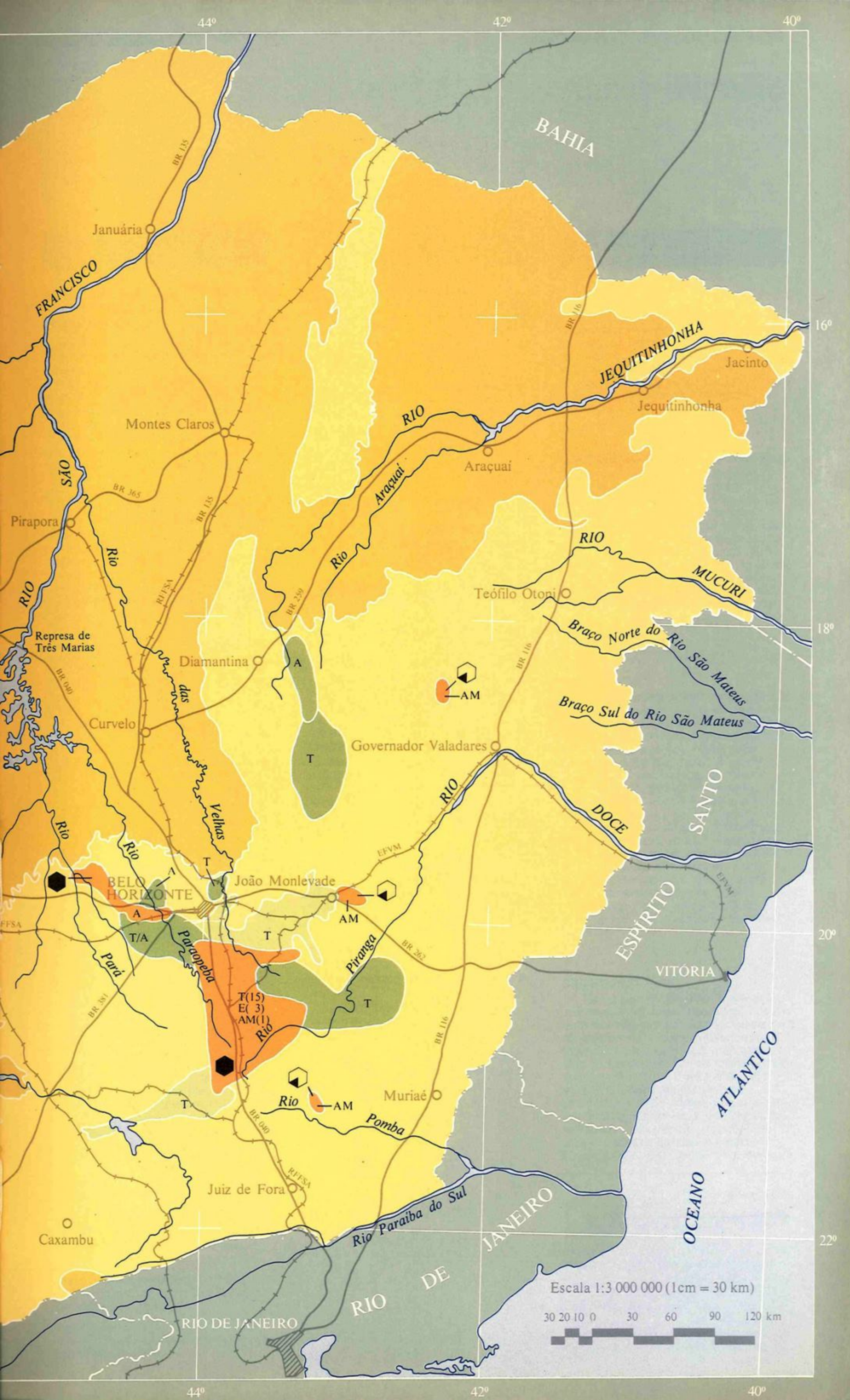
Segundo projeções do Balanço Mineral Brasileiro, vai registrar-se crescente dependência do produto externo. Ela chegará a cerca de 380 mil toneladas em 1989, o que significa a elevação do respectivo coeficiente de 24,8% em 1980 para 61,3% no final da década, a menos que se instalem projetos para suprimento das deficiências.



AGALMATOLITO

Agalmatolito (A), Amianto (AM), Esteatito (E), Talco (T).





Bibliografia

AMIANTO: o Brasil pode ser um grande produtor mundial. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 7 (75): 8-9, ago. 1979.

GIRODO, Antônio Carlos & PAIXÃO, José Elísio. *Perfil analítico do amianto*. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 49 p. (Brasil. DNPM, Bol. 2).

OLIVEIRA, Gabriel Mauro de & LISBOA, Moacir. *Amianto no Brasil. Boletim DNPM-DFPM*, Rio de Janeiro, (45), 1940.

PINHEIRO, João César de F. *Perfil analítico do talco*. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 41 p. (Brasil. DNPM. Bol. 22).

Aspectos gerais

Evolução do uso

A civilização européia aperfeiçoou o hábito multissecular e empírico das termas, revestindo-o de técnica e ciência, ao longo de uma evolução em que se distinguem as seguintes fases, no uso de águas minerais:

- Período primitivo ou religioso, quando se dava importância sobrenatural ao uso de determinadas águas.
- Período dogmático, já na Grécia antiga, quando se procuraram explicar as razões de curas havidas.
- Período romano, em que os banhos termas se difundiram, sendo usados para descanso dos soldados, cura de feridos, limpeza e encontros sociais.
- Período cristão, no qual se reagiu contra os costumes corruptos, que se haviam ligado à prática termal. Os banhos continuaram procurados como recursos para os males, despojados do prestígio social anterior.
- Período medieval, em que surgiram, na Boêmia, Alemanha, França e Itália (séculos XII e XIII), estâncias de cura. Algumas perduram até hoje, como a do rio Waag, entre Hungria e Polônia, utilizando-se lama radioativa e águas sulfurosas.
- Período de observação clínica, a partir do século XVIII, em que se procuraram analisar as razões das curas, aproveitando-se o desenvolvimento da geologia, física, química e biologia.
- Período moderno, a partir do aproveitamento das aquisições científicas que, ao lado da simples composição química das águas, permitem explicar uma série de fatores que intervêm na ação das águas minerais. São eles, por exemplo, o estado de ionização das soluções na sua emergência, cujas variações podem fazer variar os efeitos fisiológicos. Também a tensão osmótica tem efeitos diferentes: a água hipotônica penetra no meio orgânico, a água hipertônica drena esse meio.

Hidrologia

A existência de metais e gases raros nas águas pode justificar propriedades catalíticas importantes, ainda que a mineralização seja pobre, eis que as emanções daquelas podem ter efeitos nos organismos vivos.

Nessa fase, já verdadeiramente científica, surge a hidrologia e se analisam o poder filático das águas ou a sua proteção contra fatores tóxicos ou venenosos; o poder desinsensibilizante ou antianafilático; o poder agocítico, influenciador do crescimento vegetal e evitador de depressões nas funções nutritivas; o poder desinfetante ou bactericida, conhecido em águas radioativas, sulfurosas, iodo-cloretadas, arseniacais e até mesmo sulfatadas e bicarbonatadas.

Composição química

Quanto à composição química, são as seguintes as variedades:

- Radíferas: com substâncias minerais radioativas, permanentes.
- Alcalina-bicarbonatadas: compostos alcalinos/l, igual ou maior que 0,200 g de bicarbonato de sódio.
- Alcalina-terrosas compostos alcalinos terrosos/l, igual ou maior que 0,120 g de carbonato de cálcio.

- Alcalina-terrosas cálcicas: compostos alcalinos terrosos/l, igual ou maior que 0,048 g de Ca sob a forma de bicarbonato de cálcio.
- Alcalina-terrosas magnesianas: compostos alcalinos/l, igual ou maior que 0,30 g de Mg sob a forma de bicarbonato de magnésio.
- Sulfatadas: compostos sulfatados/l, igual ou maior que 0,100 g de SO_4 combinado com Na, K e Mg.
- Sulfurosas: quantidade/l igual ou maior que 0,001 g de S.
- Nitratadas: quantidade/l igual ou maior que 0,100 g de NO_3 de origem mineral.
- Cloretadas: quantidade/l igual ou maior que 0,500 g de NaCl.
- Ferruginosas: quantidade/l igual ou maior que 0,005 g de Fe.
- Radioativas: contendo radônio em solução.
- Toriativas: contendo torônio em solução.
- Carbogasosas: contendo gás carbônico livre dissolvido.

Gases e temperatura

Consoante os gases e a temperatura, são as seguintes as classificações das águas:

QUANTO AOS GASES:

- Fontes radioativas - quando apresentarem radônio, em proporções e condições definidas.
fracamente radioativas;
radioativas;
fortemente radioativas.
- Fontes toriativas - quando apresentarem torônio em proporções e condições definidas.
- Fontes sulfurosas - apresentam desprendimentos de gás sulfídrico quando emergem.

QUANTO À TEMPERATURA:

- Fontes frias - temperatura inferior a 25°C;
- Fontes hipotermas - temperatura entre 25 e 33°C;
- Fontes mesotermas - temperatura entre 33 e 36°C;
- Fontes isotermas - temperatura entre 36 e 38°C;
- Fontes hipertermas - temperatura acima de 38°C.

As águas minerais, além de serem usadas pelo homem, dada a sua potabilidade, são usadas em aplicações terapêuticas.

Nesse caso, podem ser classificadas quanto ao uso, em interno e externo, e o assunto é tratado no item a seguir.

Águas minerais

Geologia e usos

Geologicamente, as águas minerais tendem naturalmente a traduzir a composição das rochas que elas percolam, contendo em solução, em proporções variáveis, as mineralizações ocorrentes.

Alguns efeitos terapêuticos conhecidos e indicações de águas minerais são os seguintes:

OLIGOMETÁLICAS OU OLIGOMINERAIS

De pouca mineralização, têm essas águas, quando terapêuticas, poder energético sobre as células e tecidos, em virtude da grande ionização de seus elementos. São de rápida absorção e rápida eliminação. Favorecem, quando termas e radioativas, a evacuação do ácido úrico. Estando presentes íons de S, Ca, Mg, Si etc, atuam como antialérgicas, descongestivas, sedativas e cicatrizantes. Auxiliam, assim, o tratamento de insuficiências hepato-renais, pielonefrites, pielites, calculoses, uricemia, gota, dermatoses etc.

RADIOATIVAS

Águas de muitas classes podem ser radioativas, dependendo do ambiente geológico em que se formam. Em algumas, porém, a radioatividade é predominante.

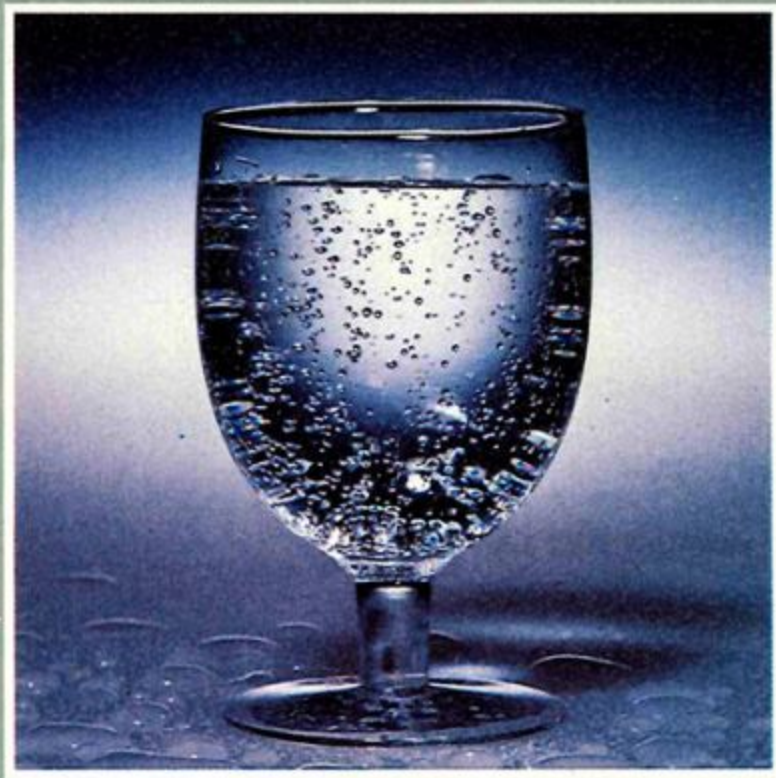
Com essa qualidade, agem sobre glândulas endócrinas e células nervosas. Influenciam a vasomotricidade, tensão arterial, diurese, peristaltismo intestinal etc. Alteram a coagulação sanguínea, a fórmula leucocitária e o vaso globular. Modificam os fenômenos de oxi-redução, assimilação e eliminação, atuando sobre o metabolismo das purinas, sobre o metabolismo mineral, e reforçam o efeito das vitaminas e dos fermentos. Beneficiam o tratamento de nevralgias, nevrites crônicas, colites espasmódicas, gota, calculoses e agem sobre os colóides, modificando seu grau de dispersão.

BICARBONATADAS

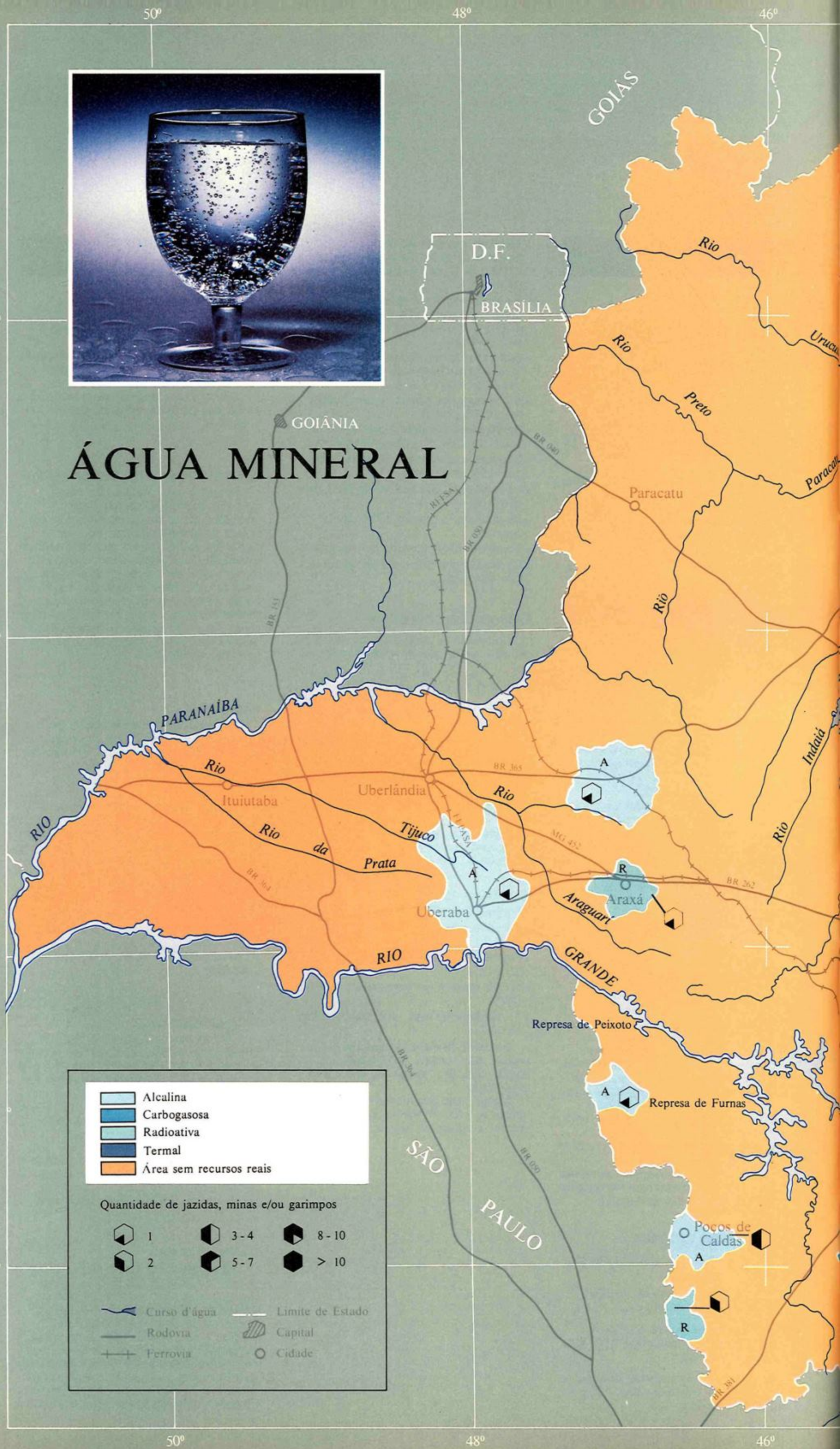
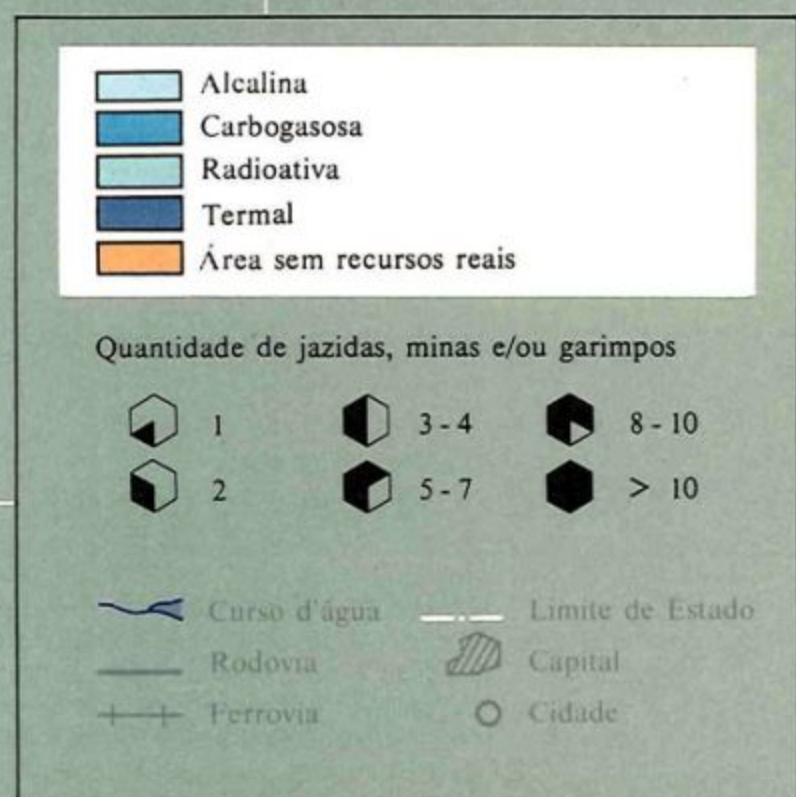
Têm intensa reação alcalina, graças à presença de oxidrilas dissociadas. Bebidas durante a refeição, aumentam a acidez, pela liberação do CO_2 , que estimula a secreção. Ingeridas com o estômago vazio, passam logo ao duodeno e, por via reflexa, inibem aquela secreção. São absorvidas com rapidez e, eliminadas por via renal, alcalinizam a urina. Ativam o processo de oxi-redução, favorecem a glicoregulação, estimulam a diurese, são indicadas em atonias gástricas, gastrites e o cálcio absorvido age como sedativo e antialérgico.

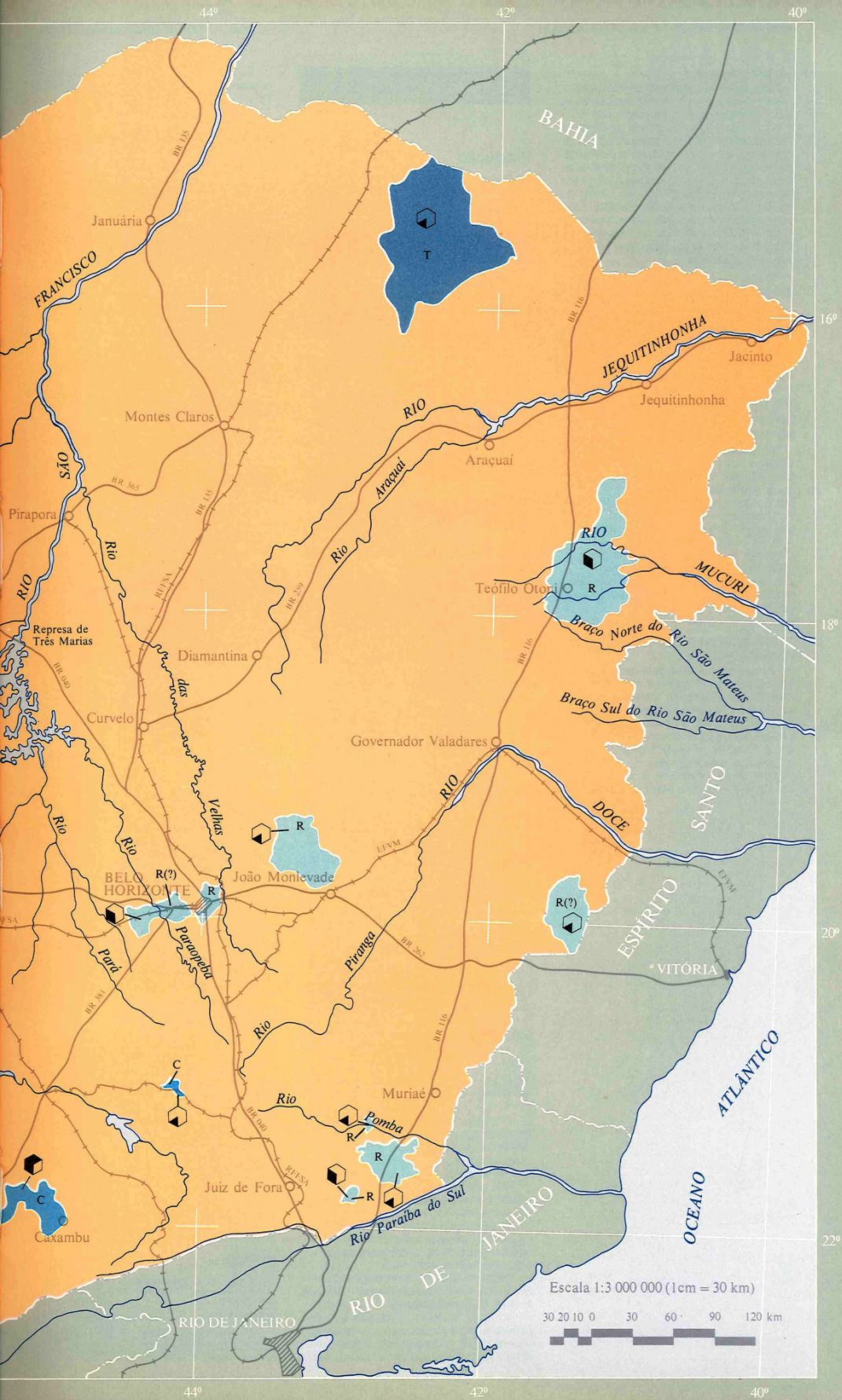
CARBOGASOSAS

São quase sempre bicarbonatadas, com desprendimento de gás carbônico livre. Bebidas, estimulam a secreção gástrica, provocam vasodilatação da mucosa do estômago, ativando o funcionamento, excitam o escoamento biliar, sendo pouco indicadas para indivíduos com problemas cardiocirculatórios sérios, porque a distensão gastrointestinal pode trazer compressão prejudicial. Os banhos carbogasosos auxiliam a terapêutica da pressão arterial.



ÁGUA MINERAL





CLORETADAS

Muitas das águas cloretadas européias devem a sua ação medicinal à associação de outros elementos, embora predomine o NaCl. Elevam o grau da acidez, modificam o suco duodenal, trazem o aumento do pH, da colessterina e da bilirrubina, com diminuição de ambas no sangue. As águas cloretadas fortes são purgativas. As médias e fracas são levemente alcalinizantes do meio interno e tendem a aumentar a acidez urinária. Têm ação revulsiva sobre a pele. De uso interno e externo (bebidas, duchas, banhos e impregnação da lama), têm largo uso nas estâncias européias.

SULFATADAS

As águas em que predomina o ânion SO₄ podem ter efeitos variáveis, de acordo com o cátion que se lhe ajunte: Na, Mg, Ca. Passam rapidamente pelo estômago, provocam no intestino um grande afluxo de água no plasma sanguíneo e dos tecidos, tendente a diluir a concentração salina. Têm efeito purgativo ou laxativo.

SULFUROSAS

As sulfurosas sódicas são geralmente termais e, as cálcicas, quase sempre frias. Sua utilização terapêutica é antiga. São águas antiflogísticas e reparadoras. Têm propriedades antialérgicas e antissépticas. Por estímulo hepático, atuam como antitóxicas. Têm ação reparadora notável ao nível de cartilagens, mucosas e pele. Indicadas no tratamento de reumatismo, artrite, estados alérgicos, dermatoses, intoxicações crônicas e afecções crônicas catarrais das vias respiratórias, digestivas e gênito-urinárias.

FERRUGINOSAS E ARSENIACAIS

Favorecem a síntese da hemoglobina e têm atuação hematopoiética. Intervêm como portadora de "fermentos metabólicos", aumentam a secreção gástrica, têm efeitos tônicos, reconstituintes e estimulantes. Autores italianos preconizam-nas também em banhos. As principais indicações visam as anemias, estados linfáticos, convalescença, infantilismo e alguns distúrbios endócrinos, nevrites e nevralgias.

Economia

Produção

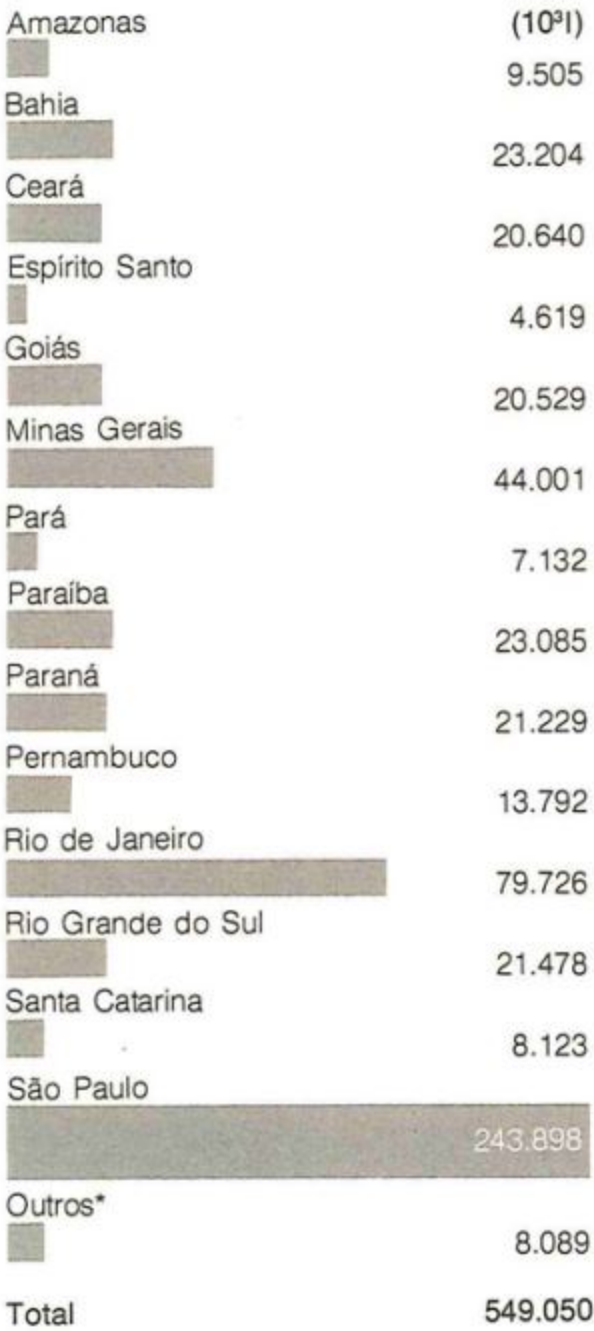
Os recursos de água mineral vêm apresentando inegável importância para a vida humana, quer pela exigência cada vez mais rígida da civilização moderna quanto aos padrões de potabilidade, quer pela crescente poluição de águas ocasionada pelo desenvolvimento industrial.

Assim sendo, a produção, industrialização e comercialização que esse bem mineral vem experimentando, nos últimos anos, demonstram progresso verdadeiramente notável, fato comprovado, aliás, pelo aumento da quantidade de água industrializada produzida.

Em 1970, 125 milhões de litros foram produzidos, passando em 1980 para 549 milhões. Verifica-se que o aumento da quantidade produzida ultrapassou a taxa de 330%.

Em 1980, a produção atingiu o total de 549 milhões de litros, sendo os maiores produtores os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, seguidos de Minas Gerais. É o que se observa no gráfico a seguir.

Produção brasileira de água mineral engarrafada - 1980



* DF (954) + PI (2.766) + RN (2.112) + Sergipe (2.257)
Fonte: DNPM/DEM

O quadro mostra a potencialidade do Brasil em águas minerais. Apesar da grande diferença de produção por Estados, é possível agrupá-la por regiões, para uma análise conjunta.

Nas regiões Norte e Nordeste predominam as águas termais. Destacam-se as mesotermiais do Piauí, do Rio Grande do Norte, da Bahia e a isotermal da Paraíba. As águas são principalmente alcalino-bicarbonatadas e/ou alcalino-terrosas, cálcicas, magnesianas.

Na região Centro-Oeste preponderam também, e muito acentuadamente, as águas termais iso e hipertermiais.

Na região Sudeste há algumas termais e radioativas, mas predominam as águas bem mineralizadas, carbogasosas, alcalinas, alcalino-terrosas, sulfatadas e sulfurosas.

Encontra-se em Minas Gerais a maior concentração geográfica dessas águas no País.

No Rio de Janeiro, e mais acentuadamente em São Paulo, nota-se grande concentração de fontes radioativas, sendo principalmente alcalinas e alcalino-terrosas.

Na região Sul avultam as águas termais, em Santa Catarina e no Paraná; no Rio Grande do Sul, as alcalinas e radioativas. Em Santa Catarina destacam-se as meso e isotermiais e no Paraná as isotermiais do Verê.

No Brasil admite-se que a predominância seja de águas de baixa mineralização e termais, ao longo de todo o País, e as radioativas, concentradas principalmente na região Sudeste, em Minas Gerais, onde também se encontram águas mais mineralizadas.

Fontes principais em Minas Gerais

As principais fontes de águas minerais em Minas Gerais são as seguintes:

Araxá: esta região do Triângulo Mineiro possui águas importantes: sulfurosas, alcalinas, radioativas, com fontes frias e oligometálicas e outras quentes, bastante mineralizadas.

Poços de Caldas: várias nascentes frias, hipotermiais e hipertermiais, fornecem águas médio-mineralizadas, sulfurosas, bicarbonatadas sódicas, discretamente radioativas.

Pocinhos do Rio Verde: mananciais praticamente idênticos aos de Poços de Caldas, atermiais, porém mais radioativas.

Circuito das Águas e outros

São Lourenço, Cambuquira, Lambari, Caxambu, Jacutinga, Monte Sião e outras estâncias que possuem águas frias carbogasosas, mineralizadas por bicarbonatos alcalinos e alcalino-terrosos, dotadas de radioatividade em algumas partes, notadamente as duas últimas. Salientam-se as águas ferruginosas de Caxambu e fracamente sulfurosas em São Lourenço.

Passa Quatro, junto à serra da Mantiqueira, possui águas oligometálicas discretamente radiotóricativas.

Outras no Estado

Na região da Mata salientam-se as águas sulfurosas de Raposo, perto da cidade de Muriaé. No alto-Paranaíba, as de Serra Negra se apresentam como águas oligominerais.

Há decretos de lavra ou início de exploração em Astolfo Dutra, Belo Horizonte, Betim, Conceição do Rio Verde, Nova Era, Rio Pardo, Mar de Espanha, Teófilo Otoni, Tiradentes, Uberaba e outros municípios.

Bibliografia

FALCÃO, Helena. Perfil analítico de águas minerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1978. 160 p. (Brasil. DNPM. Bol. 49 - v.2).
FABRINO, Antônio de Oliveira. Aspectos da crenoterapia na Europa e no Brasil. Rio de Janeiro, DNPM. Comissão Permanente de Crenologia, 1950. 272 p.

Alumínio

(coríndon)

Aspectos gerais

Isolado em 1825, por Dusteed, seu nome deriva de alúmen ou alume. É o terceiro elemento na ordem de abundância, na crosta terrestre.

Inicialmente de difícil obtenção, o alumínio é obtido hoje, unicamente, por via eletrolítica e foi graças aos progressos da eletricidade industrial que se tornou metal de uso generalizado.

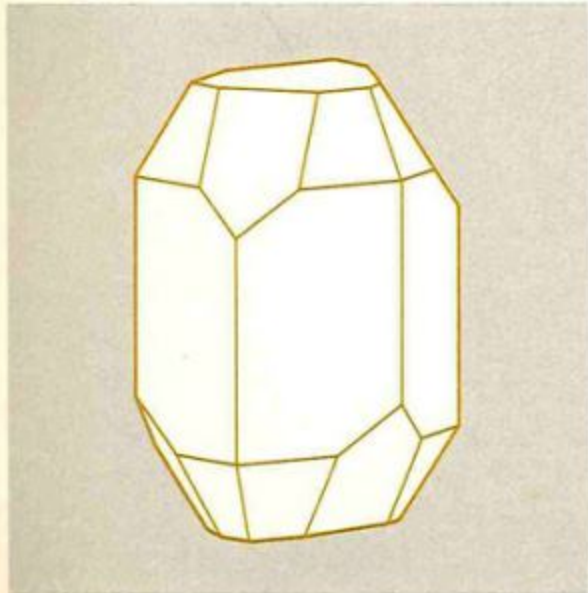
Usos

O metal é do mais variado uso, desde os tubos de pastas dentífricas até as asas de avião. Por sua grande afinidade com o oxigênio, é utilizado como redutor (aluminotermia), em processos para obtenção de silício, cromo, titânio, manganês, tungstênio etc. As ligas de alumínio, até mesmo com o ouro, têm larga aplicação e, de suas soldas, a mais interessante é a soldadura autógena do ferro (ou de outros metais), para trilhos ferroviários.

Bom condutor de calor e eletricidade, duro, tenaz e dúctil, o alumínio é utilizado em cabos elétricos, instrumentos cirúrgicos, utensílios de cozinha, peças para automóveis e aviões, chaminés, mastros e até casco de embarcação. Em pó, é usado em pintura; em folhas, é condicionante de alimento.

Suas ligas principais são o bronze de alumínio (cobre-alumínio), o magnálio (magnésio-alumínio) e o duralumínio (alumínio-cobre-magnésio), de ampla aplicação.

O cloreto de alumínio, higroscópico, é usado em compostos orgânicos; o sulfato é utilizado na impressão de determinados tipos de papel, preparo de peles e couros, depuração de águas minerais, fabricação de alúmen e extintores de incêndio.



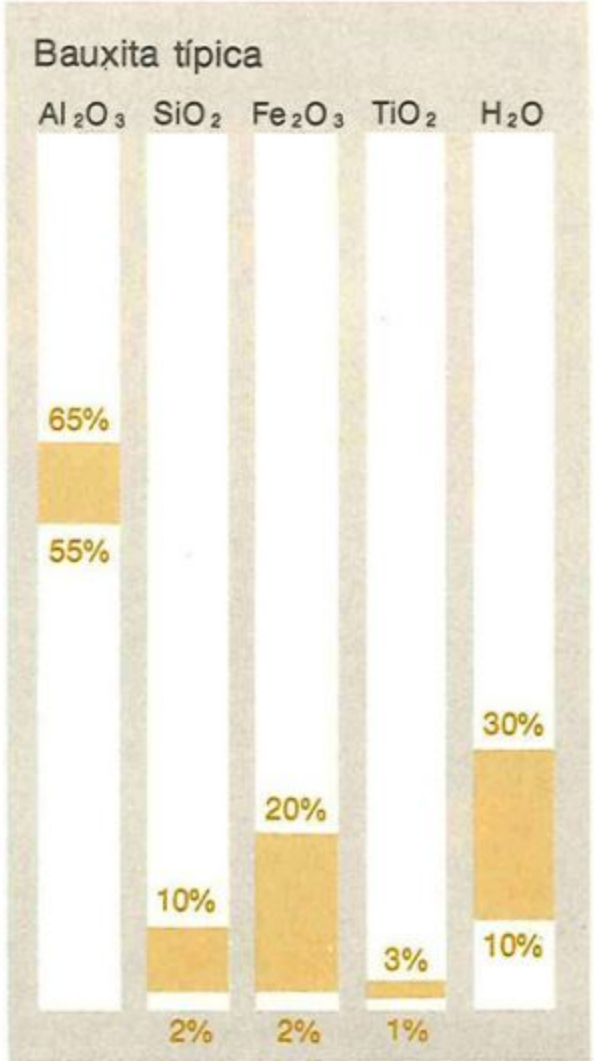
Mineralogia

É um metal de cor branca, peso específico 2,7, de baixo ponto de fusão (660°C), e está presente na crosta terrestre com uma frequência de 81,300 g/t e uma porcentagem de 7,5% na litosfera.

Devido a estas propriedades, bem como a elevada resistência mecânica, não ser corrosivo e apresentar boa condutibilidade elétrica, tem grande emprego no mundo moderno. São inúmeros os minerais que apresentam o alumínio na estrutura, embora poucos sejam utilizados para a extração do metal.

BAUXITA

O principal minério de alumínio é a bauxita, formalmente definida como óxido de alumínio hidratado $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$. No entanto, este termo é usado para designar uma substância, que é uma mistura de diversos óxidos de alumínio hidratados, os quais apresentam variações consideráveis de proporções de alumina. Os principais constituintes da bauxita são a gibsite ou hidrargilita ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), a boemita ($Al_2O_3 \cdot H_2O$) e o diásporo $HAIO_2$, variando entre si as proporções destes constituintes. As impurezas são freqüentes, principalmente de halloysita, caulinita, nontrolita, óxidos de ferro, de titânio e sílica.



A bauxita típica apresenta teores entre 55 e 65% de Al_2O_3 , 2 a 10% de SiO_2 , 2 a 20% de Fe_2O_3 , 1 a 3% de TiO_2 , e 10 a 30% de água. Ela apresenta-se principalmente sob três formas:

- a) concreções oolíticas ou pisolíticas,
- b) formas esponjosas de estrutura porosa, composta principalmente por gibsite,
- c) Argilas bauxíticas ou bauxita amorfa.

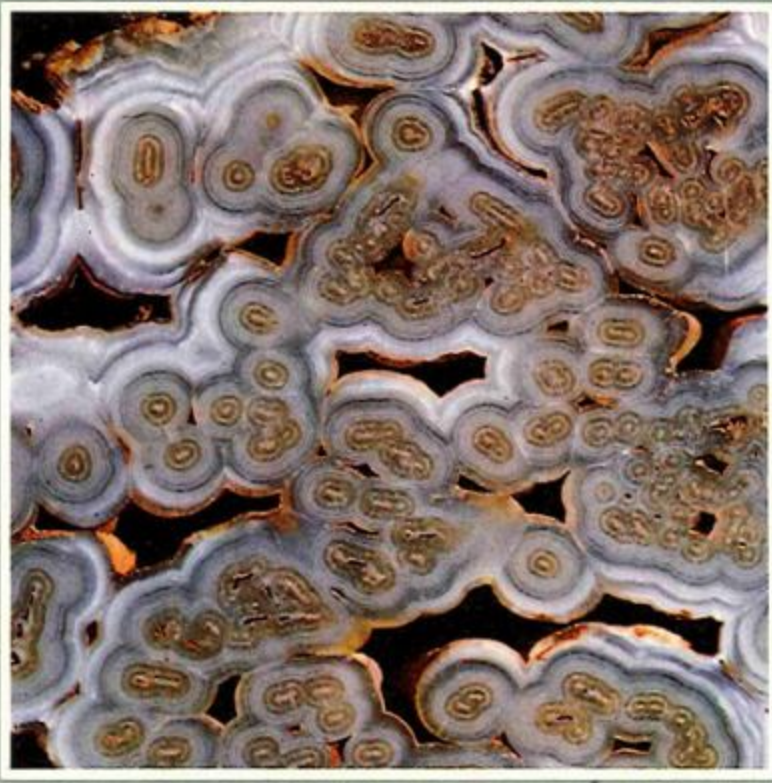
Estas formas de ocorrência, todavia, destinam-se mais especificamente à comercialização.

Sua cor varia entre o branco, o cinza, o amarelo e o vermelho, com brilho opaco e terroso, dureza 1 a 3 e densidade 2,0 a 2,55.

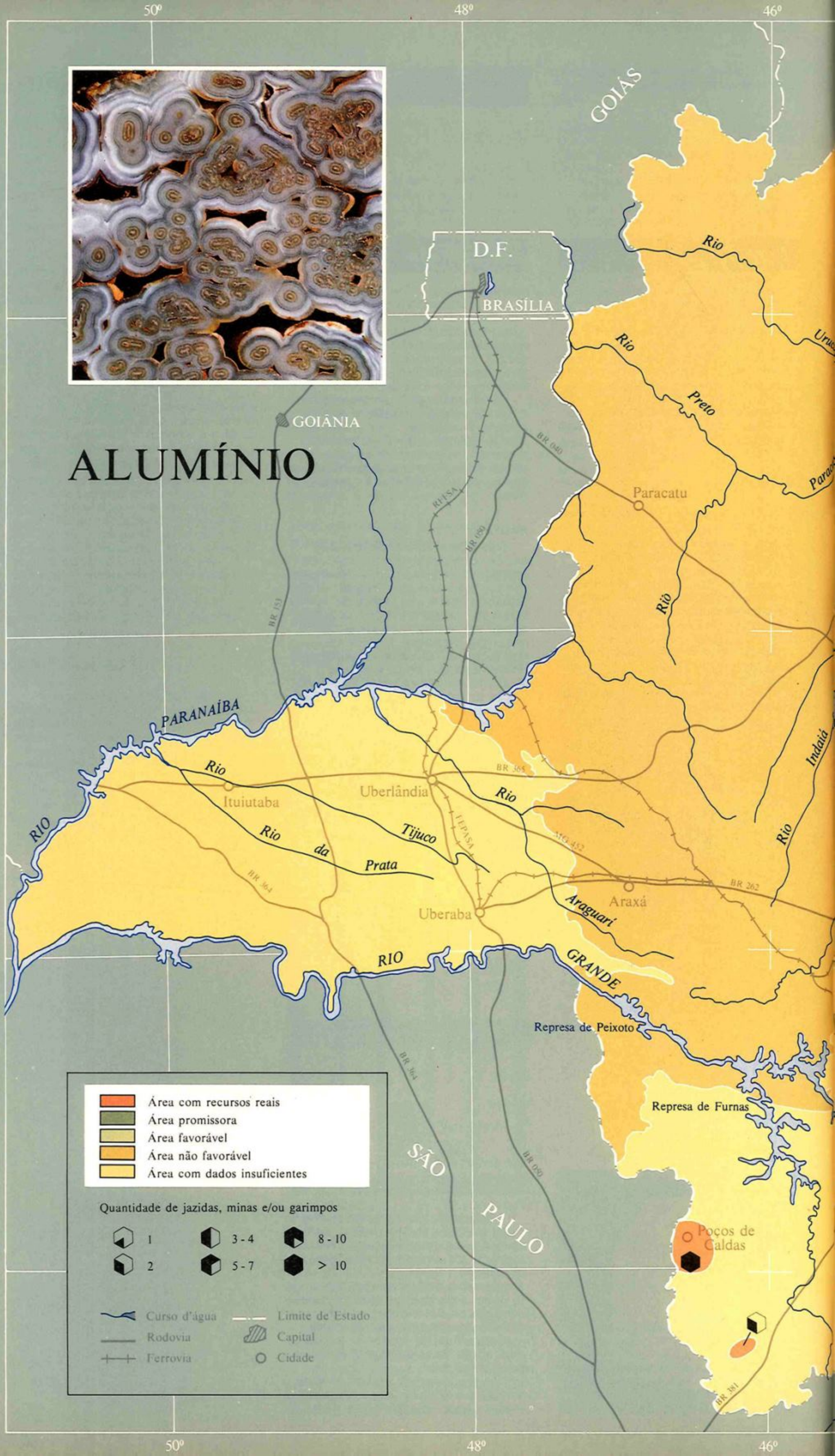
CORÍNDON

Outro mineral que apresenta o alumínio na sua estrutura é o coríndon, um óxido de alumínio (Al_2O_3) que se cristaliza no sistema hexagonal em cristais prismáticos, algumas vezes arredondados, maciços.

Sua cor é variada, sendo essa propriedade a que lhe dá o nome, quando usada como gemas. O coríndon vermelho é denominado rubi, enquanto o azul é a safira. Sua dureza é muito alta (9 na escala de Mohs), e sua densidade 4,02 e por apresentar essas propriedades e um brilho intenso, é usado amplamente como gema. O esmeril é o coríndon de cor negra, associado à magnetita e hematita, sendo empregado como abrasivo, devido à sua alta dureza.



ALUMÍNIO

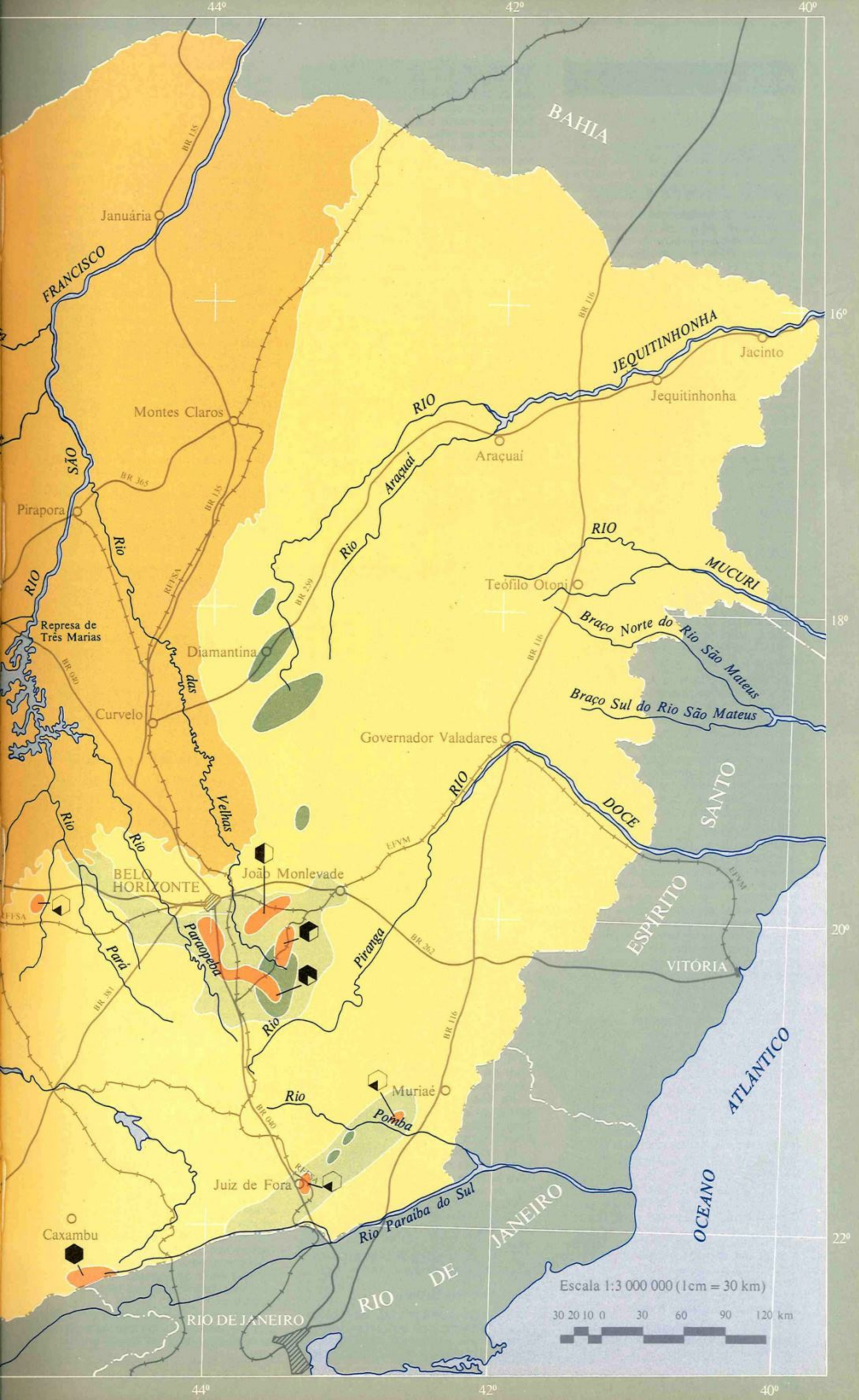


- Área com recursos reais
- Área promissora
- Área favorável
- Área não favorável
- Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

	1		3 - 4		8 - 10
	2		5 - 7		> 10

- Curso d'água
- Rodovia
- Ferrovia
- Limite de Estado
- Capital
- Cidade



Geologia

Bauxita

Gênese e tipos de depósito

O metal, apesar de muito abundante na crosta, ocorre em grande proporção formando silicatos complexos, dos quais só pode ser extraído a custo elevado.

Assim, os depósitos econômicos do elemento são residuais e formados por bauxita.

O alumínio só é solúvel em águas naturais sob condições extremamente ácidas ou alcalinas. Do contrário, permanece como resíduo insolúvel.

Por contraste, os outros elementos maiores em rocha, os álcalis e alcalino-terrosos, são prontamente lixiviados da superfície, como o é a sílica, embora mais lentamente. O ferro e o manganês são também, sob condições redutoras geradas pela presença de matéria orgânica, facilmente lixiviados. Assim sendo, dado o conjunto de certas condições físico-químicas, a bauxita pode-se formar a partir de qualquer rocha portadora de alumínio.

DEPÓSITOS LATERÍTICOS DE BAUXITA

Laterita é o nome dado a uma classe de materiais residuais da superfície, compostos de hidróxidos de Fe e Al. Compõe uma parte essencial do chamado "perfil laterítico de intemperismo", que é encontrado em áreas de baixo relevo numa faixa a 20° do Equador, onde predomina clima tropical e sub tropical, salvo exceções.

O perfil pode começar na superfície com um solo delgado e estéril, seguido por uma crosta ferruginosa capeando uma camada de laterita irregular, porosa mas um tanto impermeável. Sob esta situa-se uma zona de material aluminoso, macio e descorado, geralmente referido como a "zona pálida", que normalmente contém numerosas vênulas de sílica pobremente cristalina ou sílica-gel. Esta, grada para uma zona de rocha intemperizada.

A laterita reflete a composição do "bed-rock" que pode ser de qualquer natureza. O "bed-rock" deve ser relativamente rico em alumínio, comparando-o com ferro e manganês (rochas ígneas ou metamórficas feldspáticas, por exemplo), apesar das bauxitas serem encontradas sobre rochas ferruginosas. Nesses casos, o Fe e Al tendem a se separar em uma camada superior e inferior respectivamente, provavelmente como resultado de lixiviação ascendente do ferro, sob a influência de cobertura florestal que fornece agentes redutores necessários à sua mobilização.

A maior parte dos depósitos de bauxita é encontrada sobre superfícies de erosão de idade terciária (desenvolvidas entre 5 a 10 milhões de anos), na América do Sul, África Central e Ocidental, Índia e Austrália.

Em geral, elas não ocorrem nos cinturões móveis montanhosos dos trópicos, tais como os Andes ou o sudeste da Ásia, e nunca foram identificadas em regiões áridas, presumivelmente porque certa quantidade de umidade seria necessária para os processos intemperísticos.

Bauxitas lateríticas não estão sempre "in situ". Grandes quantidades são encontradas como sedimentos (depósitos detríticos, formados por erosão, transporte e redeposição de material aluminoso). Durante o transporte, podem ter ocorrido certas condições que esgotariam a bauxita de concreções ferruginosas, melhorando-a qualitativamente, mas pode haver contaminação por argila e areia.

Ocorrem ainda, exemplos de paleo-bauxitas de zonas lateríticas, cobertas por sedimentos mais novos.

OUTROS DEPÓSITOS DE BAUXITA

A maioria dos demais depósitos de bauxita no mundo se forma, em geral, pelos mesmos processos do tipo laterítico, porém mais rapidamente e sob condições geológicas especiais.

O tipo "terra rosa", por exemplo, é encontrado em ou associado com topografia cárstica. "Terra rosa" é um material argiloso, ferro-aluminoso que se acumula como um resíduo em cavidades cársticas, à medida que o carbonato é removido em solução. Tende a formar depósitos pequenos, irregulares mas ricos pela dessilicatação sob condições especiais.

A topografia cárstica serve, ainda, como "trap" para, por exemplo, sedimentos finos ou cinza vulcânicas, que contribuem como material-fonte para bauxita.

Em situações especiais, usam-se os silicatos de alumínio, tais como labradorita e andalusita, como minério, como aconteceu na Escandinávia, na II Guerra Mundial.

Panorama mundial

As maiores reservas mundiais estão localizadas no norte-nordeste da América do Sul, oeste da África, Território do Norte e Queensland, na Austrália, como depósitos lateríticos de bauxita.

Reservas mundiais de bauxita (principais países)



A Guiné detém as maiores reservas do mundo (28,4%), seguida pela Austrália, (19,7%), Brasil (11,2%), Jamaica (8,7%), Índia (4,4%) e Guiana (3,1%).

As reservas mundiais são da ordem de 23 bilhões de toneladas.

Na Guiné, os depósitos ocorrem na ilha de Los (crosta residual sobre a superfície irregular de sienito nefelínico) e nos distritos de Boke, Fria e Tongue (concentrações locais em extensas crostas de lateritas ferruginosas, sobre diabásicos).

Na Austrália, os depósitos (manto residual de laterita pisolítica) aparecem em Queensland e no Território do Norte, principalmente.

Na Índia, os maiores depósitos se encontram em Madhya Pradesh, Vindhya Pradesh, Bihar, Orissa e no Golfo de Kutch, com alto teor de titânio.

Na Jamaica, a bauxita apresenta-se em bolsões ou veios que se assentam diretamente sobre uma camada irregular de calcário.

E na Guiana, os depósitos se acham nas regiões dos rios Demerara, Itumi e Berbice.

Alumínio no Brasil

As reservas brasileiras estão distribuídas pelos Estados do Pará, Amazonas, Minas Gerais, Amapá, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e Espírito Santo.

Segundo Suszczynski (1975), encontram-se na região tropical amazônica o maior potencial em bauxita e as maiores reservas nacionais do elemento. Esse autor, dividiu as principais áreas mineralizadas, em:

- Região bauxítica Amazônica, que compreende as áreas bauxíticas do rio Trombetas, de Paragominas (PA-MA), da chapada do Juriti-Parintins (PA-AM), do rio Jatapu (norte do Amazonas), do Amapá, das serras de Jutai e Almerim (PA), do Jari (PA), e as áreas proto-bauxíticas do baixo Tapajós (PA), do extremo-sudeste do Acre e de Roraima. Dessas áreas, as mais importantes são as de Trombetas, de Paragominas e do Jatapu.
- Região da bauxita fosforosa do Maranhão (nas ilhas costeiras, na foz do rio Maraçumé e entre os rios Gurupi e Turiaçu).
- Áreas bauxíticas do Embasamento Cristalino, que compreende a faixa bauxítica de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo.
- Área bauxítica do Quadrilátero Ferrífero.
- Área das lateritas bauxitas do planalto elevado da região Brasília-Goiânia.
- Área bauxítica de Serro-Diamantina (serra do Espinhaço-MG).
- As áreas bauxíticas das intrusivas alcalinas cretáceas, periféricas ao vulcanismo da bacia do Paraná, que compreende as áreas bauxíticas de Poços de Caldas - MG e área bauxítica de Lajes - SC.
- A região proto-bauxítica do planalto basáltico, da bacia do Paraná.

Essas divisões, além de representar depósitos com reservas conhecidas, delimitam áreas favoráveis para concentrações aluminosas e que colocam o Brasil, em especial a região Amazônica, com o maior potencial para novas descobertas de depósitos de alumínio da Terra.

As reservas brasileiras, considerando reservas ainda não aprovadas pelo DNPM, já seriam da ordem de 4,5 bilhões de toneladas.

Alumínio em Minas Gerais

As reservas oficiais mineiras, da ordem de 87.686.000 toneladas, são originadas das regiões do Quadrilátero Ferrífero, de Poços de Caldas, principalmente.

Essas regiões e demais locais podem ser vistos no mapa que acompanha este trabalho.

REGIÃO DE POÇOS DE CALDAS

São os mais importantes depósitos do Estado, provenientes da laterização das rochas alcalinas cretáceas. A bauxita é do tipo compacto, cavernoso, friável ou nodular e com teores variando entre 42-59% de Al_2O_3 . Os depósitos nessa região podem ser "in situ" ou detrítico. Os maiores depósitos conhecidos situam-se no município de Poços de Caldas e arredores.

Nas imediações de Cambuí e Passa Quatro encontram-se também importantes reservas.

REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Os depósitos bauxíticos, originados pela bauxitização de filitos do Quadrilátero Ferrífero, repousam sobre rochas do Grupo Itabira e base do Grupo Piracicaba, tendo a forma de camada com espessura média de 3 m, intercalada em laterita estéril, associados às superfícies pós-Gondwana e Sul-americana. Fleischer e Oliveira (1969) levantam a hipótese de que a bauxita teria sido transportada e depositada juntamente com sedimentos do Super Grupo Minas.

Segundo Barbosa e Rodrigues (1967) as bauxitas teriam se originado sob condições climáticas diferenciadas em "paleo playas" pliocênicas.

Os principais depósitos estão localizados perto de Ouro Preto - Mariana, na região de Santa Bárbara-Barão de Cocais e Nova Lima.

SUB-REGIÃO DO ESPINHAÇO

São bauxitas ferruginosas derivadas de anfibolitos (antigas rochas básicas e ultrabásicas intrusivas dentro do Super Grupo Minas).

Não se têm ainda reservas aprovadas pelo DNPM nessa região, mas estima-se que possua cerca de 30 milhões de toneladas, com teores da ordem de 33% de Al_2O_3 .

As áreas abrangidas por essa sub-região podem ser vistas no mapa que acompanha o texto.

SUB-REGIÃO JUIZ DE FORA - MURIAÉ

Contida na faixa bauxítica de São Paulo-Rio de Janeiro-Espírito Santo, formada por manchas isoladas de material bauxítico que se desenvolveram sobre uma zona de rochas metamórficas e graníticas aluminosas.

Localizada no extremo-sudeste do Estado, na faixa que engloba os municípios de Juiz de Fora e Muriaé. Não se têm reservas oficializadas nessa área.

Coríndon

O Coríndon é um mineral encontrado em segregações magmáticas pouco quartzosas, como os sienitos nefelínicos, ou em diques pegmatíticos dessilicificados por intrusivas básicas relacionadas.

Os principais depósitos do mundo são encontrados na África do Sul (em diques pegmatíticos que cortam ígneas básicas), no Canadá (em nefelina-sienitos), na Índia (em sienito intemperizado ou em pegmatitos), e, ainda, nos EUA, URSS e República Malgaxe.

No Brasil, as principais ocorrências são as de Franja, Itapipoca e Santa Quitéria (CE), Parelhas e Jardim do Seridó (RN), Patos (PB), Floresta (PE), Petrópolis (RJ), São Roque (SP).

Em Minas Gerais, a principal ocorrência é em Conceição do Mato Dentro, onde ele existe em grandes cristais. Outras ocorrências são citadas em São Domingos do Prata, Monte Carmelo e Ubá.

O Coríndon, quando transparente, é considerado uma gema (ver Mineralogia).

Economia

Reservas

Com as descobertas de bauxita na região norte do País, nos municípios de Faro e Oriximiná, no Pará, o Brasil passou a deter o terceiro lugar no mundo em termos de reservas.

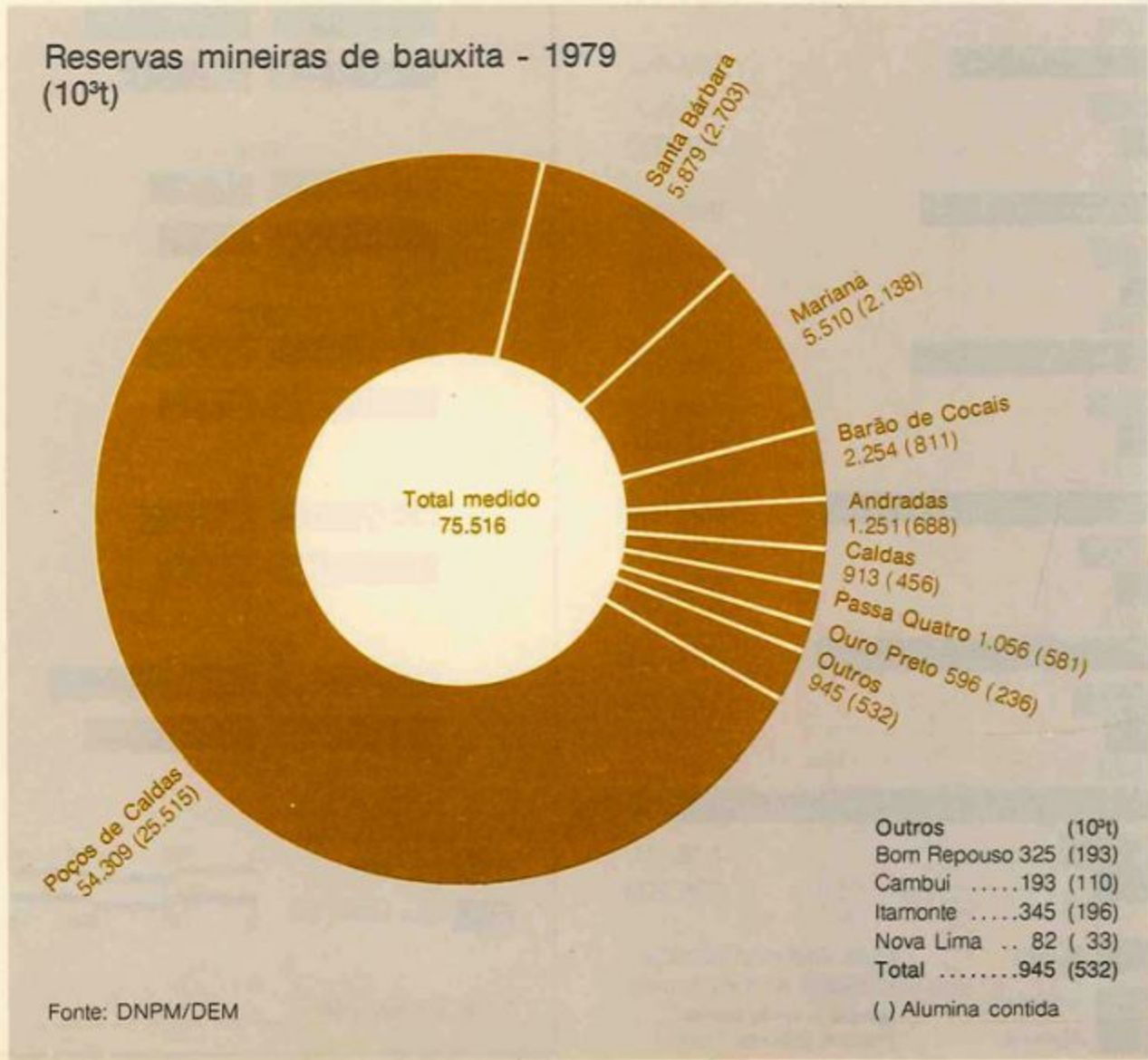
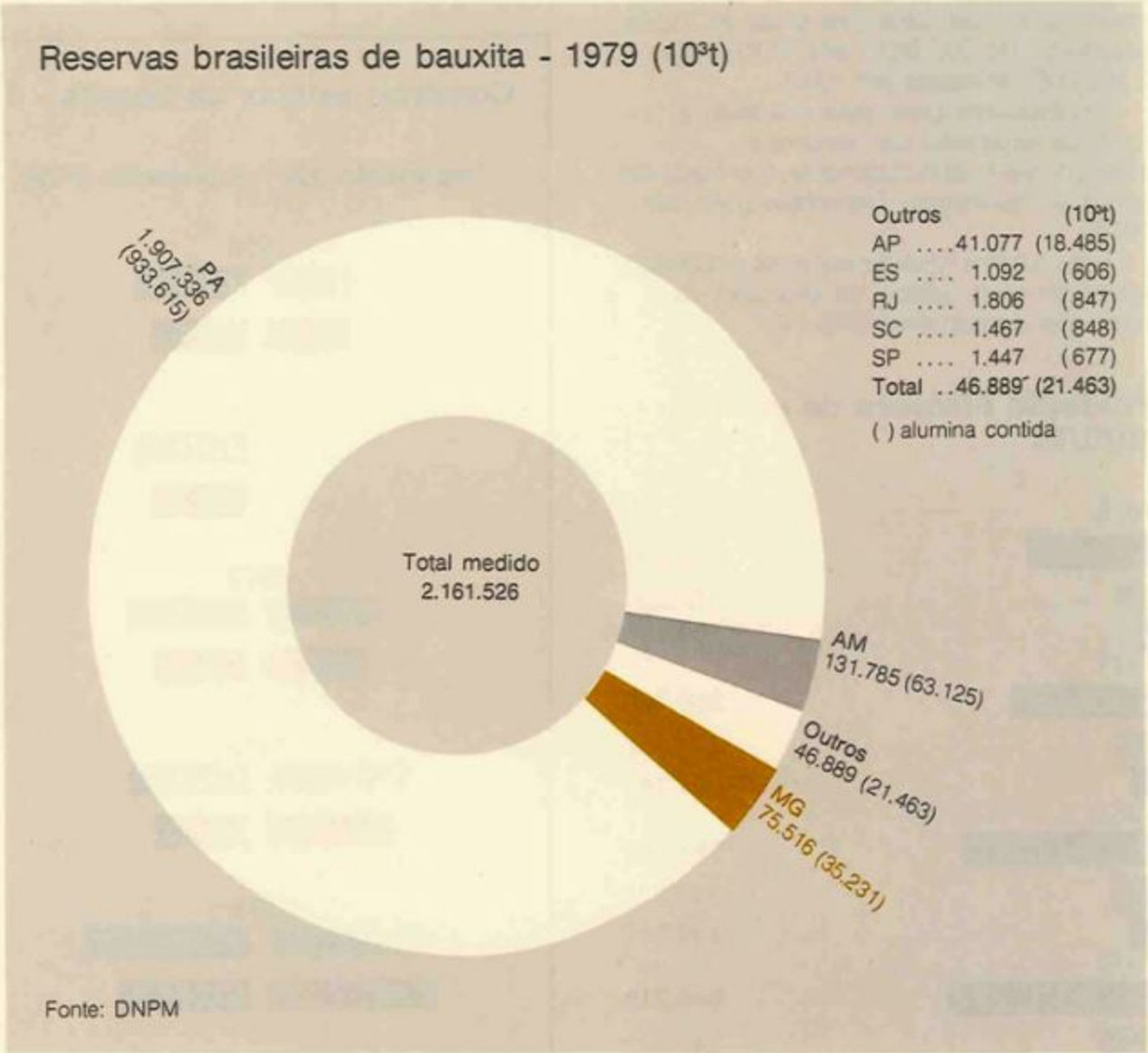
O Estado do Pará detém 88% dessas reservas, com 1,9 bilhão de toneladas, enquanto Minas Gerais fica com 75,5 milhões de toneladas.

O Estado de Minas Gerais, apesar de deter apenas 3% das reservas medidas, responde praticamente pela maior parcela de bauxita extraída no País, já que o seu volume representa 54% da produção nacional. A principal reserva de bauxita do Estado está localizada em Poços de Caldas e corresponde a 54,3 milhões de toneladas, enquanto o restante está assim distribuído, conforme gráfico abaixo :

A posição de Minas Gerais no panorama nacional do alumínio é bastante significativa, por estarem localizadas no Estado duas das quatro empresas que produzem alumínio primário.

Existem, para o Estado de Minas Gerais, 80 áreas de lavra de bauxita, sendo que 65 delas produziram em 1979. Destacou-se como a maior delas a Cia. Geral de Minas (39%), seguida pela Cia. Brasileira de Alumínio, a Alumínio, Poços de Caldas e a Mineração Curimbaba, participando com 25,5%, 24,4% e 8% respectivamente, como se pode observar no gráfico a seguir.

Do 1,7 milhão de toneladas de bauxita produzidas no estado de Minas Gerais no ano de 1980, 56% foram consumidas e/ou transformadas no próprio Estado, o restante foi destinado a São Paulo, a outros Estados e ao exterior, com 33%, 5%, 0,2% respectivamente.



Produção de bauxita em MG-1982 (estimativa)

Cia. Geral de Minas HECO - Pirangi	(t)
533.400	
Cia. Brasileira de Alumínio	
387.418	
Alumínio Poços de Caldas	
477.000	
Min. Curimbaba	
64.500	
Outros	
56.584	
Total	1.567.052

Fonte: DNPM

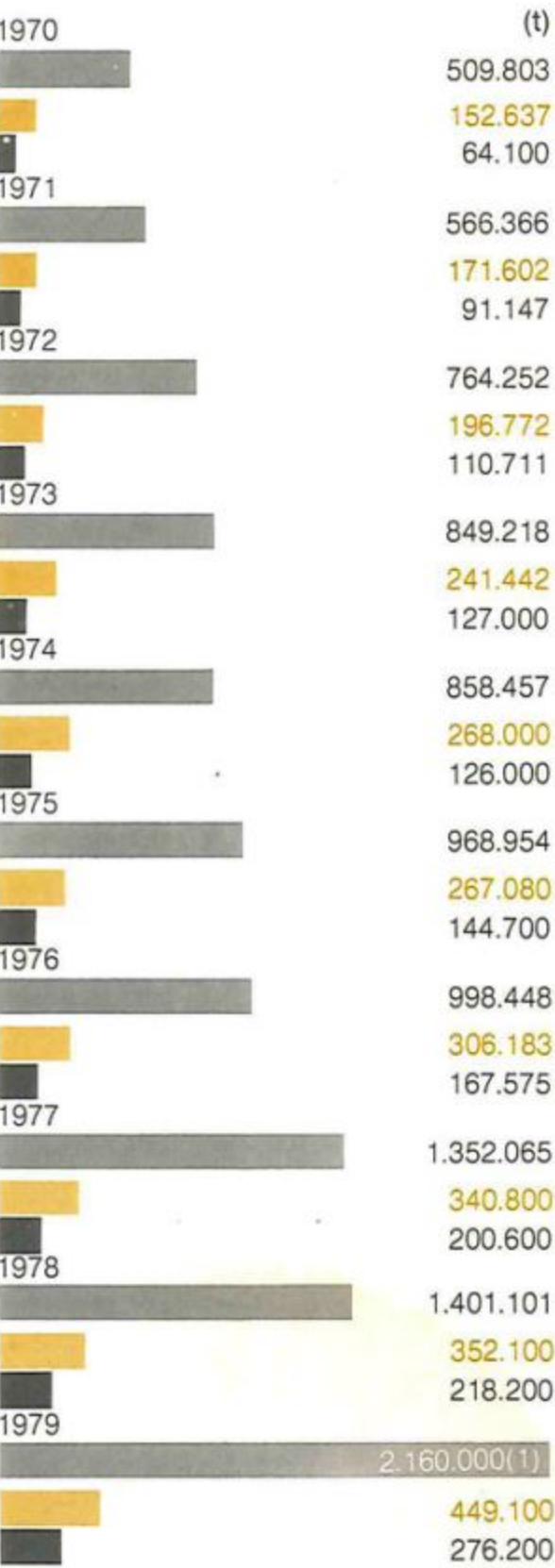
Produção

Apesar de ainda insuficiente para atender à demanda interna, a produção brasileira de bauxita vem apresentando sensível crescimento, com uma taxa anual de 13,9%, passando, de 509.803 t em 1970, para 2.160.000 toneladas em 1979.

Contribuíram para esse resultado a contínua expansão das empresas mineradoras e, principalmente, a entrada em operação do Projeto Trombetas (PA), em 1979.

Para melhor caracterizar essa expansão, apresenta-se o gráfico da evolução da produção de bauxita (1970-79).

Produção brasileira de alumínio - 1970/79



Fonte: DNPM/CONSIDER
(1) Estado do Pará (bauxita lavada e seca) demais Estados (bauxita bruta).

Demanda

O crescimento da demanda tem sido igualmente relevante, elevando-se de 508.005 toneladas em 1970, para 1:659.421 toneladas em 1979. Esse incremento se deve ao proporcional aumento na produção de alumínio e alumina no País, pois com exceção ao volume exportado, toda a bauxita extraída tem sido utilizada na produção de alumina e, posteriormente, em alumínio metálico.

Devido à contínua expansão da indústria do alumínio no Brasil, tem havido uma demanda crescente de bauxita, acusando uma taxa média anual de 13,4%, no período de 1970/79.

Importação

Embora apresentando um crescimento médio anual de 17,4%, a produção brasileira de bauxita no período 1970/79 foi insuficiente para atender à demanda.

Excetuando-se o ano de 1972, em que não houve importações, estas tiveram uma evolução bastante significativa nos últimos dez anos.

Em valor, passaram de US\$ 80 mil CIF, em 1970, para US\$ 3 milhões em 1979. As importações do minério correspondem à bauxita calcinada para fins não metalúrgicos.

Exportação

Quanto às exportações, embora tenham registrado um crescimento considerável, principalmente nos anos de 74, 75 e 79, não foram suficientes para atenuar o déficit comercial do setor.

Nos últimos dez anos o valor das exportações da bauxita cresceu de US\$ 130 mil FOB em 1970, para US\$ 12 milhões em 1979. Em termos de volume, o ano de 1979 foi o mais expressivo, quando se exportaram 515.000 t, com a entrada em operação do Projeto Trombetas. Entretanto, essa situação ainda pode ser alterada, com a implantação dos Projetos ALBRAS, em Barcarena (PA), e ALCOA, em São Luís (MA), com produção prevista para 320 mil e 100 mil toneladas, respectivamente.

Comércio exterior de bauxita - 1970/79



Fonte: CACEX/CIEF.

Perspectivas

A indústria do alumínio no Brasil surgiu em Minas Gerais há quase 40 anos e, apesar de seu crescimento contínuo, não conseguiu ainda suprir a demanda brasileira.

Hoje, o País produz pouco mais de 60% da quantidade de alumínio que consome, dependendo de importação para complementar a oferta.

Segundo Aloísio Marins, Secretário-Geral do CONSIDER, o Brasil precisará investir em torno de US\$ 5 bilhões até 1986 na indústria do alumínio, para que possa alcançar a auto-suficiência neste metal. E isto só será possível se todos os projetos previstos entrarem em operação dentro dos prazos e com a capacidade estimada. Deste modo, espera o País ainda, além de uma presença mais firme no mercado mundial de bauxita, evoluir para a produção de alumina e alumínio, tendo em vista que essa seqüência exige menores investimentos e tecnologia.

No futuro, a produção do minério deverá ser em grande parte deslocada para a região Norte do Brasil (Pará, principalmente), o que ocasionará uma participação mais modesta de nosso Estado na produção brasileira de bauxita, embora sem perder sua posição de importante produtor na região Sudeste.



Bibliografia

CRESCE consumo mundial de alumínio na década de 80. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 4(47): 12, jan. 1981.

EXPORTAÇÃO de bauxita. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 4(44): 14, out. 1980.

Ardósia

(arenito, basalto, gnaiss, quartzito)

Aspectos gerais

Os bens minerais apresentados neste item constituem uma parte daqueles que normalmente são chamados de "material de emprego imediato na construção civil". São constituídos por ardósia, basalto, gnaiss, arenito, quartzito e metassiltito. São substâncias que, embora ditas de emprego imediato, algumas vezes podem ter sua exploração constituindo verdadeiros complexos industriais, com a utilização de equipamentos pesados nas "pedreiras", principalmente as de grande porte.

As rochas mais importantes sob esses aspectos são:

ARDÓSIA

Define-se como uma rocha argilosa de baixo grau metamórfico, cor cinza a preta, constituída principalmente por moscovita, clorita, quartzo e algumas vezes grafita, turmalina, rutilo, epidoto e titanita. É caracterizada por apresentar uma partição perfeita, ou seja, "clivagem ardosiana", podendo assim formar grande placas.

A ardósia, das substâncias aqui apresentadas, talvez seja a de mais antiga utilização pelo homem, tendo apresentado ao longo da História múltiplas variações de uso. Antigamente era muito utilizada, principalmente em telhados e lousas (quadro-negro), posteriormente surgiram outras aplicabilidades as mais diversas, destacando-se aquelas para ladrilhos (pisos), e revestimento de parede.

A produção de ardósia concentra-se na faixa Sete Lagoas-Curvelo, em distâncias não superiores a 300 km de Belo Horizonte.

BASALTO

Rocha ígnea básica, sendo a mais comum rocha efusiva. Sua cor é preta, às vezes cinza-escuro, constituída principalmente por plagioclásio cálcico e piroxênio, podendo apresentar a olivina como constituinte principal. A presença de quartzo é extremamente rara, como o são também a hornblenda e a biotita. São comuns no basalto a presença de amígdalas, algumas de grande dimensões, onde se encontram belos cristais de ametista. Emprega-se como brita, na construção civil.

As ocorrências de basalto concentram-se principalmente no Triângulo Mineiro.

GNAISSE

Rocha de granulação grosseira, oriunda de metamorfismo regional de alto grau, constituída por quartzo, feldspato e em menores proporções por micas e anfibólios. É característico nessa rocha o bandeamento provocado por seus cristais, o que as difere dos granitos, quanto à textura. É empregado como brita na construção civil e na pavimentação.

Suas zonas produtoras acompanhando, "grosso modo", as regiões de metamorfismo de alto grau, e a distribuição dos principais municípios produtores, podem ser vistas no mapa anexo.

QUARTZITO

Rocha metamórfica originada do metamorfismo sobre arenitos. Forma-se de grãos de quartzo cimentados, algumas vezes apresentando palhetas de moscovita, intersticialmente aos grãos.

Apresenta-se em cores variadas, sendo empregada em revestimento de paredes, na fabricação de tijolos refratários para siderurgia, e também como brita.

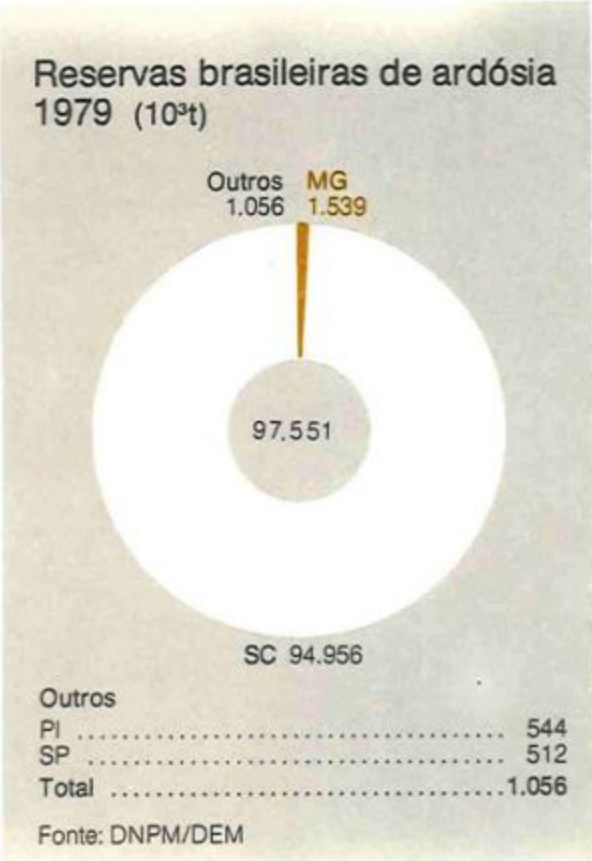
Tem sua maior produção no sul do Estado, principalmente na região de São Tomé das Letras.

ARENITO

Rocha sedimentar, proveniente da cimentação de grãos de quartzo, tanto por material silicoso quanto carbonático ou argiloso, apresenta cor clara, às vezes avermelhada devido à presença de material ferruginoso no cimento. Geralmente é observada estratificação no arenito, causada principalmente por variação da granulação de cores variadas. São empregados em revestimentos de parede ou ainda em alguns locais como brita.

Economia

As reservas oficiais de ardósia no Brasil se concentram sobretudo em quatro Estados, como visto no gráfico abaixo:



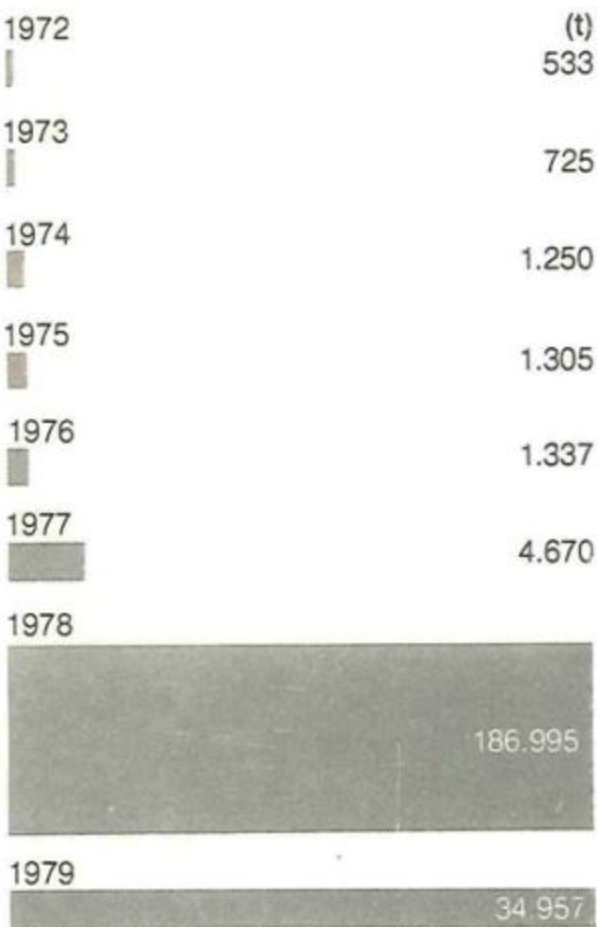
Produção

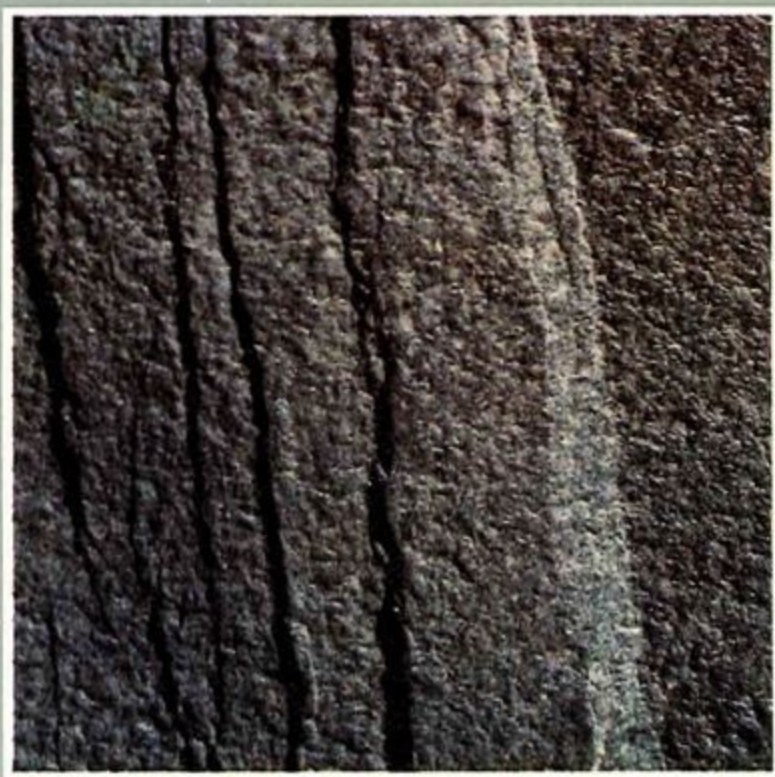
Santa Catarina, responsável pela quase totalidade das reservas, é também o principal produtor.

Minas Gerais é representado principalmente pelo município de Sete Lagoas, e a partir de 1978 apresentou um crescimento notável, conforme se demonstra no gráfico a seguir:

Produção de ardósia (bruta) - 1972/79

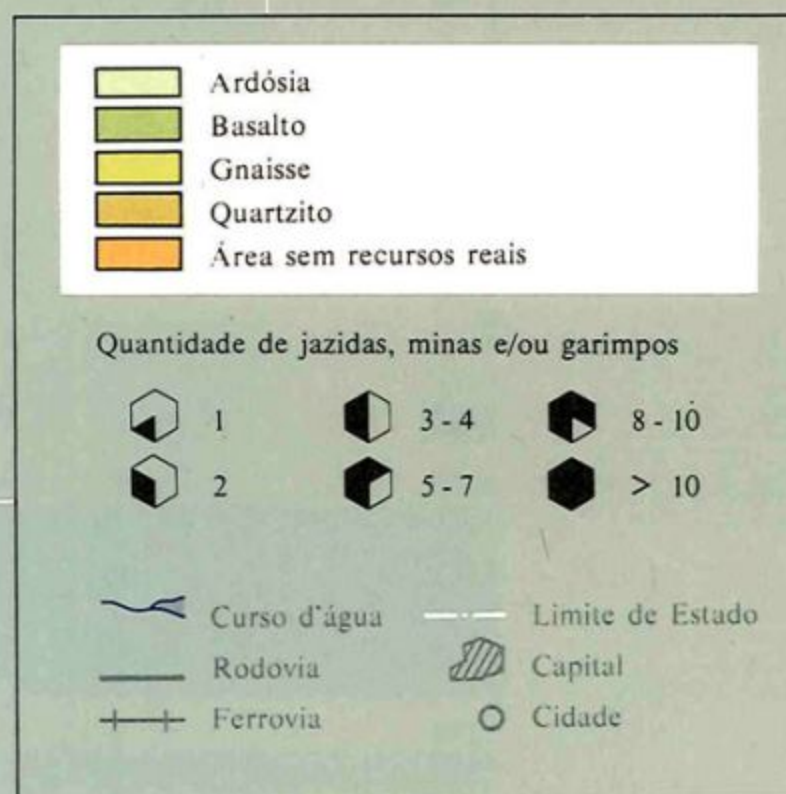
Em Sete Lagoas - MG

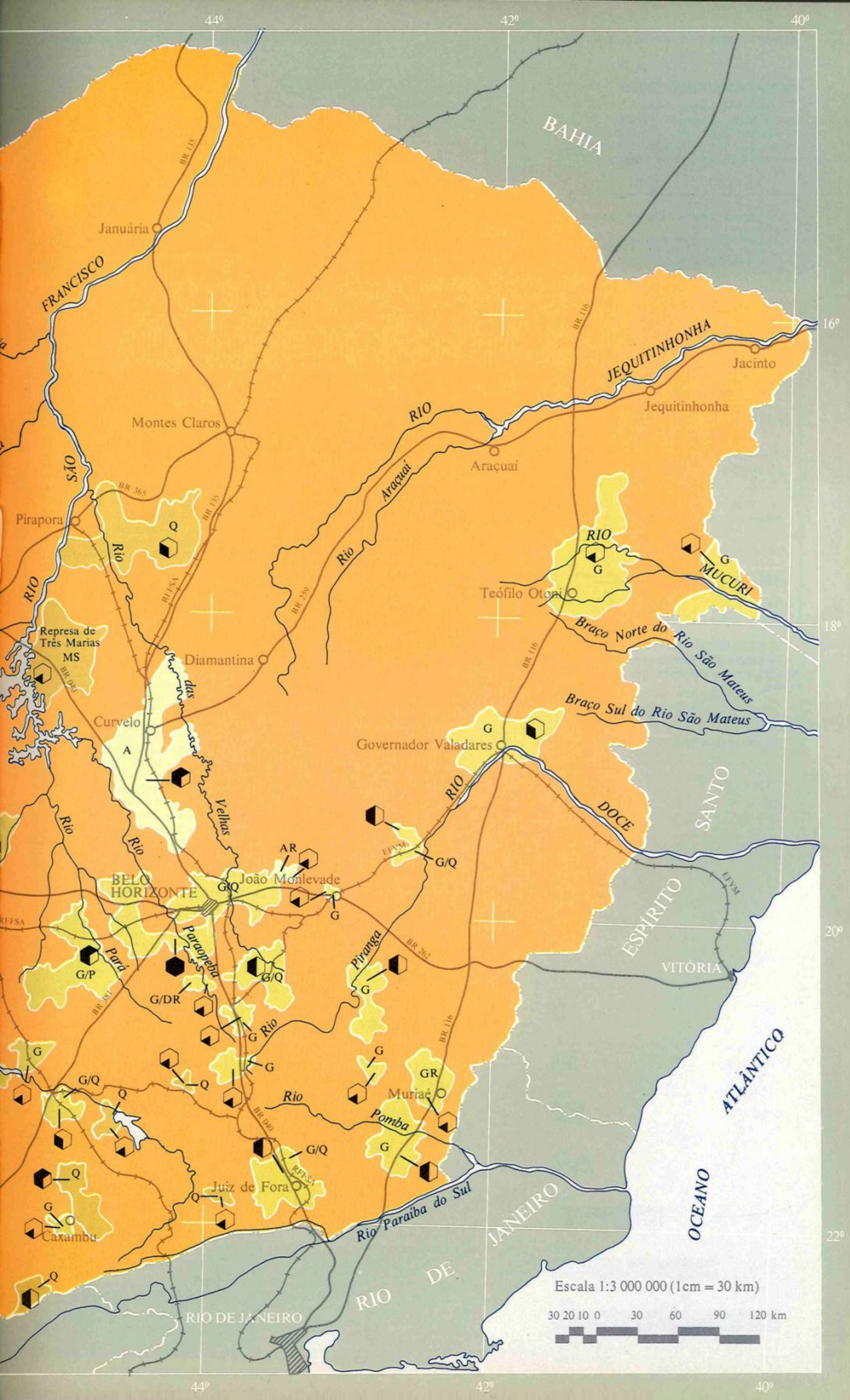




ARDÓSIA

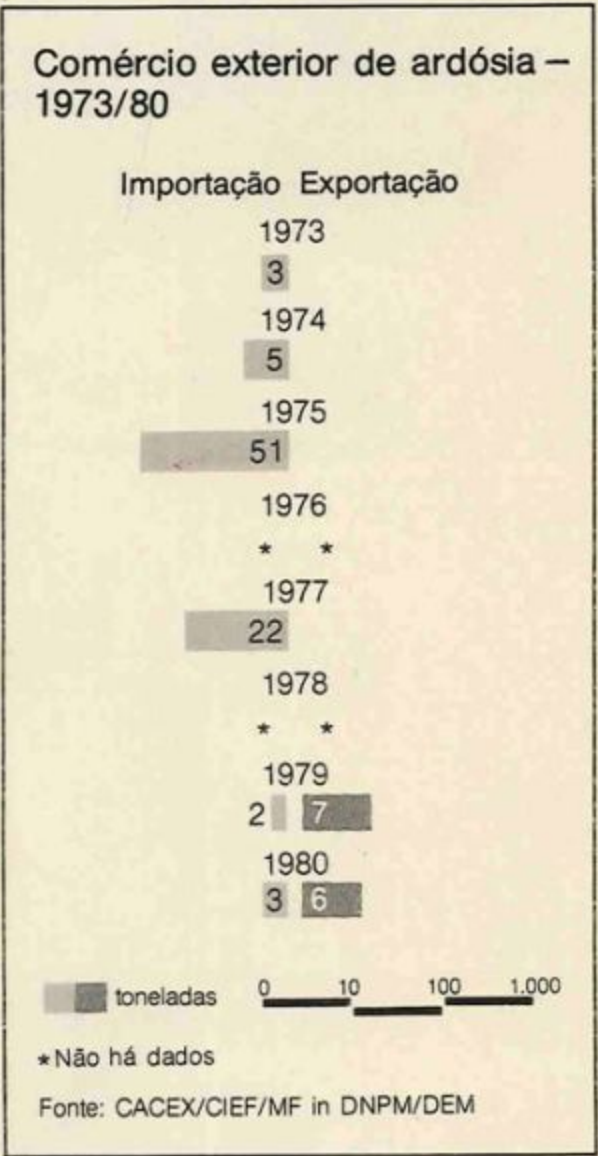
Ardósia (A), Basalto (B) e diabásio (DB), Gnaiss (G), pedra granito (GR), diorito (DR), Quartzito (Q), arenito (AR), metassiltito (MS) e filito (FI) e pedra de talhe (P).





Exportação/Importação

O comércio exterior, pouco representativo no período 1973/80, demonstrou nítido predomínio relativo das importações, mas em pequena quantidade e valor absoluto, conforme demonstra-se a seguir.



As exportações brasileiras foram dirigidas, em sua totalidade, para os Estados Unidos.

Areia
(cascalho)

Aspectos gerais

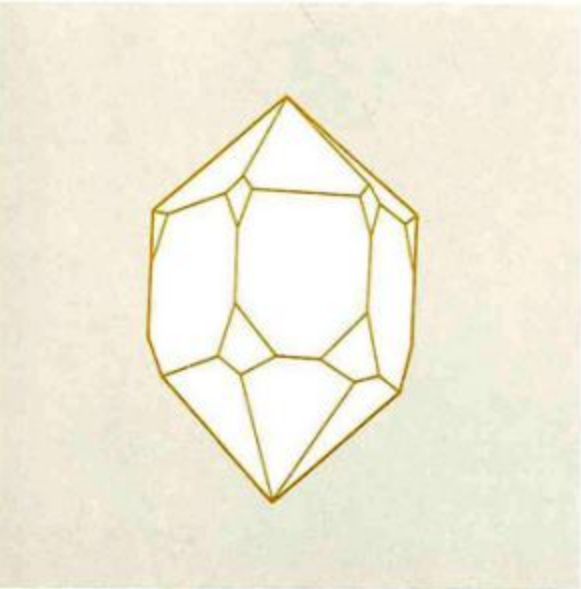
A areia é uma substância natural, proveniente da desagregação de rochas; possui granulometria variando entre 0,05 e 5 milímetros pelas normas da ABNT. Praticamente, todas as rochas são passíveis de resultar em areia pela desagregação mecânica. São porém mais favoráveis aquelas com altos teores de quartzo, uma vez que esse mineral restará como resíduo, após a decomposição física e/ou química.

A areia e o cascalho são materiais essenciais nas construções modernas, principalmente em pavimentação e edifícios. Estão amplamente distribuídos no mundo e, em virtude de seu baixo preço, a areia só é economicamente explorável, como material de construção, se estiver próxima ao mercado consumidor. Por outro lado, as areias industriais, especialmente para vidro e fundição, podem ser transportadas a distâncias relativamente maiores para serem utilizadas.

Os tipos de ocorrências principais para areia e cascalho se encontram sob a forma de depósitos de canais fluviais, praias marítimas, lacustres e fluviais, desertos e em locais de intemperismo de rochas ricas em quartzo, que não sofrem transporte, formando os chamados "areões". Estes são muito comuns nas zonas de chapadas.

Por ser uma substância que, em sua maior parte, se consome localmente, as áreas com recursos reais no Estado, via de regra, estão próximas aos grandes centros urbanos. Não há, com raríssimas exceções, áreas licenciadas para essa substância em municípios de baixa densidade populacional. Por outro lado, convém ressaltar que, por ser eminentemente utilizada na construção civil, e as cidades menores possuem atividades sazonais neste setor, resulta que, na maioria dos municípios, não há licenciamentos para areia ou cascalho, eis que seu consumo não segue fluxo contínuo.

Convém destacar que o potencial dessa substância mineral em Minas Gerais é apenas parcialmente explorado nas circunvizinhanças dos grandes centros urbanos, permanecendo, portanto, ainda assaz promissor no restante do Estado.



Mineralogia

As areias são constituídas principalmente por quartzo, um mineral de fórmula geral SiO₂, amplamente distribuído na crosta terrestre, constituindo aproximadamente 12% dela.

Como referido no capítulo específico sobre o quartzo, este apresenta grande resistência ao ataque químico e físico. Pode assim se acumular em grandes depósitos inconsolidados, ou constituir, a partir destes, rochas sedimentares como o arenito. Este é constituído, principalmente, por quartzo originado da desintegração de rochas ígneas. Quando o arenito sofre metamorfismo, dá origem à rocha denominada quartzito.

As areias de praia são constituídas por cristais diminutos de quartzo (0,2 a 0,6 mm), arredondados, com baixo teor de impurezas.

As areias de rios apresentam-se com granulação mais grosseira que as de mar e com teores mais elevados de impurezas (10 a 20%). Nelas, os cristais de limonita, feldspato e outros silicatos são os minerais associados mais freqüentes.

Dependendo da granulometria e grau de pureza, as areias têm empregos específicos. Aquelas de baixo teor de ferro são usadas na fabricação de vidros e na indústria cerâmica e refratária. As areias com alta concentração de sílica se usam na siderurgia, para confecção de ligas ferro-silício. As areias mais grosseiras e com maior teor de impurezas se utilizam na construção civil e as mais finas como abrasivos.

O saibro é definido como uma rocha alterada, porosa e permeável, proveniente de decomposição incompleta de granitos e gnaisses e no qual se observam ainda restos de textura e estrutura da rocha original.

O cascalho é a denominação genérica de seixos, originários de fragmentos de rochas pré-existentes e se enquadram numa faixa granulométrica, variável de 2 a 256 mm de diâmetro, segundo as subdivisões de Wentworth. Emprega-se na construção civil, em argamassas e em pisos.

Economia

A produção, as reservas e o comércio exterior brasileiro de areia são discriminados nos gráficos que se seguem.

A produção brasileira de areia alcançava cerca de 12 milhões de m³ em 1978, elevando-se em 1980 a 24 milhões, o que significa que, em termos absolutos, as quantidades produzidas nesse período mais do que duplicaram.

Esta produção resulta principalmente de empresas de pequeno porte localizadas nas periferias dos grandes centros.

O comércio exterior no que tange à quantidade revelou-se bastante inexpressivo no período.

Em termos de valor, os dados mostram um progressivo aumento no volume de recursos dispendidos com as importações. Assim, enquanto em 1977 foram gastos aproximadamente US\$ 43 mil, em 1980 este montante alcançou US\$ 421 mil ou quase 10 vezes mais.

Como principais países fornecedores de areia ao Brasil, destacaram-se a Argentina (70,49%) e EUA (24,86%).

As exportações se destinaram exclusivamente à Argentina.

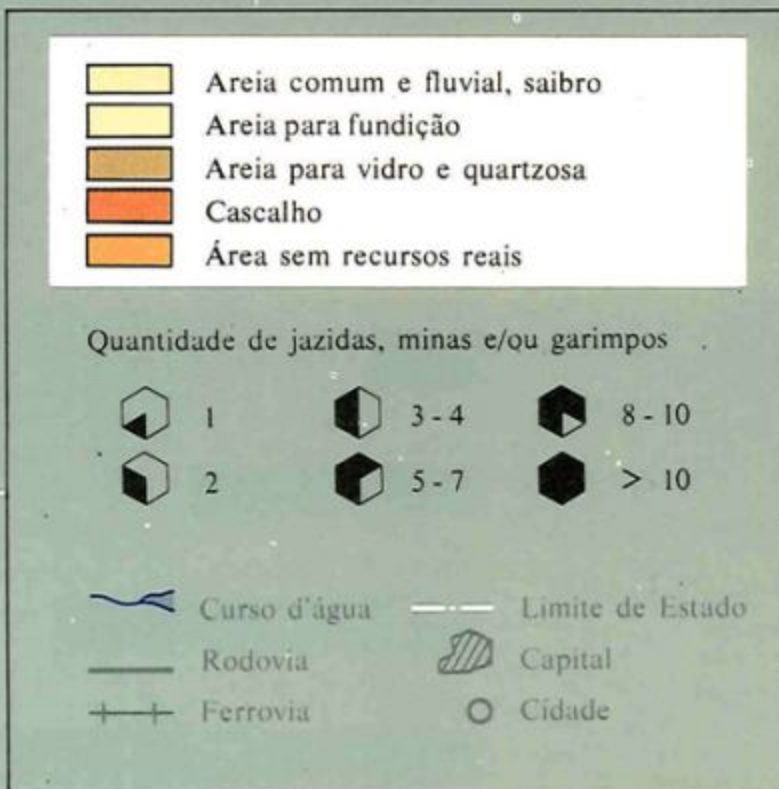
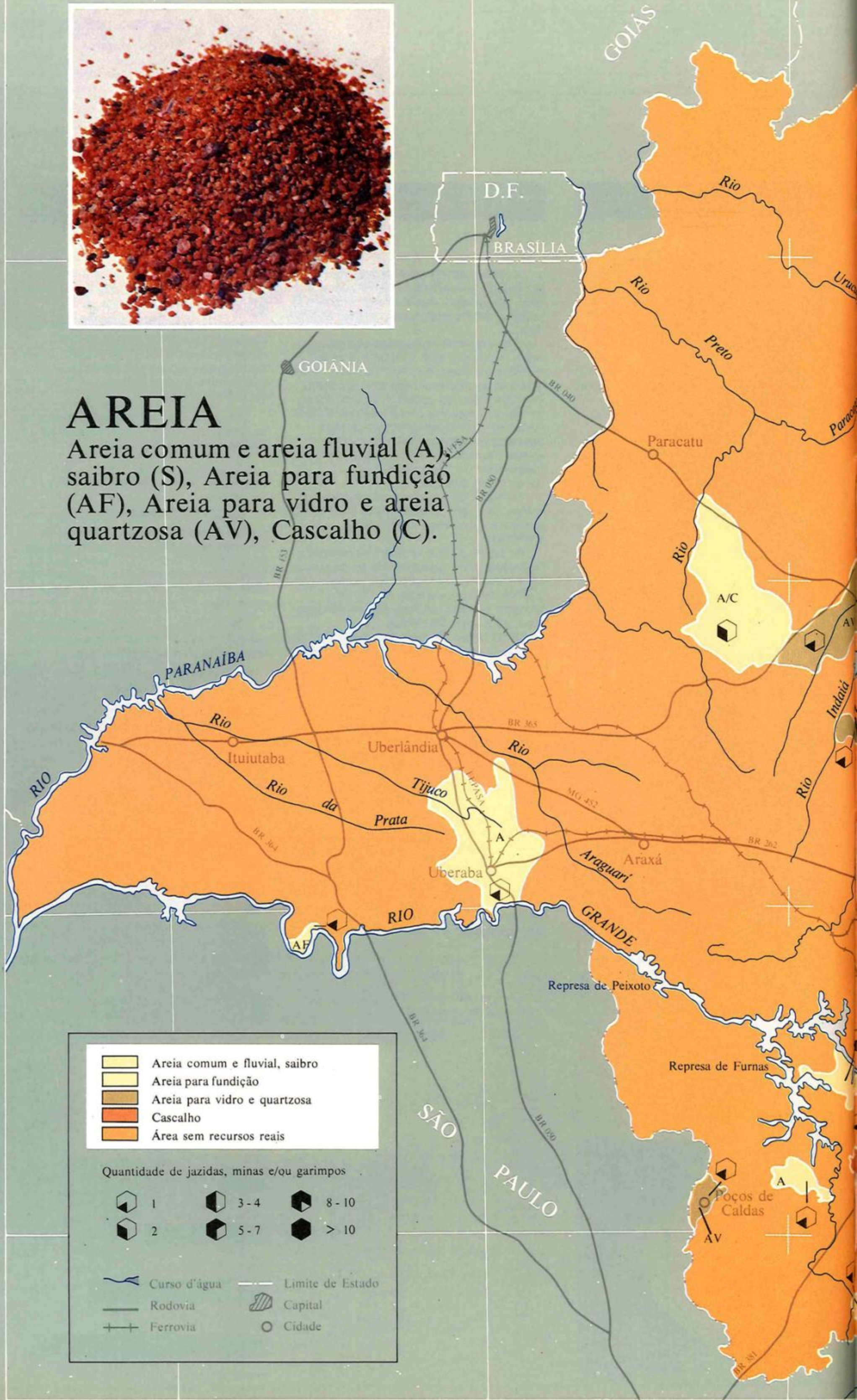


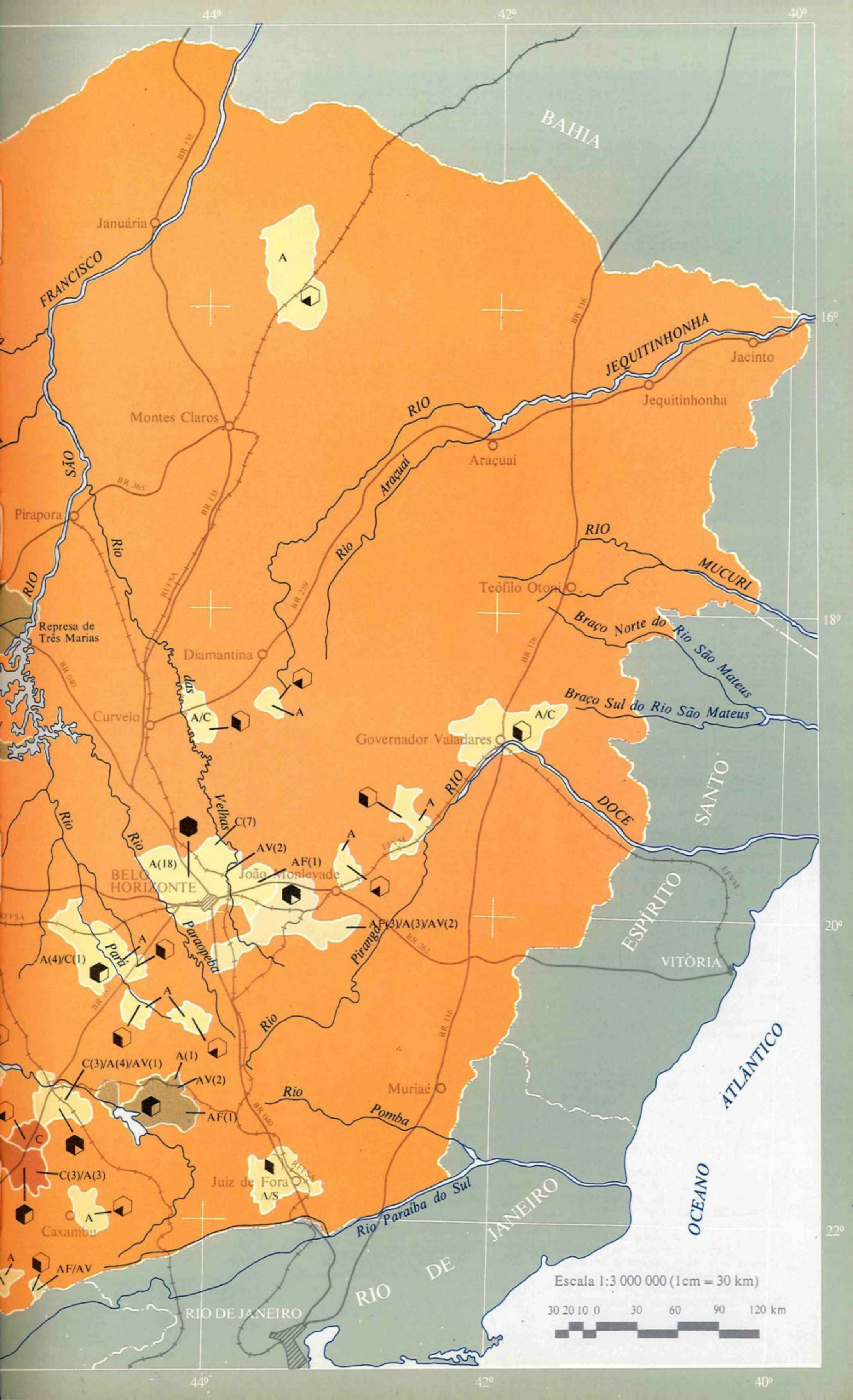
FONTE: DNPM/DEM
* unidade expressa em m³

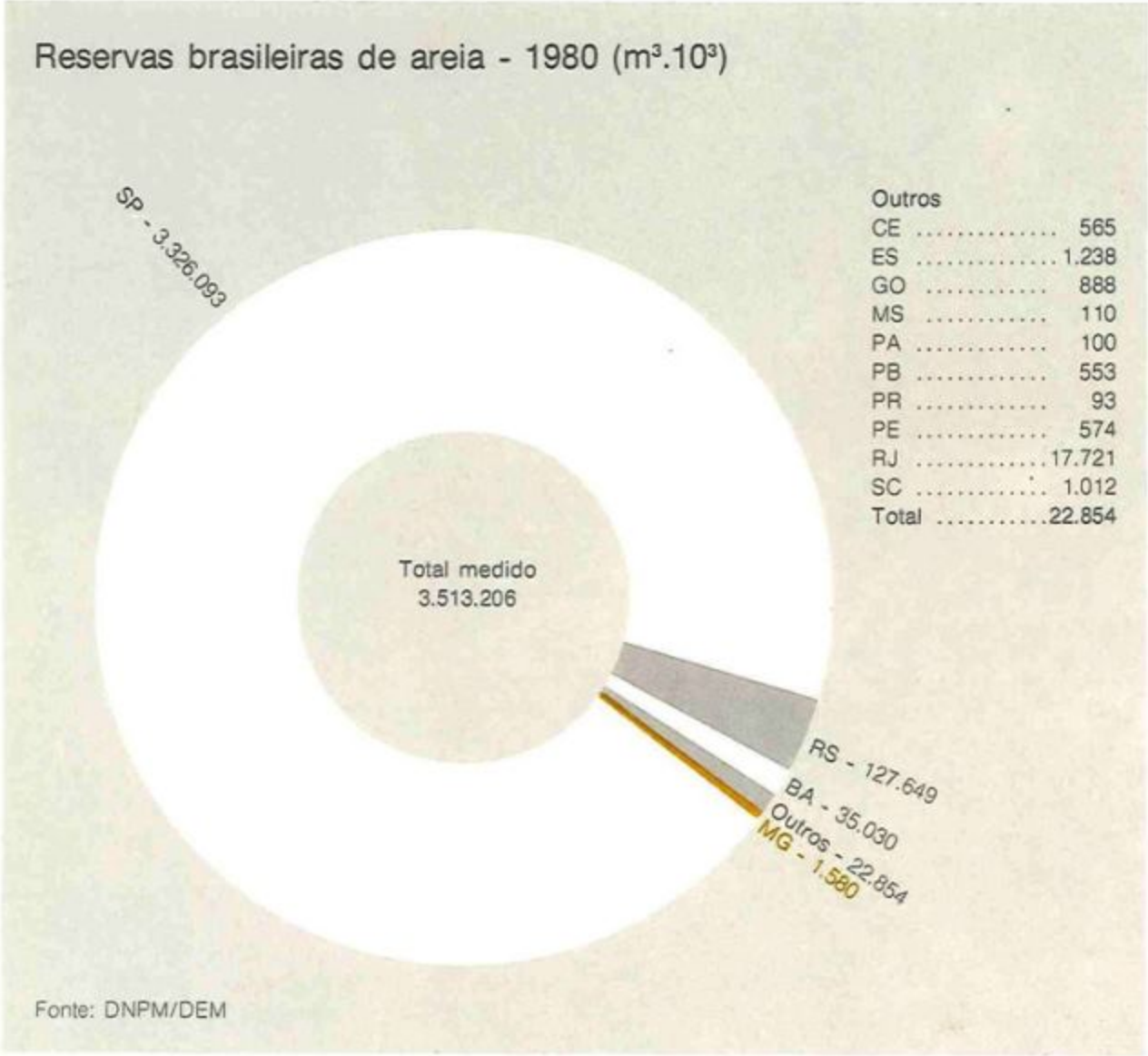


AREIA

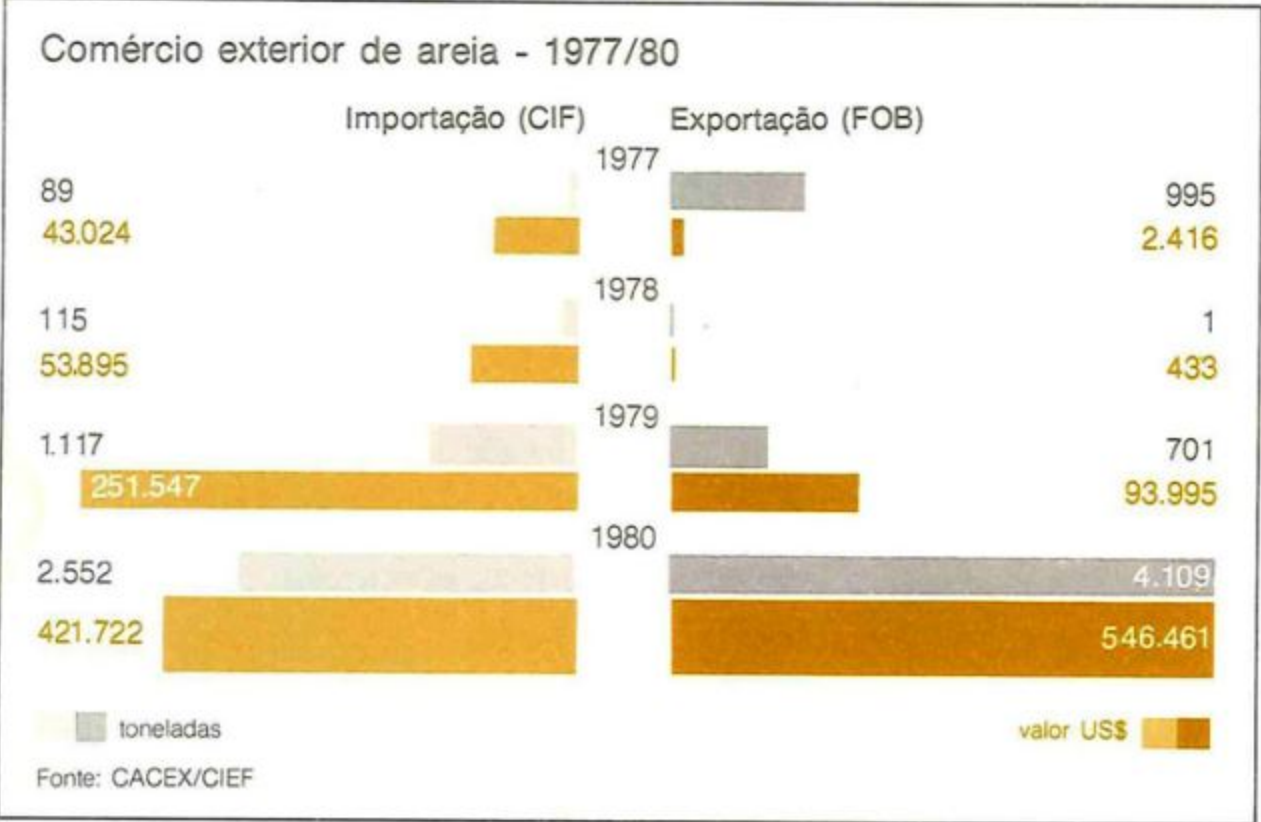
Areia comum e areia fluvial (A), saibro (S), Areia para fundição (AF), Areia para vidro e areia quartzosa (AV), Cascalho (C).







Como se pode constatar, as reservas mineiras são modestíssimas, em relação ao total do Brasil



Argila

Aspectos gerais

As argilas são substâncias que tiveram emprego desde os mais remotos tempos, sendo ainda hoje da maior utilidade.

Além da utilização na construção, as argilas também o são no fabrico de cerâmica vermelha, tais como telhas, manilhas, tijolos de pavimentação e ladrilhos. Na cerâmica branca, é usada na fabricação de porcelanas, cerâmicas, materiais refratários e isoladores elétricos.

Na indústria de papel, é empregada a argila branca de alta qualidade, isenta de óxido de ferro.

A argila se emprega ainda na produção do Cimento Portland, geralmente participando com 20% do material empregado. Registra-se seu emprego, ademais, no refino de óleos, devido às propriedades descorantes e desodorantes, e na indústria da borracha para fortalecer e dar carga à matéria-prima básica.

É um material natural, terroso, composto essencialmente de silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, o qual, ao ser umedecido, adquire certa plasticidade. A denominação "argila" se aplica também a um grupo de partículas de solo, cujas dimensões dos grãos se encontram numa faixa específica de valores.

O nome "argila" se aplica também como termo petrográfico para designar uma rocha (Santos, 1975). É ainda um vocábulo que designa uma faixa de dimensões de partículas, geralmente inferior a 5 microns, utilizada na análise mecânica de rochas sedimentares e solo.

Mineralogia

Definem-se como silicatos hidratados de alumínio, sendo este, às vezes, substituído por ferro e magnésio. Constituem-se de diminutas partículas de substâncias denominadas argilo-minerais. Os argilo-minerais podem ser divididos na seguinte forma:

- **Grupo da caulinita** - Pertencem a esse grupo a dickita, a nacrita, a halloysita, a analxita e a alofana, todos silicatos de alumínio hidratado. A caulinita apresenta-se de cor branca, de fórmula geral $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, em partículas cristalinas dispostas em placas hexagonais.
- **Grupo da montmorilonita** - Dele fazem parte a saponita, nontrita, hectorita e beidelita, que apresentam, além do alumínio, o magnésio e o ferro e, algumas vezes, o cálcio e o sódio. A montmorilonita apresenta fórmula química - $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, fórmula, aliás, variável pela presença de outros íons.
- **Grupo da illita** - São englobados neste grupo as variedades micáceas de argilas, constituídas por silicatos hidratados de alumínio, ferro, potássio e magnésio. Diferem das micas por apresentar maior quantidade de água e, nelas, o cálcio e o magnésio substituem o potássio. Nas illitas há menor substituição do silício pelo alumínio do que as micas.

A vermiculita é um silicato hidratado de alumínio e magnésio e, às vezes, cálcio, apresentando-se em placas hexagonais. Sua estrutura é formada por placas de mica separadas por moléculas d'água. Quando aquecida, perde sua água e expande-se. Daí o seu emprego como excelente isolante térmico e sonoro, com grande leveza.

A sepiolita, a tapulgita e paligorsquita são silicatos hidratados de alumínio e magnésio, geralmente de estrutura fibrosa.

As argilas se originam da alteração de silicatos aluminosos, principalmente os feldspatos e micas, que constituíam as rochas pré-existentes, sejam ígneas, metamórficas ou sedimentares. Elas se diferem na forma de ocorrência, podendo ser primárias ou secundárias.

Outras argilas

Além dessas denominações, existem outras, como a argila laterítica, rica em ferro e alumina, de cor avermelhada. Também a argila azul, que apresenta grande proporção de matéria orgânica e de sulfato de ferro, sendo encontrada no fundo do mar. Por sua vez, a bentonita é argila constituída principalmente de montmorilonita, com alto teor de matéria coloidal.

Denominações regionais das argilas são também freqüentes, como o taguá, uma argila pura, de grão grosseiro, usado na fabricação de cerâmica vermelha. A tabatinga, argila quaternária, com matéria orgânica associada, utilizada na fabricação de louça e porcelana. O massapê é um solo argiloso que, quando tratado, é empregado como lama de sondagem em perfurações de petróleo.

Quanto aos tipos de jazimento, as argilas podem ser residuais e transportadas.

Geologia

Argilas residuais

As argilas residuais ou primárias são aquelas que permaneceram no local de sua formação, devido às condições favoráveis de intemperismo, da natureza da rocha matriz e da topografia.

As suas jazidas têm aproximadamente a mesma forma da rocha matriz. Assim sendo, depósitos originários de pegmatitos têm a forma de diques e podem atingir dezenas de metros de espessura com profundidades superiores a cem metros. Por outro lado, os depósitos resultantes do intemperismo, em rochas feldspáticas, podem alcançar algumas dezenas de quilômetros de extensão e suas camadas atingem dezenas de metros de espessura.

Geograficamente, as argilas residuais possuem distribuição muito mais restrita que as transportadas.

As bentonitas são, no sentido estrito do termo, argilas residuais, formadas pela alteração, "in situ", de cinzas vulcânicas depositadas em lagos salinos ou ambientes marinhos.

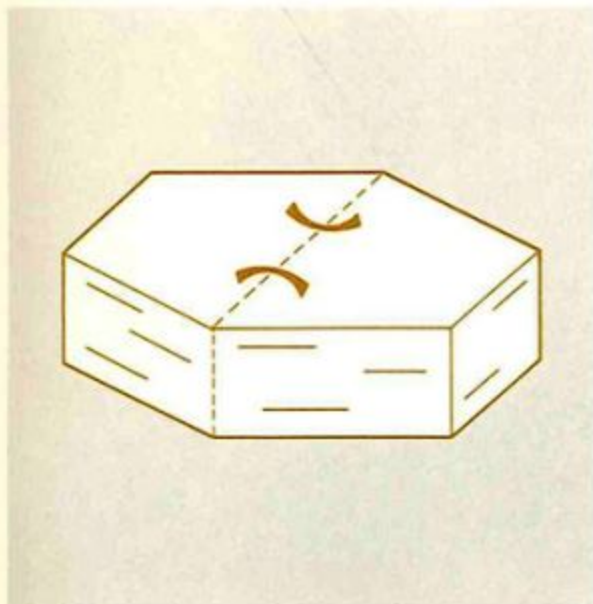
Outro tipo de argila residual é o caulim, abordado no item feldspato-caulim.

Argilas transportadas

Após o intemperismo, quando há transporte de material pelas águas ou ventos, principalmente, a fração mais fina deposita-se em regiões de baixa velocidade de correnteza nos lagos, rios, pântanos, mares, etc, formando as argilas sedimentares ou transportadas.

Os principais tipos de argila transportada são descritas a seguir:

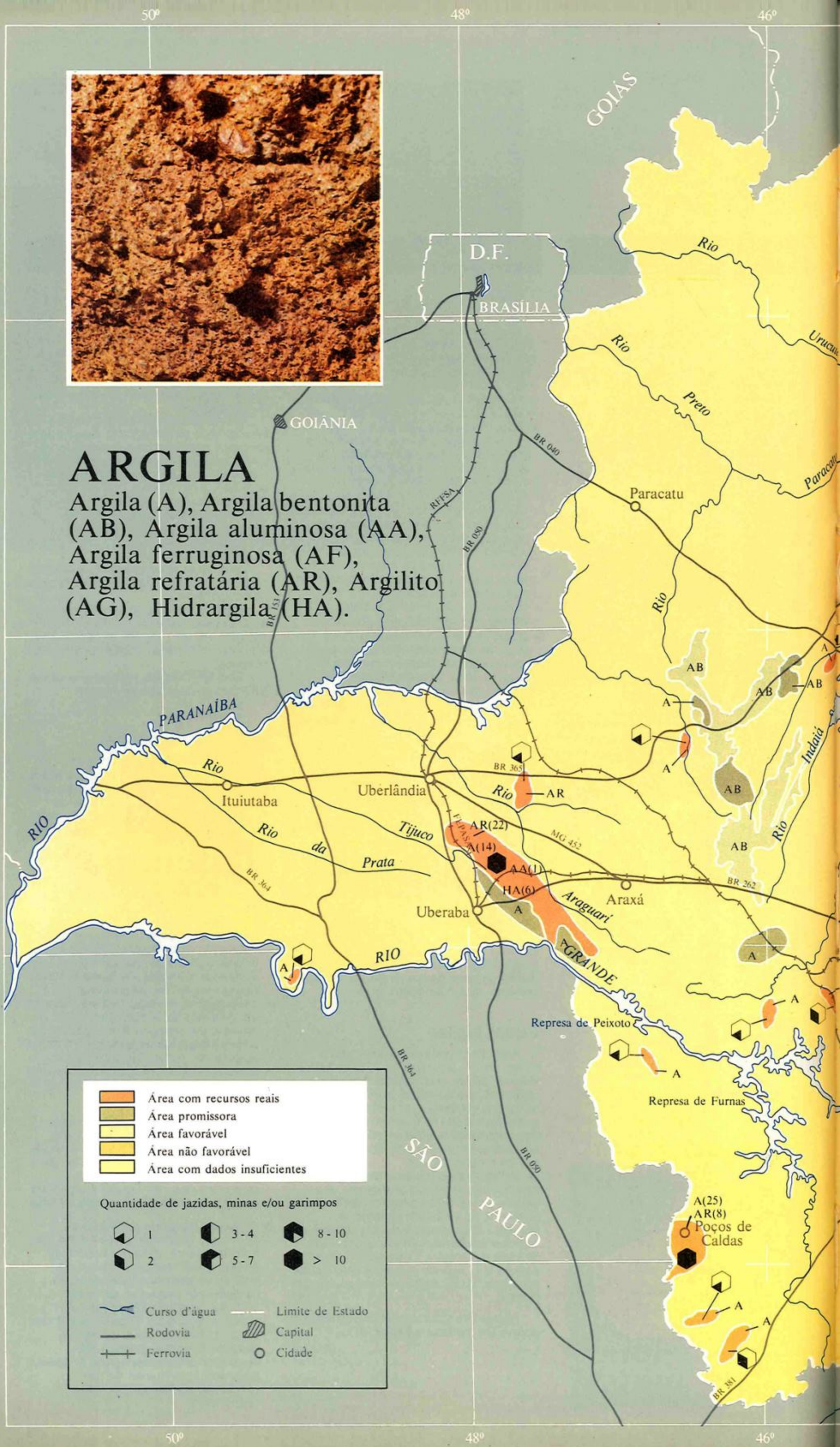
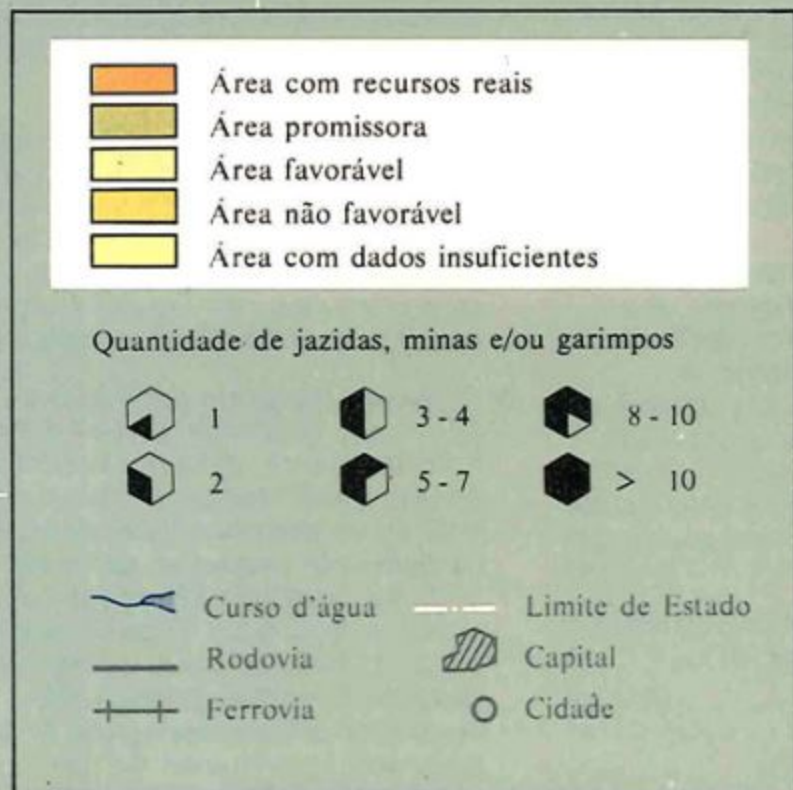
- **Argilas fluviais:** ou de margens de rios ou de várzeas, são depositadas em locais protegidos, em planícies de inundações, durante os períodos de enchente. Em consequência, os depósitos têm a forma de bolsões e se gradam lateralmente em siltes e materiais arenosos. Os bolsões podem produzir argilas de granulometria fina e muito plástica. Contudo, bolsões diferentes são passíveis de composições muito variáveis. As correntes fluviais podem dar origem a depósitos semelhantes, em bacias isoladas nos deltas. São as argilas de deltas. As argilas fluviais são extremamente abundantes e geralmente utilizadas em cerâmica vermelha.
- **Argilas de estuários:** depositadas em braços oceânicos rasos, de extensão limitada, e contêm camadas ou áreas de laminação arenosa. São crescentes os teores de areia, à medida que se aproximam dos rios. Resíduos orgânicos de pântanos estão também interlaminaados.
- **Argilas de pântanos:** geralmente se acham sob lençóis de carvão (underclays). Freqüentemente, restos de troncos de árvores podem ser encontrados em posição vertical nesses depósitos. As camadas são pequenas, de forma lenticular, apresentando pouca ou nenhuma laminação. E geralmente muito plásticas, bastante puras e ricas em caulinitas e matéria orgânica. São consideradas formadas a partir de material suspenso, em correntes de baixa velocidade, trazidas para pântanos carboníferos.

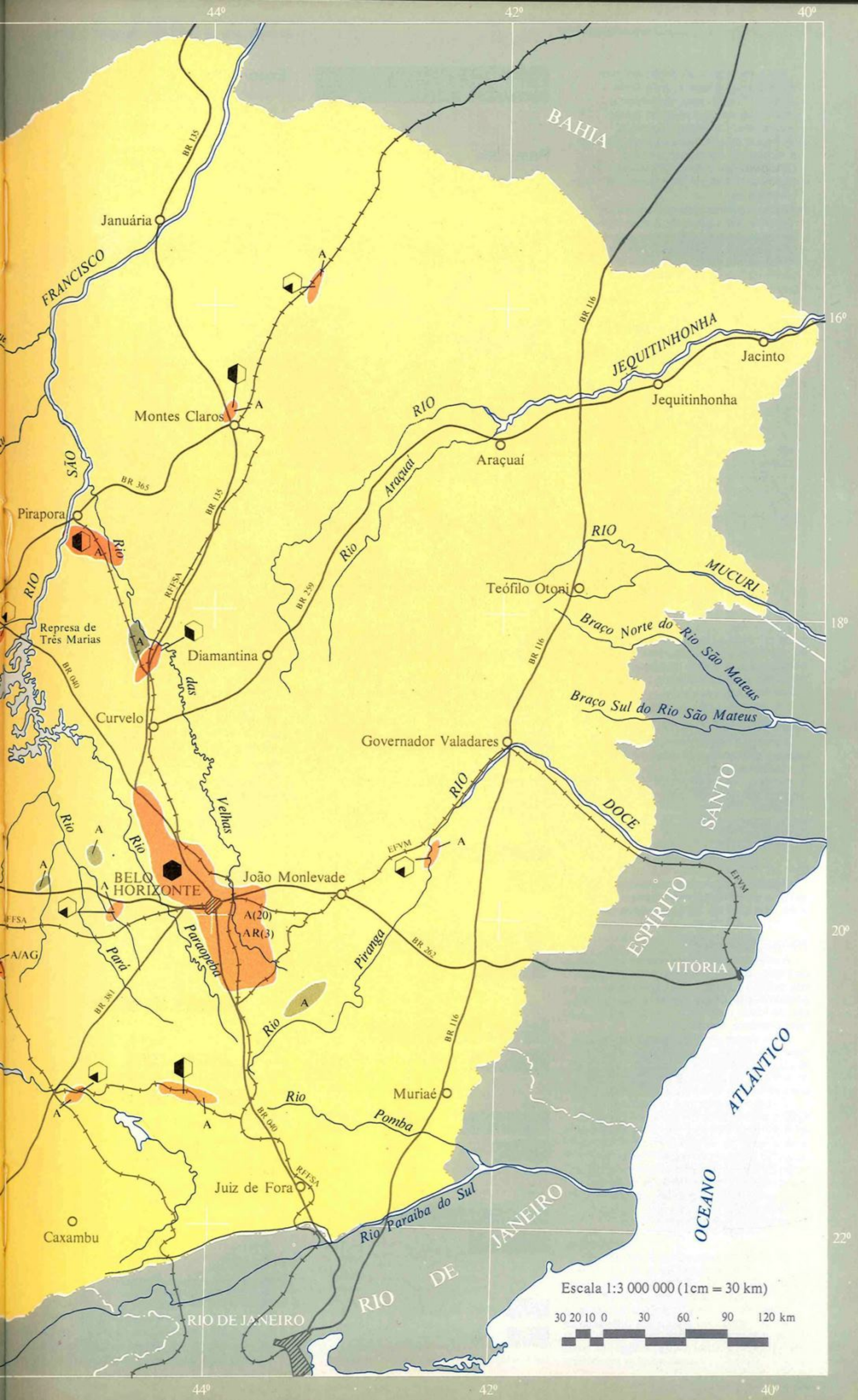




ARGILA

Argila (A), Argila bentonita (AB), Argila aluminosa (AA), Argila ferruginosa (AF), Argila refratária (AR), Argilito (AG), Hidrargila (HA).





Ali, a vegetação do bordo retém o material mais grosseiro, permitindo apenas a fração mais fina entrar e sedimentar-se no interior da bacia carbonífera. Os ácidos orgânicos, derivados dos produtos vegetais, permitem a eliminação de metais pesados, principalmente o ferro, propiciando às argilas serem refratárias e queimarem com cores claras.

- **Argilas lacustres:** ocorrem em bacias restritas e estão tipicamente alternadas com camadas de areia. São comuns em leitos de lagos glaciais. Conseqüentemente, muitas delas são varvíticas, isto é, compostas por camadas alternadas de materiais finos e grosseiros, cada par de bandas representando as acumulações de crescimento, correspondentes às estações de um ano. Essas argilas, normalmente de idade recente, abundam em área em que houve glaciação e são geralmente utilizadas em cerâmica vermelha.
- **Argilas marinhas:** depositam-se de suspensões aquosas transportadas mecanicamente por correntes em águas calmas, até certa distância da costa. Os leitos de argila podem ser de grande extensão, considerável espessura e composição bastante uniforme, se bem que possam ocorrer variações laterais, em virtude das diferentes correntes que carregam o material a sedimentar. Variações verticais podem ocorrer pela mesma causa. Argilas marinhas são muito freqüentes em formações paleozóicas e mesozóicas.

Argilas em Minas Gerais

Os recursos reais de argila no Estado podem, grosso modo, ser agrupados em três áreas principais: Região de Belo Horizonte, Sul de Minas e Triângulo Mineiro. Além dessas, há ocorrências de pequenas jazidas dispersas, principalmente na porção Centro-Sul do Estado.

REGIÃO DE BELO HORIZONTE

Abrange a Região Metropolitana da capital e adjacências, situadas sobre terrenos de idades variando desde o arqueano até o quaternário. Via de regra, as argilas fluviais recentes são derivadas das rochas que estão na bacia de drenagem a montante da jazida, sendo portanto oriundas de rochas pré-Cambrianas.

SUL DE MINAS

As principais jazidas desta região estão situadas no planalto de Poços de Caldas, onde predominam rochas alcalinas.

TRIÂNGULO MINEIRO

A região poderia denominar-se província da argila refratária, dado o predomínio desse tipo sobre os demais. As rochas que, possivelmente, deram origem a tais argilas são de idade mesozóica, compostas principalmente de rochas básicas.

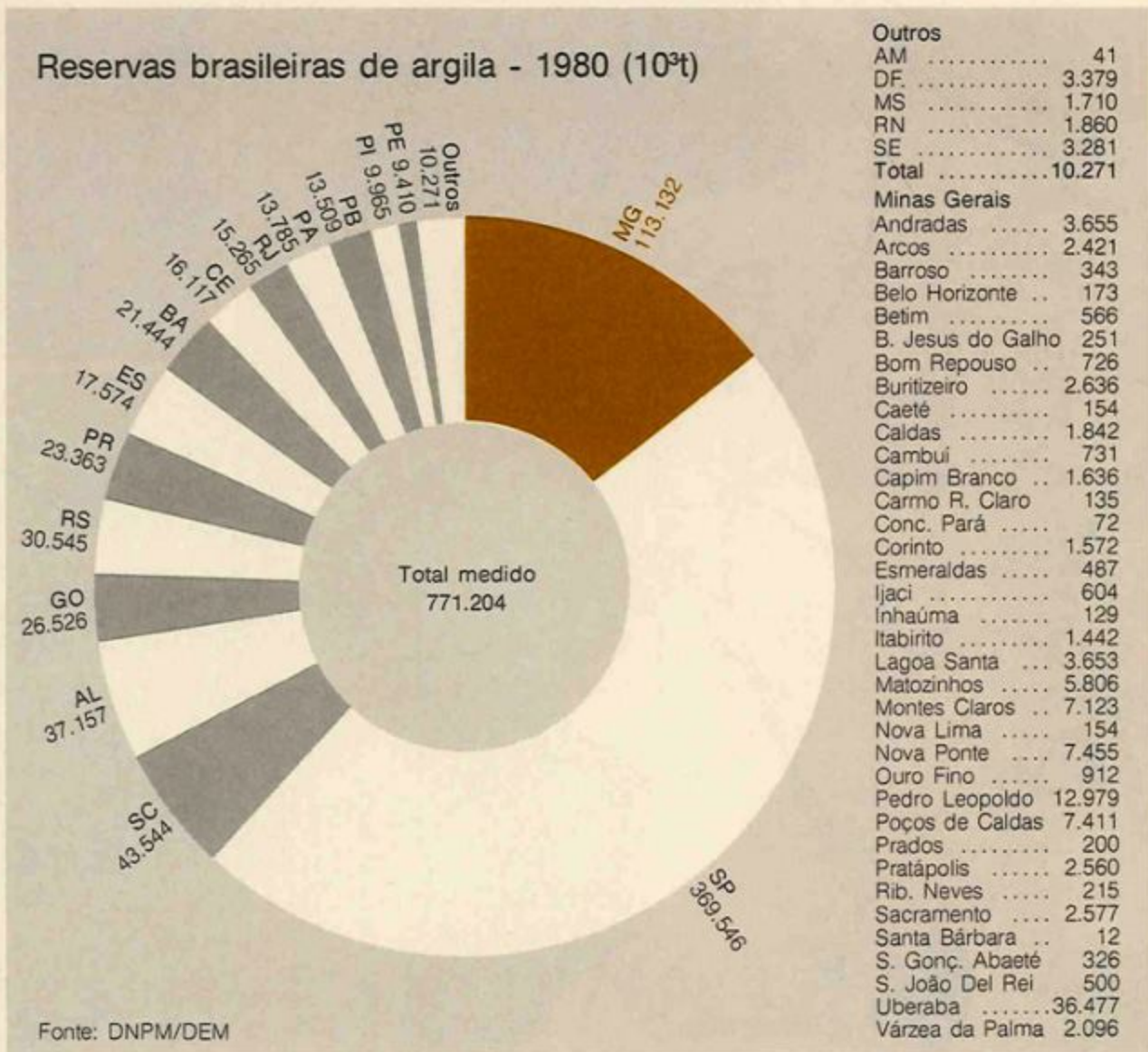
Além dessas regiões, merece destaque a região de Abaeté, compreendida entre os rios Indaiá, Paranaíba e Paracatu, onde há ocorrências de bentonita, em áreas onde predominam os tufos Mata da Corda.

Convém ressaltar que o potencial do Estado, para esse bem mineral, está longe de ser totalmente definido. É que as distâncias entre a fonte de matéria-prima e o local de consumo representam papel importantíssimo no preço final dos produtos. Assim sendo, a grande maioria de empresários do setor procura, sempre que possível, possuir minas a distâncias tais que o transporte permita trabalhar com rentabilidade positiva.

Economia

Reservas

As reservas de argila, no Brasil e em Minas, são as seguintes:



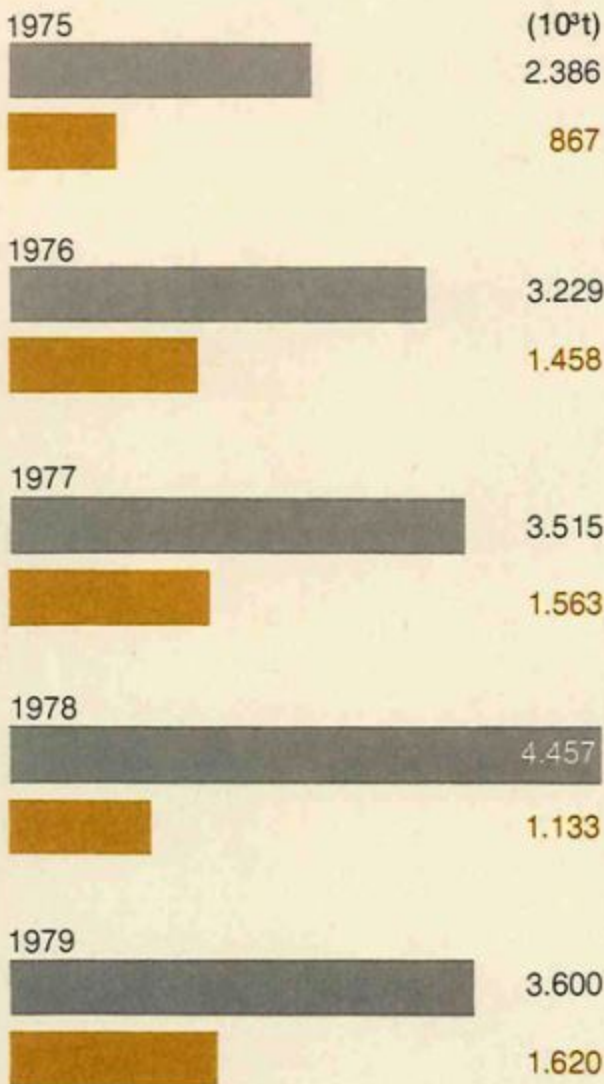
Exportação

A exportação, embora pequena, eleva-se a cada ano, enquanto a importação, por igual crescente, é, não obstante, bem maior. Para nosso País são exportadores os Estados Unidos e o México, e importadores o Uruguai, Argentina e o Equador, destacando-se o segundo como o maior comprador.

Produção de Argila

A produção de argila no Brasil, bruta e beneficiada, é crescente, sem embargo de certa oscilação na taxa de crescimento.

Produção brasileira de argila - 1975/80



Há a prática, no comércio exterior, de venda de manufaturados argilosos, compondo outros materiais minerais ativados. Nesse caso, o Brasil é praticamente totalmente dependente das importações.

Comércio exterior de argila - 1977/79 (t)



Bibliografia

- LIRA FILHO, Delmiro Paes de. Perfil analítico da bentonita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 33 p. (Brasil. DNPM. Bol. 4).
- SANTOS, Pêrsio de Souza. Tecnologia de argilas aplicada às argilas brasileiras. São Paulo, E. Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975, 2 v.

Bário

Aspectos gerais

O bário é um metal extremamente reativo e, por causa disso, não é encontrado livre na natureza, mas sempre em forma de compostos. Puro, o metal tem pouco uso, mas os seus compostos têm aplicação crescente.

Desses compostos, a barita ou baritina (sulfato de bário), foi encontrada pela primeira vez na Itália, no início do século XVII, e denominada "espato pesado" pelos alquimistas italianos, em virtude de sua elevada densidade.

O bário é utilizado na medicina, em forma de cloreto, para tomada de fotografias de raios-X no estômago e intestino, devido a sua elevada insolubilidade e densidade (que bloqueia o trajeto dos raios).

Em virtude disso, o sulfato tem também seu uso quase totalmente voltado para a perfuração de poços de petróleo, sendo usado como agente pesado em lama de perfuração. O bário é ainda empregado na fabricação de cerâmicas especiais, na produção de pneumáticos, na preservação de madeiras e outros fins. Aparece ademais na produção de cosméticos, de açúcar, em transportadores de oxigênio, na indústria de vidros especiais de alto índice de refração, na de tintas, na produção do branco fixo e pigmento branco. Na indústria de plástico usa-se a barita para dar maior peso ao produto, sendo também consumida na produção de concreto de alta densidade, como o revestimento de paredes de laboratórios de raios-X.

Ligas de bário e níquel se utilizam na fabricação de velas de ignição para motores a explosão e de catodos de válvulas de rádio porque, quando aquecidos, emitem grande quantidade de elétrons.

Já o carbonato de bário, solúvel, é venenoso e utilizado em raticidas, enquanto o fluossilicato é usado em compostos de arsênio para pulverização de lavouras.

Outro composto do metal, o litopônio (sulfato de bário e sulfato de zinco), se emprega como carga ou recheio na fabricação de vários produtos, como colas, linóleo, materiais à base de celulose e outros. Tais compostos fazem parte de fogos de artifício, dando-lhes uma coloração amarelo-esverdeada (verde-maçã).

Mineralogia

O bário é encontrado na natureza sob duas formas minerais principais, as quais podem ser economicamente exploradas: a barita e a viterita.

A barita ou baritina é um sulfato de bário (BaSO_4) cujas proporções teóricas são 65,7% BaO e 34,3 SO_3 , podendo o estrôncio substituir o bário. Chegando-se até a extremidade da série, onde existe praticamente só o estrôncio, tem-se o mineral celestita (SrSO_4). Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, onde os cristais são geralmente tabulares, raramente prismáticos, colunares. São mais freqüentes os agregados de cristais com estruturas concêntricas, conhecidas como as "rosas de barita". Apresenta-se em várias cores: incolor, branca (devido a inclusões de gases e líquidos), vermelho (devido ao óxido de ferro), preta (substâncias betuminosas), verde, azul-claro, etc, e com brilho vítreo. Sua dureza varia de 2,5 a 3,5 e densidade elevada: 4,3 a 4,6.

A barita é o mineral mais comum que contém bário. Ocorre na natureza desde que haja pressão parcial elevada de oxigênio e temperatura relativamente baixa.

A viterita é um carbonato de bário (BaCO_3) no qual as proporções teóricas são: 77,7% BaO; 22,3% - CO_2 , podendo o bário ser substituído por estrôncio ou cálcio. É um mineral incolor, branco ou cinza, que se cristaliza no sistema ortorrômbico em cristais que se apresentam em formas bipiramidais, pseudo-hexagonais, estriados na direção horizontal e, também, em agregados esféricos, colunares ou botrioidais. Seu brilho é vítreo, dureza 3 a 3,5 e densidade de 4,2 a 4,3. É caracterizado pela alta densidade e por ser efervescente ao ácido.

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

Os depósitos de barita e viterita podem ser classificados geologicamente, de acordo com os modos de ocorrência, nos seguintes tipos:

- **Depósitos de veios e preenchimentos de cavidades:** contêm essencialmente barita com menores quantidades de fluorita, calcita, siderita, ankerita, dolomita, quartzo e sulfetos. Esta modalidade de depósito é encontrada em vários tipos de rochas sedimentares, ígneas e metamórficas, ao longo de falhas, fraturas e zonas de brecha. No entanto, existe uma tendência destes depósitos ocorrerem em calcários, folhelhos calcíticos e arenitos. Vários depósitos deste tipo estão em seqüências de "red beds", em séries de rochas, contendo evaporitos e, também, em certos complexos carbonatíticos.

- **Depósitos do tipo "stratabound":** contêm principalmente barita e menores quantidades de chert, quartzo, dolomita, siderita, estroncianita, viterita, pirita e óxidos de ferro. Estes depósitos estão invariavelmente em seqüências de calcários, dolomitos e siltitos/argilitos. A maioria deles tem origem sedimentar e alguns são provavelmente originados por "substituição".

- **Depósitos de barita maciça e disseminações:** estes formam, via de regra, a ganga de vários tipos de depósitos de sulfetos maciços e veios, particularmente aqueles contendo chumbo, zinco, cobre e prata. Na maioria destes casos, a barita é recuperada como subproduto.

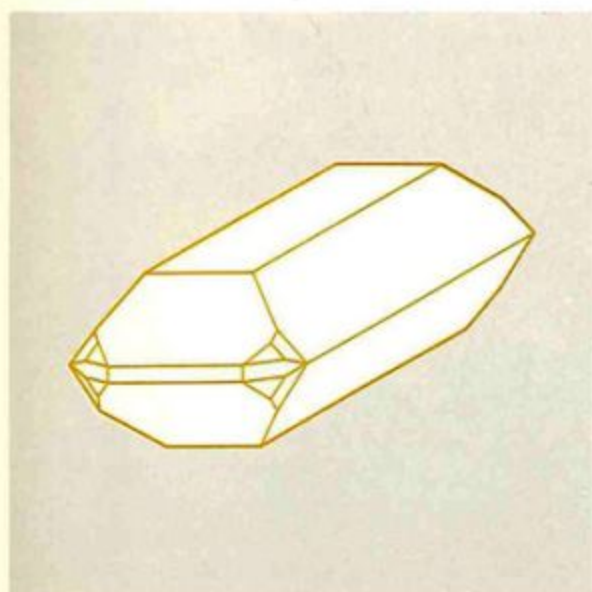
Estes depósitos ocorrem em vários tipos de rochas, sendo mais comuns nas carbonáticas e vulcânicas. Os depósitos do tipo maciço e veios, de natureza discordante, são epigenéticos, enquanto os corpos estratiformes têm sido matéria de intenso debate.

Alguns investigadores sustentam uma origem sedimentar ou vulcânica exalativa, outros defendem uma origem por "substituição".

- **Depósitos residuais:** neste tipo de depósito, a barita é encontrada em materiais inconsolidados, tais como solo, argilas, rochas decompostas e outros resíduos.

A barita, nesse caso, é derivada de depósitos pré-existent, dos tipos descritos acima e comumente encontrados em muitas partes do mundo. A maioria deles consiste em fragmentos, blocos e massas irregulares de barita, imersos no resíduo intempérico constituinte dos regolitos de calcários, arenitos, evaporitos, carbonatitos etc, assim como em carste, buracos de colapso e cavidades de dissolução em rochas carbonáticas.

Os elementos associados ao bário, na maioria dos tipos de depósitos com enriquecimento local são: Zn, Cd, Ag, Au, Cu, V, As e Sb. Em outros casos, Hg acompanha o bário. Flúor é um elemento característico em muitos depósitos. Terras-raras, Th, U e Nb ocorrem associadas ao bário, em carbonatitos e veios formados por carbonatos e terras-raras.





BÁRIO



Área com recursos reais

Área promissora

Área favorável

Área não favorável

Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

1	3 - 4	8 - 10
2	5 - 7	> 10

Curso d'água

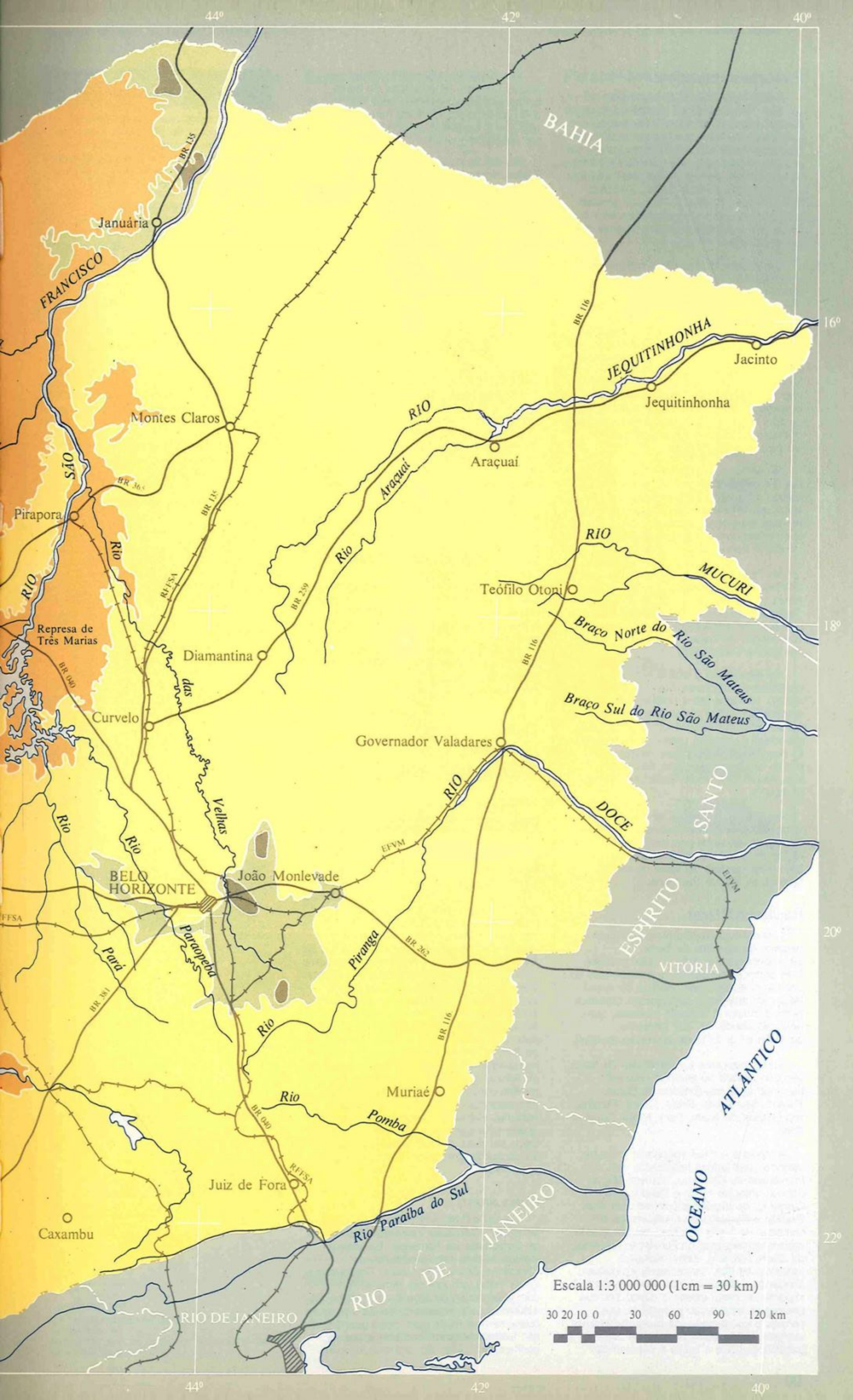
Rodovia

Ferrovia

Limite de Estado

Capital

Cidade



Panorama mundial

A produção mundial de barita tem crescido firmemente nos últimos anos, em decorrência do aumento na exploração petrolífera, que consome cerca de 90% da produção deste mineral. Os principais produtores são os Estados Unidos (32,0%), Peru (5,5%), Tailândia (4,9%), Índia (4,9%), Irlanda (4,6%), França (3,0%), Marrocos (3,0%) e Itália (2,4%). A Rússia é também reconhecida como um grande produtor e a China tem aumentado consideravelmente sua produção.

Os Estados Unidos são o maior produtor e consumidor mundial de barita, tendo sua produção alcançado um nível recorde em 1980. A produção provém de nove Estados mas é centralizada, principalmente em Arkansas, Missouri e Nevada. No primeiro Estado, a barita é extraída de depósitos do tipo "stratabound" em folhelhos de idade paleozóica, nos distritos de Malvern, Montgomery, Pike e Polk. Estes depósitos são supostamente de origem sedimentar, com exceção do depósito de Malvern, que se teria originado por substituição e estaria relacionado ao complexo carbonatítico-sienítico de Magnet Cave.

No Missouri, a barita é encontrada em depósitos estratiformes (tipo Mississippi Valley) em rochas carbonáticas, ocorrendo associada à fluorita, esfalerita e galena. Em Nevada, ela é obtida de veios e depósitos do tipo "stratabound" nos distritos de Range, Lander e Eureka.

No Peru, os depósitos são do tipo veio e distribuem-se pela região do vale Rimac, assim como na Índia e no Marrocos. Na Tailândia, ela provém de depósitos estratiformes, encaixados em uma seqüência carbonática de idade Devoniana/Carbonífera.

Na Irlanda, ela é obtida em vários depósitos estratiformes (tipo Mississippi Valley), pertencentes a uma seqüência calcária/dolomítica de idade carbonífera. A barita forma corpos maciços e encontra-se associada à esfalerita, galena, pirita e siderita. O depósito de Silvermines, localizado no distrito de Tipperary, é um dos mais importantes produtores deste mineral na Europa.

Na Rússia, é extraída de depósitos em veios na região Transcaucasiana. Na França, finalmente, encontra-se a barita em veios na região do Maciço Central, enquanto que na Itália é recuperada de veios de metais básicos na ilha da Sardenha.

Barita no Brasil

O Brasil ocupa a posição de principal detentor de reservas de barita, correspondendo a 30% do total mundial. Este potencial concentra-se praticamente no complexo alcalino-carbonatítico de Araxá (MG). No entanto, a participação brasileira como produtor é bastante modesta, com uma parcela de 107 mil toneladas, equivalentes a 1,4% da produção mundial.

Vários depósitos e ocorrências de barita são conhecidos no território nacional, especialmente nos Estados da Bahia, Paraná, São Paulo, Goiás, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pará, Minas Gerais e Piauí.

A Bahia é o mais importante produtor, estando suas jazidas localizadas nos municípios de Camamu, Ibitiara, Miguel Calmon, Pirai do Norte e Seabra. Em Camamu, os depósitos ocorrem nas ilhas Grande e Pequena e constituem-se em camadas de barita detrítica, relacionadas a sedimentos argilosos da Formação Barreiras, de idade Terciária. Estes depósitos estratiformes são, via de regra, irregulares, chegando a atingir 2 metros de espessura. A importância deste distrito é ditada por sua estratégica localização geográfica, que permite o escoamento da produção por via marítima aos campos petrolíferos da plataforma, onde a barita é consumida.

No distrito de Itapura, município de Miguel Calmon, os depósitos de barita constituem-se por diversos veios, sendo que o corpo principal, com 2,2 metros de espessura, apresenta-se concordantemente em relação a quartzitos do Grupo Jacobina.

No distrito de Remédios, município de Ibitiara, ocorrem vários depósitos na forma de veios encaixados em rochas metavulcânicas do Grupo Chapada Diamantina. Os depósitos mais importantes nesta área são os de Santa Luzia e Tapera, com reservas estimadas em 1,4 milhão de toneladas de minério. No município de Seabra, os depósitos de barita ocorrem na localidade de Baraúna e consistem em veios encaixados em quartzitos argilosos do Grupo Diamantina. Em Pirai do Norte, os veios de barita ocorrem concordantemente a granulitos.

No Paraná a barita aparece em veios cortando quartzitos e calcários dolomíticos do Grupo Açungui, nos municípios de Cerro Azul e Rio Branco do Sul. As reservas desse Estado, assim como a produção, são muito pequenas, quando comparadas às da Bahia.

Em São Paulo, a principal ocorrência situa-se no município de Iguape, no complexo alcalino Morro do Serrote. A barita ocorre, também, embora em quantidades não econômicas, em Guapiara, Piedade e Sorocaba.

Em Goiás são conhecidas ocorrências de barita nas localidades de Alto Paraíso, Padre Bernardo, Itapirapuã e Uruaçu. A ocorrência de Alto Paraíso constitui-se por veios relacionados a quartzitos da Formação Arraias (Grupo Arai), e em Uruaçu a barita ocorre na forma de lentes descontínuas, concordantes a xistos do Grupo Araxá. Nestas ocorrências, a barita é explorada por garimpagem.

Na Paraíba, veios de barita são conhecidos nos municípios de Santa Luzia e Várzea. No Ceará, a barita ocorre nos municípios de Campos Sales e Canindé.

Barita em Minas Gerais

Os depósitos no estado de Minas Gerais concentram-se nas regiões de Araxá, Ouro Preto e Montalvânia.

ARAXÁ

Em Araxá, os depósitos constituem-se essencialmente por veios, disseminações e concentrações residuais, associados intimamente com as rochas alcalinas-carbonatíticas da chaminé do Barreiro, de idade Cretácea superior. Os veios são irregulares e descontínuos, atingem 80 cm de espessura e cortam tanto o carbonatito quanto os quartzitos encaixantes do complexo. Esses veios afloram principalmente na fazenda Agudos, a sul da Estância do Barreiro. A barita também ocorre na forma de cristais finos e drusas no manto intempérico do complexo, associada à apatita, pirocloro, magnetita, ilmenita, mica, zircão e perowskita. Pode-se encontrá-la ainda em áreas localizadas da jazida de pirocloro-apatita, onde pode atingir até 20% de BaO no minério. Neste caso, o mineral é recuperado como subproduto. As reservas de Araxá, 81 milhões de toneladas de minério com teores de 7% a 26% de BaSO₄, correspondem a 93,9% da totalidade nacional. Entretanto, no momento, estoca-se quase toda sua produção dado ao fato da barita ser radioativa, tornando-se imprópria ao consumo, principalmente na exploração petrolífera.

OURO PRETO

Em Ouro Preto, é encontrada na forma de lentes e camadas interestratificadas com os carbonatos da Formação Gandarela (Grupo Itabira), nas localidades de Chacrinha, Cintra, Bom Jesus, Timbopeba e Igreja Velha, em Antônio Pereira. As camadas variam de alguns centímetros a 1,80 metros de espessura, sendo o produto quase sempre muito puro. Estas ocorrências são lavradas esporadicamente e por garimpagem.

MONTALVÂNIA

No município de Montalvânia, os depósitos consistem em bolsões de barita maciça, dispostos discordantemente em calcários escuros da Formação Lagoa do Jacaré (Grupo Bambuí). É quase sempre pura, contendo em certos locais até 3,5% de SrSO₄. A reserva conhecida até o momento é da ordem de poucos milhares de toneladas.

Economia

Demanda

A demanda interna de barita beneficiada vem apresentando crescimento contínuo, e é atendida pelo mercado doméstico, sendo principalmente consumida pela indústria de petróleo, utilizada na lama para perfuração, como se disse.

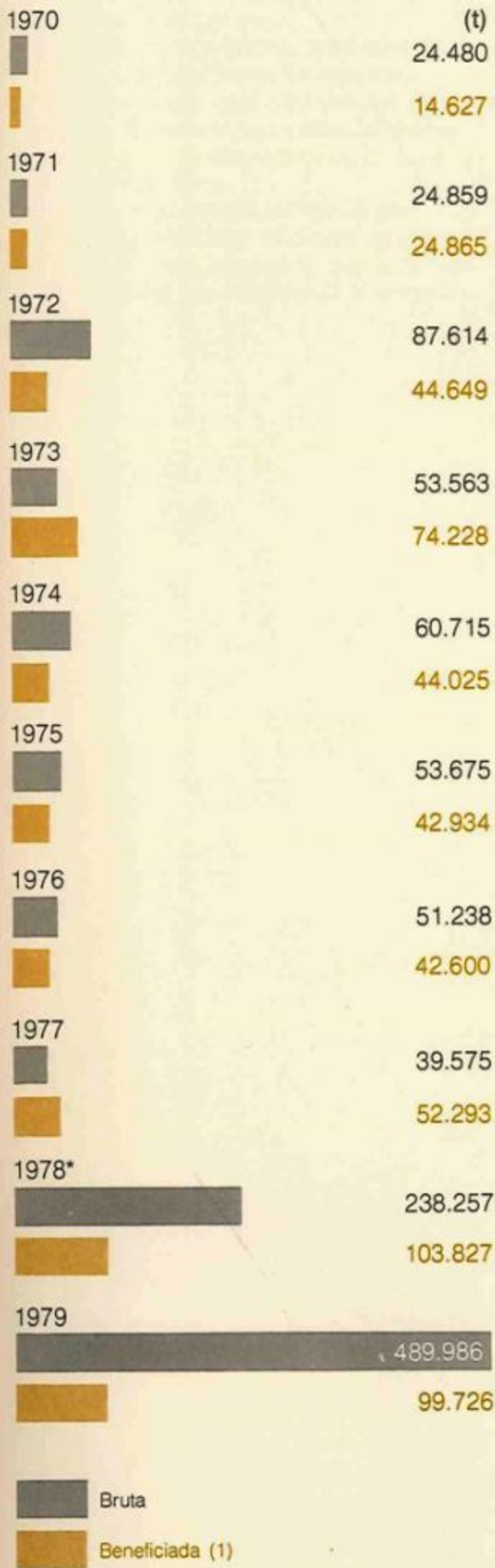
Produção

Apesar de Minas Gerais deter as maiores reservas, a produção de barita provém quase em 70% do Estado da Bahia, onde é obtida a partir da lavra dos diversos depósitos. As principais empresas baianas produtoras são, em ordem de importância: Baroid, Pigmina, Engeminas, Mineração Mascote e pequenos produtores.

A produção de Minas Gerais é controlada pela Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia e é proveniente do subproduto do piroclore.

A produção nacional apresentou um crescimento significativo no período de 1970/79, como se vê no gráfico a seguir:

Produção brasileira de barita - 1970/79



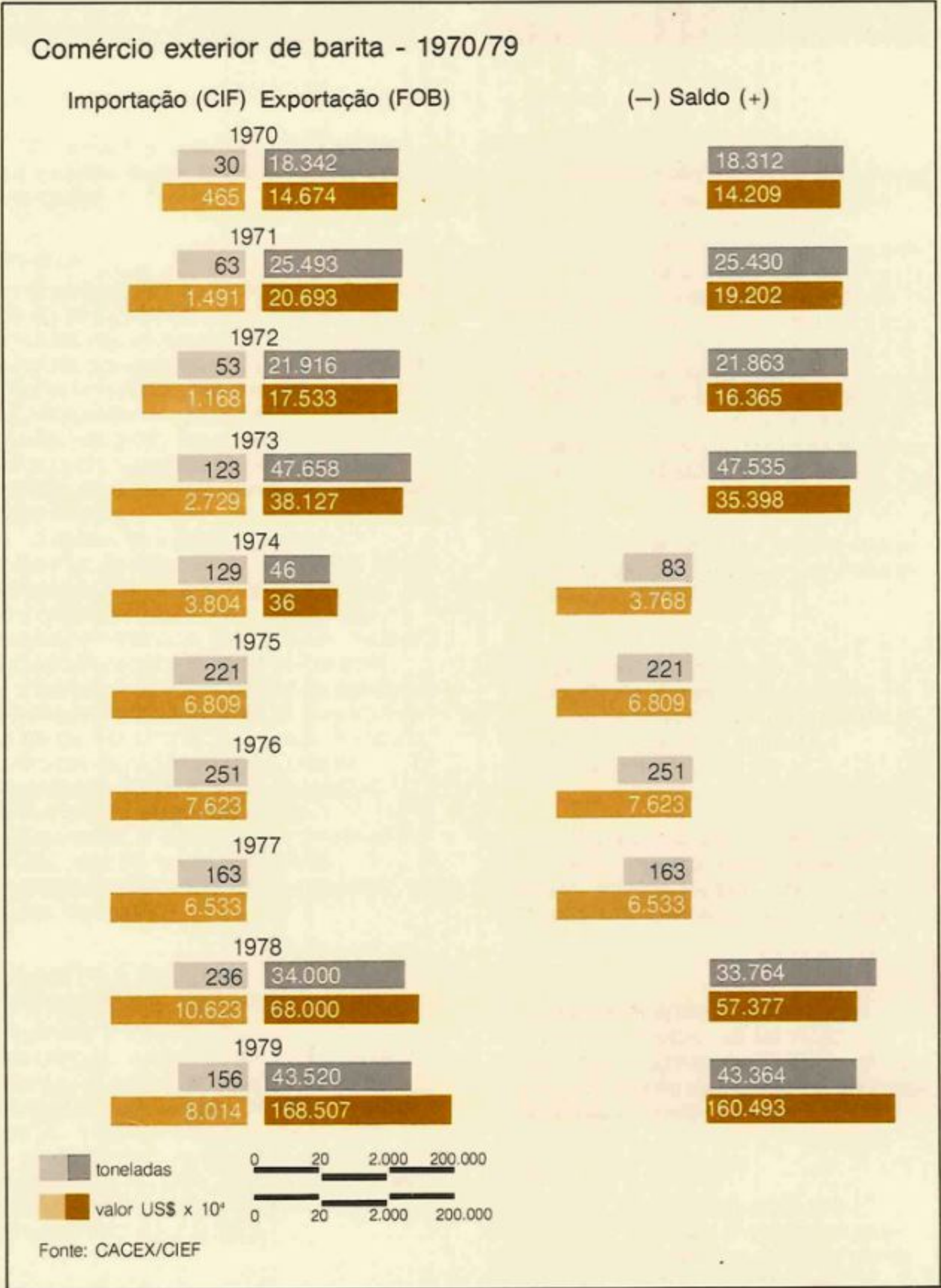
Exportação/Importação

Observando-se o gráfico seguinte, verifica-se que o saldo de divisas tem-se mostrado superavitário na maioria dos anos, excetuando-se 75, 76 e 77, quando as exportações foram interrompidas.

Essas exportações brasileiras têm-se constituído de barita britada, enquanto as importações têm sido de barita moída (sulfato de bário natural), utilizado na indústria farmacêutica.

Perspectivas

Em se considerando as disponibilidades de barita do País e levando em conta as reservas de Minas Gerais, estas se mostrarão inesgotáveis nos próximos 100 anos. Este fato deveria constituir, em si mesmo, um poderoso estímulo para a ampliação do aproveitamento desse bem mineral.



Bibliografia

BRUNI, Edvaldo Correia. Perfil analítico da barita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 44 p. (Brasil. DNPM. Bol. 3).
YES, nós temos barita. Química e Derivados, São Paulo, 14(151):44-45, dez. 1978.

Berílio

Aspectos gerais

Descoberto em 1798, o berílio é um metal que somente no século XX passou a ser utilizado em maior escala.

O desenvolvimento da tecnologia atômica permitiu a inclusão do berilo na categoria de mineral estratégico. Nas bombas e pilhas atômicas o berílio é utilizado para produção de nêutrons.

Sua liga com o cobre apresenta elevada resistência à fadiga e, com o aço, permite a fabricação de ferramentas próprias para trabalho mecânico em ambientes inflamáveis ou explosivos, por não dar centelhas.

Metal leve, de grande aplicação no mundo moderno, torna resistentes as ligas com alumínio, além de melhorar a condutibilidade elétrica deste último, com o que se tem grande aplicação na indústria eletrotécnica e eletrônica.

Por suas características refratárias, bem como por sua resistência às elevadas temperaturas, suas ligas são usadas na fabricação de aviões supersônicos, naves espaciais, tanto na fuselagem quanto na estrutura e nos freios.

Enfim, a liga cobalto-berílio mostra elevada condutibilidade elétrica e grande resistência térmica, enquanto que a níquel-berílio apresenta alta resistência à corrosão.

Mineralogia

O berílio é encontrado principalmente nos minerais berilo, fenacita, euclásio e no crisoberilo.

BERILO

O berilo é um silicato de alumínio e berílio $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ onde o BeO compõe 14% da estrutura. Alguns álcalis, como o sódio, o lítio e o cério podem estar presentes substituindo o berílio em proporções que variam de 0,5% a 5%. Dependendo da cor e da pureza do mineral, ele pode ser comercializado como gema, pois a esmeralda (verde), água-marinha (azul) e a morganita (amarela) são todos berilos.

Cristaliza no sistema hexagonal, apresentando brilho vítreo, dureza 7,5 a 8,0 e densidade 2,67 a 2,82, variável com a proporção de álcalis. Os cristais são geralmente estriados, em posições verticais, alguns alcançando grandes dimensões.

Quando o berilo é portador de álcalis em proporção maior que 0,5%, o que implica mudança nas condições de sua formação, apresenta-se geralmente em cristais prismáticos, curtos e tabulares, pouco desenvolvidos. Além das cores mencionadas, o berilo pode apresentar-se incolor, rosa ou branco. Aspectos diagnósticos são a sua forma hexagonal e dureza elevada.

FENACITA E EUCLÁSIO

A fenacita é um silicato de berílio (Be_2SiO_4), incolor a branco, de brilho vítreo, transparente a translúcido. Cristaliza-se no sistema hexagonal em cristais de forma romboédrica, de dureza 7,5 a 8,0, densidade de 2,97 a 3,00 e clivagem conchoidal.

O euclásio é um alumínio-silicato de berílio $\text{Be}(\text{AlOH})\text{SiO}_4$, incolor a verde-claro, com cristais prismáticos, dureza 7,5 e densidade de 3,05 a 3,10.

CRISOBERILO

O crisoberilo é um mineral de composição: BeAl_2O_4 , de cor verde, castanho e amarelo, brilho vítreo, cristalizando-se no sistema ortorrômbico, geralmente em cristais achatados, estriados verticalmente e geminados. Sua dureza é 8,5 e densidade de 3,65 a 3,80. Empregado como gema quando límpido, sendo a variedade verde denominada alexandrita. Detém grande valor comercial.

Geologia

PEGMATITOS

Os pegmatitos são rochas de granulação grosseira, compostos principalmente de quartzo, feldspato alcalino (pertita, microclínio - pertita, microclínio e plagioclásio sódico), moscovita e longa lista de acessórios, que constituem as principais fontes de feldspatos, micas, berilo, algumas gemas e quartzo. Ocorrem em diques de espessura e tamanho variáveis.

O desenvolvimento de pegmatitos foi atribuído à injeção, segregação, secreção, recristalização e várias combinações destes processos. As principais teorias são:

- **secreção lateral:** segregações de material lixiviado e agrupado de rochas encaixantes por águas subterrâneas;
- **solução seletiva:** dissolução e reprecipitação de certos constituintes da rocha, sob condições de alta pressão e temperatura (soluções aquosas superaquecidas);
- **teorias ígneas:** magma viscoso, segregado ou injetado; magma fluido segregado ou injetado; magma injetado formado por anatexia; soluções aquosas derivadas do magma;
- **teorias metamórficas:** recristalização - anatexia-substituição ou secreção por fluidos não-magmáticos - substituição ou secreção, através da difusão de partículas (diferenciação metamórfica).

BERÍLIO

O berílio é um elemento típico de pegmatitos e de granitos grosseiros mas também é encontrado em diversas outras ocorrências. Ele se concentra, principalmente, em rochas graníticas sericitizadas, fluoríferas ou albitizadas, em "greisens" e pegmatitos, em escarnitos, em certos carbonatitos, em veios com quartzo-molibdênio-estanho ou com quartzo-ouro-manganes-chumbo-zinco ou, ainda, com fluorita e como constituinte de minerais, como a cordierita, zircão, sodalita, nefelina etc.

Os minerais de berílio em pegmatitos se formam, em geral, na fase final da cristalização, sob condições de supersaturação em sílica e acumulação de voláteis, concentrando-se em grandes cristais, próximo ou dentro da zona central de quartzo. Nos estágios finais de substituição ocorrem recristalização e soluções parciais do berilo, acompanhadas de redeposição de berílio-sódio e berílio-sódio-lítio.

Reservas brasileiras

As reservas brasileiras, que colocam nosso País na posição de maior exportador mundial, estão associadas aos pegmatitos e se distribuem pelos Estados de Minas Gerais, Bahia, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará, Alagoas e E. Santo. Correspondem a apenas 3% das reservas mundiais, constituída de berilo de boa qualidade e com potencial muito grande para o aumento de reservas, devido aos poucos estudos sistemáticos, nas regiões pegmatíticas, até agora efetuados.



Reservas mineiras

Minas Gerais detém a maior reserva oficial nacional, que se localiza na Província Pegmatítica Oriental, salientando-se os municípios de Galiléia, Itinga e São José da Safira. Vários outros municípios, no nordeste do Estado, apresentam depósitos de berilo que são trabalhados por garimpeiros em busca de espécies gemológicas, sendo o berilo extraído secundariamente ou mesmo colocado no bota-fora, junto com feldspato e caulim (vide gemas).

Outras localidades contendo berilo podem ser observadas no mapa que acompanha o texto.

Economia

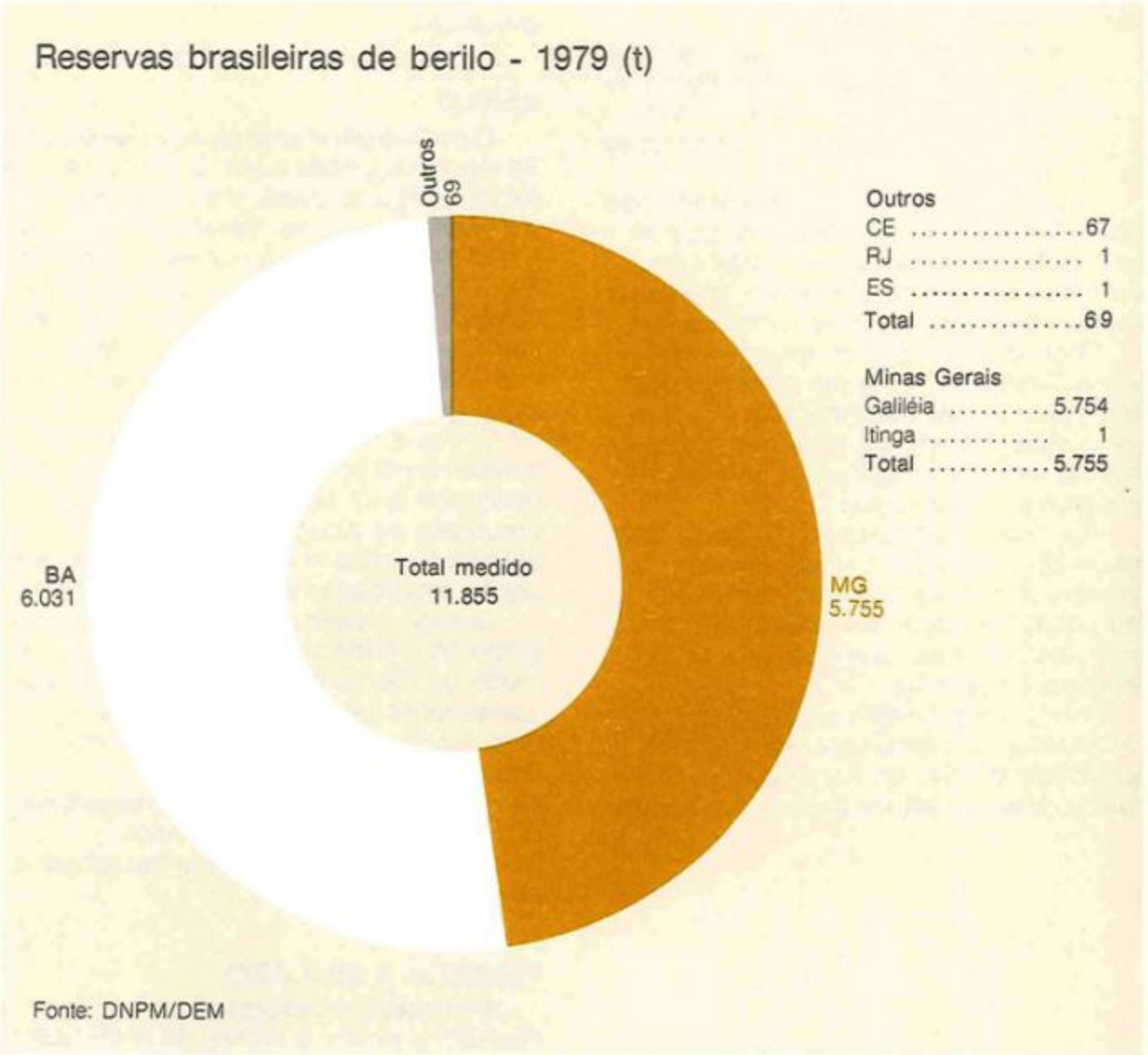
O Brasil, detentor de grandes reservas de minério de alto teor, tem sido o maior produtor mundial do minério, seguido pela Argentina, Zimbabwe, Índia e Estados Unidos que, além de participarem da produção, possuem reservas significativas.

Minas Gerais responde por mais de 48% das reservas oficiais e as principais regiões produtoras estão situadas no nordeste do Estado como dito anteriormente e que se pode ver no gráfico a seguir.

Produção

A produção nacional é totalmente destinada ao mercado externo, onde o berilo brasileiro é muito bem-aceito, graças ao alto teor de óxido de berílio. Este chega a atingir 14%.

A principal região produtora em nosso País está no nordeste de Minas Gerais. Embora essa região se apresente como uma das mais promissoras, o minério ainda é extraído como produto secundário da garimpagem de pedras coradas.



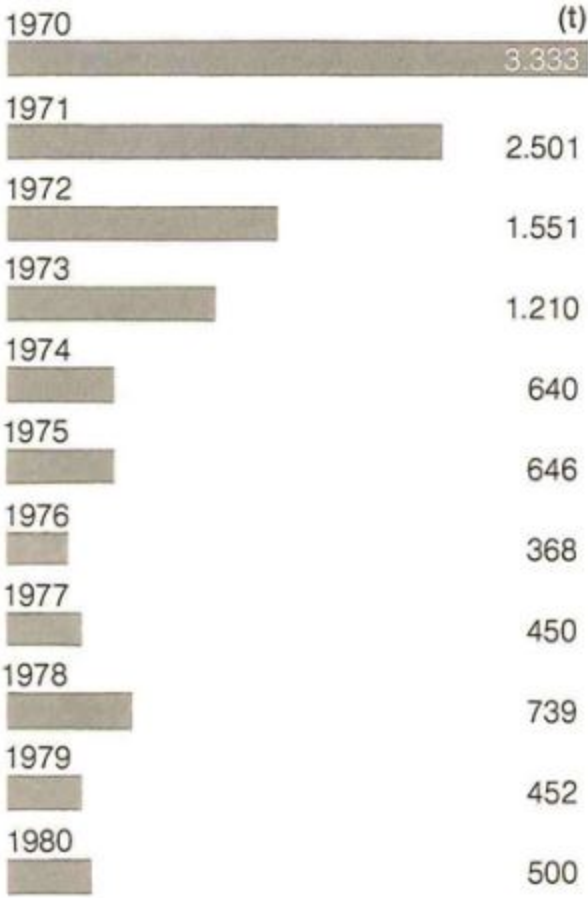
Demanda

A demanda interna de minério de berílio é praticamente insignificante. As pequenas quantidades, importadas e consumidas internamente, são dos seguintes produtos: óxido de berílio em barras, perfilados e fios.

Foram considerados como dados de produção os valores de exportação, levando-se em conta o fato de não existir demanda interna e também porque as empresas exportadoras não formam estoques, efetuando suas compras de acordo com as encomendas externas.

Observando-se os dados que constam no gráfico à esquerda, verifica-se que a produção vem declinando ao longo do período.

Produção brasileira de berilo - (bruta)* - 1970/80



Fonte: DNPM/DEM
* Quantidade exportada

Exportação/Importação

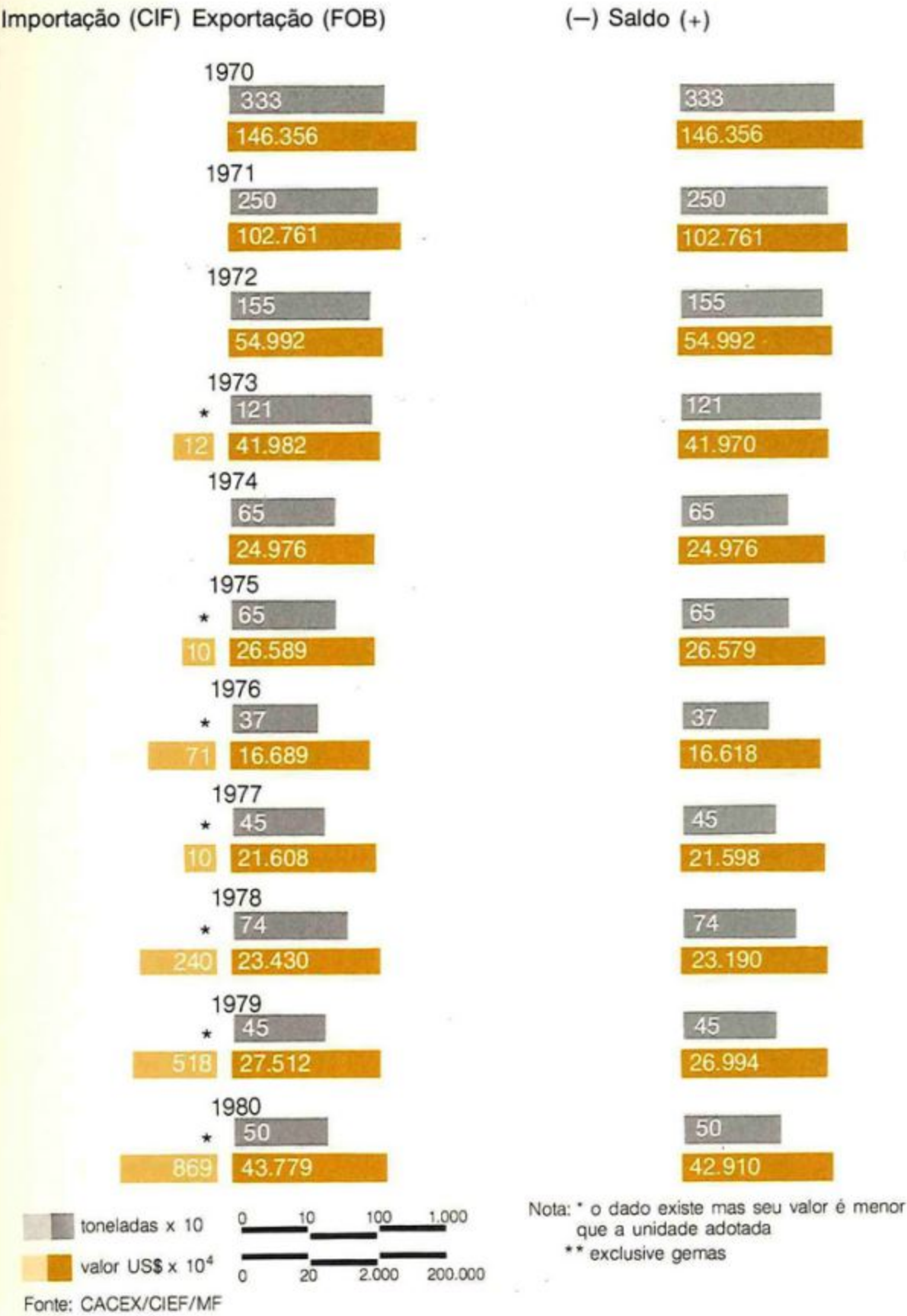
A balança comercial brasileira de berílio, que praticamente se resume à exportação de berilo, apresenta-se superavitária ao longo do período 1970/79, apesar de vir decaindo sensivelmente a partir de 1974. A principal razão disso vem a ser o crescente aumento na produção de bertrandita nos EUA. Este era o maior comprador e atualmente importa somente 20% de suas necessidades.

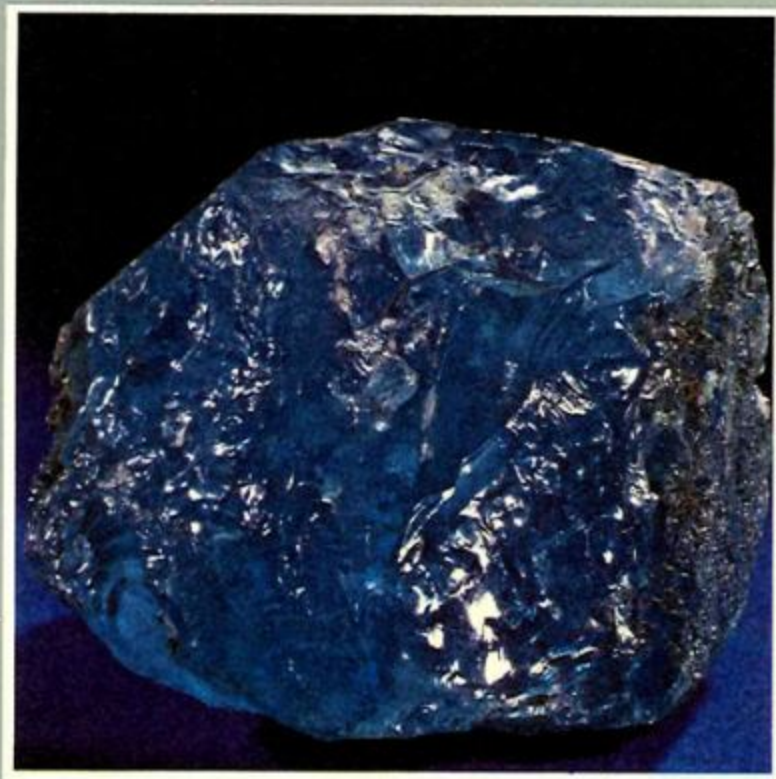
Perspectivas

O berilo está relacionado às rochas pegmatíticas, sujeito a todos os problemas que envolvem a pesquisa e lavra de tais corpos, em face da estrutura irregular dos pegmatitos. A lavra se processa fora de padrões técnicos ortodoxos, o que afeta as quantidades produzidas. As áreas de ocorrências de pegmatitos não permitem estudo detalhado com vista à determinação das reservas.

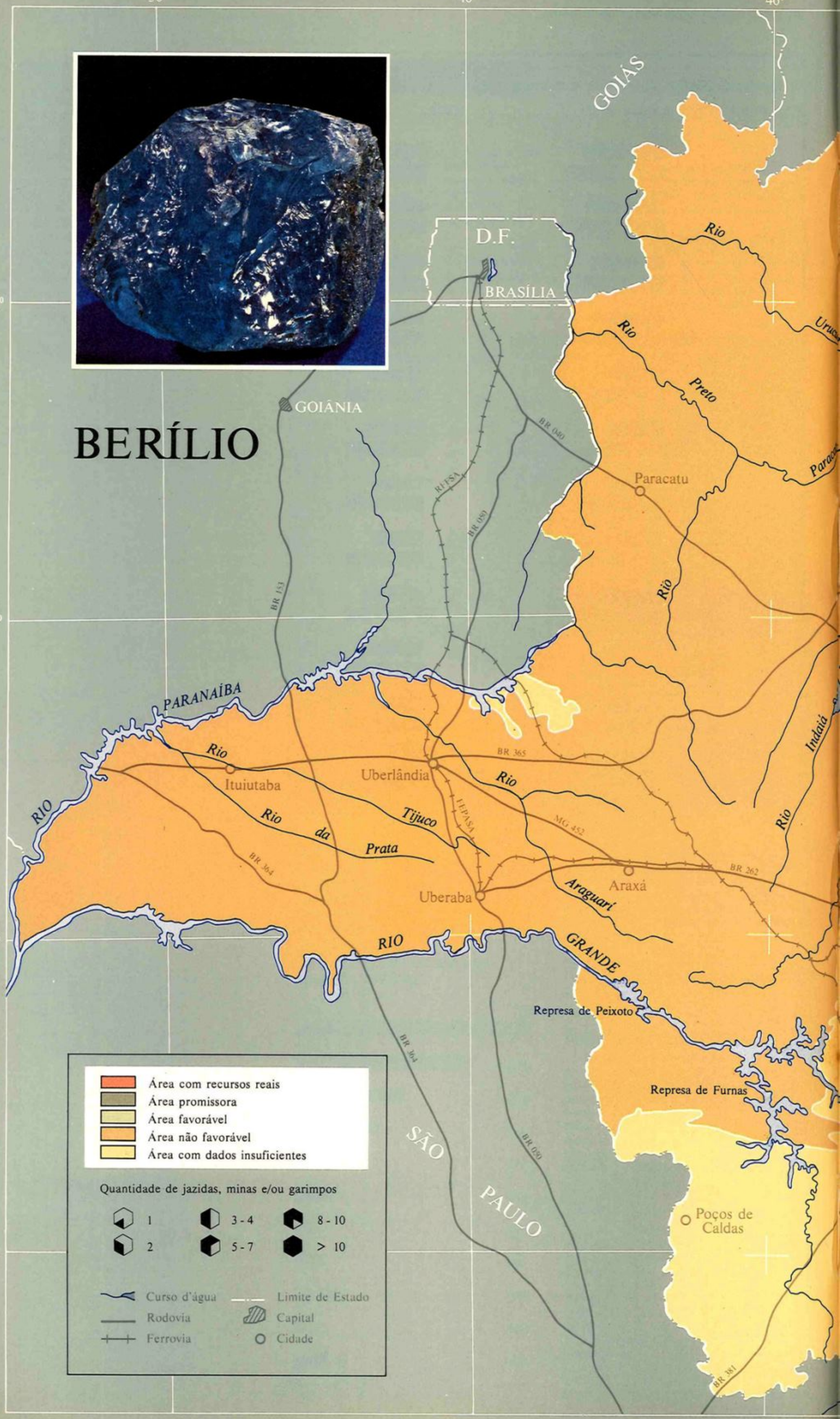
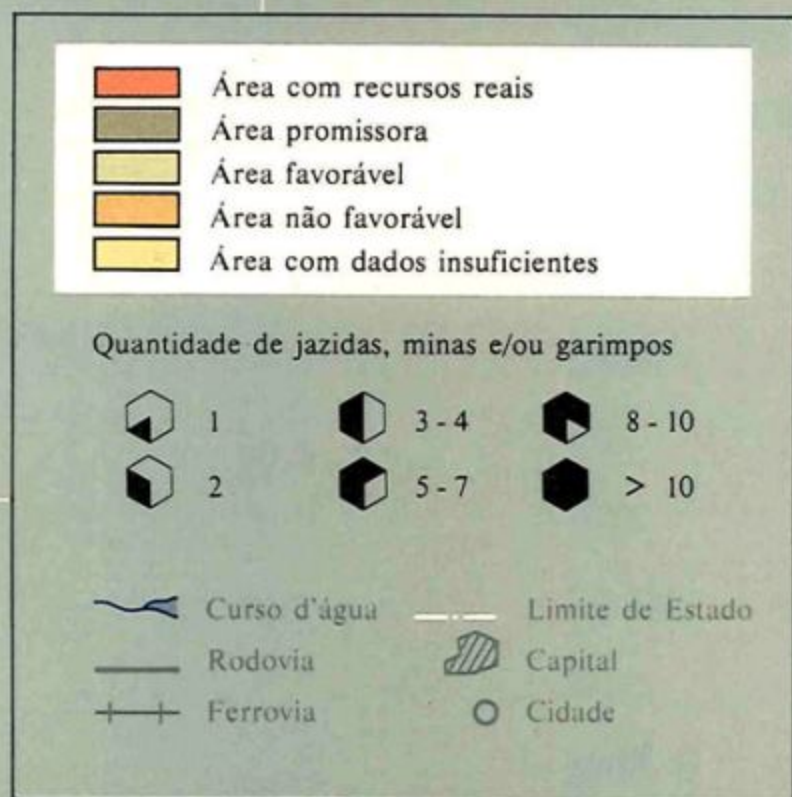
Portanto, tudo o que se pode afirmar é que o País possui grande potencial de berilo, a ser ainda descoberto e desenvolvido.

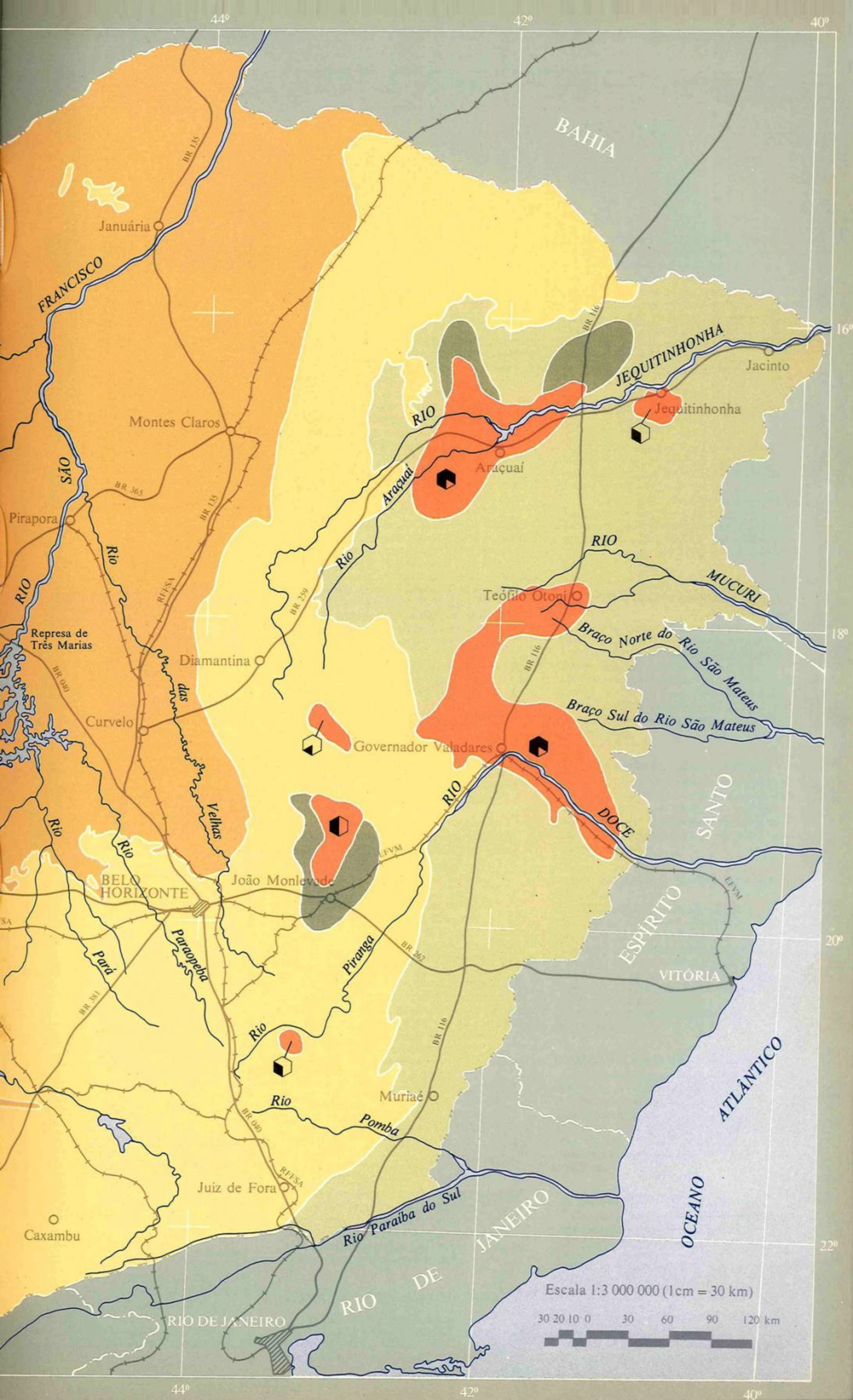
Comércio exterior de berílio e manufaturados** - 1970/80





BERÍLIO





Bibliografia

ARGENTIÈRE, R. Um estudo geo-econômico do berilo, especialmente o berilo do Nordeste. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 40(385): 32-37, abr. 1977.

O BERÍLIO. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 36(335): 20-21, nov. 1977.

DIAS, Jaime. *Perfil analítico do berílio*. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 20 p. (Brasil. DNPM. Bol. 5).

Calcário

(calcário dolomítico, dolomito)

Aspectos gerais

Descoberto por Davy, no princípio do século passado, o cálcio não é um elemento particularmente importante por si mesmo, sob o aspecto econômico. Em contrapartida, vários de seus compostos têm mais larga aplicação industrial, como o carbonato, o sulfato, o óxido, etc.

O calcário e o dolomito são rochas compostas essencialmente pelos minerais calcita (CaCO_3) e dolomita ($\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)_2$), respectivamente. Outros carbonatos podem estar presentes, como a aragonita (CaCO_3), ankerita (FeCO_3) e magnesita (MgCO_3). As impurezas mais comuns são o quartzo, a argila, material carbonoso e fosfatos.

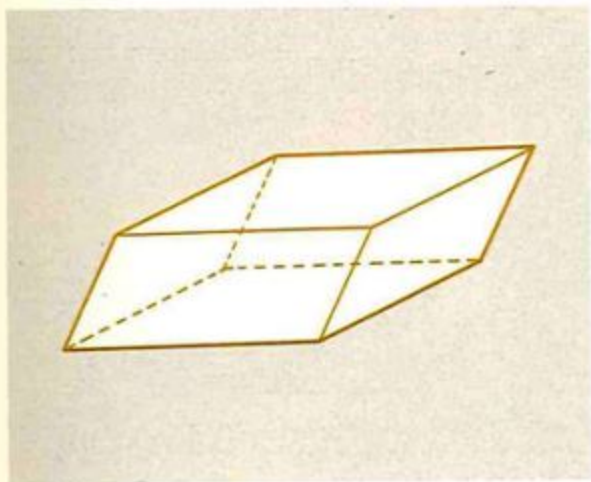
Usos

Dentre os principais usos do calcário e dolomito se destacam:

- **indústria cimenteira:** o calcário é usado na fabricação de Cimento Portland, devendo conter teores abaixo de 4% de magnésio.
- **fabricação de cal:** o calcário, quando é aquecido a temperaturas acima de 725°C , produz, por dissociação, a cal. Exige-se um calcário puro para melhor qualidade do produto.
- **corretivo de solos:** calcário e dolomito, depois de moídos, têm larga aplicação na agricultura.
- **metalurgia:** o calcário é utilizado como fundente, formando escórias fluídas usadas para retirar impurezas dos minérios.

O magnésio metálico, empregado na fabricação de partes de turbinas e motores e na redução do titânio, pode ser obtido a partir do dolomito, obedecendo a determinadas especificações.

O calcário e o dolomito são aplicados na fabricação de produtos químicos, vidros e na construção civil.



Mineralogia

A calcita, principal constituinte do calcário, cristaliza-se no sistema hexagonal, em cristais com hábitos bastante variados, geralmente prismáticos ou romboédricos, algumas vezes geminados, em massas de granulação fina e em formas estalactíticas. Sua clivagem é perfeita, dureza 2 a 3, densidade 2,2, de cor geralmente branca ou incolor, aparecendo também cristais de cores amarela, azul, cinza, vermelha, verde e preta.

Geologia

CALCÁRIO

Os calcários são de origem marinha ou de água doce, constituídos essencialmente por carbonatos de cálcio, alguma dolomita e impurezas.

O cálcio é fornecido por rochas intemperizadas, sendo transportado como bicarbonato, em parte como sulfato. É depositado por processos inorgânicos (químicos), orgânicos e mecânicos (calcários detríticos), individual ou conjuntamente. Os processos inorgânicos, que resultam em calcários químicos, são controlados pela quantidade de CO_2 , dissolvida na água que, por sua vez, depende da temperatura e pressão: baixa temperatura e alta pressão aumentam a quantidade de CO_2 em solução.

Se a água saturada com CO_2 , em uma certa temperatura e pressão está também saturada em carbonato de cálcio, qualquer acréscimo de temperatura ou decréscimo de pressão implicará na deposição de carbonato de cálcio, até que o equilíbrio seja restabelecido. Logicamente, a perda de água por evaporação implica na deposição de CaCO_3 .

Os calcários orgânicos originam-se de plantas e animais que secretam CaCO_3 , para formar seus esqueletos e que, após sua morte, são acumulados sem a presença de outros materiais sedimentares. Exemplos deste tipo são as construções recifais (biohermas), calcários constituídos por conchas, etc.

Os calcários detríticos são formados por deposição de material orgânico, triturado e transportado e/ou de fragmentos de calcários pré-existent.

Os calcários orgânicos e químicos podem ser classificados como calcários autóctones e os calcários detríticos como alóctones.

DOLOMITO

Esta rocha, na maioria das vezes, é formada pela transformação total ou parcial do calcário, durante ou após a deposição, pela reação da calcita com soluções hipersalinas marinhas ou magmáticas.

A reação consiste na transformação do carbonato de cálcio no carbonato duplo de cálcio e magnésio. A deposição direta de dolomita não pode, ainda, ser comprovada, sendo conhecido apenas que alguns organismos secretam dolomita para suas conchas; pequenas quantidades podem ser formadas em depósitos evaporíticos. Calcários e dolomitos podem ainda ter origem duvidosa, quando ocorrem nos complexos alcalinos, constituindo os carbonatitos (ver Nióbio, origem dos carbonatitos).

MAGNESITA

É o carbonato de magnésio, que se pode formar por alteração da serpentina, substituição de calcário ou dolomito por soluções magnesianas de origem magmática (também preenchendo fissuras), e deposição direta em ambientes evaporíticos.

Calcário e dolomito no Brasil

As reservas oficiais de calcário no Brasil são distribuídas por 22 Estados, destacando-se Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Norte, São Paulo e Ceará.

As reservas de dolomito no Brasil concentram-se em São Paulo, Paraná, Goiás e Minas Gerais. As reservas de magnesita concentram-se na Bahia (70%) e Ceará.

Os principais depósitos brasileiros de magnesita situam-se na serra das Éguas, Brumado (BA), que constitui um sinclinal formado por quartzitos e dolomitos, onde se encaixam, normalmente, os corpos de magnesita. Minas Gerais não possui, até o momento, depósitos deste minério.

Calcário e dolomito em Minas Gerais

As reservas de carbonatos em Minas Gerais são de cerca de 5 bilhões de toneladas de calcário e 240 milhões de toneladas do dolomito.

Os carbonatos são explorados em Minas Gerais, principalmente, nas seguintes unidades geológicas: Super Grupo Minas, Grupo Araxá, Grupo São João Del Rei, Grupo Paranoá, Grupo Bambuí e Formação Bauru.

CARBONATOS NO SUPERGRUPO MINAS

Constituído geralmente por mármore (calcários metamórficos), relacionadas às Formações Gandarela (Grupo Itabira), e Fecho do Funil (Grupo Piracicaba). As principais lavras localizam-se em Ouro Preto, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Sabará, Itabirito, Brumadinho, Belo Horizonte e Nova Lima, com reservas da ordem de 82 milhões de toneladas.

CARBONATOS DO GRUPO ARAXÁ

Constituídos por lentes de meta-calcário encaixados em filitos e clorita-xistos na base do Grupo Araxá. As principais reservas localizam-se em Pratápolis e Alpinópolis (20 milhões de toneladas), com ocorrências na região de Passos.

CARBONATOS NO GRUPO SÃO JOÃO DEL REI

Constituídos por calcários puros e dolomíticos, cristalinos, encaixados geralmente em micaxistos, dispostos numa faixa irregular que abrange os municípios de São João Del Rei, Barroso, Carandaí, Ijaci, Lavras, Ingai etc. As ocorrências de Boa Esperança e Campos Gerais possivelmente pertencem a este Grupo.

As reservas são de cerca de 425 milhões de toneladas.

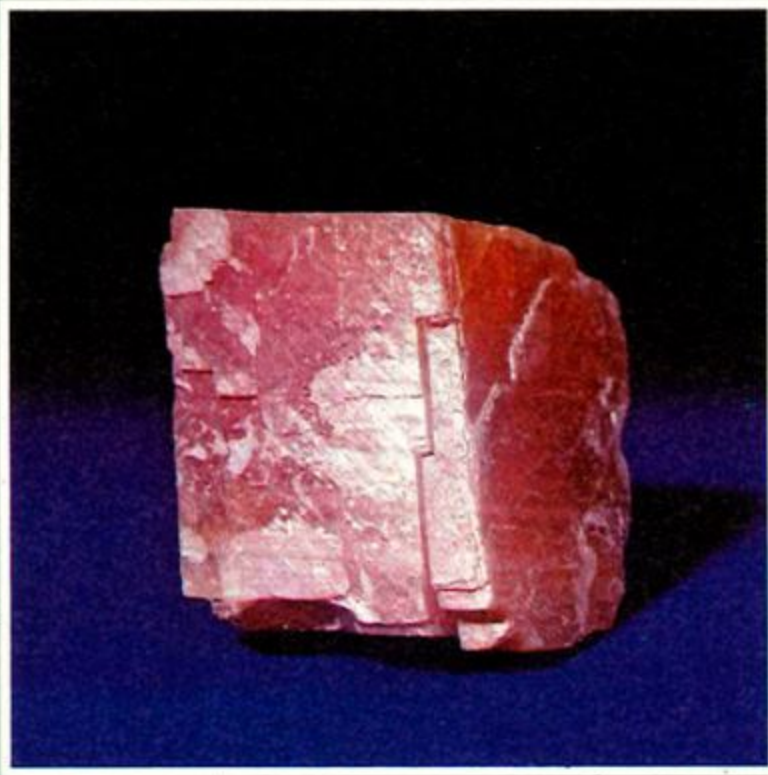
CARBONATOS NO GRUPO PARANOÁ

Constituídos essencialmente por biostromas e biohermas dolomíticos ou calcário-dolomíticos, que ocorrem numa faixa aproximadamente norte-sul no noroeste do Estado, a qual abrange os municípios de Unai, Paracatu, Vazante, Lagamar, etc. As reservas são da ordem de 40 milhões de toneladas.

CARBONATOS NO GRUPO BAMBUÍ

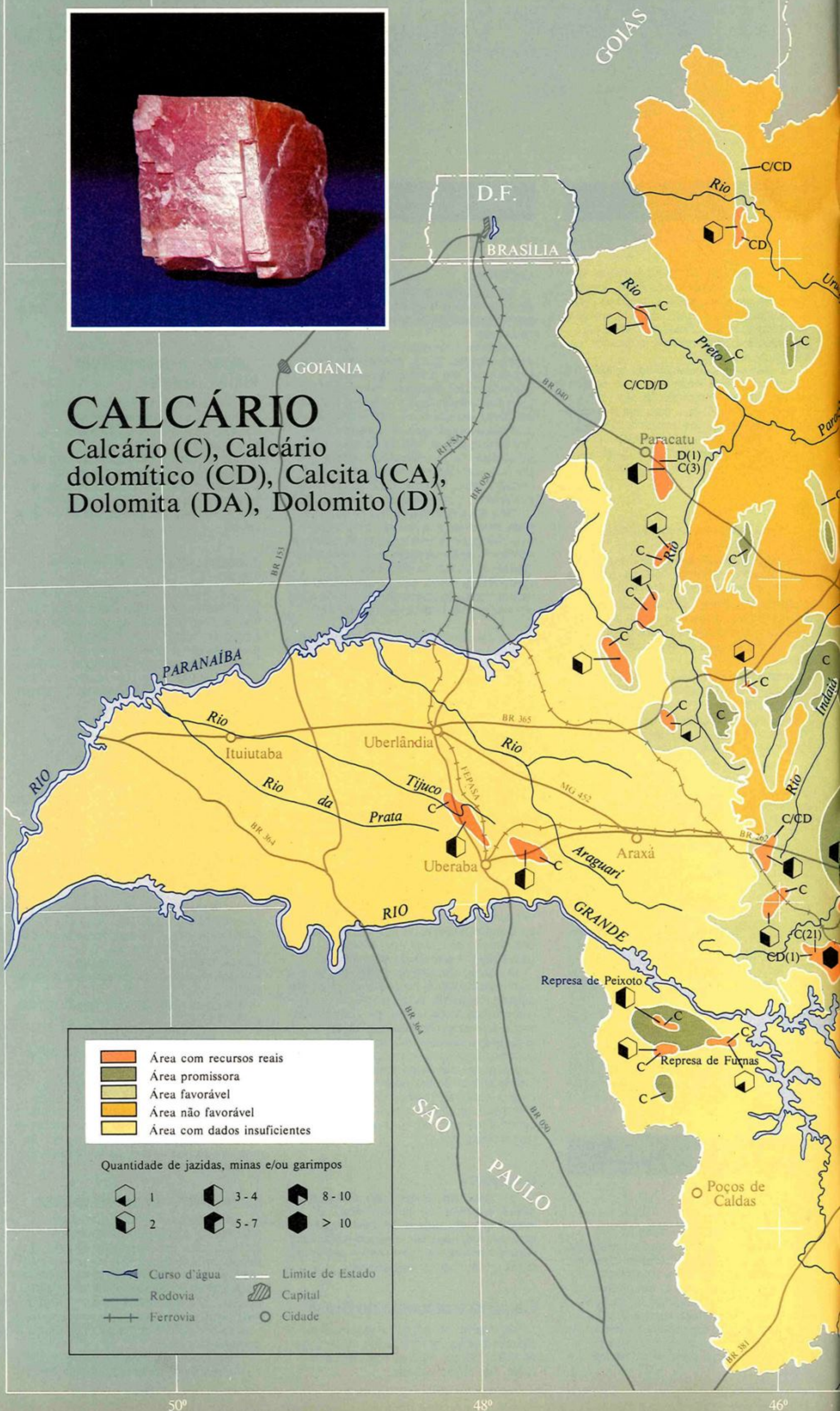
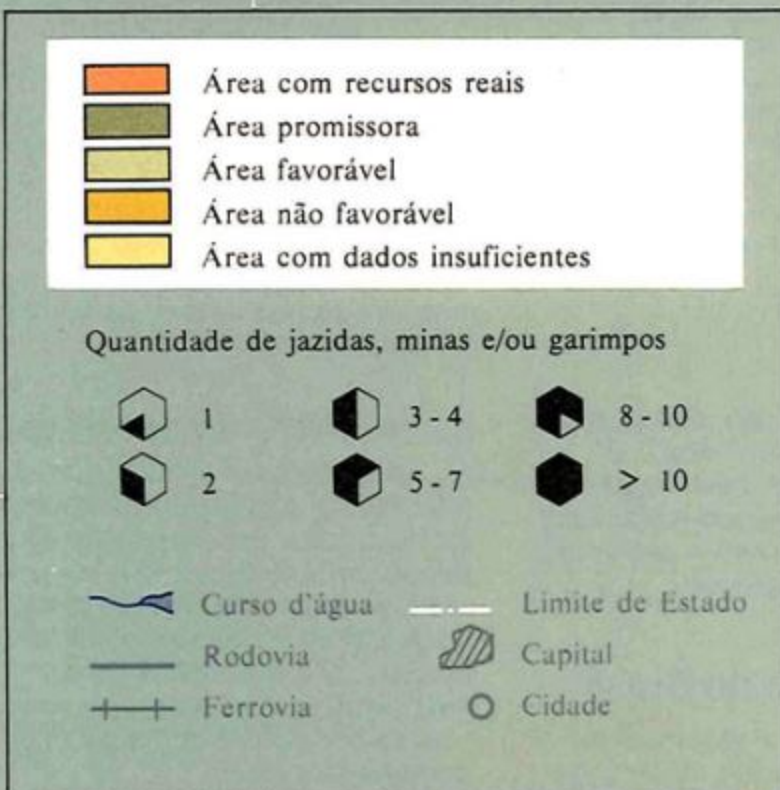
Compreendem os mais extensos e importantes depósitos carbonáticos, especialmente de calcário, do Estado. O Grupo Bambuí ocupa toda a região centro-norte de Minas Gerais e é, litologicamente, constituído por calcários e dolomitos, siltitos, ardósias, arcósios, arenitos e conglomerados em posição subhorizontal, com mergulho mais acentuado nas bordas da bacia ou devido a perturbações locais.

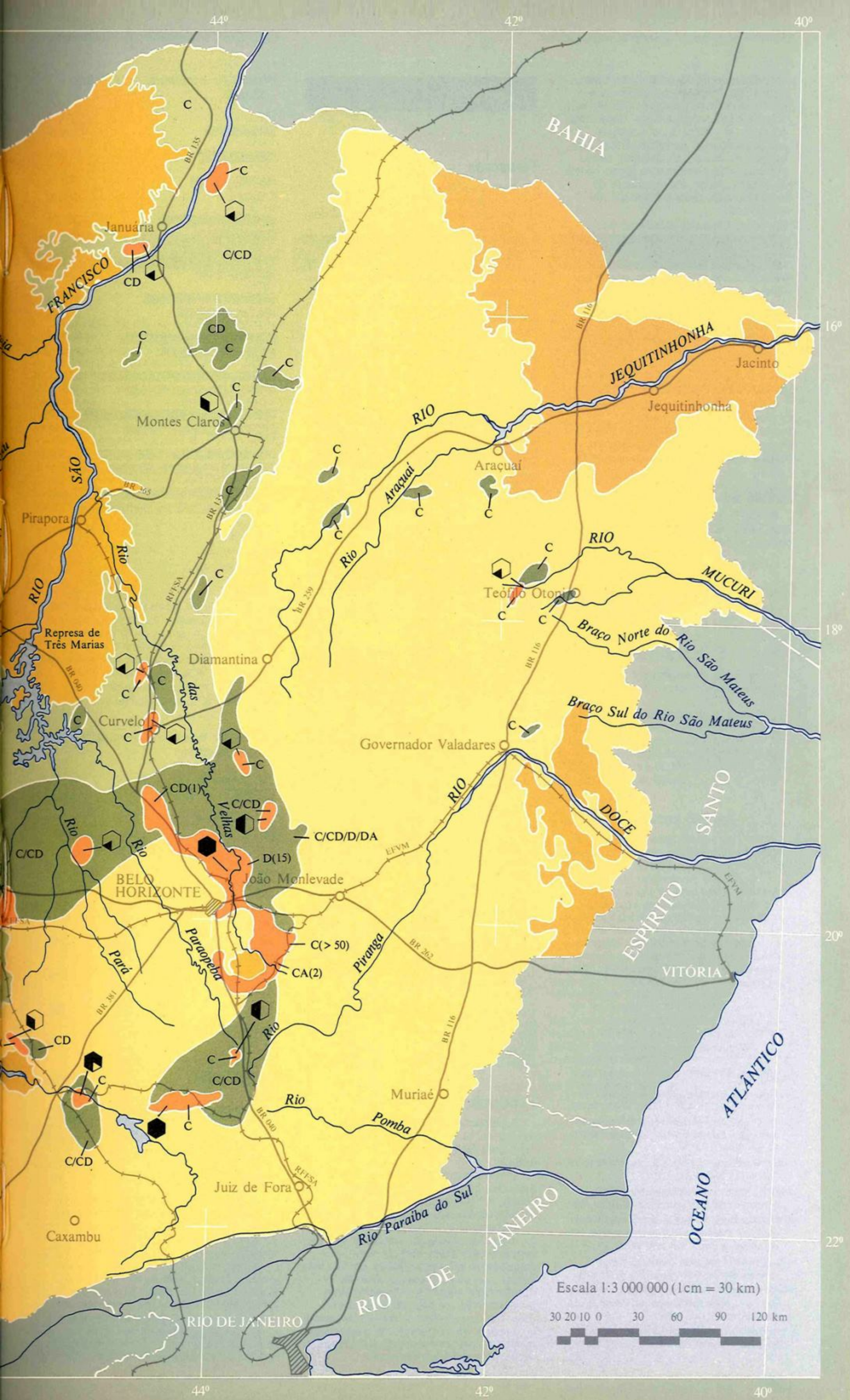
Existem duas formações deste Grupo que apresentam carbonatos exploráveis.



CALCÁRIO

Calcário (C), Calcário dolomítico (CD), Calcita (CA), Dolomita (DA), Dolomito (D).





- **Formação Sete Lagoas:** próximo à base do Grupo, constituída por extensas e espessas lentes de calcários cinza-escuro e dolomitos cinza-claro a bege, encaixadas, em geral, em siltitos finos e margas. Tem ampla distribuição na bacia (Arcos, Sete Lagoas, Formoso, Januária etc), sendo explorada especialmente na região central do Estado, devido à proximidade do mercado consumidor e facilidade de escoamento.
- **Formação Lagoa do Jacaré:** situada abaixo das duas formações detríticas do topo do Grupo (Serra da Saudade e Três Marias), apresenta calcário em lentes métricas a decamétricas com espessura variável, de cor cinza-escuro, geralmente oolítico. É explorada na região de Corinto e no norte do Estado (Montes Claros). As reservas oficiais de carbonatos no Grupo Bambuí são de cerca de 3 bilhões de toneladas.

CALCÁRIO NA FORMAÇÃO BAURU

Ocorre na fácies Ponte Alta, constituída por arenitos calcíferos e calcário conglomerático, e é explorado no Triângulo Mineiro (Uberaba e Prata). As reservas medidas são de 20 milhões de toneladas.

Outros depósitos

Outros depósitos de calcário, dolomito e calcita podem ser visualizados no mapa que acompanha esse item.

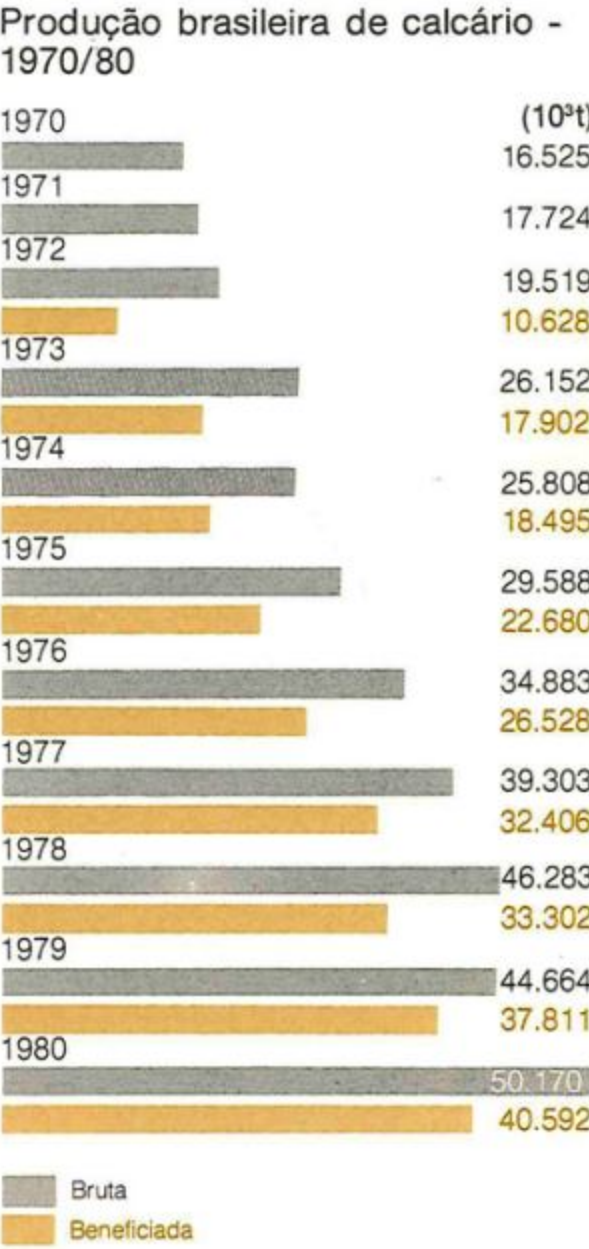
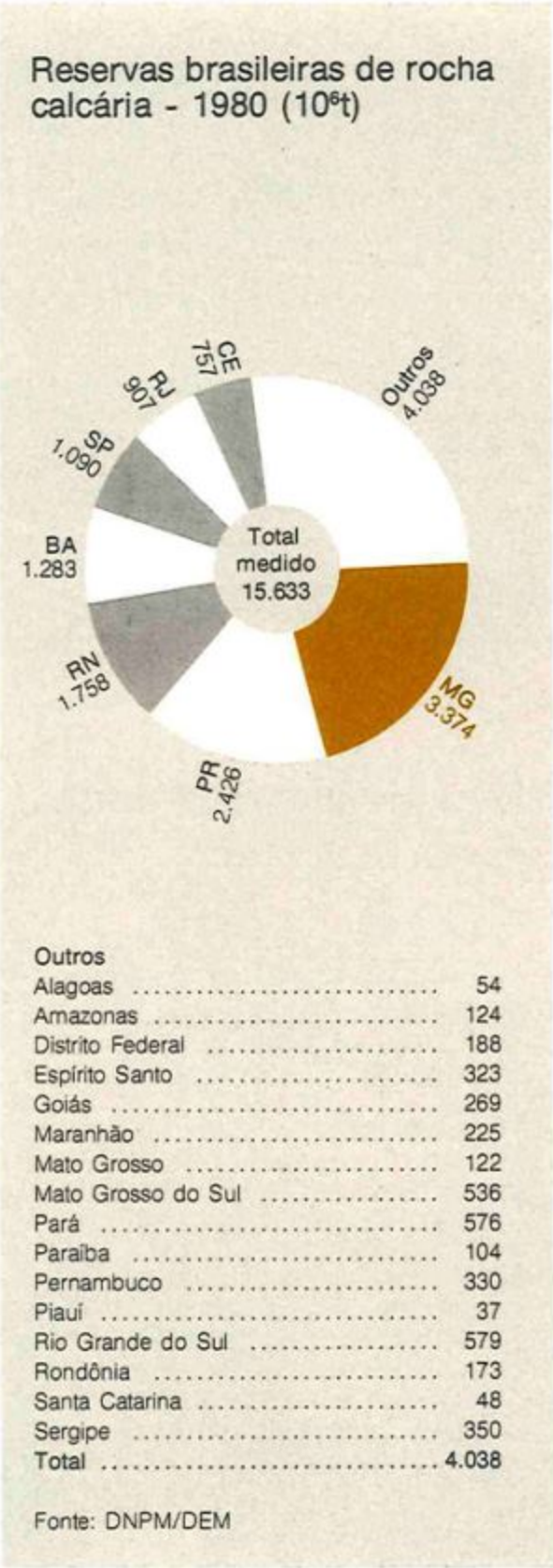
Economia

Reservas

As reservas brasileiras de calcário e dolomito, registradas oficialmente pelo DNPM, ultrapassam a casa dos 30 bilhões de toneladas entre reservas medidas, indicadas e inferidas, disseminadas em todo o território nacional.

As vastas áreas de ocorrências com volumosos depósitos de calcário e dolomito, distribuídos por quase todas as regiões geoeconômicas de seu território, colocam Minas Gerais como o maior portador de reservas de rochas carbonatadas do País.

No gráfico a seguir são apresentados detalhes dos dados de reservas medidas e sua distribuição por unidade da Federação.



No Estado de Minas Gerais existem 160 áreas de lavra para calcário sendo 117 em atividades, exploradas por 70 empresas. A indústria extrativa de calcário está intimamente relacionada com a produção de cimento e as empresas citadas no gráfico abaixo, principalmente cimenteiras, absorveram 60% da produção em 1979.



Perspectivas

A confirmação do déficit entre produção e consumo nacional de cimento pelo SNIC - Sindicato Nacional dos Fabricantes de Cimento, é justificada pela capacidade instalada das empresas cimenteiras.

Segundo o SNIC, se não for ampliada essa capacidade, através de novos projetos, a escassez poderá atingir 12,6 milhões de toneladas em 1985, quando está prevista uma demanda de 45,5 milhões de toneladas.

O calcário, matéria-prima básica para a fabricação de cimento, existe em quantidade suficiente para abastecer o País por décadas.

Bibliografia

AMBRÓSIO, Aluísio. Perfil analítico do cimento. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 76 p. (Brasil. DNPM. Bol 30).

CIMENTO: confirmam-se as previsões de importação. Mensagem Econômica, Belo Horizonte, 29(276): 35, set. 1980.

CIMENTO: escassez confirmada. Banas, São Paulo, 26 (1240/41): 32A-34, out. 1980.

CIMENTO: Minas mantém liderança. Mensagem Econômica, Belo Horizonte, 30 (278): 37, fev. 1981.

CIMENTO: procurando uma base sólida para construir seu futuro. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 4 (42): 20-25, nov. 1976.

COSTA, Manoel Teixeira da. Calcário, geologia e reservas. SICEG, Ouro Preto, (10): 5-13, 1969.

HASUI, Yociteru. As rochas carbonáticas no Estado de São Paulo. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 41 (393): 52-56, dez. 1977.

A INDÚSTRIA do cimento entre cifras e ameaças. Dirigente Industrial, São Paulo, 22(5): 12-16, maio 1981.

Aspectos gerais

A utilização da cianita, principalmente como refratário, mostra-se bastante recente, fato este explicado pela não-existência deste material em grandes depósitos, até o início da década de 20, quando se descobriram os da Índia e do Quênia. A partir desta época, iniciaram-se pesquisas mais dirigidas para a melhor utilização deste minério e para uma maior diversificação de sua utilização.

Devido às suas propriedades, como resistência ao choque térmico, à ação erosiva e ao elevado ponto de amolecimento, é usada como refratário em revestimentos de fornos de esmaltação e na fabricação de ligas de silício-alumínio.

Mineralogia

A cianita é um silicato de alumínio de fórmula geral $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, que se cristaliza no sistema triclinico, geralmente em cristais colunares, tabulares e agregados laminares.

Sua cor mais comum é o azul, algumas vezes branco, preto ou verde, apresentando brilho vítreo a nacarado. Sua densidade varia de 3,56 a 3,67 e apresenta dois valores de dureza, dependendo da orientação: 4 a 5, paralelamente ao comprimento dos cristais, e 6, na direção perpendicular, sendo este um dos aspectos diagnósticos do mineral.

Geologia

A cianita é um mineral formado por metamorfismo a altas pressões, a partir de rochas pelíticas (aluminosas), ou da pirofilita. Pode ainda ser encontrada em auréolas termiais, em anfibolitos e eclogitos e, como mineral detrítico, em rochas sedimentares.

Panorama mundial

As reservas mundiais são de 115 milhões de toneladas curtas, com os Estados Unidos detendo 28,2% destas, Canadá 13%, URSS 17,4% e Índia 8,6%. Os principais depósitos americanos situam-se na Montanha Baker (Virgínia), Burnsville (Carolina do Norte), e Distrito de Haberstram (Georgia), e são constituídos por xistos cianíticos intemperizados ou não, formados por metamorfismo de rochas aluminosas pré-Cambrianas. Os depósitos indianos fornecem cianita de alta qualidade, obtida de "boulders" residuais de cianita-xistos ou quartzo-cianita-xistos.

Cianita no Brasil

Os depósitos brasileiros situam-se em Minas Gerais e Goiás, com ocorrências na Bahia e Pará.

Encontram-se em geral no manto de alteração de gnaisses, quartzitos, micaxistos, acompanhada de granadas e micas.

As reservas brasileiras são de 3,5 milhões de toneladas, com 60,5% em Goiás e o restante em Minas Gerais.

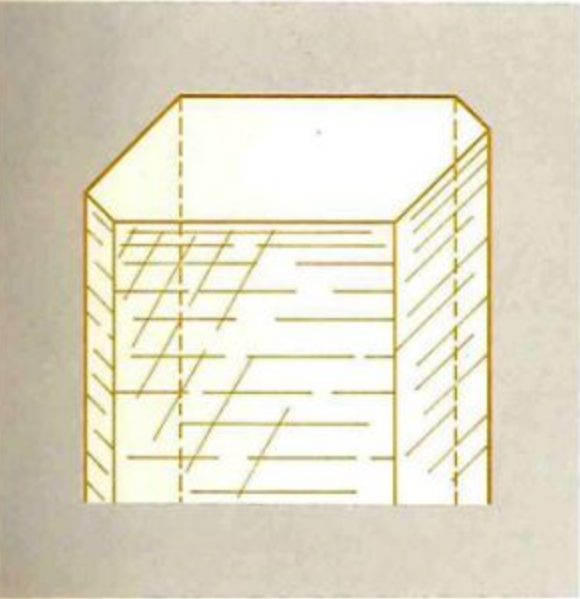
Cianita em Minas Gerais

As reservas mineiras provêm do Quadrilátero Ferrífero, região de Diamantina e Andrelândia. A região do Quadrilátero Ferrífero possui reservas de 387.200 toneladas, 96% em Mateus Leme (na serra Azul, no seio de gnaiss equigranular), e Nova Lima (encaixada em xisto do Grupo Rio das Velhas).

Na região de Diamantina, têm-se inúmeras ocorrências em filito quartzoso ou em pláceres do Jequitinhonha. As reservas situam-se em Gouvêa (200.000 toneladas), e Itamarandiba (12.430 toneladas).

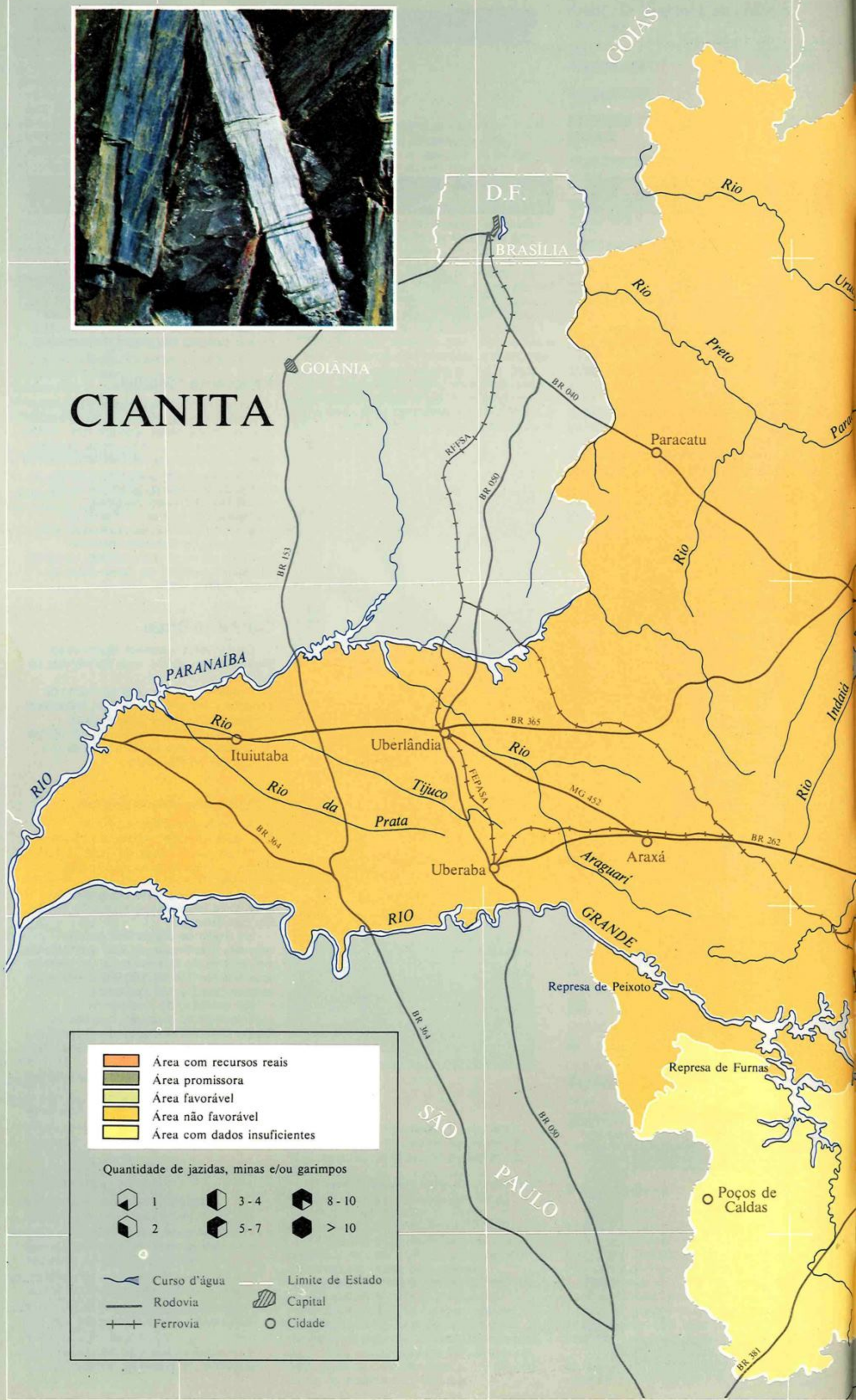
No município de Andrelândia, encontram-se as principais reservas do Estado (760.000 toneladas), em depósitos eluviais provenientes da desagregação de micaxistos quartzosos.

Estas e outras ocorrências estão contidas no mapa sobre o tema.





CIANITA

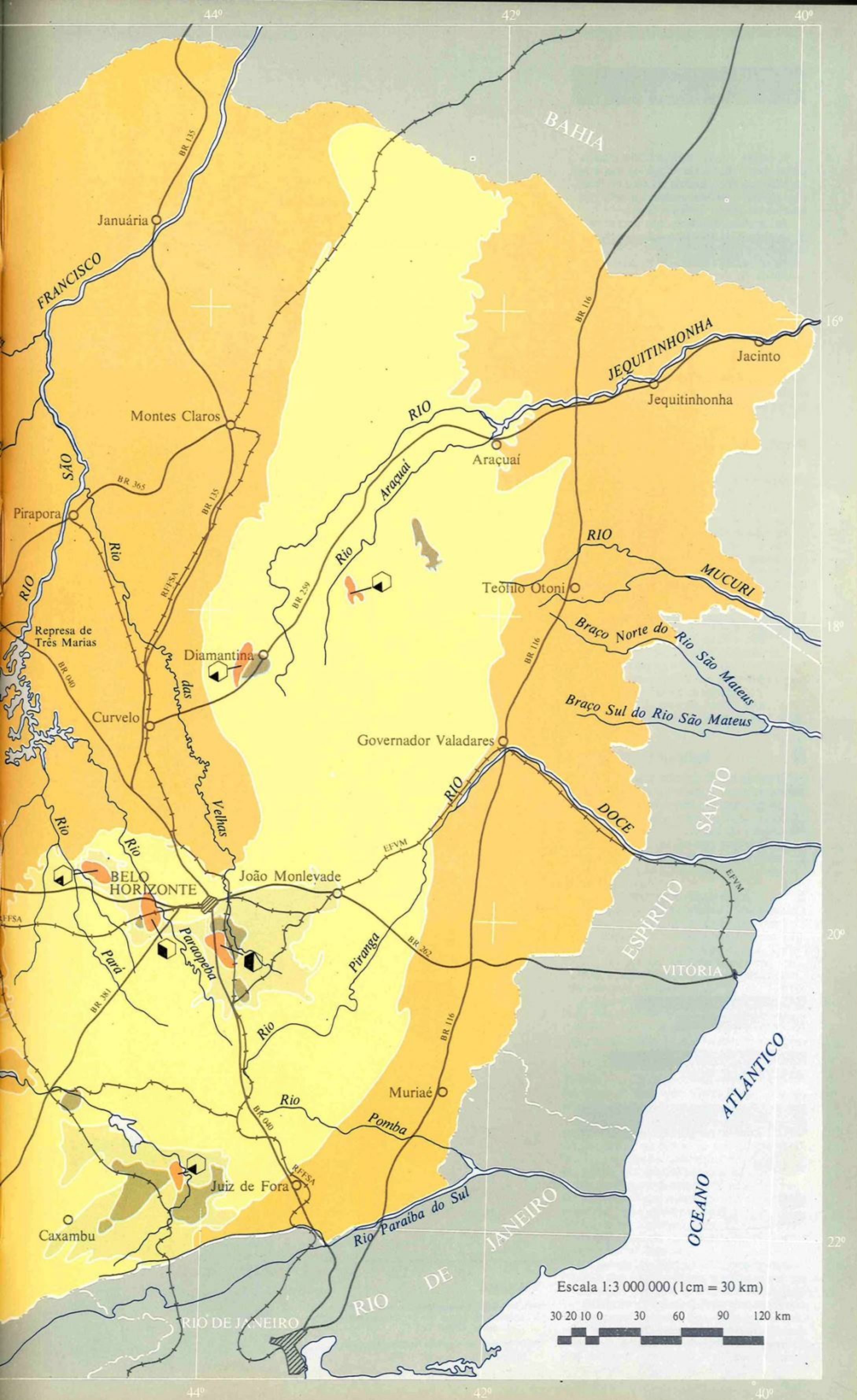


- Área com recursos reais
- Área promissora
- Área favorável
- Área não favorável
- Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | 3 - 4 | 8 - 10 |
| 2 | 5 - 7 | > 10 |

- Curso d'água
- Rodovia
- Ferrovias
- Limite de Estado
- Capital
- Cidade



Economia

A cianita, muito utilizada como matéria prima para indústria de refratários, pode ser considerada relativamente escassa no Brasil, pois existem reservas oficiais somente nos estados de Minas Gerais e Goiás.

As reservas brasileiras são pequenas e de qualidade inferior às exigências do mercado consumidor.

As minas são pequenas e varia a qualidade do material de local para local.

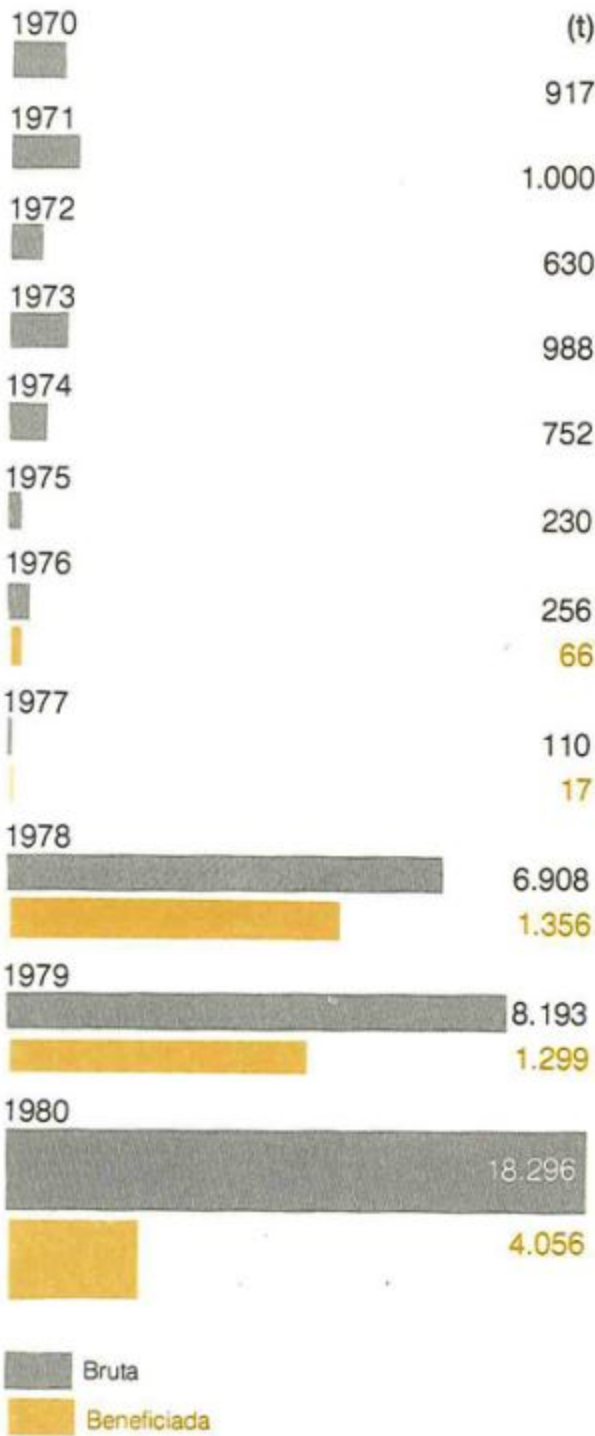
Apenas três empresas produziram cianita em Minas Gerais no ano de 1979 e a Mineração Interex do Brasil Ltda. produziu 90,13% do total. Foi a única empresa com produção beneficiada, seguida da Magnesita.

Os garimpos localizam-se em Minas Novas, Itamarandiba e Araçuaí (MG) e na região de Pilar de Goiás (GO), responsáveis por expressiva produção.

Produção

Os dados de produção nem sempre retratam a realidade, devendo-se considerar a produção e o comércio direto de garimpos às indústrias que beneficiam o minério, fabricam os tijolos e argamassas e os utilizam na linha de produção e outros refratários. O minério aparece, portanto, como produto para venda, quando há excedente em relação à quantidade utilizada em uso próprio, não comercializada diretamente.

Produção brasileira de cianita - 1970/80



Fonte: DNPM/DEM

Tendo em vista a escassez de cianita, seu alto preço e ótima eficiência como refratário, estranha-se a ausência de pólos nacionais interessados em pesquisá-la. O mercado interno está apto para absorver grande quantidade do minério, não sendo seu comércio mais atraente por absoluta falta de material.

Bibliografia

BARONE, Regina Helena Diehl Travassos. *Perfil analítico da cianita*. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 11 p. (Brasil. DNPM. Bol. 7).

QUEM pode comprar cianita. *Comércio Exterior*, Brasília, (33): 5, nov./dez. 1976.

Cromo

Aspectos gerais

Descoberto em 1797 por Vauquelin, na Sibéria, seu minério é bastante raro. O metal é branco, quebradiço; mas muito duro, inalterável ao ar em temperatura normal. É usado sobretudo na fabricação de ligas, como o ferro-cromo, o níquel-cromo, cromo-boro, cromo-cobalto-tungstênio e em especial nos aços de alta qualidade, como o inoxidável onde o cromo participa com 11 a 14%. É utilizado igualmente na cromagem eletrolítica. Alguns de seus compostos são utilizados em tinturaria e curtumes (sulfato de cromo ou alúmen de cromo, bicromato de potássio); indústria química (óxido de cromo ou anidrido crômico); pintura (cromato de chumbo ou amarelo de cromo), e em química orgânica (bicromato de potássio em mistura com ácido sulfúrico, formando a mistura crômica, oxidante).

Outra sua utilização é a fabricação de tijolos refratários para revestimentos de altos fornos, sendo moldo e aglutinado com partes de magnesita, devendo ter alto teor de Cr_2O_3 e Al_2O_3 .

Mineralogia

O único mineral - minério de cromo é a cromita, um espinélio de fórmula $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$. Tem-se comumente a substituição do FeO por MgO e Cr_2O_3 por Al_2O_3 , obtendo-se assim quatro minerais de maior importância, devido à variação na composição química, que são: cromita $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, cromo picotita $(\text{Mg}, \text{Fe}) (\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$, magnésio cromita $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{Cr}_2\text{O}_4$ e alumínio cromita $\text{Fe} (\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$.
Propriedades cristalográficas e físicas:
sistema - isométrico
hábito - octaédrico
cristalização - cristais pequenos, maciça
dureza - 5,5
peso específico - 4,3 a 4,6
cor - preta a castanha
brilho - submetálico a metálico
traço - castanho

Geologia

A cromita é segregada durante a cristalização de rochas magmáticas ultrabásicas (peridotitos e serpentinitos deles derivados).

Segregações magmáticas precoces são concentrações prematuras de constituintes valiosos do magma, que resultam da diferenciação gravitativa da cristalização. Tais constituintes, como a cromita podem cristalizar-se e ser segregados em corpos de tamanho e riqueza suficientes para constituir depósitos econômicos.

A segregação ocorre pela submersão dos cristais pesados, precocemente formados para as partes inferiores da câmara magmática, ou por acumulação marginal ou por "constrictional flowage" (expulsão do líquido residual por compressão, favorecendo a concentração dos cristais já formados).

Os depósitos decorrentes, segregação magmática são, em geral, lenticulares e de pequeno tamanho.

Outras concentrações resultantes de cristalização diferenciada podem não permanecer "in situ", sendo injetada na rocha hospedeira ou em rochas vizinhas.

E, por último, depósitos econômicos podem formar-se quando grãos disseminados de cromita sofrem uma concentração residual (eluvião, p. ex).

Panorama mundial

No continente africano (África do Sul e Zimbábue) se concentram 97% das reservas mundiais, embora outras menores registrem-se na URSS e Turquia. As reservas mundiais são de cerca de 3,35 bilhões de toneladas.

As da África do Sul são originárias do Complexo Ígneo de Bushveld (Transvaal) e são da ordem de 2,2 bilhões de toneladas a 43% de Cr_2O_3 .

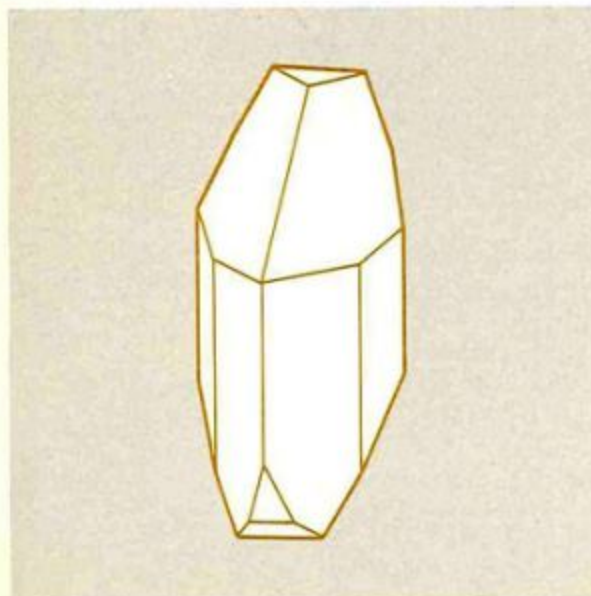
O Complexo Ígneo Bushveld é constituído por rochas básicas - ultrabásicas e ácidas, intrudidas em grupo de sedimentos proterozóicos. Os depósitos de cromita ocorrem, em especial, no topo de sua "Zona Basal", constituída por uma sequência acamadada de piroxenitos e peridotitos com intercalações de noritos.

A cromita pode ocorrer disseminada ou, mais freqüentemente, em lentes, veios ou massas lenticulares que acompanham a pseudo-estratificação das hospedeiras.

As reservas do Zimbábue são da ordem de 1 bilhão de toneladas, com teor médio de 43% Cr_2O_3 . Os depósitos ocorrem em/ou próximos ao chamado "Great Dyke", que tem 530 km de comprimento por 5-10 km de largura e que consiste de rochas ultrabásicas, agora alteradas a serpentinitos. Os depósitos, no dique, se constituem de bandas de cromita, com cerca de 20 cm de espessura, paralelos à pseudo-estratificação e fora do dique são lentes em talco-xistos e serpentinitos. Keep considera tais depósitos como de segregação magmática, mas Sampson os considera como acumulações magmáticas tardias ou substituição hidrotermal (in Bateman).

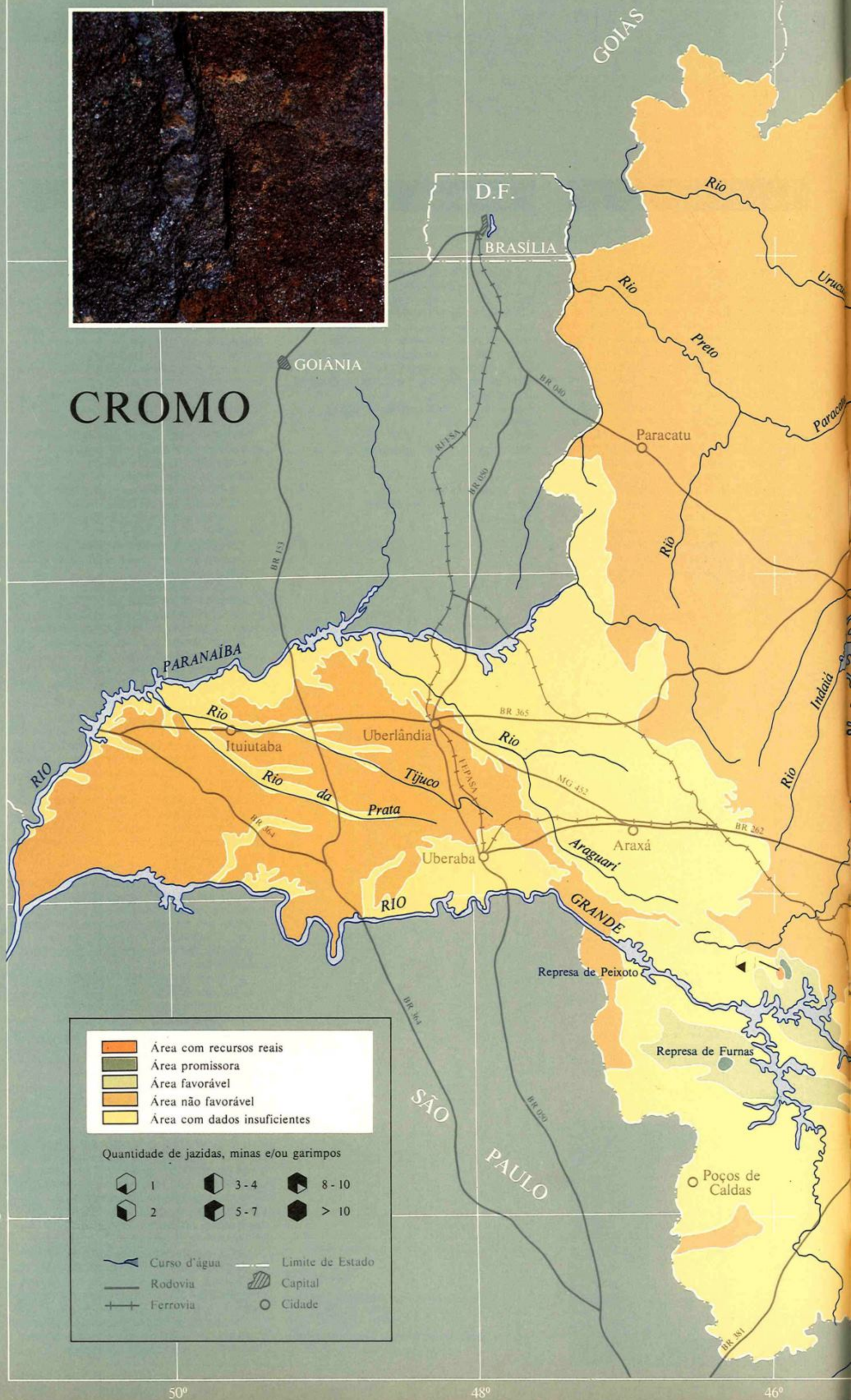
Os principais depósitos russos situam-se no leste dos Urais e são segregações magmáticas dispostas em lentes e disseminações em serpentinitos e pedra-sabão.

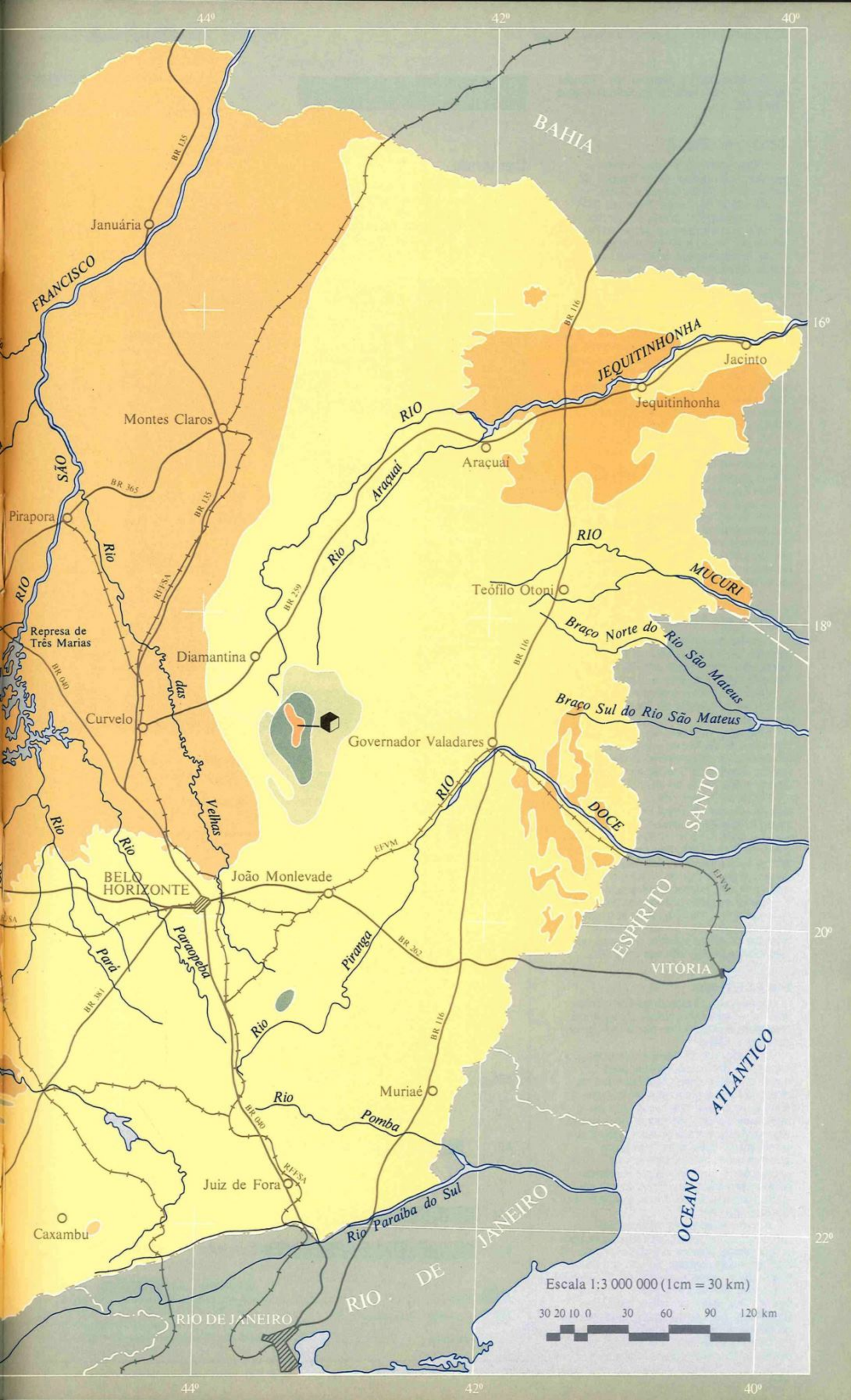
Os depósitos turcos (disseminados) ocorrem próximos à Bursa e na costa sul do Mediterrâneo, associados a intrusivas ultrabásicas.





CROMO





Outros depósitos ocorrem nas Filipinas, Finlândia, Cuba, Índia, EUA, Grécia e Nova Caledônia.

Cromo no Brasil

O Brasil detém 0,3% das reservas mundiais, distribuídas pelos Estados da Bahia (93%), Minas Gerais e Goiás.

Na região de Campo Formoso (BA), estão localizadas as principais jazidas, que ocorrem numa massa de serpentinitos, arqueada com 15 a 20 km de comprimento.

As mineralizações estão relacionadas a rochas ultrabásicas (compostas originalmente por olivina e piroxênio) serpentinizadas, que foram intrudidas na "série" Jacobina, durante o tectonismo de tensão, que provocou a abertura de fendas em suas rochas. Distinguem-se dois grupos de minérios: um, mostrando uma pseudo-estratificação (seqüência rítmica de camadas de cromita e camadas de serpentinito estéril); o outro, com minério disposto em diques discordantes, de importância subordinada. Nessa região concentra-se a quase totalidade das reservas brasileiras.

Na região de Niquelândia (Goiás) tem-se ocorrência de cromita, relacionada ao Complexo Máfico-Ultramáfico de Tocantins (zonas norítica basal, piroxeno-peridotítica, norítica e gabro-anortosítica). A cromita situa-se na zona piroxeno-peridotítica em três modos de ocorrência: cromitito compacto, concentrações aluvionares e disseminações. As reservas inferidas para esses depósitos são de 5.000 toneladas para o cromitito compacto e de 10.000 toneladas para o tipo eluvionar.

Cromo em Minas Gerais

As reservas de Minas Gerais distribuem-se pelos municípios de Alvorada de Minas e Serro, com ocorrências em Pium-i, Passos, Romaria, Morro do Pilar e outros.

Faixa Ultrabásica (metamorfisada) do Serro (Serro-Alvorada de Minas e Dom Joaquim).

Essa faixa, segundo Suszczyński, aflora por cerca de 60 km, com largura de 2 a 11 km, e é a parte mais conhecida de uma faixa que se estende de Conceição do Mato Dentro a Sta. Maria do Suaçuí.

Segundo Renger (1972), o cromitito encontra-se normalmente encaixado em talco-clorita-xistos constituindo corpos com espessura de 1-10 m e forma variável. Os grãos de cromita têm tamanho de 0,1-0,5 mm e, freqüentemente, são fragmentados por cataclase. A cromita é rica em Fe e seu teor em Cr₂O₃, em geral, não atinge 40%.

Apesar de várias ocorrências conhecidas ao longo de toda a faixa, só se têm reservas aprovadas pelo DNPM nos municípios de Alvorada de Minas e Serro, que respondem pela totalidade das reservas mineiras.

FAIXA DE PIUM-I

Quase todas as ocorrências de cromita em Pium-i estão associadas à seqüência cromífera do Grupo Intermediário (Fritzsens Jr. et alii - 1980).

O Grupo Intermediário é composto por um pacote de rochas sedimentares metamorfisadas, com predominância de clásticos finos a grosseiros, imaturos e por corpos, prováveis "sills", com espessura de decímetro a metro, de rochas ultrabásicas, representadas por talco-xistos, esteatitos e serpentinitos. Esse grupo tem idade provavelmente proterozóica e está sobreposto a uma seqüência vulcânica básica-ultrabásica, por discordância erosiva e sotoposto ao Grupo Bambuí, também por discordância erosiva.

A mineralização ocorre nos "sills" ultrabásicos, em lentes com espessura centi a decimétrica, com continuidade métrica. Há dois tipos de cromititos: um de granulação fina, maciço, onde a cromita ocorre imersa em massa de talco e clorita; e no outro a cromita fina ocorre na matriz da rocha ultrabásica, com fenocristais pseudomorfos de olivina (Fritzsens Jr, et alii - 1980).

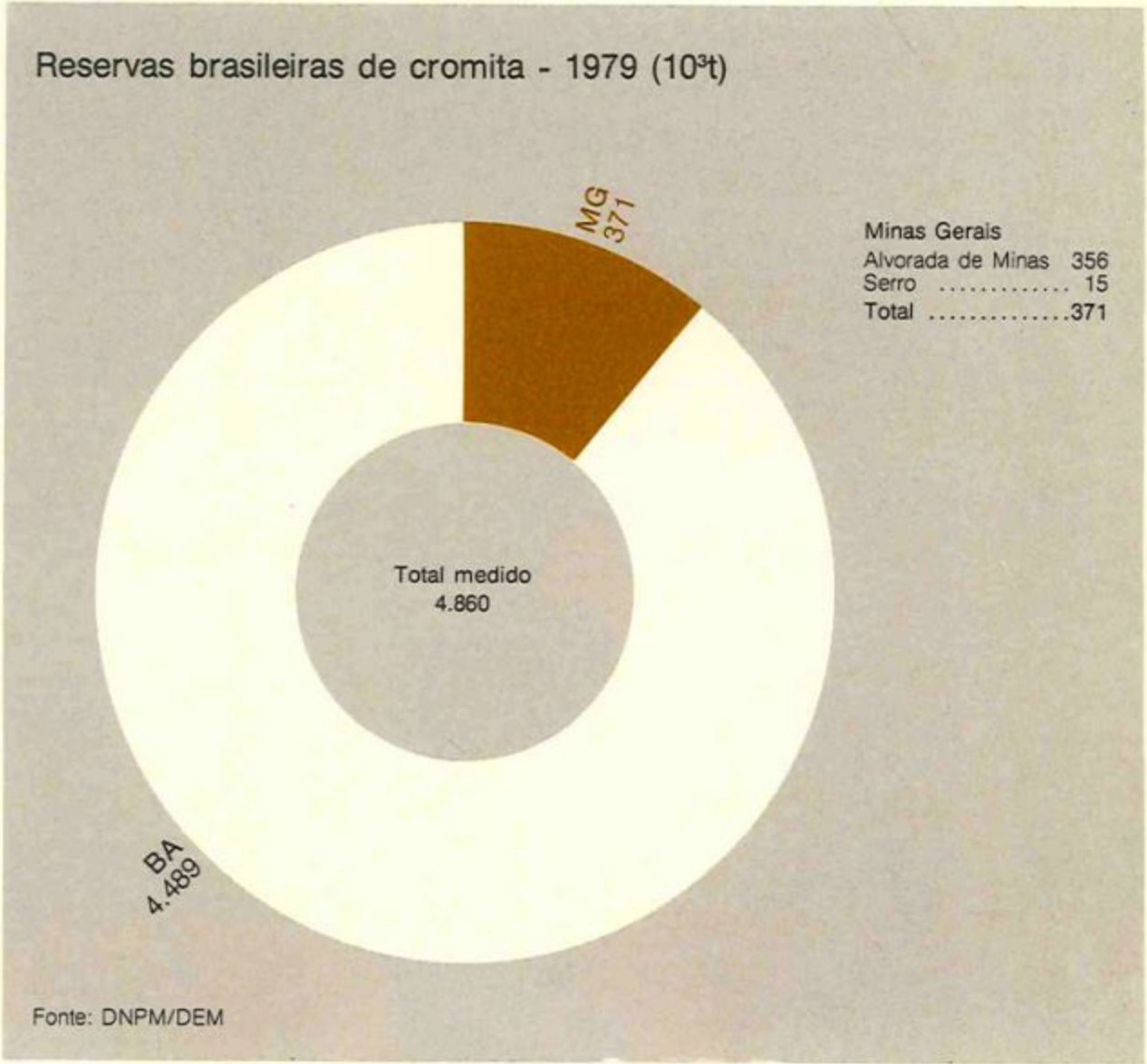
Outros locais relevantes podem ser vistos no mapa sobre o assunto.

Economia

Demanda

A demanda interna de cromita vem evoluindo sensivelmente, apresentando um crescimento de 24% a.a.

O setor metalúrgico é o maior consumidor interno, seguido pelo setor químico.

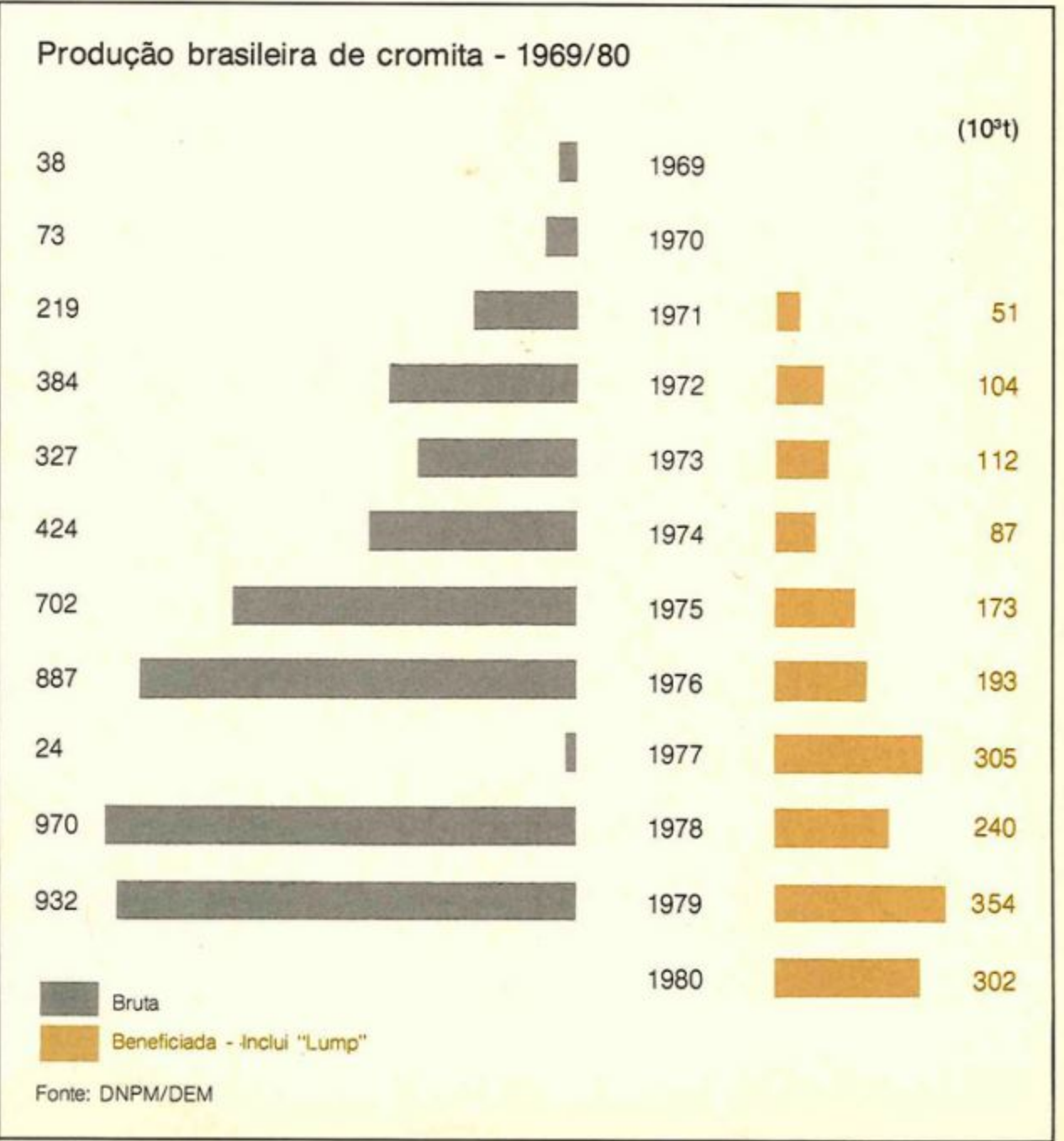


Reservas

Minas Gerais, como se disse, não tem participação muito expressiva, abrangendo apenas 8% das reservas nacionais, como se observa no gráfico acima.

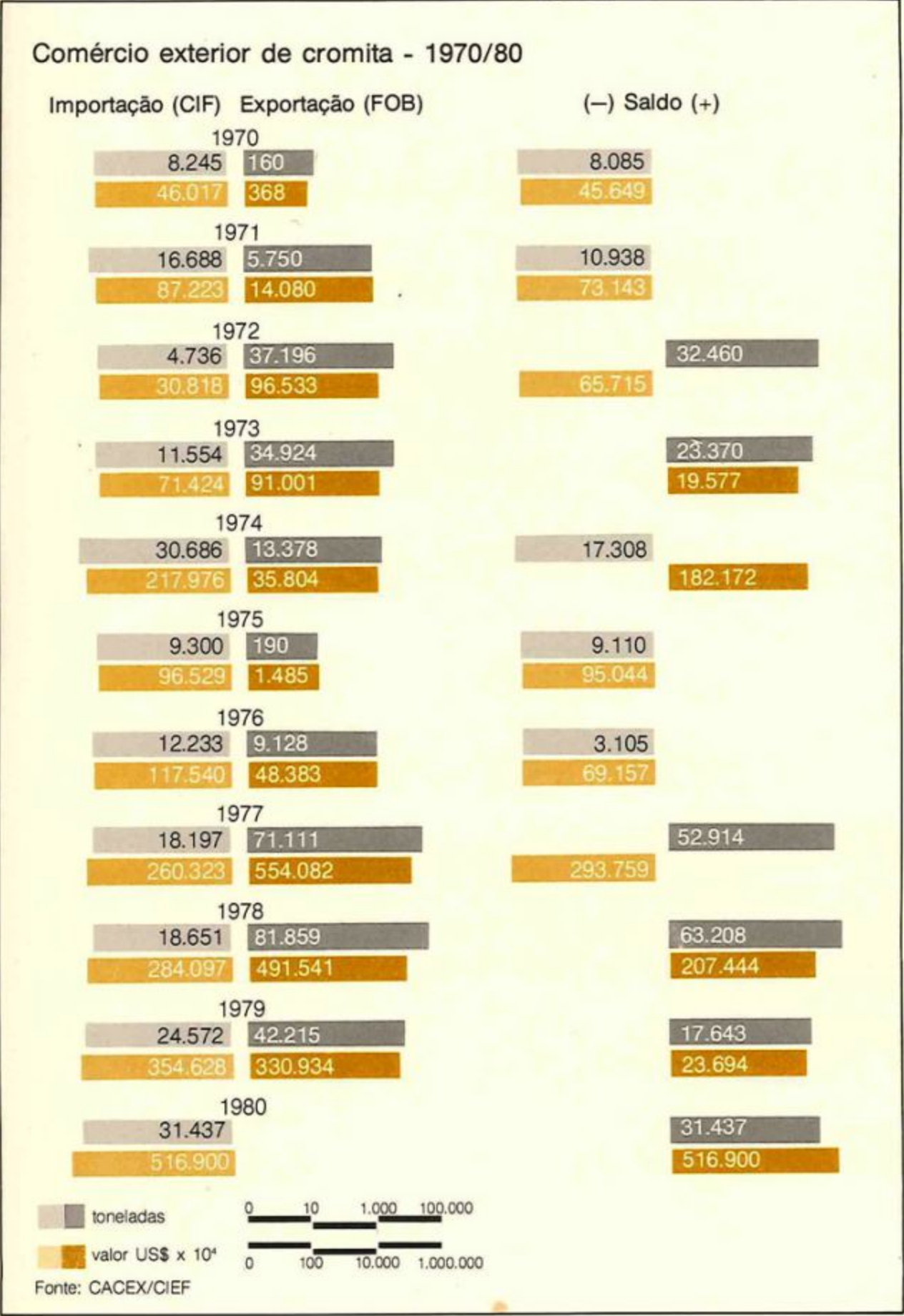
Produção

No Brasil, apenas dois grupos produzem minério de cromo: Grupo Ferbasa e Bayer, ambos na Bahia.



Importação/Exportação

As exportações se constituíram basicamente de cromita beneficiada para utilização nos setores metalúrgico e químico, sendo que o Japão foi o maior importador. As importações de cromita restringem-se ao tipo refratário, proveniente das Filipinas e África do Sul.



Perspectivas

As perspectivas definidas pelo Balanço Mineral Brasileiro apresentaram-se pouco satisfatórias, mas várias reavaliações de jazidas e pesquisas geológicas estão sendo feitas; muitas com resultados favoráveis. Minas Gerais necessita dar maior atenção à pesquisa de cromita dentro das faixas que são promissoras, principalmente, ao mesmo tempo não deixar de lado as áreas com dados insuficientes para esse bem mineral.

Bibliografia

BACELLAR, George Afonso & LEAL, Gilberto Roque Nunes. Perfil analítico da cromita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 55 p. (Brasil. DNPM. Bol. 10).

DESENVOLVIMENTO da utilização da cromita nacional na FAÇO. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 43 (416): 6-9, dez. 1979.

Diamante

Aspectos gerais

O diamante é carbono quimicamente puro e é a substância mais dura que se conhece. Por outro lado, a grafita, também carbono puro, é tão macia que se utiliza como lubrificante, fato explicado pela diferença das ligações dos átomos em cada mineral.

O diamante puro, ou parcialmente puro, é usado como gema, e o seu valor depende da cor, pureza, tipo de lapidação e tamanho. Quando este não apresenta as qualidades necessárias para ser lapidado e comercializado como gema, é utilizado como abrasivo e em materiais de corte, tais como discos diamantados para corte de rochas e brocas diamantadas para perfuração.

Mineralogia

O diamante é constituído por carbono puro e, algumas vezes, contém impurezas de óxidos metálicos ou inclusões de outros minerais, como a olivina, granada etc.

Cristaliza-se no sistema isométrico, geralmente em cristais octaédricos, às vezes achatados e alongados. Sua clivagem é perfeita, a densidade de 3,51 a 3,55 e dureza 10 (escala de Mohs), sendo o mineral mais duro que se conhece, como se disse.

O brilho apresentado é adamantino, com forte dispersão da luz e as cores variam do incolor ao amarelo, azul, verde, rosa e âmbar.

As variedades impuras, denominadas carbonados ou "bort", são os diamantes de cores preta a preta-acinzentada, opacos e são mais frágeis que os puros, usados como abrasivos.

A origem dos diamantes primários está relacionada à cristalização em ambientes de grande pressão e temperatura, ou seja, a grande profundidade.

Essa origem foi confirmada quando se encontraram os primeiros diamantes na África, em Kimberley, em um solo azulado, nas chaminés vulcânicas. Este solo era produto de alteração de mica-peridotitos, denominados kimberlitos. Tais rochas se constituem de olivina, serpentina, biôtita, ilmenita e perovskita. A presença de diamante nessas rochas, em grandes profundidades, veio confirmar a sua origem.

Mais comumente, o diamante é encontrado nas areias e cascalhos, nos leitos dos rios, preservado por suas propriedades físicas e químicas.

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

DEPÓSITOS PRIMÁRIOS

A única fonte primária conhecida de diamante são os "pipes" kimberlíticos. Em termos gerais, os kimberlitos consistem em uma fase intermediária entre rochas ultrabásicas e carbonatitos. São ricos em potássio e constituídos principalmente de olivina, serpentina, flogopita e carbonatos, acompanhados por granadas, cromo diopsídio, minerais de titânio e magnetita.

Os kimberlitos podem ou não conter diamante como mineral acessório; sabe-se que a maior parte dos conhecidos no mundo (98%) são desprovidos de diamantes. Além disso, entre os mineralizados (2%), muitos contêm diamantes em teores insuficientes para justificar exploração econômica.

Nos kimberlitos, o diamante aparece com grande variedade de tamanho, cor e forma, alguns sendo perfeitos cristais octaédricos. Os kimberlitos têm natureza intrusiva e extrusiva, ocorrendo na forma de chaminés, diques e sills, que formam agrupamentos, sempre em áreas cratônicas continentais (escudos antigos e plataformas estáveis), aparentemente controlados por fraturas profundas da crosta.

Os "pipes" (ou diatremas) kimberlíticos são circulares a ovais em planta e alcançam de 15 metros a 1,3 km de diâmetro. Essas rochas, comumente, encerram fragmentos de encaixantes, principalmente xenólitos de eclogito e peridotito, os quais provêm de grandes profundidades do manto. Grande parte das chaminés kimberlíticas são constituídas por brechas de explosão, mas há aquelas que mostram formas de cratera, rochas piroclásticas e sedimentos lacustres de crateras.

A presença de xenólitos de eclogito e minerais de alta pressão nos corpos kimberlíticos é de grande significado petrológico, principalmente no estudo da gênese dessas rochas. Tem sido sugerido que os kimberlitos provêm de uma magma de composição similar aos dos complexos alcalinos, mas contendo uma menor porção de material volátil e que ascende diretamente à superfície, sem passar por uma longa série de diferenciações.

A ocorrência de diamante nessas rochas tem sido explicada pela hipótese de que o magma tem sua origem bastante profunda no manto, para que o carbono seja estável como diamante e não como grafita. Alguns geólogos ainda aderem à idéia que o diamante seja formado como resultado da enorme pressão, desenvolvida durante erupções violentas.

Os kimberlitos mostram idades desde o Proterozóico até o Cretáceo superior. A maior parte dos corpos kimberlíticos conhecidos são os do Cretáceo, parecendo ter seu "emplacement" seguindo a disrupção final do continente Gondwana.

DEPÓSITOS SECUNDÁRIOS

Consistem em eluviões e pláceres, recentes e fósseis, que encerram diamantes liberados a partir da alteração dos corpos kimberlíticos.

Os diamantes são particularmente resistentes ao intemperismo e passam aos elúvios e aluviões, de onde são recuperados por "garimpagem" ou lavra mecanizada.



Os minerais comumente associados a eles nos pláceres são: quartzo, ouro, platina, zircão, rutilo, ilmenita, diopsídio, granada, magnetita e hematita. Destes, a granada, piropo, o cromo-diopsídio e a piroilmenita são particularmente característicos de quase todos os kimberlitos, e, portanto, minerais indicadores específicos de pláceres diamantíferos ("minerais satélites").

Panorama mundial

A produção mundial de diamantes, estimada em 47 milhões de quilates em 1980, provém principalmente do Zaire (30%), Rússia (26%), África do Sul (18%), e Botswana (11%). O restante distribui-se entre Namíbia, Ghana, Angola, Serra Leoa, Libéria, Tanzânia, Costa do Marfim, Venezuela, Guiana e Brasil.

Na Rússia, são encontrados nas regiões de Yakutia (Sibéria), Península de Kola, bacia do Rio Vilyui, Ucrânia e norte do Kazakistão, tanto em chaminés kimberlíticas quanto em depósitos secundários.

A descoberta da rocha matriz de diamante se deu em 1870, na região de Kimberley, na África do Sul, derivando-se daí a denominação "Kimberlito". Diamantes foram localizados em um solo amarelo ("yellow-ground") que passa, à maior profundidade, para azul ("blue-ground"), resultante da alteração da rocha matriz subjacente. A mina de Kimberley foi operada durante 44 anos até à exaustão, produzindo cerca de 15 milhões de quilates e atingindo uma profundidade de 1.074 metros.

A produção atual desse país provém principalmente das minas Premier, Finsch, Dutoitspan e Bultfontein, sendo todos os depósitos do tipo chaminé kimberlítica.

Na Mina Premier, o teor é da ordem de 27 quilates/100 toneladas de rocha e 20 por cento dos diamantes lavrados são gemas. De um modo geral, tal porcentagem também é obtida nas demais minas do País.

Em Botswana, Lesoto e Tanzânia, as minas são também em "pipes" kimberlíticos.

No Zaire, Angola, Ghana, Costa do Marfim, Serra Leoa e Libéria, os diamantes são lavrados de depósitos secundários: aluviões e depósitos litorâneos.

Na Venezuela e Guiana, os depósitos diamantíferos são essencialmente aluvionares, dispondo-se nas bacias dos rios Paragua e Carouai.

Na Namíbia, o diamante é extraído tanto de depósitos litorâneos que se estendem por dezenas de quilômetros próximos à foz do rio Orange, quanto de cascalhos no fundo do mar. Recentemente foram descobertos vários corpos kimberlíticos no oeste da Austrália, porém, até o momento, nenhum deles mostrou teores econômicos.

Diamante no Brasil

A produção brasileira de diamante, de cerca de 660 mil quilates em 1980, é modesta no contexto mundial, não obstante o grande potencial do País para jazimentos primários e secundários. Essa posição reflete a dificuldade de computação de dados, uma vez que cerca de 20% da produção provém de garimpos. O esquema de produção por garimpagem remonta à época do Brasil Colônia e é de difícil fiscalização, pelas suas próprias características.

Os depósitos hoje trabalhados são essencialmente de natureza secundária: aluviões recentes e conglomerados cretáceos e proterozóicos. A produção interna tem dois componentes: diamante gema e diamante industrial, sendo a relação percentual entre os dois estimada em 65%, para a área industrial, e 35%, para as gemas. Os corpos kimberlíticos descobertos no País, até o momento, não mostram teores econômicos.

As regiões diamantíferas brasileiras mais extensas se localizam nas proximidades da borda da bacia do Paraná (São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso). Os diamantes são provenientes de corpos kimberlíticos, originados do magmatismo ultrabásico-alcalino que afetou a borda da bacia. Ele aparece, secundariamente, nos conglomerados cretáceos da bacia.

Aqueles das áreas situadas às bordas da bacia do Maranhão-Piauí teriam origem idêntica.

No Mato Grosso, depósitos aluvionares diamantíferos são encontrados ao longo dos rios Paraguai, Mortes, São Lourenço, Garças e Araguaia. Cerca de trinta corpos kimberlíticos, de idade cretácea, são conhecidos na região de Alto-Araguaia-Garças.

No Mato Grosso do Sul, o diamante se encontra nos aluviões recentes dos rios Taquari, Coxim, Aquidauana e Miranda.

Em Goiás, ele ocorre nos aluviões dos rios Pilões e Claros, no Sul do Estado, no rio Tocantins, próximo a Imperatriz, no rio Araguaia, abaixo da Ilha do Bananal, e no rio Paranaíba.

No Paraná, localiza-se nos aluviões dos rios Cinzas, Tibagi e alguns de seus afluentes.

A zona diamantífera da Bahia compreende vários municípios da Chapada Diamantina, tais como Morro do Chapéu, Andaraí, Lençóis, Mucugê e Palmeiras. É encontrado, ainda, nos aluviões dos rios Paraguaçu, São José, Santo Antônio e outros, predominantemente do tipo carbonado.

No Piauí, ele é registrado em aluviões da região de Gilbués, no sul do Estado. Na região do "Redondão", sabe-se da existência de kimberlito mineralizado, em níveis não-econômicos.

No território de Roraima, o diamante acha-se nos aluviões das bacias dos rios Maú e Tacutu, Cotingo e Uraricoera, nas serras de Tepequem e Pacaraima, devendo provir de matriz semelhante à que deu origem aos pláceres das áreas contíguas da Venezuela e Guiana.

No Pará, é encontrado nos aluviões do rio Tocantins, na região de Marabá.

Diamante em Minas Gerais

O diamante foi descoberto no Brasil pelos garimpeiros de ouro do Tijucu (atual Diamantina), em 1723. Durante 150 anos, até a descoberta da jazida de Kimberley, o Brasil e, em especial Minas Gerais, foi o grande produtor e fornecedor mundial. Atualmente Minas Gerais é o maior produtor nacional, com cerca de 450 mil quilates. Dois grandes distritos diamantíferos, com contexto geológico estrutural diferentes, podem ser individualizados em nosso Estado, a saber:

DISTRITO DE DIAMANTINA

Os diamantes desse distrito derivam de uma fonte secundária, quais sejam, os conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho (Supergrupo Espinhaço), de idade Proterozóica.

Os conglomerados que ocorrem na forma de níveis intercalados em quartzitos têm natureza polimítica e, por serem mais facilmente decompostos pelos agentes intempéricos, por sua matriz sericítica-argilosa, mostram-se mais susceptíveis à extração.

Os principais depósitos diamantíferos nos conglomerados da região de Diamantina são: Pago, Perpétua, Sampaio, Jombo, Sopa, Lavrinha, Guinda, Brumadinho, Boa Vista, Extração, Ribeirão do Inferno e Cavalo Morto. Esses depósitos, atualmente abandonados, foram explorados por processos manuais ou semi-mecanizados, desde o século XIX, resultando em imensas escavações.

Fora da região de Diamantina, mas ainda no distrito, incluem-se os depósitos em Conceição do Mato Dentro, Serra do Cabral, Grão-Mogol e Bocaiúva.

As rochas matrizes originais dos diamantes - os kimberlitos - são desconhecidos nesta região. Supõe-se que os mesmos se encontrem a Oeste do na área cratônica, estando cobertos por rochas dos Grupos Macaúbas e Bambuí. Pensa-se também que o Grupo Macaúbas seja igualmente diamantífero, e pode ter alimentado, pelo menos em parte, os cascalhos das bacias dos rios Jequitinhonha e Jequitáia. Atualmente, só são explorados os depósitos secundários (aluvionares e eluvionares), derivados dos conglomerados Sopa.

A Mineração Tejucana, considerada a maior produtora nacional, lavra aluviões do rio Jequitinhonha, principalmente no local denominado Maria Nunes, com duas dragas de alcatruzes. Tais equipamentos tratam aluviões de teor baixíssimo, estimados como sendo não superiores a 0,012 qt/m³.

De um modo geral, os diamantes desse distrito são de tamanho pequeno (10-12 pedras/quilate), com uma porcentagem elevada de gemas (80%).

DISTRITO DE COROMANDEL

Esse distrito estende-se pelas bacias dos rios Paranaíba, Grande e São Francisco, situando-se o seu centro no divisor das águas e abrangendo os municípios de Coromandel, Patos de Minas, Abadia dos Dourados, Monte Carmelo, Romaria, Estrela do Sul, Tiros e Vargem Bonita. O distrito caracteriza-se pela maior frequência de pedras grandes e alta porcentagem das de boa qualidade.

Entre as pedras mais famosas encontradas nessa área, destacam-se: "Presidente Vargas", de 726 qt (1938), "Darcy Vargas", de 460 qt (1939); "Coromandel", de 400 qt (1940), "Diário de Minas", de 375 qt (1941) e "Estrela do Sul", de 261 qt (1953).

A exploração se processa principalmente sob regime de "garimpagem", com exceção da Mina de Romaria, ao longo dos leitos dos rios e pláceres antigos nas encostas ("grupiaras").

Os pláceres repartem-se do seguinte modo:

- **Bacia do rio Paranaíba:** rios Bagagem, Douradinho, Santo Antônio do Bonito, Santo Inácio, Santo Antônio das Minas Vermelhas e Dourados;
- **Bacia do rio São Francisco:** rio Indaiá, até a represa de Três Marias, e Rio Abaeté, nas proximidades de Tiros. O Alto-São Francisco também é mineralizado, principalmente no município de Vargem Bonita;
- **Bacia do rio Grande:** rio Uberaba, próximo a Conquista; e rios Borá e Pedras, próximos a Sacramento.

Na última década, dezenas de corpos kimberlíticos foram reconhecidos nessa área, através de mapeamentos geológicos, os quais incluíram o estudo da dispersão de minerais kimberlíticos (ilmenita magnésiana e granada-piropo), e levantamento magnetométrico. O campo kimberlítico localiza-se entre os dois complexos circulares ultrabásicos-alcalinos e carbonatíticos de Serra Negra e Catalão. Igualmente a essas intrusivas, os kimberlitos são do Cretáceo superior e ocorrem na forma de chaminés (Santa Rosa, Vargem, Limeira, Faz Mamões e Tamborete), com tamanhos variáveis, entre 50 e 500 metros, na forma de diques com espessura de 20 cm. Os corpos kimberlíticos até agora identificados encontram-se extremamente intemperizados em superfície. Tem sido sugerido que tal intemperismo certamente contribui para o fato de os kimberlitos não terem sido descobertos há mais tempo no Brasil. Pensa-se que alguns deles contenham diamantes, embora o seu exato potencial continue desconhecido até o momento.

Existem no distrito pelo menos dois conjuntos sedimentares, de idade Cretácea superior, portadores de diamantes provenientes certamente de retrabalhamento das intrusões kimberlíticas, sendo portanto matrizes secundárias:

- **Formação Uberaba (Grupo Bauru)** — O diamante se encontra nos conglomerados polimíticos basais que regionalmente se dispõem discordantemente sobre as rochas dos Grupos Araxá, Canastra e Bambuí. Tais níveis são os principais responsáveis pela grande difusão de diamantes nos pláceres aluvionares e eluvionares, atuais e antigos, da região de Coromandel-Romaria, embora não se possa excluir, "a priori", uma alimentação direta das chaminés kimberlíticas.

Em Romaria (antiga Água Suja), o conglomerado, localmente denominado "Tauá", tem sido lavrado desde o final do século passado.

A exploração atual, mecanizada, tem capacidade para lavar aproximadamente 200 metros cúbicos de rocha/dia, verificando-se recuperação em torno de 10 a 15 pontos/m³

● **Membro Abaeté (Formação Areado)**
Como na Formação Uberaba, o diamante encontra-se nos conglomerados basais, dispostos discordantemente sobre as rochas do Grupo Bambuí. Os conglomerados são de ocorrência restrita na Formação Areado. Supõe-se serem os responsáveis pela difusão de diamantes nas bacias dos rios Abaeté e Indaia.

Economia

Produção

A posição do Brasil no contexto mundial, como se assinalou, é modesta, sem embargo de seu grande potencial geológico. Cerca de 85% da produção brasileira de diamante são provenientes de garimpos, tornando difícil, assim, dados realistas de produção.

O gráfico à esquerda mostra a estimativa feita por revistas estrangeiras especializadas.

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor, possuindo 21 áreas para lavra, das quais 16 acham-se em atividade. A Mineração Tejucana S/A, titular de 9 áreas, é a maior produtora, com 79,2% do total, seguida pela Serviços de Mineração e Comércio Ltda., com 17,66%. A empresa Acaiaca S/A contribui com 1,7% e as "outras" não ultrapassaram 1% da produção total.

Deve-se salientar que, no Estado do Mato Grosso, segundo estimativas do DNPM, produzem-se cerca de 120 mil quilates de diamantes por ano.

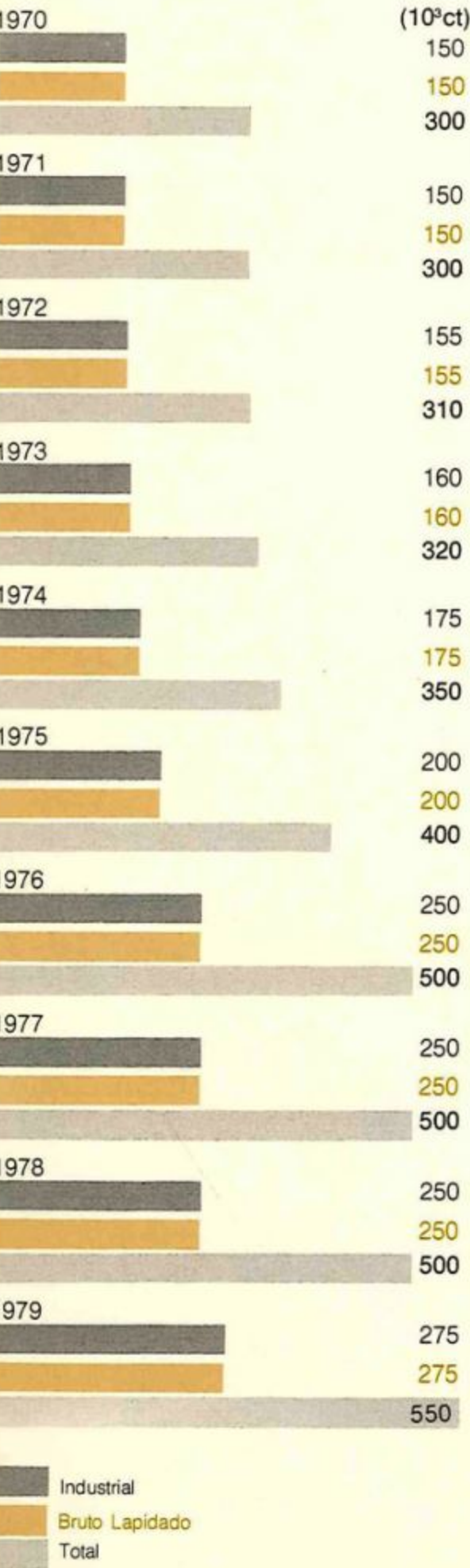
Exportação/Importação

Teoricamente, o consumo interno de diamante bruto lapidável teria sido suprido pela produção interna. No entanto, o abastecimento interno é muito descontínuo e incerto, obrigando as firmas consumidoras a freqüentes importações.

Assim, constata-se crescente dependência com relação ao produto importado. Em 1970, este representou 47% do consumo interno e, em 1979, evoluiu para 84%. Os principais países fornecedores ao Brasil são EUA, Bélgica-Luxemburgo, Irlanda e Reino Unido.

As exportações brasileiras, como se observa do gráfico abaixo, não sofreram grandes acréscimos no período de 1970/75. Entretanto, a partir de 1976, elas caíram verticalmente. Os maiores compradores de diamantes lapidados foram Suíça, Japão e Israel.

Produção brasileira estimada de diamantes - 1970/79



Fonte: Minerals Yearbook - 1975
Mining Annual Review - 1979 in DNPM/DEM

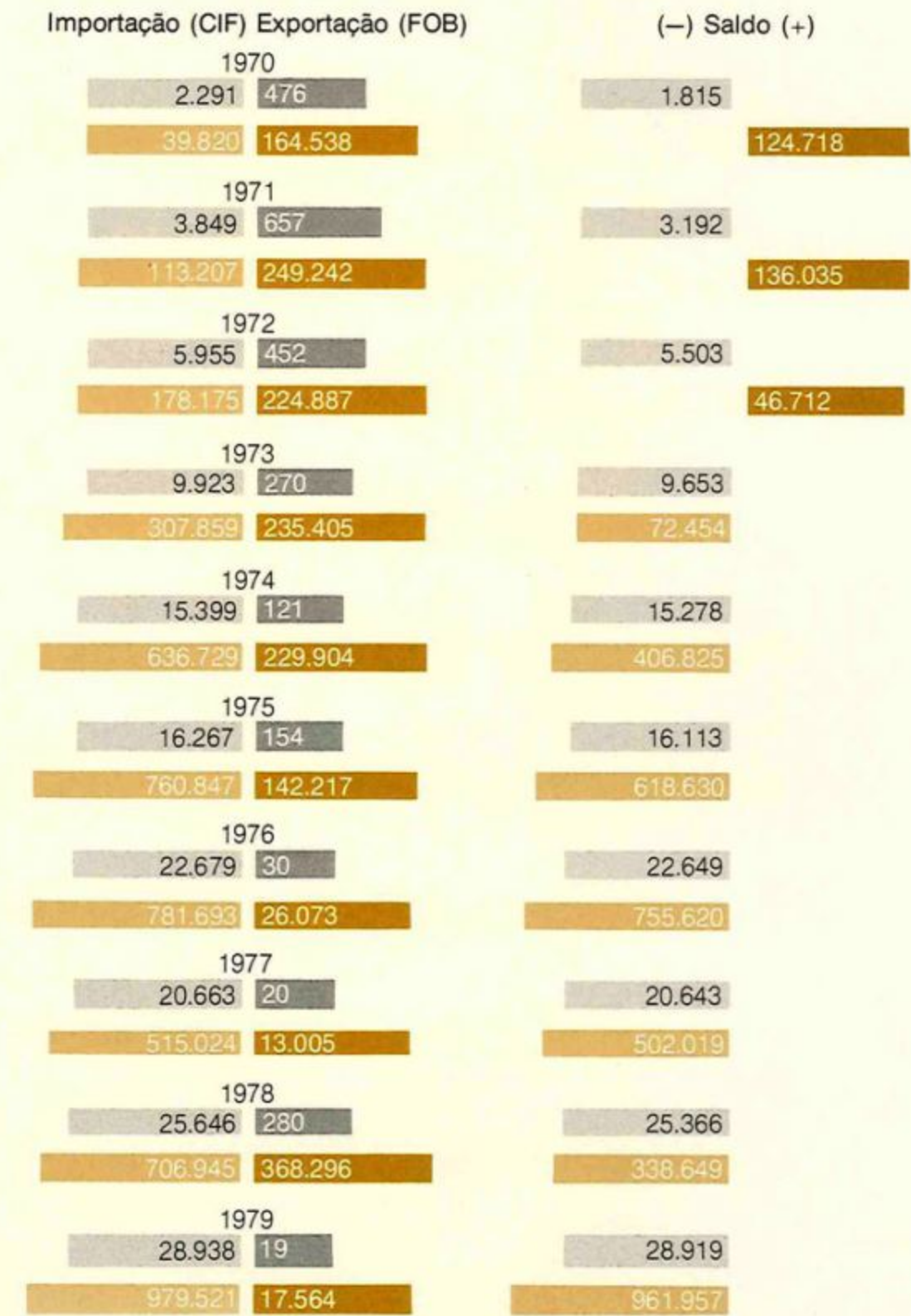
Demanda

O consumo interno vem aumentando consideravelmente, devido, principalmente, à crescente expansão industrial do País, verificando-se sobretudo o consumo de pó de diamante para atendimento às indústrias.

Perspectivas

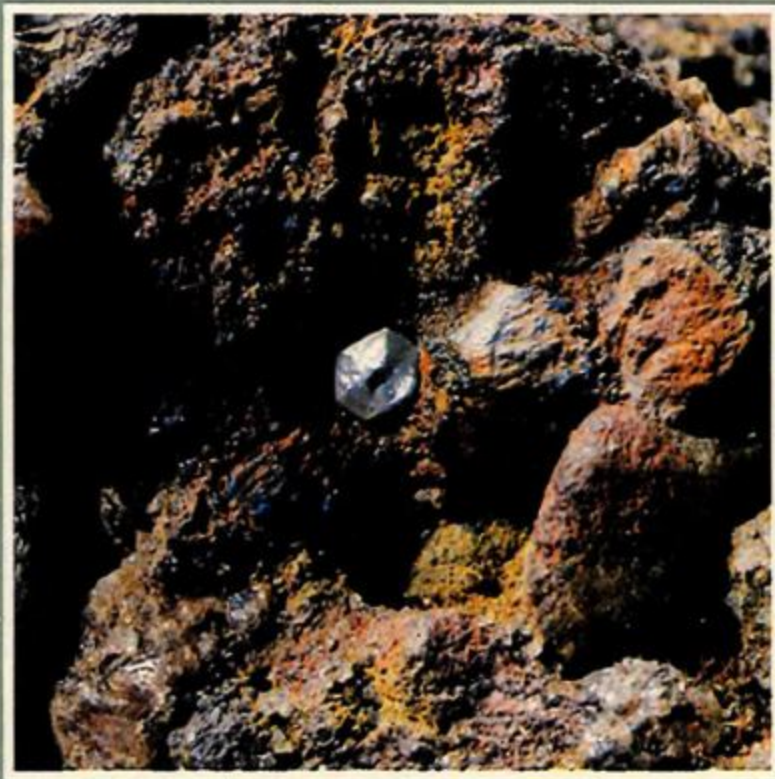
Apesar da imensa potencialidade nacional, em termos de recursos diamantíferos, o Brasil continua consumindo divisas na aquisição tanto de matéria-prima gemológica quanto industrial.

Comércio exterior de diamantes - 1970/79



ct x 10³
valor US\$ x 10⁴
0 10 1.000 100.000
0 100 10.000 1.000.000

Fonte: CACEX/CIEF



DIAMANTE

Área com recursos reais

Área promissora

Área favorável

Área não favorável

Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

1

3-4

8-10

2

5-7

> 10

Curso d'água

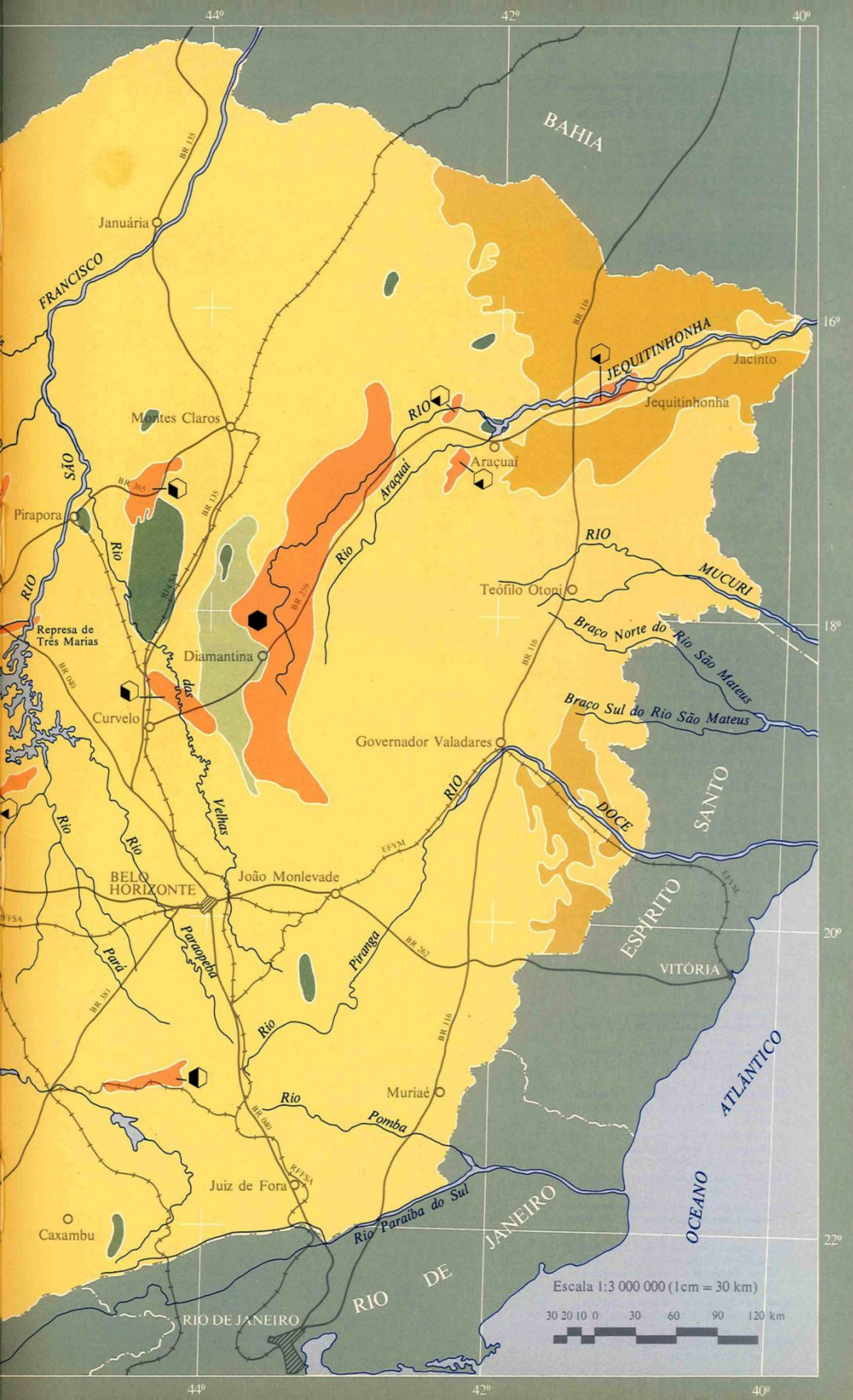
Rodovia

Ferrovia

Limite de Estado

Capital

Cidade



Esforços dirigidos para melhor conhecimento dos recursos existentes, bem como de acompanhamento e estímulo ao aumento da produção e comercialização existentes, tornam-se indispensáveis.

O Brasil tem, é verdade, boa penetração no mercado. A sua manutenção, porém, está em função do desenvolvimento interno do setor de gemas, eis que a demanda mundial se apresenta com amplas perspectivas de crescimento.



Bibliografia

- ARTE e história do joalheiro o diamante. O Diamantário, Rio de Janeiro, 36 (420): 12, set. 1980.
- ARTE e história do joalheiro diamantes, legendários e históricos. O Diamantário, Rio de Janeiro, 37 (421): 6, out. 1980.
- BRASIL entra no mercado do diamante. Comércio & Mercados, Rio de Janeiro, 14 (158): 38-40, out. 1980.
- DIAMANTE. Brasil perde US\$ 60 milhões por ano com o contrabando. Comércio & Mercados, Rio de Janeiro, 15 (161): 44-46, jan. 1981.
- O DIAMANTE. Metais e Gemas, Belo Horizonte, (1): 24-29, jun. 1981.
- FRANCO, Ruy Ribeiro. As principais áreas diamantíferas do Brasil. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 39 (362): 46-55, maio 1975.
- HASUI, Yociteru & PENALVA, Faustino. O problema do diamante do Alto-Paranaíba, Estado de Minas Gerais. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 19 (1): 71-78, set. 1970.
- O MERCADO de jóias com diamantes no Brasil. O Diamantário, Rio de Janeiro, 36 (415): 12, abr. 1980.
- PEDRAS preciosas: diamante. O Diamantário, Rio de Janeiro, 30 (342): 23, mar. 1974.

Estanho

Aspectos gerais

O metal tem o símbolo Sn, número atômico 50 e massa atômica 11,869.

Provavelmente, mil anos antes de Cristo já era elaborado e industrializado no mundo. Foi dos primeiros metais utilizados pelo homem.

As minas inglesas de Cornwall, hoje abandonadas, fizeram-se famosas a tal ponto que as Ilhas Britânicas foram chamadas Cassiterita, isto é, Ilhas de Estanho.

Trata-se de metal esbranquiçado, ligeiramente azulado, macio, contrariamente à maioria dos outros metais, podendo ser cortado com uma faca. Por isso, os recipientes fabricados com estanho puro perdem com facilidade a forma, mas as ligas de cobre e estanho são mais duras que o cobre puro. Aliás, a liga de cobre e estanho, ou seja, o bronze, orientou o processo da civilização.

O metal mantém-se brilhante ao ar seco e não se corrói, muito embora sobre ele se forme uma tênue camada de óxidos, fixa e invisível. Tal camada elimina-se facilmente com vapor de iodo.

Nem sempre o metal é prateado e brilhante pois pode aparecer sob três formas cristalinas diferentes (alotrópicas), todas estáveis em determinados limites de temperatura.

O estanho prateado, branco e brilhante, mostra-se estável entre 13°C e 180°C. Acima de 180°C, tem-se o estanho rômbico e, abaixo de 13°C, tem-se a forma alotrópica do estanho em pó cinzento. Essa particularidade é curiosa: barras de estanho em invernos rigorosos e prolongados podem transformar-se em pó, embora o fato não seja comum. A estrutura se destroça, havendo concomitantemente aumento de volume.

Dada sua grande estabilidade, o estanho é adequado à construção de destiladores de água, canalização, caldeiras etc..

Os sais de estanho são agentes oxidantes fracos. O cloreto estanoso (Sn Cl_2), aplica-se como redutor e fixador, e em perfumaria, para evitar a descoloração e a perda de odores. O óxido estânico dá aspecto fresco a vidros e esmaltes. Fungicidas para madeira, esmaltes opacos, tintas de borracha, vermífugos veterinários e outros utilizam o estanho.

A liga estanho-níquel é empregada na confecção de torneiras de água e similares e o latão (estanho, cobre, zinco e chumbo), tem também larga aplicação.

O cloreto estânico (Sn Cl_4) é fixador de importância comercial. O sal de Pink ($\text{Sn Cl}_6 \text{ NH}_4$)₂ é empregado em tinturaria, também como fixador mordente, e resulta da combinação do cloreto estânico com o cloreto de amônio.

Já os sulfetos são utilizados em química analítica, para caracterizar o estanho em forma de ion bivalente ou tetravalente, a partir de sua precipitação pela ação de ácido sulfúrico sobre as soluções ácidas dos respectivos sais.

A maior parte de estanho produzido no mundo é utilizada para cobrir metais, como o aço e ferro (folha de flandres). Também o papel de estanho já foi muito usado na conservação de alimentos, substituído hoje por folhas de alumínio, por papel celofane e plásticos.

Vasilhas domésticas, recipientes de leite (galões), e condutos de alimento líquido são cobertos de estanho, dado o alto poder de adesão do metal. Até mesmo o papel adesivo (fita adesiva), utiliza estanho, e bem assim tanques de petróleo e derivados são dele revestidos.

Importante aplicação alcançam as suas ligas, das quais o bronze emerge como a primeira, utilizada em canhões, molas espirais, pinos, tubos, fusíveis, fundição, odontologia, tipografia e outros. O metal de solda é uma liga de estanho e chumbo em várias proporções.

Compostos de carbono e estanho usam-se na cobertura de plásticos (cloreto de polivinilo), para protegê-los da descoloração.

Mineralogia

A cassiterita ou "pedra de estanho" é praticamente a única fonte de estanho comercial e se compõe de bióxido de estanho (SnO_2). Trata-se de minério de cor escura e, em sua estrutura, pode apresentar ainda o tântalo ($\text{Ta}_2 \text{O}_5$) e o ferro ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$).

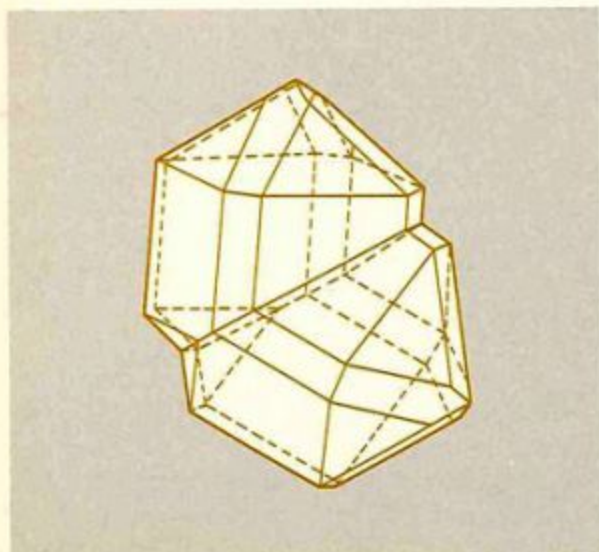
A cassiterita pertence ao sistema tetragonal, com hábito prismático e bipiramidal, apresentando às vezes geminações em cotovelo. Geralmente é granular, maciça ou em grãos rolados. Sua cor mais comum varia do castanho ao preto, podendo algumas vezes ser vermelho, branco ou amarelo, apresentando brilho adamantino a submetálico. Sua dureza está entre 6 e 7 e a densidade 6,8 a 7,1. Distingue-se de outros minerais por sua alta dureza e densidade e pela sua infusibilidade.

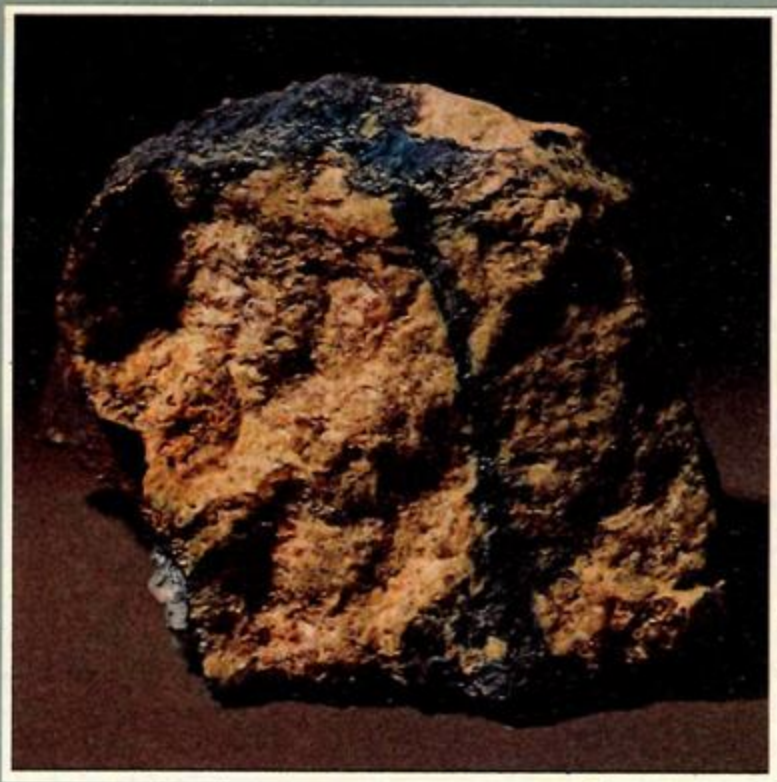
A cassiterita, embora tenha uma ampla distribuição na crosta terrestre, apresenta-se geralmente em depósitos com pequenas quantidades de minério. O estanho nativo é raramente encontrado na natureza, sabendo-se de pequenas ocorrências na União Soviética e Bolívia.

Além da cassiterita, devem ser mencionados outros minerais de estanho de importância secundária. Dentre estes, a estanita, sulfeto de cobre, estanho e ferro ($\text{Cu}_2 \text{Fe Sn S}_4$) de cor cinza a preto, maciço, apresentando dureza 4 e densidade 4,4. Ocorre em veios, associada à cassiterita, pirita, wolframita e quartzo. Outras vezes, ocorre associado à esfalerita, galena e pirrotita. Decompõe-se facilmente nas zonas de oxidação, dando lugar à limonita e à cassiterita, em forma de concreções terrosas e esponjosas.

A tealita, um sulfoestannato de chumbo (Pb Sn S_2), apresentando teor de 30,1% de estanho, é um mineral de cor cinza-escuro, de dureza baixa (1-2) e densidade 6,4.

Outro mineral de estanho é a cilindrita, um sulfoestannato de chumbo e antimônio ($\text{Pb}_3 \text{Sn}_4 \text{Fe Sb}_2 \text{S}_{14}$), de cor cinza-escuro, apresentando forma cilíndrica, com densidade 5,42 e dureza 2,5-3,0. O teor de estanho nesse mineral está em torno de 26%.





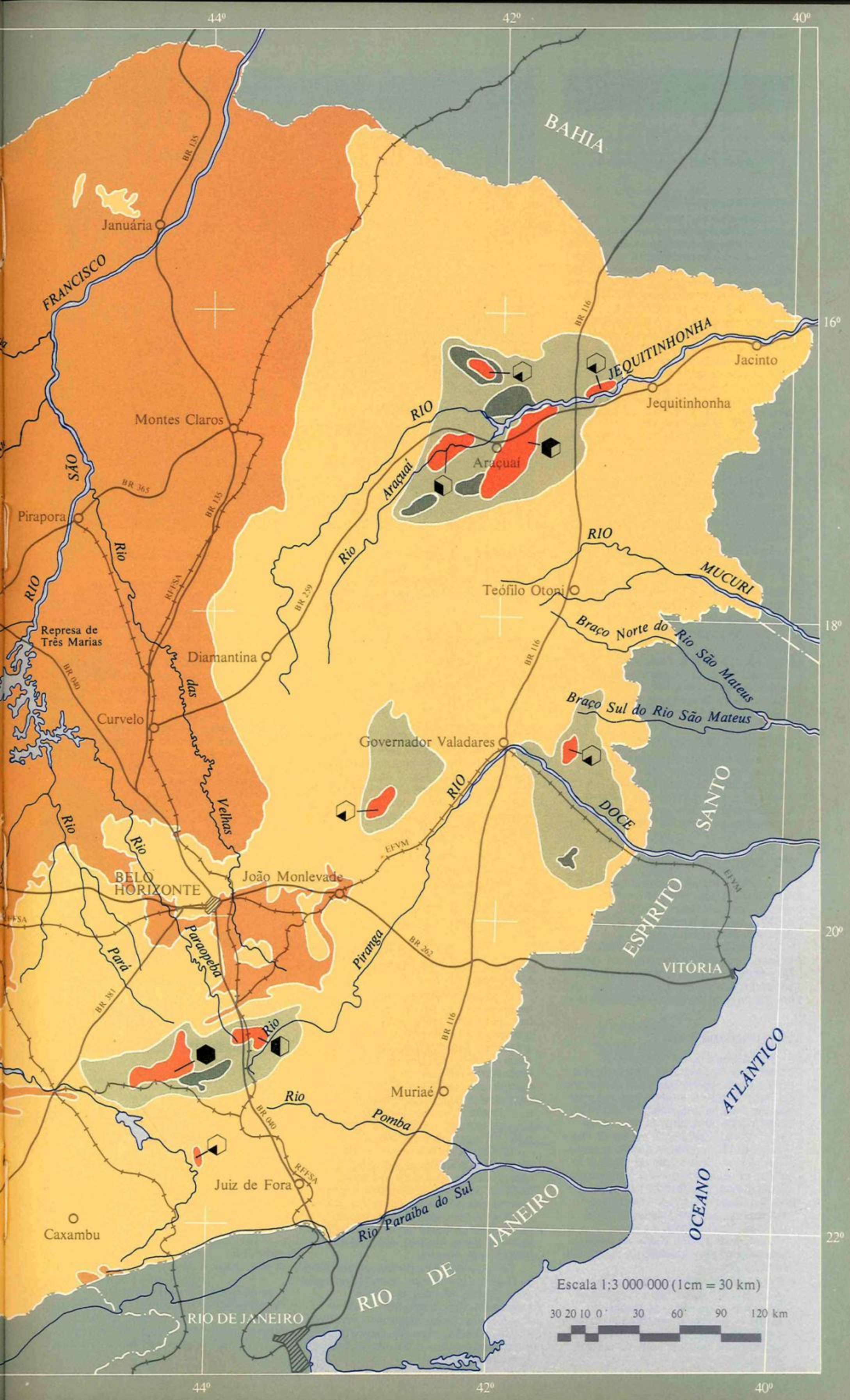
ESTANHO

- Área com recursos reais
- Área promissora
- Área favorável
- Área não favorável
- Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

- | | | |
|--|--|---|
| 1 | 3 - 4 | 8 - 10 |
| 2 | 5 - 7 | > 10 |

- | | |
|--|---|
| Curso d'água | Limite de Estado |
| Rodovia | Capital |
| Ferrovia | Cidade |



Geologia

A cassiterita ocorre em dois tipos de depósitos:

DEPÓSITOS PRIMÁRIOS

Invariavelmente encontrados em ambientes magmáticos de natureza calcoalcalina (rochas granitóides) e subvulcânicos.

Comumente se encontram na forma de veios hidrotermais, que participam, ou simplesmente bordejam, cúpulas de grandes batólitos graníticos, intrusivos nas bordas de cinturões dobrados de sedimentos terrígenos. Acredita-se que a origem dessas soluções hidrotermais se deva à separação da "fase aquosa" do magma residual enriquecido em voláteis e constituintes exóticos. Não obstante, há evidência de que, no mínimo, uma porção da água foi absorvida pelo magma, das rochas encaixantes, circunstância que aumenta a probabilidade da formação da fase aquosa.

Podem-se mencionar os seguintes tipos de depósitos primários de estanho:

- granitos de granulação grosseira e pegmatitos (cassiterita com scheelita, tantalita-columbita, bismuto, arsenopirita, berilo, espodumênio, molibdenita, etc);
- skarnitos (raramente constituem fontes comerciais de Sn);
- veios e disseminações em greisens e zonas sericitizadas (cassiterita com sulfetos de Fe, Zn, Cu, etc);
- disseminações e stockworks de quartzo em derrames riolíticos e pórfiros quartzo-feldspáticos, ignimbritos, etc.
- "pipes" de cassiterita (tipo raro de depósito);
- depósitos de sulfetos maciços (Sn, principalmente, como constituinte de esfalerita, galena etc. Não são considerados fontes comerciais de estanho).

DEPÓSITOS SECUNDÁRIOS

Resultam da desagregação dos depósitos primários por intemperismo, especialmente nos climas tropicais, atuais ou pretéritos, com a formação de pláceres aluviais e eluviais. Em geral, são os mais importantes, do ponto de vista econômico.

Panorama mundial

O continente asiático é responsável por cerca de 60% das reservas mundiais, que se concentram na Malásia, Tailândia, Indonésia e China, sendo a grande maioria em depósitos aluvionares e detriticos.

A União Soviética e a Bolívia possuem as maiores reservas fora do continente asiático. No primeiro, ocorrem depósitos primários e secundários, e na Bolívia os depósitos são, em grande parte, de filões e veios de minério.

Estanho no Brasil

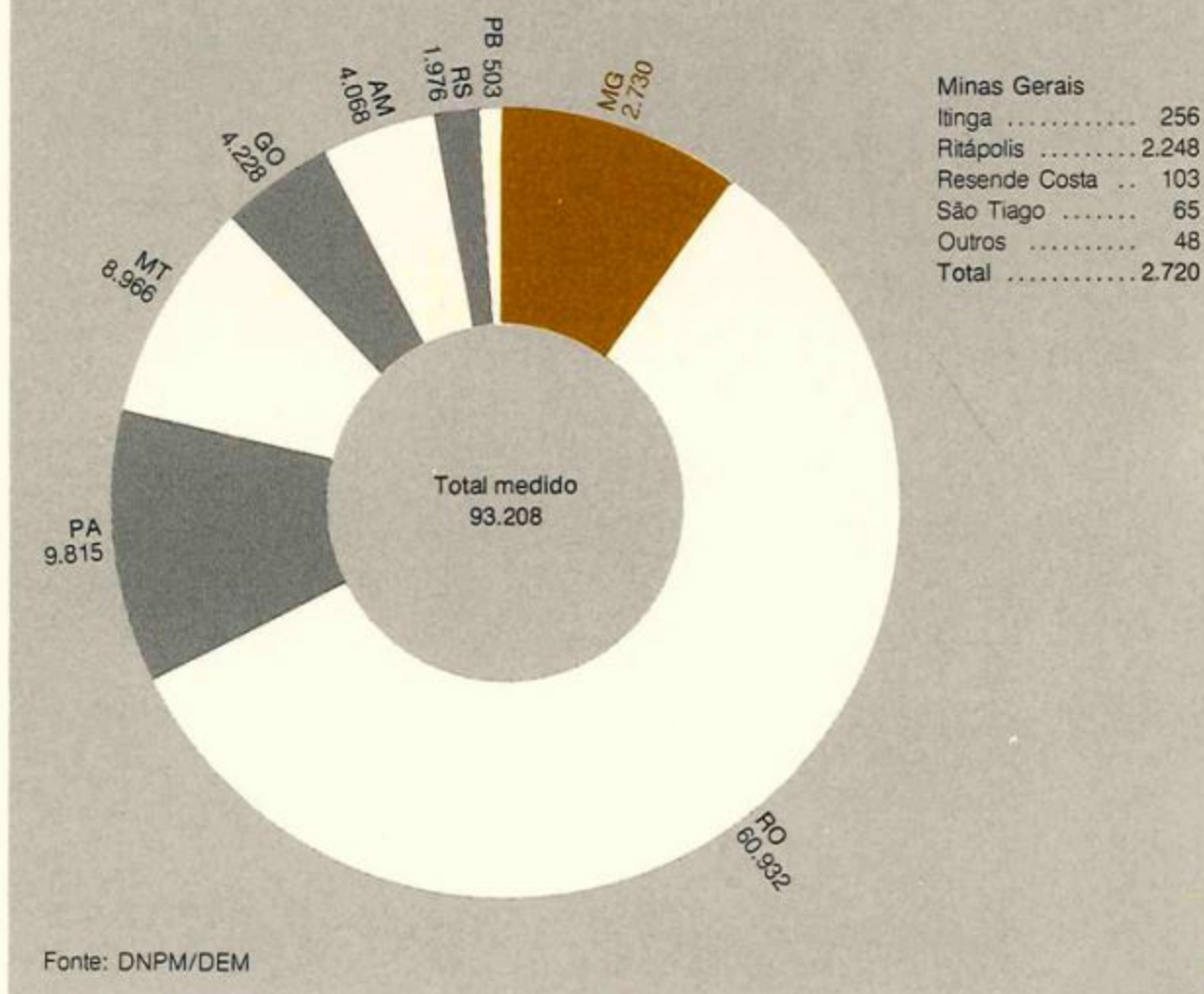
As maiores reservas brasileiras se concentram no Estado de Rondônia, que contribui com 65,4% das reservas medidas do País. O restante se situa nos seguintes estados: Pará (10,5%), Mato Grosso (9,7%), Goiás (4,5%), Amazonas (4,4%), Minas Gerais (2,9%), Rio Grande do Sul (2,1%) e Paraíba (0,5%), conforme quadro a seguir.

A reserva medida total do Brasil é de 93.208 toneladas de minério (concentrado de cassiterita), com 54.874 toneladas de estanho contido. A quase totalidade é originária de pláceres fósseis ou atuais (depósitos secundários).

Susczynski (1975), dividiu as áreas mineralizadas em cassiterita da Plataforma Brasileira em:

- **Província estanífera da Plataforma Amazônica:** englobando as regiões de Rondônia, a estanífera meridional do médio-Amazonas, a estanífera do Amapá, a estanífera e aurífera do rio Anauá e a estanífera da margem norte do médio-Amazonas.

Reservas brasileiras de concentrado de cassiterita - 1979 (t)



- **Província do Ciclo Brasilides:** compreendendo a faixa estanífera Atlântica (R.G. do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará), e a região estanífera de Goiás.

Estanho em Minas Gerais

As reservas de estanho em Minas Gerais ocupam o sexto lugar dentre os Estados, com um total de 2.957 toneladas de minério (concentrado de cassiterita), sendo 2.720 toneladas medidas, 177 toneladas indicadas e 60 toneladas inferidas.

A quase totalidade (84%) das reservas mineiras originam-se da área estanífera de São João Del Rei - Nazareno (municípios de Nazareno, Bom Sucesso, São Tiago, São João Del Rei, Resende Costa, Ritópolis etc), que já foi, antes da descoberta da província estanífera Amazônica, a mais importante produtora de estanho do País.

O restante (16%), das reservas conhecidas se concentra na área estanífera do rio Jequitinhonha (municípios de Itinga, Araçuaí e outros). Essas duas áreas estão englobadas na faixa estanífera Atlântica, na região estanífera mesossetentrional atlântica, cuja mineralização é ligada a rochas pegmatíticas.

ÁREA DE SÃO JOÃO DEL REI - NAZARENO

O Grupo Barbacena é predominante na região, sendo constituído por vulcânicas básicas metamorfasadas, que se associam a gnaisses e migmatitos. Prevelem ali anfibolitos, gnaisses anfibolíticos, anfibólio-xistos e migmatitos de paleossoma anfibolítico. Nessa área, o grupo se encontra disposto em faixas ENE-WSW, separadas e parcialmente digeridas por rochas graníticas e migmatíticas (granitização onde ter-se-ia formado rochas granodioríticas responsáveis pelas mineralizações estaníferas).

Nos locais mineralizados, em geral, têm-se granitos, gnaisses, granodioritos e quartzo-dioritos, por vezes alterados, cortados por veios de pegmatitos com estanho associado a titânio, ouro, nióbio, lítio e urânio. A mineralização secundária, principalmente aquela de aluviões (rio das Mortes e Santo Antônio), encontra-se praticamente exaurida.

Dentro dessa área podem-se mencionar as seguintes ocorrências: fazenda Cagengá e Volta Grande (eluviação), Boa Vista (pegmatito), Pari (pegmatito, eluviação e aluviação), São Tadeu (pegmatito), rio Santo Antônio (aluviação), mina do Joanico (aluviação), e nas margens do rio das Mortes (aluviação muito trabalhado).

ÁREA ESTANÍFERA DO RIO JEQUITINHONHA

Registram-se duas unidades de ocorrência regional, a saber:

Os xistos granatíferos Macaúbas (biotita-moscovita-clorita-quartzo-xistos granatíferos, com intercalações menores de quartzitos impuros - biotíticos ou feldspáticos).

Rochas graníticas (microclina - albita - moscovita granitos com granulação em torno de 2 mm); no contato granito e xisto ocorre uma faixa delgada (20m) de migmatitos de estrutura nebulítica.

Os corpos pegmatíticos são de formas lenticulares dentro do xisto, segundo o acamadamento ou a xistosidade, ocorrendo, ainda, diques e veios irregulares. Tais pegmatitos são explorados para o berilo, espodumênio, lepidolita, com o rejeito concentrado para a obtenção de cassiterita.

A principal área de ocorrência se delimita pelos rios Piauí, Jequitinhonha e córrego Taquaril, nos municípios de Itinga e Araçuaí.

Outras áreas estão plotadas no mapa que acompanha o texto.

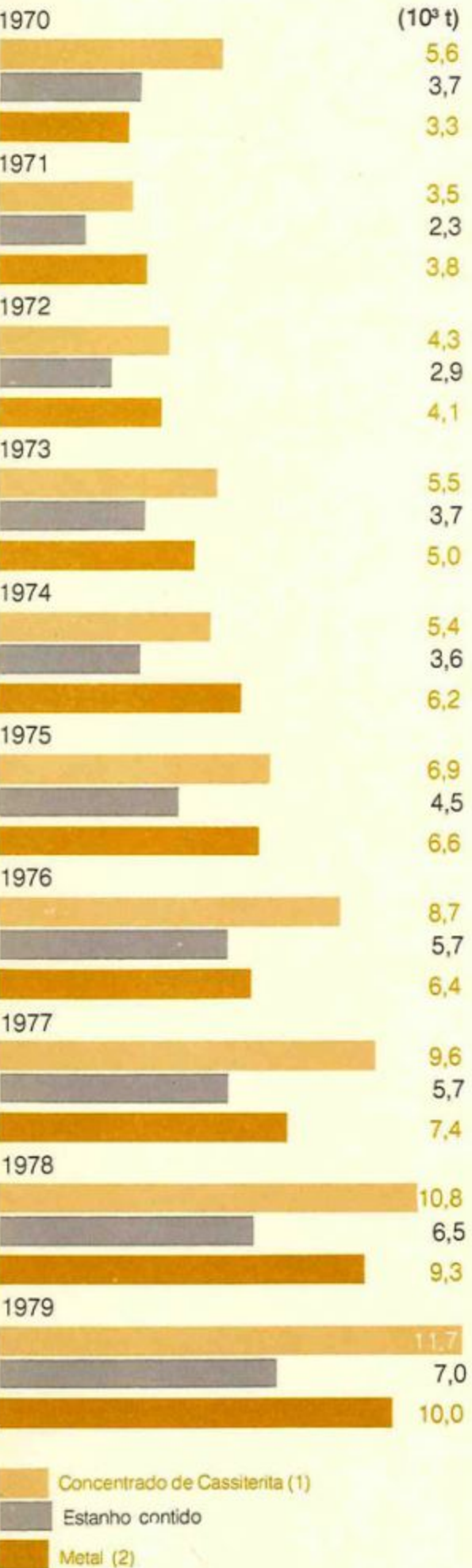
Economia

Produção brasileira

Da província estanífera de Rondônia provém a maior parte da produção de cassiterita, com cerca de 7.522 toneladas para um total nacional de 11.675 toneladas.

A produção brasileira de concentrado de cassiterita teve um crescimento da ordem de 14,2% a.a no período de 1970/1979, o que pode ser observado no gráfico apresentado a seguir:

Produção brasileira de estanho - 1970/79



Fontes: DEM/DNPM e CONSIDER

(1) Teor médio: de 1970 a 1976, 65% de Sn, a de 1977 a 1979, 60% de Sn contido.

(2) 1970 a 1973 foi estimada considerando o consumo de concentrado nacional e importado, admitindo-se uma perda de 10% na metalurgia.

A produção de estanho primário em nosso País, no entanto, foi, desde 1971, superior à produção de metal contido nos concentrados de cassiterita, obtidos da lavra e beneficiamento do minério.

Por isso, recorreu-se à importação de concentrados estaníferos e, ainda assim, a produção de estanho primário no Brasil atingiu em 1979, apenas 54% da capacidade metalúrgica total instalada no País.

Grande parte da cassiterita extraída em Minas Gerais provém das atividades de garimpo, pois encontra-se associada a pegmatitos, dificultando a pesquisa e a previsão da produção.

A produção de Minas Gerais de concentrado, em 1979, situou-se em torno de 200 toneladas, sendo que a Cia. de Estanho Minas Brasil participou com 88,8% da produção total. Apenas pequena parcela dessa produção foi destinada ao Estado de São Paulo.

Em Minas Gerais se localizam oito empresas produtoras de cassiterita e duas grandes empresas de estanho metálico, a Companhia Industrial Fluminense e a Companhia de Estanho São João Del Rey.

Demanda

A crescente utilização industrial do estanho, considerado um dos mais importantes metais não-ferrosos, levou o produto à posição destacada no setor minero-metalúrgico.

Seu consumo interno tem aumentado a taxas superiores ao do próprio mercado mundial, fato que tem contribuído para o aumento na produção nacional de Sn contido. O crescimento observado nos últimos dez anos situa-se em uma taxa média anual de 8,9%.

A crescente demanda resulta do incremento setorial de utilização desse metal, principalmente na indústria de folhas de flandres para produção de enlatados para comestíveis, derivados de petróleo, químicos e outros.

Exportação/Importação

Verifica-se que a produção de estanho primário no Brasil tem sido obtida com recurso supletivo de importação de concentrados de cassiterita, eis que a oferta interna de minério não foi suficiente para o atendimento da demanda interna no período 1970/1979.

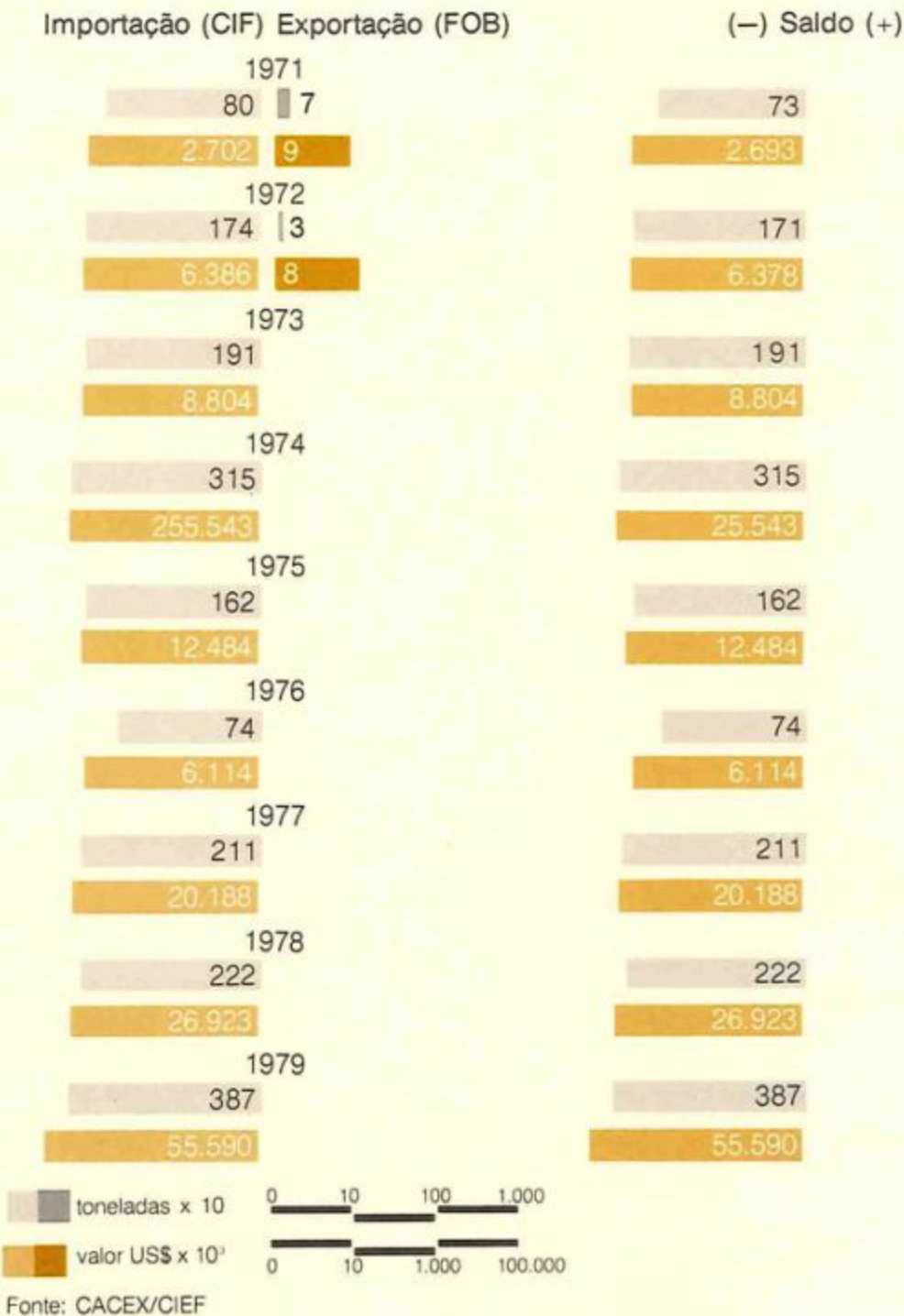
Tais importações, que em 1971 corresponderam a 25% do total da demanda de estanho contido em concentrados, apresentaram no período tendência nitidamente crescente, tendo participado com 45% do total de estanho contido nos concentrados, no último ano do período considerado.

Contudo, nosso País se apresenta auto-suficiente em metal primário, sendo mesmo exportador de estanho sob forma de metal em bruto e semi-acabado.

Perspectivas

O único setor que atualmente se apresenta problemático é o que diz respeito à produção de concentrado estanífero pois as reservas atualmente conhecidas têm vida útil de apenas cerca de oito anos. Portanto, devem ser intensificados os trabalhos de pesquisa nas zonas de mineração atualmente existentes e nas áreas com ocorrência conhecidas de cassiterita sob pena de se alcançar um estrangulamento no setor.

Comércio exterior de estanho em concentrados - 1974/79



Bibliografia

- CASSITERITA: de onde vem o nosso estanho.
Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro,
6 (65): 36-41, out. 1978.
- CASSITERITA: os mineradores brasileiros não
conseguem lucrar com a disparada dos preços.
Minérios, Extração & Processamento, São Paulo,
1 (8): 16-22, set. 1977.
- COSTA, Heitor Façanha da. As jazidas de estanho no
Brasil e o Continente Gondwana. *Geologia e
Metalurgia*, São Paulo, (41): 333-349, 1978.
- DRAGA tem bom desempenho na lavra de cassiterita.
Minérios, Extração & Processamento, São Paulo,
4 (39): 20-22, maio 1980.
- ESTANHO: Tricontinental vai produzir tantalita.
Minérios, Extração & Processamento, São Paulo,
3 (35): 22-23, jan. 1980.
- MEDEIROS, Noé. *Perfil analítico do estanho*. Rio de
Janeiro, DNPM, 1973. 39 p. (Brasil. DNPM. Bol.
13).
- NEGATIVA do Cie provoca preço recorde de estanho.
Minérios, Extração & Processamento, São Paulo,
4 (37): 14, mar. 1980.

Feldspato-Caulim

Aspectos gerais

A cerâmica tem por base a argila que, para endurecer, é cozida em forno. A operação tem por finalidade vitrificar a superfície da argila, enquanto o seu interior permanece poroso. É a louça, cujo processo mais típico de fabricação se deve a Wedgewood, famoso oleiro britânico do século XVII.

Enquanto a porcelana se produz com feldspato potássico, caulim e ossos, os ingredientes principais da cerâmica são caulim, argila, feldspato e sílex.

O feldspato tem a vantagem de aumentar a maleabilidade da mistura, antes do cozimento e, posteriormente, a sua resistência.

Além da indústria de cerâmica, compreendendo não só utensílios domésticos, mas também isolantes térmicos e elétricos, o feldspato e o caulim participam ainda da fabricação de vidros opalescentes, prótese dentária, pastas, sinalização de estradas etc.

O caulim é, ademais, utilizado na indústria do papel.

Os plagioclásios, enquanto isso, revelam menor importância que os feldspatos potássicos. Usa-se, às vezes, a albita na cerâmica. As variedades que apresentam opalescência são lapidadas e denominam-se pedra-da-lua.

Mineralogia

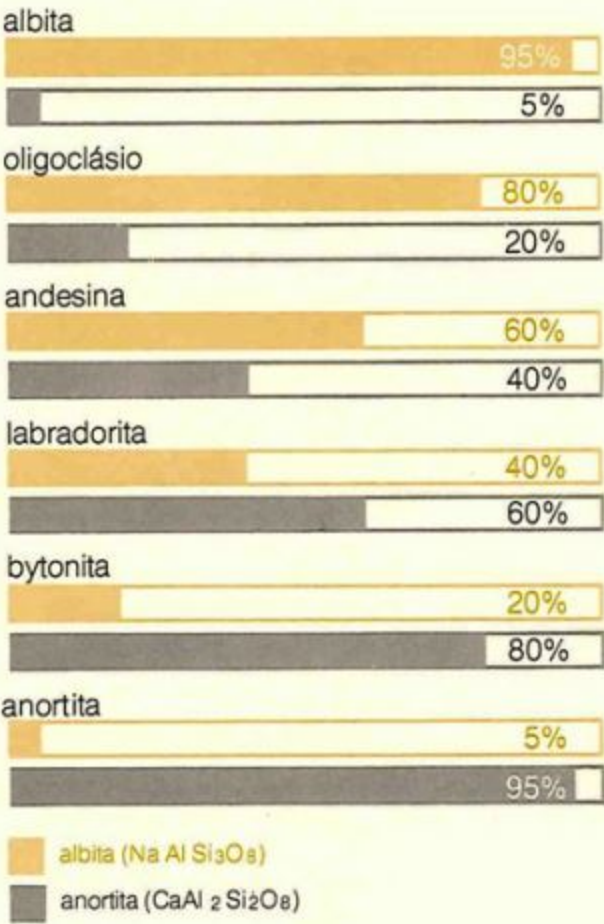
Os feldspatos são, entre os silicatos, os minerais de maior abundância na crosta terrestre, presentes principalmente em rochas ígneas (aprox. 60%), e metamórficas (aprox. 30%), sendo encontrados em baixas proporções em rochas sedimentares (10-11%).

São silicatos de potássio, sódio e cálcio e, mais raramente, podem conter o bário na sua estrutura. Esquematicamente podem ser assim divididos:

Grupo dos feldspatos

- Sistema monoclinico
ortoclásio - $KAlSi_3O_8$
ortoclásio sódico - $(K, Na) Al Si_3O_8$ e $(Na, K) Al Si_3O_8$
hialofana - $(K_2, Ba) Al_2Si_4O_{12}$
celsiana - $Ba Al_2 Si_2O_8$
- Sistema triclínico
microclínio - $K Al Si_3O_8$
microclínio sódico - $(K, Na) Al Si_3O_8$
anortoclásio - $(Na, K) Al Si_3O_8$

Série albita-anortita (plagioclásios)



O ortoclásio é um silicato de alumínio ($KAl Si_3O_8$), que se cristaliza no sistema monoclinico. Neste, os cristais se apresentam com hábitos prismáticos, geralmente geminados, e com duas clivagens distintas. Sua dureza é 6, densidade 2,57, mostrando brilho vítreo, incolor, às vezes branco ou cinza-vermelho.

A adulária é uma variedade incolor, de translúcida a transparente.

A sanidina é uma variedade geralmente transparente, ocorrendo em fenocristais de algumas rochas ígneas.

A hialofana é uma variedade de ortoclásio, na qual o bário substitui parcialmente o potássio e mostra densidade de 2,58 a 2,82.

A celsiana, $Ba (Al_2Si_2O_8)$, é variedade rara de feldspato.

O microclínio é um mineral de cor branca a amarelo-claro, raramente roxo a verde. Seu brilho é vítreo, às vezes perláceo. Cristaliza-se no sistema triclínico, em cristais geralmente geminados, mostrando duas clivagens perpendiculares e perfeitas, além

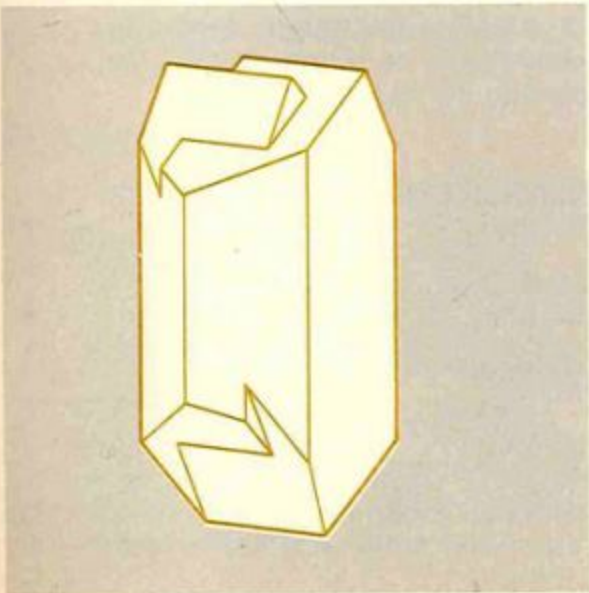
de uma terceira, pouco nítida, com ângulo de 80°. Sua dureza varia de 6 a 6,5 e a densidade de 2,54 a 2,57.

Quando o sódio substitui o potássio, em excesso, o mineral é denominado anortoclásio.

A amazonita é uma variedade do microclínio, de cor verde-azulado.

Os plagioclásios são feldspatos que formam uma série isomórfica contínua, que vai da albita pura ($Na Al Si_3O_8$) à anortita pura ($Ca Al_2 Si_2O_8$). Suas propriedades variam, no entanto, nas mesmas proporções que as suas composições. Cristalizam-se no sistema triclínico, apresentando cristais tabulares, geralmente geminados, com clivagem perfeita em uma direção e boa em outra, formando ângulo entre as clivagens de 93° 34' para a albita, de 94° 12' para a anortita. Sua dureza é 6 e a densidade é de 2,62 na albita e de 2,76 na anortita. São incolores, brancos ou acinzentados, mostrando brilho vítreo a nacarado.

Os minerais do grupo da caulinita estão descritos no item das argilas.



Geologia

Feldspato

O feldspato, apesar de constituir mais de 50% das rochas ígneas, se concentra economicamente em pegmatitos (vide Berílio), especialmente os graníticos, e menos comumente é extraído de nefelinasienitos. Outra fonte de feldspato são as areias feldspáticas sedimentares.

O ortoclásio e o microclínio são minerais comuns, formados durante a cristalização das rochas ígneas e por processos hidrotermais, quando presentes em veios pegmatíticos. Ocorrem em diversas rochas ígneas, principalmente granitos e sienitos. Nos pegmatitos apresentam-se bem-desenvolvidos, associados ao quartzo, moscovita e albita e, mais raramente, em rochas sedimentares como arcósios e arenitos.

Em processo de meteorização, alteram-se em carbonato de potássio solúvel e os resíduos se acumulam em forma de argila (caulim).

Os plagioclásios se encontram em rochas ígneas e metamórficas, raramente nas sedimentares, sendo a proporção destes e dos feldspatos potássicos um método de classificação das primeiras.

Panorama mundial

As maiores reservas de feldspato estão nos Estados Unidos (20% das reservas do mundo), principalmente em pegmatitos, nos Estados de Carolina do Norte, Maine (no distrito de Spruce Pine), e Dakota do Sul (em Black Hills), na França, Alemanha Ocidental, Itália, Espanha e México (5% das reservas mundiais para cada um). As reservas mundiais são de 900 milhões de toneladas.

Feldspato no Brasil

O Brasil detém 1,5% das reservas mundiais, provenientes totalmente de pegmatitos que se distribuem nas seguintes províncias:

- **Província Pegmatítica Meridional:** abrange o extremo sudoeste de Minas Gerais e a região de Campinas - Mogi-Mirim - São Paulo, e é constituída por diques de pegmatitos em gnaisses do pré-Cambriano inferior e em xistos do Grupo São Roque. As reservas dessa província, excluindo Minas Gerais, são de 3,2 milhões de toneladas.
- **Região de Blumenau - Criciúma (SC):** constituída por pegmatitos encaixados no pré-Cambriano de Santa Catarina. Possui reservas de 230.000 toneladas.
- **Região do Rio de Janeiro:** Compreende também o sul de Minas Gerais e do Espírito Santo, constituída por pegmatitos nos Grupos Serra dos Órgãos e Paraíba - Desengano. As reservas desta região, excluindo Minas Gerais, são de 2,3 milhões de toneladas.
- **Província Pegmatítica da Borborema:** nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, constituída por pegmatitos encaixados em rochas arqueanas e proterozóicas. Os dados de reservas desta região computam apenas os municípios de Equador (RN) e Caruaru (PE), com 60.000 toneladas.
- **Região de Itapiúna:** a sul de Fortaleza, com pegmatitos intrusivos no Grupo Ceará.
- **Região de Campo Largo:** no Paraná, pegmatitos no Grupo Açungui.
- **Região de Encruzilhada do Sul:** no Rio Grande do Sul, nas localidades de Encruzilhada, Rio Pardo, Taquaril etc, pegmatitos que fornecem feldspato à indústria local.
- **Província Pegmatítica Oriental:** abrange Minas Gerais, sul da Bahia e oeste do Espírito Santo.

Feldspato em Minas Gerais

Em Minas Gerais, as reservas se concentram na Província Pegmatítica Oriental, na qual se inserem os vales dos rios Doce e Jequitinhonha (região de Governador Valadares, Teófilo Otoni, Aimorés, Berilo, Pedra Azul, Araçuaí, Salinas etc.) e na província Meridional no sudoeste do Estado (Pouso Alegre, Ouro Fino, Extrema etc), com ocorrências e pequenas lavras no sudeste de Minas (Espera Feliz, Caiana etc).

Os locais de ocorrência de feldspato no Estado encontram-se no mapa deste trabalho.

Os pegmatitos da Província Oriental encaixam-se em granitos (corpos lenticulares ou diques), ou em xistos (veios, lentes ou corpos tabulares concordantes), do pré-Cambriano C.

As reservas mineiras são da ordem de 8,7 milhões de toneladas, 85% provenientes da região de Araçuaí, Itinga e Governador Valadares, e o restante do sudoeste do Estado. As reservas não representam a totalidade do potencial, devido aos muitos pegmatitos trabalhados em regime de garimpagem.

CAULIM

O caulim é uma argila formada principalmente por ação de soluções (água ácida, p. ex.), sobre rochas aluminosas.

São os seguintes os principais tipos de ocorrência: veios (derivados do intemperismo de pegmatitos), mantos (derivados de áreas de rochas ígneas metamórficas), depósitos de substituição e depósitos acamadados (derivados de arenitos feldspáticos ou depósitos alóctones secundários).

Economia

Panorama mundial

Os principais depósitos do mundo situam-se na Inglaterra (Cornwall e Devon), China (distrito de Chimen), Tchecoslováquia (Zettlitz e Pilsen), E.U.A. (acompanhando os depósitos de feldspato), e Alemanha (Kemmlitz e Halle). As reservas mundiais são estimadas em 12 x 10⁹ toneladas.

Caulim no Brasil

As reservas brasileiras são de 1,1 bilhão de toneladas distribuídas por 15 Estados, destacando-se as reservas do Pará, Amapá, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina.

Caulim em Minas Gerais

As reservas mineiras situam-se, principalmente, no Quadrilátero Ferrífero, região de Itabirito - Caeté e Pedro Leopoldo - Inhaúma (derivadas de gnaisses e ígneas ácidas), na Zona da Mata, próximo a Cataguases, Brás Pires, Mar de Espanha etc. (originadas de diques pegmatíticos), e no Triângulo Mineiro, área de Uberaba - Sacramento (provenientes de sedimentos argilo-arenosos-tufáceos da Formação Bauru), além das reservas ligadas aos pegmatitos da província oriental (Cel. Murta), e meridional (Bueno Brandão, Cambuí, Monte Sião etc). Outros depósitos podem ser identificados no mapa que acompanha esse trabalho.

ECONOMIA/Feldspato

Reservas brasileiras

O Brasil mostra-se um modesto detentor de reservas de feldspatos a nível mundial.

As reservas brasileiras totalizam 13 milhões de toneladas e se concentram nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, como se observa no gráfico da página seguinte.

Produção de feldspato

Os maiores produtores de feldspato são os países industrializados possuidores de grande indústria cerâmica e de vidros, como os Estados Unidos, Alemanha Ocidental, França e Espanha.

A produção brasileira de feldspato provém, basicamente, de Minas Gerais e São Paulo, representando cerca de 75% da produção nacional em 1980.

Com exceção da produção das Empresas Arqueana de Minérios e Metais S/A e Sandspar, a produção no Brasil se resume à garimpagem, resultado de um trabalho voltado preferencialmente para a obtenção de gemas.

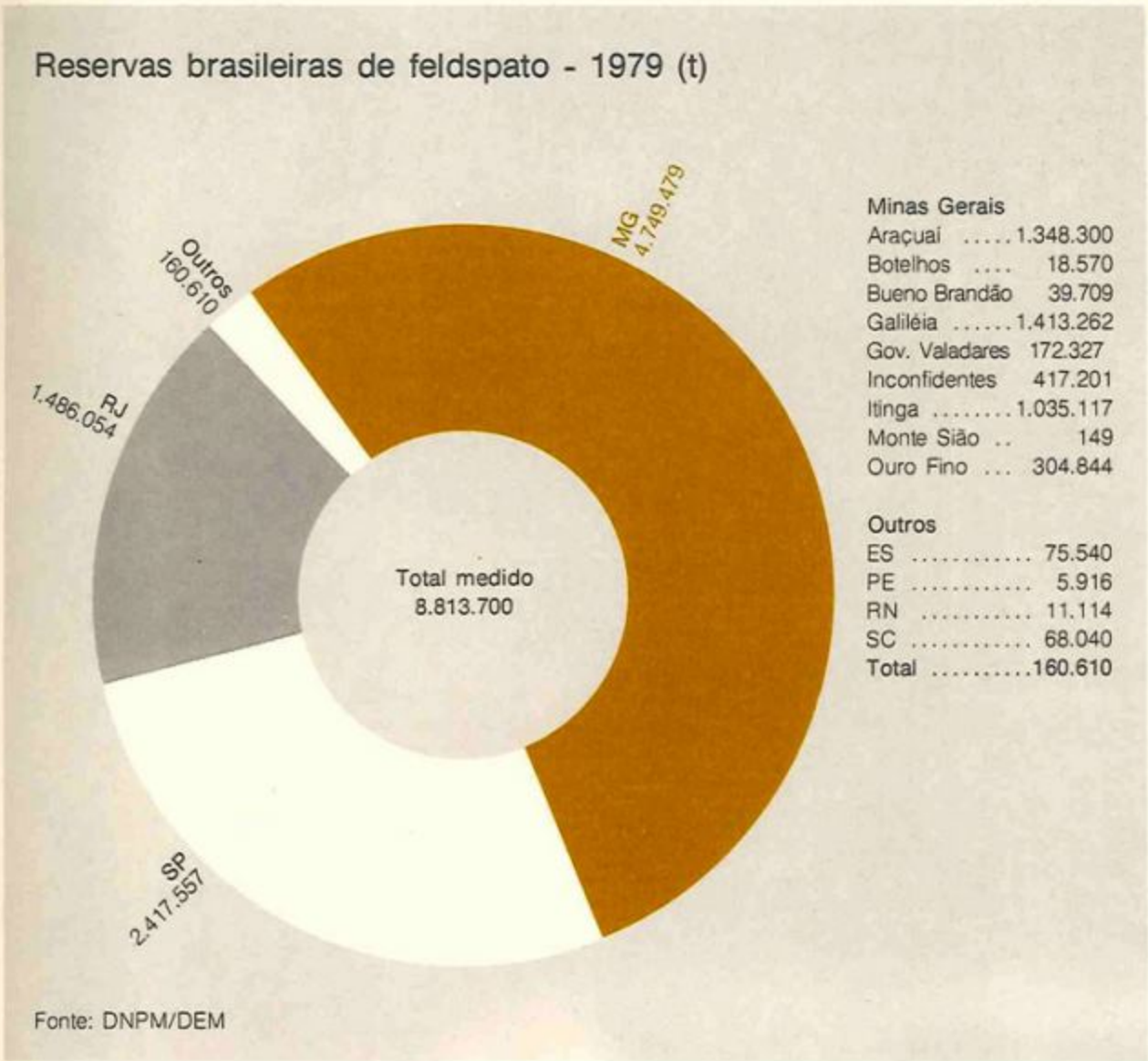
Demanda brasileira

O maior consumo ocorre na indústria cerâmica, com 75%, seguida pelas de vidro, porcelana e esmaltação. A demanda interna de feldspato beneficiado apresentou um crescimento da ordem de 42% a.a., no período de 1978/80.

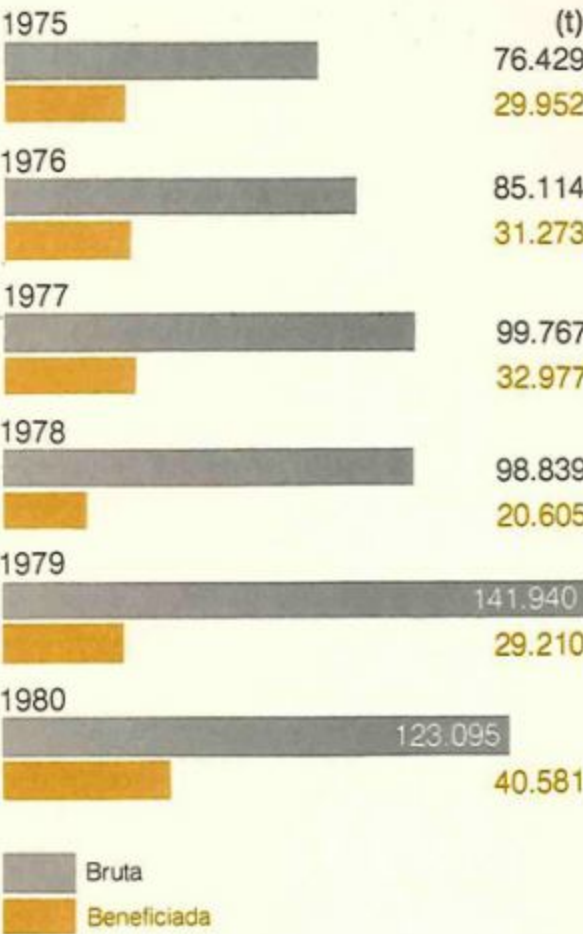
Exportação/Importação

O Brasil é exportador, ainda que não muito firme, no mercado exterior. As exportações não foram muito significativas nesse período, destinadas em quase sua totalidade à Itália.

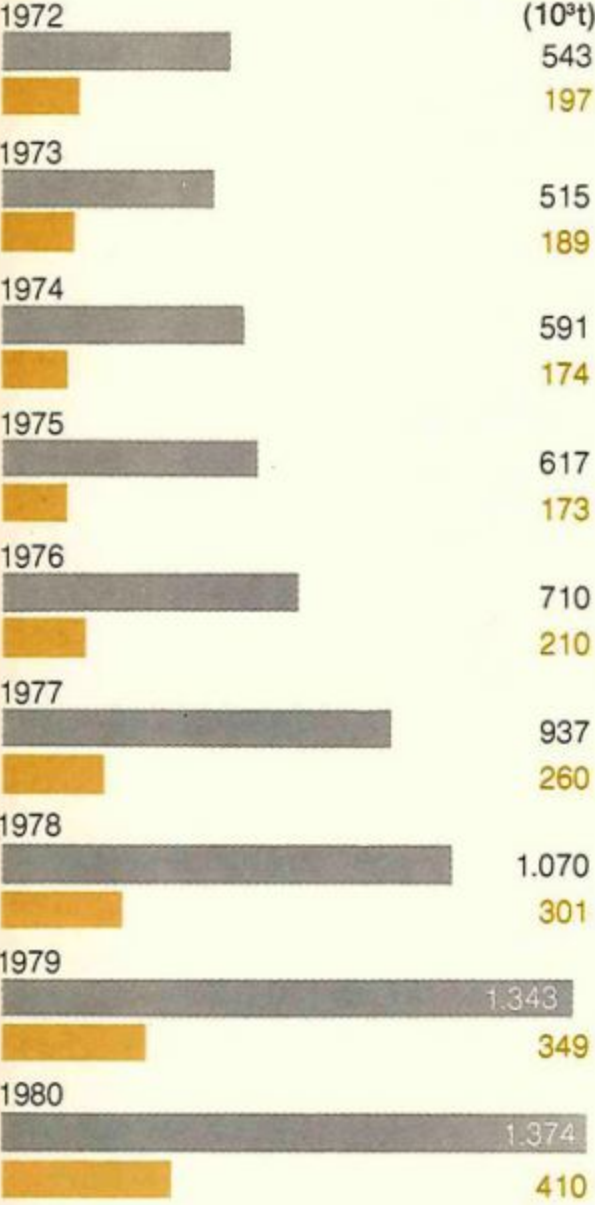
Pequenas quantidades de feldspato, todavia, foram importadas no período 1975/80, totalizando 13 toneladas. As principais fontes de fornecimento têm sido Suíça, Alemanha Ocidental e Estados Unidos.



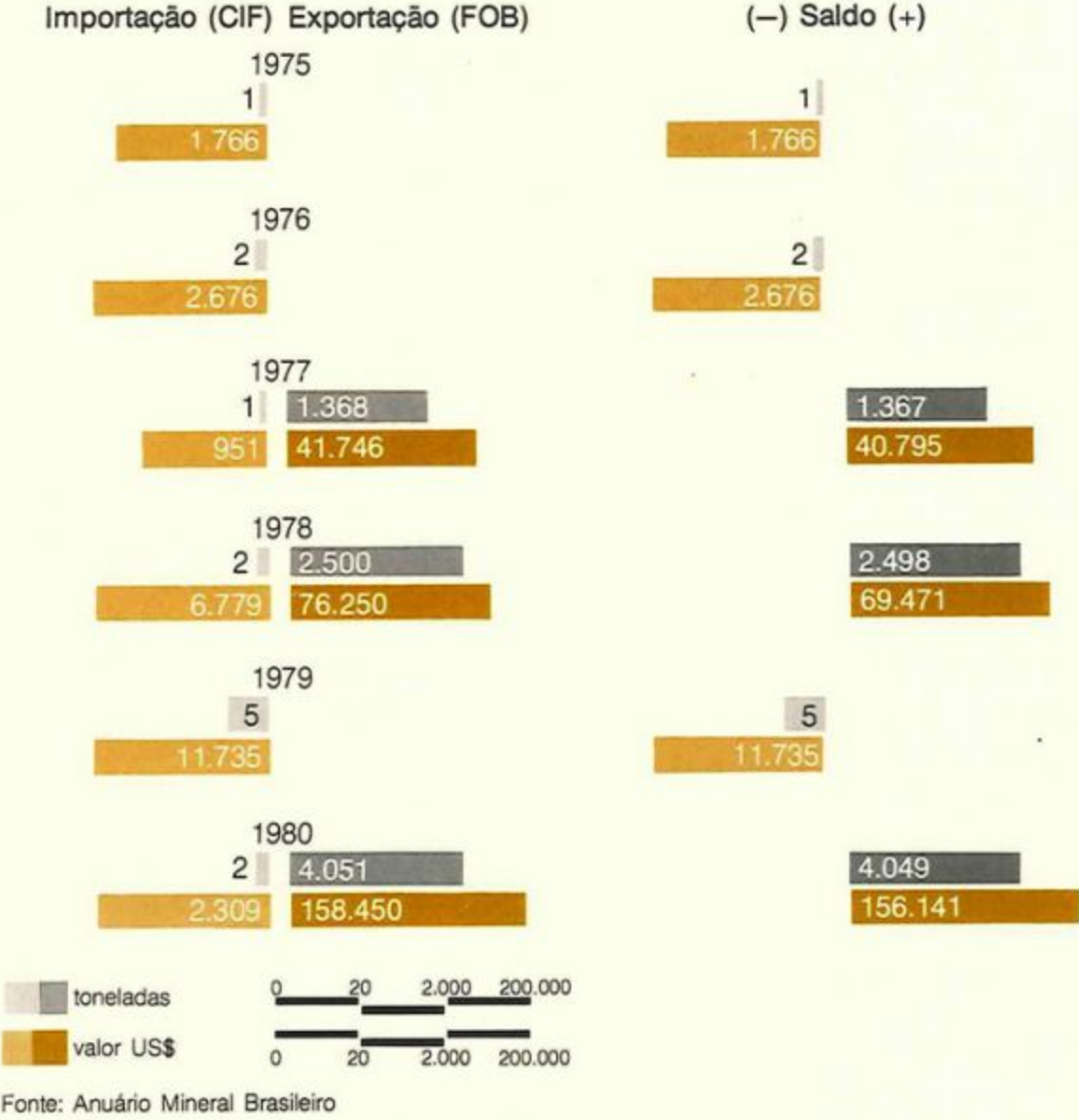
Produção brasileira de feldspato - 1975/80



Produção brasileira de caulim - 1972/80



Comércio exterior de feldspato - 1975/80



Perspectivas

No mercado de feldspato podem-se ressaltar, entre outros, os seguintes aspectos:

- os consumidores de feldspato, em sua totalidade, carecem de um fornecimento baseado em uma estrutura empresarial consolidada, que proporcione segurança de abastecimento.
- o fornecimento é essencialmente irregular, tanto sob o aspecto de quantidade e qualidade quanto em relação a preços.
- até 1985 deverá haver uma demanda insatisfeita da ordem de 30.000 ano de feldspato.

Reservas brasileiras

As reservas oficiais brasileiras estão destacadas no gráfico da página 130.

Produção

Observando-se acima, os dados que constam da série histórica, verifica-se crescimento de produção que, se não apresentou mudanças bruscas, vem evoluindo a taxas ascendentes.

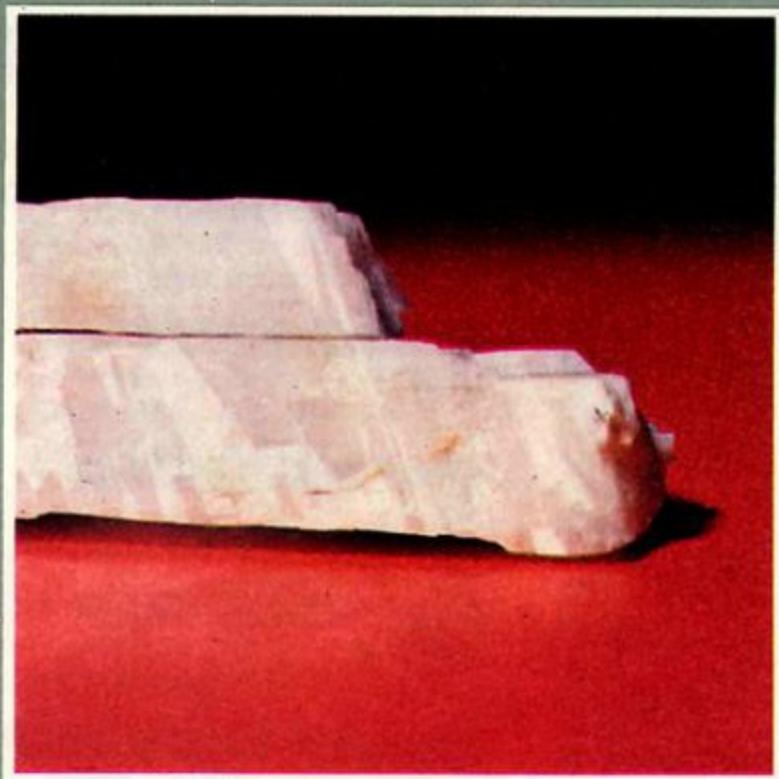
O Território Federal do Amapá, através da Caulim da Amazônia Ltda., participou com 37% da produção beneficiada do País, destinando a maior parcela ao mercado externo.

Minas Gerais participou com 26% da produção do Brasil e possui 62 áreas, sendo que 32 estavam em atividades em 1979, operadas por 14 empresas, responsáveis pelo total de caulim produzido.

Os demais Estados participaram com aproximadamente 37% do total, dirigindo sua produção ao mercado interno.

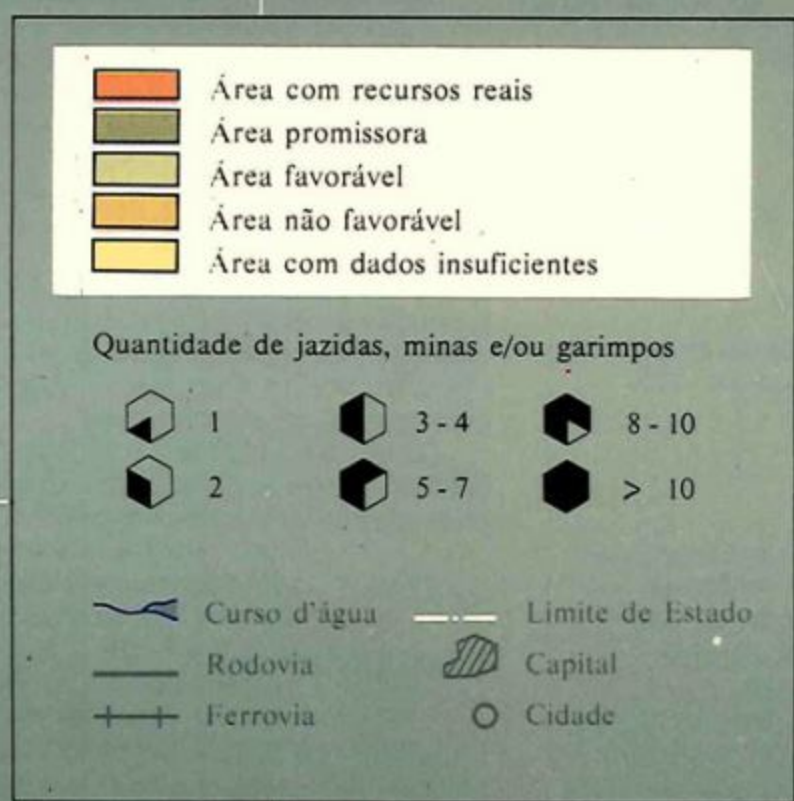
Demanda

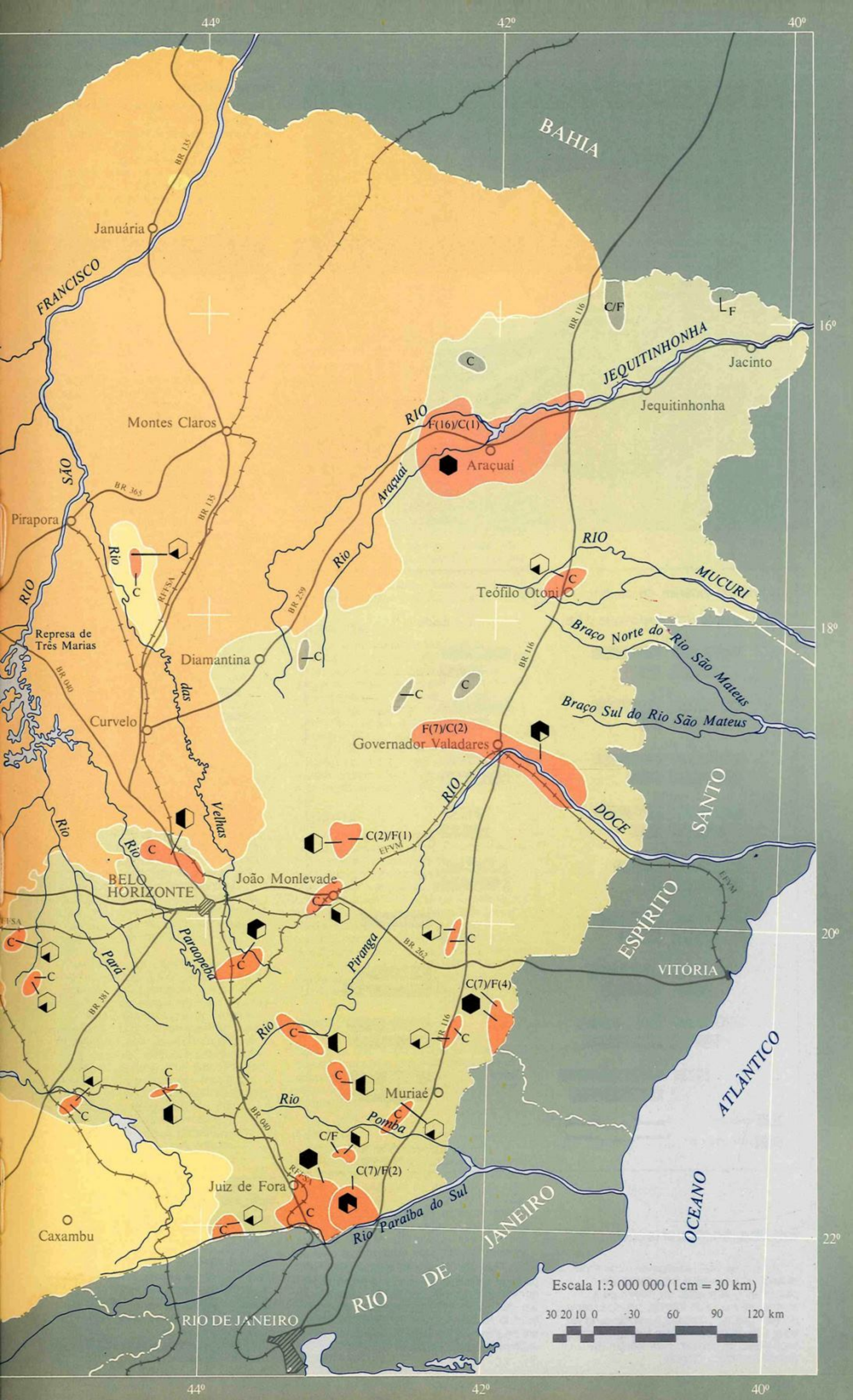
A demanda interna de caulim vem crescendo a uma taxa geométrica anual em torno de 4,5%, admitindo-se um consumo setorial de 60% para a indústria cerâmica, 33% para a de papel e 7% para outras.

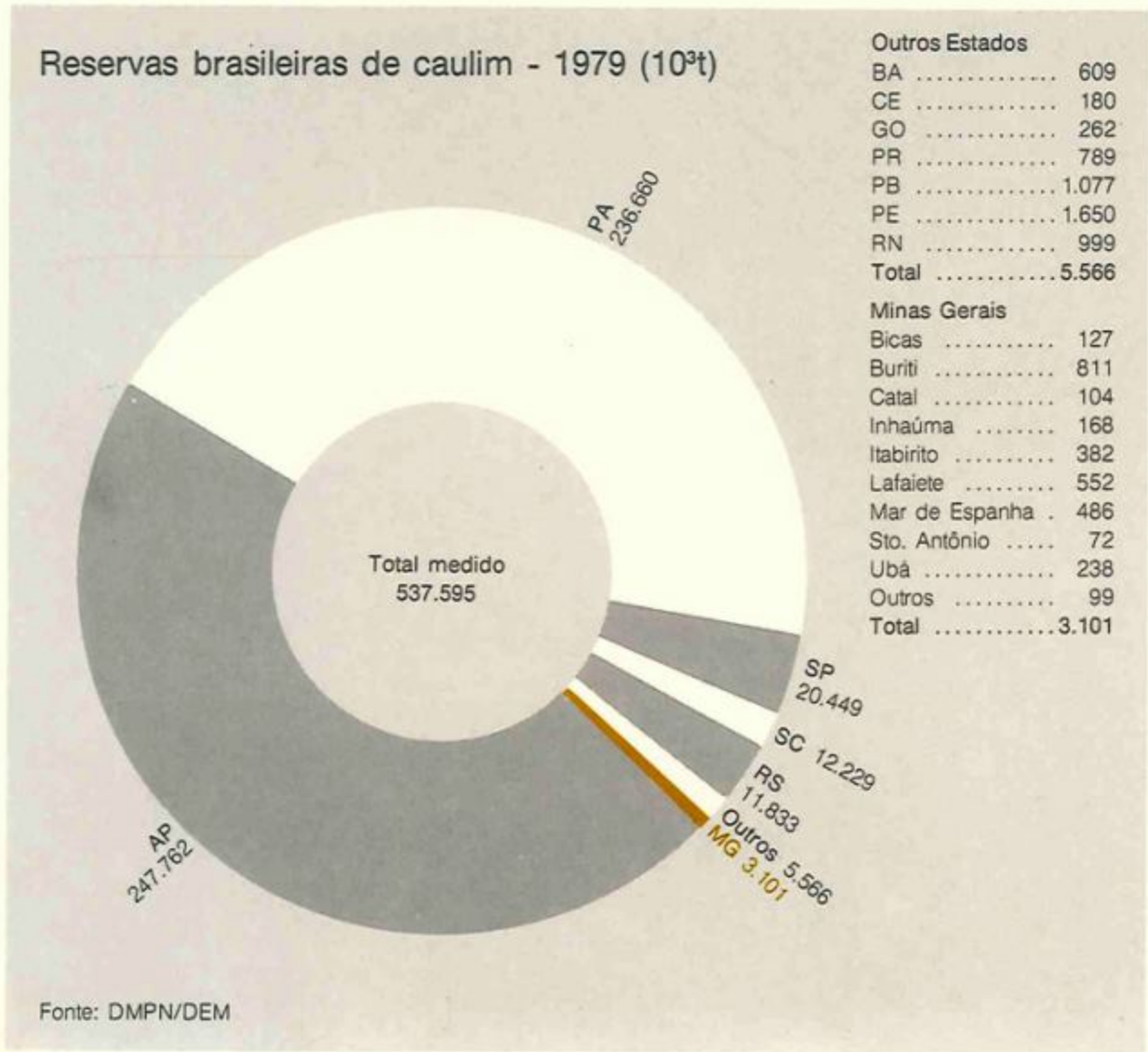


FELDSPATO - CAULIM

Feldspato (F), Caulim (C).



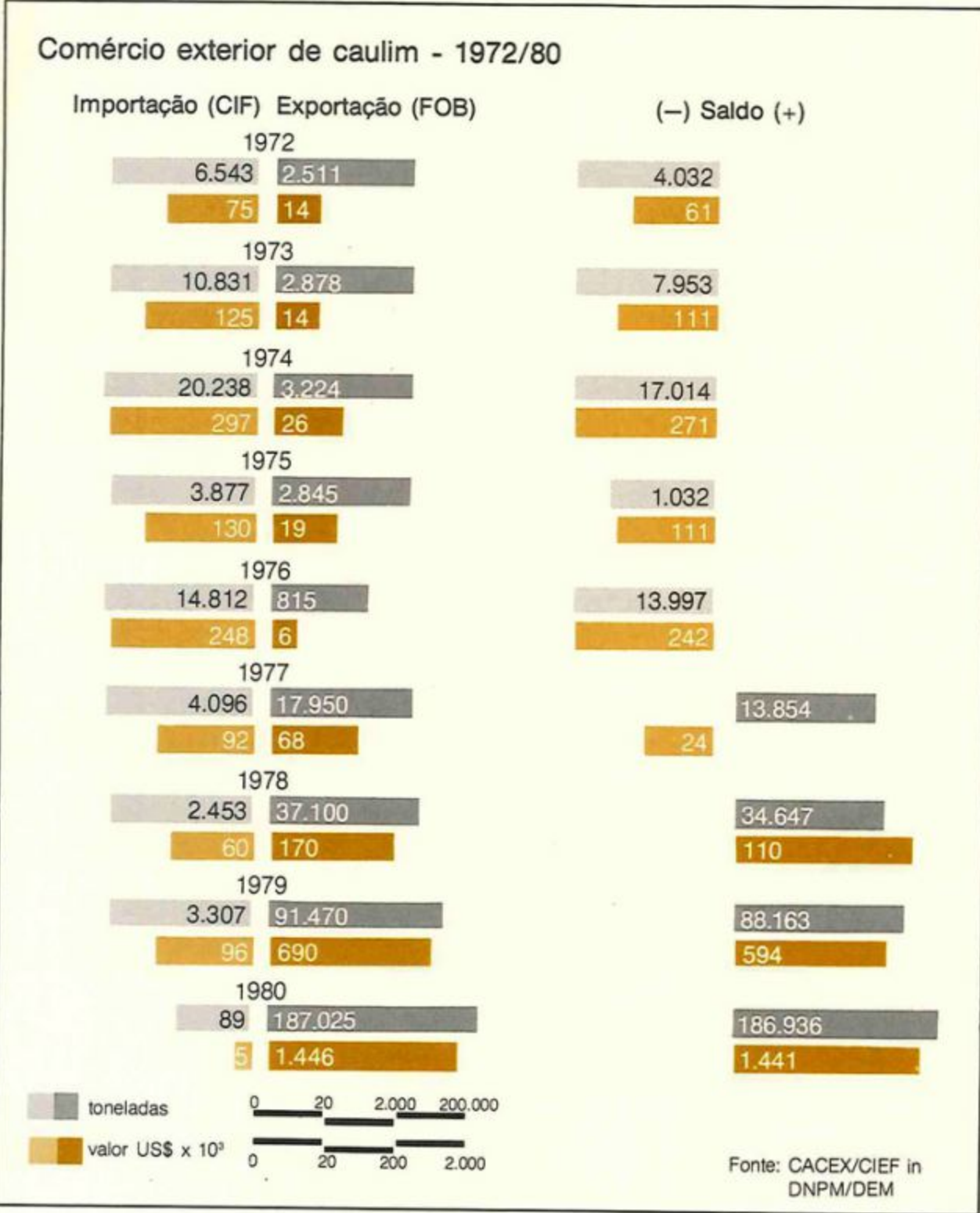




Perspectivas

O País possui excelentes níveis de reservas de caulim. As projeções efetuadas pelo Balanço Mineral Brasileiro indicam uma vida útil de 379 anos, atingindo 431 se somados as reservas inferidas.

Outro fator relevante se refere às taxas de crescimento da oferta interna, que registram 8,8%, enquanto a demanda se situou em torno de 4,5%, ocasionando uma elevação do superávit interno e, em consequência, disponibilidade de minério para o mercado externo.



Exportação/Importação

A partir de 1977, analisando o comércio exterior, observa-se a importação de pequenas quantidades de caulim para atender ao mercado interno, principalmente do tipo "coating", as quais tenderão cada vez mais a diminuir, ou mesmo extinguir, com o suprimento do produto pela Caulim da Amazônia Ltda. - Cadam.

No que diz respeito às exportações, pode-se afirmar que houve significativos aumentos, passando de 17.950 toneladas em 1977, para 187.025 toneladas em 80, tornando positivo o saldo comercial brasileiro em decorrência do incremento das exportações pela Cadam.

Bibliografia

CALIL, Sergio Fuchs & SANTOS, Persio de Souza. Propriedades geológicas das barbotinas de algumas argilas e caulins brasileiros utilizadas em cerâmica sanitária. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 38(361): 6-11, abr. 1975.

CAULIM nacional para o mundo. Química e Derivados, São Paulo, 9 (115): 5, set. 1975.

COSTACURTA, Jobel José. Perfil analítico do feldspato. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 45 p. (Brasil. DNPM. Bol. 32).

QUEM importa caulim? Comércio Exterior, Brasília, (47): 4, marc./abr. 1979.

Ferro

(ocre)

Aspectos gerais

Intensamente distribuído em todo o mundo, o ferro foi dos primeiros metais utilizados pelo homem.

Conhecido 4000 a.C. na civilização egípcia, o seu uso tornou-se particularmente importante a partir de 800 a.C., início da Idade do Ferro. Com o advento do coque, substituindo o carvão vegetal, ele se difundiu amplamente.

No Brasil, sua mineração inicia-se em Sorocaba, em 1597, quando Afonso Sardinha localizou jazidas naquela região. Produziu, em escala modesta, vários forjados. A fábrica, que construiu, chamou-se São João de Ipanema e teve vida curta.

Pouco mais de cento e cinquenta anos depois, Sorocaba novamente aparece como centro minerador. Ali, a partir de 1766, registra-se o surgimento de várias oficinas, que desenvolveram a fabricação de instrumentos de ferro, utilizando o minério da região, e que se destinavam à crescente mineração de ouro no local e, posteriormente, ao crescente desenvolvimento de idêntica atividade em Minas Gerais.

Em 1808, o Intendente Câmara escolheu o Morro do Pilar, em Minas Gerais, como local para construção de um alto-forno. Paralelamente, o Barão Eschewege, nomeado diretor da Seção de Mineração da Administração Colonial, coloca-se à frente do grupo fundador da "Usina Patriótica", em Congonhas do Campo. Ambas aproveitavam o minério das respectivas localidades. Posteriormente, outras usinas no Curral del-Rei e em Itabira começaram a operar, todas produzindo instrumentos rudimentares de ferro.

Em 1818, Varnhagen reativou a antiga fábrica de Sorocaba e promoveu a primeira corrida de ferro fundido. No mesmo período, João Monlevade, em Caeté, assentava a planta de uma iniciativa semelhante. O crescimento de forjarias foi tão intenso na região do atual Quadrilátero Ferrífero que, à altura da Guerra do Paraguai, já se podiam enumerar cerca de 120 unidades em diversos locais.

Os processos para a utilização do ferro envolvem duas etapas: a primeira, a redução do minério de ferro para gusa; a segunda, o tratamento do gusa para chegar até ferro em barra, o ferro direto do forno de fundição (ferro-gusa) e o aço. A maior parte do gusa é transformada em aço, que é uma liga de ferro e carbono, este em pequena proporção (normalmente inferior a 1%), apresentando propriedades físicas de maior vantagem. Desenvolveram-se posteriormente processos de fabricação de aços especiais, com a adição de outros elementos, como o manganês, cromo, níquel, cobalto, nióbio e tungstênio, propiciando propriedades específicas ao aço.

Mineralogia

Depois do alumínio, o ferro é o metal mais abundante da litosfera, constituindo 4,2% desta. Sem dúvida, é a espinha dorsal da civilização moderna, com emprego difundido amplamente a partir do século XIX. Os principais minerais de minério de ferro são a magnetita, hematita, limonita e siderita. A magnetita (Fe_3O_4), embora contenha a maior porcentagem de ferro (72,4%), apresenta-se pouco distribuída, enquanto a hematita (Fe_2O_3), que apresenta teores mais baixos de ferro (70%), é o minério de maior utilização.

A limonita ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) com 59,9% de Fe, e a siderita (FeCO_3), com 48,3% de Fe, são os de menor emprego.

As impurezas encontradas nos minérios de ferro, principalmente nas limonitas, são sílica, alumina e álcalis, além de compostos de enxofre e fósforo. Em virtude disso torna-se às vezes necessário o tratamento do minério para a eliminação dessas impurezas.

MAGNETITA

É um sesquióxido de ferro, que se cristaliza no sistema isométrico em cristais de hábito octaédrico, às vezes geminados, geralmente maciços e granulares. A cor da magnetita é preta, às vezes com reflexos azulados, apresentando brilho de metálico a submetálico opaco e traço preto na porcelana. Sua dureza é 5,5 a 6,0, densidade 4,90 a 5,18 e apresenta um forte magnetismo. A magnetita ocorre como mineral acessório em diversas rochas ígneas e se forma em condições mais redutoras.

HEMATITA

A hematita, um óxido férrico, Fe_2O_3 , apresenta às vezes o titânio e o magnésio na sua estrutura. Cristaliza-se no sistema hexagonal em cristais tabulares, às vezes com marcas triangulares, raras formas botrioidais e reniformes. Quando laminadas, recebe o nome de especularita. Sua cor varia do preto ao castanho-avermelhado e, quando terrosa, apresenta-se avermelhada. Sua dureza varia de 5,5 a 6,5, sua densidade de 4,90 a 5,30 e a cor de seu traço, entre vermelho-claro e vermelho-amarronzado, constituindo um aspecto diagnóstico.

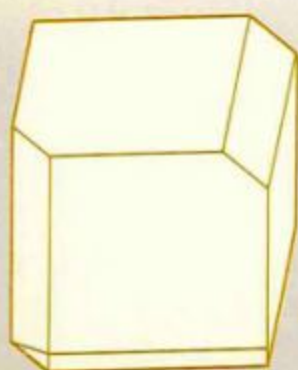
MARTITA

É um sesquióxido de ferro, de forma isométrica, ocorrendo em cristais octaédricos como a magnetita. Acredita-se ser um pseudomorfo sobre a magnetita ou, talvez, sobre a pirita. Sua cor é preta, dureza 6 a 7 e densidade de 4,8 a 5,3.

LIMONITA

Apresenta estrutura interna amorfa, geralmente em massas mamelares, estalactíticas ou botrioidais, com estrutura fibrosa ou subfibrosa. Apresenta-se também em concreções ou com aspecto terroso com teores de 12 a 14% de água. Normalmente, as concentrações de hidróxido de ferro são misturas de limonita e goetita, este um óxido de ferro e hidrogênio $\text{FeO}(\text{OH})$ do sistema ortorrômbico, em cristais prismáticos de cor castanho-amarelado a castanho-escuro.

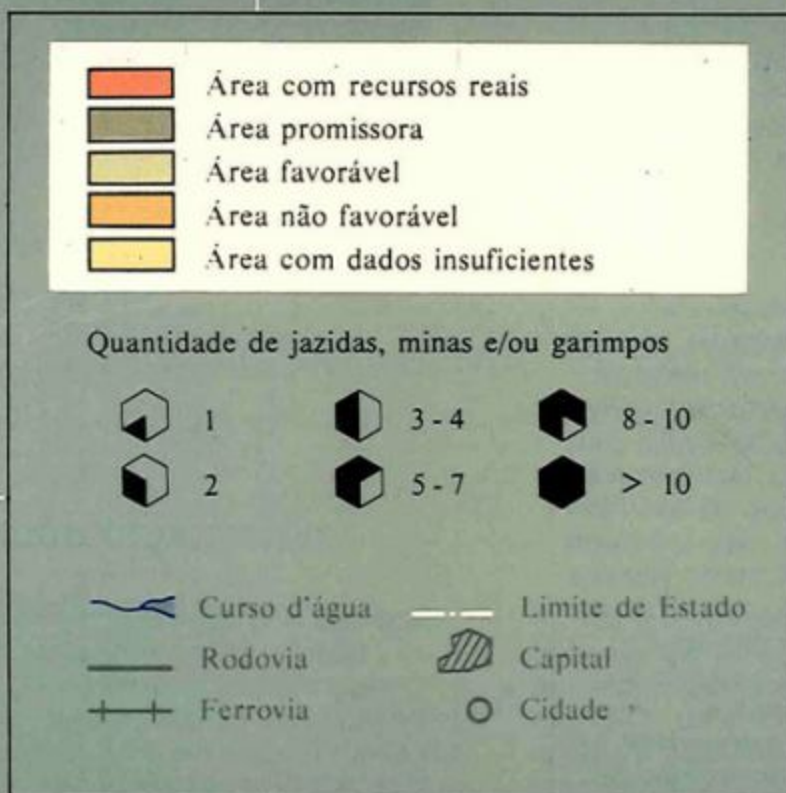
A limonita apresenta cor variando do preto ao castanho, traço castanho-amarelado, dureza 5,0 a 5,5 e densidade 3,6 a 4,0. Ela é caracterizada pela cor de seu traço, pela aparência vítrea e ausência de clivagem.

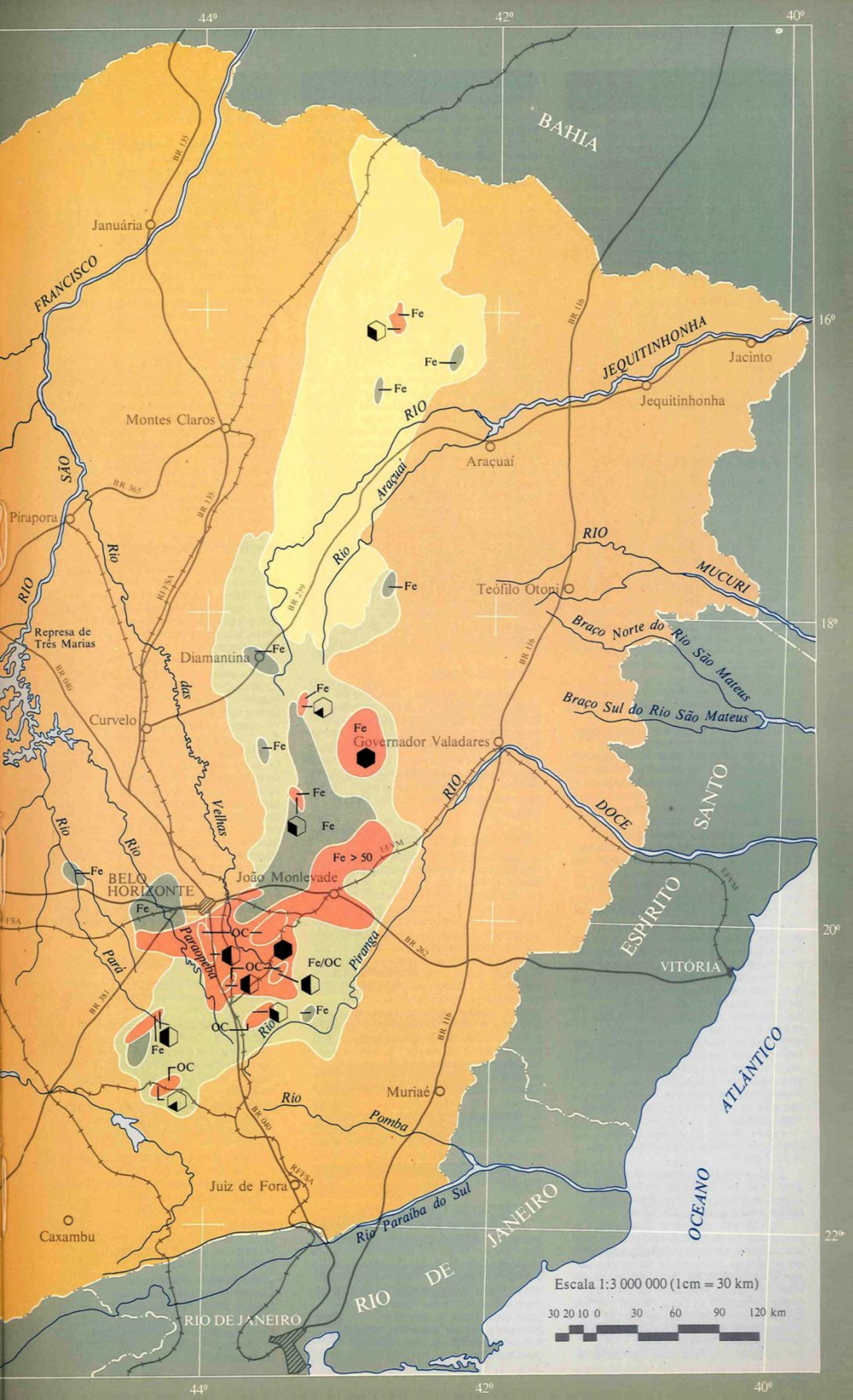




FERRO - OCRES

Ferro (Fe), Ocre (OC).





Geologia

Gênese e tipos de depósitos

Uma particularidade do ferro é que ele existe em duas valências. Em seu estado bivalente, ou ferroso, é solúvel em águas naturais, mas facilmente precipitado como silicatos, carbonatos e sulfetos. Em seu estado trivalente, ou oxidado (férrico) ele é solúvel somente em águas muito ácidas e, de outro modo, permanece como óxido ou hidróxido.

Devido ao efeito penetrante da atmosfera, são necessárias condições excepcionais para que o elemento permaneça longamente no estado ferroso, próximo à superfície terrestre. Dessa forma, o ferro freqüentemente existe em forma equivalente ao ferroso em profundidade e, como uma regra, a razão ferro-férrico / ferro-ferroso de rochas magmáticas aumenta na direção da superfície.

Depósitos estratiformes

Englobam a maior parte dos depósitos do mundo e são divididos em três tipos: Algoma, Superior e Minette.

Tipo Algoma: encontrado em seqüências de "cherts", que contêm partes substanciais de óxidos de ferro, carbonatos e sulfetos. Os depósitos são concentrações de siderita, "cherts" bandados contendo hematita ou magnetita ou hematita-goethita formada por intemperismo do "chert". Os melhores exemplos desse tipo são encontrados nos "greenstones belts" arqueanos, associados com rochas vulcânicas ácidas e intermediárias. A forma e situação desses depósitos sugerem origem vulcânica exalativa, subaquosa.

Tipo Superior: a maior parte dos recursos em ferro encontram-se neste tipo. Aparecem em seqüência de sedimentos ou metassedimentos ferruginosos, localizados em extensas bacias sedimentares. As seqüências estão, em geral, isentas ou com pequenas porções de rochas vulcânicas ou intrusões ígneas de idade similar aos sedimentos.

Classificam-se tais sedimentos ferruginosos em duas classes: "Taconitos", que são "cherts" granulares, maciços ou laminados, contendo ferro na forma de óxidos, carbonatos e silicatos, que se gradam e interdigitam-se. "Itabiritos" (típico do Quadrilátero Ferrífero), que são rochas quartzosas contendo óxidos de ferro com alguns carbonatos e silicatos de ferro. Consideram-se os itabiritos como taconitos metamorfisados. O ferro e a sílica seriam fornecidos por lixiviação continental ou atividade vulcânica e teriam se depositado na franja costeira (plataforma continental) sob condições oxidantes. Estes depósitos se localizam na parte inferior de séries transgressivas, com predominância de abastecimento químico. Os corpos de minério (concentração do ferro) podem ser formados por dessilicificação diagenética, recristalização e/ou migração iônica, provocada por metamorfismo ou intemperismo residual que implica na remoção da sílica em solução em um ou vários estágios da história geológica.

Alguns corpos de minério podem representar concentrações originais nos sedimentos.

Esses sedimentos ferruginosos ocorrem, geralmente, em bacias do Proterozóico inferior, existindo exemplos menores em bacias mais jovens e mais velhas.

Tipo Minette: tem como característica a predominância de texturas oolíticas, em geral associadas a sedimentos neríticos ou a fácies de plataforma, nos quais os carbonatos são elementos importantes. As rochas típicas são ricas em siderita, chamosita ou hematita, contendo quartzo ou outro mineral detrítico. Os corpos de minério formam-se por uma concentração original de minerais de ferro em uma fácies qualquer ou por concentração originada pelo intemperismo.

Outros depósitos

Registram-se muitos outros tipos de depósitos e, embora possam ser localmente importantes, não se comparam, na escala mundial, com os do tipo Superior. A maioria desses outros tipos se associa a rochas magmáticas. Citam-se os minérios de magnetita/apatita em ambientes vulcânicos, os corpos de magnetita titanífera em intrusões básicas e anortositos, as concentrações de magnetita em corpos ultrabásicos e as ocorrências de magnetita e hematita em zonas de metamorfismo de contato.

Panorama mundial

As maiores reservas mundiais, que são da ordem de 250 bilhões de toneladas se encontram na URSS (43,4%), seguida pelo Canadá (14,3%), EUA (10%), Austrália (7%), Brasil (6,2%), Índia (3,6%) e China (2,4%). A maior parte dessas reservas é fornecida pelo tipo Superior, onde se incluem os depósitos da região do Lago Superior (EUA e Canadá), do Labrador (Canadá), de Krivoyrog e Kursk (URSS), de Hammersly Range e Iron Knob (Austrália), de Goa, Bailadila e Bellary-hospet (Índia), do noroeste-sul e sudoeste da África, de Cerro Bolívar (Venezuela) etc. Do tipo Minette citam-se os depósitos do Proterozóico inferior do leste dos EUA (Clinton e Birmingham), do Jurássico e Cretáceo do oeste da Europa (Inglaterra, França e Espanha), da China (Liao Hing) e da URSS (Kerch). Do tipo Algoma, os principais depósitos ocorrem em Ontário (Canadá). Dos depósitos em ambientes vulcânicos citam-se os do oeste dos EUA (Iron Springs e Mt Eagle), da Suécia (Kirunavara, Swapavara e Gallivare), da Austrália (Savage river) e da URSS (Magnitogorski).

Ferro no Brasil

As reservas medidas e indicadas em nosso País são de 15,3 bilhões de toneladas. Desse total, Minas Gerais detém a maior parte, seguindo-se o Pará e o Mato Grosso do Sul. Paraná, Amazonas, Pernambuco, São Paulo e Bahia possuem, juntos, menos de 1% do total. Dos depósitos fora de Minas, merecem destaque, pelo volume de minério que encerram, os de Corumbá (MS) e Carajás (PA).

DEPÓSITOS DE CORUMBÁ

Situam-se no Mato Grosso do Sul, na fronteira com a Bolívia, às margens do rio Paraguai, colocados no Grupo Jacadigo do pré-Cambriano, que compreende as Formações Urucum (basal) e Santa Cruz. A Formação Urucum (clástica) é constituída por conglomerados, grauvacas e siltitos, com metamorfismo de baixo grau e sobreposta discordantemente ao Complexo Basal. A Formação Santa Cruz se divide em dois membros: o Córrego da Pedra (inferior), constituído por arcósios, grauvacas e arenitos enriquecidos com cimento hematítico e lentes de jaspilites ferruginosos; e membro Banda Alta, que mostra uma camada de manganês (6m) na base, além de camadas e lentes de hematita fitada, associadas a manganês. Este Grupo é coberto pelo Grupo Corumbá, clástico-químico, com contato discordante (angular). As reservas ferríferas desses depósitos são da ordem de 670 milhões de toneladas (55% Fe), com minérios elúvio-coluvionares, sendo os coluvionares mais ricos (63% Fe), devido à lixiviação da sílica. Tais depósitos são do tipo Superior.

DEPÓSITOS DE CARAJÁS (PA)

Esse distrito ferrífero localiza-se no sul do estado do Pará, nos municípios de Marabá e São Félix do Xingu. Os depósitos situam-se no Grupo Grão-Pará, pré-Cambriano, que é dividido em três formações: no topo e na base, têm-se as seqüências vulcânicas e entre elas a Formação Marabá, ferrífera. Estas seqüências se constituem essencialmente de vulcanitos básicos, extrusivos, espilíticos, com variações na granulometria.

A Formação Carajás contém notadamente itabirito e seus produtos de intemperismo, apresentando diques e soleiras de rochas máficas, do mesmo ciclo vulcânico que formou as unidades vulcânicas superior e inferior. A espessura desta formação varia de 200 a 300 m. O Grupo Grão-Pará é separado do embasamento não diferenciado por discordância angular e o seu contato superior com a Formação Gorotire também se faz por discordância angular. O minério é constituído por itabirito (resultante da recristalização de um jaspilito hematítico), hematita compacta (substituição metassomática do quartzo por hematita à época da orogênese principal e do metamorfismo regional) e cangas (devido ao intemperismo e/ou à sedimentação recente). Susczynski defende uma origem vulcânica direta para o ferro desse distrito (tipo vulcânico). Outros geólogos, que ali trabalharam, sustentam origem sedimentar. Torna-se difícil, contudo, o enquadramento de tais depósitos em quaisquer dos tipos descritos, devido o vulcanismo associado, ao grande volume de minério, à ausência de sedimentos de plataforma e de texturas oolíticas, sendo mais apropriado, talvez, classificá-las como tipo "Carajás". Suas reservas são da ordem de 5 bilhões de toneladas com teor médio de 66% de Fe, mas com potencial de 13 bilhões de toneladas.

Ferro em Minas Gerais

As reservas oficiais de Minas Gerais são de cerca de 9,6 bilhões de toneladas (o Quadrilátero Ferrífero contribui com mais de 90% desse total). Acrescente-se cerca de 700 milhões de toneladas provenientes de Porteirinha, cujas reservas ainda não foram oficializadas.

O distrito do Quadrilátero Ferrífero situa-se na parte central de Minas Gerais e é constituído de grandes depósitos ferríferos, ligados aos itabiritos da Formação Cauê do Grupo Itabira (Super Grupo Minas) do Proterozóico inferior e, raramente, ao Grupo Itacolomi e Formação Gandarela.

O Grupo Itabira, sobreposto ao Grupo Caraça e sotoposto ao Grupo Piracicaba, é dividido em duas formações: Cauê, na base, constituída essencialmente por itabiritos com contribuições carbonáticas e mineralizações manganíferas associadas, a qual mostra contato gradacional com a Gandarela, superior, composta por mármore dolomíticos e calcíticos, filitos dolomíticos e formações ferríferas. Guimarães, D. classifica os minérios em quatro tipos, baseando-se na natureza física:

- jacutinga: minério friável, constituído por hematita granular e lamelar (teor 40 a 60%)
- itabirito: (teor 50 a 60%)
- hematita compacta
- canga-minério residual (teor 35 - 67%)

Os depósitos do Quadrilátero Ferrífero são do tipo Superior e divididos em sete Faixas:

- **Serra da Piedade - Serra do Curral - Serra Azul** Corresponde ao lado NW do Quadrilátero e compreende as jazidas da Serra da Piedade, Sabará, Lagoa Seca, Águas Claras, Brumadinho, Igarapé, Itatiaiuçu.
- **Sinclinal da Moeda:** compreende a leste - serra de Itabirito com as jazidas do Pico de Itabira, Zoroastro, Abóbora, Capão Xavier etc. A oeste - serra da Moeda com as jazidas de Pau Branco, Retiro das Almas e a zona de Casa de Pedra, serra do Batateiro, Fábrica e Salto. Corresponde grosseiramente ao flanco oeste do Quadrilátero.
- **Sinclinal de Dom Bosco:** no flanco sul do Quadrilátero, com jazidas de pouca importância, exceto Miguel Burnier (manganês) e Rodeio.
- **Conta-História, Alegria e serra do Caraça:** Compreende as jazidas de Conta-História, Santa Rita, Água Quente e Catas Altas, Assinala-se aqui jazidas ligadas ao Grupo Itacolomi (região de Germano). Com a faixa seguinte, forma o lado leste do Quadrilátero.

- **Sindinal de Ouro Fino:** que em seu flanco sudeste compreende as jazidas de Mutuca, Morro Grande e Bau e, no flanco nordeste, as jazidas de Gandarela, Cabral e da Serra de Cocais.
- **Área de Rio Piracicaba - Monlevade:** constituída por duas estruturas sinclinais que repousam sobre gnaisses do Super Grupo Rio das Velhas. Compreende os depósitos de Andrade, Morro Agudo, Água Limpa e Talhe Aberto.
- **Faixa de Itabira:** Isolada a nordeste, calcula-se que possua os maiores depósitos (Cauê, Conceição, Chacrinha, Onça e outros). Existem outras ocorrências ligadas a segmentos isolados de itabirito ao norte, por exemplo: no Serro, Conceição do Mato Dentro, Santa Maria de Itabira, Ferros, Morro do Pilar e outros.

DISTRITO DE GUANHÃES - NOVA ERA

Compreende depósitos de idade pré-Minas (arqueanos) do tipo Algoma (eugeossinclinais com vulcanitos), que seriam ligados a apófises charnockíticas de intrusões graníticas, recortando os gnaisses, e representariam segregações de contato. O minério tem textura granular (martitização de magnetita) disposto em amas ou lentilhas, com teores da ordem de 69% de Fe. Os principais depósitos estão em Nova Era (Piçarrão, Baratinha, Liberdade), Ipatinga (Ipanema), Guanhães e Itamarandiba. As reservas medidas aprovadas nesse distrito são da ordem de 220 milhões de toneladas, com cerca de 85% provenientes de Guanhães.

JAZIDA DE PORTEIRINHA

Há aí depósitos com reservas geológicas da ordem de 3,2 bilhões de toneladas, com teor médio de 35% de Fe. A jazida está situada no Grupo Macaúbas (Proterozóico), que é localmente dividido em duas formações: Rio Peixe Bravo (quartzo-filitos com quartzitos e filitos grafitosos) e Nova Aurora (constituída por quartzitos, diamictitos, quartzitos e diamictitos hematíticos, onde ocorrem os depósitos). Os quartzitos hematíticos se constituem de rochas bandeadas (leitos quartzosos e leitos hematíticos), com teor em Fe da ordem de 35 a 40%, com enriquecimento superficial de natureza mal-definida. Ocorrem, ainda, níveis com até 15 m de espessura, intercalados em diamictitos com matriz hematítica, apresentando enriquecimento em ferro. A disposição estrutural das camadas, anticlinal, determina duas faixas ferríferas: leste, com 19 km de extensão, com dois níveis ferríferos (30 a 75m de espessura) e coberta por canga; faixa oeste com 17 km de extensão e, também, coberta por canga.

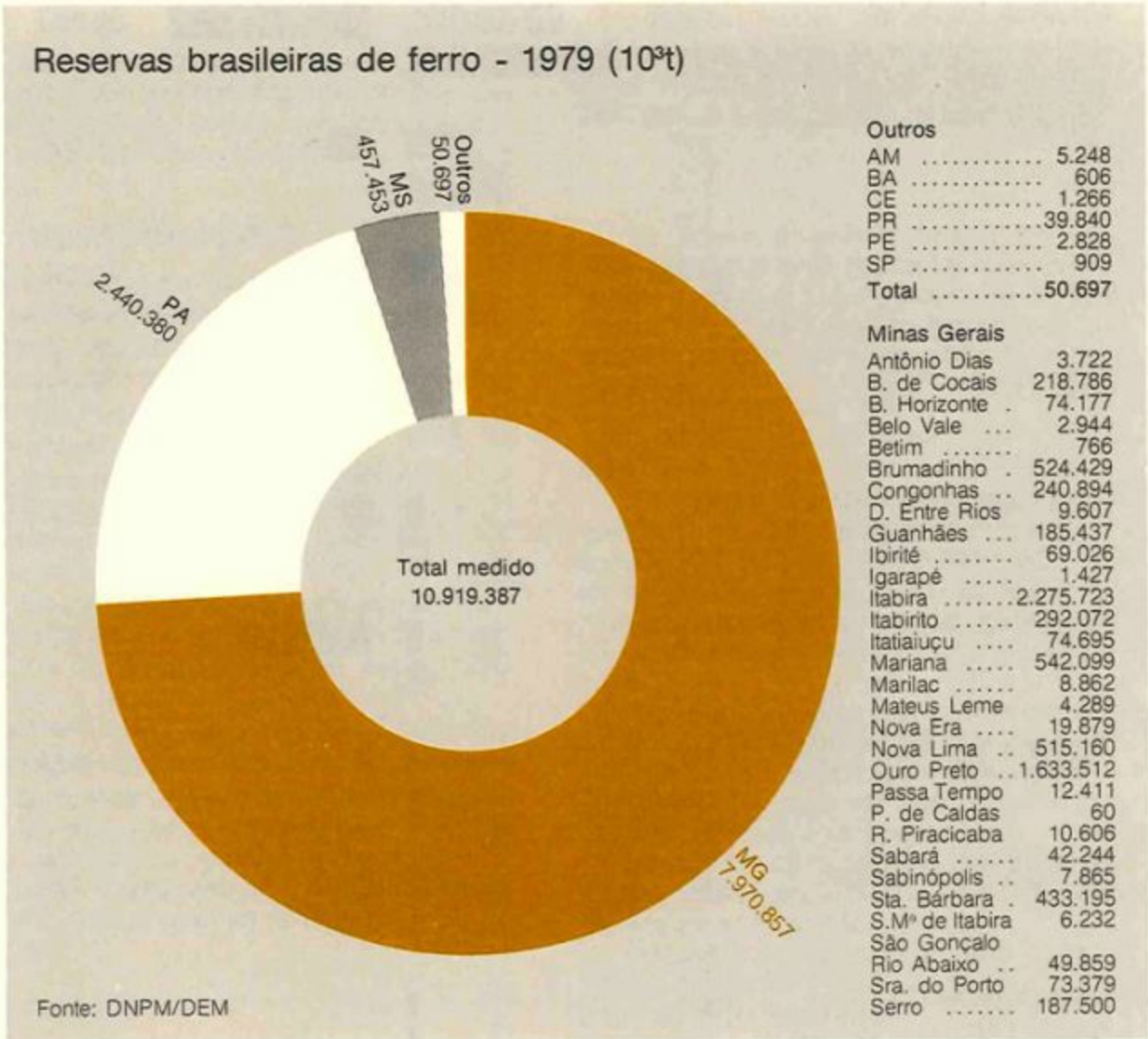
Outros depósitos

- São depósitos relacionados a itabiritos, disposto numa faixa SW, que se estende por cem quilômetros a partir do Quadrilátero Ferrífero. Compreende os depósitos de Passa Tempo (Morro do Ferro), Desterro de Entre Rios, Oliveira, Bonsucesso e outros (vide mapa). As reservas dessa faixa são da ordem de 26 milhões de toneladas (sendo que, em Passa Tempo, há 12,4 milhões e em Desterro, 9,6 milhões de toneladas).
- "Stockwork" de magnetita, encaixado em rochas alcalinas alteradas, com reservas de 60.000 toneladas a 64% de Fe. Localiza-se no município de Poços de Caldas.
- Ocorrência no Morro do Ferro, relacionada a ambiente vulcânico, no município de Fortaleza de Minas.

Economia

Distribuição das reservas

As reservas brasileiras estão assim distribuídas:



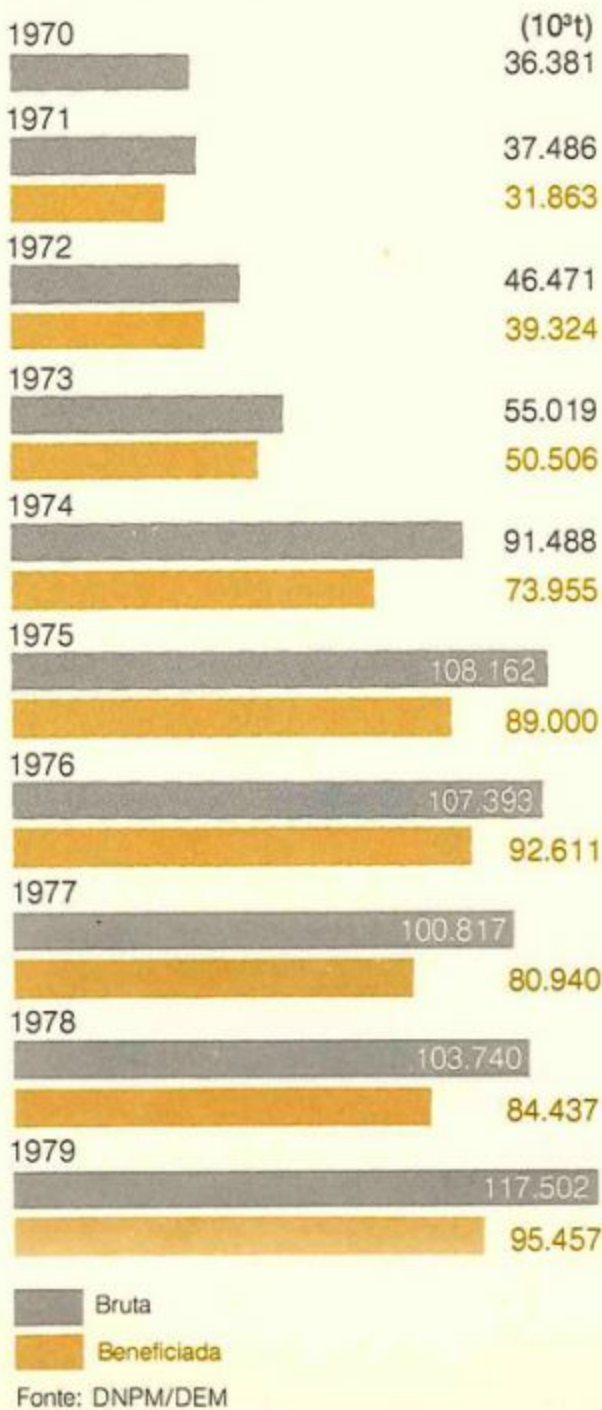
Considera-se Minas Gerais, praticamente como único produtor no Brasil, pois as oito principais empresas localizadas no Quadrilátero Ferrífero produzem cerca de 95,5% da produção nacional. É o que se mostra no gráfico da página seguinte.

Existem em Minas duzentas e quarenta e sete áreas para mineração de ferro, distribuídas entre cerca de setenta empresas de mineração.

Produção

A produção bruta de minério de ferro no Brasil cresceu no período de 1970/79 à taxa média anual de 14%, como se pode observar no gráfico a seguir:

Produção brasileira de minério de ferro - 1970/79



Dessas áreas, cento e dez estão paralisadas e as restantes são lavradas por cinquenta empresas de mineração.

Demanda

A demanda interna do minério é constituída pelo consumo das indústrias siderúrgicas integradas, dos produtores independentes de gusa e das usinas de pelletização localizadas nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

O consumo interno evoluiu substancialmente, no período de 1971/79, à taxa de 18%, atingindo em 1979, cerca de 30% da demanda total.

Exportação/Importação

No balanço entre oferta e demanda interna de minério de ferro, o Brasil apresenta considerável quantidade de excedentes exportáveis. Entretanto, em face das dificuldades do mercado internacional, ocasionadas pela crise no setor siderúrgico mundial, limitando portanto nossas vendas, há flutuações nas quantidades exportadas.

As exportações de minério de ferro sem embargo segundo dados oficiais, totalizaram 66 milhões em 1979, gerando divisas da ordem de 1,3 bilhão de dólares.

O comércio exterior de minério de ferro, como se pode ver no gráfico da página seguinte, apresentou crescimento no período 1970/79, sendo que no ano de 1975 se tornou particularmente expressivo. Foram negociadas 72,5 milhões de toneladas, cifra só alcançada novamente em 1979.

A maior parte da produção exportada tem destino certo, para seis clientes tradicionais: Japão, Alemanha Ocidental, Estados Unidos, França, Inglaterra e Itália.

Perspectivas

As perspectivas para 1982 em Minas Gerais são de crescimento da produção em cerca de 50% sobre os níveis de 1979, quando deverá entrar em funcionamento a empresa Minas da Serra Geral S/A, com o volume de 10 milhões de toneladas, visando ao abastecimento da usina de Tubarão - ES.

Principais produtores brasileiros de minério de ferro em 1979 e 1982



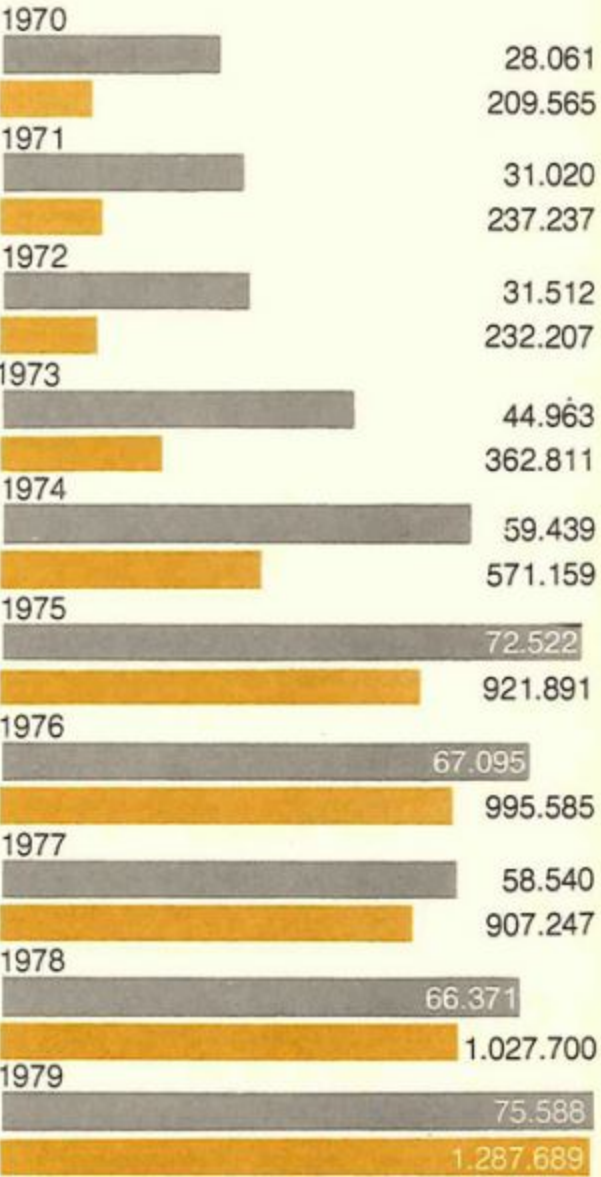
Produção (10³t)
Valor (Cr\$ 10³)
Fonte: DNPM/DEM

No entanto, há expansões previstas da CVRD, MBR e outras, objetivando o abastecimento interno e a exportação. Prevê-se que o mercado internacional deverá apresentar-se comprador a médio prazo, já que, devido à compressão de preços nos últimos anos, desestimulou-se o surgimento de novas minas.

Nos próximos anos, entrará em operação o Projeto Carajás. Haverá, então, uma mudança relativa da posição privilegiada ocupada atualmente por Minas Gerais na produção e exportação de minério de ferro, sendo possível que, a longo prazo, grande parte das exportações, hoje realizadas pelo nosso Estado, venha a ser feita por aquela região. Dessa maneira, se a demanda interna não for suficientemente incrementada, correr-se-á o risco de as atividades minerais do setor (minério de ferro), não acompanharem as taxas de crescimento dos outros bens minerais.

Necessita-se, desse modo, implementar a nível nacional o consumo de produtos acabados que utilizem o ferro como matéria-prima. Ao mesmo tempo, a Minas Gerais cabe adotar uma política agressiva para aumento das exportações de bens manufaturados com maior valor agregado, compensando a eventual diminuição nas quantidades exportadas de minério de ferro.

Exportação brasileira de minério de ferro - 1970/79



Toneladas (10³) Fonte: CACEX
US\$ x 10³ FOB Nota: inclui granulados, finos e pellets.

Bibliografia

COCHE, Lucien. A tecnologia do aço na década de 90. Metalurgia ABM, São Paulo, 34 (249): 533-538, ago. 1978.

O FUTURO do minério de ferro. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 3 (34): 15, dez. 1979.

A MINERAÇÃO de ferro. Vida Industrial, Belo Horizonte, 28 (4): 42, abr. 1981.

MINÉRIO de ferro: apesar da crise da siderurgia, os produtores apostam no futuro. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 1 (14): 9-14, mar. 1978.

MINÉRIO de ferro: Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, 32 (11): 170-174, maio 1978.

MINÉRIO de ferro: pellets brasileiros para exportação. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 7 (75): 22-23, ago. 1979.

MINÉRIO de ferro: produção e consumo do ferro no Brasil e a sua presença na pauta de exportações. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 6 (61): 27-42, jun. 1978.

A PRODUÇÃO brasileira de minério de ferro. IBS Revista, Rio de Janeiro, (16):26-31 jan./fev. 1977.

Fertilizantes

Aspectos gerais

Os fertilizantes inorgânicos podem ser obtidos industrialmente, constituindo os "sintéticos" (por exemplo, sulfato de amônio), ou por extração da natureza.

Aqueles que contêm fósforo estimulam o crescimento radicular das plantas e são eficientes especialmente em terrenos duros. Tais fertilizantes constituem o principal nutriente dos tubérculos, favorecem o desenvolvimento dos nódulos da raiz de ervilhas e leguminosas, provocam a maturação temporã das colheitas (especialmente cereais), ampliando o rendimento agrícola nas áreas úmidas, além de reduzir o perigo de perdas em razão do mau tempo.

Os fosfatos (apatita, fosforitas, fosfatos naturais de cálcio), são aplicados juntamente com as sementes, assegurando a provisão de fósforo necessária à boa germinação.

Os fertilizantes potássicos são necessários ao bom desempenho do crescimento vegetal. Facilitam a absorção e utilização da água, aumentam a resistência da semente à seca e reduzem os efeitos das altas temperaturas. Participam da biossíntese dos açúcares e do amido, resultando disso sua importância na colheita da batata, ervilha, feijão, tomate e outros. O potássio contido nos fertilizantes dissolve-se na água e a potassa mantém-se presa às partículas de terra, havendo a filtração somente em terrenos leves.

Enfim, os fertilizantes nitrogenados estimulam o crescimento foliar, bem como o tamanho, o desenvolvimento e o rendimento da planta. O fertilizante natural nitrogenado mais conhecido é o salitre do Chile (nitrato de sódio).

Nutrientes

Os elementos nutrientes são em número de treze, e assim divididos:

- **Nutrientes Primários**
Nitrogênio (N)
Fósforo (P)
Potássio (K)
- **Nutrientes Secundários**
Cálcio (Ca)
Magnésio (Mg)
Enxofre (S)
- **Micronutrientes**
Ferro (Fe)
Cobre (Cu)
Zinco (Zn)
Manganês (Mn)
Boro (B)
Cloro (Cl)
Molibdênio (Mo)

Os nitratos, fonte dos fertilizantes nitrogenados de origem natural, perdem hoje sua importância, devido à síntese de nitrogênio baseado no azoto atmosférico.

Fontes comerciais

As cinco fontes de compostos nitrogenados comerciais são:

- Nitrato de sódio natural, com pequenas proporções de nitrato de potássio.
- Sulfato de amônio produzido pela destilação da hulha.
- Combinação sintética de nitrogênio e hidrogênio para formar amônia, a qual pode ser usada sob esta forma ou convertida em sal de amônia.
- Produção sintética de cianamida cálcica (CaCN_2) do nitrogênio atmosférico, a qual pode ser usada diretamente, tratada com vapor e água para formar amônia, ou convertida em compostos de cianamida.
- Refugos orgânicos de pássaros, guano etc.

Os fertilizantes fosfatados são também de grande importância, obtendo-se a partir de seu uso maior produtividade por área cultivada. Classificam-se tais fertilizantes de acordo com o grau de solubilidade do fosfato.

Mineralogia

Os fosfatos de origem mineral usados mais frequentemente são as chamadas rochas fosfatadas. Estas contêm um ou mais minerais de fósforo, geralmente minerais do grupo da apatita, de composição química indefinida.

APATITA

A apatita pode apresentar séries completas de minerais quando existe a substituição do flúor, cloro e hidroxila, formando a fluorapatita, a cloroapatita e a hidroxilapatita. As impurezas são constituídas principalmente por ferro, argilas, alumínio e sílica.

A apatita é expressa pela fórmula química $\text{Ca}_5(\text{F,Cl,OH})(\text{PO}_4)_3$, onde o flúor, o cloro e hidroxila podem substituir-se mutuamente enquanto o PO_4 pode sê-lo parcialmente por CO_3 , produzindo o carbonatoapatita.

Ela se cristaliza no sistema hexagonal, em cristais prismáticos, tabulares ou em massas granulares e compactas.

Apresenta cor verde-azul, castanho ou incolor, dureza 5,0 e densidade 3,15 a 3,20 e o teor de P_2O_5 oscila entre 41 e 42%. A apatita está presente como mineral acessório em diversas rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, em pegmatitos, ou associada a rochas alcalinas. Em rochas carbonatíticas, ocorre com a magnetita, esta como impureza. As variedades cristalizadas não apresentam grande interesse para a utilização como fertilizantes.

FOSFORITA

São fosfatos tribásicos de cálcio de origem sedimentar, apresentando o carbonato de cálcio e magnésio, óxido de ferro, alumínio e traços de urânio como impurezas.

A sua composição se assemelha à apatita, no entanto apresenta estrutura amorfa ou variedades criptocristalinas. É encontrada em massas compactas de consistência arenosa ou argilosa, associadas a arenitos, folhelhos e calcários, às vezes como capeamento destes.

A denominação fosforita é empregada igualmente para fosfatos criptocristalinos que se originam da dissolução e precipitação de fosfatos de origem magmática.

ALUMÍNIO FOSFATOS

São fosfatos hidratados de alumínio, de estrutura amorfa, associados a fosfatos de ferro. A sua utilização como fertilizante requer tratamento especial.

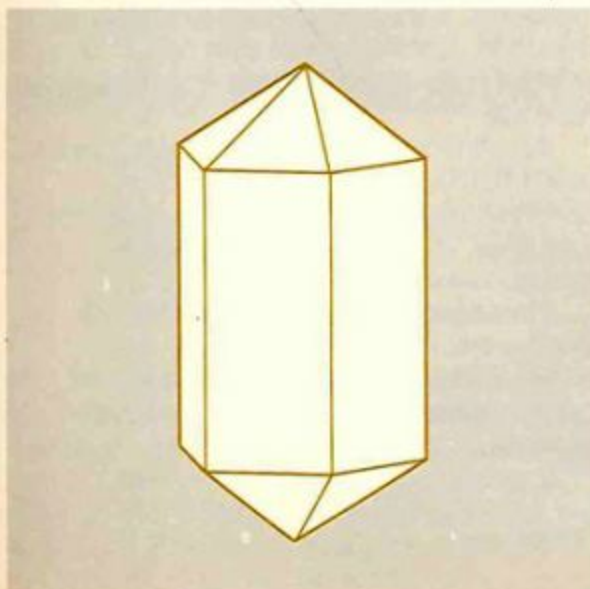
GUANO

É um fosfato de origem orgânica recente, oriundo das acumulações das dejeções de aves marinhas.

É usado diretamente em adubos e não apresenta grande importância no Brasil, visto formar pequenos depósitos.

ROCHAS POTÁSSICAS

Estuda-se hoje a utilização de rochas potássicas que apresentam silicatos de potássio, como leucita $\text{KAl}(\text{SiO}_3)_2$, nefelina ($\text{Na, K}(\text{AlSiO}_4)$), presentes em nefelinasienitos, tufitos ricos em micronutrientes, assim como os "verdets" (siltitos esverdeados), da região de Abaeté.



Geologia

Gênese e tipos de depósitos

Os depósitos de rochas fosfatadas comerciais podem ser de três tipos: sedimentares, ligados a rochas ígneas e biogênicos.

SEDIMENTARES

Tem sido sugerido que o mecanismo de correntes ascendentes é a mais importante fonte dos vários depósitos, tanto recentes quanto antigos. Tais correntes podem ocorrer em resposta a movimentos de águas superficiais em direção ao mar, ou ao movimento de uma corrente sobre um alto topográfico.

A água do mar é geralmente quase saturada com íons fosfato, alcançando cerca de 0,3 ppm de PO_4^{3-} em águas frias profundas, e cerca de 0,01 ppm em águas superficiais, mais quentes.

A solubilidade decresce com o aumento da temperatura e do pH. Então, onde águas oceânicas profundas e frias encontram águas superficiais mais quentes, o fosfato tende a ser química ou bioquimicamente precipitado.

O fosfato se concentra durante a compactação inicial da argila, através de agitação constante, que retira o material leve e deixa os mais densos, "pellets" incipientes de argila fosfática.

ÍGNEAS

Depósitos de apatita de origem ígnea são de importância crescente como fonte de suprimento para a indústria de rochas fosfáticas.

A produção mundial de fosfatos de origem ígnea, em 1978, correspondeu a cerca de 15% da produção total.

Depósitos de apatita ígnea admitem uma ampla variedade de tipos de rochas, mas em todas elas o mineral hidroxifluorapatita é o principal componente fosfatado. A francolita (carbonato-fluorapatita) ocorre predominantemente como um mineral secundário de intemperismo ou em zonas lixiviadas. A maioria dos depósitos aparece em corpos curvos e semelhantes a "plugs", massas intrusivas ou complexos anelares, geralmente de tamanho pequeno, com forte mergulho ou com paredes verticais. As principais rochas plutônicas associadas são os nefelina-sienitos, os carbonatitos e as assembléias alcalina-ultramáficas.

Os depósitos ígneos de apatita, por definição devem sua origem à solidificação do magma. A maioria é associada a rochas intrusivas plutônicas, cuja fábrica distintiva (p. ex., alta cristalinidade) e composição mineral resultam da cristalização em condições de lento resfriamento, provavelmente em profundidades crustais.

Em tais depósitos, a apatita pode estar disseminada na rocha, associada à magnetita, olivina etc, ou no resíduo do intemperismo dessas. Alguns destes depósitos apatíticos têm origem metassomática.

Os recursos de rochas ígneas fosfáticas foram consideravelmente aumentados pela descoberta e desenvolvimento de complexos carbonatíticos em várias partes do mundo, nas quais recursos de origem sedimentar não são prontamente obtidos, notadamente no Brasil.

Menciona-se ainda a ocorrência de fosfatos em pegmatitos, porém, sem importância econômica, os quais constam do mapa anexo, como curiosidade mineralógica.

DEPÓSITOS BIOGÊNICOS

São depósitos orgânicos, nitrogenados, originados pelos dejetos de aves que, com raras exceções, são de menor importância econômica.

Panorama mundial

A reserva mundial conhecida é da ordem de 132 bilhões de toneladas de P_2O_5 contido.

O Marrocos (31,7%) e os Estados Unidos (6,4%) detêm, individualmente, as maiores reservas, todas de origem sedimentar.

A URSS (depósitos de Khibny: ijolito-urtito; Kovdor: apatita, forsterita-magnetita e Oshurkov: substituição no diorito), Finlândia (depósito de Sulijarvi: carbonatito), Índia (depósitos de Singhblum; apatita-magnetita); África do Sul (depósitos de Palaborna: residual carbonatito e Glenover: piroxenito-carbonatito), Rodésia (Dorowa: residual sobre ijolito) e Brasil (Araxá e Tapira: residual, e Jacupiranga e Anitápolis: carbonatito) detêm as maiores reservas de fosfatos de origem ígnea.

Fosfato no Brasil

O Brasil, com 271 milhões de toneladas de P_2O_5 contido, contribui com apenas 0,2% das reservas mundiais.

As reservas nacionais se distribuem pelos Estados de Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo, Goiás, Pernambuco, Maranhão, Bahia e Paraíba.

As reservas medidas catarinenses são da ordem de 16 milhões de toneladas de P_2O_5 contido, originárias do carbonatito de Anitápolis.

As reservas paulistas são da ordem de 9 milhões de toneladas de P_2O_5 contido, de origem ígnea (carbonatito e glimerito), nos municípios de Jacupiranga, Registro, Iperó e Iguape. Ocorrem ainda os depósitos de guano nas ilhas de Alcatraz e Castilhos, a última com 20 milhões de toneladas a 12% de P_2O_5 .

As reservas goianas, de cerca de 8,4 milhões de toneladas de P_2O_5 contido provêm de chaminés alcalinas (carbonatitos) da região de Catalão - Ovidor.

As reservas pernambucanas (8 milhões de toneladas de P_2O_5) são de origem sedimentar e provêm da região de Olinda-Paulistas.

As reservas maranhenses (2,9 milhões de toneladas), se constituem de alumínio-fosfatos, originadas pela ação de dejetos de aves sobre bauxitas, lateritas ou rochas contendo feldspato.

Pequenas reservas se mencionam na Bahia (apatita e guano, em Ipirá e Abrolhos), Paraíba (em Monteiro) e Mato Grosso do Sul (guano em Corumbá).

Fosfato em Minas Gerais

Minas Gerais detêm as maiores reservas nacionais: 97 milhões de toneladas de P_2O_5 , contido, provenientes da região oeste do Estado (Araxá, Tapira, Patos de Minas e Cedro do Abaeté), do tipo ígneo (intrusivas de idade cretácea), e sedimentar.

DEPÓSITOS DE ARAXÁ

Relacionado à chaminé ultrabásica-alcalina (6 km de diâmetro), intrusiva em quartzitos e xistos do Grupo Araxá. A rocha intrusiva é um carbonatito dolomítico, entremeado de veios silicificados e pequenos fragmentos brechados de anfíbolitos e piroxenitos. Tal rocha mostra 98% de dolomita, completada por apatita, flogopita e perovskita, além de "amas" de barita.

A massa de alteração dessa rocha, heterogênea, permite definir duas jazidas, a de nióbio e a de fosfato.

O enriquecimento da apatita na jazida, relativamente ao carbonatito, deve-se à lixiviação do carbonato, durante a alteração, com seu escoamento facilitado por um condicionamento morfológico favorável.

As reservas medidas são da ordem de 145 milhões de toneladas a 14,41% de P_2O_5 , contendo ainda urânio e tório, além da barita.

DEPÓSITO DE TAPIRA

A chaminé de Tapira é intrusiva em quartzitos brancos da Formação Canastra. A rocha intrusiva é um jacupiranguito (piroxenito com augita sódica), com granulação grosseira, recortada por veios de silexito. Os minerais recuperáveis (P_2O_5 , Nb e Ti) se localizam no perfil de intemperismo da rocha.

Essa jazida residual possui reservas medidas da ordem de 550 milhões de toneladas a 9% de P_2O_5 .

DEPÓSITOS DE CEDRO DO ABAETÉ

Nesta área, a fosforita ocorre em uma série de lentes contidas em siltitos amarelos e verdes, comumente referidos como "verdetes", da Formação Serra da Saudade, do Grupo Bambuí.

Esses corpos lenticulares se estendem sobre uma área de cerca de 40 km de comprimento e 5 km de largura. Eles consistem principalmente de apatita, mas contêm algum quartzo, moscovita e pequenas porções de glauconita.

As reservas medidas para esse depósito são de 17.915 toneladas com 10% de P_2O_5 .

DEPÓSITOS DE ROCINHA (PATOS DE MINAS)

É a maior reserva de fosfato sedimentar do País, com cerca de 237 milhões de toneladas com teores da ordem de 11,5% de P_2O_5 .

Existem controvérsias sobre a posição estratigráfica desse depósito. Alguns autores colocam-no na zona de transição, entre as Formações Serra da Saudade e Três Marias (posição similar ao depósito de Cedro do Abaeté), e outros colocam-no na fácies "fore reef" do bioherma da sequência de Vazante.

O depósito está incluso em uma faixa de fosforita de aproximadamente 400 m de largura, que se estende por cerca de 13 km. A camada de fosforita mostra espessura de até 60 m e está intensamente dobrada (isoclinais), sobreposta a um calcário fosfático. O contato é marcado por fino horizonte argiloso ou silto-argiloso.

A unidade fosforítica é siltica, laminada, com as lâminas extremamente amarrotadas. O principal mineral é um flúor-hidroxi-apatita-cálcica que é distintivamente cristalina, provavelmente devido à recristalização. Os outros minerais são quartzo, mica, alguns argilo-minerais e óxidos de ferro.

Outros depósitos

Citam-se ainda os depósitos sedimentares de Lagamar (reserva medida de 1.100.000 toneladas a 10,8% de P_2O_5 e Fortaleza de Minas).

Mencionam-se também ocorrências sedimentares nas regiões de Vazante, Paracatu, João Pinheiro, Abaeté etc.

Outros fertilizantes - potássio

O potássio é encontrado no Brasil, principalmente em depósitos evaporíticos.

A maior reserva nacional está em Carmópolis, no Estado de Sergipe, com 12.536.600.000 toneladas medidas.

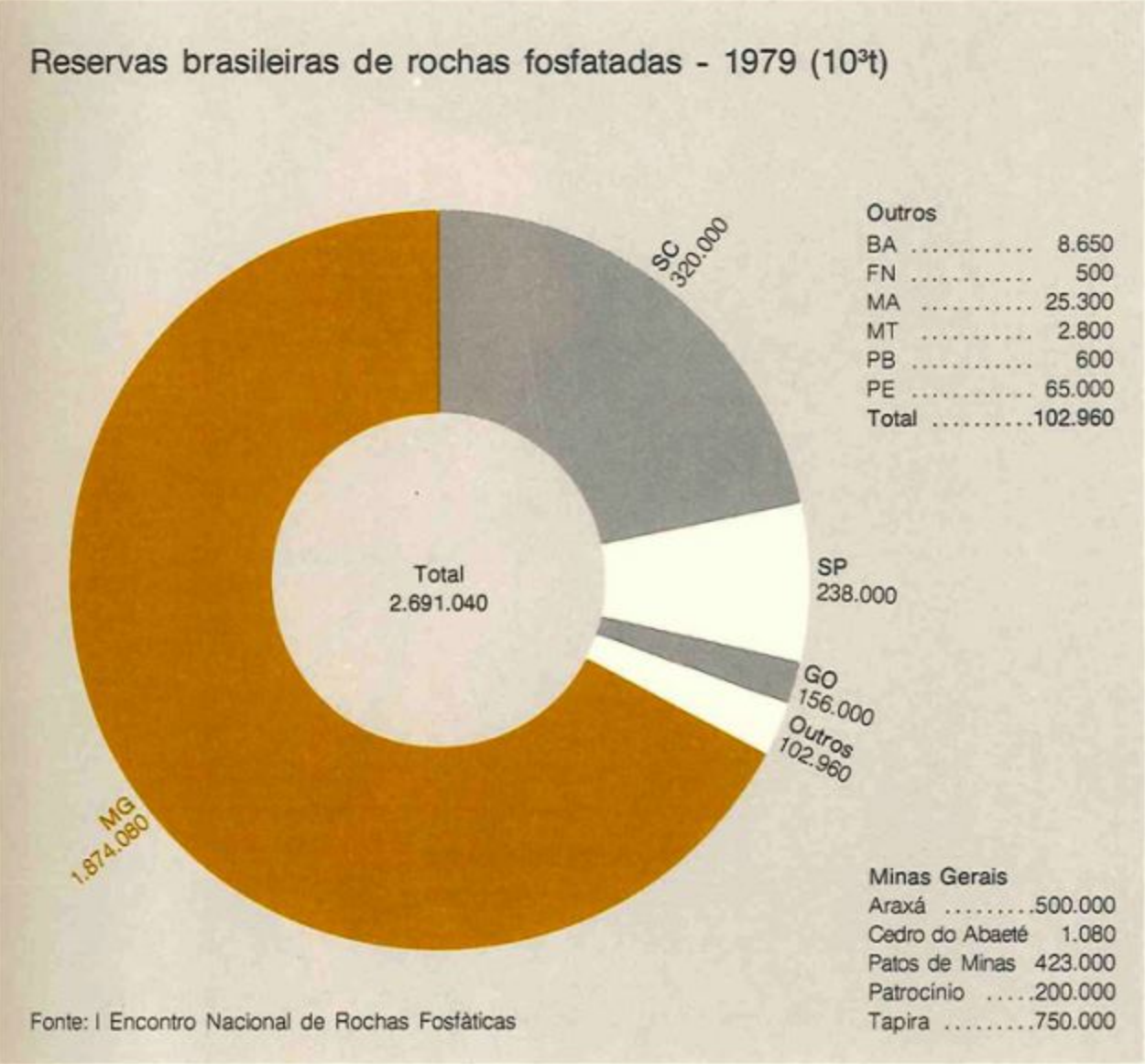
Em Minas Gerais tem-se pequena reserva medida na região de Cedro do Abaeté com 9% de K_2O , relacionada aos "verdets" da Formação da Serra da Saudade. Esse depósito está sendo alvo de estudos, que poderão ampliar o volume das reservas.

Atualmente, estão sendo desenvolvidas, pela METAMIG, estudos visando ao aproveitamento, em escala industrial, dos "verdets" como fonte de fertilizante potássico.

Ressaltam-se ainda as reservas de leucita, em Andradadas-Poços de Caldas (4.545.746 toneladas), um mineral que, em certos países, é usado como fonte do elemento.

Economia

As reservas brasileiras de rochas fosfatadas, consideradas como a soma das reservas medida, indicada e inferida, apresentam a distribuição por unidades da Federação, conforme ilustrado no gráfico a seguir.



Evidentemente, o panorama geral das reservas poderá em breve ser ampliado com o melhor conhecimento das jazidas de fosforita na região de Patos de Minas e com o detalhamento das pesquisas nas intrusivas alcalinas.

Produção

O Brasil, em 1977, ocupava o quinto lugar como produtor final e consumidor de fertilizantes fosfatados, enquanto que, como produtor de rocha fosfática, situava-se em 16º lugar.

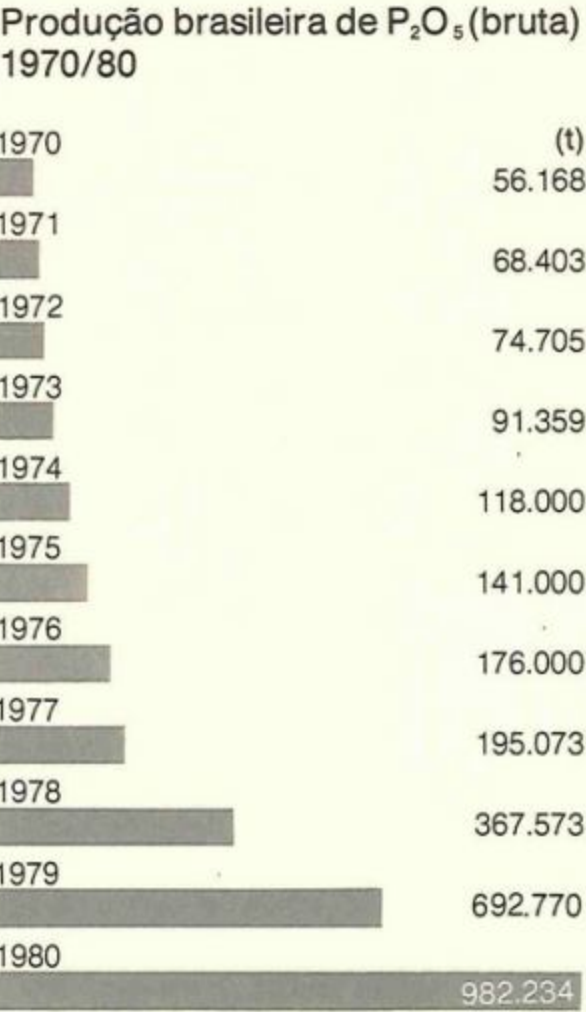


*Previsão de produção
Fontes: ANDA - Associação Nacional para a Difusão de Adubos Dados internos e empresas Sindicato da Indústria de Adubos e Corretivos Agrícolas do Estado de São Paulo IBRAFOS

Das cinco minerações de fosfato de Minas Gerais, quatro estão em atividades, destacando-se, como principal produtora, a Araxá Fertilizantes Produtos Químicos. A área da METAMIG está sendo reativada e o fosfato de Patos de Minas, da FOSFÉRTIL, funciona em regime de escala-piloto.

Produção de concentrados

A produção de concentrados de apatita, ou rocha fosfatada no Brasil, pode ser visualizada no gráfico abaixo:



Fonte: Balanço Mineral Bras./1980/IBRAFOS

Demanda

O balanço mercadológico nacional de rocha fosfática, na década atual, caracteriza-se basicamente por elevadas taxas de crescimento de seu consumo, em função da intensificação do uso de fertilizantes nas atividades agrícolas.

Exportação/Importação

As importações de rochas fosfáticas, ácido, fosfórico e outros manufaturados no período 1970/79, se situaram à média anual de 83% da demanda interna, decrescendo relativamente em quantidade nos dois últimos anos, em virtude da elevação da produção interna, como se constata, de maneira geral, em todos os segmentos da indústria de fertilizantes.

O Brasil é suprido de insumos fosfatados pelo Marrocos, Estados Unidos, Tunísia, Israel, República Sul-Africana e outros países.

As exportações de fertilizantes fosfatados são, em sua totalidade, caracterizadas por compostos químicos. O Uruguai, Paraguai, Argentina e Bolívia são os principais importadores destes produtos brasileiros. O saldo de divisas, advindo dessas exportações, é bastante pequeno, frente aos dispêndios com importações.

Importação brasileira de fertilizantes fosfatados naturais 1970/79



Toneladas (10³)
US\$ (10³) CIF
Fonte: DNPM/DEM

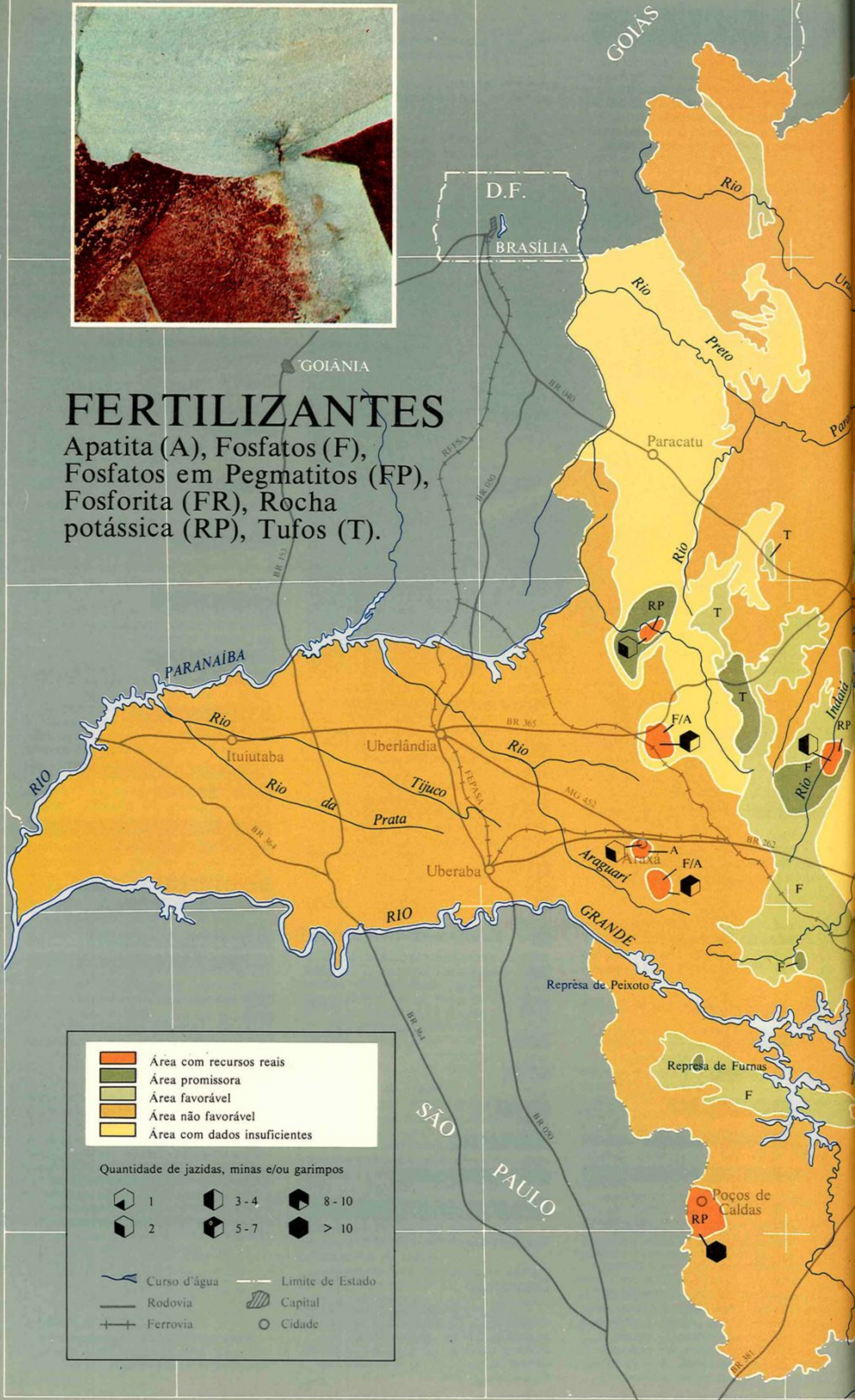
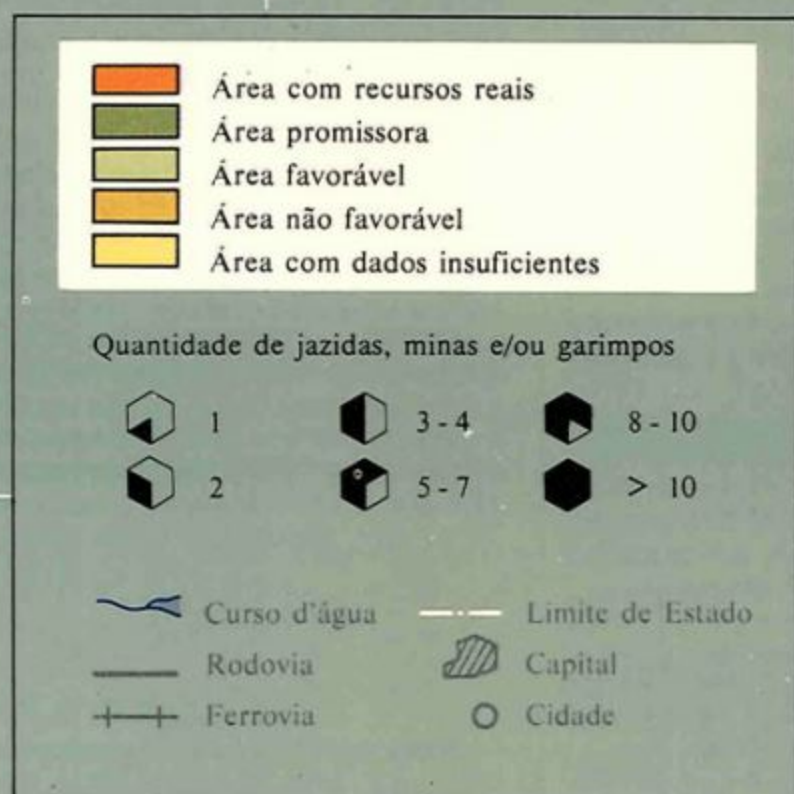
Perspectivas

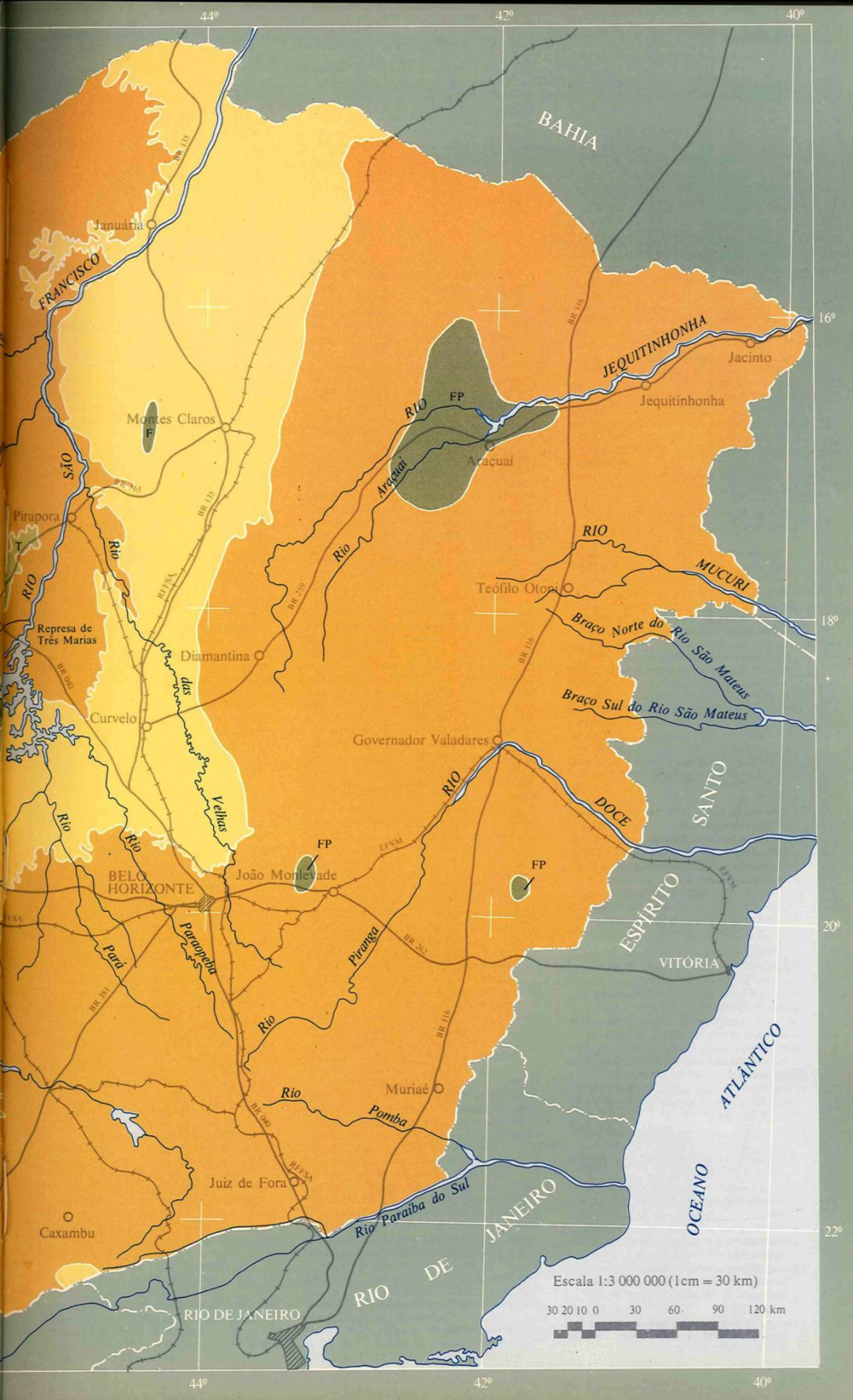
Até 1977, o consumo nacional de rochas fosfáticas foi atendido principalmente através de importações. O desenvolvimento da tecnologia nacional, para beneficiamento de fosfatos em jazidas de baixo teor de P₂O₅, e o incentivo para implantação de projetos que utilizam economicamente o minério de jazidas fosfáticas, possibilitarão ao Brasil, provavelmente, tornar-se a médio prazo independente do mercado internacional.



FERTILIZANTES

Apatita (A), Fosfatos (F),
Fosfatos em Pegmatitos (FP),
Fosforita (FR), Rocha
potássica (RP), Tufos (T).





Bibliografia

ALBUQUERQUE, Gildo de A. Sá Cavalcanti de & GIANNERINI, José Fabiano. Aspectos da indústria de rocha fosfática no Brasil. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 43(416): 10-15, dez. 1979.

ARAFÉRTIL, base recorde de produção em julho. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 3(30): 14-15, ago. 1979.

COELHO, Iphigênio Soares. Geologia e lavra de apatita de Araxá. *SIECEG*, Ouro Preto, (4): 3-19, 1965.

COSTA, Manoel Teixeira da. Ocorrências de rochas fosfáticas no Brasil. s.n.t.

CPRM põe et funcionamento a maior jazida de fosfato do país, em Patos de Minas. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 39(372): 8-15, mar. 1976.

ENTRA em operação o Projeto Fosfato. *Construção Pesada*, São Paulo, 9(96): 22-24, jan. 1979.

FERTILIZANTES: arafértil em operação. *Banas*, São Paulo, 25 (1189): 66, out. 1978.

FERTILIZANTES. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 31 (9): 212-218, set. 1977.

FERTILIZANTES: *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 33 (2): 40-41, fev. 1979.

FERTILIZANTES: programa para usar a capacidade nacional. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 3 (35): 12-17, abr. 1976.

FERTILIZANTES: um setor que caminha para a independência. *Petro & Química*, São Paulo, 4 (31): 49-50, mar. 1981

FERTILIZANTES: vultosos empreendimentos preparam o setor para atender a demanda nos anos 80. *Planejamento e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, 4 (48): 12-17, maio 1977.

FOSFATO brasileiro, um presente da tecnologia. *Dirigente Industrial*, São Paulo, 21 (6) 12-15, jul. 1980.

FOSFÉRTIL inaugura o maior complexo de fertilizantes fosfatados da América Latina. *Tendência*, Rio de Janeiro, (88): 50-51, maio 1981.

GIANNERINI, José F. Presente e futuro da indústria mundial de fertilizantes fosfatados. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 44 (425): 20-23, jan./fev. 1981.

LIMA, José Maria Gonçalves de. *Perfil analítico dos fertilizantes fosfatados*. Brasília, DNPM, 1976. 55 p. (Brasil. DNPM. Bol. 39).

Aspectos gerais

Histórico das gemas

As gemas imprimem características marcantes à história da civilização, mas, seu valor em épocas remotas não corresponde ao que lhe é atribuído hoje. Sua importância, por exemplo, mede-se pela presença de lápis-lazúli e esmeraldas nos túmulos egípcios. Há referências bíblicas, como as das doze pedras, representando as doze tribos de Israel, cravadas no peitoral de Aarão, Sumo Sacerdote dos Judeus. Sobre o diamante, denominado pelos orientais de ALMA, pela sua pureza e raridade, um dos mais antigos documentos existentes é uma estatueta grega, do século V a.C., atualmente no Museu Britânico, cujos dois olhos são desta admirável pedra preciosa.

Cercadas por uma visão mística e de aplicações medicinais, fato comprovado pelo amplo uso de "amuletos mágicos" nas civilizações antigas, as primeiras informações que o Ocidente teve das gemas se iniciaram, provavelmente, quando das conquistas de Alexandre Magno (356-323 a.C.), que propiciou maior intercâmbio entre os povos, divulgando as lendas orientais sobre elas.

O início da era cristã é aceito, pela grande maioria dos historiadores, como o início de um período em que se estudou mais profundamente as gemas, devido ao seu grande comércio. No entanto, existia grande confusão nas denominações das gemas, especialmente pela ausência de testes específicos, sendo que a cor constituía o diagnóstico mais comum.

Os seus valores e usos mudaram nos diversos períodos da história, sendo marcante na Idade Média a presença das gemas em rituais e celebrações religiosas, em decorrência da grande influência e poder nas mãos da Igreja.

Os maiores valores mágicos e medicinais se restringiam ao diamante, à safira, ao rubi e à esmeralda. Segundo o joalheiro e estudioso Benevenuto Cellini (1500-1571) aquelas eram comparáveis, pela sua importância, à água, ao céu, ao fogo e à vegetação, respectivamente.

Pergaminhos gregos e romanos continham conhecimentos mágicos ou superstições sobre as pedras: "aquele que beber vinho em um copo talhado em ametista jamais ficará bêbado," por exemplo. Além dessas crendices fez-se comum, como ainda o é, a associação das gemas com os signos astrológicos, para resguardar de males ou dar mais sorte ao seu portador.

De vários documentos antigos se extraem considerações medicinais sobre as gemas, algumas delas bastante peculiares, revelando ampla prática e difusão do charlatanismo.

O uso do cristal de rocha, quartzo, para a cura da dor de cabeça, do rubi contra a mordida de cobra e da esmeralda contra a hemorragia, transformou-se em prática normal em certa época. Além dessas e de outras gemas "medicinais", os "remédios especiais", feitos a partir da mistura do pó de diversas gemas, eram de efeito eficaz, preservando até os maridos da infidelidade das esposas!

A Idade Média marca a época da "oficialização" das gemas como medicamento. A prática persistiu amplamente até meados do século XVIII, não deixando, no entanto, existir "dissidentes" para, vez ou outra, contestá-la, como o professor Sauvry, no seu "Tratado de Matéria Médica", no século XVII.

Brasil

A época dos navegantes, marcada pela aventura e pela ambição, embora com inspiração patriótica, via nos tesouros do Oriente, principalmente as especiarias, o ouro, o diamante e as safiras, uma chama para a renovação constante de suas aspirações. A descoberta dos grandes tesouros na América do Sul levou os europeus a invadirem as civilizações Inca e Asteca, com a pilhagem de seus tesouros e a sua posterior exterminação.

No Brasil não foram encontrados, à primeira vista, os tesouros do celebrado "Novo Continente". Os documentos de Pero Vaz à Coroa relataram a existência de ouro e prata na Colônia, sem apresentar, porém, provas de tais descobertas. Desiludidos pela falta desses metais, idéia esta confirmada pela ausência dos mesmos em ornamentos e armas dos nativos, tiveram os portugueses que se contentar com a riqueza propiciada pelas valiosas madeiras e pela força humana representada pelos índios. Voltaram-se, então, para a alternativa de procura das "pedras preciosas", mais freqüentes entre os habitantes da Nova Terra.

Na segunda metade do século XVI, encetaram-se as Entradas e Bandeiras, no afã da descoberta de esmeralda e ouro, que os nativos afirmavam existir no interior do continente. Designados por Duarte da Costa, então Governador, a Entrada teve início em 1554, chefiada por Francisco Bruza Spinoza. Seu roteiro, bastante confuso, foi interpretado pelo historiador Capistrano de Abreu e pelo professor Pandiá Calógeras. Segundo esta interpretação, a Entrada se prendeu ao rio Jequitinhonha, chegando aos arredores de onde se localizam hoje as cidade do Serro e Diamantina. Seguiu-se então, através da cordilheira do Espinhaço, até o rio Jequitai e, deste, até o São Francisco. Sendo impossível a continuação do percurso, atravessaram a região entre o rio São Francisco e o Verde Grande, caindo na bacia do rio Pardo, margeando-o até o encerramento da expedição.

Tão longo itinerário, cerca de 1800 km, foi infrutífero para a descoberta de metais ou gemas. Não houve esmorecimento. Assim, por volta de 1568, houve nova investida, desta vez comandada por Martim Carvalho, estimulado por indígenas, que lhe levaram a Porto Seguro algumas pedras verdes. Carvalho e seus seguidores percorreram o Jequitinhonha até a altura da serra de Itacambira, descobrindo areias com pepitas de ouro (areias auríferas de Minas Novas), e desceram o rio São Mateus. Como na Entrada chefiada por Spinoza, os resultados se revelaram novamente negativos. Não se deixando abater, no entanto, a Coroa ordenou a Fernandes Tourinho nova expedição. Esta se inicia ao norte do rio Doce, seguindo-o até a cabeceira do Suaçuí, onde se encontraram turmalinas azuis (as falsas turquesas). Voltaram até o afluente Jacuri, subindo por este até a cabeceira do Itamarandiba do Mato, onde eram abundantes as turmalinas verdes (falsas esmeraldas), as rubelitas, indigolitas e berilos. Chegaram até o rio Araçuai e daí desceram pelo Jequitinhonha até o Oceano.

Destas primeiras incursões, chegou-se a uma gama de conhecimentos que poderiam ser assim resumidos: jazidas de turmalinas, berilos e águas-marinhas (identificadas na época como esmeraldas, safiras e turquesas), localizadas na serra divisora das bacias do Mucuri, Jequitinhonha e rio Doce e também na do Espinhaço, entre os rios São Francisco e Jequitinhonha.

Em 1672, tangida pela flama patriótica, a aristocracia paulista se dispôs, com seus próprios recursos, a percorrer continente

adentro na busca de gemas. O nome de Fernão Dias Paes Leme é, sem dúvida, o mais importante dessa fase, iniciada em 1674, com a sua investida para localizar a "serra das esmeraldas".

A nova estratégia, mediante o estabelecimento de roçado e trilhos de melhor qualidade, marcou o início da colonização no País.

Os Bandeirantes entraram pelo alto-rio Grande, passando por Ibituruna, mais ao norte pelo rio Paraopeba, alcançando o vale do rio das Velhas e indo em direção à atual cidade do Serro. Chegaram à serra de Itacambira, cortando o vale do Jequitinhonha e subindo o rio Itamarandiba, afluente do Araçuai, até chegar à lendária "serra das esmeraldas".

As gemas, num total de 128, foram levadas a São Paulo e de lá para Lisboa. Em 1697, outras pedras enviadas a Lisboa foram examinadas por mineiros práticos da Índia, não sendo identificadas como autênticas as tão procuradas esmeraldas.

Pelos percursos das Entradas e Bandeiras, nota-se que a localização das supostas gemas restringe-se à Província Pegmatítica do leste-nordeste do Estado de Minas Gerais. Nesta região, atualmente, são intensos os trabalhos de pesquisa e exploração, visto o alto valor e abundância das gemas.

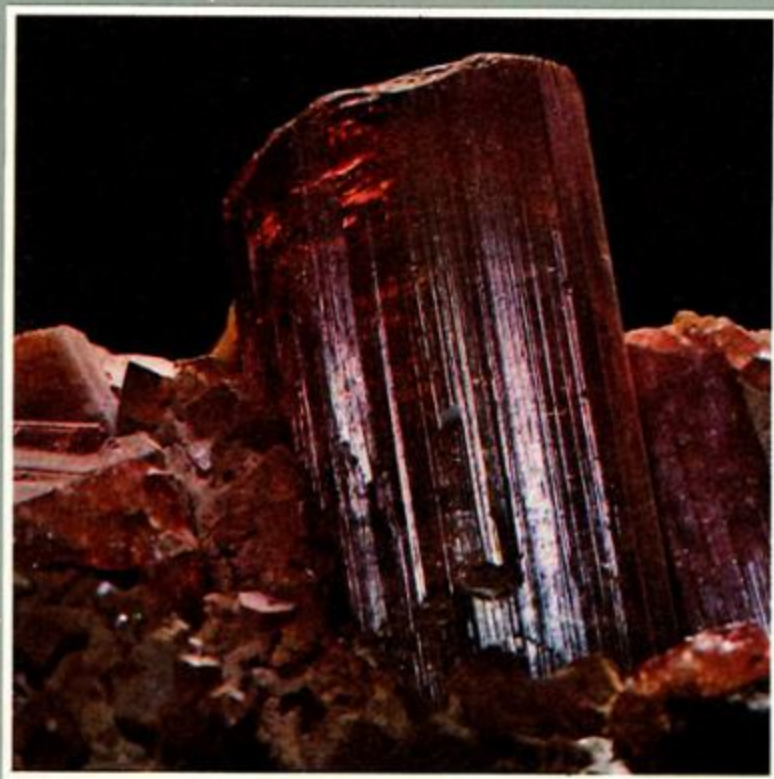
Além das riquezas já propiciadas pelo ouro e pelas pedras coradas, a Coroa de Portugal passa a deslumbrar-se com as primeiras descobertas de diamantes no Brasil no início do século XVIII. Oficialmente essa fabulosa descoberta é atribuída a Bernardo da Fonseca Lobo, em 1721, havendo aqueles que a conferem a Sebastião Leme do Prado, em 1725, no ribeirão Manso, afluente do Jequitinhonha. O Brasil se tornou logo o principal produtor mundial de diamante, sendo Tijuco, hoje Diamantina, o centro da produção. Devido a ampla produção mundial, àquele tempo, seu preço na Europa caíria em 3/4 do valor, o que forçou o Governo Português a controlar com maior rigor as frentes de trabalho.

No início do século XIX, eram escassos os trabalhos de exploração das pseudo-esmeraldas. No entanto, desenvolviam-se as pesquisas de ouro e diamante nos ribeirões da região do Quadrilátero Ferrífero e de águas-marinhas e topázios, estes principalmente nos arredores de Ouro Preto.

Em 1850, a região do Triângulo Mineiro haveria de adquirir importância na extração de diamante, tornando-se célebre pela descoberta, em 1853, do Estrela do Sul, que pesava, bruto, 254 1/2 quilates.

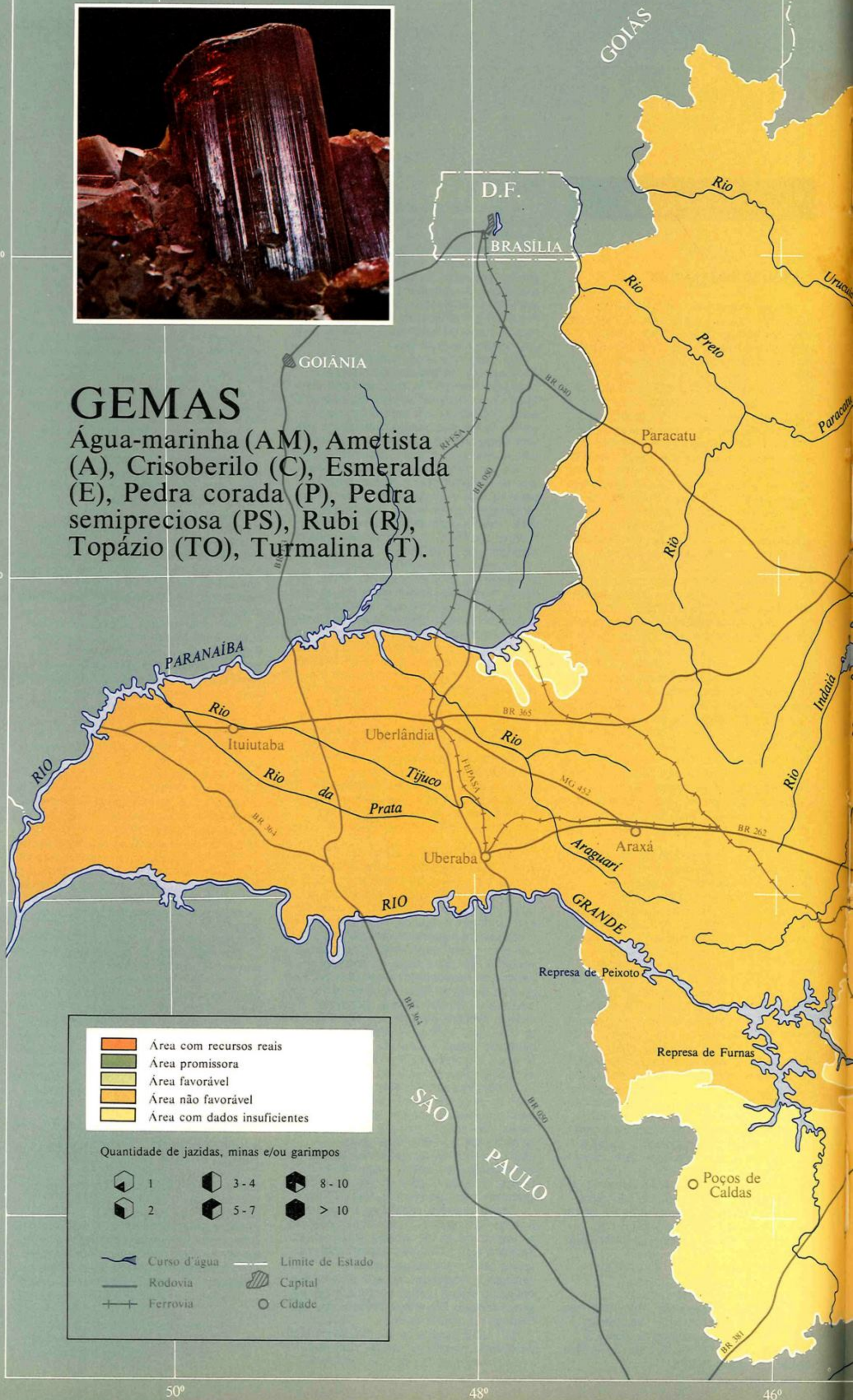
No restante do século até os anos da Segunda Guerra Mundial as explorações são dirigidas, quase que exclusivamente, ao ouro e diamante. Nesse período, novos campos diamantíferos surgiram, como os Canaveira - BA, Tibagi e Pitangui - PR, no Amazonas, Pará, Amapá e no rio das Garças, afluente do Araguaia, em Goiás.

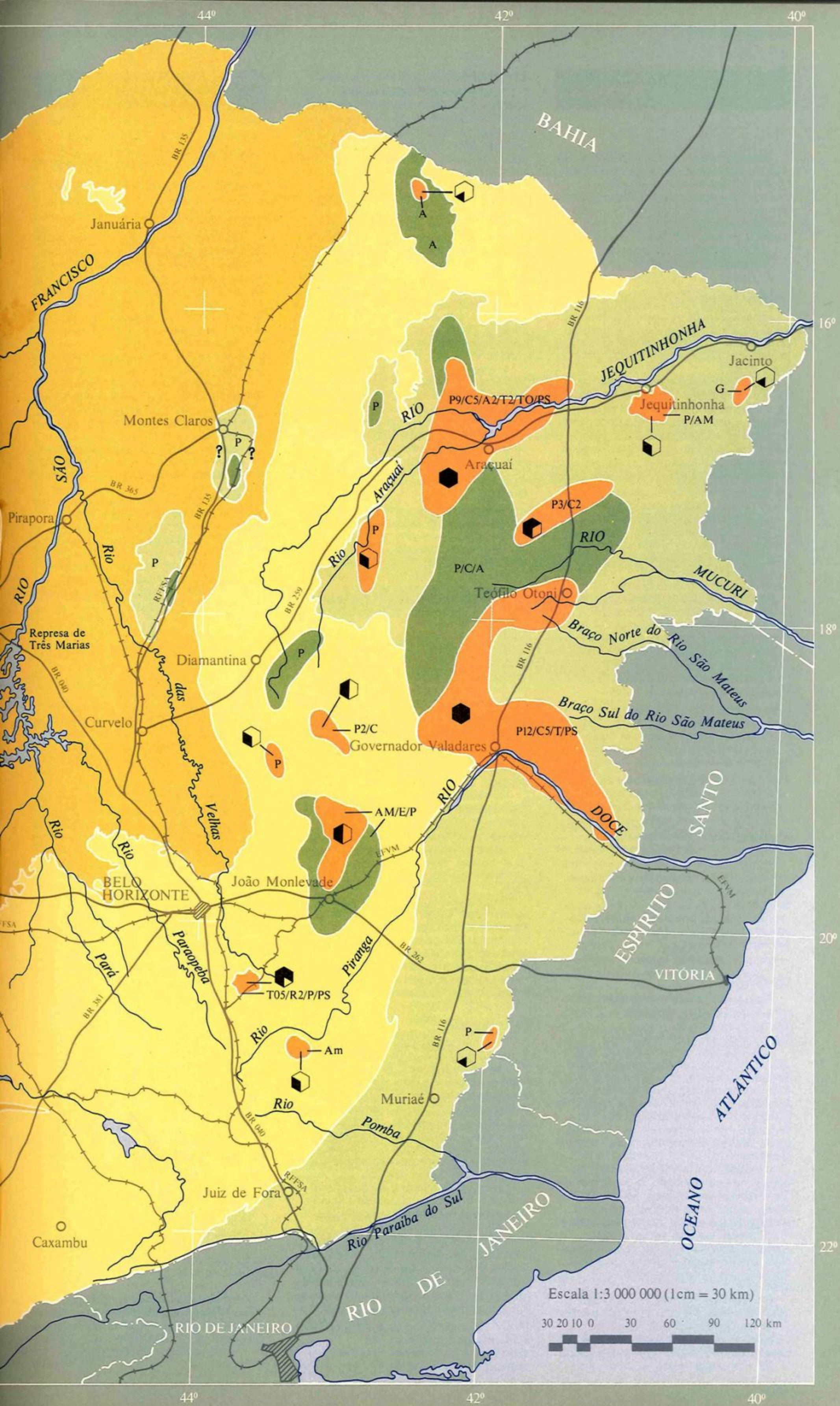
Com a necessidade de minerais estratégicos durante a Segunda Guerra Mundial, as regiões pegmatíticas do Nordeste do Brasil e de Minas Gerais foram intensamente trabalhadas, tornando-se as grandes fontes produtoras de gemas coloridas. Hoje, os pegmatitos, principalmente os de Minas Gerais e sul da Bahia, são os principais pólos produtores de gemas no País, colocando-o como maior exportador mundial dessas substâncias minerais.



GEMAS

Água-marinha (AM), Ametista (A), Crisoberilo (C), Esmeralda (E), Pedra corada (P), Pedra semipreciosa (PS), Rubi (R), Topázio (TO), Turmalina (T).





Mineralogia/Geologia

Entendem-se por gemas os minerais que, devido á sua beleza, raridade e durabilidade, podem ser transformados em jóias, ornamentos e objetos de arte. Algumas vezes são rochas e não minerais, como é o caso do lápis-lazúli. Podem também ter origem orgânica, embora raramente, como o âmbar e o azeviche.

As principais gemas são:

BERILO

O berilo além de ser uma fonte do metal berílio, quando transparente é empregado como gema. Depósitos importantes são encontrados na Colômbia, URSS, África do Sul e Brasil.

É um silicato de alumínio e berílio $Be_3 Al_2 (Si_6 O_{18})$ podendo apresentar álcalis na sua estrutura. Cristaliza-se no sistema hexagonal, em cristais de hábito prismático ou colunar, dureza 7,5 a 8,0, densidade 2,67 a 2,82 e brilho vítreo. Cristais de berilo apresentam-se sob diversas cores, que caracterizam aliás, as suas variedades, a saber:

- **Esmeralda:** berilo, verde, com diversas tonalidades. Aquelas com tonalidades vivas, sem presença de jaças ou inclusões, que lhes são características, alcançam maior valor. Esta cor revela a presença de cromo na estrutura do cristal. Ocorre em veios ou bolsões pegmatíticos, que atravessariam metassedimentos e rochas ultrabásicas, que forneceriam o cromo. As principais ocorrências brasileiras são as da Bahia (Pilão Arcado, Carnaíba, Anagé, Brumado etc.), de Goiás (Minaçu, Porangatu, Santa Tereza de Goiás e Itaberaí) e Tauá, no Ceará. Em Minas Gerais, destacam-se as ocorrências da região de Itabira.
- **Água-marinha:** é o berilo que pode variar do azul-profundo ao azul-pálido. Das gemas mais características de Minas Gerais, cresce de valor com o aumento da intensidade da cor.
- **Morganita:** rósea, algumas vezes, contém inclusões de turmalina. Sua cor se deve á presença de sais de césio e de manganês. Também conhecida como vorobievita.
- **Heliodoro:** berilo de cor amarela, em virtude de inclusões radioativas e óxido de ferro.

As águas-marinhas são encontradas em pegmatitos ou em seus produtos de desagregação.

Em Minas Gerais, as principais áreas produtoras encontram-se plotadas no mapa correspondente.

TURMALINA

Trata-se de boro-silicato de alumínio, de composição química complexa, expressa pela fórmula $(Na, Ca) (Mg, Al)_6 B_3 Al_3 Si_6 (O, OH)_{30}$.

Cristaliza-se no sistema trigonal, com cristais de hábito colunar, freqüentemente estriados verticalmente. Sua dureza é de 7,0 a 7,5; densidade de 3,00 a 3,25; brilho vítreo. Apresenta-se em cores variadas, cada uma recebendo denominação específica: azul (indigolita), verde (elbaíta) incolor (acroíta), parda (dravita), vermelho (rubelita), preta (schorlita).

As vezes, é bicolor ou multicolor. Os valores mais elevados são os das gemas de cores não muito profundas, no caso da elbaíta. Já a rubelita de maior valor, em contrapartida, é aquela de cor mais intensa.

A turmalina ocorre em pegmatitos graníticos, associada ao quartzo, feldspato, mica, berilo e fluorita, ocorrendo também em rochas ígneas e metamórficas como mineral, acessório.

Os principais depósitos se encontram nos EUA, URSS, República Malgaxe e Brasil.

Minas Gerais é o mais importante produtor nacional de turmalina em todas as suas cores. As principais regiões produtoras se vêem no mapa anexo.

CRISOBERILO

Trata-se de um óxido de berilo e alumínio, $BeAl_2 O_4$. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, geralmente em cristais colunares, achatados, apresentando estrias verticais. Apresenta dureza elevada (8,5 na escala de Mohs), densidade de 3,65 a 3,80, brilho vítreo, e cores amarela, amarelo-esverdeada, amarelo-acastanhada, castanha, verde e vermelho, esta em luz incandescente.

A alexandrita é uma variedade de crisoberilo e apresenta uma característica interessante: troca a cor vermelha em luz incandescente para verde ou verde-azulada em luz natural, o que a torna de grande valor.

Outra variedade, o "olho-de-gato" mostra efeito de acatassolamento, ou seja, apresenta minúsculas inclusões fibrosas, dispostas em paralelo. Deste modo, quando iluminada, revela uma faixa estreita e longa, sem posição fixa e de maior luminosidade.

O crisoberilo se encontra em pegmatitos graníticos, principalmente, ou em aluviões. Raras vezes, ocorre em granitos e micaxistos e alcança grande valor comercial devido á raridade e beleza.

A URSS, o Sri Lanka, a República Malgaxe e o Brasil são os principais produtores dessa variedade de gema.

QUARTZO

Suas principais gemas são: ametista que é o quartzo de cor violeta, provavelmente devido ao ferro, constitui, aliás, a variedade de maior valor comercial quando considerada gema.

E o citrino, que possui uma coloração amarela e que, quando perfeito, é classificado como gema.

TOPÁZIO

É um fluossilicato de alumínio, de fórmula geral $Al_2 (SiO_4) (F_4 OH)_2$, apresenta cristais do sistema ortorrômbico, de hábitos prismáticos terminados por bipirâmides.

Sua dureza é elevada: 8 na escala de Mohs. A densidade é de 3,4 a 3,6, brilho vítreo, com cores azul, verde, amarelo e incolor.

A variedade mais valiosa é o topázio imperial, de cor variando do amarelo ao rosa-pêssego, encontrado em filões caulinizados.

As variedades incolor, azul e róseo são encontradas mais comumente associadas ao quartzo, feldspato, mica, turmalina, cassiterita, berilo e apatita.

Geralmente ocorre em pegmatitos ou em seus aluviões, sendo encontrado principalmente no Brasil, URSS, Japão e EUA.

As principais ocorrências de topázio azul ou róseo, em Minas Gerais, localizam-se na Província Pegmatítica Oriental.

O topázio imperial aparece na região de Ouro Preto, em filões caulinizados ou preenchidos por argila limonítica, localizados numa unidade litológica entre as Formações Fecho do Funil e Sabará.

ESPODUMÊNIO

É um silicato de alumínio e lítio, de fórmula geral $Li Al (Si_2 O_6)$, que se cristaliza no sistema monoclinico, em cristais de hábitos grosseiros e faces verticais estriadas. Sua dureza varia de 6,5 a 7,0 e sua densidade de 3,13 a 3,60. Tem brilho vítreo e apresenta cores rosa-lilás, quando é denominado kunzita; e verde-esmeralda, quando é conhecido como hiddenita. As variedades mais valiosas são aquelas de cores mais intensas e límpidas.

Ocorre em pegmatitos associados á turmalina, morganita, clelandita e quartzo. As principais ocorrências estão em Galiléia, S. José da Safira, Itinga, Araçuai, Conselheiro Pena, Peçanha, Divino das Laranjeiras, Mendes Pimentel, Virgem da Lapa e Cel. Murta, e são referidas no mapa como pedra semipreciosa ou pedra-corada.

GRANADA

É um silicato de fórmula geral $A_3 B_2 (SiO_4)_3$, apresentando subespécies, de acordo com os elementos presentes expressivos, conforme tabela a seguir:

Subespécie	Composição	Densidade
piropo	$Mg_3 Al_2 (SiO_4)_3$	3,65-3,80
almandina	$Fe_3 Al_2 (SiO_4)_3$	3,93-4,17
espessartita	$Mn_3 Al_2 (SiO_4)_3$	4,15-4,21
grossulária	$Ca_3 Al_2 (SiO_4)_3$	3,61-3,75
andradita	$Ca_3 Fe_2 (SiO_4)_3$	3,81-3,87
uvarovita	$Ca_3 Cr_2 (SiO_4)_3$	3,77-3,90

O piropo, quando puro, é incolor; mas, apresenta, com a presença de ferro, cor vermelho-sangue. A almandina é a mais usada em joalheria, de cor vermelho-intenso acastanhado. A grossulária possui diversas cores: verde, marrom, laranja, amarela e verde-profundo. A andradita varia do amarelo-esverdeado ao verde e ao preto. A uvarovita é verde-esmeralda.

A granada é um mineral facilmente encontrado tanto em rochas metamórficas, mais precisamente em mica-xistos, hornblenda-xistos e gnaisses como em rocha ígnea como mineral acessório. A espessartita é freqüente em veios pegmatíticos.

Ocorre em Minas Gerais nos municípios de Araçuai, Conselheiro Pena, Resplendor, Minas Novas, Medina, Coroaci e S. José da Safira.

Observação: o mapa que acompanha o presente trabalho foi elaborado a partir de dados oficiais de Decretos de Lavra e compilação bibliográfica das ocorrências. Principalmente no que se refere aos Recursos Reais, as denominações pedra-corada e pedra semipreciosa podem englobar quaisquer das espécies minerais aqui tratadas.

Economia

Posição brasileira

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de gemas, fruto principalmente da mineração por garimpagem, praticada de forma empírica sem maiores preocupações de tecnologia.

As gemas ou pedras-coradas constituem uma família enorme pela variedade de composição e tipos. Associam-se a um sem-número de ambientes geológicos, entre os quais são particularmente importantes aqueles dos pegmatitos.

Raras são as estatísticas sobre o volume de produção. Acredita-se, porém, que o Brasil, uma das sete províncias gemológicas do mundo, poderia, mediante utilização de métodos de extração mais eficazes, aumentar substancialmente essa importante atividade. Embora existam algumas empresas de mineração trabalhando na extração de gemas como subproduto, a quase totalidade da produção resulta da garimpagem.

As principais pedras em bruto extraídas no País, são:

- esmeralda (BA)
- água-marinha (RN, MG, BA)
- turmalina (MG, BA e GO)
- ametista (RS, MG, BA)
- topázio imperial (MG)
- citrino (MG e BA)
- granada (MG e BA)
- rubelita (MG, BA e GO)
- andaluzita (MG e BA)
- kunzita (MG e BA)
- ágata (RS)
- opala (PI)

Dificuldades

Minas Gerais é um dos mais importantes produtores brasileiros de gemas. Pode-se afirmar, com base nas informações de mercado, que a potencialidade do Estado corresponde a mais de 70% do total nacional.

Os corpos pegmatíticos, sabe-se, oferecem dificuldades ao estabelecimento de cubagens visando ao aproveitamento de minerais essenciais. No caso das gemas, minerais acessórios, esta dificuldade é ainda mais acentuada. Torna-se portanto, bastante difícil avaliar as reservas efetivas para esse material.

A fase de beneficiamento (lapidação, joalheria e bijouteria) é processada, fundamentalmente, por lapidadores e joalheiros autônomos ou em pequenas empresas, que nem sempre dispõem da técnica para um trabalho perfeito, e tampouco suprem a deficiência, utilizando aparelhagem moderna.

São Paulo, Rio de Janeiro e Amazonas se destacam como os principais produtores de jóias.

Existe tendência expansionista no mercado de gemas, experimentada nos últimos anos na Europa, especialmente na Alemanha Ocidental, que se abastece nos países em desenvolvimento.

A exportação é o principal objetivo do comércio de pedras preciosas no Brasil, e é feita de acordo com as conveniências do mercado internacional, que manipula estoques e tendências da moda, impondo preços e condições.

A necessidade de se oferecer todo apoio à extração e lapidação de gemas torna-se ainda mais premente quando se constata, pela tabela de exportações de pedras preciosas extraídas em Minas no último quinquênio, que o preço médio do quilo da pedra trabalhada ou lapidada é hoje 4.600 vezes maior que o valor médio do quilo da pedra bruta.

Ressalta-se, ainda, a necessidade da existência de infra-estrutura industrial para garantir a produção, em padrão e em escala quantitativa e qualitativamente compatíveis com as exigências do comércio internacional.

Tendo em vista o amplo mercado internacional para pedras lapidadas, jóias e bijouterias e, ainda, por possuir o Brasil uma grande produção de pedras em bruto e de baixo custo de lapidação, poder-se-á aumentar a participação brasileira na comercialização mundial.

Exportação brasileira de pedras preciosas - 1975/79				
Substância		Volume (kg)	Valor (Cr\$)	Preço médio por Kg (Cr\$)
Ágata	B	364.178	2.530.114	695
	L	103	190.364	1.848,19
Água marinha	B	4.544	34.659.189	7.627,46
	L	411	294.353.196	716.187,82
Ametista	B	145.490	12.640.293	86,88
	L	490	27.823.264	56.782,17
Citrino	B	6.719	1.601.786	2.238,40
	L	226	23.947.576	105.962,73
Esmeralda	B	1.103	1.978.755	1.793,98
	L	13	22.013.263	1.693.327,92
Granada	B	3.978	358.427	90,10
	L	17	7.544.135	443.773
Topázio	B	14.761	6.195.972	419,75
	L	70	108.283.952	1.546.913,60
Turmalina	B	4.099	5.146.318	1.255,51
	L	566	97.156.314	171.654,27
Qualquer outra preciosa ou semipreciosa	B	1.261.451	63.747.984	50,54
	L	566	97.156.314	171.654,27
TOTAIS	B	1.806.331	128.858.838	71,34
	L	2.462	678.468.378	328.311,02

B = brutas
L = lapidadas ou trabalhadas

Fonte: Mensagem Econômica, 273 - 1980

Observações referentes a tabela acima:

- constam na tabela apenas os dados oficiais, referentes a pedras que saíram por vias legais, com registro na pauta de exportações da CACEX.
- não consta da tabela o pequeno volume de pedras comercializadas por unidade, sem a informação do peso em quilograma.
- os números apresentados correspondem ao período de janeiro de 1975 a novembro de 1979. Quando da elaboração da tabela, a Superintendência de Comércio e Exportação, órgão da Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo, ainda não havia recebido os dados referentes ao mês de dezembro último.

Observa-se, pelo quadro, o elevado valor por quilo das pedras trabalhadas ou lapidadas, relativamente às pedras em bruto, o que justifica a intensificação de esforços para a avaliação da capacidade produtiva das lapidações. Este escopo se atenderia através de financiamento para instalação de novas unidades ou avaliação das lapidações existentes, através da criação de estímulos (participação acionária, cessão de terrenos, crédito para capital de giro, garantias de preço, reserva de mercado), destinados a atrair maior volume de investimento para a atividade.

Essa política é tanto mais importante quando se pondera o fato de que, em volume de produção, a quantidade de pedras exportadas em bruto supera expressivamente a quantidade de pedras aqui lapidadas, conotando a existência de um mercado potencial em outros países para o produto acabado, de imensas possibilidades.

Bibliografia

APGÁUA, Guilherme. Pedras preciosas; do subsolo mineiro, divisas para o Brasil. *Vida Industrial*, Belo Horizonte, 27 (6): 14-17, jun. 1980.

BARBOSA, José Eduardo C. de Almeida. *Perfil analítico da esmeralda*. Rio de Janeiro, 1973. 29 p. (Brasil. DNPM. Bol. 12).

LAGES, João Bosco Murta & BARBOSA, José Eduardo Costa de Almeida. Pedras preciosas: a busca de soluções. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 40 (380): 16-19, nov. 1976.

LAGES, João Bosco Murta; BARBOSA, José Eduardo Costa; ROHRMANN FILHO, Emílio. Pedras preciosas: modernização do setor. *Fundação J. P.*, Belo Horizonte, 6 (5): 2-8, maio 1976.

MAIOR apoio à exportação de pedras preciosas. *Tendência*, Rio de Janeiro, 7 (79): 64-68, jul. 1980.

MENDES, Maria Helena P. Teixeira. Posição do DNPM com relação às pedras preciosas brasileiras. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 40 (375): 24-31, jun. 1976.

MOREIRA, Marcos Donadello. Esmeralda no Brasil. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 41 (387): 3, jul. 1977.

MOURA, Odílio José Marensi de; PINHEIRO, Stelamaris Oliveira; NASSIF, Marcelo Arruda. *Gemas de Minas Gerais*. Belo Horizonte, METAMIG, 1981. 74 p.

PEDRAS preciosas; ametista. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 29 (329): 21-24, fev. 1973.

PEDRAS preciosas; berilo. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 29 (332): 22, maio 1973.

PEDRAS preciosas; crisoberilo. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 36 (337): 27, out. 1973.

PEDRAS preciosas; crisoberilo. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 36 (337): 27-28, out. 1973.

PEDRAS preciosas; espodumênio. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 30 (346): 19-20, jul. 1974.

SCALER, Milton. Gemas e jóias; um filão precioso. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 35 (405): 19-20, jun. 1979.

Grafita

Aspectos gerais

O nome grafita deriva do grego **grafé**, que significa escrita.

Conhecida como chumbo negro, esta já era usada desde os primórdios da civilização, principalmente na pintura de artefatos domésticos ou no próprio corpo.

A sua utilização na fabricação do lápis teve início na metade do século XVI e a descoberta de que tal material é constituído de carbono puro se deu após 1870.

Utilização

Exatamente porque é carbono puro, a grafita é utilizada na siderurgia. Aumenta o teor de carbono do aço, na fabricação de cadinhos para fusão de metais, em tijolos refratários, em lingoteiras e em revestimentos de alto-fornos, dada a sua resistência à combustão.

Tem emprego também no preparo de eletrodos, na fabricação do lápis (junto com a argila) e age como lubrificante, na sua forma amorfa, misturada a óleos e graxas. Na indústria de tintas anticorrosivas é útil por apresentar resistência ao calor e ao ataque químico. Participa da fabricação de fitas magnéticas, lonas de freio e explosivos.

Além de tais utilidades, é usada na fabricação de pilhas secas, eletrodos, nas escovas de motores, em geradores, nos quais se aproveitam a sua alta condutividade elétrica e sua flexibilidade.

Ademais encontra-se no mercado a grafita artificial, fabricada em fornos elétricos. Nesse caso, o antracito e ou o coque do petróleo, além de pequenas quantidades de cinza, com distribuição uniforme, são submetidos a temperaturas elevadas nos fornos (2000-3000°C). Esse material, devido à alta pureza (menos de 0,10% de impurezas), é utilizado como moderador de nêutrons lentos, para suportar altas temperaturas em foguetes e mísseis.

Mineralogia

É um mineral constituído basicamente de carbono puro (C), podendo conter impurezas de óxido de ferro, alumínio, fósforo, argila etc. Cristaliza-se no sistema hexagonal, em forma de lâminas ou placas hexagonais, que podem ser radiadas ou fibrosas. Sua cor varia do negro do ferro ao cinza do aço, apresentando traço preto. Apresenta-se untuoso ao tato, densidade 2,2 e dureza baixa (2 na escala de Mohs). É um bom condutor de eletricidade, devido à alta densidade dos átomos nas lâminas.

Geologia

O material aparece principalmente em rochas que foram submetidas a intenso metamorfismo de contato ou regional. A grafita pode ser cristalina, lamelar (flake), massiva (lump), pulverulenta (dust) ou amorfa.

O mineral se origina de várias maneiras:

CONCENTRAÇÃO MAGMÁTICA

A grafita forma uma parte dos magmas e se cristaliza com as rochas. Essa possibilidade é indicada pela sua presença em meteoritos, em nefelina-sienitos e em pegmatitos. Contudo, em algumas ocorrências, em diques pegmatíticos, a grafita foi claramente absorvida de calcários cristalinos cinzentos.

METAMORFISMO DE CONTATO

Nesse caso, o mineral se forma pela recristalização da matéria carbonosa em rochas metamórficas, resultantes de arenitos, folhelhos, calcários e carvão. Essa transformação está bem estabelecida e pode, evidentemente, ser efetivada sob condições metamórficas, requerendo temperatura da ordem de 200°C.

Weinschenk (in Bateman), pelo contrário, considera a grafita nesses depósitos como originada de compostos carbonosos gasosos da própria intrusão, contaminando os sedimentos.

METAMORFISMO REGIONAL

Também aqui há duas hipóteses para explicar a origem da grafita. Pela primeira, a grafita é matéria carbonosa alterada, anteriormente presente nos sedimentos e, pela segunda, ela resultaria da desagregação do carbonato de cálcio. A quebra do carbonato, fornecendo a Ca, Mg ou Fe produz silicatos, e libera CO e CO₂, os quais, por sua vez, desoxidados, formam a grafita.

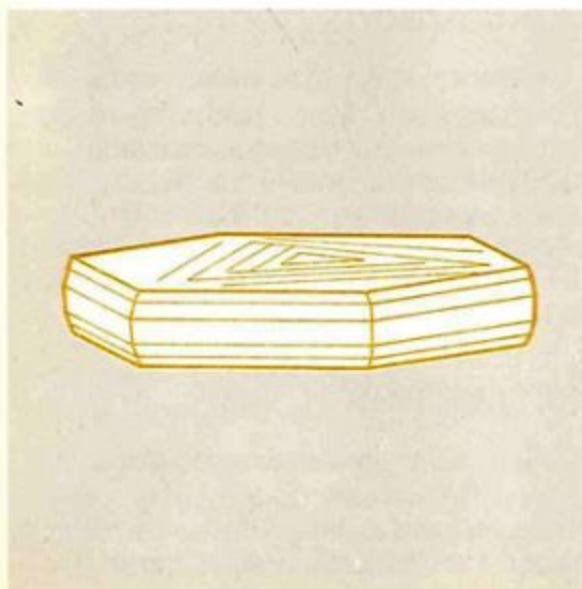
GRAFITA EM VEIOS

Ocorrendo em veios, com 60-90 cm de largura, aparentemente a grafita resulta do preenchimento de fraturas abertas, com o mineral possuindo uma estrutura fibrosa, transversal às paredes do veio.

Tais veios ocorrem em rochas ígneas como pegmatitos e granitos e, também, em sedimentos metamorfizados. Eles são encontrados próximos de contatos intrusivos onde prevalecem altas temperaturas. Conjectura-se, então, que teriam sido formados por deposição de componentes gasosos carbonosos, como o monóxido de carbono ou compostos nitro-carbonosos, talvez com metais associados. Em algumas dessas grafitas, a cinza contém ferro (Weinschenk). Segundo a opinião de Lindgreen, o carbono deriva de sedimentos encaixantes, depositado imediatamente após a intrusão.

Panorama mundial

Os dados sobre as reservas de grafita no mundo são de difícil obtenção, visto a carência de pesquisas nas áreas de ocorrência. Ainda que essas informações não sejam completas, sabe-se que a República Malgaxe, Rússia, Sri Lanka, Estados Unidos, Áustria, Coreia, México e Canadá detêm o maior volume deste mineral no mundo.



Os depósitos da Bavária, Áustria e Checoslováquia, têm sido os mais produtivos. Os de Passau (Bavária) consistem de lentes de grafita tipo "flake" em cordierita-gnaisses, contendo bandas de xisto e calcário, rodeados por granitos. Outros depósitos são similares (lentes em xistos ou mármore).

No Sri Lanka, a grafita ocorre em veios cortando gnaisses e mármore e são intrudidos por granitos e pegmatitos. Aparece também em disseminações nos gnaisses e mármore.

Na República Malgaxe, a grafita do tipo "flake" aparece disseminada, em veios, camadas ou bolsões, em gnaisses e xistos ao longo de um cinturão com cerca de 60 km.

Os depósitos russos (Sibéria) estão entre os mais importantes do mundo. O mineral aparece em nefelina-sienitos e xistos adjacentes. Os depósitos coreanos, contendo grafita amorfa, localizam-se em xistos, muitos próximos a contactos de granitos cretáceos. Vários depósitos se constituem de camadas de carvão e de argilitos grafitosos, metamorfisados.

No México, as jazidas (grafita amorfa) são formadas por metamorfismo de camadas triássicas de carvão, em Sonora.

No Canadá, os principais depósitos (Ontário e Quebec) são de grafita "flake", disseminada em gnaisses, xistos e calcários cristalinos.

Os depósitos norte-americanos mais importantes são os dos Estados de Alabama e Nova Iorque. No primeiro, a grafita está relacionada a pegmatitos; e no segundo, com granito intrusivo em calcários.

Grafita no Brasil

Apenas Minas Gerais e Bahia têm reservas aprovadas de grafita (10,8 milhões de toneladas medidas). Mencionam-se, porém, outras ocorrências em Goiás, Espírito Santo, Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo e Pernambuco.

As do Espírito Santo se constituem de filões encaixados em gnaisses granatíferos ou xistos (Colatina, Ibiraçu, Linhares e Guarapari).

No Ceará, têm-se ocorrências lenticulares encaixadas em gnaisses (Novas Russas e Piquet Carneiro).

Na Bahia, a grafita aparece no sudeste do Estado, relacionada às rochas granulíticas ou a gnaisses, e tem sua origem relacionada à presença de matéria carbonosa nas rochas originais. Estas, com o metamorfismo, perderam progressivamente os compostos dos grupos do O, N e S, enriquecendo-se em C. As principais ocorrências situam-se nos municípios de Encruzilhada, Rui Barbosa, Itanhém (reserva medida de 6.500 toneladas), Manoel Vitorino e Santa Teresinha.

No Rio de Janeiro, as ocorrências são em Itaperuna (grafita disseminada em Mn, em lentes encaixadas em gnaisses), São Fidelis (grafita flake em veios nos gnaisses) e Santo Antônio do Pádua.

Em São Paulo, ocorre a grafita amorfa, inserida em migmatitos no município de Sete Barras, além de outros registros em Miracatu, Pindamonhangaba, Piedade, Sorocaba e no Vale da Ribeira.

Grafita em Minas Gerais

Minas Gerais detém 99,9% das reservas nacionais, distribuídas nos municípios de Pedra Azul, Itapeçerica, Arcos, Mateus Leme e São Francisco de Paula.

Em Itapeçerica existem reservas de 450.000 toneladas, com teor de 16% de C. São em veios, com ramificações em quartzitos fraturados e alterados com intrusões granito - gnáissicas. Há grande percentagem de grafita do tipo "flake".

Em Pedra Azul, há também grafita do tipo "flake", disseminada em gnaiss alterado, relacionada com a faixa metamórfica granulítica, com granitos intrusivos. As reservas são de cerca de 25 milhões de toneladas, com teor de 18,5% de carbono.

Outros depósitos

Em Arcos, há 10.000 toneladas de grafita, com 17% de C, com pesquisas em andamento. Em Mateus Leme e São Francisco de Paula ocorrem reservas de, respectivamente, 200.000 toneladas e 70.000 toneladas do material.

Em Jequitinhonha, ela aparece em veios-rosários, encaixados em gnaisses e granitos. Em Formiga, seus depósitos, com 16% C, são similares aos de Itapeçerica.

Outras ocorrências podem ser visualizadas no mapa que acompanha este assunto.

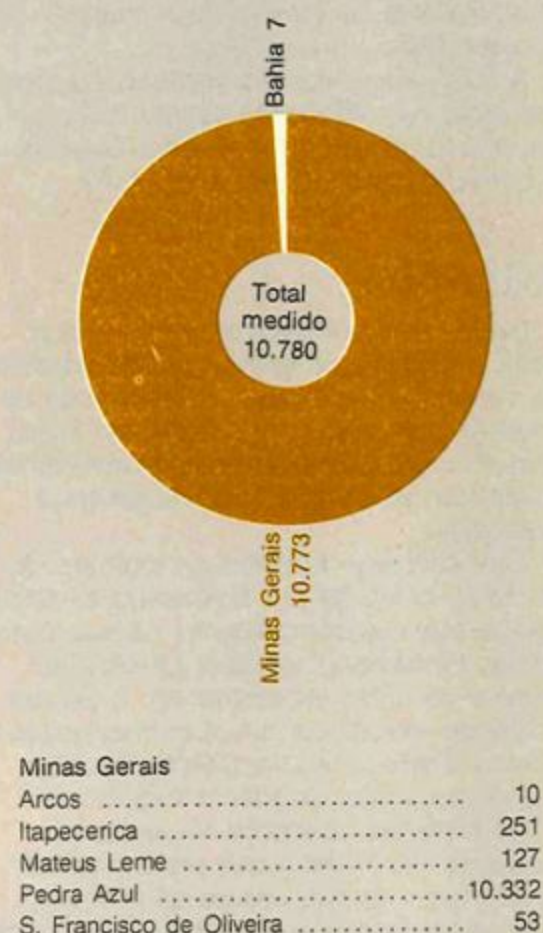
Economia

Reservas em Minas Gerais

No Brasil, existem ocorrências na maioria dos Estados, sendo, entretanto, economicamente aproveitáveis apenas as de Minas Gerais e Bahia.

O Estado de Minas Gerais, como se disse, é o principal detentor das reservas brasileiras, possuindo 99,9% delas.

Reservas brasileiras de grafita - 1979 (10³t)



Fonte: DNPM/DEM

Produção

Em Minas Gerais, destacam-se como produtores os municípios de Pedra Azul e Itapeçerica. O restante provém do município de Itanhém, na Bahia.

Existem em Minas Gerais duas minerações de grafita: a Nacional Grafita Ltda. aparece como principal produtora, alcançando, em 1979, 99,2% do total; e Grafita Peres de Moura que participa, pois, com menos de 1% da produção total.

A produção nacional de grafita evoluiu, de 2.573t em 1970, para 16.411t em 1980, com uma taxa média anual de 17,1%.

Demanda

A demanda interna de grafita vem evoluindo a uma taxa geométrica de 12% a.a. Ela é utilizada principalmente na indústria siderúrgica, para fabricação de aço e refratários; mas também em tintas, moldes de fundição e lápis.

Exportação/Importação

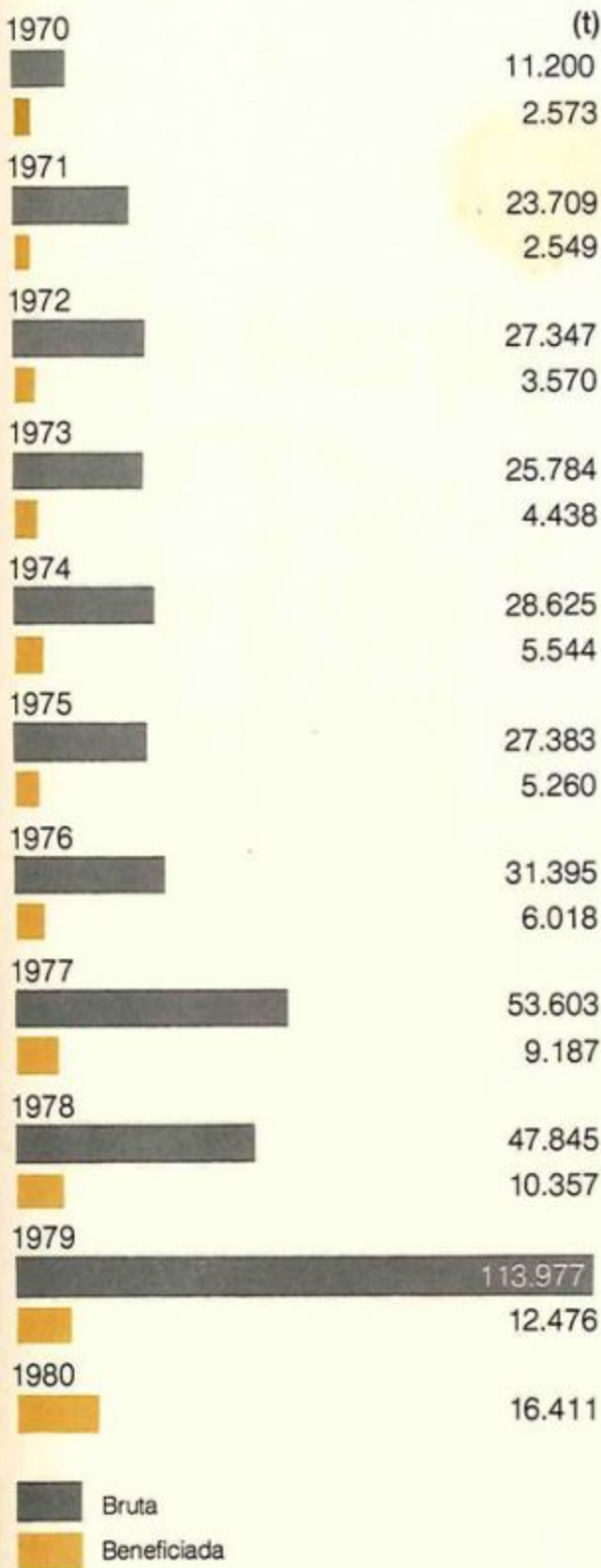
As importações são constituídas de um tipo especial de "flake" inexistente no País. Apresentaram um declínio acentuado, notadamente nos anos 77 e 78.

As exportações, até 1976, foram irregulares e inexpressivas, mas a partir de 1977 cresceram com a entrada em operação da usina de Pedra Azul - MG

Perspectivas

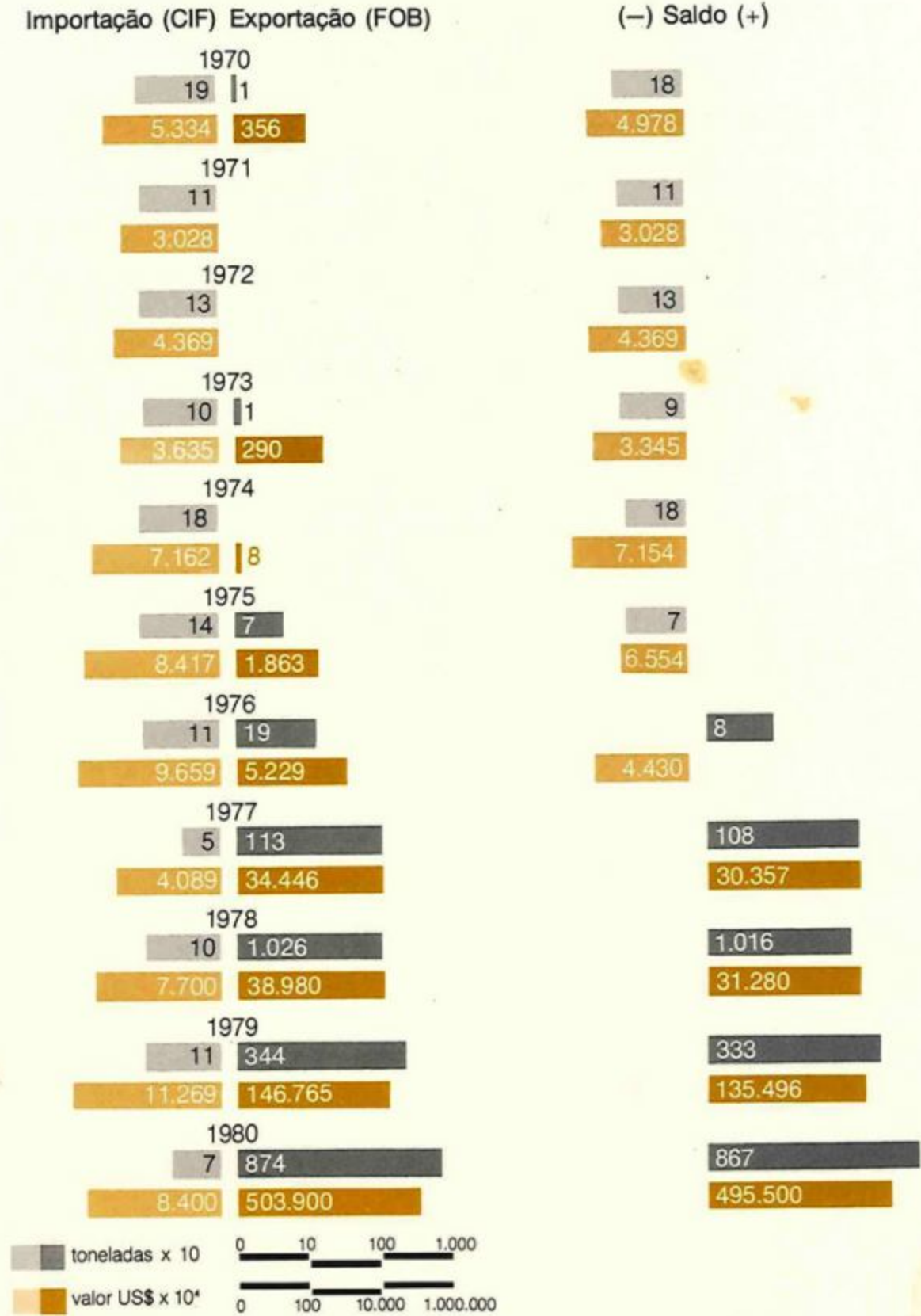
As reservas brasileiras conhecidas em 1979 - 10,8 milhões de toneladas - são suficientes para atender à demanda nacional, mesmo considerando o crescimento da indústria siderúrgica.

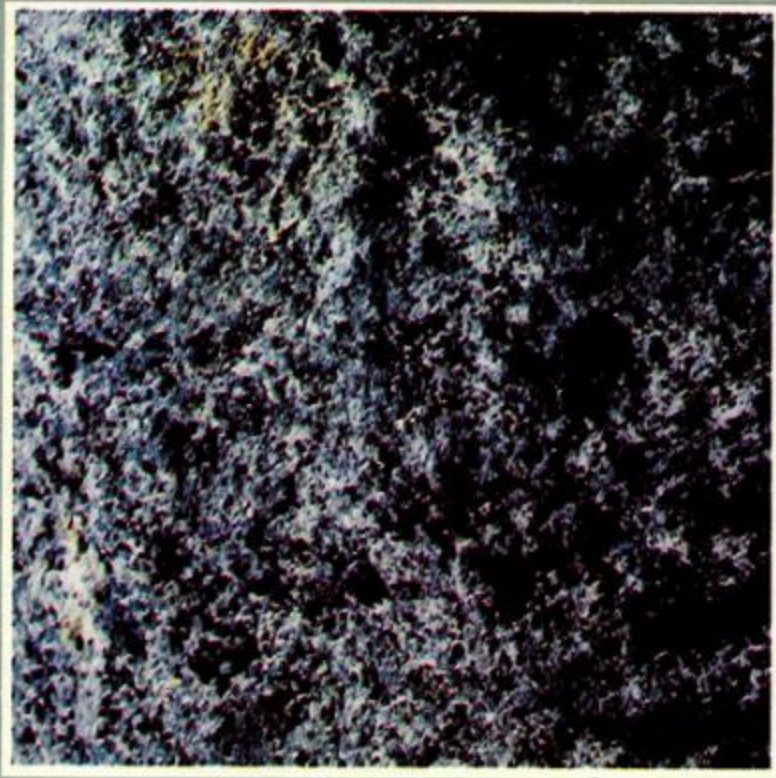
Produção brasileira de grafita - 1970/80



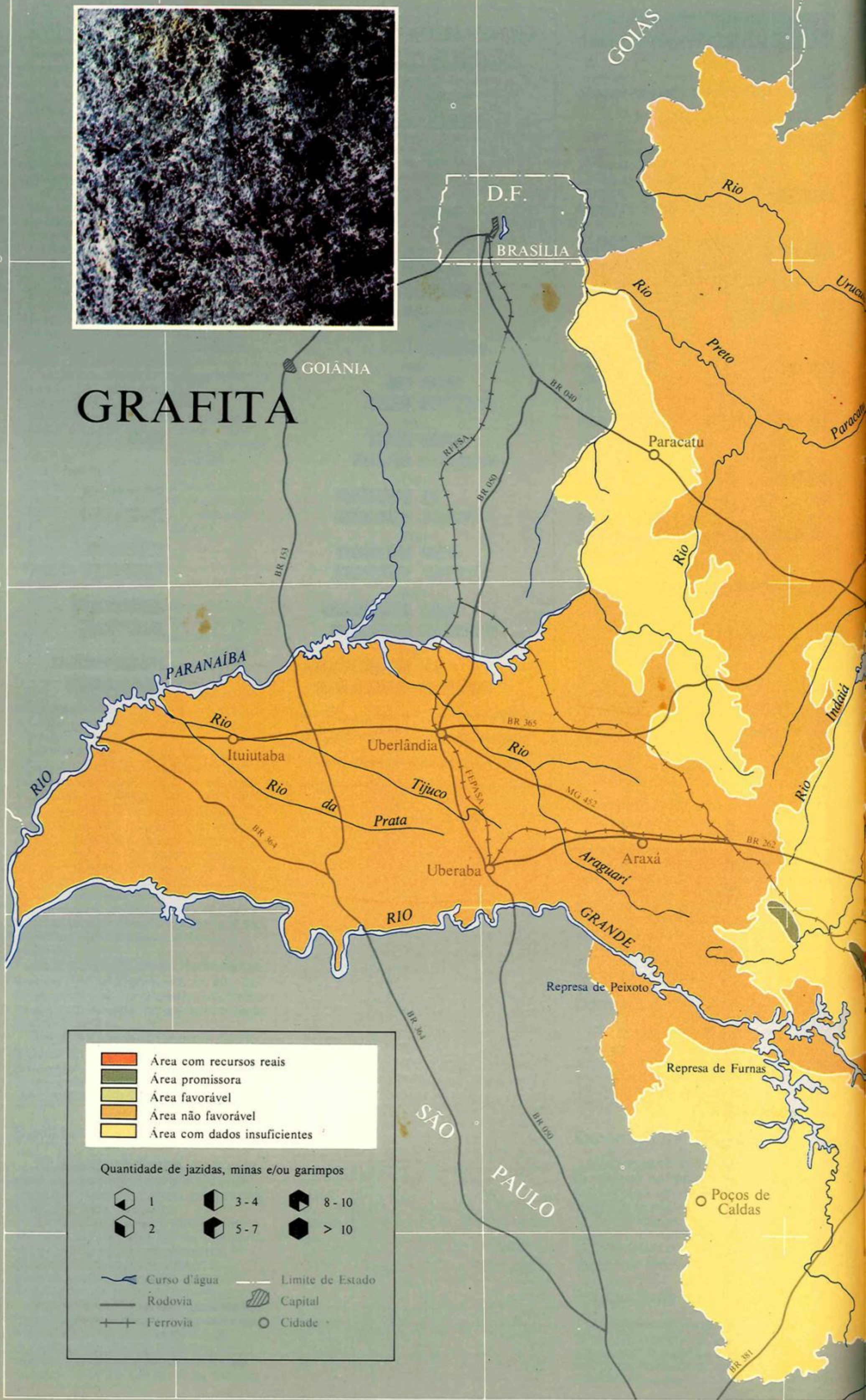
Não estão computadas 6.000 t de minério bruto com 14% de carbono, que foram produzidas e consumidas em bruto.

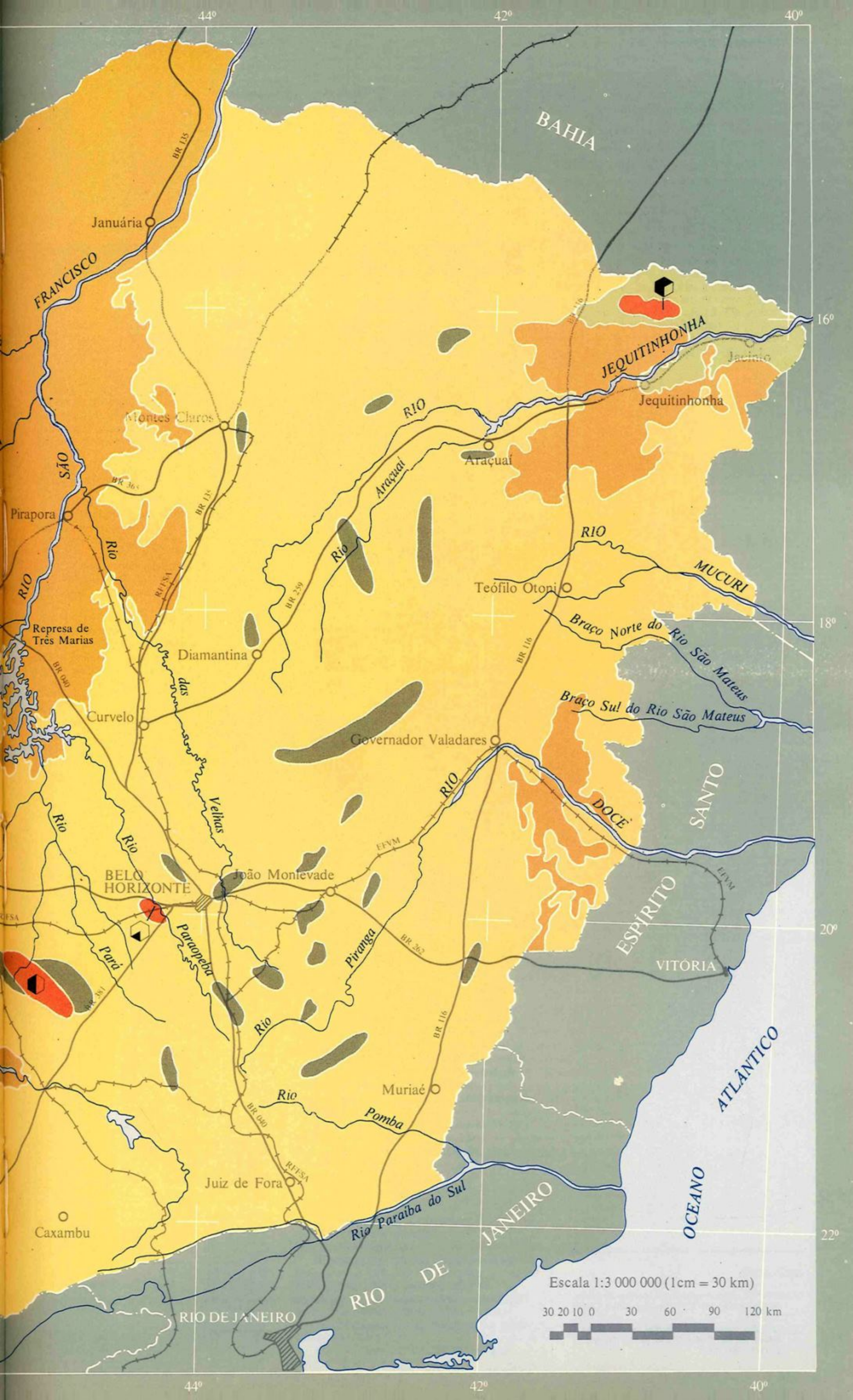
Comércio exterior de grafita - 1970/80





GRAFITA





Bibliografia

GUIMARÃES, Marco Aurélio. **Perfil analítico da grafita.**
Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 22 p. (Brasil. DNPM.
Bol. 16).

LEONARDOS, Othon Henry. **Grafita no estado de
Minas Gerais.** Avulso DNPM-SFPM, Rio de
Janeiro, (26), 1938.

Lítio

Aspectos gerais

Descoberto em 1817 na Suécia, quando se estudava uma amostra de petalita, o lítio (Li) apresenta número atômico 3, massa atômica 6,939, com abundância na crosta terrestre de 12 ppm.

Trata-se atualmente de elemento de grande importância, com elevado emprego nas indústrias de cerâmica e vidro, que consomem aproximadamente cinquenta por cento de todo lítio produzido no mundo.

Utilizações

O metal, sob a forma de óxidos e carbonatos, permite espalhar melhor o esmalte, ao tempo em que aumenta a dureza das superfícies esmaltadas.

O óxido de lítio é utilizado intensamente na fabricação de vidros especiais, como tubos de televisão, aparelhos de transmissão, ultravioleta, vidraria de laboratório e vidro pirex.

É grande o uso do lítio na fabricação de graxas. É que, adicionado a elas, o elemento retém as propriedades lubrificantes em ampla faixa de temperatura, variando desde temperaturas abaixo de zero até 150°C, além de dotá-las de maior resistência à oxidação.

O elemento é um dos componentes da liga lítio-magnésio com emprego nas indústrias aeroespacial e bélica, graças ao baixo peso específico. Por igual, participa das ligas lítio-chumbo para aumentar-lhes a dureza e rigidez. Uma liga denominada "scleron", em que o lítio entra com 0,1% numa associação com alumínio, zinco, cobre, manganês e ferro, é importante pela alta dureza e elasticidade.

Utilizado na fabricação de polímeros, nos plásticos, no condicionamento de ar e em sistemas de absorção de umidade e de gás carbônico, respectivamente como brometo e como hidróxido de lítio.

Novas aplicações do lítio desenvolvem-se hoje. Por exemplo, o carbonato de lítio, na área médica, tem resultados eficazes nos tratamentos antidepressivos. Usa-se também na fabricação de baterias elétricas e reatores de fusão por laser.

Mineralogia

Os principais minerais conhecidos são amblygonita, espodumênio, petalita e lepidolita.

AMBLYGONITA

É um fluorofosfato de lítio e alumínio $\text{LiAl}(\text{F},\text{OH})\text{PO}_4$ onde o sódio pode substituir parte do lítio. Cristaliza-se no sistema triclinico, geralmente em massas grosseiras, apresentando raros cristais e estes, quando de grandes dimensões são malformados.

Com clivagem perfeita, seu brilho é vítreo, nacarado sob as superfícies de clivagem. Sua cor varia do branco ao verde-claro, azulado ou amarelado.

Apresenta traço branco, densidade 3,0 a 3,1 e dureza 6. Funde facilmente com intumescência e chama vermelho-carmesim.

ESPODUMÊNIO

É um silicato de alumínio e lítio representado pela fórmula $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$, onde também o sódio pode substituir parte do lítio.

Trata-se de um mineral do grupo dos piroxênios, ocupando um lugar especial, pois não forma séries isomórficas com outros piroxênios. Cristaliza-se no sistema monoclinico, apresentando hábito prismático achatado e estrias.

Mostra cristais bem-desenvolvidos, grossos e com as faces corroídas, também em massas, nas quais se observam clivagens. Estas são geralmente perfeitas, formando ângulos de 87° a 93°. Apresenta cor branca, cinza, verde, róseo e amarela, brilho vítreo, normalmente translúcido e, às vezes, transparente, sendo então utilizadas como gemas. É o caso do espodumênio verde (hiddenita) e do lilás (kunzita) (ver gemas).

O espodumênio apresenta dureza 6,5 - 7,0, densidade 3,15 - 3,20, caracterizando-se também pela chama vermelha (lítio) e insolubilidade em ácidos. Altera-se em outro mineral de lítio, denominado eucryptita.

PETALITA

Este é um silicato de alumínio e lítio $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_5)_2$, que se cristaliza no sistema monoclinico com cristais raros, usualmente maciço ou massas laminadas, onde, às vezes, se observa clivagem de perfeita a boa.

Apresenta brilho vítreo a nacarado, fratura conchoidal, dureza 6,0 - 6,5 e densidade 2,39 a 2,46. Sua cor varia, podendo ser incolor, branco e cinza, sendo transparente a translúcido.

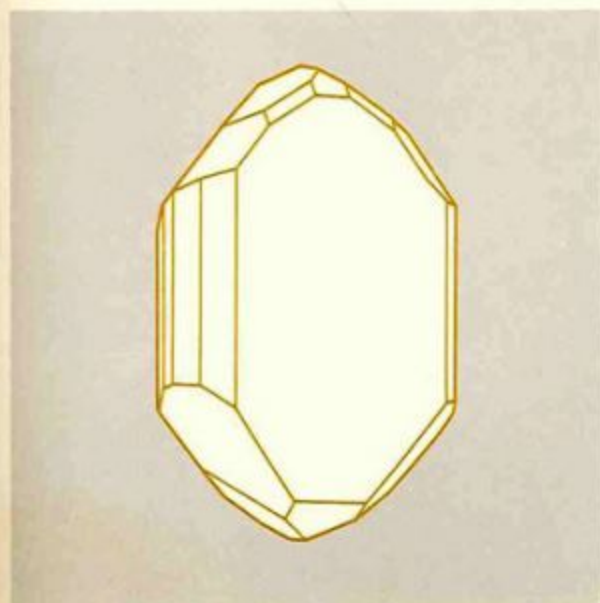
É facilmente identificado, pois além de ser insolúvel em ácidos, emite luz fosforescente azul, quando brandamente aquecido.

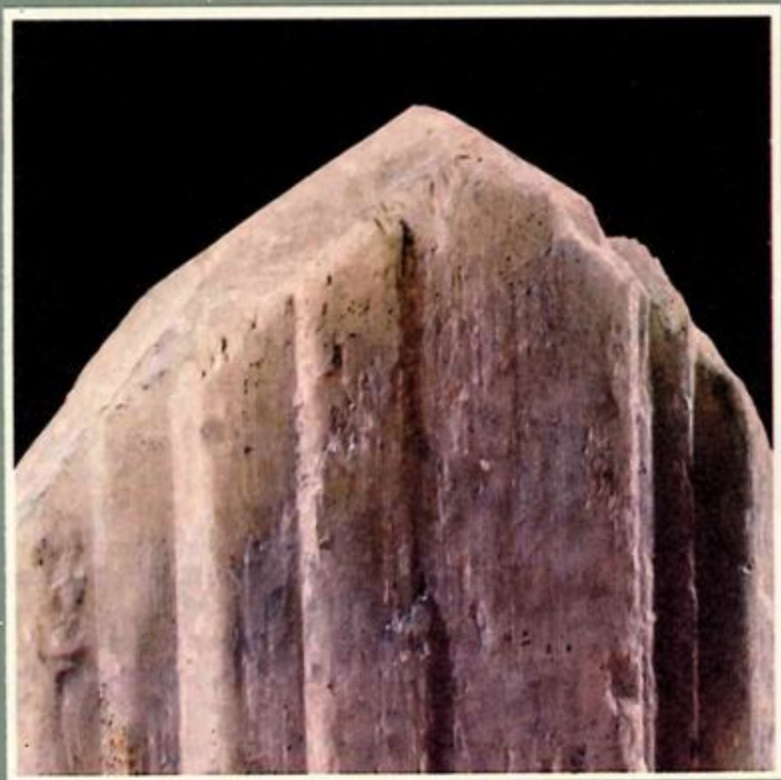
LEPIDOLITA

É um fluorossilicato de potássio, lítio e alumínio com sua fórmula $(\text{OH}, \text{F})_2\text{KLiAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$.

Mineral do grupo das micas (mica de lítio), sua cor varia do lilás ao branco-acinzentado, hábito micáceo, que se cristaliza no sistema monoclinico. Os cristais apresentam-se em placas pequenas ou prismas hexagonais, com dureza 2,5 a 4,0 e densidade 2,8 a 3,0.

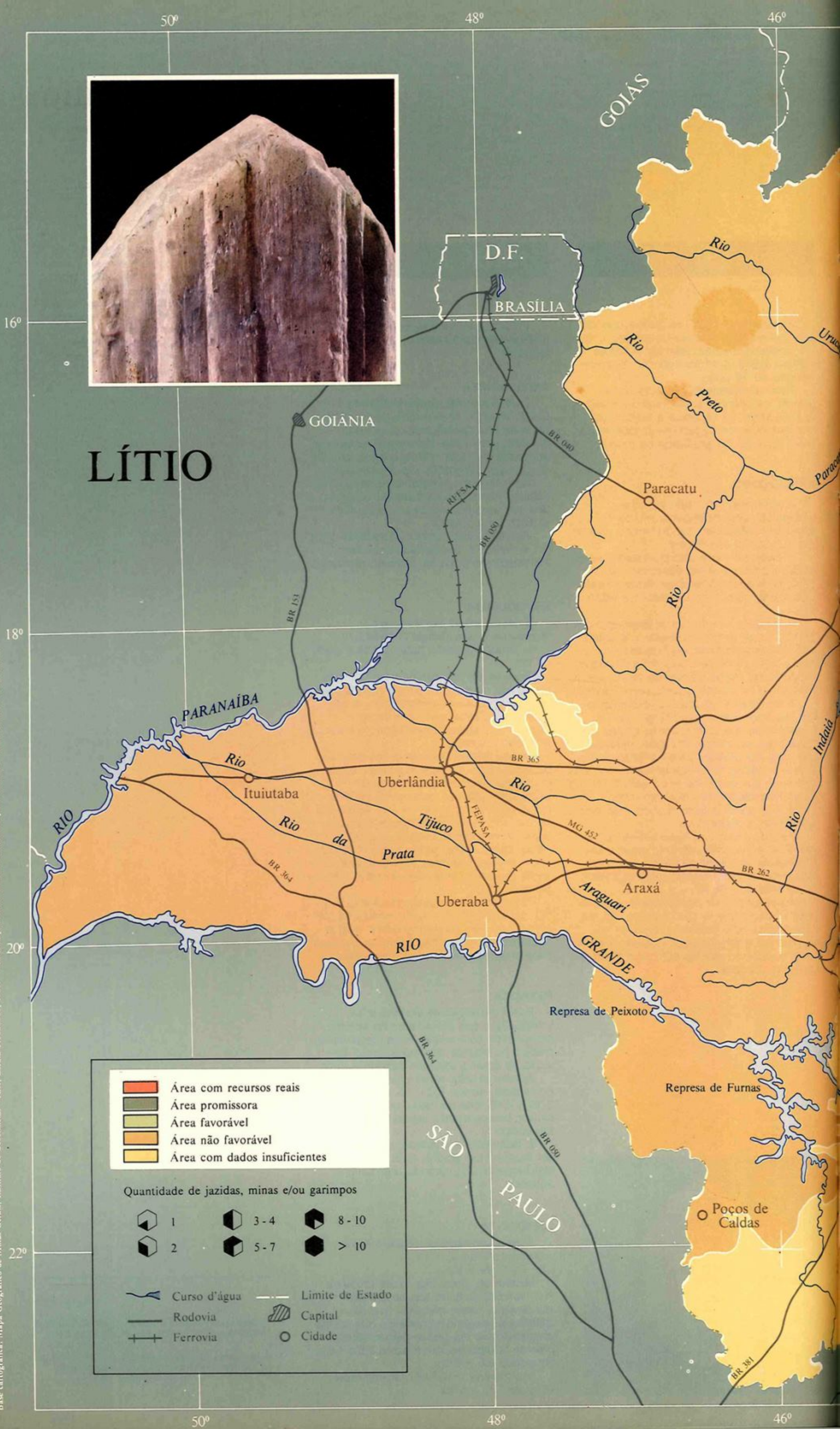
A porcentagem de Li_2O nesse mineral varia de 1,23 a 5,90.

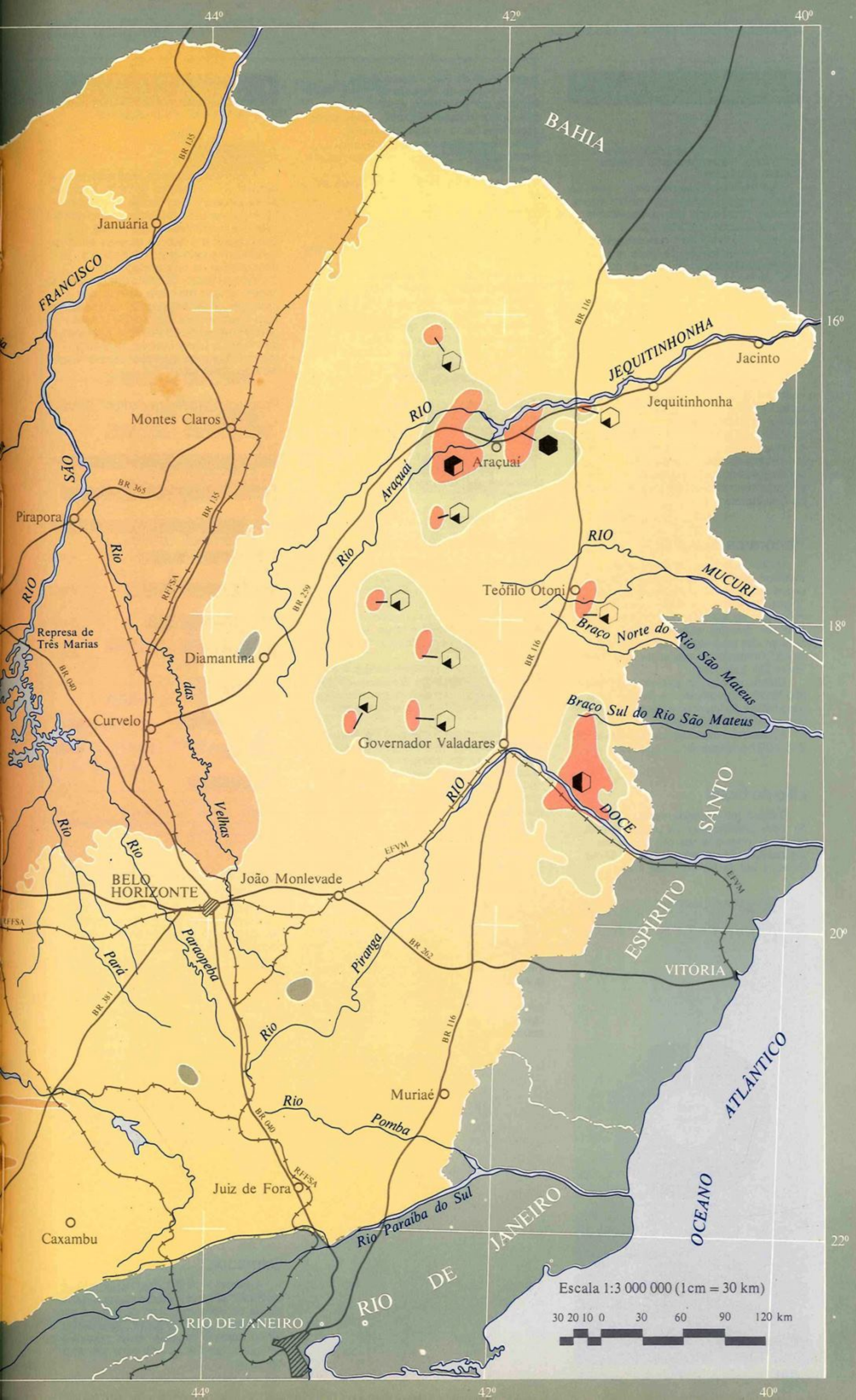




LÍTIO

Base cartográfica: Mapa Geográfico de Minas Gerais, Instituto de Geociências - IGA, Escala 1:1000000, 1980. • Informações sobre minerais elaboradas pela Metamig.





Geologia

O lítio mostra um enriquecimento em pegmatitos, diques graníticos e certos granitos grosseiros.

Ocorre ainda com cerca de 0,1 ppm na água do mar e, também, em certas águas minerais. Pode ainda estar presente em certos evaporitos, em quantidades comerciais, e é também concentrado nos "wads" (massa terrosa de óxido de manganês hidratado, usualmente contendo óxido de ferro e raramente bário ou cobalto), argilas e argilitos.

Em pegmatitos, diques graníticos e granito grosseiro, o lítio pode estar acompanhado, além dos elementos mais comuns como Na, K, Al e Si, também por Rb, Cs, Be, Sc, Y, Nb, Ta, Ti, Zr, B, Sn, W, Ga, Tl, Mn, P, F etc.

A distribuição do Li nas rochas ígneas é controlada pelo seu raio iônico-carga, e pela razão $Li_2O/(MgO + FeO)$. Nos estágios iniciais de cristalização do magma, grandes quantidades de Mg e Fe são removidas para a formação de minerais ferro-magnesianos em detrimento do lítio, o qual fica, então, concentrado no magma residual. Isso causa o enriquecimento de Li em rochas silicatadas na fase hidrotermal.

Panorama mundial

O Chile detém as maiores reservas mundiais, com 1.180 mil toneladas de Li_2O , provenientes do salar de Atacama, um "graben" a oeste dos Andes com depósitos de evaporitos litiníferos. Os EUA também possuem grandes reservas (maior parte oriunda dos pegmatitos da Carolina do Norte, o restante das salinas de Nevada e de Great Salt Lake-Utah).

Outros países, com reservas importantes, são Rodésia (pegmatito de Bikita), Zaire (pegmatitos de Mamono e Kitotolo), Austrália (Mount Marion) e Canadá.

As reservas mundiais são da ordem de 2.223.000 toneladas de Li_2O contido.

Lítio no Brasil

O Brasil detém a sexta reserva mundial do metal (excluindo-se os países da área soviética), originada das três províncias pegmatíticas (Borborema, Leste de Minas Gerais e Sul da Bahia) e das áreas

pegmatíticas de São Paulo e Goiás.

A província da Borborema (RN e PB) é formada por pegmatitos graníticos (microclina-moscovita-quartzo, tendo como acessórios berilo, tantalita-columbita, lepidolita, espodumênio e amblygonita) encaixados em gnaisses, xistos, quartzitos e granitos intrusivos.

As jazidas e ocorrências do Ceará se encontram nos municípios de Quixeramobim, Cristais, Solonópolis e Itapiúna, constituídas por corpos pegmatíticos geralmente encaixados em micaxistos tendo sido catalogados 68 corpos litiníferos.

A Província do Sul da Bahia é mais importante para a produção de berilo e água-marinha do que mesmo para lítio, e constitui estágio menos avançado de um mesmo processo magmático, quando comparada com a Província de Minas Gerais.

Em São Paulo (Mogi das Cruzes) e Goiás (Niquelândia, Uruaçu), ocorrem corpos pegmatíticos, alguns litiníferos, mas de importância subordinada. Das reservas oficiais, Minas Gerais contribui com 98% e Quixeramobim (CE) com o restante, visto não se computarem aí os dados de garimpos e as potencialidades (reservas inferidas) de outras províncias até agora pouco estudadas.

As reservas oficiais de lítio, em 1979, totalizaram 243 mil toneladas, como se constata no gráfico.

Lítio em Minas Gerais

Minas Gerais encerra todas as reservas oficiais de petalita, amblygonita, espodumênio e 95% das de lepidolita. Elas provêm da Província Pegmatítica Oriental em sua quase totalidade, abrangendo principalmente os municípios de Araçuaí e Itinga, além de outros locais mencionados no mapa que acompanha este texto.

Tais pegmatitos parecem pertencer à fase final do ciclo orogênico Brasileiro, de 450 milhões de anos, encaixados em micaxistos, em quartzitos (Grupo Macaúbas) e em gnaisses.

Os pegmatitos complexos de Araçuaí e Itinga mostram preferência por um específico minério de Li, em zoneamento distinto e localização espacial definida. Os pegmatitos com petalita apresentam um zoneamento interno bem distinto, concentrando na zona central a petalita e microlina, situando-se próximo aos contatos xistos-granitos.

Os pegmatitos com lepidolita apresentam elevado grau de diferenciação (quatro zonas), com lepidolita ocorrendo na zona intermediária associada à albita, situando-se mais afastados dos granitos.

Os pegmatitos com espodumênio, enquanto isso, são constituídos de microclina, quartzo, albita e moscovita, além do espodumênio (20%), são tabulares e sem zoneamento interno. Ocupam posição intermediária em relação ao contato xisto-granito.

A amblygonita é acessório comum nos pegmatitos complexos, associada aos três outros minerais, especialmente nos pegmatitos albitizados.

Economia

Produção

A principal parcela da produção nacional provém dos municípios de Itinga e Araçuaí. Ali se localiza a Companhia Arqueana de Minérios e Metais Ltda. Na produção global é relevante a quantidade que resulta da garimpagem em que os minerais litiníferos constituem subproduto dos trabalhos direcionados na busca de gemas.

Sem embargo, os dados que constam do quadro abaixo permitem verificar que a produção de minérios de lítio vem decaindo, com ligeira ascensão em 1980. O fato decorre não só do consumo de sais ao invés de minérios, como também da pouca valorização do bem mineral, desestimulante para os garimpeiros.

Produção brasileira de lítio* (bruta) - 1970/80



Fonte: DNPM/DEM/NUCLEMON
(*) Petalita, lepidolita, espodumênio.
Considerou-se como produção de amblygonita, o consumo da NUCLEMON

Exportação/Importação

Dada sua importância estratégica, a exportação de minérios de lítio se sujeita à aprovação prévia da CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, que estabelece as cotas máximas anuais de exportação por empresa.

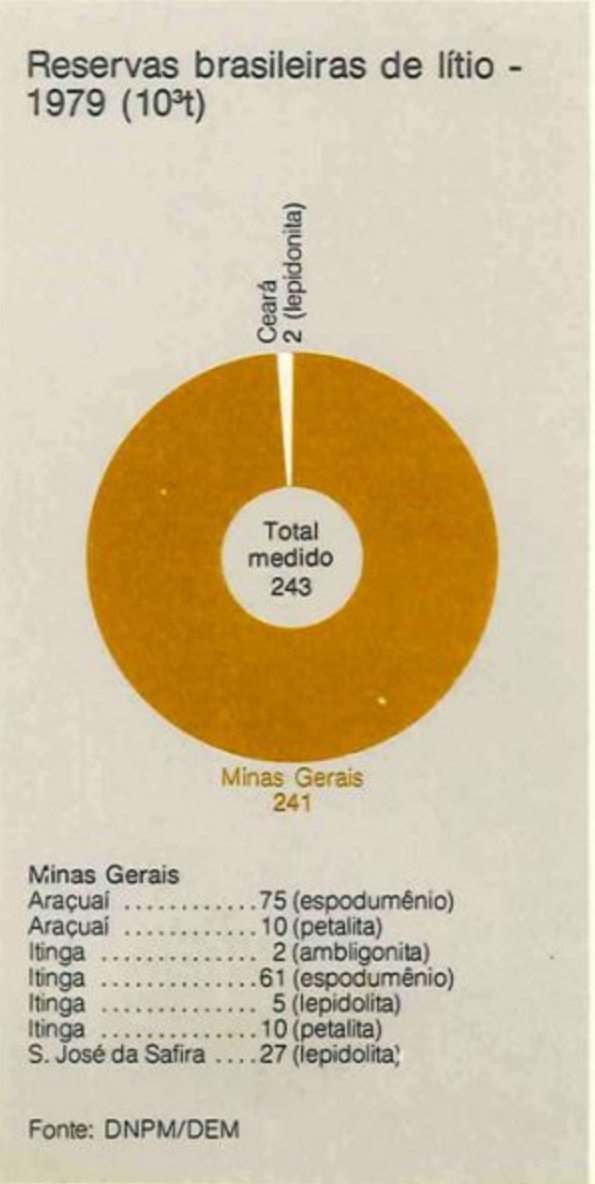
No caso em tela, igualmente, as vendas brasileiras para o exterior dependem, em grande parte, dos garimpos. Daí resulta a grande variação de vendas observada no quadro a seguir. A cata e a extração de minerais mais valorizados, e de melhor colocação no mercado, como o ouro, a esmeralda e a tantalita, motivam possivelmente a migração de garimpeiros para os últimos, diminuindo em consequência a oferta de minerais de lítio.

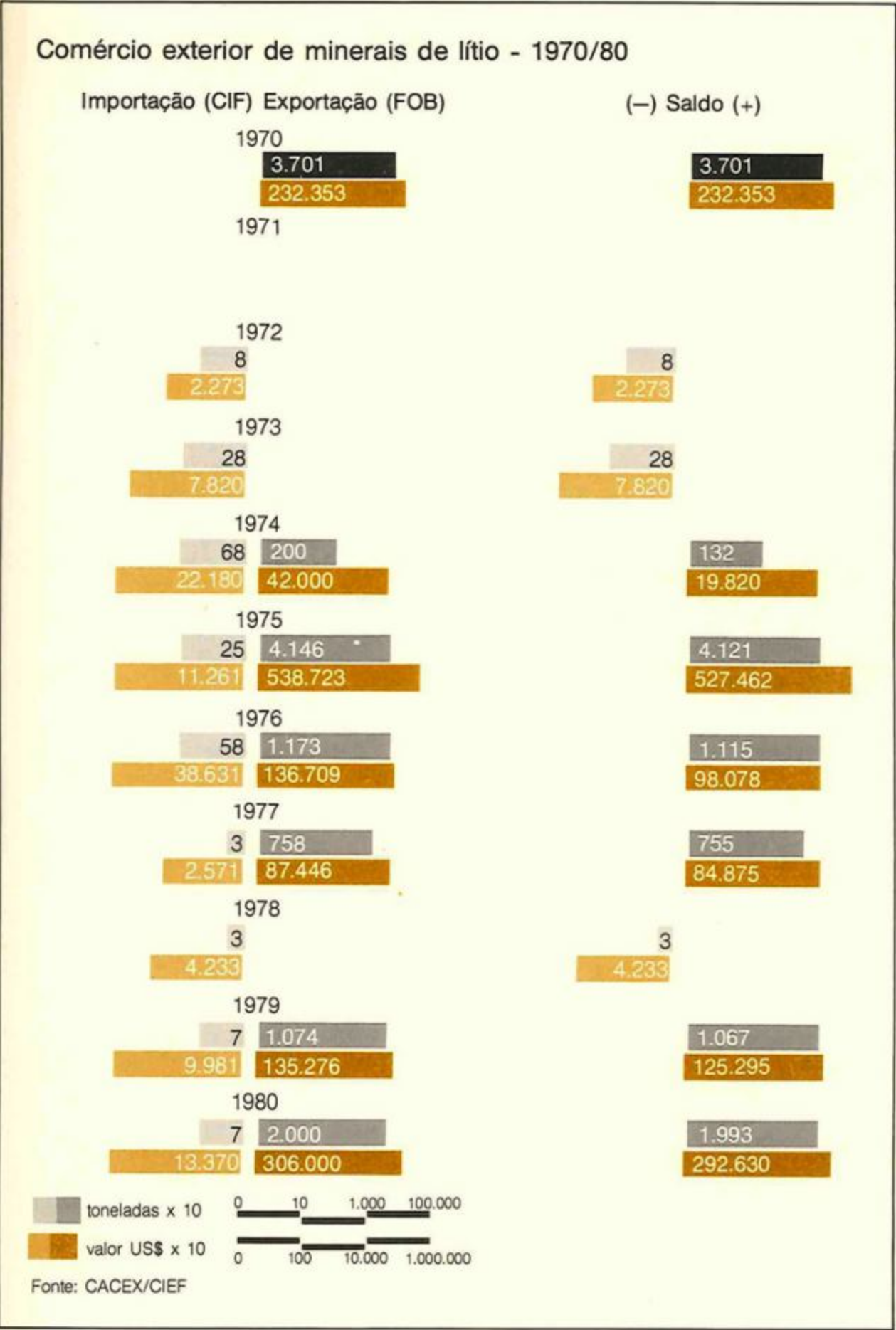
No que tange às importações, destacam-se a petalita e lepidolita, vindas principalmente dos Estados Unidos, Suíça e Argentina e que se destinam às indústrias de cerâmica e vidro.

Com efeito, a situação da balança comercial de minério de lítio, no período 1970/1979, mostra, com exceção de alguns anos, saldo positivo de divisas.

Demanda

A demanda de lítio vem decrescendo a partir de 1971, principalmente em virtude da queda do consumo direto do mineral nas indústrias de cerâmica e vidro. Paralelamente a irregularidade da oferta interna, oriunda dos garimpos, desestimula, de certa forma, a demanda.





Perspectivas

Em virtude das dificuldades de pesquisas das rochas pegmatíticas e da estrutura de produção dos minerais de lítio, torna-se difícil prever a tendência de seu comportamento no futuro.

Entretanto, com a descoberta de novas jazidas, a produção de minerais de lítio e de lítio metálico deverá aumentar, estimulando o mercado interno e aumentando o saldo de divisas para o País.

Bibliografia

LÍTIO: um mineral em ascensão. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 6(70): 23-25, mar. 1979.

FRANCO, Ruy Ribeiro. Lepidolita - ocorrências e usos. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 12 (70): 149-151, out./dez. 1947.

DINIZ FILHO, Lourival Cruz. Perfil analítico do lítio. Brasília, DNPM, 1978. 63 p. (Brasil. DNPM Bol. 50).

A DIFÍCIL exploração dos minérios de lítio no país. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo. 2(19):31-33, ago. 1978.

AFGOUNI, Kahaili & SÁ, J. H. Silva. Minério de lítio no Brasil. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 41 (392): 60-66, nov. 1977 .

Manganês

Aspectos gerais

Isolado em 1774 por Gahn, o manganês não se encontra em estado nativo, mas seus minerais são abundantes, principalmente os óxidos.

Trata-se de metal que, puro, tem poucos usos, mas é altamente empregado em ligas, especialmente com o ferro.

O manganês se destina principalmente à indústria siderúrgica (95%), sendo o restante destinado à indústria química, elétrica, cerâmica, e de fertilizantes.

Na siderurgia se emprega na forma de minério ou ferro-liga, para obtenção de gusa e aços. Atua como agente desoxidante, reduzindo o FeO no banho de refino, como agente dissulfurante, evitando a formação do FeS e também como oxidante, usado para eliminar mais facilmente o P, C, Bi, dissolvidos no aço. Na indústria elétrica, é utilizado na fabricação de pilhas secas e como agente despolarizante.

Na vidraria, corrige o verde provocado pelo íons de ferro e, como corante, gera cores, variáveis do roxo ao negro.

Na indústria de tintas e vernizes é usado como secante, devido às suas características oxidantes e, na indústria química é utilizado na forma de sais complexos em reações de oxi-redução.

O minério de manganês se emprega também na indústria de fertilizantes participando na forma de sulfato, como nutriente de solos neutros e alcalinos.

Mineralogia

O manganês é um metal de densidade 7,2, peso atômico 25 e massa atômica 54,93. Apresenta-se na crosta terrestre com uma proporção de 0,09%, sendo o 16º elemento em abundância. Os vários minérios de manganês ocorrem como óxidos, hidróxidos, silicatos sulfetos, carbonatos etc. São conhecidos mais de 125 minerais de manganês. Entre eles os principais são:

Mineral	Fórmula química	Peso específico	Teor de Mn (%)
Pirolusita	Óxidos MnO	4,7-4,9	63
Criptomelana	KMn ₈ O ₁₆	4,4	54,0-59,0
Nautita	MnO		
Hollandita	BaMn ₈ O ₁₆		
Ramsdelita	MnO ₂		
Birnessita	MnO ₂		
Manganosita	MnO		
Bixbyita	Mn ₂ O ₃		
Jacobsita	(MnFe) ₃ O ₄	4,7	10,0-20,0
Hausmannita	Mn ₃ O ₄	4,7-4,8	72,5
Psilomelana	Hidróxidos BaMn ₂ O ₂ O	3,7-4,7	45,0-60,0
Lilioforita	(Li,Al,Fe) MnO ₃ H ₂ O	2,8-4,4	30,38
Pirocroíta	Mn(OH) ₂		
Manganita	Mn ₂ O ₃ H ₂ O	4,2-4,4	62,4
Groutita	MnO(OH)		
Rodonita	Silicatos Anidros MnSiO ₃	3,4-3,7	41,9
Piroxmangita	MnSi		
Espersartita	Mn ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂	4,2	30,0
Tefroíta	Mn ₂ SiO ₄		
Braunita	(Mn ₇ SiO ₁₂)	4,7	45,0-50,0
Bementita	Silicatos Hidratados (MnMgFe) ₆ Si ₄ (O,OH) ₁₈		
Neotocita	(Mn,Fe)SiO ₃ H ₂ O		
Rodocrosita	Carbonatos MnCO ₃	3,5-3,6	47,6
Alanbandita	Sulfetos MnS	4,0	63,0

Descrevem-se, a seguir, os minerais de manganês mais freqüentemente encontrados:

PIROLUSITA

Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em cristais colunares, algumas vezes fibrosos, maciços ou reniformes. Sua cor varia do cinza-claro a preto do ferro, dureza 2,0 a 2,5 e densidade 4,73 a 4,86. É o mineral mais freqüentemente encontrado, formado em condições de alta oxidação. Encontra-se preenchendo fraturas, em nódulos no fundo do mar, em camadas inclusas em argilas residuais e em filões com quartzo e minerais metálicos.

CRIPTOMELANA

Cristaliza-se no sistema tetragonal, de hábito botrioidal, coloforme ou reniforme, apresentando estruturas concêntricas, bandeadas. Algumas vezes é maciço terroso ou estalactítico. Sua cor varia do preto ao castanho-escuro, dureza entre 5,0 e 6,5 e densidade 4,5 a 5,5. É encontrado mais freqüentemente em depósitos supérgenos e sedimentares.

PSILOMELANA

Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em hábito botrioidal, em crostas mamelonares ou estalactíticas. Sua cor é preta, dureza 5 a 6, densidade 3,7 a 4,7, apresentando brilho submetálico. Apresenta teores de MnO₂ de até 72%, e Mn com teor máximo de 51%. Ocorre geralmente associada à pirolusita, em depósitos supérgenos, em rochas sedimentares e veios hidrotermais.

HAUSMANITA

É um dos minerais de manganês de origem primária.

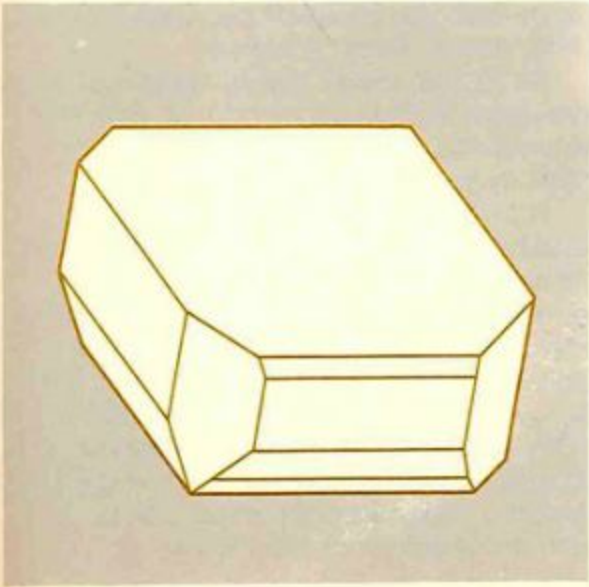
Cristaliza-se no sistema tetragonal, em cristais pseudo-octaédricos, granulares e maciços. É preto-amarronzado, dureza 5,0 a 5,5 e densidade 4,86. Ocorre comumente em veios associados a rochas ígneas ácidas.

JACOBSITA

É um espinelio cúbico, do grupo da magnetita, apresentando teor máximo de Mn de 32%. Os cristais são octaédricos, maciços ou granulares, de brilho metálico a submetálico, cor preta a castanho e apresentam fraco magnetismo. Sua dureza é 6 e densidade 4,75, ocorrendo geralmente em rochas metamórficas.

BRAUNITA

Cristaliza-se no sistema tetragonal em octaedros, também maciços. Apresenta brilho submetálico, cor e traço preto-amarronzado, dureza 6,0 a 6,5, densidade 4,75 a 4,82. Comumente de origem secundária, pode ser, no entanto, primária. Ocorre em veios hidrotermais e em jazimentos sedimentares metamórficos.



ESPESSARTITA

É um mineral do grupo das granadas onde o MnO_2 atinge valores de até 40%. O ferro ferroso pode substituir parte do manganês, e ferro férrico, o alumínio. Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais dodecaédricos e, algumas vezes, hexa-octaédricos, maciços e granulares. Sua dureza varia de 6,0 a 7,5 e densidade 4,18 e a cor vai de castanho ao amarelo, passando pelo rosa. Ocorre como mineral associado, em rochas metamórficas e algumas rochas ígneas, como o riolito. É um constituinte comum de protomínérios metamórficos.

RODOCROSITA

Carbonato de manganês, do sistema hexagonal, em cristais maciços, de granulares a estalactíticos. Sua cor é rosa-vermelha, castanha a amarela, dureza 3,5 a 4,0 e densidade 3,2 a 3,7. Ocorre em veios hidrotermais associados a prata, chumbo, cobre e outros minerais de manganês e em rochas sedimentares carbonatadas. Distingue-se por sua cor, clivagem romboédrica e dureza.

RODONITA

É um silicato de manganês, cristalizado no sistema triclinico em cristais tabulares e prismáticos, ou agregados maciços. Sua cor varia do vermelho ao castanho, geralmente coberto por óxido de manganês. Sua dureza é 5,5 a 6,0, densidade de 3,4 a 3,7, e brilho vítreo. Apresenta-se transparente a translúcido. Ocorre em veios hidrotermais associados a rodocrosita e, às vezes, com minerais de zinco e chumbo.

MANGANITA

Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em cristais prismáticos estriados às vezes colunares, fibrosos ou estalactíticos e geminados. Apresenta até 80% de MnO , de cor preta a cinza, dureza 4,0 e densidade 4,3. Ocorre em drusas em jazimentos hidrotermais, em massas nos sedimentos, às vezes em formas oolíticas, ou em veios associados a rochas ígneas ácidas. Geralmente está associada à barita e à calcita.

LITIOFORITA

Cristaliza-se no sistema monoclinico, em cristais de hábito lamelar fibroso ou estalactítico. Sua composição é variada, apresentando teor de até 51% de MnO_2 . Sua cor é preta, brilho semimetálico, dureza 2,4 e densidade de 3,0 a 3,5. Ocorre em minerais supérgenos, associados a argilominerais e à grafita.

ALABANDITA

É um sulfeto de manganês de estrutura cúbica, apresentando teor máximo em Mn, de 63%. Sua densidade é 4,0 e é um produto de remobilização de metassedimentos, contendo enxofre.

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

O manganês está amplamente distribuído nas rochas, tendo características semelhantes às do ferro.

Os depósitos de Mn originaram-se a partir do metal contido em minerais máficos, existentes em rochas ígneas ou magmas, sendo liberado por ação intempérica, por alteração hidrotermal ou, ainda, por meio de fluidos provenientes do magma em cristalização. O manganês liberado é carregado até o sítio de deposição em solução diluída. Em razão de mudanças nas condições físico-químicas, às vezes com contribuição biológica, ocorre a deposição. O elemento, em geral, sofre uma reconcentração superficial, por meio de lixiviação dos elementos diluentes.

Partes do assoalho oceânico são cobertos por nódulos de manganês e massas irregulares, que não constituem somente uma vasta reserva do elemento pois contém Cu, Co, Ni, Mo e W, que têm possibilidade de ser removidos economicamente.

Os depósitos de manganês são classificados em:

- Hidrotermais
- Sedimentares
- Metamórficos
- Supérgenos.

De acordo com os tipos de depósitos, descrevem-se as associações paragenéticas, como se segue:

1 - HIDROTERMAIS:

Manganita, criptomelana, psilomelana, hollandita, braunita, rodocrosita, alabandita, rodonita, bementita, piroxmagita, hausmanita, tefroita.

2 - SEDIMENTARES:

- Fontes Termiais: psilomelana, criptomelana, pirolusita, bernessita;
- Associados a tufos vulcânicos: psilomelana, pirolusita, manganita, groutita, braunita;
- Associados a sedimentos pelíticos marinhos: pirolusita, psilomelana, manganita, rodocrosita;
- Associados a arenitos e conglomerados: criptomelana, hollandita, manganita, psilomelana, pirolusita;
- Associados a calcários e dolomitos: rodocrosita, manganita, criptomelana, pirolusita, psilomelana;
- Associados a calcários e folhelhos: rodocrosita, braunita, pirolusita, psilomelana, ramsdelita, hollandita;
- Associados a jaspilitos: manganita, criptomelana, pirolusita;
- Associados a arenitos arcoseanos: pirolusita, psilomelana.

3 - METAMÓRFICOS:

- Metamorfismo regional: tefroita, rodonita, piroxmagita, espessartita, bementita, braunita, jacobsita, rodocrosita, hausmanita, bixbyita, manganita, hollandita.
- Metamorfismo de contato: braunita, hollandita, bixbyita, hausmanita, rodonita e espessartita.

4 - SUPERGENOS:

- Pirolusita, criptomelana, nautita, bernissita, manganita, groutita, ramsdelita, litioforita, rodocrosita

Panorama mundial

A União Soviética possui 44% das reservas mundiais (5,5 bilhões de toneladas), originadas, principalmente, dos distritos de Nikopol, Great Tokmak e Tchiaturi (depósitos sedimentares terciários, em camadas ou nódulos associados a arenitos, argilas e raro carbonato).

A África do Sul detém 40% das reservas mundiais, dispostas em duas faixas manganíferas: Postmasburg, sedimentar, em meio carbonático, em zonas geossinclinais, e Kuruman, sedimentar do tipo jaspilitico (com associação ferruginosa em fases distintas).

A Austrália (região do Groote Eylandt, com depósito sedimentar em meio essencialmente detrítico), o Brasil e o Japão (Moanda, sedimentar em meio detrítico), são países que também possuem reservas consideráveis.

Manganês do Brasil

O Brasil possui cerca de 3,1% do total das reservas mundiais, concentradas nos estados de Mato Grosso do Sul (44%), Pará (34%), Amapá (12%) e Minas Gerais (7%).

As principais jazidas brasileiras situam-se em Urucum (MS) - depósito sedimentar associado à formação ferrífera jaspilitica; serra dos Carajás - Azul (PA), depósito sedimentar associado a arenitos, folhelhos e possivelmente carbonatos; e serra do Navio (AP) - enriquecimento supérgeno a partir de protomínério carbonático.

Outros depósitos menores encontram-se em S. J. da Aliança (GO).

Todos os depósitos brasileiros, porém, são formados por processos sedimentares, com graus metamórficos variáveis.

Manganês em Minas Gerais

Minas Gerais já foi o principal produtor nacional, até a entrada em produção da mina da Serra do Navio. As reservas minerais em nosso Estado distribuem-se em seis distritos: Lafaiete - São João del Rei; Lucas; Quadrilátero Ferrífero; Espinhaço; Rio Pardo e Pouso Alegre - Caldas.

DISTRITO DE LAFAIETE - SÃO JOÃO DEL REI

Abrange os municípios de Lafaiete, São João del Rei, Ritópolis, Nazareno, São Tiago etc., sendo o principal distrito do Estado.

Sua principal jazida é a do Morro da Mina, em Lafaiete, na qual se encontra esgotado o minério oxidado.

O protomínério, o minério atual, é o queluzito, com teores em Mn de 26% em média, encaixado em xistos grafitosos, anfíbolitos e intrusivas ácidas pertencentes, principalmente, à Formação Lafaiete.

Outras minas: Água Preta, Estiva, Pequeri, São Gonçalo, Olaria, Sabino etc., em Lafaiete, e Bau, Geminal, Penedo, Sumaré, Ribeirão etc., em São João del Rei.

DISTRITO DE LUCAS

Situa-se na região de Dom Silvério e São Domingos do Prata.

Constitui-se de camadas de protomínério do tipo gondito, que ocorrem encaixadas em metassedimentos (xistos, quartzitos e anfíbolitos) do Grupo Rio das Velhas.

A principal mina é a Minas do Lucas (35% de Mn), dotada de enriquecimento supérgeno de gondito, encaixado em metassedimentos dobrados, que permitem a repetição das mineralizações.

Outros depósitos são: Portão, São Bartolomeu, Jacuba e Barroso.

DISTRITO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

É constituído por vários pequenos depósitos, alguns já esgotados, localizados nos municípios de Ouro Preto, Mariana, Santa Bárbara, Brumadinho, Caeté, Nova Lima, Itaúna, Betim e outros.

As jazidas desse distrito estão ligadas à formação ferrífera constando de depósitos secundários, muitas vezes associados a filitos, outras ao itabirito e à canga.

A principal mina é a Conta-História, situada no município de Ouro Preto. Essa mina é constituída por uma camada de minério de ferro-manganês (relação Mn/Fe inferior a 4), intercalada e concordante com camadas de ferro da Formação Cauê, tendo na lapa e capa uma camada de goethita de 1-3m. A camada de minério mostra teores de 30 a 45%, com espessura 2-7m. Interpreta-se como sendo deposição original de ferro, com enriquecimento secundário supérgeno.

Outras minas são as de Botafogo, Antônio Pereira (Ouro Preto), Barcelos (Itabira), Capitão do Mato, Retiro dos Marinheiros, Retiro da Beira da Serra (Nova Lima) e Santa Bárbara.

DISTRITO DA SERRA DO ESPINHAÇO

Compõe-se de jazimentos de pequeno porte, com altos teores em Fe e P, provenientes dos filitos Macaúbas e de filitos hematíticos do Grupo Espinhaço. As principais minas são as de Penas, Ponta de Pedra, Batatal, Sepultura, São José da Serra, Paraúna, Chapéu de Sol, etc. Abrange os municípios de Diamantina, Santana do Pirapama, Jaboticatubas e outros.

DISTRITO DE RIO PARDO

Há pequenos depósitos de manganês associados a xistos granatíferos, do Grupo Macaúbas, no nordeste de Minas.

DISTRITO POUSO ALEGRE - CALDAS

Existem nesse distrito depósitos pequenos, relacionados a gonditos, que se alinham na mesma faixa de São João del Rei. Abrange os municípios de Pouso Alegre, Careagu, Caldas, etc. no sul de Minas. As principais minas são Cerrado I e II, no município de Caldas.

Outras ocorrências

Mencionam-se pequenas ocorrências no norte do Estado, relacionadas aos carbonatos do Grupo Bambuí.

Economia

Reservas mundiais

As reservas mundiais de minério de manganês, estimada em 5,5 bilhões de toneladas, estão distribuídas como se vê no gráfico abaixo.

Juntos a União Soviética e a República da África do Sul detêm cerca de 85% do total das reservas.

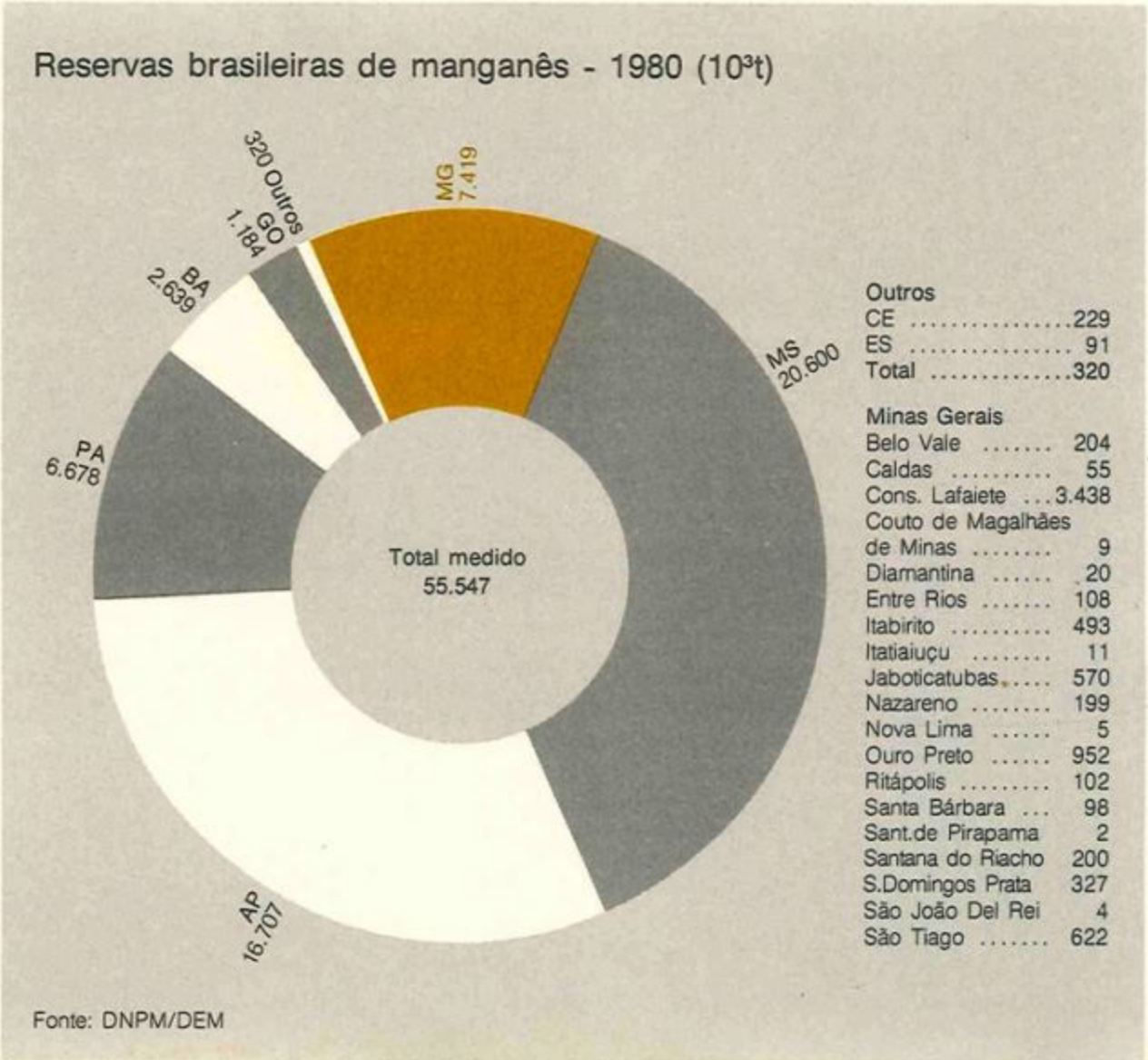
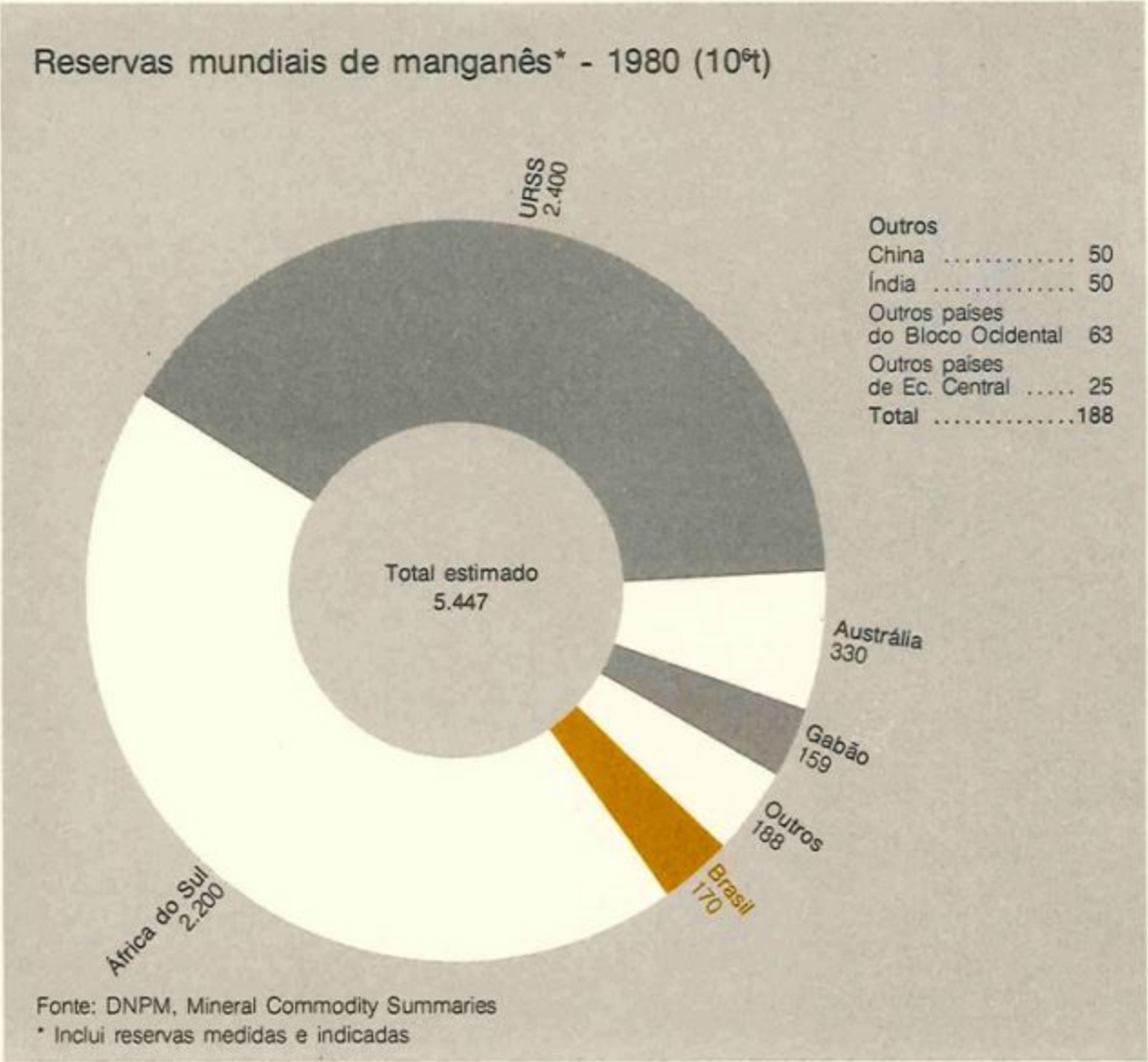
Reservas brasileiras

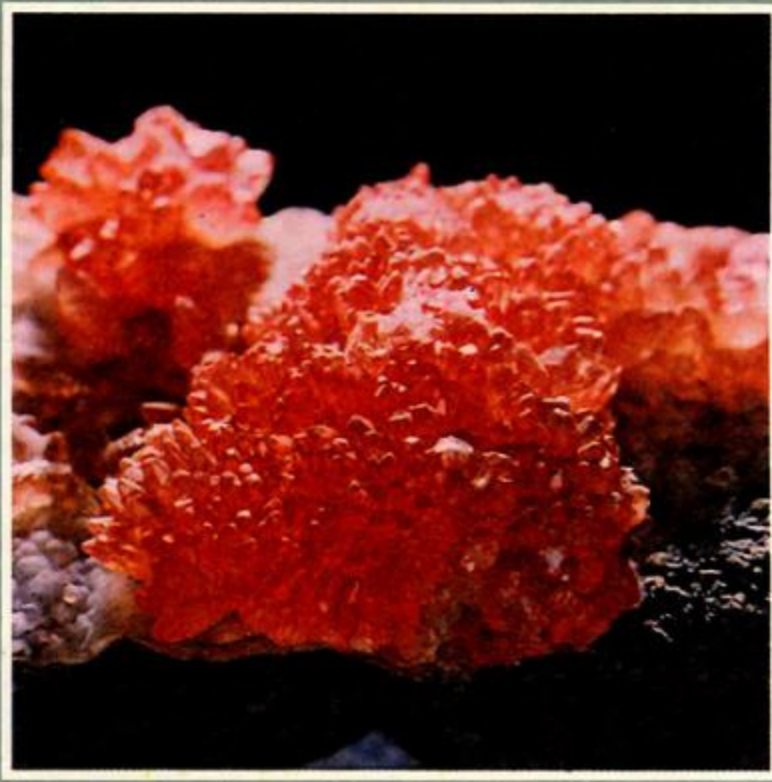
No gráfico a seguir, estão as reservas do País, estimadas hoje em torno de 55.000.000 de toneladas medidas.

Potencial

Quanto às reservas brasileiras em potencial, destacam-se principalmente as localizadas no Estado do Pará. Entretanto, tais reservas estão condicionadas ao desenvolvimento do Projeto Ferro de Carajás, podendo transformar-se em importante pólo supridor de minério de manganês, quer para o mercado interno quer para o externo.

As reservas do centro-sul do País, onde se localiza o parque siderúrgico nacional, apresentam prolemas de exaustão e teores pouco adequados ao consumo. Essas reservas poderão ter sua vida útil ampliada, seja pela utilização de minérios alienígenos de alto teor para "blendagem" do minério pobre, seja pelo desenvolvimento de tecnologia que permita a utilização de minério de baixo teor. O desenvolvimento de pesquisas para descobrimento de novas reservas que permitam sua utilização juntamente com o minério de baixo teor não pode deixar de ser cogitado.





MANGANÊS

Área com recursos reais

Área promissora

Área favorável

Área não favorável

Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

1

3 - 4

8 - 10

2

5 - 7

> 10

Curso d'água

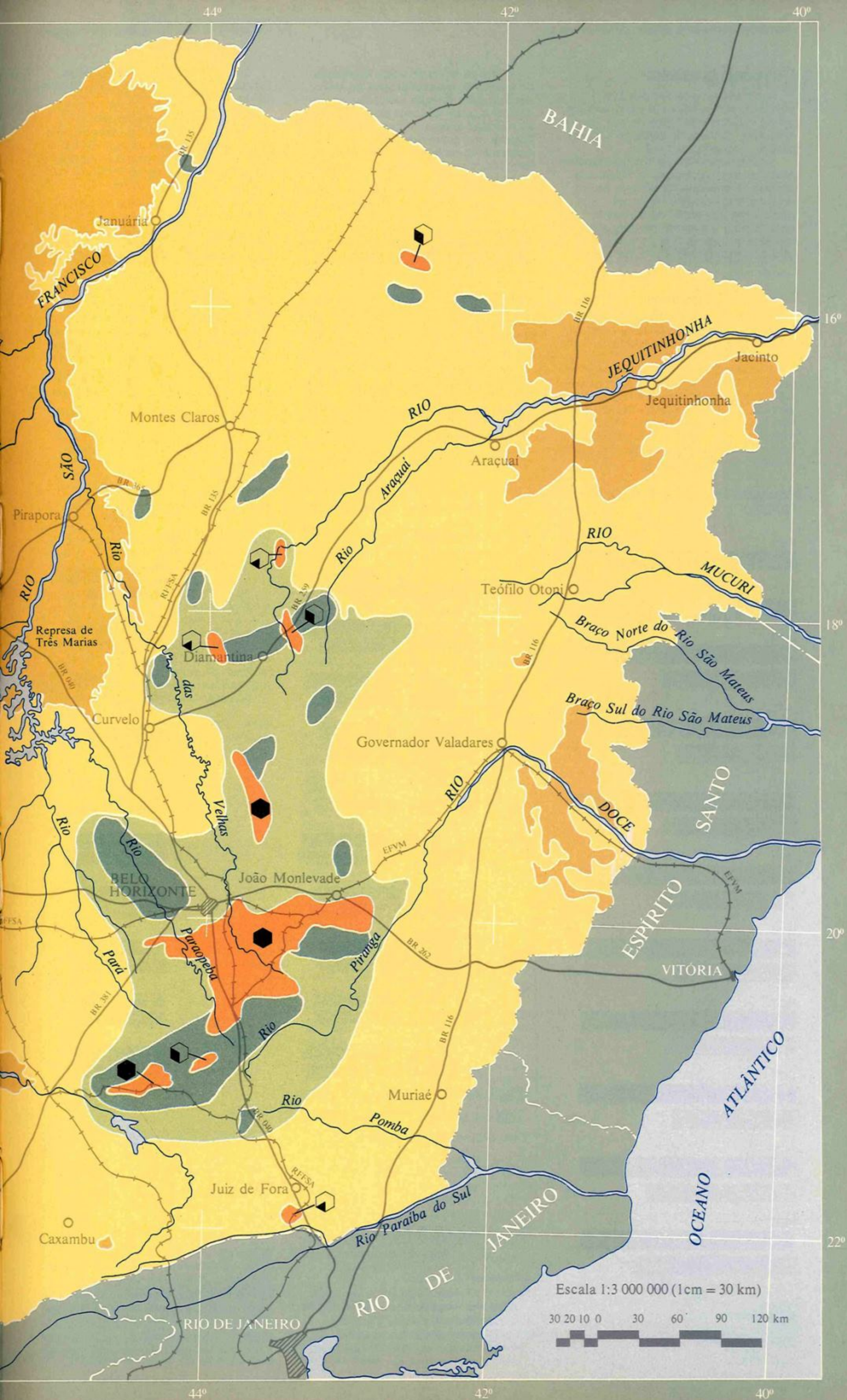
Rodovia

Ferrovia

Limite de Estado

Capital

Cidade



Demanda brasileira

A demanda interna de minério de manganês está relacionada principalmente com a indústria siderúrgica de aço, gusa e ferro-ligas, consumindo cerca de 41% do minério produzido em 1979.

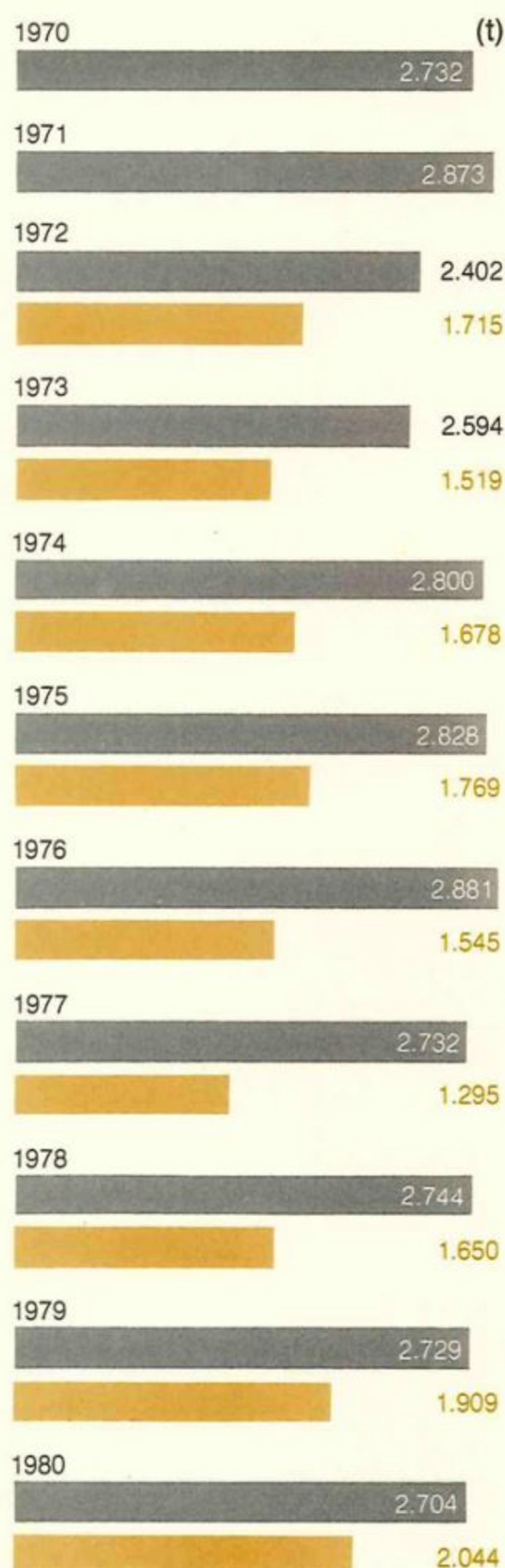
A demanda externa vem representando o maior consumo, colocando o País numa posição de destaque. Observa-se porém, uma tendência de diminuição nas quantidades de minério de manganês negociadas e o aumento bastante sensível nas ligas de ferro-manganês, agregando valor bem mais elevado que a matéria-prima.

Produção brasileira

O Brasil situa-se entre os seis maiores produtores mundiais de minério, tendo participado na última década com 11% do total mundial.

A produção de minério beneficiado registrou no período de 70/79, acréscimo de 1,54% a.a. Estima-se tenha ela atingido em torno de 2 milhões de toneladas, tendo em vista que as principais empresas produtoras estabilizaram, dada a recessão no mercado, em virtude da crise na indústria siderúrgica mundial.

Produção brasileira de manganês - 1970/80



Bruta
Beneficiada

Fonte: DNPM

O Amapá, tendo em vista a localização de sua jazida, situada na serra do Navio, desde o início de suas atividades, está a destinar a quase totalidade de sua produção ao mercado externo. Somente 14% foram dirigidas ao parque siderúrgico nacional, localizado no centro-sul do País, refletindo a escassez de minério com teores adequados nessa região.

Os demais estados, como Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Bahia, com reservas de pequeno e médio portes, suprem as necessidades internas.

Em Minas Gerais, existem 34 empresas de mineração, lavrando em 97 áreas. Destas, só vinte produziram, em 37 áreas, a totalidade do manganês no Estado, em 1979. Destacaram-se como principais produtoras a Sociedade Mineira de Mineração Ltda., contribuindo com 55% do total, e a S/A Mineração da Trindade contribuiu com 16%.

Exportação/Importação

O Brasil é tradicional exportador de minério de manganês. Em 1979, as exportações atingiram 1,25 milhão de toneladas, carregando cerca de US\$ 60 milhões de divisas para o País.

Os tradicionais consumidores são os Estados Unidos, Noruega, França e Reino Unido.

As importações apresentaram crescimento significativo no período. De 541 toneladas em 1970 passaram a 133.840 em 1979. O minério, proveniente principalmente do Gabão e da República Sul-Africana supre o parque siderúrgico nacional.

A necessidade crescente de importação se deve sobretudo à distância em que se encontra o minério de alto teor nos depósitos, em relação aos centros consumidores do centro-sul do país.

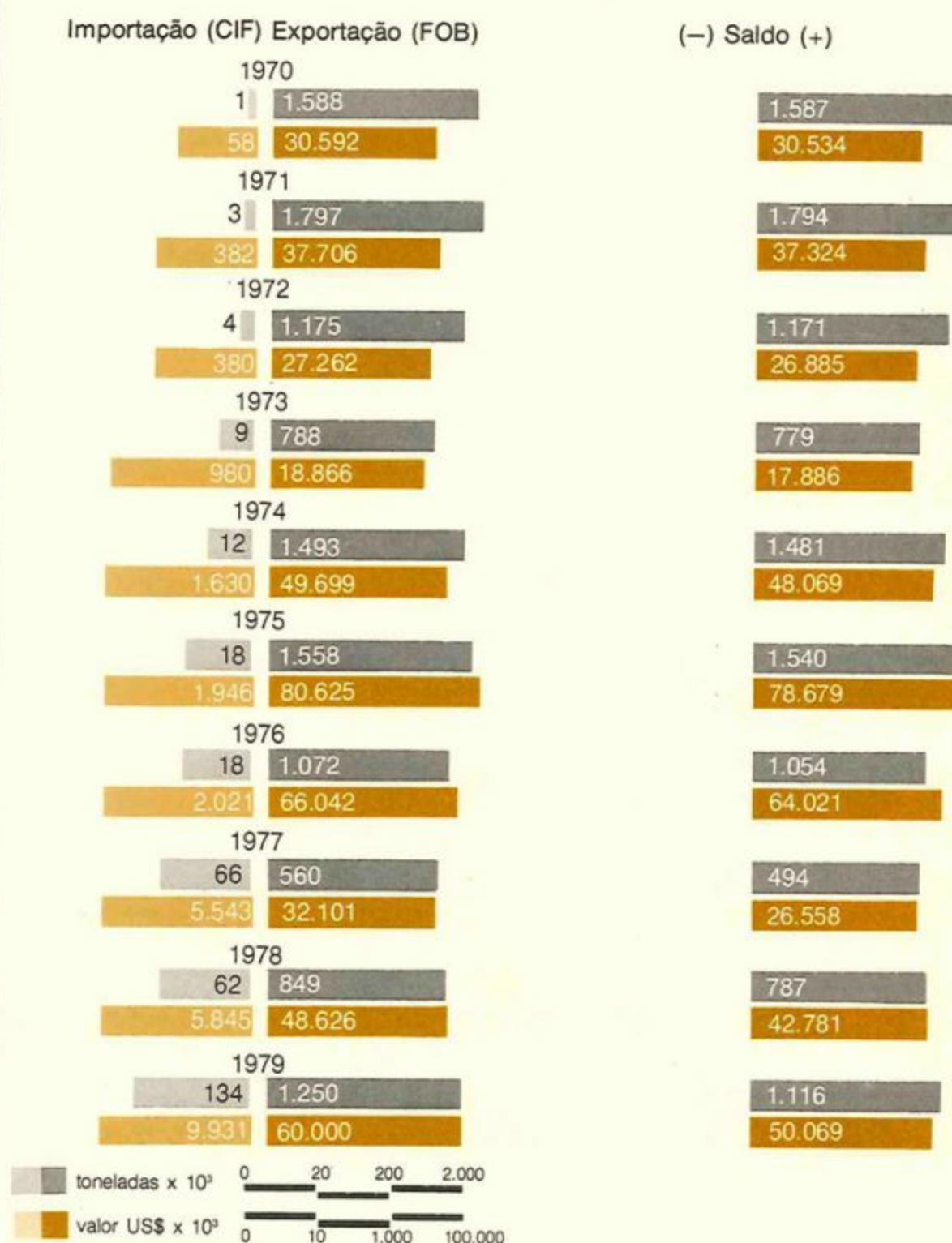
Perspectivas

É previsto para os próximos anos aumento na demanda interna de minério de manganês para atender à ampliação do parque siderúrgico do centro-sul do país.

Haverá necessidade da utilização das reservas do Território Federal do Amapá, Mato Grosso e da Serra do Carajás.

O mercado internacional deverá apresentar aumento nas importações, resultante da recuperação gradativa da indústria siderúrgica mundial.

Comércio exterior de minério de manganês - 1970/79



Fonte: CACEX/CIEF in DNPM/DEM

Bibliografia

- DNPM. Manganês. s.n.t. 33 p.
- GONÇALVES, Everaldo & SERFATY, Abraham. Perfil analítico do manganês. Brasília, DNPM, 1976. 149 p. (Brasil DNPM. Bol. 37).
- MANGANÊS; produção futura depende de Urucum e Carajás. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 3 (33): 21-22, nov. 1979.

MANGANÊS; um quadro completo da situação desse mineral no Brasil e no mundo. Vida Industrial, Belo Horizonte, 23:16-18, ago. 1976.

MARGUERON, Cláudio. Tendência da oferta e procura do minério de manganês. Metalurgia ABM, São Paulo, 27 (165): 559-569, ago. 1971.

REZENDE, Newton Pereira. O manganês no mundo e no Brasil. Geologia e Metalurgia, São Paulo, (42): 5-133, 1978.

Mica

Aspectos gerais

As micas constituem um grupo de minerais compostos de silicatos de alumínio e outros metais, cristalizados em forma de finas lâminas delgadas, elásticas e paralelas, as quais permitem uma fácil separação.

A palavra mica deriva do substantivo latino "micare", que significa partícula, pedacinho, grão.

Suas duas principais variedades são a moscovita e a flogopita, que têm grande importância econômica, devido a suas propriedades como isolantes térmicos e elétricos.

Em consequência de seu uso na manufatura de aparelhos elétricos e eletrônicos, tornou-se um mineral estratégico de grande valor.

As micas têm contribuído muito para o desenvolvimento da ciência e da engenharia e, sem ela, as realizações destas estariam seriamente ameaçadas.

Por ser material estratégico, vem-se pesquisando sua substituição por sintéticos ou o aproveitamento de resíduos não aproveitáveis diretamente. No primeiro caso têm-se as placas compostas de papel, com vernizes isolantes. No segundo agrupam-se pequenas palhetas, não usadas diretamente, com a utilização de vernizes adequados, que formam placas de grande aplicação na indústria elétrica.

As micas ocorrem em pegmatitos, rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares em proporções assaz variáveis. Sua exploração comercial realiza-se principalmente nos pegmatitos.

Mineralogia

Mica é a denominação geral do grupo de silicatos de alumínio, potássio, ferro, magnésio e, algumas vezes, de lítio, titânio, cromo, flúor e manganês. Apresenta-se em cristais tabulares, com planos basais bem desenvolvidos e clivagem altamente perfeita. Cristaliza-se no sistema monoclinico e geralmente apresenta moléculas de água na sua estrutura.

As principais variedades da mica são: moscovita, flogopita, biotita, lepidolita e margarita.

MOSCOVITA

Sua fórmula geral é $KAl_2(AlSi_3O_8)(OH)_2$ algumas vezes com o ferro, o magnésio, cálcio, sódio e outros íons na estrutura.

Apresenta-se em folhas que podem alcançar grandes dimensões, em palhetas pequenas, em formas plumosas ou maciças.

A moscovita é geralmente incolor e transparente, em placas delgadas e, quando constituída em blocos ou "livros", apresenta-se translúcida, podendo apresentar cores amarela, castanha, verde e vermelha.

Sua dureza é de 2,0 a 3,0, densidade 2,73 a 3,10, brilho vítreo nos planos de clivagem e sua folhas são flexíveis e elásticas.

Ocorre associada ao quartzo, feldspato, turmalina, granada, berilo e apatita.

Principal mica de importância econômica, empregada como excelente isolante térmico em isoladores, condensadores, reostatos, magnetos, e, devido à sua transparência e resistência térmica (525°C), é usada em portas de fornos. As placas de pequeno tamanho são usadas na indústria de óleos de lubrificação, de papéis de parede, de explosivos, e outros.

FLOGOPITA

É a mica de constituição - $KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ às vezes com o ferro e o flúor na estrutura.

Apresenta-se em cor amarela, verde, branca, às vezes incolor, brilho vítreo a nacarado nos planos de clivagem, dureza de 2,5 a 3,0 e densidade de 2,78 a 2,85.

Os minerais mais comumente associados são o diopsídio, forsterita, espinélio, dolomita, calcita e feldspato. A flogopita, devido às suas propriedades físicas e químicas, semelhantes à moscovita, se emprega de forma idêntica apresentando valores de resistência térmica mais elevados (1000°C).

BIOTITA

É a mica negra, de composição $K(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ geralmente de pequenas dimensões, em massas laminadas e brilho reluzente. Apresenta-se, às vezes, em cores verde-escuro e castanho, dureza de 2,5 a 3,0 e densidade de 2,7 a 3,1. Não tem importância econômica, sendo usada na forma moída como isolante.

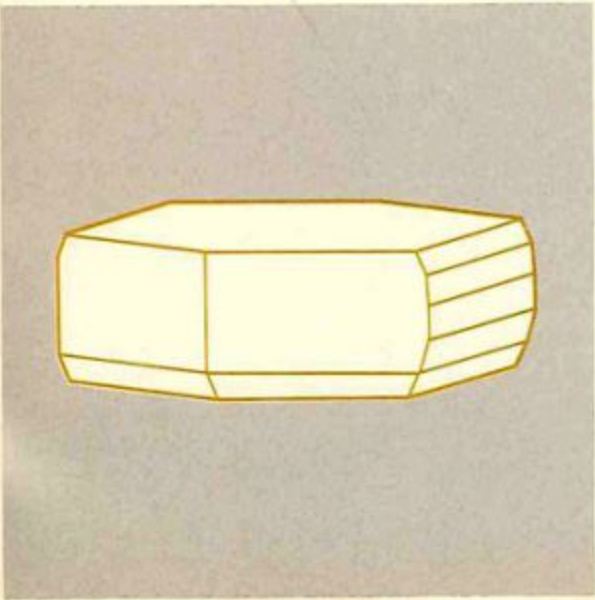
LEPIDOLITA

Constitui a variedade de mica rica em lítio. Como anotado no presente trabalho, no item referente àquele elemento, é usada como fonte do metal.

MARGARITA

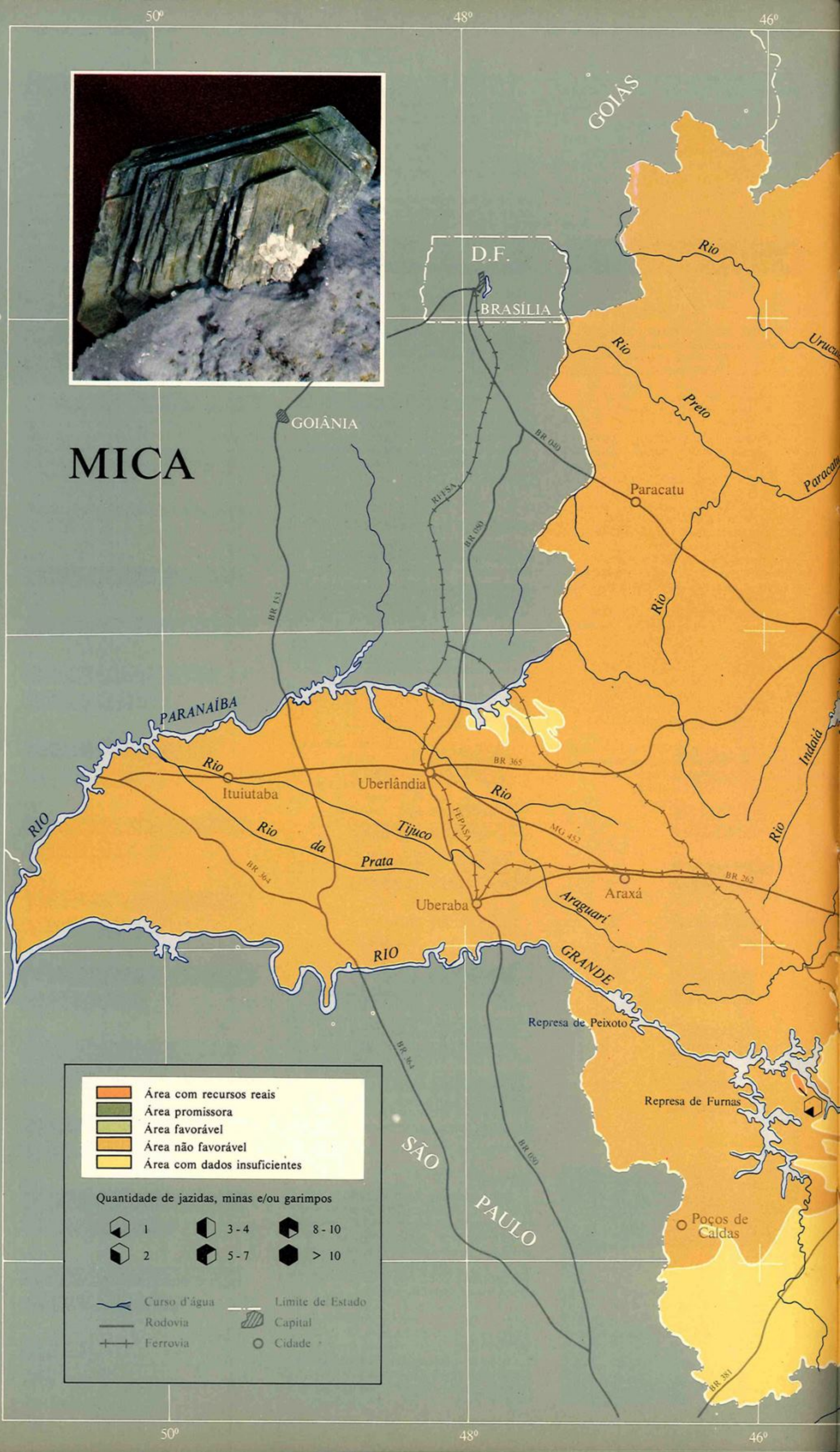
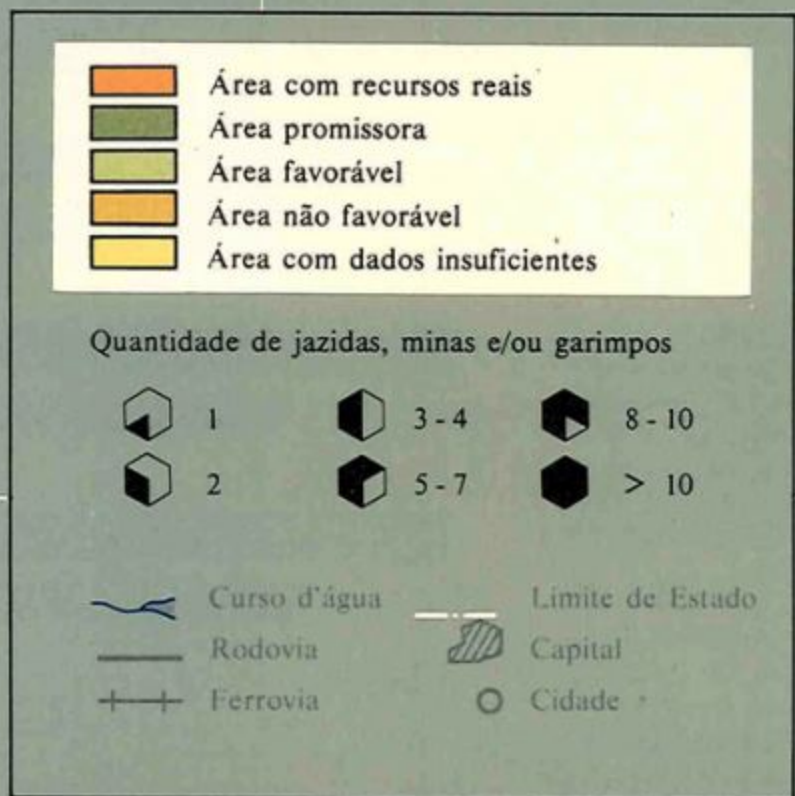
Representa-se pela fórmula $CaAl_2(Al_2Si_2O_{10})(OH)_2$ geralmente em agregados de cor branca e matizes róseo, cinza e amarelo.

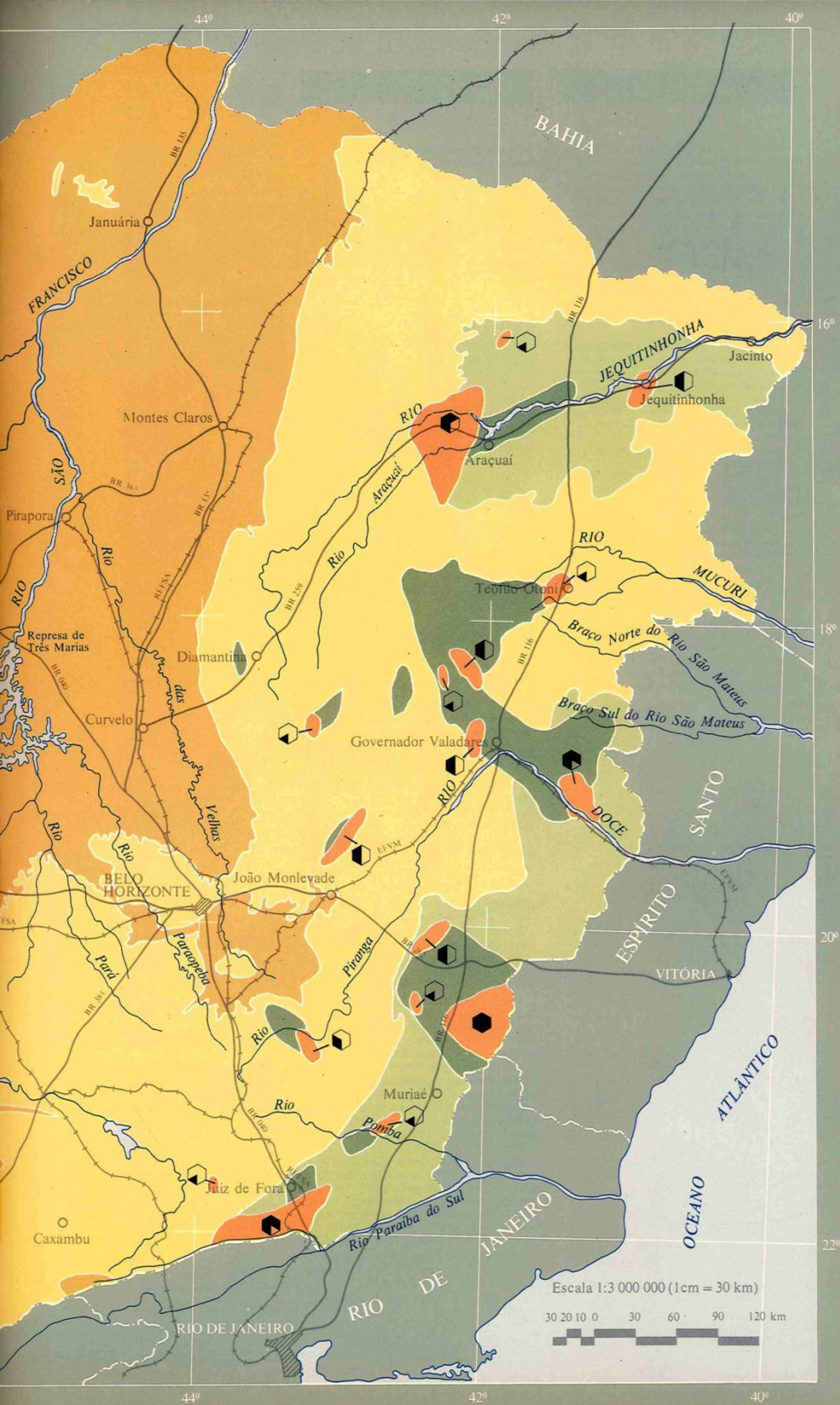
Sua dureza é de 3,5 a 5,5, densidade de 3,0 a 3,1, brilho de vítreo a nacarado, apresentando-se muito frágil e quebradiça. É formada por metamorfismo regional, estando presente em xistos cristalinos, geralmente associada ao coríndon como produto de alteração deste. Não revela importância econômica.





MICA





Geologia

As micas estão amplamente distribuídas na natureza e muitas vezes são minerais formadores de rochas, sendo encontradas principalmente em intrusivas ácidas e mica-xistos cristalinos. Esses minerais nunca ocorrem em efusivas de alta temperatura como segregações diretas do magma. Nas rochas intrusivas ácidas ou intermediárias aparecem como minerais tardios ou pós-magmáticos, provavelmente através de ação de agentes altamente voláteis. Os grandes cristais de mica ocorrem em pegmatitos (ver Berílio), em depósitos hidrotermais, de alta e média temperaturas, a tungstênio e molibdênio.

As principais ocorrências comerciais de mica são moscovita em pegmatitos silicosos, principalmente em associação com intrusivas graníticas; flogopita em pegmatitos básicos (Canadá), em formações metassomáticas e em xistos; biotita em rochas metamórficas, pegmatitos e granitos; mica a lítio em pegmatitos graníticos e vermiculita, considerada como uma biotita alterada hidrotermalmente.

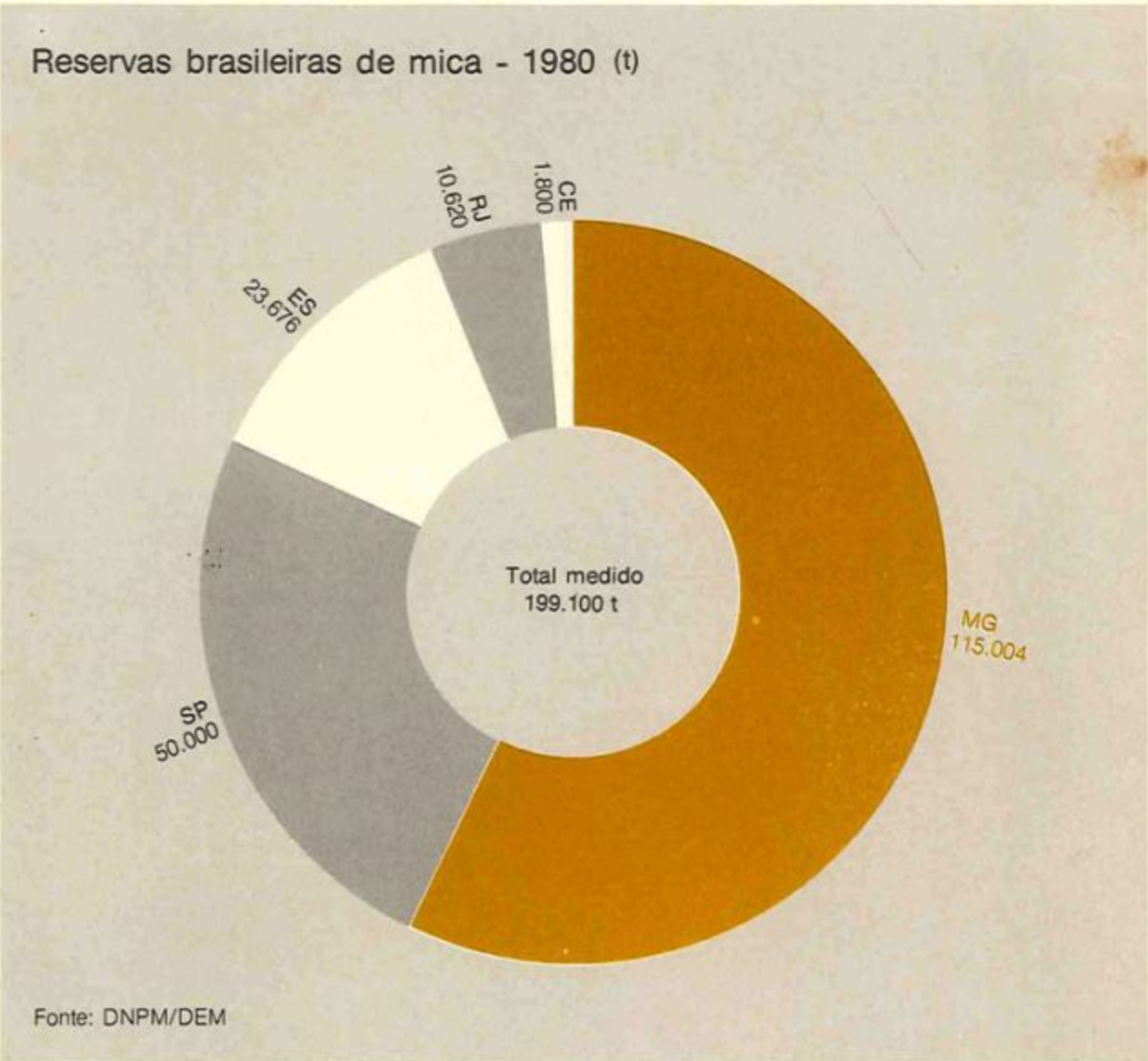
As reservas mundiais se concentram, principalmente, na Índia, EUA, República Malgaxe, URSS, Argentina, Canadá, Brasil etc.

As reservas brasileiras se localizam em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Ceará, principalmente.

As reservas mineiras alcançam 140 mil toneladas, localizadas nos pegmatitos dos municípios de Cataguases e São José da Safira. Além destes, pode-se ressaltar o potencial de quase toda a porção leste do Estado, salientado pelas inúmeras ocorrências e pequenos depósitos nesta faixa, como em Galiléia, Raul Soares, Santa Maria de Itabira, Espera Feliz, Chalé, Abre Campo e Coroadi, entre outras.

Economia

As reservas brasileiras de mica se configuram no seguinte gráfico:



Reservas em Minas Gerais

As maiores reservas brasileiras encontram-se em Minas Gerais e representam expressiva percentagem dos depósitos de mica do País. Equivalem a 57,76% e 46,93% das reservas medidas e indicadas, respectivamente.

Desconhecem-se as reservas totais do Brasil porém se admite que sejam de volume apreciável, considerando as imensas áreas de rochas cristalinas ainda não estudadas.

Em Minas Gerais, é explorada nos pegmatitos predominantes nas partes leste e nordeste do Estado.

Produção

O mercado ofertante brasileiro é composto de um pequeno grupo de empresas que extraem e beneficiam o mineral, e de um elevado número de garimpos.

A significativa participação no consumo interno impede a adoção dos dados de exportação como representativos da oferta global de mica. A oferta, a nível estadual, apresenta as mesmas características do País, já que em Minas se concentra a produção.

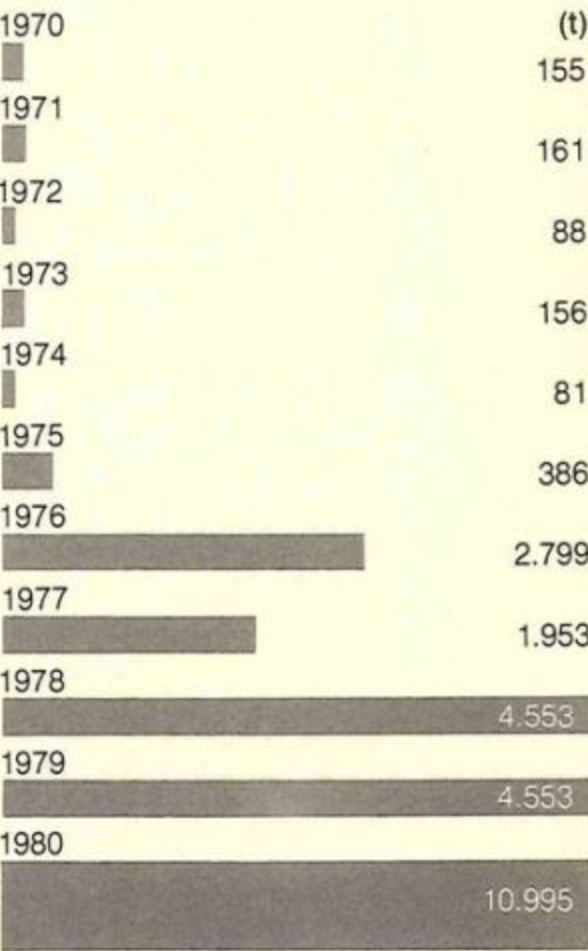
Segundo informações obtidas junto aos empresários, grande parte da produção negociada para São Paulo e Rio de Janeiro é redistribuída para outros Estados, com uma parcela considerável revendida para o exterior.

Estima-se que a demanda interna represente 30 a 40% da produção brasileira, conforme as oscilações de oferta. No mercado internacional, o Brasil está entre os cinco maiores produtores e sua exportação é feita para os Estados Unidos da América, Japão, Inglaterra, França, Chile e Alemanha.

Quanto ao mercado consumidor não há periodicidade de compra e cada comprador tem suas próprias especificações.

No gráfico à direita, trata-se apenas de produção proveniente de lavra. Considerou-se, por falta de informações sobre garimpos, a quantidade exportada no ano. Não foram computados o consumo interno e os estoques, porventura existentes.

Produção brasileira de mica (bruta) - 1970/80



Bibliografia

APLICAÇÃO da vermiculita na siderurgia é elemento indispensável para o bom aproveitamento do calor. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 42(400) : 40-41, jul. 1978.

Nióbio-Tântalo

Aspectos gerais

O nióbio, de Niobe, filha do rei Tântalo, da mitologia grega, foi descoberto em 1801. É utilizado no aço para reatores atômicos, motores de propulsão a jato, foguetes espaciais e outros, através de ligas resistentes às altas temperaturas. Até 1950, chamava-se colúmbio, encontrando-se na natureza associado ao tântalo.

Este foi descoberto em 1802, sendo um metal praticamente impermeável à corrosão e utilizado em reparos cirúrgicos no corpo humano, como em substituição aos ossos ou em placas para o crânio. Também tem ampla aplicação para conectar nervos desfeitos (usado em forma de fios), e para unir músculos.

Mineralogia

Ambos os metais, como se sabe, estão presentes na natureza em formas associadas, ou seja, niobatos (columbatos) e tantalatos.

Sua composição química pode ser expressa pela fórmula RNb_2O_6 e RTa_2O_6 . Onde o radical R pode ser o Ca, Na, Fe ou Mn, principalmente.

Esses metais podem ser encontrados principalmente em quatro grupos minerais, assim divididos: Grupos da Columbita, Grupo do Pirocloro, Grupo da Fergusonita e Grupo da Samarskita.

PIROCLORO

É essencialmente um niobato de sódio e cálcio, podendo apresentar na sua estrutura o titânio, o flúor e terras raras. Pode ser representado pela fórmula $(Na, Ca)_2(Nb, Ti)_2(O, F)_7$.

Cristaliza-se no sistema isométrico, comumente em hábitos octaédricos, de cor marrom a vermelho-escuro, brilho vítreo ou resinoso, dureza 5,0-5,5 e densidade 4,20 a 4,36.

Quando o nióbio dá lugar ao tântalo, em maiores proporções nesta estrutura, o mineral passa a se chamar microlita e é expresso pela fórmula $(Na, Ca)_2Ta_2(O, F)_7$.

Apresenta-se em cristais diminutos, de cor amarela a marrom e densidade 5,5. Uma variedade de microlita é a djalmaíta, que contém o urânio na sua estrutura. O nome constitui homenagem ao Prof. Djalma Guimarães, geocientista, que dedicou-se à pesquisa e divulgação das geociências em Minas Gerais e no Brasil, deixando para posteridade dezenas de obras publicadas. Trata-se de um mineral não-magnético, amorfo, de cor parda a amarelo/castanho.

O pirocloro, a microlita e os minerais pertencentes a este grupo acham-se relacionados a complexos alcalinos associados a carbonatitos. Essas rochas são constituídas de carbonatos (calcita, dolomita, ankerita) associados à apatita, ilmenita, perovskita e magnetita.

COLUMBITA-TANTALITA

É um niobato e tantalato de ferro e manganês, principalmente, podendo apresentar o estanho e o tungstênio na sua estrutura, ainda que em baixas proporções. Representada pela fórmula $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$, forma uma série isomórfica, que passa gradativamente da columbita (niobato puro) até a tantalita (tântalo puro), apresentando todos os valores de combinações entre elas.

Uma das formas para se estimar o conteúdo de nióbio ou tântalo, em uma amostra, reside no uso de tabelas nas quais são plotados valores de densidade, versus porcentagens dos dois elementos. Isto porque, quanto maior a porcentagem de tântalo na amostra, maior a densidade desta.

A columbita-tantalita pertence ao sistema ortorrômbico, apresentando hábito prismático em cristais curtos ou tabulares. A dureza é 6 e a densidade varia de 5,3 a 7,3. A cor varia de preto a cinza-escuro e apresenta brilho submetálico.

Ocorre comumente em veios pegmatíticos, em rochas graníticas e apresenta-se associada à cassiterita, quartzo, feldspato, mica, berilo, turmalina e espodumênio, principalmente.

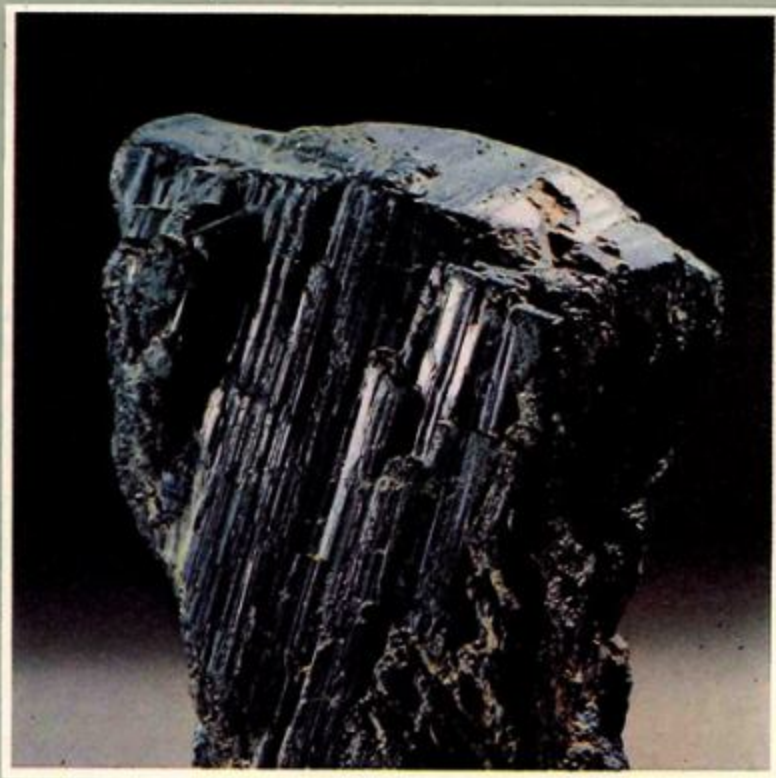
FERGUSONITA

Um niobato ou tantalato de ítrio, érbio, cézio e urânio é também um mineral de nióbio e tântalo, sem contudo apresentar valor econômico. Apresenta-se de cor marrom a preto, brilho vítreo a submetálico, dureza 5,5 a 6,0 e densidade 5,8.

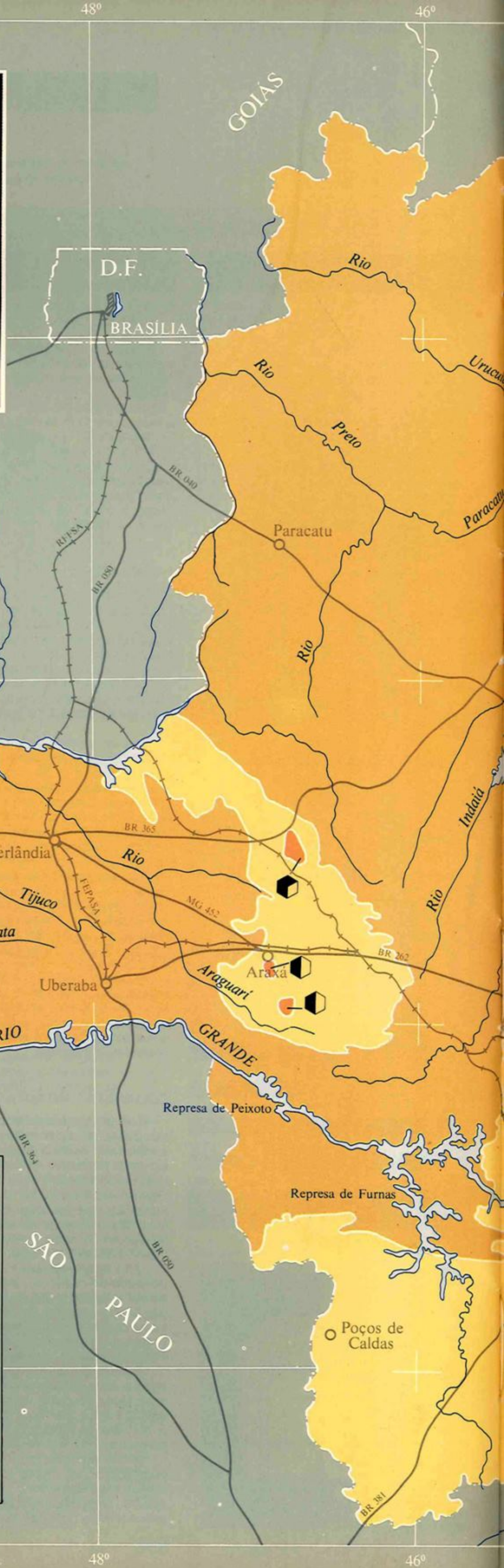
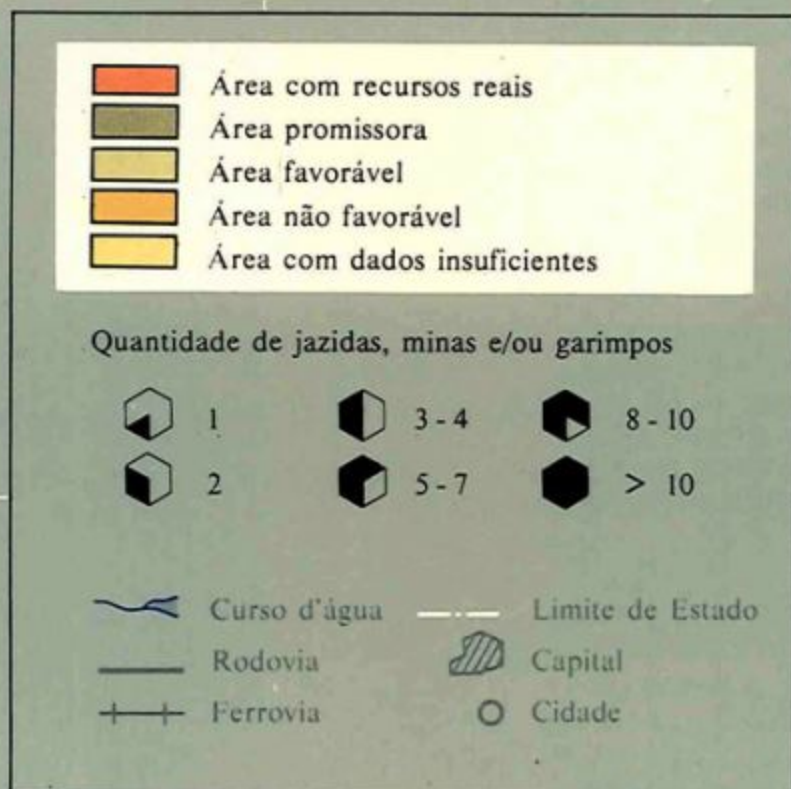
SAMARSKITA

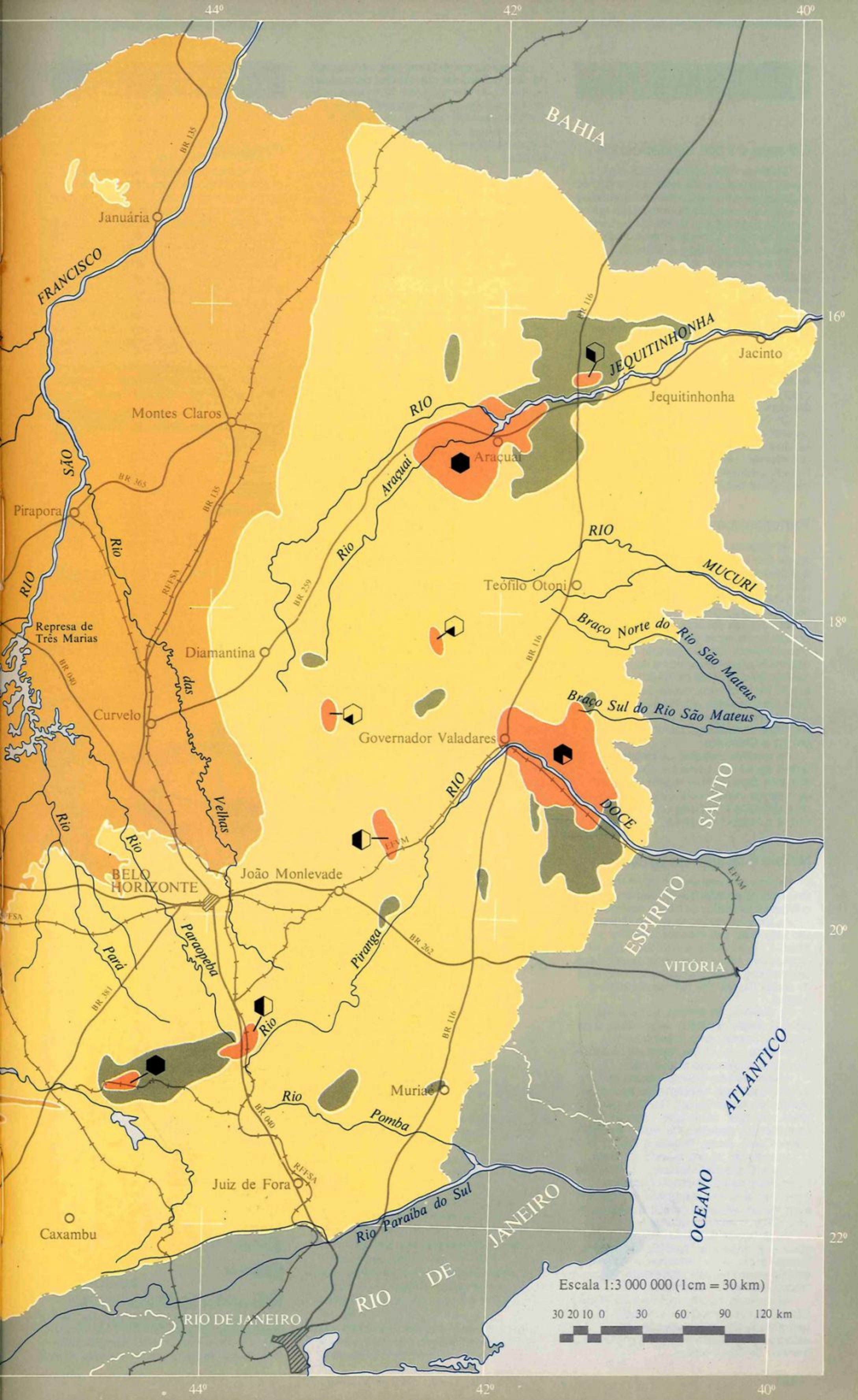
Outro mineral de nióbio e tântalo, apresenta também o urânio, ferro, cálcio, cézio e ítrio na sua estrutura. Não tem ainda valor comercial.





NIÓBIO - TÂNTALO





Geologia

Gênese e tipos de depósitos

Tântalo e nióbio ocorrem juntos em diques pegmatíticos (tantalita-columbita), de onde são retirados das partes intemperizadas ou como subprodutos da extração de outros minerais pegmatíticos. O nióbio (pirocloro) ocorre, também e principalmente, associado a carbonatitos de maciços alcalinos.

Os carbonatitos que se distinguem, geoquimicamente dos carbonatos sedimentares pela concentração de Sr, Ba, Nb, Ce e La seriam formados pela síntese de rochas carbonatadas sedimentares, preenchimentos de fraturas por soluções hidrotermais, transferência gasosa e fluidização, diretamente do magma ou por substituição. O pirocloro ocorre nestas rochas, em massas irregulares com apatita e magnetita, ou em disseminações ou, ainda, em depósitos residuais associados a elas.

Os pegmatitos formam-se pela separação de uma “fase aquosa” do magma residual enriquecida em voláteis e constituintes exóticos (por exemplo, o nióbio). Ocorrem, em geral, bordejando cúpulas de batólitos graníticos intrusivos.

Panorama mundial

As reservas mundiais de nióbio provêm, quase que exclusivamente dos carbonatitos, e são da ordem de 4,3 milhões de toneladas, com o Brasil contribuindo com 95%, Canadá com 2,8% e Nigéria-Zaire (pegmatito e pláceres) com 2,2%.

As reservas canadenses provêm, predominantemente (80%), de 3 minas em Oha (Quebec), onde o minério ocorre em massas tabulares associado a carbonatito. O minério típico consiste de 70-80% de calcita, 5-10% de silicatos e menos de 5%, para cada, de magnetita, apatita e pirita, juntos com o pirocloro (menos de 1%). Outros depósitos canadenses são em Ontário (Argor) e Chicoutim.

As reservas mundiais de tantalita são da ordem de 60.000 toneladas. Os países africanos Zaire (61%) e Nigéria (12%) detêm as reservas mais substanciais, provenientes de pegmatitos e pláceres onde também ocorre o nióbio (columbita).

Nióbio e tântalo no Brasil

As reservas brasileiras são de 3.100 toneladas de tantalita (Ta₂O₅ contido) e 4,2 milhões de toneladas de Nb₂O₅ contido.

As reservas nacionais de Nb (pirocloro) são originárias dos maciços alcalinos de Araxá e Tapira (MG) e Ouvidor (GO), com uma parcela ínfima proveniente de depósitos pegmatíticos e pláceres (columbita-tantalita) de Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Amapá.

As reservas de tantalita, por sua vez, provêm destes depósitos pegmatíticos e de pláceres, muitas vezes trabalhados por garimpeiros, o que torna impreciso os dados referentes à produção e reservas.

Apesar de nas reservas oficiais de tantalita-columbita mencionar-se apenas os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Norte e território do Amapá, citam-se as ocorrências e garimpos da Bahia, Espírito Santo, Ceará, Goiás, Paraíba e Rondônia.

As reservas do Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará estão situadas na Província Pegmatítica da Borborema, constituída, essencialmente, por micaxistos e quartzitos cortados por intrusivas graníticas, diques de pegmatitos e veios de quartzo.

Os garimpos da Bahia e Espírito Santo estão relacionados à Província Pegmatítica Oriental e em Goiás, Rondônia e Amapá, a tantalita-columbita está relacionada a suas respectivas regiões estaníferas.

As reservas de pirocloro, fora de Minas Gerais, são provenientes do complexo piroxenítico, com disseminações de carbonatito de Catalão-Ouvidor, em Goiás (minério Ce-Ba-pirocloro).

Este complexo está encaixado em rochas do Grupo Canastra e o minério distribui-se no manto de alteração (até 80 m) que recobre a zona central carbonatítica do complexo e é pandaíta em profundidade.

As reservas de Catalão-Ouvidor são da ordem de 260 mil toneladas de Nb₂O₅ contido.

Nióbio - tântalo em Minas Gerais

Minas Gerais detém 95% das reservas de pirocloro do Brasil e a quase totalidade das aprovadas pelo DNPM de columbita-tantalita.

As reservas de pirocloro são originárias das chaminés alcalinas de Barreiro (Araxá) e Tapira.

O depósito de Barreiro tem um diâmetro de 1 km, próximo ao centro de um grande complexo circular, cretáceo, associado com “plug” de carbonatito dolomítico, encaixado no Grupo Araxá. O minério é constituído por um espesso (localmente 100 metros) manto de intemperismo (laterita) que contém 40-50% goethita, 15-30% barita, 5-10% monazita, 1-6% goiazita e 1-6% pirocloro (bário pirocloro ou pandaíta). As reservas são de 294 milhões de toneladas.

O depósito de Tapira é relacionado a carbonatito calcítico encaixado em xistos e quartzitos Canastra, com o pirocloro ocorrendo no centro da estrutura circular, disseminado na laterita.

As reservas são de 166 milhões de toneladas com teor de Nb₂O₅ de 1,2%.

Os depósitos de tantalita (columbita) estão ligados à Província Estanífera de São João del-Rei e à Província Pegmatítica Oriental.

As mineralizações nos municípios de São João del-Rei, Nazareno, Prados, São Tiago, Caranaíba etc; devem-se às formações granito-pegmatíticas injetadas nos anfibólio-xistos encaixantes. Os minérios estano-tantalíferos são explorados nos pegmatitos caulinizados e nos depósitos secundários, aluvionares. As reservas aprovadas neste distrito são de 368.000 toneladas de minério, com teor estimado de 0,4% de Ta₂O₅.

As reservas de tantalita do leste de Minas Gerais estão relacionadas à Província Pegmatítica Oriental, constituída por corpos pegmatíticos associados a granitos intrusivos nos sedimentos Macaúbas ou nos metamorfitos Paraíba. Não existem dados precisos sobre as reservas nesta região, visto ser área de garimpagem. Apenas no município de Itinga existem reservas aprovadas de 262.000 toneladas, com teor de Ta₂O₅ estimado em 0,4%.

Acrescentem-se às reservas mineiras de nióbio e tântalo, as de djalmaíta dos municípios de Cassiterita e Nazareno que montam a 41 mil toneladas de Ta₂O₅ + Nb₂O₅ contidos, associada ao estanho.

Outras áreas com recursos reais ou áreas promissoras e favoráveis constam no mapa que acompanha este assunto.

Economia

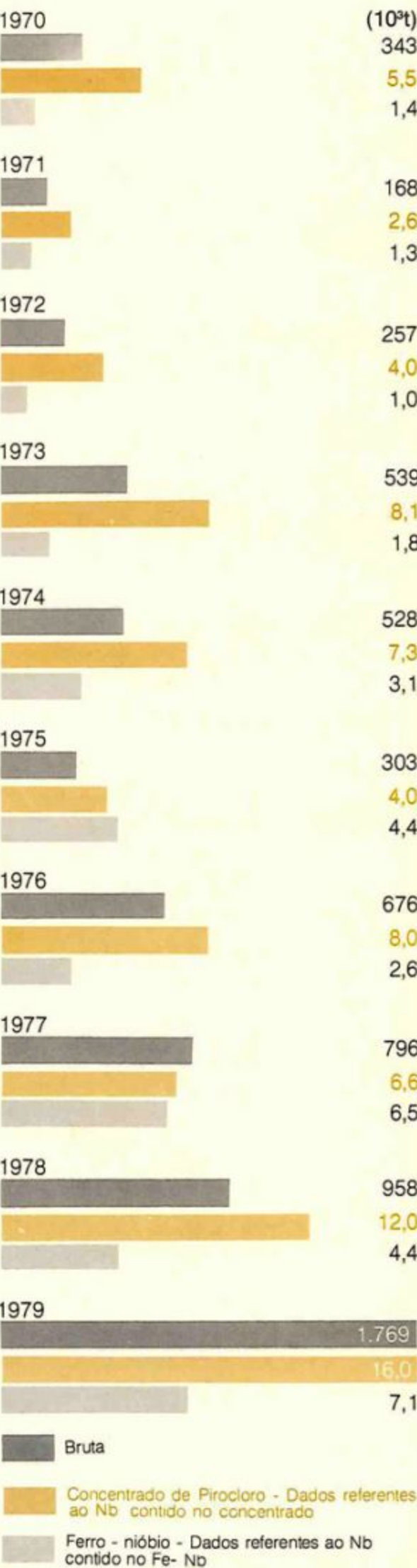
Produção

O Brasil ostenta a posição de maior produtor de nióbio, participando com aproximadamente 60% do volume mundial. A Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM, localizada em Araxá-MG, é a maior produtora integrada de nióbio do mundo, desde o processamento à industrialização e comercialização.

Os dados de produção encontram-se no gráfico abaixo. Analisando-os, verifica-se que a produção de minério bruto apresenta crescimento contínuo, excetuando-se os anos 1971/1975, que apresentaram queda, em consequência da retração na demanda externa.

Por sua vez as produções de concentrado e de liga evoluíram às taxas de 16% e 20,5% a.a, respectivamente.

Produção brasileira de nióbio - 1970/79



Demanda

Em 1980, 95% da produção de concentrado foram destinados ao mercado interno, para a fabricação da liga ferro-nióbio. Por sua vez, a produção de liga visou quase em sua totalidade à exportação.

Desse modo, nos anos que ocorreram grandes exportações de liga, houve expressiva demanda interna de concentrado.

A partir do final de 1979, houve sensível aumento nas exportações, em virtude da reativação dessas indústrias.

Para os próximos anos, prevê-se intensificação da demanda, em vista da maior e mais diversificada utilização do nióbio. Além disso, países não tradicionais no consumo de nióbio, como África do Sul, Índia e Austrália, estão começando a mostrar interesse pelo metal, o que poderá aumentar o mercado.

Exportação/Importação

O comércio exterior de nióbio, caracterizado apenas por exportações, apresentou-se em contínua evolução no período 70/79, excetuando, os anos 71, 75 e 77, devido às flutuações no mercado mundial de aço.

Exportação brasileira de pirocloro e ferro-nióbio - 1970/79



■ Pirocloro (t)
■ Ferro-Nióbio (US\$) FOB
Fonte: CACEX

Houve, no período, uma acentuada substituição das exportações de concentrado de pirocloro pelas de liga de ferro-nióbio, causada pelo aumento no uso de aços-carbono e HSLA em automóveis, navios, e equipamentos industriais. Assim, enquanto em 1970, a exploração era de 3.570 toneladas de pirocloro, este montante caía para 931 toneladas, refletindo claramente a acentuada redução nas exportações de pirocloro em favor de liga ferro-nióbio, afetando positivamente a Balança Comercial Brasileira, eis que as ligas possuem maior valor agregado.

Em 1979 os principais compradores de ferro-nióbio foram EUA (29%), Japão (14%), Alemanha Ocidental (14%), Holanda (7%), Itália (6%) e Áustria (2%).

Perspectivas

Atualmente, cerca de 85% do nióbio consumido no mercado ocidental são utilizados por indústrias de aço na Europa, Japão e Estados Unidos, para produção de ligas e aços especiais.

Bibliografia

CBMM é a maior produtora integrada de nióbio no mundo. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 43 (416): 20-21, dez. 1979.

COSTA, Fábio E. U. T. Baeta da. *Perfil analítico da columbita - tantalita*. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 43 p. (Brasil DNPM. Bol. 9).

NEVES, Eure Malvini. *Perfil analítico do pirocloro*. Rio de Janeiro, DNPM 1973. 18 p. (Brasil. DNPM. Bol. 18).

NIÓBIO de Araxá para os mercados internacionais. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 7 (80): 58-59, set. /out. 1980.

NIÓBIO em aços especiais. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 32 (12): 135, dez. 1978.

NIÓBIO; um metal abundante no país busca novas formas de uso industrial. *Planejamento e Desenvolvimenmt*o, Rio de Janeiro, 6 (71): 52-53, abr. 1979.

UNION Oil (M. Salles/CBMM); nióbio para exportação. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 5 (51): 50-52, maio 1981.

Níquel

Aspectos gerais

Confundido inicialmente com o minério de cobre, o nome do níquel deriva de "o velho Nick" (Old Nick, o diabo), dando em inglês nickel. É que, descoberto por mineiros saxões, o metal era demasiadamente duro para ser moldado a martelo, impossível de ser trabalhado com o equipamento então existente.

O desenvolvimento posterior da técnica ensinou a possibilidade de ligas, todas elas da mais elevada utilidade graças à dureza, tenacidade, resistência ao calor e à corrosão.

De tais ligas, são importantes o aço inoxidável, ligas de níquel-cobre para condensadores de embarcações (resistência à corrosão pela água salgada) e aço-níquel, de elevada elasticidade e quase nulo coeficiente de dilatação, utilizado em canhões, placas de blindagem, projéteis, hélices de navios etc. Para a fabricação de aço inoxidável se destina no mundo cerca da terça parte da produção de níquel.

No processo de cromagem, aplica-se primeiramente uma camada de níquel na superfície a cromar, sobre a qual, em seguida, emprega-se uma fina camada de cromo.

Mineralogia

O níquel nunca é encontrado isolado na natureza, mas em minerais a que se associam numerosos outros elementos, a maioria composta de seus vizinhos na escala periódica.

São vários os minerais de níquel na natureza. Os principais são:

PENTLANDITA:

É um sulfeto de níquel de ferro (Fe, Ni) S, em que a relação Fe-Ni está próxima da unidade. Pertence ao sistema isométrico, geralmente em agregados granulares. Apresenta cor amarelo-bronze, brilho metálico, dureza 3,5 a 4,0 e densidade 4,6 a 5,0. Esse mineral comumente está associado à pirrotita, millerita, nicolita, pirita e calcopirita.

BRAVOÍTA E VIOLARITA:

São respectivamente, sulfeto de níquel e ferro (Fe, Ni)S e sulfeto de níquel (NiS₂), apresentando-se associados à pentlandita, calcopirita e pirita. A bravoita aparece mais comumente em minérios de vanádio. A cor da bravoita é amarela e da violarita é cinza.

MILLERITA:

Sulfeto de níquel (NiS), que ocorre em agregados radiados existentes em cavidades e como produto de alteração de minério de níquel. Apresenta cor amarelo-latão, brilho metálico, dureza 3,0-3,5 e densidade 5,30-5,65. Ocorre associada à serpentina, estando presente, por igual, em associações com outros minerais de níquel, sulfetos e minérios de ferro, cobalto e prata. É um mineral secundário de níquel.

LINEÍTA:

Representa-se pela fórmula CO₃S₄ onde pode também estar presente o níquel. Cristaliza-se em octaedros, de cor cinza, dureza 5,5 e densidade 4,8 - 5,0. Ocorre em associação à calcopirita, pirita, galena, blenda, quartzo, bornita e outros.

GARNIERITA:

Importante mineral, de origem secundária, apresenta-se associado à serpentina e cromita. Trata-se de um silicato hidratado de níquel e magnésio, H₂(Ni,Mg)SiO₄, mas mostra grande variação em sua composição química. Apresenta-se amorfa, em massas terrosas e é caracterizado pela cor verde-maçã. Sua dureza é baixa (2-3) e a densidade de 2,3-2,8.

Limonita, pirrotita e asbolita são minerais que eventualmente podem conter algum teor de níquel nas suas estruturas.

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

As associações dos minerais de níquel que se encontram na natureza permitem dividir os depósitos existentes em dois tipos: sulfetados e supergênicos.

Depósitos sulfetados:

Os depósitos de sulfetos de níquel, usualmente contendo ferro e cobre, ocorrem como corpos maciços ou disseminados em rochas básicas e ultrabásicas. Consideram-se formados pela segregação de uma fase sulfetada do magma em um estágio inicial de cristalização.

A distribuição de tais depósitos no mundo é restrita. Do volume de reservas mundiais, apenas dois complexos magmáticos (Canadá e URSS) têm participação importante.

Os depósitos sulfetados podem ser separados em três sub tipos:

- Lentes de sulfetos maciços e depósitos disseminados contendo essencialmente pentlandita, pirrotita e calcopirita, às vezes com pequenas partes de minerais do grupo da platina. A maior parte desses depósitos, ocorre em ou próximo de sills, lentes, lopólitos, stocks, diques e derrames básicos e ultrabásicas, outros podem se afastar um poucos das rochas básicas e ultrabásicas, mas em sítio onde elas estão presentes. Os elementos concentrados nesses depósitos são o Ni, Co, Fe, Cu, Au, Ag, platinóides, Se, Te, As e S.
- Veios e lentes de sulfetos contendo millerita, gersdorfit, calcopirita, pirrotita, pirita, concentrando os elementos Ni, Co, Fe, Cu e S.
- Veios contendo nicolita, gersdorfit, cloantita e vários outros arsenietos e sulfetos de Ni-Co, concentrando Ni, Co, Ag, Fe, Cu, Pb, Zn, As, Sb, S, Bi e U. Têm pouca importância comercial como fonte de níquel.

DEPÓSITOS RESIDUAIS OU SUPERGÊNICOS

Mais amplamente difundidos que os sulfetados, tais tipos de depósitos são constituídos por lateritas níquel-ferruginosas, encontradas como resíduo do intemperismo sobre corpos de rochas ultrabásicas.

A rocha original é, em geral, relativamente rica em níquel, mas o manto de cobertura intemperizada é enriquecido. O níquel ocorre em duas formas: como acumulação de silicatos e carbonatos de níquel e como acumulação de óxidos hidratados de ferro, com níquel adsorvido.

Os depósitos residuais ou supergênicos compreendem, por sua vez, dois sub tipos, concentrando Ni, Co, Fe, Mg e Cr. Ocorrem na presente superfície de erosão ou, então, são fósseis, representando velhas superfícies de erosão enterradas.

Há assim:

- Depósitos com níquel, essencialmente a garnierita, nepuíta e serpentina niquelífera (serpofita).
- Depósitos lateríticos, contendo o metal, principalmente num complexo de óxidos de ferro, manganês e níquel hidratado e indefinidos silicatos supergênicos.

Panorama mundial

A maior parte das reservas mundiais é constituída de minério supergênico, que se concentra especialmente na Nova Caledônia (maior reserva mundial, com aproximadamente 23%), Indonésia, Cuba, Brasil, Filipinas e URSS. O Canadá (Sudbury-Ontário), URSS (Noril'sk, Sibéria) e, com menor importância, a Austrália, possuem a quase totalidade das reservas de minério sulfetado.

O Canadá é o maior produtor mundial, seguindo-se a Nova Caledônia e URSS. Os Estados Unidos consomem cerca de 38% da produção mundial.

Níquel no Brasil

O Brasil possui grandes reservas niquelíferas (8,5% da reserva mundial), exponenciando-se Goiás, responsável por 78% delas, seguido pelo Pará (12%), Piauí (6%) e Minas Gerais (3%).

As reservas brasileiras totalizam cerca de 5,5 milhões de toneladas de níquel contido, em sua quase totalidade constituídas por depósitos supergênicos, com excessão do depósito sulfetado de Americano do Brasil (GO).

As reservas goianas se relacionam aos maciços básicos-ultrabásicos de Niquelândia, Barro Alto e Canabrava, principalmente.

NIQUELÂNDIA

Distinguem-se três horizontes nesta jazida laterítica. Na parte superior, predomina hidróxido de ferro com cobalto e manganês; na parte intermediária, mais espessa, estão os minerais argilosos e ferruginosos, com concentração de Ni e Cu; e, na base, há a principal zona niquelífera, formada de silicatos hidratados de Mg e Ni, dotada de espessura irregular.

A rocha original varia de noritos, dunitos, peridotitos e piroxenitos (na base), a gabros e anortositos no (topo).

BARRO ALTO

A rocha matriz se constitui de um peridotito serpentizado. Os corpos de minério se desenvolveram nas faixas de serpentinitos com espessura de 5-20 m, dependendo da topografia.

CANABRAVA

Compõe-se de serpentinitos a noritos e gabros, com mineralização semelhante a dos dunitos anteriores.

AMERICANO DO BRASIL

Único depósito sulfetado do País, associado a rochas básicas-ultrabásicas. A mineralização é maciça ou disseminada, estando o níquel associado ao cobre e cobalto. As reservas são de 4,6 milhões de toneladas a 0,64% de níquel.

Níquel em Minas Gerais

Em Minas Gerais as reservas medidas alcançam 7 milhões de toneladas, com teor da ordem de 1,4% de Ni, originadas de depósitos supergênicos de Ipanema, Liberdade e Pratápolis.

JAZIDA DE IPANEMA

Constituída por depósitos supergênicos encaixados em gnaisses e migmatitos do Grupo Paraíba. A garnierita é o principal mineral de níquel ali existente.

São conhecidos dois depósitos:

- Depósito de Santa Cruz: Morros de serpentinitos niquelíferos encaixados em gnaisses, onde se distinguem dois tipos de minério: o comum (o próprio serpentinito decomposto) e o veia verde "pistache" (veios cortando o primeiro tipo, com teores mais altos, mas de distribuição irregular).

- Depósito de Santa Maria: Difere do anterior apenas pelo fato de ser menor e mostrar teores ligeiramente maiores. Estes depósitos do leste de Minas possuem cerca de 4 milhões de toneladas medidas, com teores da ordem de 1,5%.

JAZIDA DE LIBERDADE

Constituída por peridotitos serpentizados, encaixados em granitos-gnaisses granatíferos do Grupo Barbacena.

O níquel (garnierita) é encontrado, não só em veios que cortam o serpentinito, mas também em disseminações neste.

As reservas medidas desse depósito do sul de Minas são da ordem de 2,8 milhões de toneladas, com teor de cerca de 1,3%.

JAZIDA DE PRATÁPOLIS

Situada no morro do Níquel, no município de Pratápolis, é formada por serpentinito intrusivo em rochas metamórficas e cortada por veios de calcedônia e garnierita. Trata-se, provavelmente, de restos de um "Greenstone Belt" mais antigo que as rochas regionais da Formação Canastra. O minério principal é uma serpentina niquelífera da espécie antigorita.

Este depósito do sudoeste mineiro tem reservas indicadas de cerca de três milhões de toneladas.

Economia

Produção/Demanda

A produção brasileira de níquel se restringiu, até 1980, à de ferro-níquel.

Minas Gerais, através da Companhia Morro do Níquel, localizada em Pratápolis, responde pela quase totalidade de ferro-níquel obtido no País.

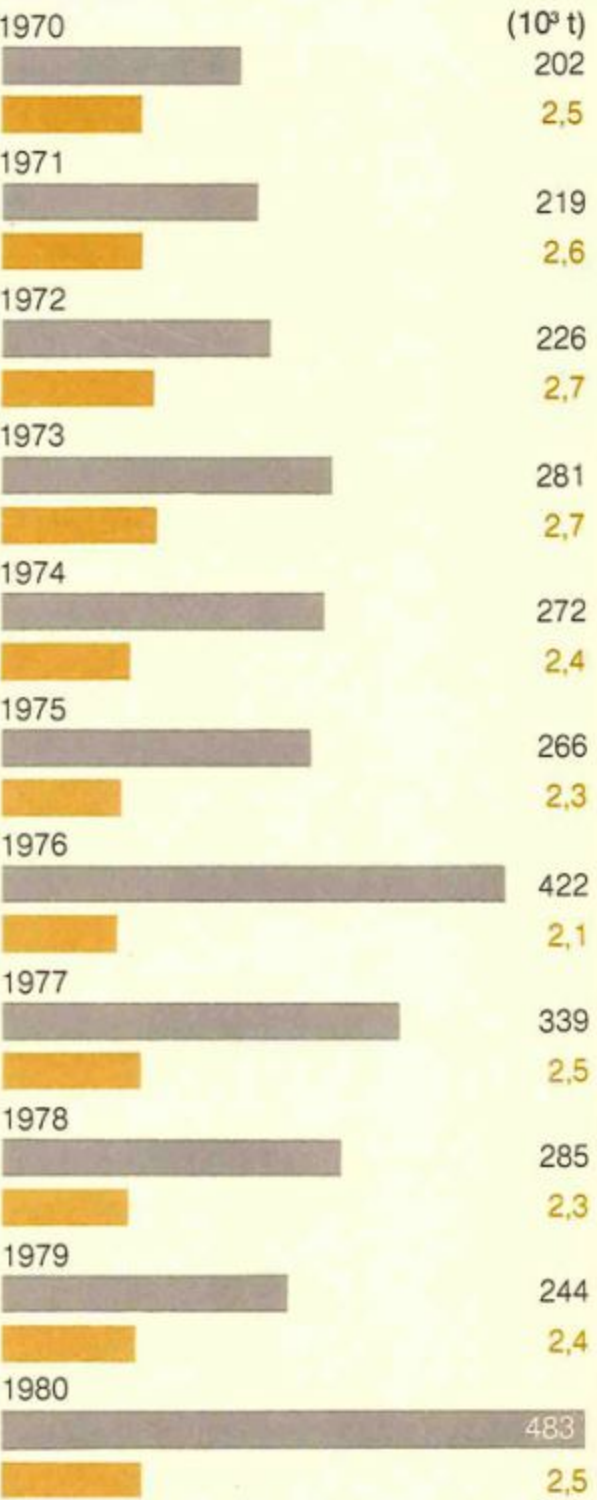
A produção nacional de minério de níquel, em 1979, situou-se em torno de 245 mil toneladas, enquanto a de ferro-níquel foi de 2.463 toneladas. Esse volume de produção tem atendido ao consumo interno, permitindo a exportação de excedentes.

A demanda interna apresentou taxa de crescimento médio anual de 20%, principalmente da liga ferro-níquel e de níquel eletrolítico, exigindo importações em volume cada vez maior, notadamente de níquel metálico.

Em relação ao consumo interno de níquel eletrolítico, a situação de dependência externa começou a ser alterada a partir de 1980, com o início de produção da Companhia Níquel Tocantins, em Niquelândia - GO.

Como pode ser visto no quadro a seguir, a produção de minério de níquel, nos últimos dez anos, mostrou-se em ascensão gradual, sendo que em 1980 registrou-se duplicação na produção, exatamente pelo início da atividade da empresa de Niquelândia

Produção brasileira de níquel - 1970/80



Bruta
Ferro - Níquel - (Refere-se ao níquel contido na Liga Fe-Ni)

Fonte: CACEX

Exportação/Importação

Em virtude da inexistência do comércio externo de minério de níquel pela atuação integrada das empresas nacionais produtoras, o comércio exterior se restringe aos produtos metalúrgicos.

A produção da liga ferro-níquel tem sido suficiente para atender à demanda interna, enquanto se acentuou a dependência externa de níquel metálico e produtos semi-acabados de níquel.

As importações apresentam crescimento significativo, verificando-se uma alta em 1974, como pode ser observado no quadro a seguir.

As exportações brasileiras, constituídas principalmente pela liga Fe-Ni, ocorreram praticamente até 1977, tornando-se, a partir daí, insignificantes, pelo aumento da demanda interna.

Segundo dados do Balanço Mineral Brasileiro, a dependência externa tem crescido nos últimos anos, chegando a representar em 1979, cerca de 69% da demanda nacional.

Comércio exterior de níquel - 1970/79



Nota:
Dados em tonelagem expressos em Ni contido.
Inclui níquel refinado, não refinado, desperdícios e sucatas, semi-acabados, tubos e acessórios, anodos e ligas ferro-níquel.

Fonte: CACEX/CIEF/CONSIDER

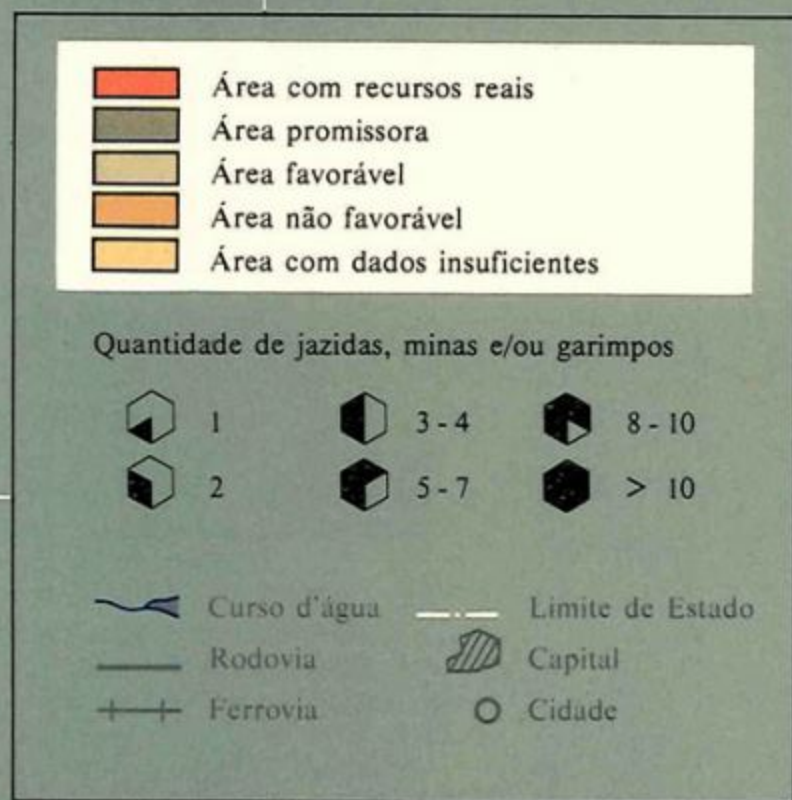
Perspectivas

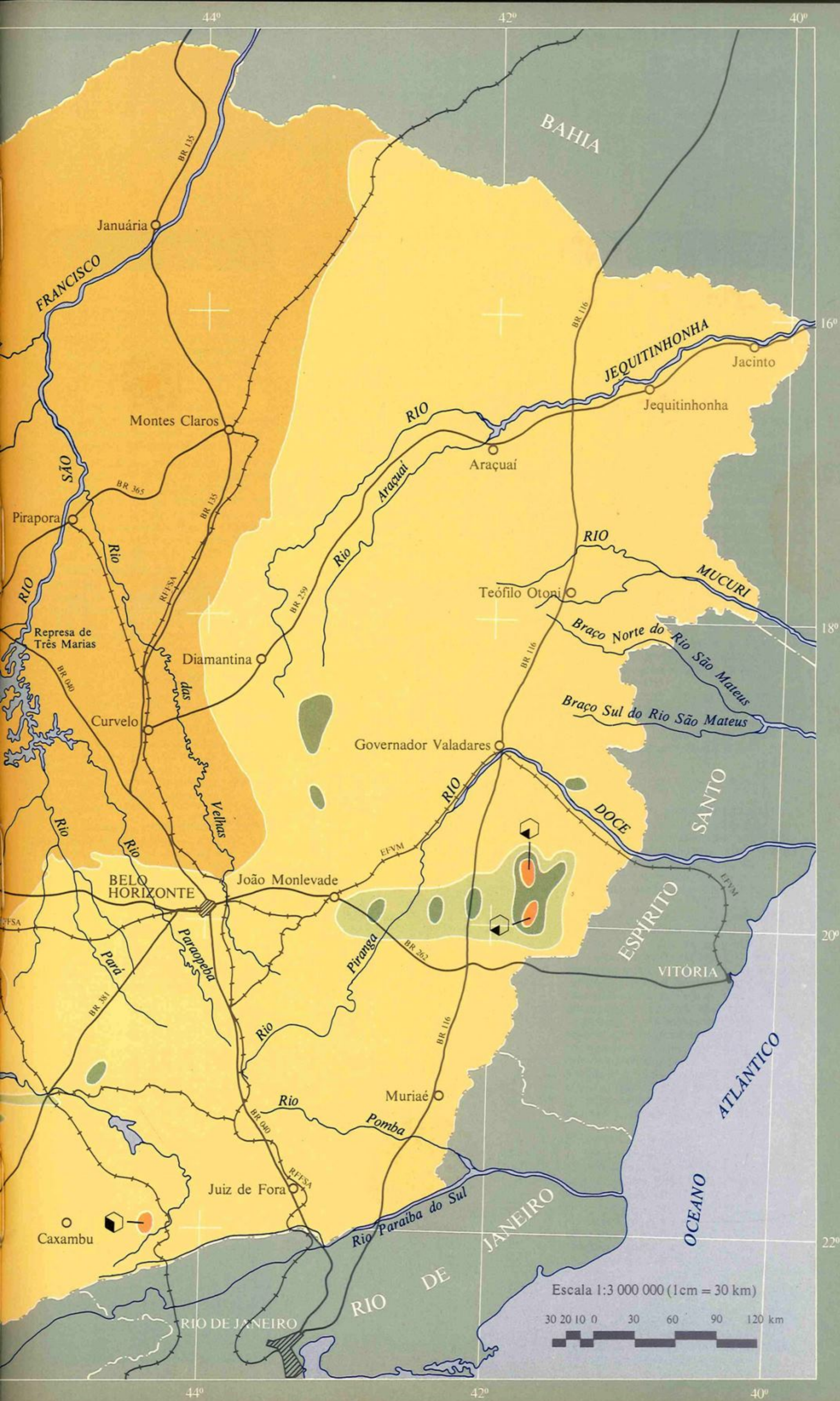
As previsões de produção apresentam-se com possibilidade de um suficiente suprimento às nossas necessidades internas, permitindo ainda excedentes para exportação em valores substanciais em face as vultosas reservas de minério existente.

Para fazer face à expansão da demanda, bem como para gerar excedentes exportáveis, a projeção da oferta conta com dois novos projetos para Goiás e dois para Minas Gerais.



NÍQUEL





Bibliografia

ANDRADE, Maurício Ribeiro de & BOTELHO, Luiz
Carlos A. Perfil analítico do níquel. Rio de Janeiro,
DNPM, 1974. 90 p. (Brasil: DNPM. Bol. 33).
NÍQUEL; previsão para a década. Máquinas e Metais,
São Paulo, 8 (89): 13-14, mar. 1972.

Aspectos gerais

O ouro, utilizado há milênios, é um metal que com frequência aparece na natureza em estado nativo, em forma pura, graças a uma estrutura atômica peculiar, semelhante à do cobre e da prata. É o metal mais maleável, seu número atômico é 78 e a massa atômica 196,97.

Pode ser encontrado como microconstituente em praticamente todos os materiais, desde as rochas e minerais da crosta terrestre, até os seres vivos.

A grande maioria das jazidas de ouro no mundo ocorre em filões, como na Califórnia, Austrália, Colorado e Minas Gerais; em conglomerados do tipo Witwatersrand, na África do Sul e Jacobina, na Bahia; ou em depósitos de pláceres no Alasca, Sibéria e Tapajós; ou em elúvios, como em Serra Pelada, os dois últimos no Estado do Pará.

Suas aplicações principais se concentram na joalheria, na fabricação de moedas, na odontologia, principalmente em forma de ligas com o cobre, prata, zinco, níquel, paládio, alumínio e cádmio. A estrutura das ligas pode variar, resultando em variedade muito grande de cores e propriedades.

Metal denso, dúctil, resistente à corrosão, bom condutor de calor e de eletricidade, pois reduz a resistência nos conductos elétricos, o ouro tem também propriedades lubrificantes, elevada reflectividade ótica e de radiação. Por isso, industrialmente é utilizado, em forma de ligas, nas indústrias de contactos elétricos, computadores, condutores, potenciômetros de alta resistência, resistores, tubos de eletrodos, válvulas, diodos capacitores e outros.

Na indústria química, suas ligas com a platina se empregam na extrusão de soluções alcalinas de rayon-viceose. Em perfumarias na fabricação; de tanques pressurizados; na indústria têxtil, papel, laminação de vidro, equipamentos espaciais, na cerâmica, na construção civil e até mesmo na medicina há aplicações para o metal ou seus compostos.

Graças à sua liquidez e ao seu elevado valor, constitui tradicional meio de pagamento internacional, apresentando-se como o mais valioso elemento de reserva monetária.

PRATA E ARSÊNIO

A prata é considerada um metal precioso, usado na fabricação de jóias, artigos domésticos, moedas em ligas com o cobre e, por muitos anos, concorreu com o ouro, em termos de valor e procura.

O arsênio é pouco utilizado na forma pura, embora amplamente usado na forma de arseniato de cálcio e chumbo, como inseticidas. É usado também na indústria de tintas e esmaltes, na medicina e indústria química.

PLATINA E PALÁDIO

A platina e seus associados têm emprego devido ao alto ponto de fusão (1.755°C) a sua dureza e resistência à corrosão química, e oxidação. Emprega-se na fabricação de cadinhos, na indústria elétrica, na fabricação de termômetros de alta precisão e como ligas usadas em joalheria.

O paládio é usado principalmente em ligas para soldas a altas temperaturas em ligas com o titânio e na joalheria como ligas ouro-paládio (ouro branco).

Mineralogia

Ouro

O ouro, desde a antiguidade, era usado como objeto de ornamento representando poder e riqueza e também como padrão monetário. Tal fato se deveu à escassez do metal e às suas propriedades físicas e químicas, fatores que ainda o tornam importante nos dias de hoje.

Está presente nas rochas ígneas com teores médios de 0,005 g/t; nas rochas sedimentares, aí englobando os sedimentos inconsolidados com teor médio de 0,029 ppm; e nas rochas metamórficas, cujos teores são os mais baixos, com 0,011 ppm.

Nos minerais, ocorre como inclusões ou compondo a sua estrutura interna. Em sulfetos, arsenietos e antimonietos ocorre normalmente como inclusões, ou de ouro nativo ou de compostos auríferos. Nos silicatos os teores são mais baixos, estando presente na forma de inclusões.

Em maiores proporções, é encontrado nos elementos nativos, principalmente o paládio e a platina, e também no cobre, prata, telúrio, arsênio, enxofre e outros. Em proporções muito baixas, é registrado em óxidos, carbonatos e sulfatos, geralmente abaixo de 1 ppm.

Trata-se de um metal de massa atômica 196,67, peso específico 19,6, ponto de fusão 1063°C e valências zero, um e três, encontrado na natureza em três estados (ouro nativo, auroso e áurico, respectivamente).

OURO NATIVO

Cristaliza-se no sistema isométrico em cristais octaédricos e, mais raramente, trapezoédricos, dodecaédricos ou cúbicos. Grupos de cristais arborescentes, pequenas estalactites ou formas dendríticas são descritos, normalmente irregulares, achatados paralelamente a uma face do octaedro.

O ouro puro é raro na natureza sendo encontrado associado à prata principalmente, formando uma série completa de solução sólida entre esses dois elementos e também associado ao paládio, formando o mineral porpezita, ao bismuto (bismutoaurita) e também ao cobre, ferro, zinco, platina, estanho e chumbo.

Sua cor é o amarelo-ouro, variando os matizes quando se apresentam porcentagens de outros elementos, tornando-o mais claro ou escuro. Sua densidade é 19,3, apresentando valores diversos, quando impuro. A dureza varia de 2,5 a 3,0 na escala de Mohs e é um excelente condutor de calor e eletricidade.

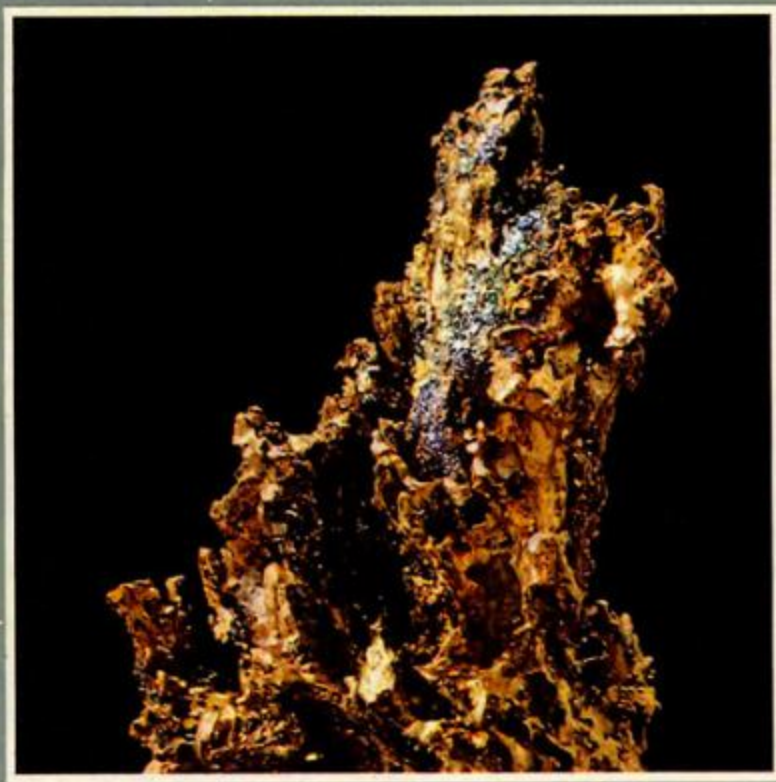
ELETRO

O eletro é um composto da série isomórfica ouro-prata, em que a prata alcança valores de até 50%. Cristaliza-se no sistema cúbico, apresentando cores entre o amarelo-claro e branco-prata e brilho metálico. Sua dureza varia de 2 a 3 e densidade 12 a 15, sendo encontrado em depósitos hidrotermais com menos frequência que o ouro ou a prata.

SILVANITA

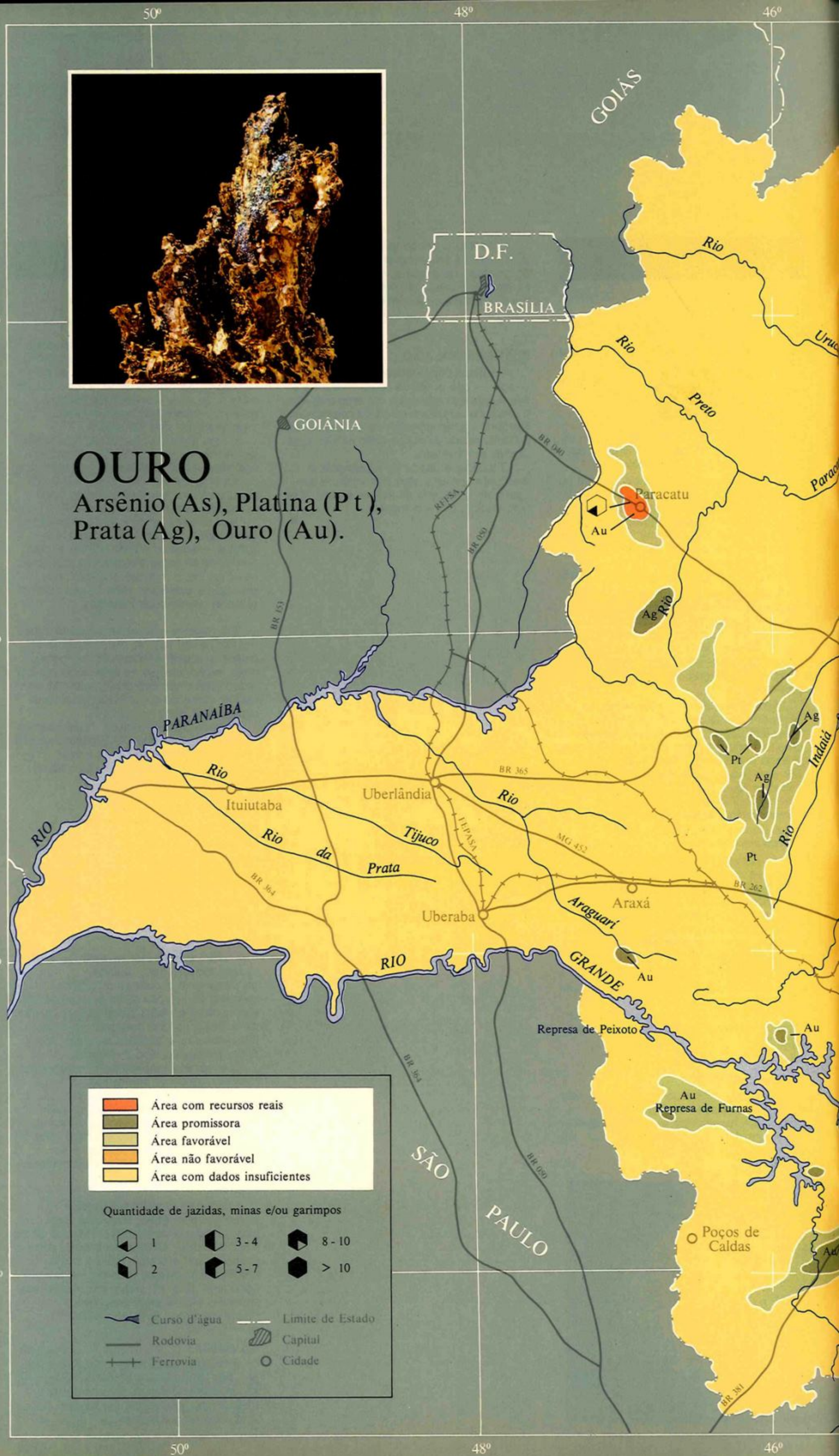
A silvanita é um telureto de ouro e prata (Au, Ag) Te₂ onde as proporções de Au e Ag são variáveis. Cristaliza-se no sistema monoclínico, geralmente em cristais laminados ou granulares.

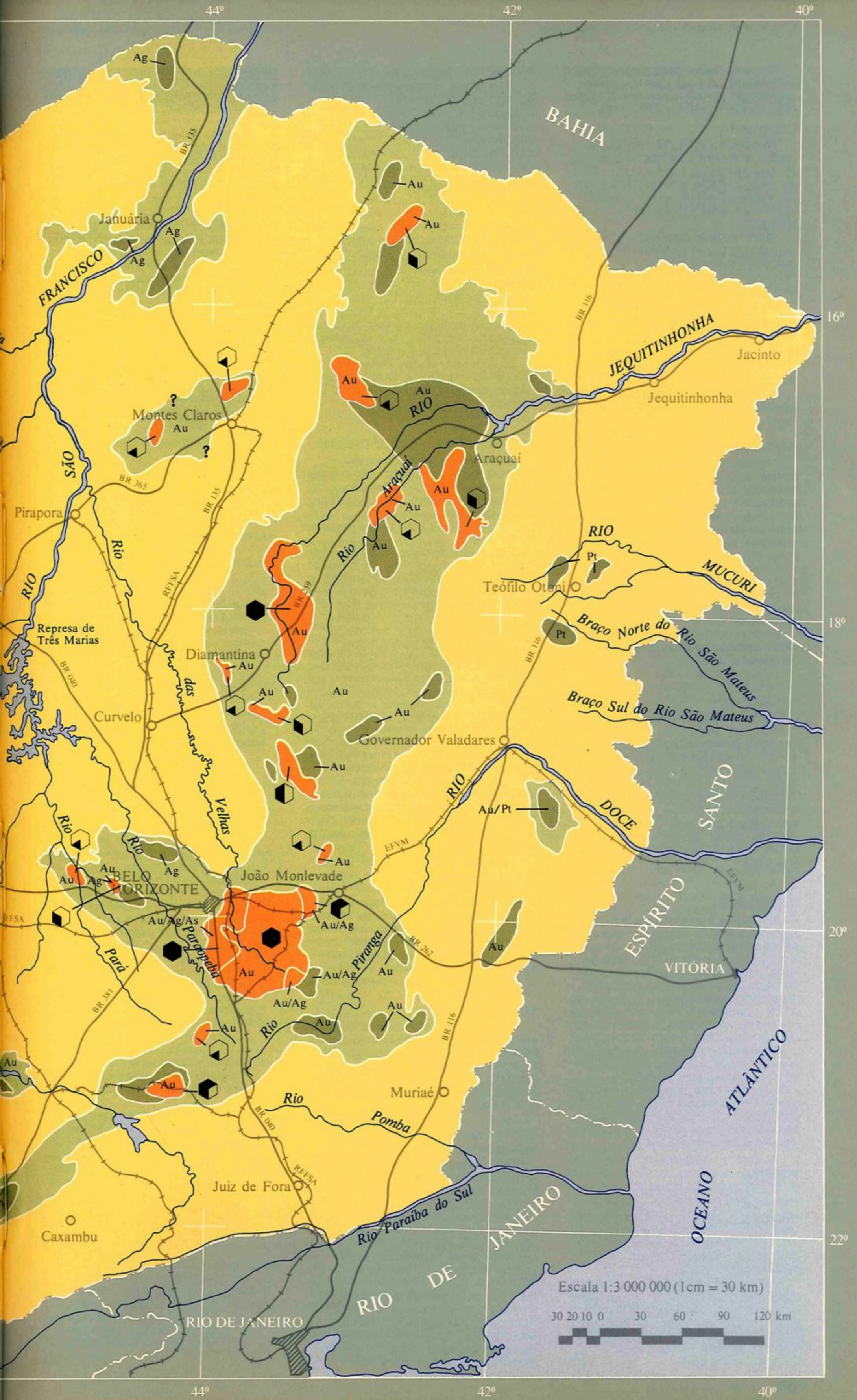




OURO

Arsênio (As), Platina (Pt),
Prata (Ag), Ouro (Au).





Sua cor é branco-prata, dureza 1,5 a 2,0 e densidade 7,9 a 8,3. Ocorre em veios hidrotermais, associada a calaverita, sulfetos, ouro, quartzo a fluorita e carbonatos.

CALAVERITA

Telureto de ouro, Au Te_2 , cristaliza-se no sistema monoclinico em cristais granulares, as vezes geminados. Sua cor é branco-prata, chegando a matizes amarelos. Sua dureza é 2,5 e densidade 9,04, sendo encontrada também em filões hidrotermais associado à silvanita.

Outros minerais apresentam o ouro na sua estrutura porém são muito raros. Como exemplos temos a krenerita (Au, Ag, Te_2), mutmanita (Ag, Au Te) e nagiagita um sulfo-telureto de chumbo e ouro.

Prata

A prata é um metal de cor branca, as vezes acastanhado, brilho metálico, com densidade 10,5 e ponto de fusão 960°C .

Suas principais fontes são prata nativa, argentita, cerargirita, pirargirita e proustita.

PRATA NATIVA

Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais malformados, normalmente em agregados arborescentes ou reticulares e, também, em escamas e massas irregulares. Sua cor é o branco-prata, apresentando-se dúctil e maleável, com dureza 2,5 a 3,0 e densidade 10,1 a 11,1. O ouro pode estar presente na estrutura, em proporção de até 10%, assim como o cobre, platina, antimônio, bismuto e mercúrio. Ocorre principalmente em zonas de oxidação de depósitos de minas sulfurosas e arsênio-antimônicas.

Grandes jazimentos de prata são de origem primária, derivada de soluções hidrotermais.

ARGENTITA

A argentita é sulfeto de prata Ag_2S , cristalizado no sistema isométrico, em cristais de hábitos octaédricos e cúbicos, geralmente em grupos reticulares ou arborescentes. Apresenta a cor cinza do chumbo, brilho metálico, dureza 2,0 a 2,5 e densidade 7,20 a 7,36. É um mineral primário de prata encontrada em depósitos hidrotermais associados à prata nativa, estefanita, cerussita, galena, cerargirita e esfalerita. Ocorre também como inclusões na galena argentífera.

CERARGIRITA

A cerargirita é um cloreto de prata, AgCl , que se cristaliza no sistema isométrico em cristais de hábito cúbico, geralmente maciça e em placas. Sua cor varia do cinza ao incolor com matizes amarelados e verde-azulados, brilho adamantino, sétil e de transparente a translúcido. Sua dureza varia de 2 a 3 densidade 5,552 e torna-se escura, em tons de roxo a preto, quando exposta à luz.

A cerargirita forma uma série isomórfica completa quando o bromo substitui o cloro, chegando até a bromirita, AgBr . As impurezas mais freqüentes são o mercúrio e o iodo. É encontrada em zonas de oxidação de depósitos de chumbo e prata, como alteração, por águas contendo o cloro em solução, sobre minerais de prata.

PIRARGIRITA

A pirargirita é um sulfeto de antimônio e prata Ag_3SbS_3 , cristaliza-se no sistema hexagonal, em cristais de hábito prismático, geralmente geminados, também maciça. Sua cor varia do vermelho ao preto, brilho adamantino, translúcido, dureza 2,5 e densidade 5,77 a 5,86.

É encontrado em filões hidrotermais de prata, chumbo e zinco, como um dos últimos minerais a se cristalizar, na sequência de deposição primária. Geralmente associada à proustita, argentita, tetaedrita, prata nativa, sulfossais de prata, sulfoarsenietos de chumbo, prata e cobre.

PROUSTITA

A proustita é um sulfoarsenieto de prata, Ag_3AsS_3 que se cristaliza no sistema hexagonal, em cristais prismáticos geralmente maciços ou em grãos disseminados. Sua cor é o vermelho intenso como seu traço, brilho adamantino, transparente à luz vermelha, dureza 2,0 a 2,5 e densidade 5,57 a 5,67. Ocorre de forma semelhante à pirargirita.

Arsênio

O arsênio é um metal de cor cinza, altamente volátil, presente na crosta terrestre com abundância de 2g/t. A sua utilização na forma pura é muito reduzida, mas amplamente o é na forma de arseniato de cálcio e chumbo como inseticida. É também empregado na indústria de tintas, esmaltes, na medicina e indústria química.

Os principais minerais portadores de arsênio são: arsenopirita, enargita, tenantita, realgar, lollingita e arsenietos de prata e chumbo.

ARSENOPIRITA

A arsenopirita ou mispiquel é um sulfoarsenieto de ferro, FeAsS , com o arsênio constituindo 46,0% da composição. Cristaliza-se no sistema monoclinico, em cristais prismáticos apresentando comumente estrias e geminações de contato ou penetração.

Sua cor varia do branco-prata até o cinza, brilho metálico, dureza 5,5-6,0 e densidade 5,9 a 6,2. Ocorre em filões hidrotermais, em depósitos metamórficos de contato e em pegmatitos, tendo como minerais associados mais comuns: prata, cobre, cassiterita, galena, pirita, calcopirita e, também, o quartzo, turmalina, feldspatos, micas, carbonatos, berilo e outros.

LOLLINGITA

Sulfeto de ferro (FeAs_2) apresentando proporções de Fe:As variadas e contém enxofre e antimônio como impurezas. Sua cor varia do branco-prata a cinza-aço, brilho metálico, dureza: 5,0 a 5,5 e densidade: 7,0 a 7,4, o que a difere da arsenopirita. É encontrada em filões hidrotermais e em depósitos metassomáticos, normalmente associada à arsenopirita, sulfetos de cobre e ferro, arsenietos de cobalto, quartzo, calcita, siderita e outros.

ENARGITA

É um sulfeto de arsênio e cobre Cu_3AsS_4 do qual se extraem tanto o cobre como o arsênio. Apresenta cor preta até acinzentada, dureza 3 e densidade de 4,43 a 4,45. Ocorre em cristais alongados, estriados com clivagem prismática perfeita.

TENANTITA

Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais dodecaédricos, geralmente maciça, compacta. É um mineral isomórfico sobre a tetaedrita, onde o arsênio substitui o antimônio. Sua cor varia do cinza do chumbo ao preto do ferro, dureza 3 a 4 e densidade 4,37 a 4,49.

REALGAR

É um monossulfeto de arsênio, AsS , onde o arsênio participa com 70,1% da composição química. Cristaliza-se no sistema monoclinico, em cristais prismáticos, curtos, com estrias na direção da maior face às vezes grosseiras em massas terrosas e porosas. Apresenta cor do vermelho-alaranjado ao vermelho-escuro, semi-transparente, brilho de resinoso a adamantino, dureza 1,5 a 2,0 e densidade 3,56. São características diagnósticas do mineral a sua baixa dureza, cor, aspectos dos cristais. Está associado geralmente ao ouro pigmento um trissulfeto de arsênio As_2S_3 caracterizado pela cor amarela, estrutura foliada e agregados radiais.

Platina

O grupo da platina, além dela, apresenta minerais de paládio, ródio, irídio, rutênio e ósmio.

A platina nativa é praticamente o único mineral de importância econômica do metal. Ocorre associada ao ferro, irídio, ródio, paládio, ósmio e outros elementos, sendo raros seus cristais, geralmente em grãos. Sua cor é cinza do aço, brilho reluzente, maleável e dúctil, dureza 4,0 a 4,5 e densidade 14 a 19. A platina se relaciona a rochas ultrabásicas, especialmente dunitos e, menos freqüentemente, à olivina-piroxenitos, associada à olivina e cromita, quando "in situ". É, no entanto, mais explorada em pláceres próximos às rochas ígneas que a contém e como subprodutos em depósitos de níquel, cobre e ouro.

Há também ocorrências de platina em quartzitos (em zonas de fraturas), em serpentinitos associados ao arsênio e em tufitos, com proporções de 1 a 4 gramas por toneladas.

Os metais platiníferos podem ocorrer associados a sulfetos, como a pirrotita, calcopirita e pentlandita.

Geologia

O ouro é obtido em depósitos primários, lavrados essencialmente para o metal; como subproduto da lavra e tratamento de minérios de níquel, cobre, zinco, chumbo e prata; e em depósitos secundários, entre os quais os pláceres aluviais que são os mais importantes.

Depósitos primários

Entre os depósitos primários, distinguem-se os seguintes tipos:

- diques porfiríticos auríferos, sills e stocks, corpos graníticos de granulação grossa, aplitos e pegmatitos;
- depósitos em escarnitos auríferos;
- veios de ouro-prata e prata-ouro, "stockworks", "pipes" mineralizados e corpos silicificados irregulares em fraturas, falhas, zonas de cisalhamento e zonas de brechas, especialmente em terrenos vulcânicos;
- veios auríferos, corpos planares e côncavo-convexos em falhas, fraturas, descontinuidades em planos de estratificação, zonas de cisalhamento, "drag folds" e espaços abertos em anticlinais, essencialmente em terrenos sedimentares. Corpos tabulares e irregulares de substituição, desenvolvidos próximos a falhas e fraturas em camadas quimicamente favoráveis;
- veios de ouro prata, "stockworks", zonas silicificadas etc, em ambientes geológicos complexos, englobando sedimentos vulcânicos e rochas ígneas ou rochas granitizadas;
- depósitos de ouro-prata, na forma de disseminações e "stockworks" em rochas ígneas, vulcânicas e sedimentares;
- depósitos de ouro-prata em disseminações e "stockworks" em campos ígneos;
- ocorrências de ouro-prata, disseminados em derrames vulcânicos e rochas vulcanoclásticas associadas;
- depósitos de ouro-prata, disseminados em camadas sedimentares e vulcanoclásticas: depósitos em rocha tufáceas e formações ferríferas e em camadas sedimentares quimicamente favoráveis;
- depósitos de ouro em conglomerados com seixos de quartzo e quartzitos;

Os depósitos de ouro, dos tipos veio epigenético, "stockwork" e disseminados, parecem originados, principalmente, de processo de secreção metamórfica, com o ouro e os elementos associados provindo principalmente do conjunto de rochas vulcânicas e/ou sedimentares encaixantes.

Os depósitos auríferos do tipo conglomerados com seixos de quartzo são provavelmente paleo-pláceres. Neste caso, o ouro e muitos dos elementos associados sofreram retrabalhamento químico radical, durante os eventos diagenéticos e metamórficos subsequentes.

Tais depósitos auríferos fornecem a maior parte da produção mundial de ouro, totalizando cerca de cinquenta e seis por cento.

Os outros tipos de depósitos, principalmente os veios e os disseminados, pláceres, "stockworks" e corpos maciços polimetálicos (ouro como subproduto) são responsáveis atualmente pelos quarenta e quatro por cento restantes da produção mundial

Depósitos secundários

Os depósitos secundários, representados por aluviões, são de origem sedimentar. O ouro é encontrado na forma de pepitas e traços finos, resultantes tanto de processos químicos (crescimento) quanto físicos (gravitacional), operantes durante o intemperismo e a sedimentação subsequente.

Panorama mundial

As reservas mundiais de ouro atualmente conhecidas permitem estimar a quantidade minerável do metal em cerca de 41.000 toneladas. Tais reservas situam-se principalmente na África do Sul (60,6%), Rússia (15,1%) e Estados Unidos (9,2%).

Os principais depósitos da África do Sul encontram-se em Witwatersrand, em uma extensão de cerca de 480 km, e são os do tipo conglomerado, com seixos de quartzo.

Na Rússia, os depósitos de ouro se encontram nos Urais, Sibéria, Casaquistão, Transcaucásia e na região central. Cerca de 70% de ouro minerado neste país provém de depósitos aluvionares, e as operações de mineração são altamente mecanizadas.

Nos Estados Unidos, aproximadamente 40% da produção de ouro procedem da mineração e beneficiamento de minérios de metais básicos, que fornecem o ouro como subproduto. Entre as áreas produtoras, destacam-se o Alaska, Califórnia, Nevada e Dakota.

Ouro no Brasil

O ouro é das substâncias minerais que possui ampla distribuição geográfica no território brasileiro, formando concentrações econômicas, principalmente nos terrenos da idade Arqueana, Proterozóica e Cenozóica, sendo as concentrações cenozóicas resultantes de "retrabalhamento" de depósitos mais antigos

Os números consignados para a reserva-base de ouro do Brasil - 700 toneladas - situam-se ainda em níveis modestos, em comparação com os demais países. No entanto se se considerarem a ampla distribuição das ocorrências do metal no território nacional, as regiões de ambiente geológico favorável à sua mineralização ou à sua ocorrência associada a outros bens minerais, o potencial aurífero do País aumentará substancialmente, desde que adequadamente pesquisado.

AMAZÔNIA

Grande parcela da produção brasileira provém das áreas de garimpos de ouro secundário da região Amazônica, onde se destacam-se as lavras do Médio-Tapajós, Serra Pelada, Alto-Floresta e rio Madeira.

O garimpo de Serra Pelada - ouro "eluvionar", na região de Carajás - sul do Pará, foi responsável por mais de dez toneladas em 1980. Estima-se a produção anual dessa região em torno de 13,5 toneladas. Vale ressaltar que o significativo aumento alcançado pelos garimpos dessa área deveu-se a medidas governamentais que disciplinaram a comercialização do metal, adquirido diretamente dos garimpeiros. Outro fator favorável foi o alto preço alcançado pelo ouro nos últimos anos.

BAHIA

As principais descobertas de depósitos de ouro primário no País, nos últimos anos, encontram-se na Bahia: Araci-Santa Luz onde as reservas atuais atingem 45 toneladas de ouro contido. A mineralização aurífera encontra-se associada a dois níveis estratigráficos, constituídos por "xistos-magnéticos" e brecha quartzo-feldspática, incluídas em um pacote de rochas vulcano-sedimentares denominado "Faixa Weber". Essa faixa situa-se no extremo-sul do "greenstone-belt" de Serrinha e tem 10 km de comprimento por 1,5 km de largura. Estima-se seu potencial em 200 toneladas de ouro.

No depósito da serra de Jacobina, o ouro encontra-se em níveis de conglomerados com seixos de quartzo tipo Witwatersrand acompanhado de pirita e minerais de urânio. As reservas estão estimadas em 15 toneladas de ouro contido.

Pequenas ocorrências de ouro primário e secundário também são conhecidas na Chapada Diamantina: Rio de Contas, Livramento do Brumado e Paramirim.

OUTROS ESTADOS

Em Goiás várias ocorrências de ouro primário, e principalmente secundário, são conhecidas nos greenstone-belts Crixás-Pilar-Guaranis e Goiás Velho.

No Ceará é encontrado em depósitos aluvionares na região de Ipu-Reriutaba-Cariré.

Em Mato Grosso, a região do Alto-Paraguai e rio Cuiabá é mineralizada em depósitos tipo pláceres atuais. O ouro aí é praticamente inexplorado, em virtude da preferência pela extração do diamante que ocorre associado.

No vale da Ribeira, entre São Paulo e Paraná, o metal é obtido como subproduto do tratamento do minério de chumbo.

Além das regiões mencionadas acima, existem ocorrências em praticamente todo o território brasileiro, mormente no Estado de Minas Gerais, descritas no tópico que se segue.

Ouro em Minas Gerais

Por sua localização geográfica, pode-se estabelecer os seguintes distritos auríferos em Minas Gerais:

DISTRITO DE NOVA LIMA

Aí estão localizadas as mais importantes minas de ouro primário do País, as quais formam o conjunto de Morro Velho. As jazidas se situam na parte noroeste do Quadrilátero Ferrífero, nos municípios de Nova Lima, Raposos e Sabará, ocupando área de 19000 ha.

Atualmente sete minas estão em operação: Mina Grande, Mina Velha, Raposos, Bicalho, Faria, Bela Fama e Esperança. Elas produzem mensalmente 50.000 toneladas de minério, tendo a produção de ouro oscilado em torno de 400 kg/mês. A mineração Morro Velho produziu, no período 1834-1979, aproximadamente 26.000.000 de toneladas de minério, com teor médio recuperado de 13 g/t, obtendo 335 toneladas de ouro metálico.

Geologicamente, a mina de Morro Velho situa-se dentro do Supergrupo Rio das Velhas, no Grupo Nova Lima. Este é constituído principalmente por xistos de origem vulcano-sedimentar, filitos, grauvacas, localmente com intercalações lenticulares de formação ferrífera bandada, que inclui o tipo de rocha quartzo-dolomítica-ankerítica (lapa-seca).

Os corpos de minério dispõem-se ao longo da camada de rocha quartzo-dolomítica ou quartzo-ankerítica, principalmente nas zonas axiais das dobras anticlinais que afetaram o conjunto. O minério de Morro Velho consiste em uma massa de sulfetos, principalmente pirrotita, arsenopirita e calcopirita, que encerram conteúdos de ouro e prata e uma ganga, contendo principalmente quartzo e dolomita ou ankerita. O ouro está uniformemente distribuído na massa do minério em grãos muito finos, quase sempre associado à arsenopirita e pirrotita. A razão ouro: prata é 5:1.

DISTRITO DE OURO PRETO-MARIANA

Localizado no sudeste do Quadrilátero Ferrífero, esse distrito compreende cerca de trezentas ocorrências e depósitos de ouro, entre os quais se destaca a "mina de Passagem", a três quilômetros a oeste de Mariana, à margem do ribeirão do Carmo.

Esse depósito tem sido lavrado desde o início do século XIX e sua produção total é estimada em 70 toneladas de ouro. O depósito dispõe-se no Supergrupo Minas, na zona de contato entre as Formações Moeda-Batatal e Cauê respectivamente dos Grupos Caraça e Itabira.

O corpo mineralizado é extremamente concordante com as rochas encaixantes, formando uma camada de espessura média de cinco metros. O minério consiste em uma associação de turmalina, arsenopirita e ouro, imersos em uma massa predominante de quartzo leitoso e dolomita. O minério é rico em quartzo e/ou carbonato, mostra teores de ouro da ordem 2 a 3 g/t, enquanto nas partes ricas em turmalina os teores chegam a 200 g/t.

É importante notar que, atualmente, a quase totalidade da produção de ouro desse distrito provem dos aluviões do ribeirão do Carmo, lavrados pela Companhia Minas de Passagem.

DISTRITO DE CAETÉ-SANTA BÁRBARA

Ali estão os depósitos de Gongo Soco, Juca Vieira, Rocinha, Catita, Ouro Fino, Pari, Água Quente, Pitangui, Quebra-Ossos etc. As mineralizações de algumas dessas minas abandonadas, como Gongo Soco, Água Quente e Pitangui, consistem de ouro disseminado nos itabiritos e são comumente denominadas do "tipo jacutinga".

DISTRITO DE ITABIRITO

Engloba os depósitos de Cata Branca e da faixa Santo Antônio, com cerca de 18 km de extensão. O ouro desta faixa ocorre nos conglomerados da Formação Moeda, e apresenta pirita e minerais de urânio associados, sendo muito semelhantes aos depósitos de Jacobina e Witwatersrand

DISTRITO DE DIAMANTINA

Os principais depósitos de ouro dessa região são de natureza aluvionar e eluvionar. É obtido como subproduto da lavra de diamantes, principalmente ao longo do rio Jequitinhonha e seus tributários. A Mineração Tejucana, através de dragagem naquele rio, produziu em 1980 cerca de 250 kg de ouro.

Ocorrências de ouro primário são conhecidas nessa região em veios de quartzo, que cortam as rochas do Supergrupo Rio das Velhas e Grupo Espinhaço e Macaúbas.

DISTRITO DE PARACATU

Os depósitos de ouro primário da região de Paracatu encontram-se nos filitos carbonosos com leitos de quartzo "boudinados" da seqüência Paracatu. O intemperismo das rochas proporcionou a formação de depósitos eluvionares e principalmente aluvionares ao longo dos córregos Rico, Neto e Santo Antônio, que têm suas nascentes no morro do Ouro, imediatamente ao norte da cidade de Paracatu. Esse distrito foi um importante produtor de ouro no século passado. Atualmente, novos trabalhos de pesquisa se desenvolvem na região, visando tanto ao ouro primário quanto ao aluvionar.

Além dos distritos assinalados outras áreas do Estado, onde são conhecidas ocorrências e depósitos auríferos, estão plotados no mapa que acompanha este item.

Economia

Recursos minerais

As reservas mundiais atualmente conhecidas permitem estimar, como se disse, a quantidade minerável existente em cerca de 41.000 toneladas do metal.

Os principais países produtores de ouro são: África do Sul, União Soviética, Canadá, Estados Unidos, Brasil e, em escala menor, Filipinas, Austrália, Colômbia, Papua - Nova Guiné.

Vê-se isso no quadro abaixo.

Procura mundial

Em 1980, a procura mundial de ouro, em toneladas métricas, foi a seguinte:

● Procura de particulares (setor privado):	
	(t)
Indústria joalheira	120
Indústria eletrônica	81
Odontologia	62
Usos industriais e decorativos	64
Medalhas e medalhões	15
Moedas oficiais	179
Entesouramento privativo	282
SUBTOTAL	803
● Procura oficial (setor público):	
Compras oficiais	230
TOTAL	1033
● No Brasil, a procura foi a seguinte:	
	(t)
Indústria joalheira	14
Indústria eletrônica	0,6
Odontologia	0,5
Usos industriais e decorativos	0,9
TOTAL	16,0

Oferta mundial

A oferta mundial de ouro é em função dos seguintes fatores:

- produção das minas;
- vendas dos países comunistas;
- vendas das autoridades monetárias;
- Vendas de barras de estoque e ouro em poder de particulares.

A PRODUÇÃO DAS MINAS

A produção das minas foi alterada nos últimos anos em função dos altos preços alcançados pelo ouro. A África do Sul, por exemplo, reduziu sua produção em consequência da mineração de teores mais baixos, tornados econômicos pela alta de preços.

Por motivos similares, o Canadá, Estados Unidos, Papua - Nova Guiné e Austrália também diminuíram sua produção, compensando essa redução com os altos preços alcançados pelo metal.

Houve exceção com relação à Colômbia, Filipinas e Brasil. Este se destacou, por exemplo, com a produção de Serra Pelada, com cerca de dez toneladas.

VENDAS DOS PAÍSES COMUNISTAS

Em 1980, a Rússia restringiu a sua oferta, vendendo apenas noventa toneladas. A redução se deveu, em grande parte, à mudanças no comércio exterior da União Soviética, que passou a grande exportador de petróleo, diminuindo a necessidade de comercializar ouro para pagar sua importações.

Produção mundial de ouro - 1975/80

(toneladas métricas)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980
África do Sul	713.4	713.4	699.9	706.4	703.3	675.0
Canadá	51.4	52.4	54.0	54.0	51.1	499.3
Estados Unidos	32.4	32.2	32.2	30.2	30.2	277.6
Outros África						
Rodésia	18.6	17.1	20.0	17.0	12.0	11.4
Gana	16.3	16.6	16.9	14.2	11.5	12.8
Zaire	3.6	4.0	3.0	1.0	2.3	3.0
Outros	1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	2.5
América Latina						
Brasil	12.5	13.6	15.9	22.0	25.0	355.0
República Dominicana	3.0	12.7	10.7	10.8	11.0	11.5
Colômbia	10.8	10.3	9.2	9.0	10.0	16.6
México	4.7	5.4	6.7	6.2	5.5	5.9
Peru	2.9	3.0	3.4	3.9	4.7	5.0
Nicarágua	1.9	2.0	2.0	2.3	1.9	1.5
Outros	6.0	8.0	8.0	8.5	8.5	10.0
Ásia						
Filipinas	16.1	16.3	19.4	20.2	19.1	22.0
Japão	4.7	4.5	4.8	4.7	4.2	3.4
Índia	3.0	3.3	2.9	2.8	2.7	3.0
Outros	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Europa	11.0	11.4	13.2	12.5	10.0	99.2
Oceania						
Papua/Nova Guiné	17.9	20.5	22.3	23.4	19.7	144.0
Austrália	16.3	15.4	19.2	20.1	18.6	17.3
Outros	3.2	3.0	4.0	4.7	4.5	4.0
Subtotal	953.9	969.6	972.0	978.9	961.3	943.0
União Soviética	467.9	443.6	444.0	400.0*	400.0*	400.0*
Outros países socialistas	20.0	20.0	20.0	20.0*	20.0*	20.0*
Total Geral	1441.8	1433.2	1436.0	1398.9	1381.3	1363.0

* Estimativa
Fonte: Consolidated Gold Fields Limited - 78/80

AUTORIDADES MONETÁRIAS

As vendas pelas autoridades monetárias também diminuíram, sobressaindo o caso dos Estados Unidos, que não realizaram nenhum leilão de ouro em 1980. Também o FMI chegou ao final de seu programa de vendas de quatro anos, em maio daquele ano. Isso significa que as autoridades monetárias estão preferindo adquirir ou para reserva ou para garantia em vez de cedê-lo para pagamentos.

Em decorrência, a oferta mundial em 1980, para atendimento da procura foi:

- Produção mundial dos países não-comunistas 943
- Vendas do bloco comunista 90
- TOTAL 1033
- Ouro retido nas reservas oficiais 230
- Adquirido por particulares 803

Preço do ouro

As flutuações do preço do ouro, ao contrário de outras substâncias minerais e mercadorias em geral, dependem mais da política econômica fomentada pelas principais potências, do que da economicidade de sua obtenção e da capacidade da mineração mundial.

Como bem industrial, o ouro está sujeito às variáveis normais de qualquer outro produto: aumento ou declínio da produção, consumo e estoque.

Como valor monetário, o preço do metal não depende só das medidas tomadas pelas autoridades monetárias mundiais, mas também oscila, de acordo com as variações da demanda provocada pelos investidores, entesouradores e especuladores.

A J. Aron & Company Inc. sintetiza as influências no comportamento do preço do ouro no fluxograma a seguir.

Em decorrência dessas influências, o ouro apresentou em 1980, oscilações que conotam a dificuldade de solução para os problemas que atingem a economia mundial. Em 21 de janeiro de 1980, por exemplo, o metal teve a cotação de 850/860 dólares a onça, em 18 de março, essa cotação baixou para 464/470 dólares.

Na época da elaboração deste trabalho, a cotação do ouro era de US\$ 445,50 por onça troy (31,1 g), em Londres. Há, no entanto, sinais evidentes de tendência para alta nos próximos anos.

Comercialização

O comércio do ouro no campo internacional se processa principalmente em cinco bolsas: Zurique, Londres, Hong Kong, Paris e New York.

No Brasil, a compra e venda é livre, bastando que o metal tenha certificado de origem ou nota fiscal. Com esse documento, qualquer pessoa pode vender ou comprar o metal.

Em São Paulo, já funciona uma Bolsa de Ouro, ligada à Bolsa de Mercadoria daquele Estado, centralizando as compras e vendas do produto com todas as vantagens inerentes a qualquer bolsa.

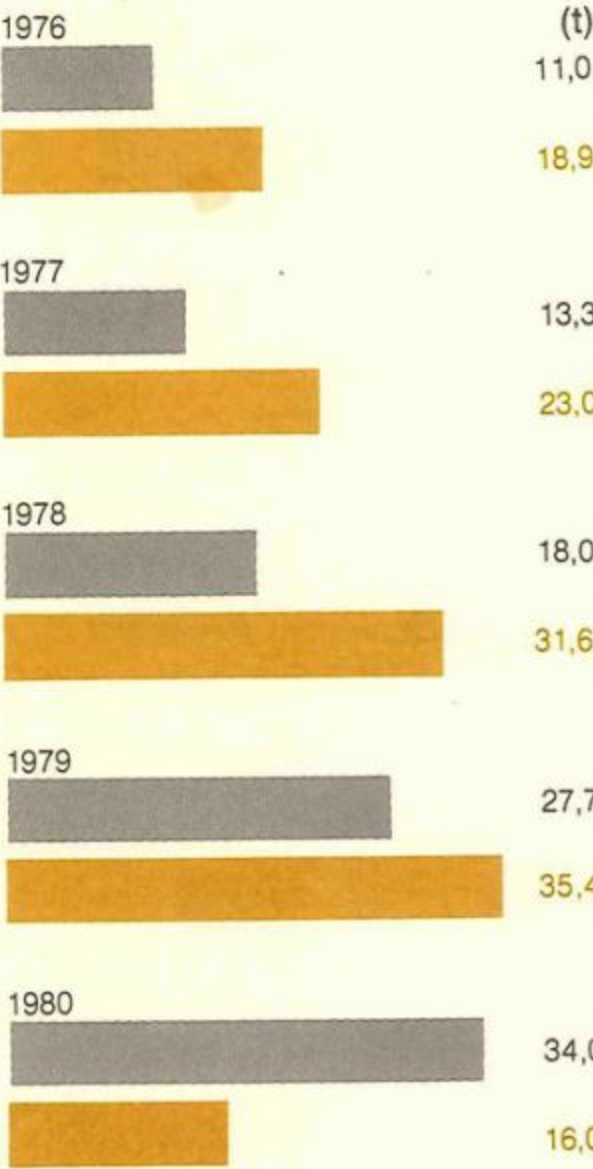
Também em Minas como em outros Estados, existem escritórios operando como corretores, comercializando o metal, tanto para as joalherias como para particulares.

Ouro e a economia brasileira

Em 1973, quando os preços do petróleo subiram 400%, cresceram os problemas de balanço de pagamento do Brasil e o valor da dívida externa de nosso País passou de 12 bilhões para 60 bilhões de dólares, em 1981.

A produção brasileira do ouro nos cinco últimos anos foi a seguinte:

Produção brasileira de ouro - 1976/80



Produção
Consumo

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 1980
Consolidated Gold Fields Limited - 1981

A existência de saldo da produção em relação ao consumo nacional demonstra que está a haver entesouramento de ouro, quer por particulares, quer oficialmente.

No último caso, já há instruções do Conselho Monetário Nacional, autorizando a aquisição de ouro pelas instituições oficiais.

Assim, a Caixa Econômica Federal está a adquirir diretamente ouro dos garimpos de Serra Pelada, responsáveis pelo grande aumento de produção ocorrido nos dois últimos anos.

O déficit de consumo, observado nos anos anteriores, era coberto por importações, notadamente dos Estados Unidos, Suíça, Canadá, Alemanha Ocidental e Reino Unido.

Saldo

O saldo do último ano deve-se não só à diminuição do consumo (utilização), havido face aos elevados preços, como também ao acréscimo da produção nos garimpos.

A diminuição do consumo foi mais notável no setor de joalheria, principal responsável pela sua demanda industrial. Essa queda, no entanto, deve ter sido compensada pela reciclagem, isto é, pela reutilização de ouro de peças antigas, jóias quebradas ou desentesouradas por particulares, atraídos pelos preços e pela vasta publicidade.

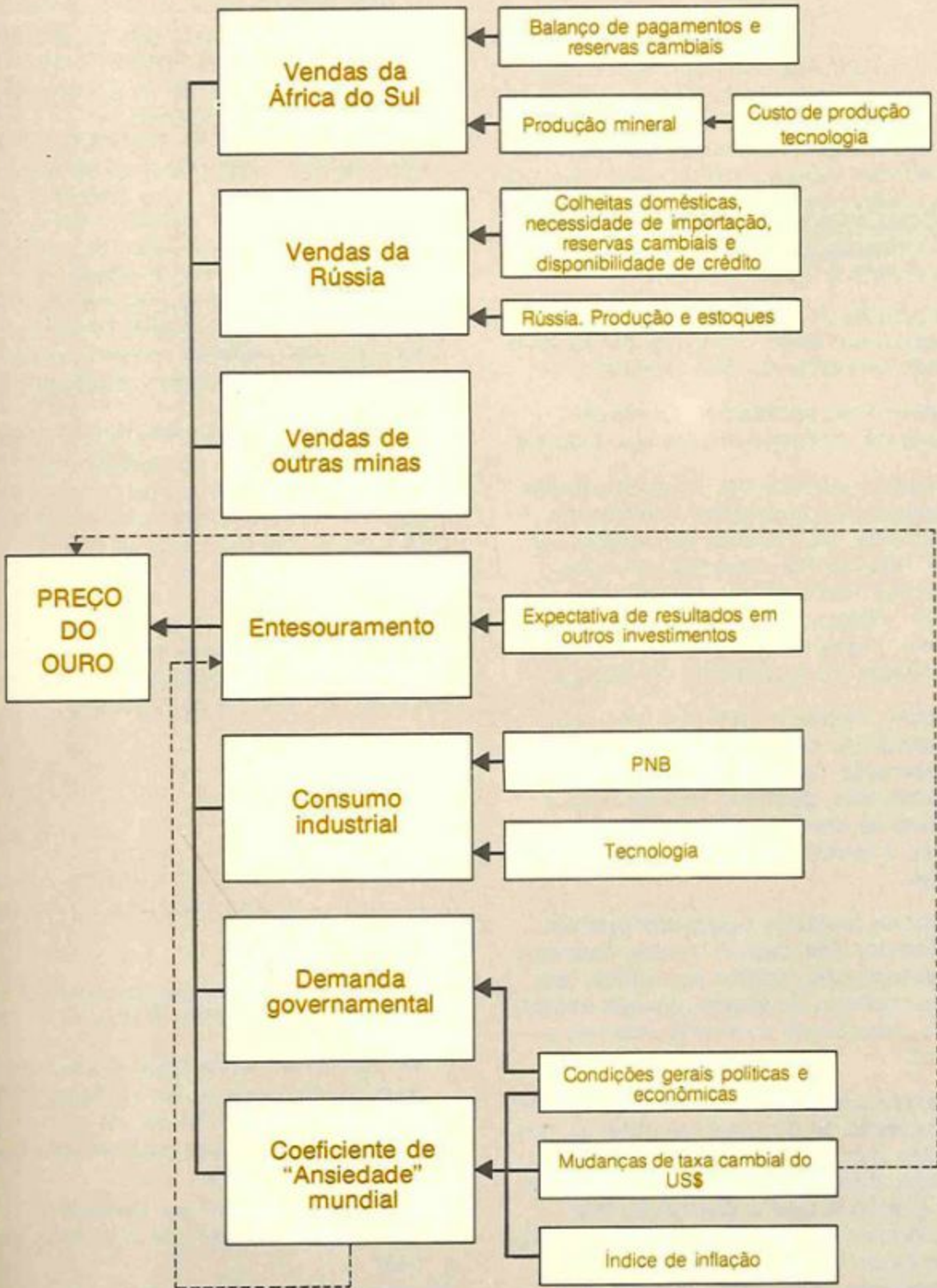
Projeções

A CPRM é o órgão responsável pela execução do programa mineral brasileiro, tendo fixado, no que respeita ao ouro, política tendente à ampliação de sua produção.

Para tanto, pretende ela desenvolver em seu programa projetos de ampliação das fontes atuais (garimpos, Morro Velho e pequenas minerações) e, bem assim, o apoio a novos projetos.

Com base nesse programa, a produção de ouro prevista pela CPRM para os próximos anos vê-se na página seguinte.

Influências no comportamento do preço do ouro



Fonte: J. Aron & Company Inc.

Estimativa da produção brasileira de ouro - 1982/85

	1982	1983	1984	1985
Projetos existentes				
Garimpos existentes*	6	8	10	12
Morro Velho	5,5	6	6,5	7
Outras realizações	0,58	0,64	0,69	0,75
Novos Projetos				
Andorinhas	0,5	0,5	0,5	0,5
Araci	4	4	4	4
Jacobina	4	4	4	4
Rio Gurupi	0,3	0,3	1,5	1,5
Jaguarau	1,9	1,9	1,9	1,9
Piririca/Passagem		0,1	0,25	1,5
Outros		0,42	0,42	0,42
Novos garimpos*	1,2	2,1	2,1	5,5
Novas minerações	0,6	1,1	1,1	3,4
Subprodutos	0,1	0,3	0,3	0,6

(*) valor x 10

Fonte: CPRM in Pinto AF et alii

Os novos projetos

Conforme se vê, os programas em desenvolvimento prevêem que se atinja a produção de 200 toneladas em 1985, contando-se não só com a ampliação das instalações existentes e com novas instalações mas também com exploração de novos garimpos e novas minas.

Dessas últimas, alguns projetos estão em andamento e, mesmo em produção inicial, como os da DOCEGEO (Andorinhas e Araci) UNIGEO (Jacobina); BADIN (rio Gurupi); CARAÍBAS METAIS (Jaguarau) e outros.

Espera a CPRM em suas projeções que, com a entrada de novos garimpos e de novas minerações, se possa atingir a meta colimada em seu programa.

A VEZ DE MINAS GERAIS

A perspectiva de se contar com novos garimpos e novas minerações vem ao encontro dos programas da METAMIG, para Minas Gerais, que já havia elaborado o seu Projeto Ouro.

Por esse Projeto, que se insere nos programas de ação da Empresa, pretende-se:

pesquisar áreas próprias da Empresa;
pesquisar áreas de terceiros, através de contratos de risco. Por esses contratos, a METAMIG dá apoio técnico, econômico e financeiro, utilizando recursos próprios ou aqueles obtidos de outra instituição. Procede aos trabalhos de pesquisa para terceiros e somente se remunera em caso de êxito nos resultados;
apoiar financeiramente, com recursos próprios ou de terceiros, pesquisas, assumindo os interessados os encargos respectivos;

outorgar assistência técnica e empresarial a empresas de qualquer porte, que se disponham a operar no setor;

dar garantia de comercialização de produtos no Centro Comercial de Gemas e Metais Preciosos de Belo Horizonte;

reativar minas paralisadas, através de estudo de viabilidade técnica e econômica;

reavaliar o potencial das minas paralisadas existentes no Quadrilátero Ferrífero e, igualmente, nas situadas nas regiões de São João del' Rei, Itaverava, Aiuruoca, Paracatu, Minas Novas, Cuieté Velho, Pium-í, Natércia, Conceição do Mato Dentro, Diamantina, Guanhães, Pitangui, Manhuaçu e São Gonçalo do Sapucaí;

executar, mediante contrato de risco ou prestação de serviços, trabalhos de recuperação das minas, compreendendo mapeamento, geologia, desobstrução e limpeza de abertura, amostragens, ensaios físicos e químicos, sondagens, geofísica e outros;

promover, junto aos órgãos competentes do Estado, obtenção de favores, visando a execução dos projetos aprovados, tais como melhoria de acesso, energia elétrica, água, dotação de economia externas e outros;

incentivar a atividade garimpeira, através de implantação de cooperativas mineiras, nos moldes preconizados pela CPRM. Nesse sentido, deverá ser favorecida a atividade dos garimpos com a divulgação dos resultados de pesquisas sobre localização e conteúdo de ouro em depósitos secundários, bem como procurar-se-á implantar programas de assistência técnica nos locais de garimpos.

METAS

Mediante esses Programas o objetivo a ser alcançado vem a ser a produção de um mínimo de 50 kg/mês de ouro, correspondendo a um faturamento de Cr\$ 90.000.000,00, a preços de novembro de 1981.

As despesas de implantação estão orçadas em sete e meio milhões de dólares para execução de todo o Programa em cinco anos.

JUSTIFICATIVA DO PROGRAMA

O Projeto Ouro é o passo inicial para a recuperação da tradição mineira no setor. Por isso mesmo, a meta colimada pode parecer modesta, face ao potencial aurífero que se verifica em Minas Gerais e que se avaliou pelo estudo elaborado.

Esse potencial, no entanto, precisa ser determinado objetivamente. Os passos para sua determinação estão contidos no programa de trabalho retro-referido, abrangendo pesquisas e recuperação das minas existentes.

Tais trabalhos não se executam a curto prazo. Por isso mesmo, o Projeto Ouro contempla uma meta aparentemente modesta para ser alcançada em cinco anos.

A partir desse passo inicial, acreditam os responsáveis pelo projeto que estarão plantadas as bases para o ulterior desenvolvimento da indústria do ouro em Minas, tanto mais promissor quando se pondera na tradição do Estado nesse setor e se verifica a potencialidade das reservas existentes.

PERSPECTIVAS DE PREÇOS

As perspectivas dos preços do ouro são de alta crescente, sem embargo das oscilações eventuais que se verificam, mas não anulam a tendência. Como se disse, não se vislumbra a curto prazo qualquer solução para os problemas econômicos internacionais, devendo com isso os preços do ouro manterem orientação crescente, tanto mais acentuada quanto maiores as dificuldades experimentadas pela economia monetária mundial.

Essa afirmação, aliás, está de acordo com as conclusões de Horácio Brock, especialista em aplicação da teoria das probabilidades em economia.

Em estudo sobre o comportamento dos preços do ouro, feito a pedido da Anglo American Corporation, cujas conclusões foram publicadas por "Minérios, Extração e Processamento", nº 55, setembro de 1981, pág. 18, declara ele: "No conjunto, as probabilidades são de que teremos um alto preço do ouro, o que refletirá a demanda continuamente crescente, a nível mundial, de investidores e da indústria, conjugada com uma produção estável".

O estudo de Horácio Brock, publicado em Londres, no início de setembro de 1981, prevê ainda que o preço mais provável para o ouro em 1987, por exemplo, estará entre US\$ 1024 e US\$ 1073 a onça troy.

Essas perspectivas de preços futuros justificam, de resto, por si mesmas, a execução do Projeto Ouro, pretendido pela METAMIG, pelo que pode representar para o nosso Estado em benéficos aumentos de emprego, de renda e de produção.

Bibliografia

- ALTOS e baixos do ouro e da prata. Comércio & Mercados, Rio de Janeiro, 15 (163): 38-39, mar. 1981.
- OLIVA, Luiz Antônio & VIEIRA, Sérgio Augusto Bueno. Perfil analítico da platina. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 25 p. (Brasil. DNPM. Bol. 19).
- PINTO, Adalberto Ferreira et alii. Ouro. Belo Horizonte, METAMIG, 1981. 222 p.
- PLATINA e prata na esteira do ouro. Comércio & Mercados, Rio de Janeiro, 14 (152): 34-38, abr. 1980.
- VASCONCELLOS, Von Rommell Assis de. Platina e paládio no Brasil. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 43(410): 24-29, maio 1979.

Pedras Ornamentais

Aspectos gerais

Comercialmente mármore e granitos são termos genéricos, utilizados para designar todo tipo de rocha calcária (mármore ou não), e rocha não-calcária, podendo ser granito ou outra rocha, capaz de receber polimento e ser usada como revestimento.

No caso dos calcários e mármore, sua utilização ainda se estende à aplicação no solo como corretivo e, quando homogêneo, em trabalhos de escultura. Os granitos são também empregados como brita.

Na escolha do material, deve-se observar a coloração e padronagem da rocha, bem como a granulometria e homogeneidade. No caso dos granitos, em geral, é a sua composição mineral e a existência de fraturas que permitem avaliar sua qualidade.

A utilização da pedra como material de construção está registrada na história dos povos através do tempo. Sua obtenção, transformação e uso era feita de forma artesanal, evoluindo para o estabelecimento de indústrias extrativas e de aperfeiçoamento.

Atualmente, há indústrias de mármore e granitos em vários estados brasileiros, a maioria concentrada nos dois maiores centros consumidores e exportadores do País, São Paulo e Rio de Janeiro.

Entre os diversos tipos de mármore produzidos no Brasil, o maior número de variedades provém dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná. Da Bahia vem o chamado mármore Bege da Bahia, também conhecido como Travertino da Bahia ou Marta Rocha, muito aplicado em pisos e lavabos.

De Santa Catarina procedem os mármore "fantasiados" de Camboriú, que têm grande aplicação em pisos.

Os granitos são principalmente produzidos em São Paulo, o qual lidera a produção nacional. Eles vão desde o preto até cinza, verde, vermelho e rosa. São de granulação variada, entre média e grosseira, usados em fachadas de prédios, pisos, cozinhas e lavabos.

Mineralogia

São aqui descritas as rochas empregadas como revestimentos de paredes e pisos, tanto externas como internas. Esses materiais, depois de serrados, sofrem polimento para realçar a sua beleza. As rochas mais comumente empregadas para aqueles fins são:

GRANITO

São rochas ígneas, amplamente distribuídas no Estado de Minas Gerais. Apresentam-se granulares, geralmente, com os cristais bem-formados. São constituídas por feldspato, quartzo e micas. Além desses minerais, estão normalmente presentes o anfíbólio, a apatita, a titanita, o zircão, a magnetita e, às vezes, granada e o epidoto. Devido à sua beleza, resistência, e à grande variedade com que se apresentam, os granitos se empregam no revestimento externo e interno de paredes e pisos. Outras rochas são também empregadas para o mesmo fim sempre se observando a sua beleza e resistência à ação intempérica e a estrutura coesa que permita polimento. Como exemplos temos os granodioritos, sienitos, granulitos e outras rochas, comercialmente chamadas "granitos".

MÁRMORE

São rochas metamórficas, constituídas por calcita ou dolomita. Resultam do metamorfismo sobre rochas calcárias. Geralmente de cor branca, quando puro, algumas vezes contém minerais micáceos associados. Quando apresenta coesão para ser serrado e polido, é empregado, em geral, na construção e em obras-de-arte.

Economia

Granito

Os dados referentes a granitos são normalmente englobados no item Pedras Britadas e Ornamentais, não havendo portanto parâmetros exclusivos da Pedra Ornamental. Assim, nas considerações a seguir estão incluídas as Pedras Ornamentais e Britadas.

PEDRAS BRITADAS

A produção de pedras britadas atingiu em 1979 a 42,7 milhões de m³, no valor de Cr\$ 9,5 bilhões, ou seja, 10,1% do montante da produção mineral brasileira.

O Estado de São Paulo é o maior produtor de pedras britadas, com 20,1 milhões de m³, seguido pelo Estado do Rio com 5,4 milhões de m³.

Em Minas Gerais, a produção de pedras britadas, notadamente do gnaiss, ocorre principalmente pelo regime de licenciamento. Em 1978, foram produzidos 2,8 milhões de m³, passando em 79 para 3,3 milhões de m³.

Esses números atestam a representatividade da produção da indústria britada nacional, que vem crescendo nos últimos anos proporcionalmente ao ritmo da construção civil.

Os dois grandes problemas da indústria de pedra britada são o ritmo de construção civil e a localização das pedreiras.

A instalação das indústrias nos centros urbanos se deve principalmente à falta de regulamentação da atividade, abundância e grande disseminação de depósitos com características adequadas para utilização na construção civil. São geralmente instaladas nas periferias da cidade e vão sendo rapidamente envolvidas pela urbanização acelerada, por atraírem mão-de-obra.

O governo é o principal comprador de pedras, adquirindo direta ou indiretamente cerca de 50% da produção para construção de estradas, pontes e obras públicas em geral. Portanto, a indústria da brita está sujeita aos altos e baixos dos investimentos públicos em obras.

Mármore

A produção brasileira bruta de mármore apresentou, no período analisado, um expressivo crescimento, passando em 1970, de 41 mil toneladas para 177 mil em 1979.

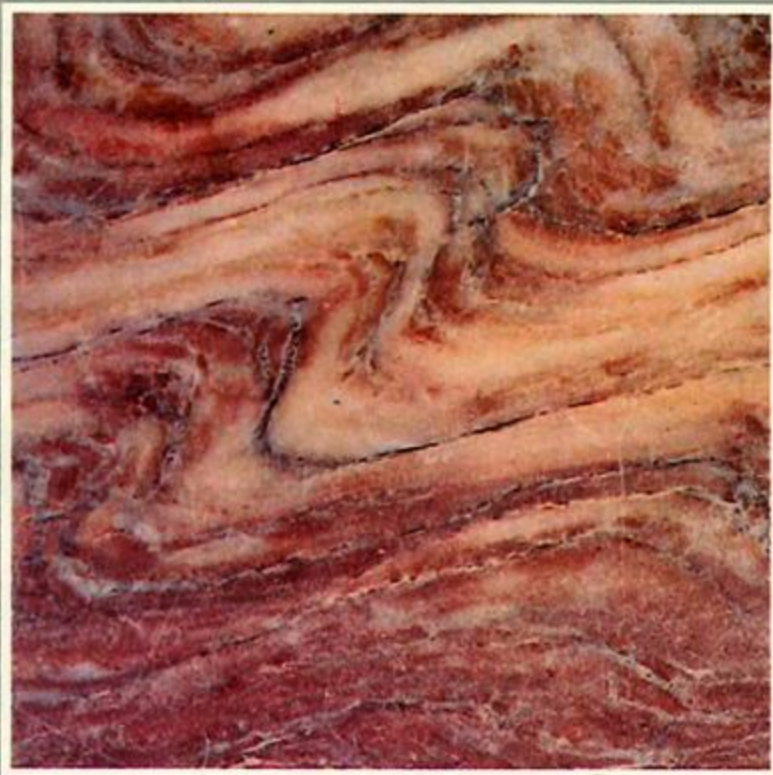
Produção mineira

A participação mineira na produção total brasileira de mármore vem oscilando ao longo dos anos. Em 1975, participou com cerca de 51%, decaindo para 10% em 1979.

Deve-se ressaltar que parte da produção interna é proveniente de pequenas pedreiras, muitas vezes de produção irregular, que abastecem pequenas serrarias as quais comercializam seus produtos nas cidades onde estão localizadas.

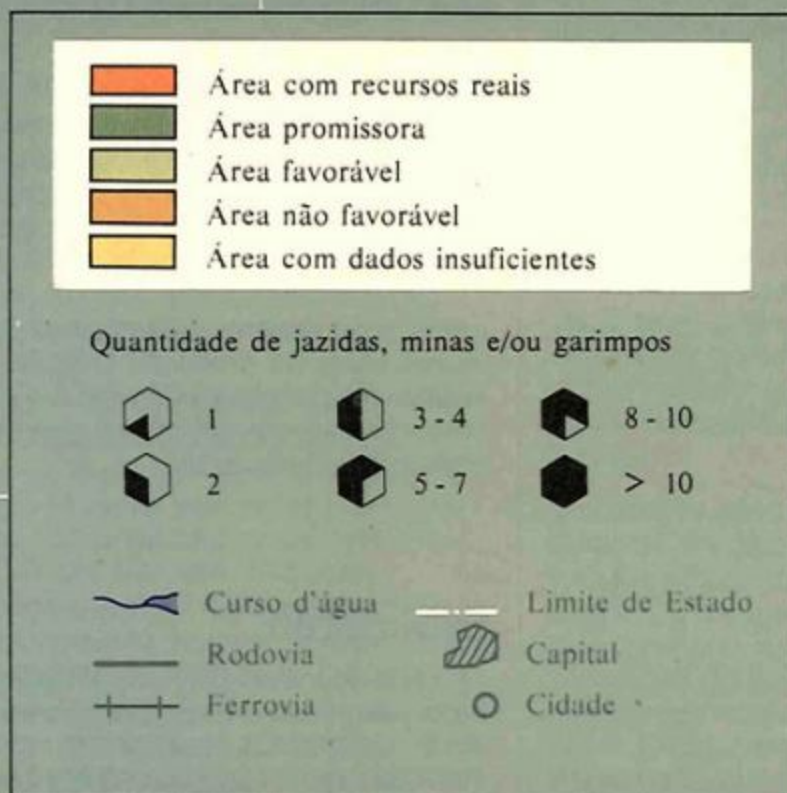
Exportação

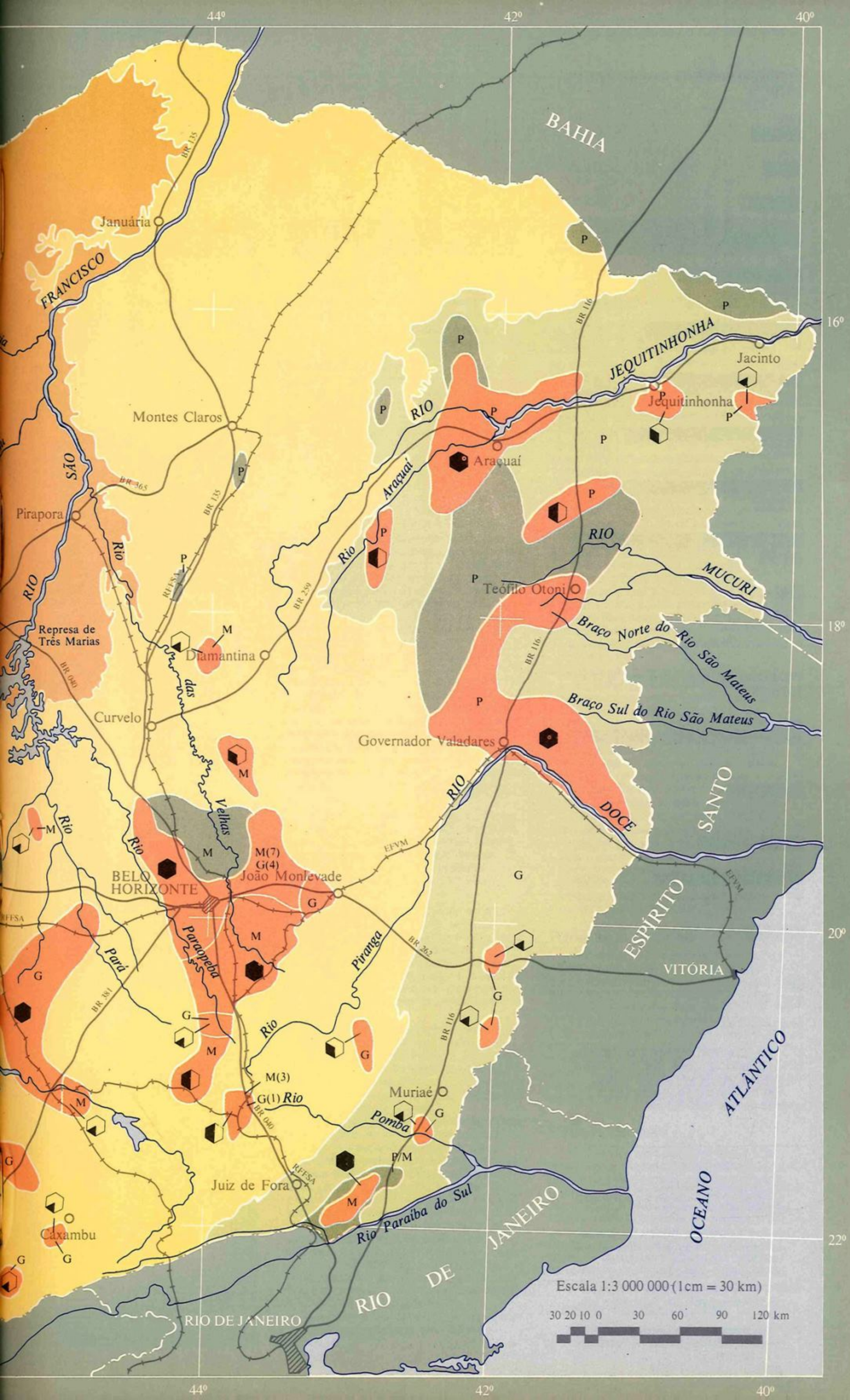
Parte do material produzido no Brasil é exportado, tanto manufaturado como em bloco. Os granitos representam um volume maior de exportação, estando entre os países importadores de manufaturados, em primeiro lugar, o Japão, seguido dos Estados Unidos.



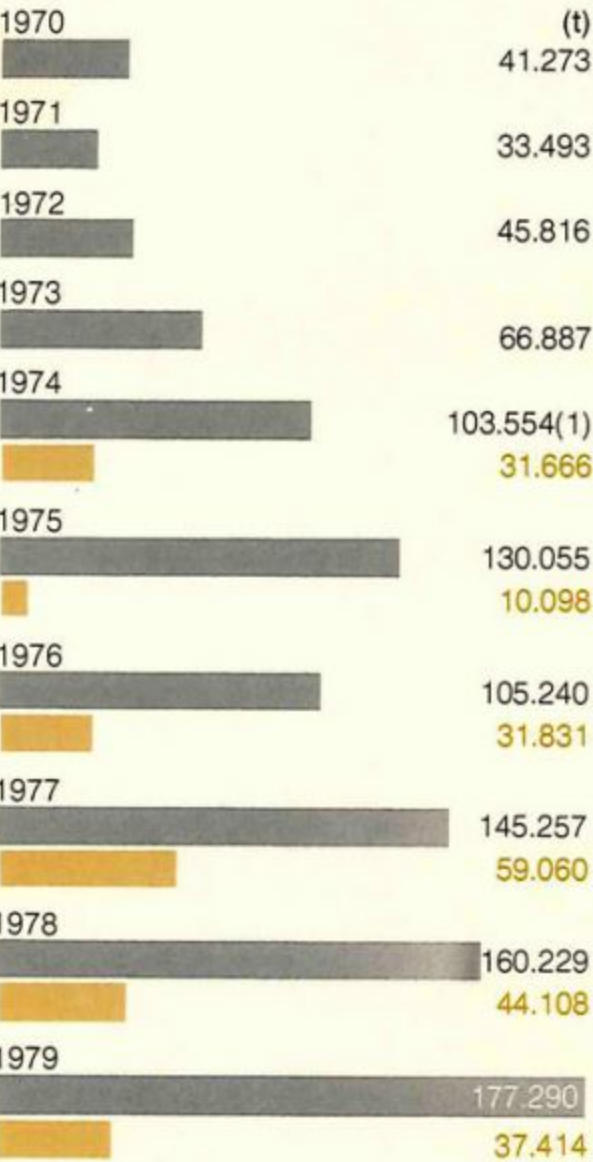
PEDRAS ORNAMENTAIS

Granito (G), Mármore, (M)
Pedra ornamental (P).





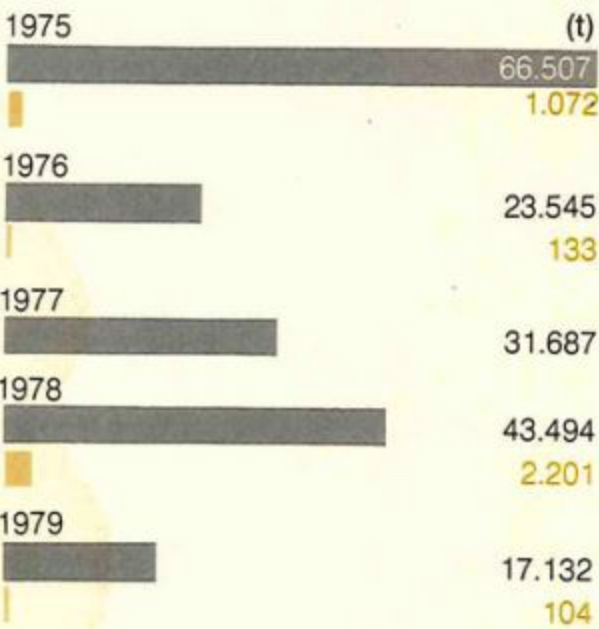
Produção brasileira de mármore - 1970/79



Bruta
Beneficiada

Fonte: DNPM/DEM
(1) Inclusive 8.151 toneladas provenientes de garimpos.

Produção de mármore em MG - 1975/79



Bruta
Beneficiada

Fonte: DNPM/DEM

O Japão é também o maior importador de blocos, seguido da Itália, que tem a maior indústria de beneficiamento do mundo.
São Paulo e Rio de Janeiro são os grandes centros exportadores.

BIBLIOGRAFIA

AZAMBUJA, José Carlos & Silva, Zenaide C. Gonçalves da. *Perfil analítico dos mármore e granitos*. São Paulo, DNPM, 1977. 2 v. (Brasil. DNPM. Bol. 38).

LAMBERTIE, René-Michel. *L'industrie de la pierre et du marbre*. Paris, Presses Universitaires de France, 1965. 128p. ("Que sais-Je?" Le Point des Connaissances Actuelles, 977).

MÁRMORES E granitos podem render divisas para o país. *Construção Hoje*, São Paulo, 2(8):8, ago. 1976.

SILVA, Z.C. Gonçalves da. Mármore e granitos. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 42(402): 18-21, set. 1981.

Pirita

(ácido sulfúrico)

Aspectos gerais

O nome pirita vem do grego, onde "pyros" significa fogo, provavelmente relacionado à propriedade desta substância, de soltar faíscas quando golpeada, pelo seu intenso brilho. Aí está a razão de muitas vezes ser confundida com o ouro, e de ser chamada de "ouro dos bobos".

A pirita constitui uma das principais matérias-primas para obtenção do ácido sulfúrico. O teor de enxofre requerido na pirita, para tal fim, oscila entre 40 e 50%.

Quando ustulada, forma SO_2 , que irá resultar na produção de ácido sulfúrico quando em presença da água, e óxido de ferro como resíduo, o qual é aproveitado para fabricação de tintas. Dependendo do teor de enxofre no resíduo ferroso, este também poderá ser aproveitado para fins siderúrgicos.

As substâncias metálicas, que normalmente ocorrem associadas às piritas, tais como cobre, zinco, ouro etc., podem ser recuperadas por processos especiais durante a ustulação.



Mineralogia

A pirita contém 46,6% de ferro e 53,4% de enxofre, mas encontra-se também Co, Ni, As, Sb, Cu, Zn, Au, Ag, estes últimos provenientes de inclusões microscópicas de outros minerais. Ao espectroscópio, enfim, são revelados numerosos metais pesados. Pode-se notar que o cobalto encontra-se sobretudo nas piritas formadas a alta temperatura. As hidrotermais podem conter cobre, prata, zinco e selênio. As piritas são freqüentemente ricas em carbono, arsênio, manganês e fósforo. De outra parte, a pirita parece formar uma série parcial, tendendo para a bravoíta (Fe,NiS_2), que lhe é isomorfa (a bravoíta, rara, proviria verdadeiramente da transformação da pentlandita). As piritas níquelíferas são freqüentemente ricas em platina.

A pirita está freqüentemente cristalizada, observam-se cristais cúbicos, por vezes de grandes dimensões (até 31 cm), que são freqüentemente deformadas; os piritoedros e octaedros são raros. As faces do cubo e do dodecaedro são, freqüentemente, estriadas e por vezes mais ou menos curvas. A pirita se apresenta muito repetidamente em massas de estrutura granular e, por vezes, radiada e fibrosa. É encontrada em formações reniformes, mamelonares, estalactíticas e dendríticas. Ela mostra por vezes maclas de penetração, dando a "cruz de ferro", e epitaxias com marcassita, esfalerita, galena, etc. Cor amarelo de latão pálido, freqüentes alterações amarronzadas ou irisadas. As variedades finamente dispersadas são negras. Traço negro esverdeado ou amarronzado. Forte brilho metálico, clivagem imperfeita, fratura conchoidal, quebradiça e paramagnética.

A pirita pode pseudomorfosar pirrotita, hematita, calcopirita, arsenopirita, marcassita, calcita. É encontrada também nos fósseis, nos vegetais e nos ossos, que nela se transformam. Inversamente, existem pseudomorfoses de pirita em limonita, hematita, jarosita.

A oxidação da pirita, mineral muito distribuído na crosta da terra, tem uma importância primordial, porque ela é a base da grande maioria dos fenômenos de oxidação nas jazidas sulfetadas. Como a maior parte dos sulfetos, a pirita é instável na zona supergênica, onde, em presença de água e de oxigênio, ela dá sulfato ferroso e ácido sulfúrico.

O sulfato ferroso formado é instável em solução pouco ácida e, em presença de oxigênio livre, ele se transforma em sulfato férrico. Este último é instável em soluções neutras ou muito pouco ácidas, onde ele se hidrolisa dando o ácido sulfúrico e hidróxidos de ferro (goethita e limonita, pseudomorfosando freqüentemente a pirita nos "chapéus de ferro"). O ácido sulfúrico, liberado por essas duas reações, ataca facilmente os outros minerais presentes na zona de oxidação. Ademais, o sulfato férrico, que é um oxidante, contribui no transporte do oxigênio para as zonas em que o oxigênio atmosférico não mais penetra. Não se pode superestimar a função oxidante da pirita na evolução da zona de oxidação e para a formação da zona de cimentação. O sulfato de cobre, por exemplo, reagindo sobre a pirita, provoca o aparecimento de sulfato de cobre de cimentação e a liberação de sulfato ferroso. É assim que a zona de enriquecimento secundário pode apresentar pseudomorfose de pirita em calcocita, bornita etc.



Geologia

Jazimentos

A pirita praticamente é encontrada em todos os tipos de rochas, sendo, dentre os sulfetos, o mais freqüente e abundante na superfície da terra. Podem-se mencionar os seguintes tipos de depósitos:

- **Depósitos em rochas magmáticas:** a pirita é encontrada em numerosos granitos, sienitos e gabros, sob forma de inclusões muito finas, podendo dar depósitos explotáveis na zona apical dos maciços.
- **Depósitos em rochas efusivas e injetadas:** é encontrada em finas inclusões, em numerosas rochas vulcânicas. É freqüente nos sills de noritos, onde forma, por vezes, grandes jazidas com pirrotita e pentlandita, em quantidades mais ou menos importantes.
- **Depósitos de metamorfismo de contato:** a pirita associa-se com calcopirita, esfalerita, pirrotita, magnetita, galena, molibdenita, quartzo, calcita e minerais de escarnitos. As jazidas encontram-se no contato de rochas graníticas e séries carbonatadas, mas podendo ser formadas em uma fase hidrotermal posterior ao metamorfismo.
- **Depósitos Hipotermiais:** a pirita acompanha normalmente a calcopirita, porém seus depósitos são de pequena expressão. Ao contrário, os depósitos mesotermiais compreendem uma série de grandes jazidas, que se dispõem geralmente em série metamórficas xistosas, com rochas intrusivas e efusivas básicas não tendo nenhuma ligação com a mineralização. Esta última é formada de pirita, calcopirita, esfalerita, galena, traços de outros sulfetos e, por vezes, magnetita.
- **Depósitos em rochas sedimentares:** nestes tipos a pirita é freqüente e, por vezes, abundante, quando se revela automorfa, granular ou oolítica. Aparece normalmente disseminada nos depósitos argilosos e carbonosos, podendo dar concentrações explotáveis.

Panorama mundial

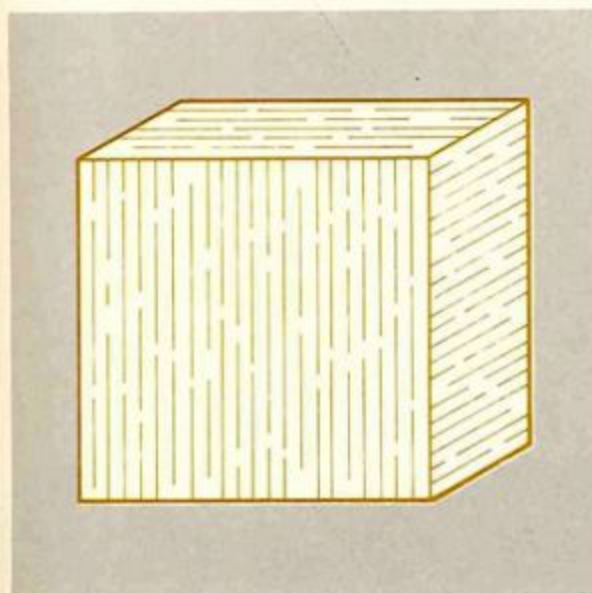
A Europa é responsável por cerca de 76,8% da produção mundial de pirita, concentrada principalmente na Espanha, Itália, Alemanha Ocidental, Suécia, Finlândia, Noruega e Grécia. Na Ásia aparecem o Japão e Índia com uma participação de 9,5%, nas Américas têm-se os EUA e o Brasil com 10,4% e, na África, a África do Sul com 3,2%. Estão somadas nessas produções as piritas obtidas como subprodutos. Quanto à União Soviética, há apenas referência à existência de importantes depósitos.

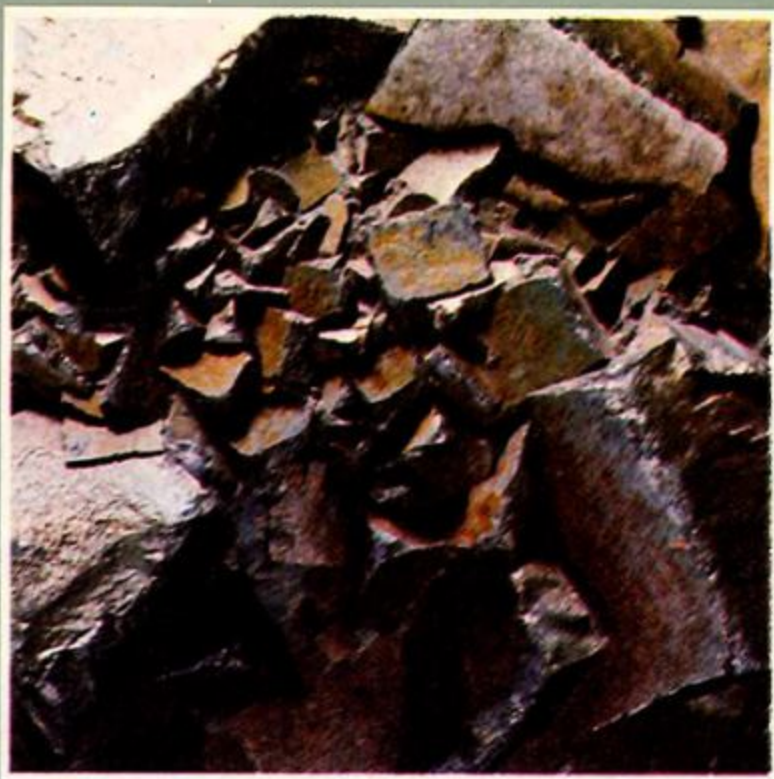
Pirita no Brasil

Há conhecimento de ocorrência de pirita praticamente em todos os estados brasileiros, não existindo, contudo, nenhuma reserva medida. Todos os dados existentes são estimados, os quais dão um potencial de 70.735 milhões de toneladas, sendo precisamente 60 milhões contidas nos carvões de Santa Catarina, 10 milhões na região de Ouro Preto e 735 mil em Paracatu, associada aos sulfetos de zinco e chumbo da mina de Morro Agudo.

Pirita em Minas Gerais

Em Minas Gerais, como no Brasil, a pirita é um mineral muito disseminado.





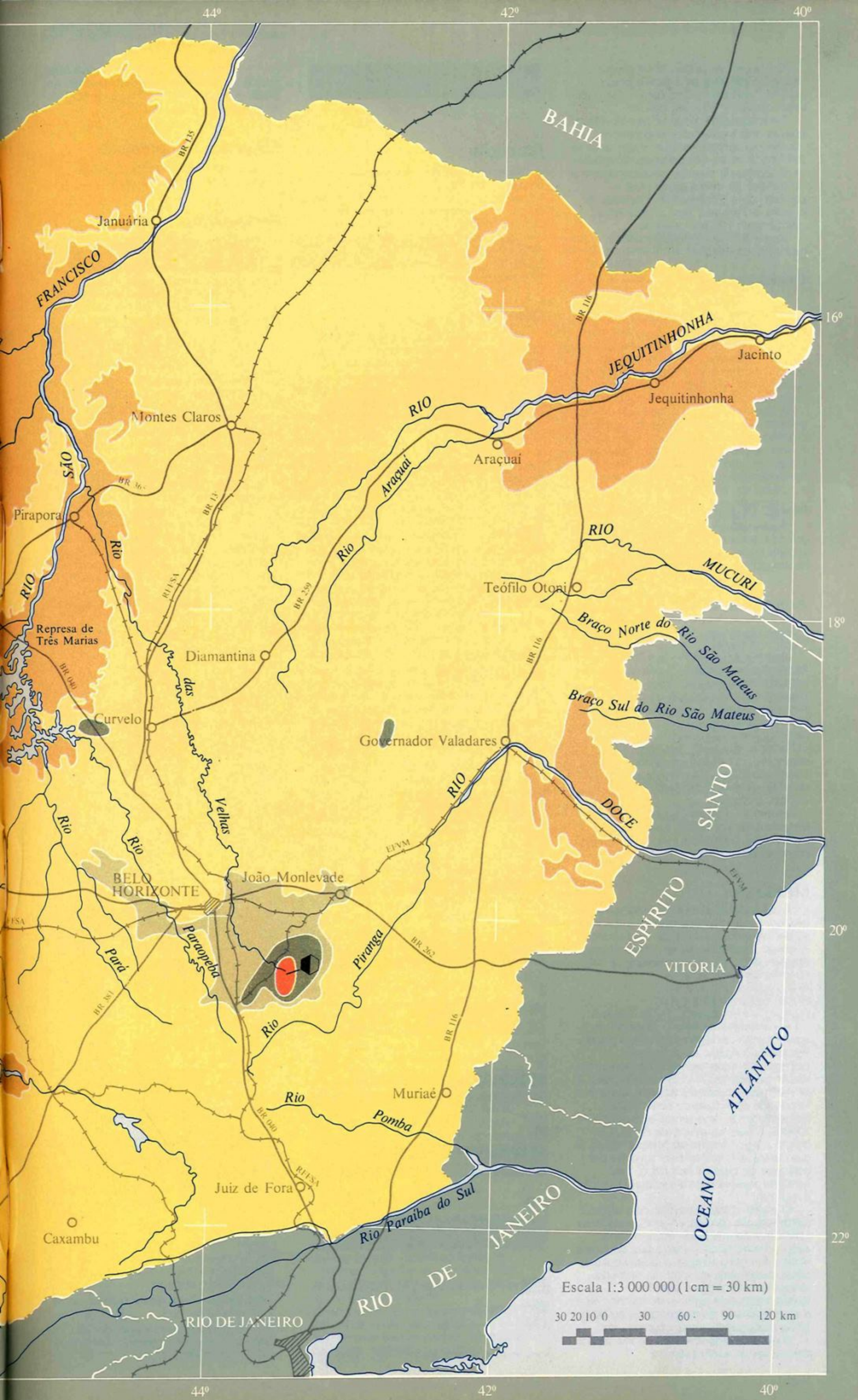
PIRITA (Ácido Sulfúrico)

- Área com recursos reais
- Área promissora
- Área favorável
- Área não favorável
- Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | 3 - 4 | 8 - 10 |
| 2 | 5 - 7 | > 10 |

- | | |
|--|---|
| Curso d'água | Limite de Estado |
| Rodovia | Capital |
| <div style="position: absolute; left: 5px; top: 5px;">+</div><div style="position: absolute; left: 15px; top: 5px;">+</div><div style="position: absolute; left: 25px; top: 5px;">+</div> Ferrovia | Cidade |



Conhecem-se, porém, ainda poucos lugares, onde volumetricamente possa contribuir de modo eficaz para redução da dependência do País em enxofre.

De modo geral, pode-se citar no Estado apenas dois locais onde se conhecem maiores concentrações: Ouro Preto, onde se estima uma reserva de cerca de 100 milhões de toneladas de minério, correspondendo a 10 milhões de toneladas de pirita e equivalendo a 5 milhões de toneladas de enxofre, e Paracatu, com uma reserva estimada em 735 mil toneladas.

Como promissor, pode-se citar o município de Pium-i.

Geologia local

REGIÃO DE OURO PRETO

A pirita ocorre no horizonte superior do Supergrupo Minas, mais precisamente no Grupo Piracicaba, o qual é constituído por quartzitos, filitos ferruginosos, filitos, filitos dolomíticos, filitos grafitosos, dolomitos, micaxistos, cloritaxistos e grauvacas.

A mineralização encontra-se no filito grafitoso, filito dolomítico, dolomito quartzoso, dolomito sericítico, filito sericítico, filito. Enfim, a pirita ocorre praticamente em todas as formas de transição entre as rochas componentes.

REGIÃO DE PARACATU

Nesta região, a pirita ocorre associada à galena e blenda, encaixada em rochas da seqüência de Vazante, conforme descrição no item referente ao chumbo e zinco.

Áreas potenciais

REGIÃO DE PIUM-I

A pirita e a pirrotita são os sulfetos mais freqüentes nesta região. Os sulfetos ocorrem, predominantemente, em leitos subcentimétricos maciços, ou disseminados nos níveis de chert carbonoso interderrames de lavas básica-ultrabásicas da Seqüência das Vulcânicas Ultrabásicas Inferiores (Cf. Fritzsos et alii, 1980). Em níveis mais espessos, o chert adquire aspecto de filito carbonoso friável, com menos contribuição de sílica e maior quantidade de argila e material carbonoso.

É comum a presença desses sulfetos, disseminados em rochas básicas e ultrabásicas, geralmente nas proximidades de níveis de chert.

Metalurgia

A ustulação da pirita é um processo que tem lugar entre gás combustível e o corpo sólido, formando produtos gasosos e sólidos. A reação desenvolve-se em várias etapas, desprendendo grande quantidade de calor. Simplificadamente seria:

4FeS₂ (sólido) + 11O₂ (gás)

2Fe₂O₃ (sólido) + 8SO₂ (gás)

SO₃ (gás) + H₂O (líquido) ³ H₂SO₄ (líquido).

A velocidade da reação depende da concentração de oxigênio na mistura gasosa. Agregando oxigênio ao ar (ou seja, empregando o chamado ar "enriquecido"), a reação se desenvolve com maior rapidez. A elevação da temperatura também aumenta a velocidade da ustulação, porém esta temperatura não deve ser maior que 900°C e 1000°C, o que causaria uma diminuição devido à aglomeração do material sólido. É que nestas circunstâncias o tamanho das partículas de pirita devem ser o mais uniforme possível, normalmente em torno de 6 a 8 mm.

O rejeito obtido é retirado pelo método hidráulico, que consiste em evacua-los pelas tubulações com jatos de água, evitando assim a formação de poeira e gás, nocivos à fábrica. Em outro método, o rejeito aquecido passa diretamente do forno ao resfriador, através de um parafuso sem-fim.

Normalmente esse rejeito é retrabalhado para o aproveitamento de certos metais contidos, como ouro, cobre, zinco, chumbo etc.

O gás sulfuroso resultante servirá para a elaboração do ácido sulfúrico.

Economia

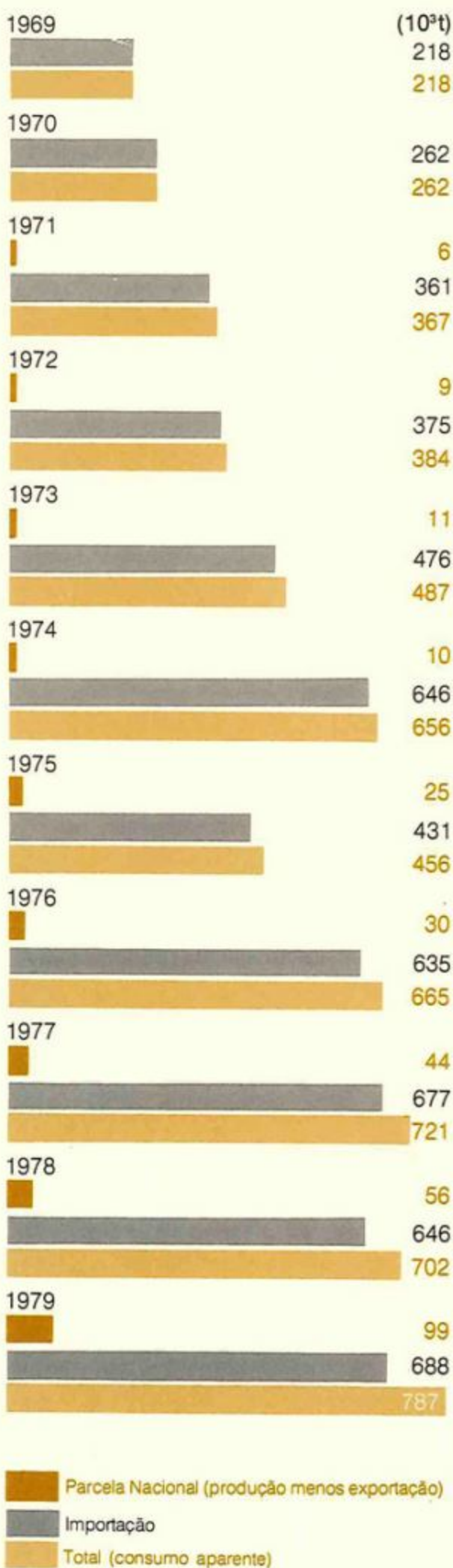
Produção

Não existe no País uma produção propriamente dita. O que ocorre é o aproveitamento do rejeito piritoso das minas de carvão de Santa Catarina, pela Indústria Carboquímica Catarinense. Esta, trabalhando o rejeito, recupera cerca de 250.000 t/ano de concentrado de pirita com 44% de enxofre, quantidade que atualmente atende a produção de ácido sulfúrico instalada.

Demanda

Atualmente, devido à pequena utilização da pirita na indústria nacional, não há avaliação de sua demanda. Se, porém, se recorrer às perspectivas de seu uso, produção de ácido sulfúrico, pode-se perfeitamente correlacioná-la à demanda de enxofre, já que cerca de 80% desse bem mineral possui tal destino atualmente no País.

Demanda brasileira de enxofre - 1969/79



Fonte: Quadros de Produção e Comércio Exterior

A crescente demanda se explica pela grande intensidade do uso de fertilizantes no Brasil, que consome hoje cerca de 80% do ácido sulfúrico produzido.

Exportação/Importação

Não se verificaram dados oficiais de comércio exterior desse mineral.

Perspectivas

A indústria da química mineral tem como principal agente o ácido sulfúrico. E, não tendo o País, até o momento, reserva significativa de enxofre, a METAMIG, cumprindo seu papel, preocupou-se na procura de substitutivos desse bem mineral. Hoje, se encontra em desenvolvimento por esta Empresa o Projeto Ácido Sulfúrico, o qual visa o aproveitamento da pirita de Minas Gerais para aplicação na produção do referido ácido.

Bibliografia

- ÁCIDO sulfúrico em compasso de espera. Química e Derivados, São Paulo, 11(133): 46, jun. 1977.
- APROVEITAMENTO do enxofre é viável. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 4(39): 26-31, maio 1980.
- BRUNORO, Eduardo. Perfil analítico do enxofre. Brasília, DNPM, 1975. 47 p. (Brasil. DNPM. Bol. 35).
- COMO cresce o ácido sulfúrico no país. Química e Derivados, 11 (124): 22-25, ago, 1976.
- ICC; do concentrado piritoso ao enxofre de vários usos. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 7 (73): 50-51, jun. 1979.
- NOVA prioridade à pesquisa e produção de enxofre. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 3 (28): 6, jun.1979.

Quartzo

Aspectos gerais

Desde a Idade da Pedra, o homem já utilizava o quartzo, principalmente em armas, como pontas de flechas, lanças e em material cortante como facas etc. A sua utilização, também, devido à sua propriedade de piro-eletricidade, ou seja, de provocar fagulhas, ao se atritar com outro cristal de quartzo, teve grande emprego em tempos remotos, possibilitando ao homem o domínio do fogo. Em tempos não muito distantes, observa-se a utilização de quartzo em armas de fogo, as famosas "garruchas de cão", onde um pino de aço, ao bater sobre um pedaço de quartzo, provocava uma fagulha a qual incendiava a pólvora, iniciando aí a modernização das armas de fogo.

Na Idade Média, o quartzo, bem como outras gemas, tinham inúmeras utilizações "medicinais" e "mágicas", como a utilização do quartzo e o cristal de rocha para a cura da dor de cabeça, além de se produzirem "remédios" a partir de tal material.

Mineralogia/Geologia

O quartzo é um dióxido de silício, SiO_2 . Cristaliza-se no sistema hexagonal, em cristais comumente prismáticos, com terminações romboédricas, algumas vezes tão semelhantes que parecem bipirâmides hexagonais.

Apresentam, geralmente, estrias horizontais, corrosões nas superfícies e podem apresentar-se em dimensões variáveis, indo de dezenas de toneladas até diminutos cristais presentes em drusas.

Mineralogicamente, o quartzo é sílica e apresenta dureza 7 na escala de Mohs, sua densidade é de 2,65, tem fratura conchoidal e cores bastante variadas. Suas variedades cristalinas principais são as seguintes:

- **Cristal de rocha** - é o quartzo incolor, geralmente bem-desenvolvido, usado como peça de ornamentação e coleção. Também utilizam-no em aparelhos óticos e científicos, estabilizadores de onda e ressonadores. Quando fundido, é usado na fabricação de recipientes químicos, resistentes ao ataque de ácidos e às altas temperaturas. Usam-no na fabricação de lâmpadas de utilidade na medicina.
- **Quartzo enfumado** - apresenta-se em cristais de cor amarela a parda-enfumada, às vezes preta. Sua cor é devida provavelmente à presença de inclusões radioativas.
- **Citrino** - quartzo de cor amarela, em virtude da presença de ferro na sua estrutura.
- **Quartzo róseo** - varia da cor rosa ao vermelho-róseo, perdendo a intensidade quando exposta à luz. Utilizado na confecção de objetos ornamentais, escultura e revestimento de paredes.
- **Ametista** - quartzo de cor violeta, provavelmente devido ao ferro. Do quartzo, é a variedade de maior valor comercial em gemas.
- **Quartzo leitoso** - possui cor branca leitosa devido às inclusões fluidas.
- **Aventurina** - quartzo que apresenta inclusões de palhetas de mica ou hematita.
- **Olho-de-tigre** - quartzo fibroso, amarelo a marrom, com brilho reluzente.

VARIEDADES CRIPTOCRISTALINAS

As variedades criptocristalinas mais importantes são:

- **Calcedônia** - trata-se de variedade fibrosa de quartzo. Sua cor vai do pardo ao cinza. Essa variação da cor e sua disposição em faixas, é que originam diversas variedades, a saber: **cornalina**, vermelha; **sardo**, parda; **ônix**, com faixas em planos paralelos de preto ao amarelo; **crisoprásio**, verde-maçã; **heliotrópio**, verde com partes vermelhas; **ágata**, matizada, apresentando camadas alternadas de calcedônia e/ou opala, quartzo granular e/ou cristalizado. É usada como peça de decoração e em instrumentos óticos de precisão.
- **Sílex** - variedade fibrosa de quartzo, semelhante à calcedônia, geralmente de cores escuras. Encontra-se em camadas de pequenas dimensões ou em nódulos. Apresenta brilho subvitrêo e arestas cortantes. Usam-se os seixos de sílex principalmente em moinhos de bola, como material triturante.
- **Chert** - variedade semelhante ao sílex, porém de cores mais claras. São sedimentos compactos, constituídos de opala, calcedônia e quartzo criptocristalino, em mistura.

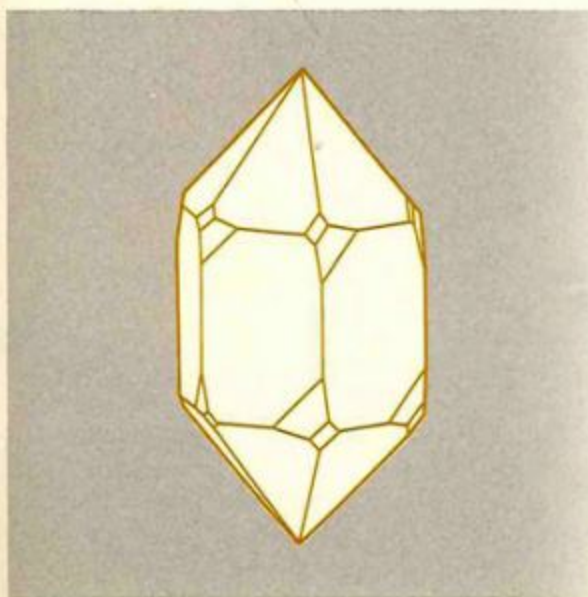
- **Jaspe** - é o "chert" de cor vermelha ou parda, constituído de quartzo criptocristalino.
- **Opala** - é a sílica amorfa, apresentando quantidades de até 10% de água e sua estrutura porém é metaestável. Usa-se como peças de adorno e coleção.

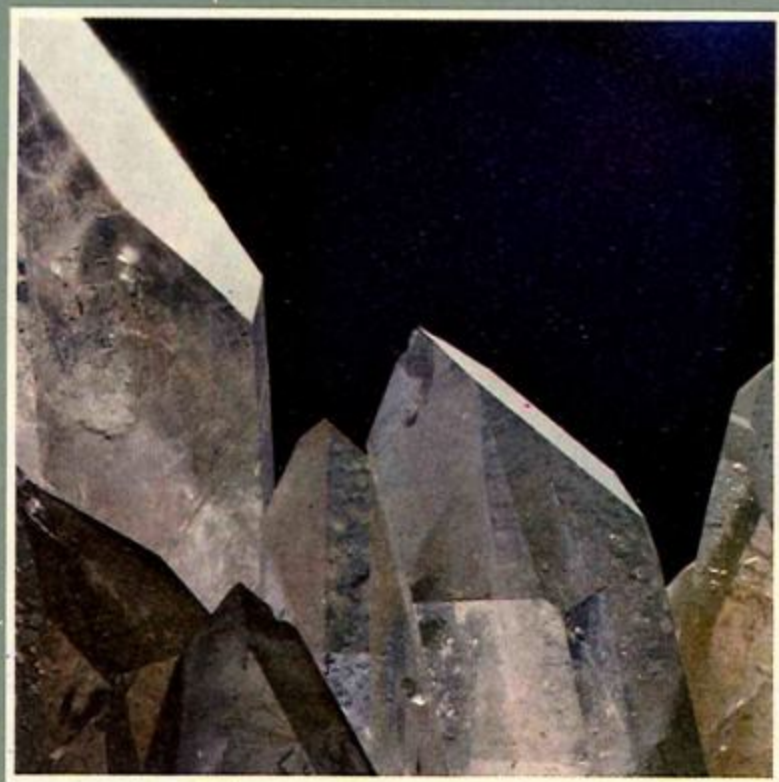
O quartzo é um mineral muito comum, constituindo cerca de 12% da crosta terrestre, participando da composição de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares. Em quantidades comerciais, é encontrado em veios e bolsões, em arenitos, folhelhos ou calcários, nos contatos de rochas permeáveis e impermeáveis e na zona central de corpos pegmatíticos. Encontrado, ainda, em depósitos secundários (eluviões e aluviões), originados destes.

Os cristais, naqueles depósitos, são formados por soluções silicosas de baixa temperatura, que preenchem fendas e vazios nas rochas. No caso dos pegmatitos, são formados por soluções residuais do magma com temperatura relativamente baixa.

O Brasil possui a quase totalidade das reservas mundiais de quartzo (17 milhões de toneladas), com Minas Gerais detendo cerca de 60% e Santa Catarina 30%, não se considerando nestes números as regiões de garimpo.

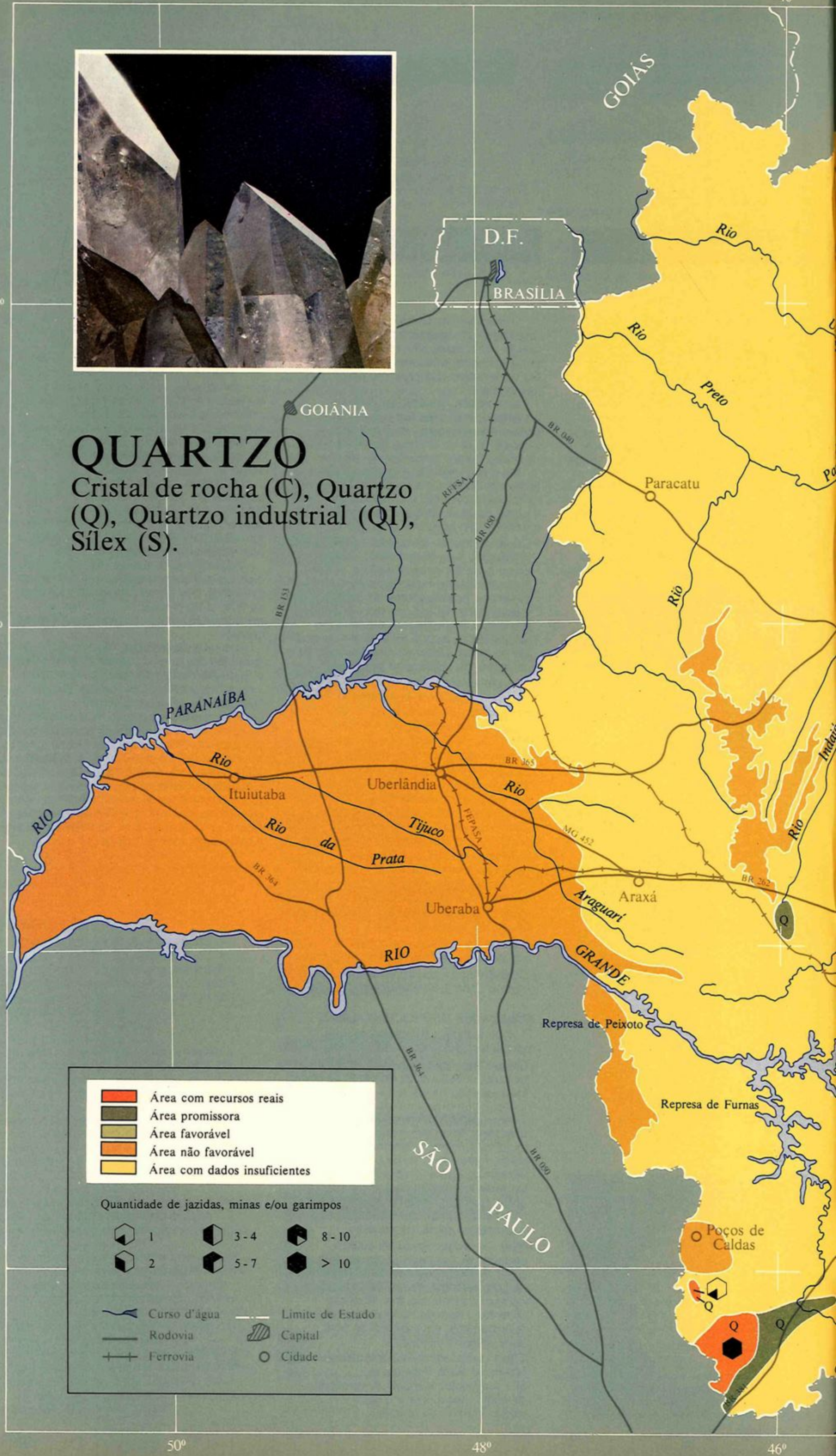
Das reservas mineiras, mais de 60% são derivadas dos corpos pegmatíticos do Leste e Sudoeste do Estado (Araçuaí, Cassiterita, Joaima, Inconfidentes, Bueno Brandão, Ouro Fino etc). O restante provém do preenchimento de cavidades de dissolução e veios em calcários, arenitos e quartzitos por soluções silicosas, destacando-se os municípios de Curvelo, Jequitai e Bocaiúva. Além desses, citam-se os depósitos do Quadrilátero Ferrífero (em rochas do Supergrupo Minas ou em eruptivas), Uberlândia, Diamantina e Conceição do Mato Dentro (incluindo as ocorrências de quartzo com valor gemológico).

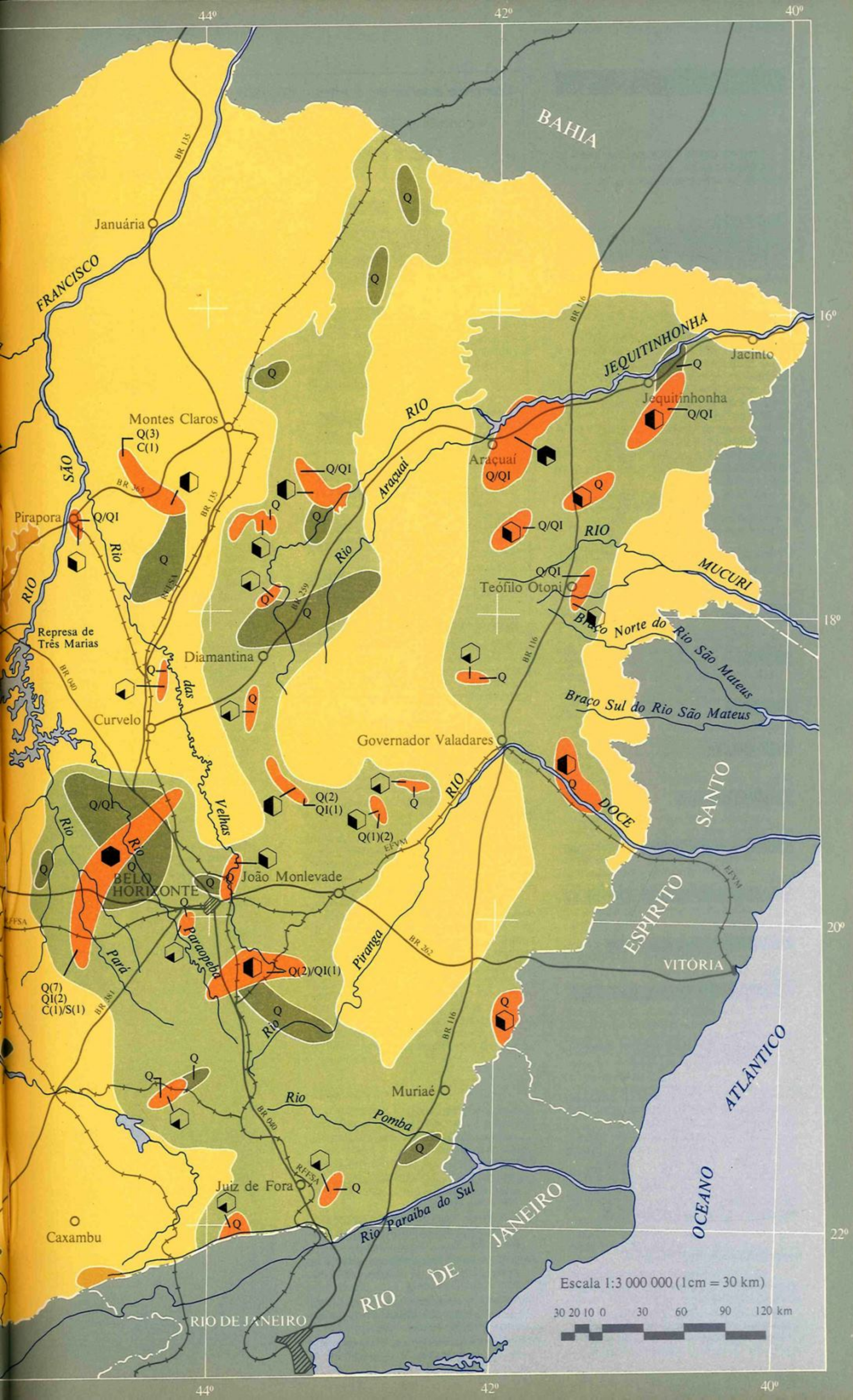




QUARTZO

Cristal de rocha (C), Quartzo (Q), Quartzo industrial (QI), Sílex (S).





Economia

Além de detentor das maiores reservas mundiais de quartzo, o Brasil é o único país a produzir os tipos piezoelétrico e ótico.

Demanda

A demanda interna vem se apresentando crescente, destinando-se principalmente aos setores siderúrgico, metalúrgico e de cerâmica.

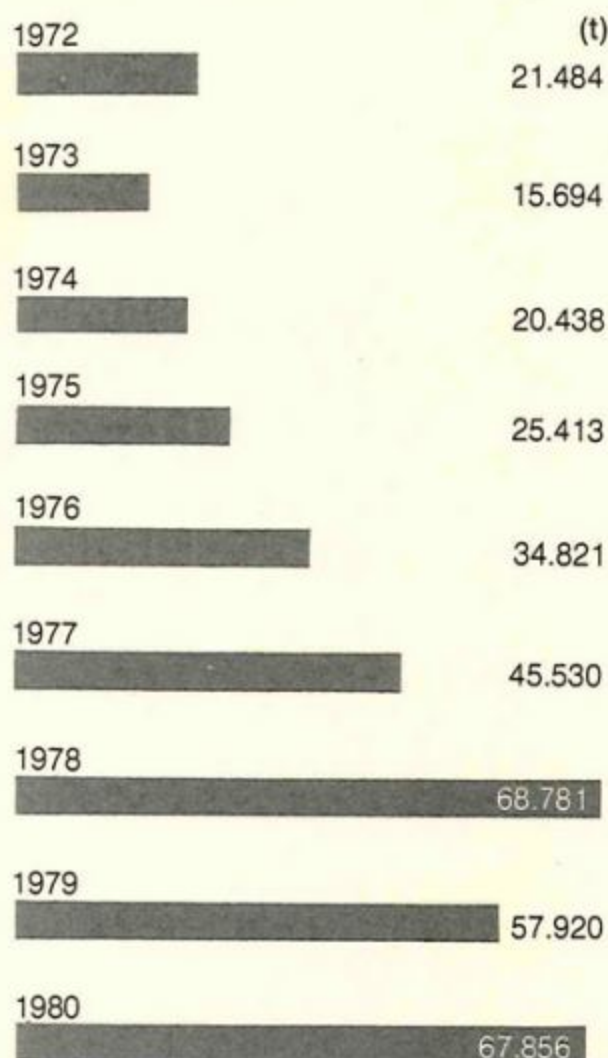
Produção

O Brasil é considerado como o maior produtor mundial de quartzo. Em 1972, nossa produção era de cerca de 21.500 t alcançando, aproximadamente, 67.800 t em 1980, provenientes predominantemente de Minas Gerais, responsável por cerca de 65% do total de 1972/79.

No Estado de Minas Gerais existem treze empresas que produziram em 1979, salientando-se Cláudio Bailone e Cia., Mineração Boa Esperança Ltda., e José Leão da Silva.

Em 1978, a Bahia iniciou sua produção, alterando substancialmente o total nacional.

Produção brasileira de quartzo (bruta) - 1972/80



Fonte: DNPM

Nota: Os dados englobam todos os tipos de quartzo, inclusive as areias, exceto gemas

O gráfico acima trata apenas de produção proveniente de lavra; considerou-se, por falta de informações sobre garimpos, a quantidade exportada no ano. Não foram levados em consideração o consumo interno e os estoques, porventura existentes.

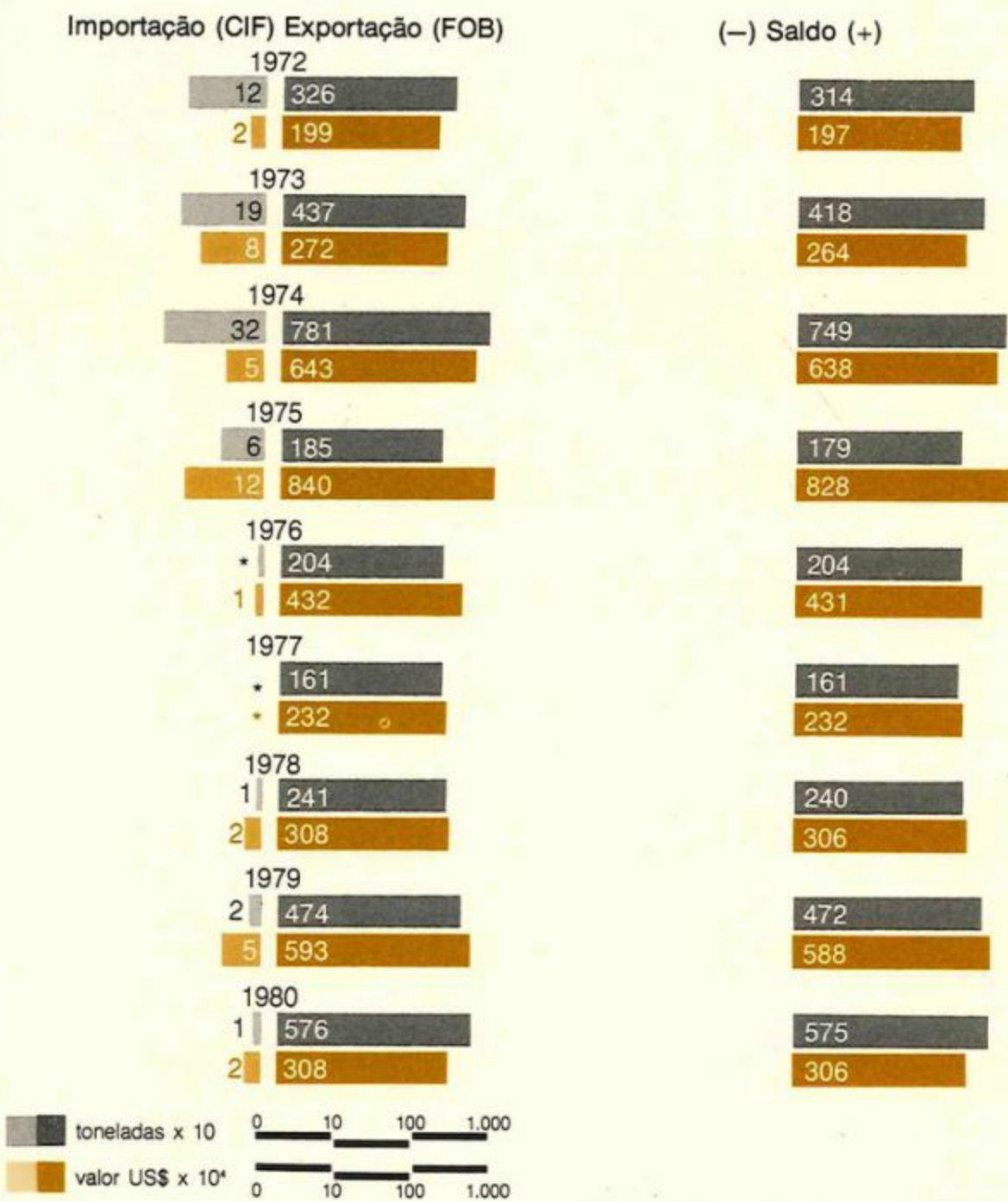
Vale ainda mencionar a existência de produção paralela, de grande expressão, resultante das atividades de garimpagem em numerosas jazidas de pequeno porte.

Exportação/Importação

O saldo do comércio exterior de quartzo tem permanecido superavitário pois o Brasil é o maior exportador mundial.

As exportações brasileiras são constituídas, basicamente, de lascas de quartzo, adquiridos principalmente pela Alemanha Ocidental, Bélgica e Polônia.

Comércio exterior de quartzo - 1972/80



Quanto às importações elas foram inexpressivas, registrando pequenas quantidades, classificadas em outros tipos que não o piezoelétrico e o em lascas, e provenientes, em sua maioria, da Europa.

Perspectivas

As condições atuais do mercado externo indicam recuperação, pela expansão de novos mercados. Há perspectivas de serem novamente alcançados os níveis de consumo mundial dos anos 1973/74.

O Brasil possui condições de atender à demanda interna e à externa com suas reservas conhecidas, mantendo, assim, a posição privilegiada de maior exportador mundial.

Bibliografia

- AZAMBUJA, José Carvalho. Perfil analítico do quartzo róseo. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 14 p. (Brasil. DNPM. Bol. 34).
- FREITAS, Alencar Soares de. Perfil analítico do quartzo. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 14 p. (Brasil. DNPM. Bol. 20).
- MATTOS, Luiz Eraldo. Perfil analítico da ágata. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 18 p. (Brasil. DNPM. Bol. 29).
- MATTOS NETTO, Bernardino C. de. - O quartzo e suas aplicações. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 10 (60): 253-262, maio/jun. 1946.
- PEDRAS preciosas; cristal de rocha. O Diamantário, Rio de Janeiro, 30 (340): 25-26, jan. 1974.

Titânio

(zircônio)

Aspectos gerais

Não obstante sua abundância na crosta terrestre, o titânio somente começou a despertar o interesse industrial a partir do desenvolvimento da aeronáutica.

Por outro lado, embora descoberto em 1791, somente a partir de 1949 é que se conseguiu um método econômico de separá-lo de seus minerais.

Usos

Por sua dureza, resistência à corrosão e leveza, o titânio despertou a atenção da indústria aeronáutica, que necessita de ligas leves, capazes de se sujeitarem às tensões produzidas nos vãos a elevada velocidade (supersônicos). Também as paredes internas dos motores utilizam titânio puro, não só pela resistência, mas em virtude do alto ponto de fusão do metal (1700°C, duzentos graus acima do ponto de fusão do aço). Ainda na aeronáutica, o titânio é utilizado nas aletas das turbinas, cobertura de tubos de escape, condutores de ar quente e pontas de asas expostas ao desgaste pelo ar.

Resistindo bem aos ácidos, o metal é usado em recipientes e tubos anticorrosivos na indústria química. Em razão dessa resistência, está a substituir, gradativamente, o aço inoxidável na fabricação de instrumentos cirúrgicos e de peças para introdução no corpo humano, como placas de união de ossos, articulações esféricas, grampos, pregos cirúrgicos e outros. É usado, ademais, em equipamentos submarinos e de processamento de alimento.

As centrais nucleares usam-no em muitos componentes, eis que o metal e suas ligas impedem a passagem de radiação.

Enfim, o dióxido de titânio (TiO₂) é um pigmento branco, utilizado em tintas para pisos plásticos, esmaltes, telhas vidradas e produtos industrializados de borrachas.

Mineralogia

O titânio é encontrado na natureza sob diversas formas minerais. No entanto, apenas alguns minerais têm interesse econômico: a ilmenita, o rutilo, o anatásio, o leucoxênio e perovskita.

ILMENITA

A ilmenita é um óxido de ferro e titânio, FeTiO₃, onde o titânio participa com 31,6%, podendo a relação Fe Ti: variar, devido à maior ou menor proporção do óxido férrico.

O magnésio e o manganês podem substituir o ferro ferroso.

Apresenta cor preta, brilho metálico a submetálico, dureza 5,0 a 6,0 e densidade 4,5 a 5,0. Cristaliza-se no sistema hexagonal com cristais tabulares, geralmente maciça e também em grãos. Distingue-se da hematita por apresentar traço vermelho-acastanhado, e da magnetita por não apresentar forte magnetismo.

É encontrada em rochas básicas eruptivas, como gabros e diabásios, comumente associada à magnetita, em veios, diques ou massas disformes. Alguns pegmatitos sieníticos são também portadores da ilmenita, neste caso associada ao feldspato, à biotita, ao rutilo e outros minerais característicos destas rochas. É encontrada também em lentes e camadas encaixadas em rochas metamórficas cristalinas.

RUTILO

O rutilo é um bióxido de titânio, TiO₂, em que o ferro pode substituir parte do titânio. É um mineral de cor vermelha a preta, brilho adamantino a submetálico, dureza 6,0 - 6,5 e densidade de 4,18 a 4,25. Cristaliza-se no sistema tetragonal em cristais prismáticos, apresentando terminações bipiramidais, geminados em cotovelo e também maciços.

O rutilo é encontrado em granitos, pegmatitos e, mais comumente, em rochas metamórficas como micaxistos, calcários metamórficos e anfíbolitos e em areias, associado à magnetita, zircão e monazita.

ANATÁSIO

O anatásio, TiO₂, cristaliza-se no sistema tetragonal, de cor castanho, apresentando a mesma composição química do rutilo. Sua dureza varia de 5 a 6, densidade 3,9, diferindo-se do rutilo por seu arranjo atômico. É encontrado em xistos cristalinos, em pegmatitos em filões, associados ao quartzo e carbonatitos.

LEUCOXÊNIO

O leucoxênio é a forma de granulometria muito fina, da mistura de rutilo e anatásio. Apresenta valores de TiO₂ acima de 60%.

A brookita, TiO₂, assemelha-se ao rutilo e ao anatásio, diferindo destes por apresentar sistema de cristalização e propriedades físicas distintas.

PEROVSKITA

A perovskita (Ca TiO₃) cristaliza-se no sistema isométrico com proporção de TiO₂ de 58,9%. Apresenta cristais cúbicos, com estrias paralelas às arestas, cor negra, acinzentada, roxa, amarela e brilho adamantino. Sua dureza varia de 5,5 a 6,0, densidade 3,97 a 4,04 e é encontrada em rochas alcalinas, associada à titanomagnetita e cromita, e em jazimentos metassomáticos de contato.

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

É um elemento comum na crosta, constituindo 4% desta, porém na forma de silicato. Os minerais - fontes de titânio (ilmenita, rutilo e anatásio), são encontrados comumente em rochas ígneas e são "resistentes", daí ocorrerem como grãos em sedimentos originários de rochas magmáticas.

Os depósitos comerciais de Ti podem ser resumidos em dois tipos, um magmático e outro secundário (sedimentar e residual).

DEPÓSITOS MAGMÁTICOS

Este tipo consiste de lentes ou camadas ricas em ilmenita em rochas ígneas básicas, geralmente norito ou gabro. Caracteristicamente, estas ocorrem em grandes intrusões básicas dominadas por acumulações de anortositos, associados com charnoquitos ou rochas similares formadas em ambientes de grande profundidade.

Existem duas teorias que explicam a gênese de tais depósitos: a primeira postula a "colocação" dos corpos de minérios como magmas (injeção de um líquido em alta temperatura em corpos de anortositos e gabros, parcialmente solidificados, os quais vieram do mesmo reservatório magmático); e a segunda explica a origem pela substituição da rocha pré-existente (anortosito), molécula a molécula, por gases ou líquidos titaníferos infiltrados.

Existem vários exemplos desse tipo no mundo, mas em muitos casos o mineral-minério consiste de um intercrescimento de magnetita ou hematita com a ilmenita, referido como "minério de ferro titanífero". A separação do Ti do Fe é muito cara e é compensatória apenas em depósitos suficientemente ricos em ilmenita. Os maiores depósitos comerciais são encontrados nos escudos Pré-cambrianos Superiores da América do Norte e Escandinávia.

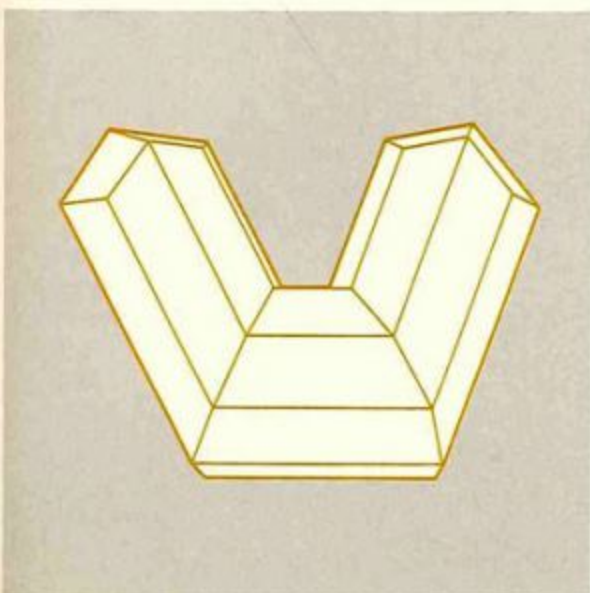
DEPÓSITOS SECUNDÁRIOS

Os depósitos secundários sedimentares são "areias de praia", geralmente consistindo de areia quartzosa com uma pequena proporção de ilmenita, rutilo, zircão, monazita e outros minerais resistentes. Os depósitos parecem formar-se em praias onde o poder das ondas concentra os minerais pesados no "berma", posteriormente preservados sob dunas de areia.

Os minerais de titânio não são facilmente liberados, na forma pura, de sua rocha original durante a erosão. É provável que a última fonte dos grãos de ilmenita e rutilo seja em lateritas ou em perfis de intemperismo similares, em que a destruição total da matriz silicosa libera os grãos. Estes podem passar por várias fases de sedimentação, erosão e transporte, antes de terminar na praia. Quase todos os depósitos de "areia de praia" ocorrem ao longo de litorais que bordejam escudos estáveis ou áreas de plataforma, nas zonas tropicais onde sopram os ventos alíseos e os furacões ou onde as monções são freqüentes.

Os depósitos de titânio sedimentar podem também ser encontrados em aluviões fluviais.

Depósitos residuais são originados da alteração de rochas que possuem titânio como mineral acessório.

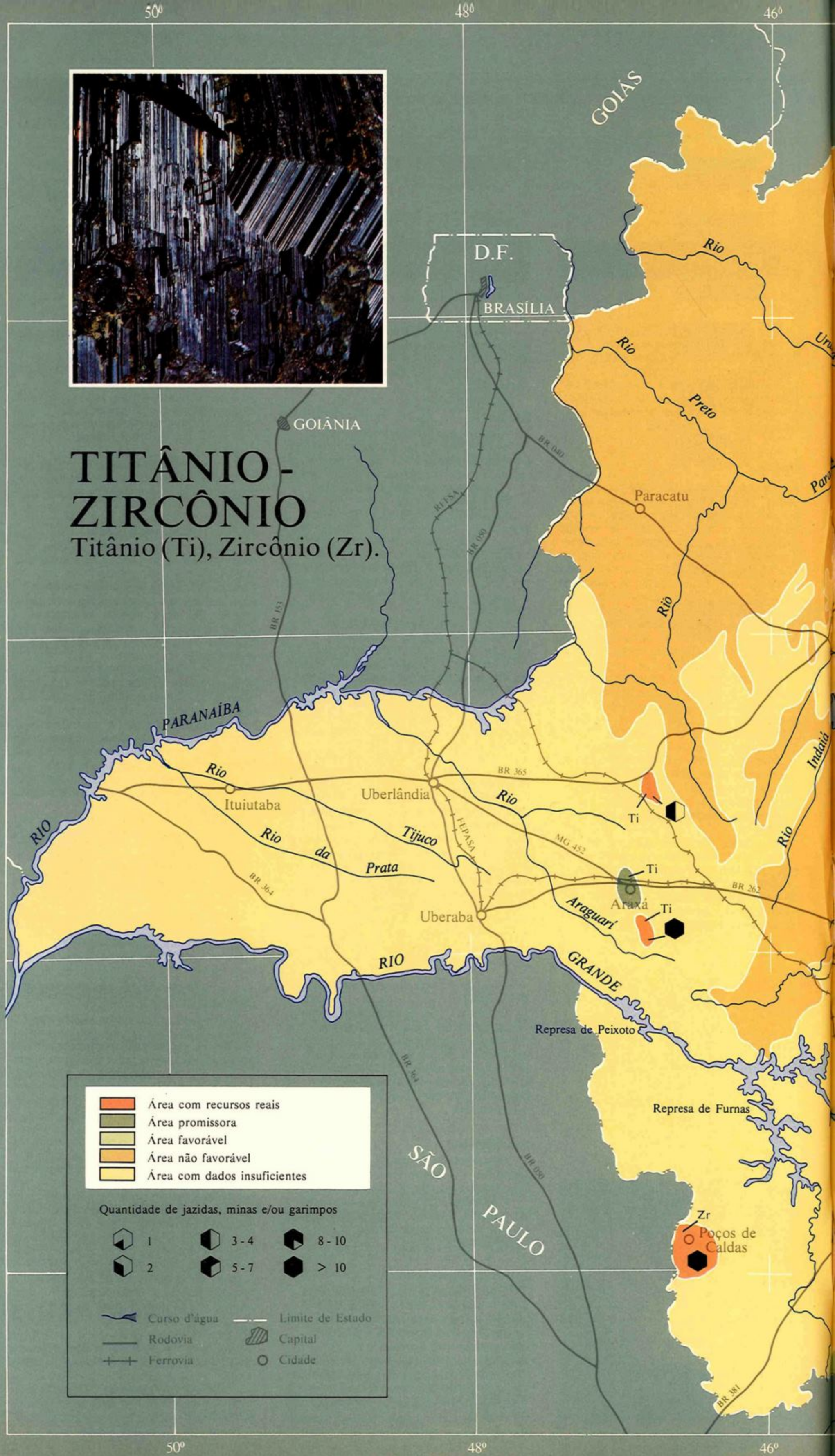


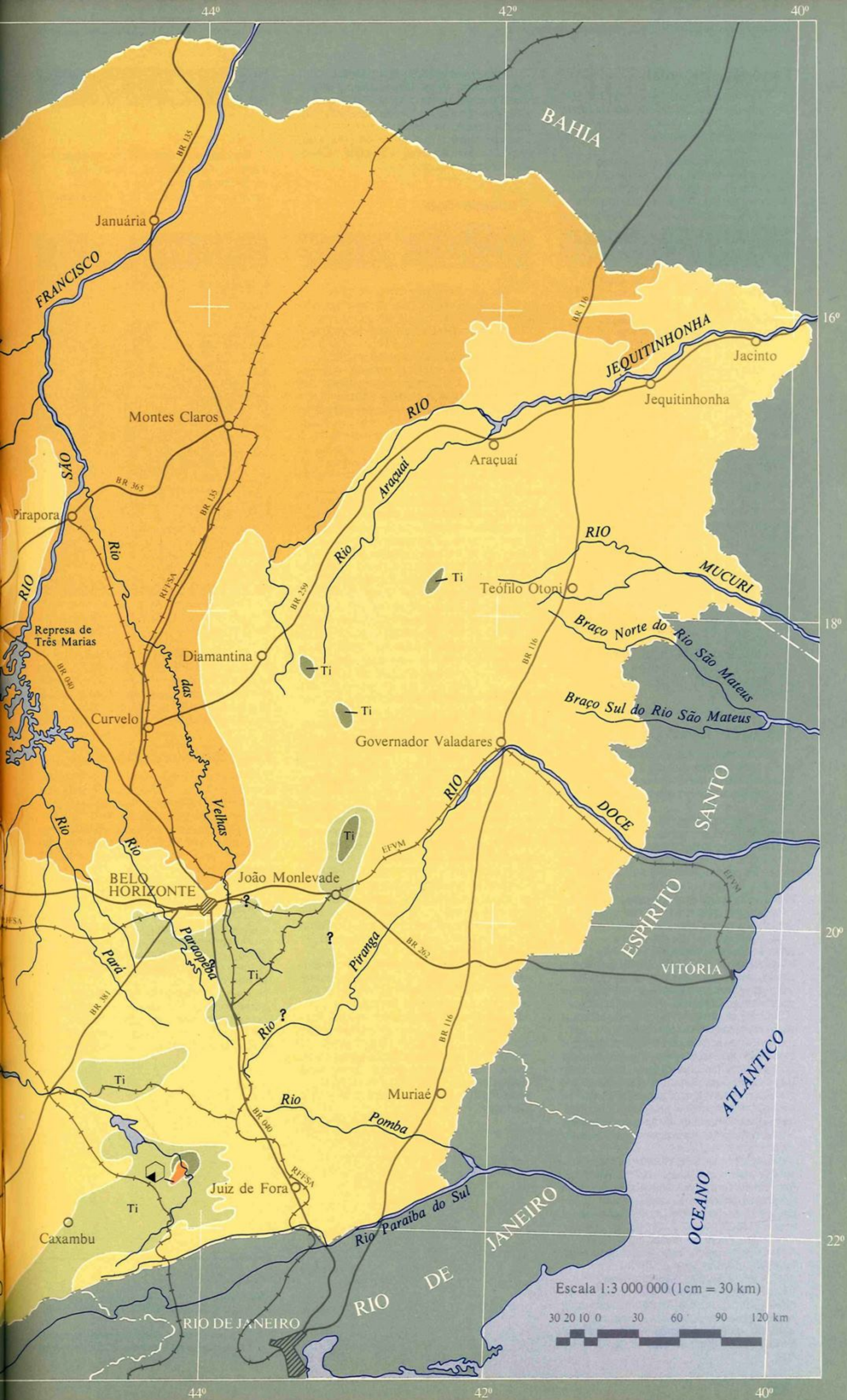


TITÂNIO - ZIRCÔNIO

Titânio (Ti), Zircônio (Zr).

Base cartográfica: Mapa Geográfico de Minas Gerais, Instituto de Geociências - IGA, Escala 1:1.000.000, 1980. • Informações sobre minerais elaboradas pela Metals de Minas Gerais - METAMIG.





Panorama mundial

A ilmenita é responsável por mais de 90% das reservas mundiais de minério de titânio. No Lago Albard, no Canadá (grande massa anortosítica), há o maior depósito conhecido no mundo.

As maiores reservas mundiais se concentram no Canadá (ilmenita: 23,7%), Índia (ilmenita + rutilo: 20,1%), Noruega (ilmenita: 19,9%), África do Sul (ilmenita + rutilo: 15%), Austrália (ilmenita + rutilo: 8%) e Estados Unidos (ilmenita + rutilo: 7,2%). As reservas mundiais são da ordem de 665 milhões de toneladas de ilmenita e 33 milhões de toneladas de rutilo.

As reservas de ilmenita do Canadá, Noruega e cerca de metade do EUA e URSS provêm de depósitos primários. O restante e as reservas de rutilo, em sua quase totalidade, procedem de pláceres.

Titânio no Brasil

A participação do Brasil nas reservas mundiais (não se considerando o anatásio de Minas Gerais), é insignificante (ver o item ECONOMIA).

Apesar de Mataraca (PB) deter as maiores reservas nacionais (89% de ilmenita e 82% de rutilo), a produção nacional provém dos depósitos das praias do Espírito Santo e Rio de Janeiro, que têm a ilmenita como mineral principal. Mencionam-se as reservas recém-descobertas em Campo Alegre e Lourdes (BA), com 112 milhões de toneladas a 21% de TiO_2 .

Segundo Grossi Sad (1976), os depósitos de ilmenita da orla costeira (mais de mil km de extensão), se dividem em dois tipos, em praias e em restingas, e tiveram como fonte abastecedora a seqüência charnoquítica que bordejia a costa brasileira, com distâncias não superiores a 150 km.

O Estado de Goiás detém cerca de 60 milhões de toneladas de minério titanífero (anatásio) a 20% de TiO_2 , na região de Catalão/Ouvidor.

Titânio em Minas Gerais

Não existem reservas conhecidas em território mineiro, de ilmenita ou rutilo, apesar da existência da faixa charnoquítica no Leste do Estado, favorável à concentração de titânio.

ANATÁSIO

Em contrapartida, Minas Gerais detém reservas da ordem de 287 milhões de toneladas de minério de Ti a 20% de TiO_2 , sendo o anatásio o mineral-minério. Este requer processos tecnológicos específicos, pelo fato de a indústria mundial estar implantada para operar com rutilo e ilmenita.

Atualmente, encontram-se em desenvolvimento, através de Convênio entre a Metais de Minas Gerais - METAMIG e o Centro Tecnológico Aeroespacial - CTA, estudos visando a utilização em escala-piloto contínua, da tecnologia desenvolvida pelo CTA, para obtenção de esponja de titânio, a partir do tetracloreto deste metal.

Prevê-se, após a conclusão dos testes, a instalação de uma unidade industrial modular no Pólo Químico do Triângulo Mineiro, com capacidade para produzir 300 toneladas/ano de esponja de titânio. Essa capacidade deverá ser aumentada pela instalação de novos módulos, de tal forma que se alcance a auto-suficiência e, se possível, participar do mercado internacional.

O anatásio existente no Oeste do Estado será a matéria-prima para a produção do tetracloreto de titânio, utilizando, segundo se programou, o cloro de uma unidade produtora de soda-cloro, a ser instalada no citado Pólo Químico.

O tetracloreto de titânio, além de ser matéria-prima para a esponja de titânio será, também, utilizado para produção de pigmentos. Segundo plano existente, deverão ser produzidas 60.000 toneladas de dióxido de titânio pela Andrade Gutierrez, a qual já possui experiência na indústria química, através da Tibrás-Titânio do Brasil S/A, único produtor de dióxido de titânio no País.

Após a implantação dos projetos mencionados, Minas Gerais colocar-se-á numa posição de vanguarda, não apenas na instalação de mais unidades industriais, mas principalmente por utilizar um bem mineral (o anatásio), para o qual até então pouca ou nenhuma atenção havia sido dada, visando seu emprego industrial.

Geologia local

Os depósitos de Minas Gerais são residuais, associados a rochas alcalinas e se localizam, principalmente, na região de Tapira, Salitre e Serra Negra, no Oeste do Estado.

Tais depósitos são formados pela laterização de corpos básicos-alcalinos, com derivações carbonatíticas, intrusivos nos Grupos Bambuí (Salitre, Serra Negra), e Canastra (Tapira).

São constituídos por espesso manto laterítico, sobre os complexos sílico-carbonatíticos, granulados, com considerável matriz argilosa, contendo os minerais apatita, anatásio, perovskita, rutilo, limenita, goethita, magnesita, hematita, barita, pirita, monazita, pirocloro, titanita, óxidos de manganês etc. O titânio é maiormente contido no anatásio e, secundariamente, na ilmenita, perovskita e rutilo, com elevada proporção leucoxenizada (Grossi Sad, 1976).

Os minerais de titânio, além do metal contido em outros minerais, antes dos processos intempéricos, se apresentavam como minoritários na rocha fresca e tornaram-se minérios pela decomposição, transformação e lixiviação de componentes mais suscetíveis à ação do intemperismo. Microscopicamente, comprovou-se ser o anatásio originário da perovskita e definiram-se zonas com predomínio de um ou outro mineral no perfil de alteração, sendo que a perovskita predomina nas proximidades da rocha fresca.

Outras ocorrências

Há ainda outros locais que registram ocorrências ou são favoráveis à mineralizações, conforme consta no mapa sobre o assunto.

ZIRCÔNIO

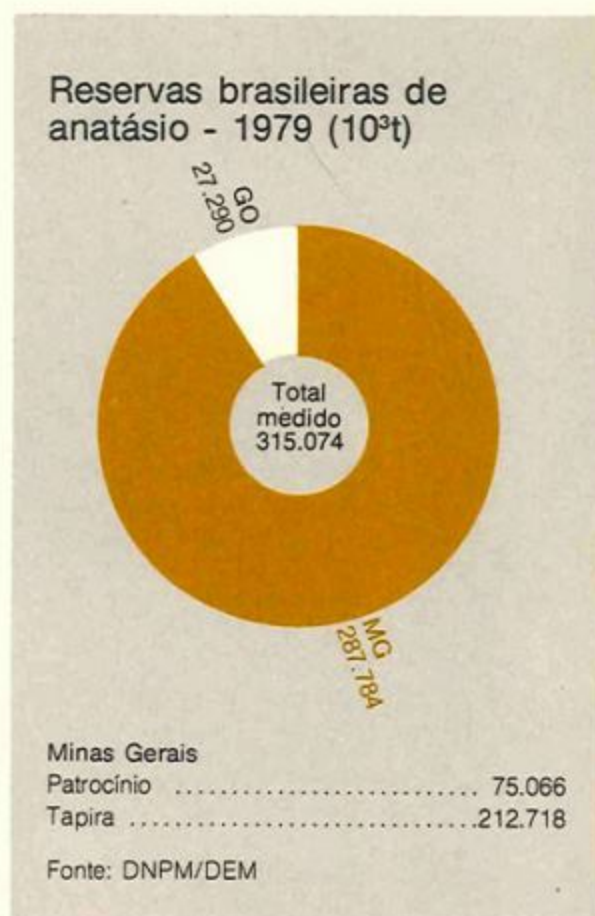
É um mineral acessório de rochas ígneas, sendo concentrado principalmente em pláceres. De uma reserva total de 45 milhões de toneladas, com 65% de ZrO_2 contido, a Austrália detém 32%, a África do Sul 24% e os EUA 16%.

O Brasil possui apenas 2% das reservas mundiais, derivados principalmente de depósitos de areias de praias (Marataca-PB com 535 mil toneladas, São João da Barra-RJ com 137 mil toneladas, e São Paulo e Espírito Santo).

Em Minas Gerais, destaca-se o caldasito da região de Poços de Caldas, que ocorre em depósitos primários e secundários. Os depósitos primários são irregulares e descontínuos, constituídos por lentes e veios encaixados em rochas alcalinas (teor destes jazimentos 50-75% ZrO_2). Os jazimentos secundários são de depósitos eluviais com o cascalho caldasítico associado à limonita e bauxita (teor 65 - 80% ZrO_2). As reservas desta região são estimadas em 119 mil toneladas.

Economia

As reservas brasileiras de minérios de titânio são da ordem de 318 milhões de toneladas, sendo que o anatásio corresponde a mais de 90% desse total de acordo com o gráfico a seguir.



Produção

Apesar de estarem localizadas no município de Mataraca, na Paraíba, 82% das reservas brasileiras de rutilo e 89% das de ilmenita, somente as existentes ao longo do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo são supridoras do mercado.

Exportação/Importação

A produção brasileira de concentrado de ilmenita e de rutilo, integralmente destinada ao mercado nacional, é insuficiente para atender a demanda interna.

As importações, provenientes totalmente da Austrália, têm sido crescentes, atribuindo-se o fato, principalmente, à irregularidade da produção interna.

Perspectivas

A situação dos concentrados de ilmenita e rutilo apresentou-se deficitária ao longo do período analisado, sendo que, para o rutilo, os níveis de dependência são superiores aos de ilmenita.

Após a implantação das unidades de produção de pigmentos e esponja de titânio, mencionadas anteriormente, o Estado passará a ocupar um lugar destacado na produção dos produtos supramencionados.

Bibliografia

FERREIRA NETO, Yusley. Perfil analítico do titânio. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 77 p. (Brasil. DNPM. Bol 23).

VALEP: depois do fosfato, o titânio. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 2(16): 10-17, maio 1978.

Turfa-Linhito

Aspectos gerais

Trata-se de um combustível fóssil, de idade relativamente recente, resultante da decomposição de vegetais em ambientes de água doce.

Os terrenos baixos, alagados em grandes trechos, salpicados de lagoas e atravessados por cursos de água de pouca declividade, com fatores favoráveis à proliferação de algas oleígenas, possuem as condições fundamentais à formação de turfeiras.

Consoante aos materiais que as formam resultam as diversas variedades de turfas. Na sua constituição o material vegetal se altera, perdendo gás carbônico e metano e havendo a concentração de carbono. Argilas e areias, quando presentes, formam as cinzas que, evidentemente, em grande quantidade diminuem a utilidade da turfa.

Usos

A turfa é empregada geralmente como combustível doméstico ou industrial em vários países, e pode ser gaseificada. Outra utilização é como condicionador de solos.

Com teores da ordem de vinte por cento de água, ela pode acusar um poder calorífico entre 2500 a 4000 cal/kg, dependendo do teor de cinza. Esse material, depois de destilado, produz gás combustível, contendo O_2 , CO , O_2 , CH_4 , alcatrão e outros hidrocarbonetos.

Durante a Segunda Guerra Mundial deu-se ênfase à utilização de turfas como combustível. Todavia, nos anos seguintes, com derivados de petróleo abundantes e baratos, relegou-se a segundo plano sua utilização para essa finalidade.

No Brasil, na última guerra, dada a carência de combustível, a turfa foi empregada nas ferrovias, em mistura com o carvão mineral, em substituição à lenha. Nesse caso, foram exploradas notadamente as turfeiras do vale do Paraíba, baixada de Campos e Cabo Frio.

Após a escalada vertiginosa dos preços do petróleo na década passada, o Brasil voltou a se interessar pela utilização do material, havendo agora a preocupação de se aproveitar racionalmente nossas turfeiras.

Formação

A deposição da turfa ocorre em lugares onde haja uma grande rapidez de reprodução de plantas, um desenvolvimento excessivo de componentes orgânicos que são difíceis de se decompor e o desenvolvimento de algumas condições no meio, para que a atividade de vida de micro-organismos seja reduzida ao mínimo ou extinta.

A grande variedade de plantas envolvidas no processo de formação das turfeiras gera tipos diversos de turfas. Normalmente as turfas se originam de restos de musgos e plantas das famílias esfalagnáceas, ciperáceas e alguns pinheiros. As acumulações de turfas podem atingir vários metros de espessura e cobrir muitos quilômetros em área.

Para se formar a turfa, a matéria vegetal se decompõe, perdendo gás carbônico e metano, transformando-se em humus, concentrando o carbono e diminuindo o oxigênio. Os ácidos orgânicos formados na putrefação não conseguem obter bases para as suas neutralizações resultando numa acidificação, inibindo a atividade dos micro-organismos. Juntamente com a matéria vegetal acumulada, se deposita também material argiloso e arenoso que posteriormente formam as cinzas das turfas.

O sapropelito é um material produzido parcialmente por algas de água doce (turfas de algas), apresentando de 80 a 90% de água, o que explica o seu aspecto gelatinoso. A acumulação progressiva do sapropelito é governada, principalmente, pela rápida multiplicação dos organismos responsáveis por esta deposição. Essas acumulações não podem ocorrer se houver uma mistura considerável de matéria mineral.

Entre as turfeiras típicas, que revelam o tecido dos vegetais, e os sapropelitos, que consistem numa geléia de colônias de algas, há toda a gradação de tipos intermediários.

Panorama mundial

No mundo, merecem destaque as imensas reservas soviéticas, que ultrapassam 150 bilhões de toneladas, seguidas pela Finlândia e Estados Unidos, com cerca de 12 bilhões de toneladas cada.

TURFA NO BRASIL

No Brasil, além do desinteresse pela pesquisa de turfa, não existem condições favoráveis à formação de grandes turfeiras, tais como nas regiões de clima temperado, devido ao clima tropical-subtropical. Este favorece a decomposição bacteriana acelerada, existindo, porém, depósitos já reconhecidos, embora de pequenas dimensões.

Citam-se, por exemplo, o sapropelito de Marau, na Bahia, as turfeiras nas várzeas fluviais das costas dos Estados do Espírito Santo (Vila Velha, Conceição da Barra etc.), e o Rio de Janeiro (Campos, Macaé, Cabo Frio etc.), nas planícies aluviais dos rios São Francisco (Sergipe), e Paraíba do Sul (São Paulo), e, ainda, em depressões da Formação Barreiras (Jaboatão-PE). As reservas brasileiras, segundo Froes - 1978, seriam de 12 milhões de toneladas, concentradas nos estados da região Leste, exceto Minas Gerais.

TURFA EM MINAS GERAIS

Minas Gerais concentra vastos recursos minerais, não dispondo, porém, de recursos minerais energéticos, fato que levou a METAMIG, em 1980, a efetuar um levantamento básico onde foi constatada a potencialidade das turfeiras na região do Triângulo Mineiro.

As turfeiras estão posicionadas nos amplos vales pantanosos e nos extensos chapadões formados pela Formação Bauru (cotas em torno de 1000m). A turfa é encontrada em superfície, localmente recoberta por solo húmico com espessura máxima de 50cm, sendo essencialmente de dois tipos, uma fibrosa e outra mais evoluída, pastosa.

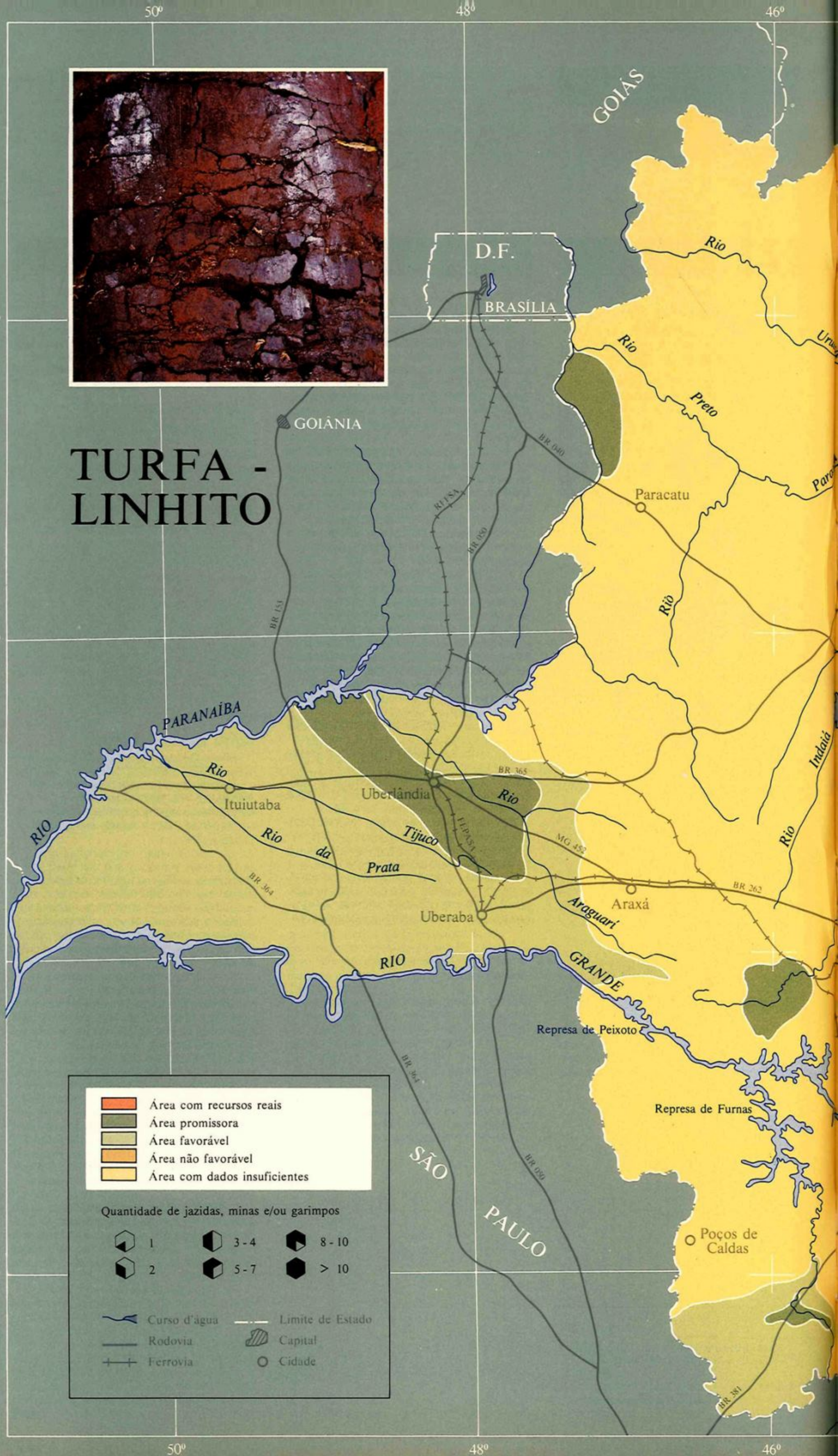
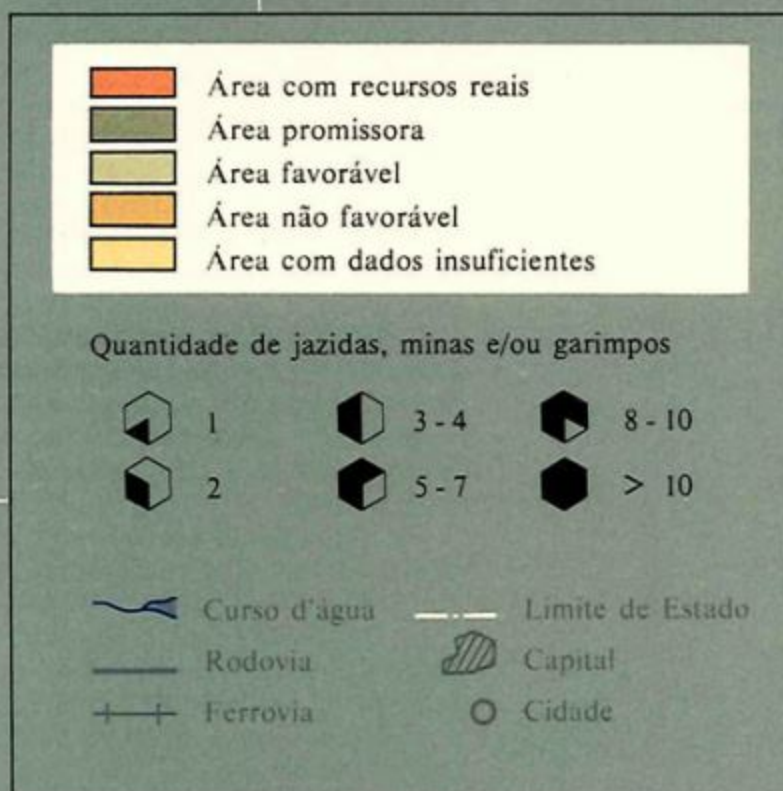
Com a continuação dos trabalhos da METAMIG, selecionaram-se 4 turfeiras (I - município de Perdizes, II - municípios de Uberaba e Sacramento, III - município de Uberaba e IV - município de Indianópolis), que foram, em seguida, pesquisadas. Os trabalhos resultaram em uma reserva de cerca de 50 milhões de metros cúbicos de turfa, utilizando-se um cut-off de 55% para o teor máximo de cinzas e de 1000 kcal/kg para o poder calorífico mínimo.

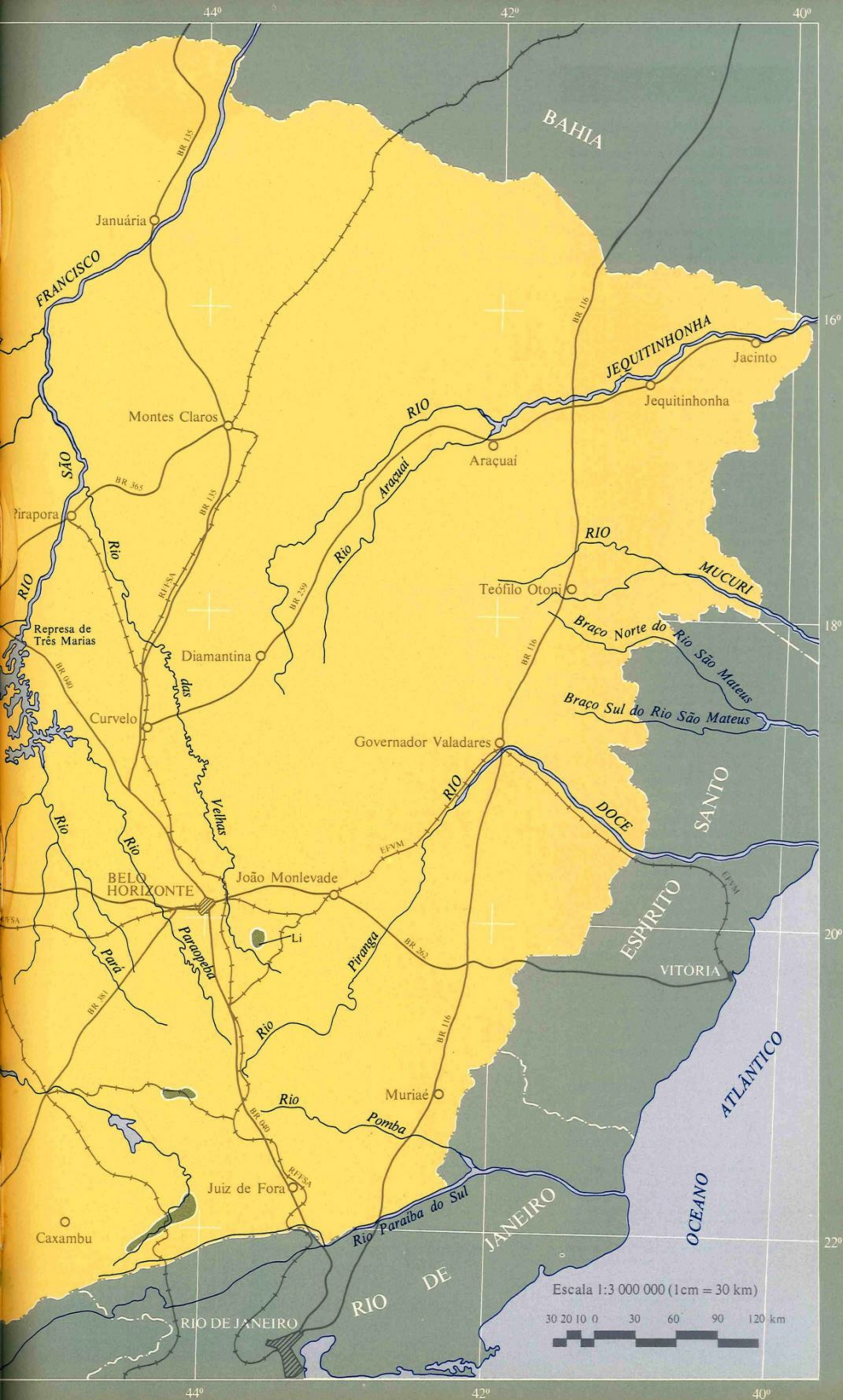
Outras ocorrências de turfa foram identificadas em vários pontos do Estado, destacando-se algumas no Noroeste do Estado, Centro-Oeste e também no Sul, em áreas que vêm sendo prospectadas pela METAMIG.

Também há ocorrências em Bom Jardim e no vale do rio das Mortes. A análise do material na primeira região permitiu verificar a existência de umidade em torno de 12,3%; matéria volátil = 37,5%; carbono = 23,4% e cinza = 21,8.



TURFA - LINHITO





Linhito

Os linhitos resultam também da alteração vegetariana, mas em estado de modificação mais adiantado que as turfas e menos evoluído que o carvão mineral.

Sua formação é terciária, apresentando-se geralmente com grau de umidade elevado, pouca coesão (massa úmida), e cor parda. Secado e briquetado, pode ser utilizado em gasogênios. Dos linhitos se obtêm alcatrões que, posteriormente hidrogenados, fornecem hidrocarbonetos.

O linhito se encontra em grandes bacias nos Estados Unidos, Europa Central e Rússia, utilizado para geração de energia. No Brasil não se conhecem ocorrências de grande valor. Assinalam-se depósitos no Amapá e na parte ocidental do Amazonas, além de pequenas ocorrências em São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Maranhão e Pernambuco.

Minas Gerais

A ocorrência mais conhecida é a do Gandarela, a cerca de 60 quilômetros de Ouro Preto. Estudada por Gorceix, em 1884, e por Calógeras em 1891, verifica-se ali uma camada de linhito com a espessura média de seis metros, numa área de 472.500 m². o volume explorável seria, segundo Calógeras, de 1.701.000 toneladas. Completamente seco, esse linhito contém 40% de matéria volátil, 48,5% de carbono fixo e média de 11,5% de cinza, com o poder calorífico de 4300 cal/kg.



Bibliografia

TURFA; um combustível barato que poucos conhecem. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 7 (76): 14-15, set. 1979.

Urânio

(molibdênio, polucita, tório)

Aspectos gerais

Elemento químico de pequena utilidade há meio século, o urânio tornou-se extremamente importante, a partir das reações nucleares, bastando para isso ponderar no fato de que um quilo desse elemento, em fissão nuclear, pode fornecer energia térmica igual à combustão de duas mil toneladas de petróleo.

Descoberto nos fins do século dezoito (1785), o urânio puro, obtido de seus minérios, apresenta-se sob a forma de pequenas esferas ou de dentritos, ou seja, blocos com muitas ramificações e em cor que varia da prata ao cinza-escuro.

O átomo de urânio é o mais pesado dentre os elementos naturais.

Em 1940, ao se bombardearem átomos deste elemento com nêutrons, descobriu-se que o urânio os absorvia e se transformava em outros elementos mais pesados, os transurânicos. Verificou-se, assim, a possibilidade de se obterem elementos radioativos, artificialmente como o netúncio e o plutônio.

O urânio é o único metal cujos isótopos naturais são também radioativos. Um isótopo se diferencia de outro do mesmo elemento por ter peso atômico diferente, mas forma igual.

Antes dos anos cinqüenta, a prospecção sistemática de minerais nucleares no Brasil era praticamente nula, principalmente em virtude da utilização limitada do urânio.

O interesse brasileiro aumentou a partir de 1952, quando se descobriram os indícios uraníferos de Poços de Caldas, Jacobina (BA), e Araxá. Em 1955, descobriram-se as jazidas de Tucano (BA), e Figueira (PR). Em 1978 novas reservas foram descobertas, colocando-se atualmente o Brasil como o segundo país em investimentos na prospecção desse mineral no mundo.

Utilização

Além do uso voltado como combustível nuclear, para a geração de energia elétrica e como combustível para reatores de potência, o urânio é empregado também na construção de bombas atômicas e como fonte propulsora de submarinos, navios e aviões.

Compostos do metal têm emprego na indústria de vidro e porcelana, em fotografias e como reagentes químicos. Também o elemento tem aplicação na medicina e na agricultura.

Tório

De Thor, Deus da Guerra na mitologia escandinava, o tório foi descoberto em 1828. Sua importância está ligada à escassez de urânio e que pode substituí-lo como combustível para reatores.

O elemento é quase tão abundante quanto o chumbo. As reservas de tório existentes no mundo contêm mais energia que todo o urânio, petróleo, carvão e outros constituintes juntos. Seu peso atômico é 232,04.

Molibdênio

Descoberto em 1778, com o peso atômico de 95,94, o molibdênio tem emprego na fabricação de aços especiais, onde aumenta a resistência destes à corrosão e às temperatura elevadas. Utiliza-se em chapas de caldeiras, canos de rifles e filamentos. É usado também em inúmeras ligas, como o níquel-cromo-molibdênio, usadas em calorímetros, e a cromo-molibdênio, para soldagem de estruturas de uso na indústria aeronáutica.

Seus derivados são também de grande aplicação. O molibdato de sódio na indústria de tintas, o molibdato de chumbo na fabricação de esmalte, e, ultimamente, o molibdênio é empregado na indústria nuclear.

É interessante observar que, até 1959, não havia recipiente que suportasse sua fusão, quando se inventou um cadinho especial resfriado a água para obtê-lo. É o quinto metal na ordem dos pontos de fusão decrescente.

Mineralogia

Urânio

O urânio é um metal de cor branca, apresentando o maior peso atômico entre todos os elementos (238,07), e densidade 18,7. Foi descoberto em 1789. No entanto, a partir da II Guerra Mundial, passou a ter grande importância, devido às descobertas de seu uso como fonte de energia. A composição do urânio é formada por três isótopos: U_{238} , que constituem 99,3% do total; U_{235} , participando com 0,7%, e traços de U_{234} . Encontrado em alta proporção na crosta terrestre, principalmente em rochas ígneas ácidas, com aproximadamente 3g/t em média, em um número de minerais superior a 150. Entre estes destacam-se os seguintes:

URANINITA

É um óxido de urânio, de fórmula geral UO_2 apresentando variações para U_3O_8 , devido a processo de oxidação.

Apresenta geralmente o tório em substituição ao urânio, formando uma série contínua entre uraninita e a torianita, assim como o chumbo e metais do grupo do lantânio e ítrio. Gases, como nitrogênio, argônio e hélio, este último por processo de desintegração radioativa, estão também presentes, bem como água.

Cristaliza-se no sistema isométrico em cristais octaédricos, cúbico ou dodecaédricos, sendo raros os cristais bem formados. Apresentam-se maciços e botrioidais, algumas vezes colunares. Sua cor varia do preto-cinza a marrom, traço preto-acastanhado, dureza 5,5 e densidade 9,0 a 9,7.

Ocorre em pegmatitos, principalmente, e em rochas graníticas, em paragênese com minerais de tório, terras raras, nióbio-tântalo, turmalina, zircão feldspato e micas. Ocorre também em maiores proporções em depósitos hidrotermais associados a arsenietos de níquel e cobalto, ao arsênico e bismuto nativo a carbonatos de ferro, hematita e fluorita preta.

PECHBLENDA

É uma variedade da uraninita, geralmente em massas reniformes ou em grãos esféricos, apresentando altas proporções de água e peso específico mais baixo, chegando até 6,5. Ocorre em filões hidrotermais de baixa temperatura, sendo de grande interesse econômico.

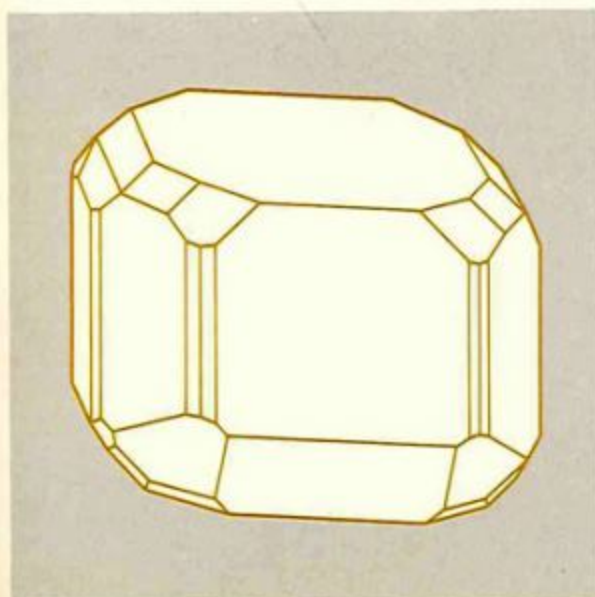
CARNOTITA

Possui fórmula geral $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 2H_2O$ e apresenta porcentagens variáveis de água. Tem como impurezas mais freqüentes Na_2O , MgO , CaO , CuO e PbO .

Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em massas pulverulentas, algumas vezes em cristais laminados. Sua cor é amarela, brilho intenso, nacarado nos planos de clivagem, dureza 2 a 2,5 e densidade 4,46. É encontrada nas zonas de meteorização de rochas metamórficas e arenitos ricos em restos orgânicos.

AUTUNITA

É um fosfato hidratado de urânio e cálcio, $Ca(UO_2)_2 \cdot P_2O_8 \cdot 8H_2O$. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico em cristais tabulares finos, às vezes foliados, micáceos.

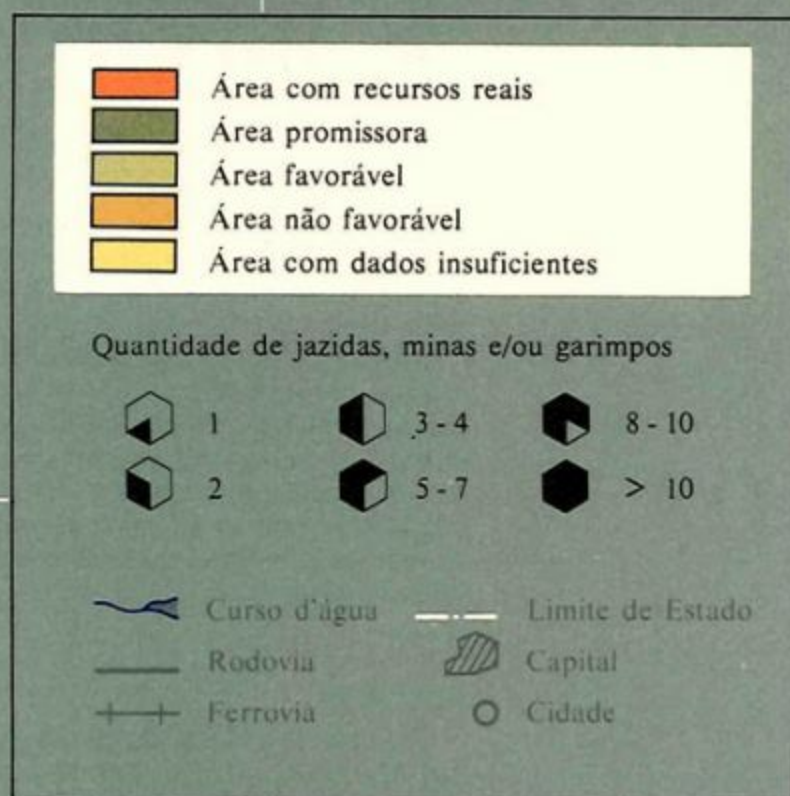


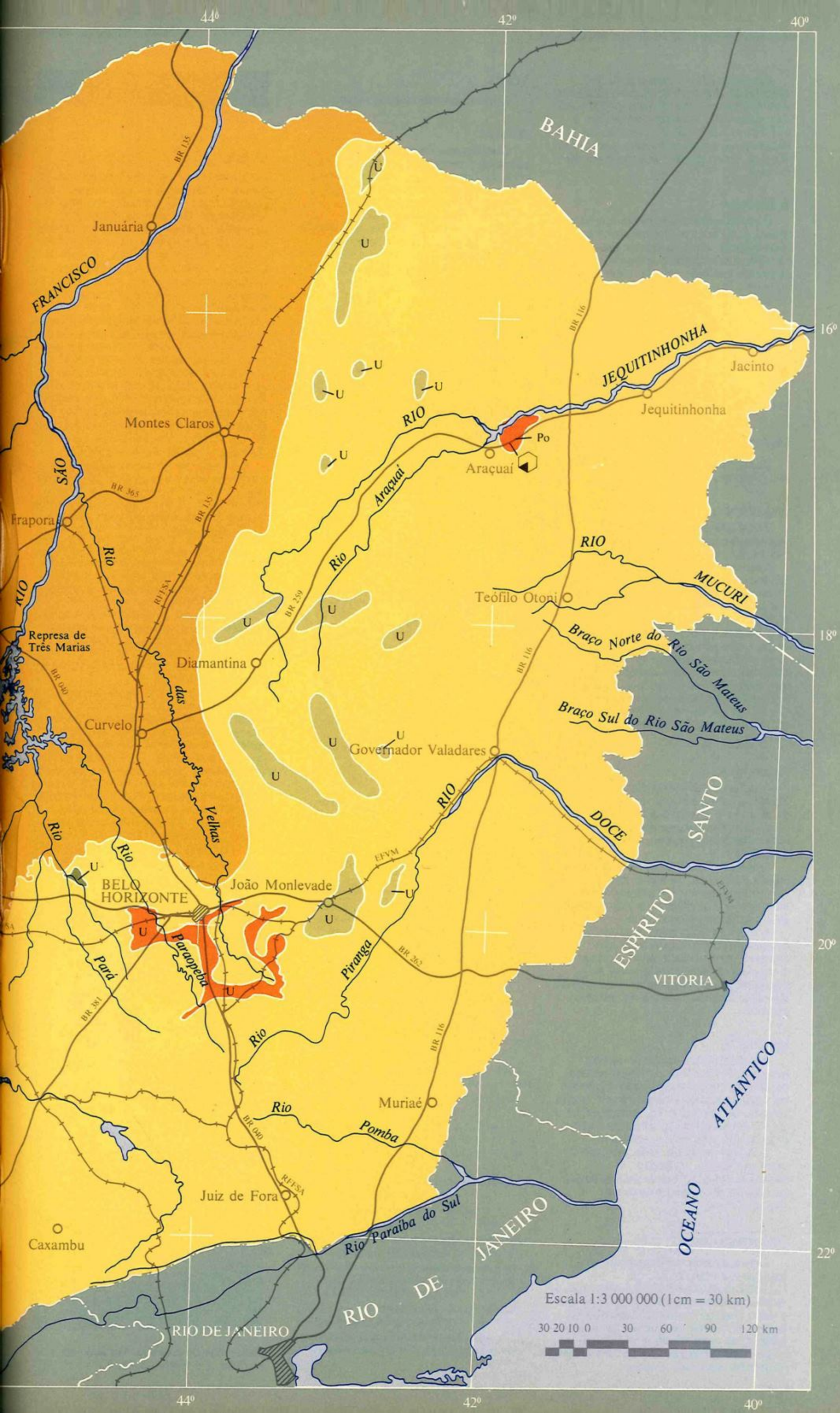


URÂNIO

Molibdênio (Mo), Polucita (PO),
Tório (Th), Urânio (U).

Base cartográfica: Mapa Geográfico de Minas Gerais, Instituto de Geociências - IGA, Escala 1:1.000.000, 1980. • Informações sobre minerais elaboradas pela Metamig.





Apresenta cor amarela a amarela-esverdeada, brilho perláceo, de transparente a translúcido. Sua dureza varia de 2,0 e 2,5, densidade 3,1. De origem secundária, é encontrada nas zonas de oxidação de depósitos de urânio, associada a uranita e, algumas vezes, à prata, estanho e minérios de ferro.

TORBENITA

É um fosfato hidratado de urânio e cobre, $Cu(UO_2)_2 P_2O_3 \cdot 12 H_2O$, onde o arsênio pode substituir parte do fósforo. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em cristais pequenos, tabulares, algumas vezes foliados, micáceos. Sua dureza varia de 2 a 2,5, densidade 3,2, brilho perláceo e de cor verde-esmeralda a verde-acinzentada. Ocorre associada à autunita, geralmente em crescimentos paralelos com este mineral.

Além desses minerais, diversos outros apresentam o urânio na estrutura como óxidos múltiplos, silicatos, vanadatos, arseniats, carbonatos, sulfatos, molibdatos e seleniats.

Molibdênio

Os principais minerais de molibdênio são: molibdenita, wulfenita e molibdita.

MOLIBDENITA

É uma sulfeto de molibdênio (MoS_2), aliás o mais comum. Praticamente, é o único mineral-minério desse elemento.

Apresenta a cor cinza do chumbo, densidade de 4,7 a 4,8 e dureza de 1 a 1,5. Cristaliza-se no sistema hexagonal, com cristais em placas ou prismas curtos. Distingue-se da grafita por sua densidade mais elevada e por mostrar traço cinza-azulado, diferente do traço preto da grafita.

A molibdenita aparece em rochas graníticas como mineral acessório e, principalmente, em corpos pegmatíticos associados à scheelita, cassiterita, wolframita, fluorita, em rochas metamórficas de contato associada à scheelita, silicatos de cálcio e calcopirita.

WULFENITA

A wulfenita é um molibdato de chumbo, $PbMoO_4$, onde o cálcio pode substituir parte do chumbo. É um mineral de cor amarela a verde-oliva, vermelho-cinza ou branco, brilho vítreo a adamantino, dureza 3 e densidade 6,8.

Cristaliza-se no sistema tetragonal, em cristais quadrados, de hábito tabular, raramente piramidal. É quebradiço, semi-transparente e se caracteriza pelo hábito de seus cristais, cor e ocorrência.

A wulfenita é um mineral secundário, encontrado nas zonas oxidadas dos depósitos de chumbo e zinco. Formou-se provavelmente subsequente às primeiras reações de oxidação, pela ação de soluções, contendo molibdênio, sobre a cerussita.

MOLIBDITA

A molibdita é um molibdato de ferro hidratado, $Fe_2O_3 \cdot MoO_3 \cdot 8H_2O$, amarelado, geralmente impuro e associado à limonita, em massas terrosas e raramente em cristais fibrosos. Sua dureza é 1,5, densidade 4,5 e ocorre em pequenas quantidades como produto de oxidação da molibdenita.

Outros minerais de molibdênio são a powelita ($CaMoO_4$), chillagita ($3PbWO_4 \cdot PbMoO_4$), belonesita ($MgMoO_4$), koechlimita (BrO_3Mo_3) e lsemanita ($Mo_3O_8 \cdot 5H_2O$).

Polucita (césio)

Essencialmente sua fórmula química pode ser expressa por $H_2O \cdot 2Cs_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2$. É similar, pois, à da analcita sódica ($NaAlSi_3O_8 \cdot H_2O$), na qual o césio substitui o sódio. Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais geralmente cúbicos, às vezes maciços. Mostra-se incolor, dureza 6,5 e densidade 2,90. Ocorre geralmente associada à petalita.

Tório

Os principais minerais de tório são:

TORITA

Cristaliza-se no sistema tetragonal, apresenta fórmula química $ThSiO_4$. Sua cor pode ser negra, parda, amarela e laranja, brilho vítreo, graxo e dureza 4,5 a 5,0.

Forma-se nas fases tardias de cristalização das rochas alcalinas, principalmente. É comum em pegmatitos e auréolas de metamorfismo de contato.

As variedades desse mineral são: uranotorita, a qual contém até 16% de UO_2 , torogumita e ferritorita.

MONAZITA

O nome monazita deriva do grego "monaidzen", que significa "estar sozinho".

Apresenta fórmula química geral $(Ce, La, Th)(PO_4 SiO_4)$, sendo que o teor de ThO_2 normalmente oscila entre 5 e 10%.

Cristaliza-se no sistema monoclinico. Sua dureza está entre 5 e 5,5 e densidade 4,9 a 5,5.

Ocorre principalmente em pegmatitos e às vezes em granitos e rochas metamórficas, juntamente com feldspato, zircão, magnetita e outros minerais.

Geologia

Urânio

Ocorre como elemento-traço em rochas ígneas, sedimentares e metamórficas, com enriquecimento em folhelhos carbonosos e em fosforitas. Os principais tipos de depósitos de urânio estão em certas rochas graníticas, em pegmatitos e migmatitos, em veios e segregações de calcita-fluorita-apatita, em arenitos ou conglomerados piritosos, em carbonatitos, em carvões e folhelhos negros, em fosforitas e em pláceres.

Os principais depósitos do mundo estão localizados no Canadá (Lago Great Bear - em filões e stockworks), na Checoslováquia (mina de Joachimsthal: veios com U, Ag, Cu, Pb, Zn, etc), EUA (plató Colorado: vanádio com urânio associado - Idaho e Montana: U em fosfatos), Zaire (minas de Shinkolobwe, no Copperbelt de Katanga veios e disseminações em xistos dolomíticos), Rússia e Suécia (em folhelhos), Sul da Austrália, África do Sul e Angola.

No Brasil, os principais depósitos uraníferos situam-se nos estados do Ceará (Itaia), Paraná (Figueira), Goiás (Amorinópolis), Bahia (Lagoa Real) e Minas Gerais, sucintamente descritos a seguir:

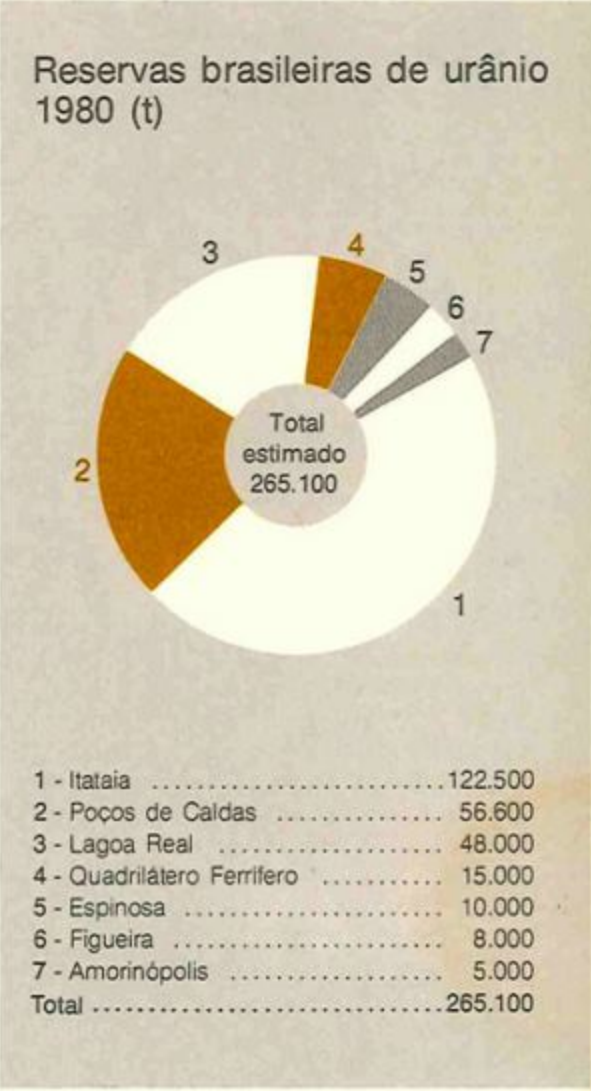
Poços de Caldas:

A experiência pioneira de Derby, em 1877, naquele município, foi seguida de pesquisas de Cobarg (1889), e Munak (1899), que fazem referência a reservas de zircônio na região.

A localização de depósitos de bauxita naquele planalto proporcionou melhores estudos geológicos que culminaram, em 1948, com a descoberta de que a radioatividade do zircônio colhido se devia à presença de urânio.

Instalou-se ali uma usina, dimensionada para uma capacidade de produção de 550 toneladas anuais de concentrado. A jazida do Cercado, situada no interior de rochas alcalinas, contém mineralizações sob a forma de pequenas vênulas e filões descontínuos, caracterizados pela sucessão de pequenas lentes, em mistura com o material argiloso de rochas encaixantes. Os teores de zircônio variam de 40 a 70% e os de urânio acompanham o crescimento dos teores de zircônio (em média 34%).

As reservas brasileiras de urânio atualmente são estimadas no gráfico a seguir:



Desse total de reservas, 140.500 estão medidas e o restante inferido.

Tório

O ítrio, lantânio, cério, vários outros elementos raros e o tório estão presentes nos minerais torita, monazita, gadolinita, samarskita, itrialita etc. Esses minerais se concentram, principalmente, em certos pegmatitos, veios e granitos grosseiros, em alguns skarnitos, em certos conglomerados piritosos, em alguns carbonatitos, em fosforitas em pláceres.

Citam-se, como exemplo, os depósitos norte-americanos de Baringer Hill-Texas (pegmatito), da Califórnia (veios, da Província Greenville, Canadá (associado a apatita e urânio), no Rand (África do Sul), e Ontário (Canadá-conglomerados), e na Índia (areias monazíticas).

Do total de 6.714.000t de óxidos de terras raras conhecido no mundo, os EUA detêm 67,6%, a Índia 13,5%, a URSS 6,8%, a Austrália 5,4% e o Canadá 3,3%.

O Brasil conta com apenas 0,3% (20.000t de óxidos contidos), das reservas mundiais de terras raras. Os depósitos brasileiros são constituídos por areias monazíticas costeiras, nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e, secundariamente, Bahia.

MINAS GERAIS

Cavalcanti et alii (1977), descrevem a jazida de tório e terras raras no morro do Ferro em Poços de Caldas. Tal depósito é constituído por um dique principal e vários veios de magnetita, com tório e terras raras encaixados em um siltito alterado.

As reservas medidas e indicadas para tório são respectivamente de 1 milhão de t a 1% ThO₂ e de 5 milhões de t a 0,5% ThO₂, com uma reserva inferida de 300.000t de óxidos de terras raras.

Outras áreas favoráveis a esse mineral são indicadas no mapa que acompanha este texto.

Molibdênio

Ocorre em poucas partes por milhão em muitas rochas, sendo ligeiramente enriquecido em rochas ígneas e folhelhos negros. Concentra-se nos seguintes tipos de depósitos: pegmatitos, aplitos, greisens, veios de quartzo,skarnitos,depósitos disseminados em monzonitos, principalmente, em granitos, xistos etc; em carbonatitos, disseminações e stockworks, em riolitos, tufos, ignimbritos etc, em alguns depósitos de ouro, urânio e cobre (onde é subproduto), e em depósitos polimetálicos oxidados.

As reservas mundiais são de 9.852.000t, dos quais os EUA detêm 54,3% delas (depósitos de Climax - Colorado) (disseminações em granitos e monzonitos), de Questa - Novo México (preenchimento de veios com Zn e Cu), e Bingham-Utah (disseminação).

O Chile detém 25% das reservas mundiais, principalmente de depósitos em disseminações, e o Canadá, 6,5% (depósitos de Skarnitos-Ontário, e em pegmatitos-Quebec).

BRASIL

O Brasil não possui reservas consideráveis de molibdênio. Citam-se o potencial da província scheelitífera do Nordeste, onde ocorre associado ao Tungstênio, e as ocorrências em Poços de Caldas (associadas ao urânio), Pindobaçu (BA), além de ocorrências menores no Pará, Pernambuco, Espírito Santo e Paraná.

Está prevista a produção de molibdênio em Poços de Caldas em futuro breve, o que contribuirá para modificar a atual situação do Estado, que passará de simples detentor de reservas para produtor do mineral.

Bibliografia

ABRAHÃO, Gilson F. Essentfelder. Reservas de urânio: situação do Brasil no mundo. **Fundação J.P.**, Belo Horizonte, 5(11/12):14-19, nov./dez. 1975.

AS ATUAIS reservas de urânio no Brasil. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 6(68):54-57, jan. 1979.

BARBOSA, Ricardo Lopes de Meira & GUSMÃO, Adilson de Medeiros. **Perfil analítico do molibdênio**. Brasília, DNPM, 1980. 26 p. (Brasil. DNPM. Bol. 52).

COMO o Brasil vai enriquecer o seu urânio. **Máquinas e Metais**, São Paulo, 11(128):26-32, set. 1975.

EM 1981, Brasil terá seu urânio. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4(41): 11-17, jul. 1980.

OS EUA no nosso programa atômico? **Eletricidade Moderna**, São Paulo, 3(32):5, set. 1975.

MACIEL, Aluisio Castanho & CRUZ, Paulo Roberto. **Perfil analítico do tório e terras raras**. Rio de Janeiro, DNPM. 1973. 72 p. (Brasil. DNPM. Bol. 28).

Perfil analítico do urânio. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 70 p. (Brasil. DNPM. Bol. 27).

LE MARCHÉ mondial de l'uranium. **Études Économiques**, Paris, (5-6), mai-juin 1980.

PRODUÇÃO de tório no Brasil. **Comércio & Mercados**, Rio de Janeiro, 14(159):26-32, nov. 1980.

RAMOS, J.R. de Andrade. Possibilidades e perspectivas do urânio brasileiro. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 36 (334):36-41, out. 1972.

O URÂNIO em Minas Gerais. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, 3(24):12, nov. 1974.

URÂNIO; pesquisa e extração. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 5(56):46-53, jan. 1978.

Zinco-Chumbo

Aspectos gerais

Zinco

Descoberto pelo alquimista Paracelso, no século XVI, embora o latão (liga de zinco e cobre), fosse conhecido dos antigos, o zinco é um metal cujo peso atômico é 30 e a massa atômica 65,37. O nome deriva do alemão: Zink.

O metal é muito parecido ao cádmio, do ponto de vista químico, eis que é semelhante a constituição atômica de ambos. Com o decorrer do tempo, os dois são corroídos, ainda que lentamente, pela ação do ar. Por isso, aliás, nunca são encontrados livres na natureza, em estado puro.

Utiliza-se o zinco para revestir o ferro e protegê-lo da oxidação rápida. O aspecto malhado que apresenta o ferro galvanizado deve-se justamente à formação de grandes cristais de zinco. Também as hélices de navios são cobertas com faixas de zinco em sua superfície, de tal forma que este seja corroído no lugar do ferro (proteção catódica). Chapas de zinco se utilizam em baterias e em material de construção (calhas, telhados etc).

LIGAS

Ligas de zinco são utilizadas em carcaças de alto-falantes, placas de automóvel, em invólucros de pilhas de lanterna e outros. O latão é a mais conhecida de suas ligas, mas há outras, como por exemplo, com o ouro, resultando em ligas para joalheria.

Outra liga conhecida é a “zamak” (zinco, alumínio, cobre e magnésio), usada em forjaria e fundição.

O bronze é outra liga que utiliza o cobre e o zinco e, em menor proporção, o estanho. O zinco é usado também na formação do litopônio, um pigmento branco, formado pelas reações de sulfeto de zinco e sulfeto de bário.

De outros compostos do metal, o mais importante, do ponto de vista mineral, é o óxido de zinco, com o qual se faz o pigmento branco-da-china.

Na galvanização, o zinco é amplamente utilizado (aproximadamente 45% do consumo). A peça, após tratamento em ácidos, é imersa num banho de zinco fundido à temperatura de 430°-460°, que a protege contra a corrosão.

Chumbo

O chumbo, do latim plumbum, é metal usado há longo tempo. Pela sua durabilidade, durante séculos foi utilizado como o principal componente das canalizações.



Canos de chumbo, utilizados para escoamento das banheiras da Roma antiga, foram desenterrados, há pouco tempo, e encontrados ainda em condições de funcionamento.

Seu peso atômico é 82 e a massa atômica é 207,19.

Por ser resistente à corrosão, dúctil e maleável, fazendo com que seja fácil trabalhar com ele, o chumbo foi amplamente empregado na fabricação de tubulações de água.

UTILIZAÇÕES

Sua resistência ao ataque dos ácidos, exceto o nítrico, permite sua utilização no revestimento interno de recipientes.

O carbonato básico de chumbo (alvaiade), é um pigmento branco e o monóxido de chumbo (litargírio), um pó amarelo pálido, utilizado na preparação de óleos e vernizes, além de serem usados na fabricação de vidros finos para aumentar o índice de refração. Por sua vez, o minio, de cor laranja, se emprega como proteção à oxidação. Trata-se de um óxido (Pb₃O₄).

O chumbo é ainda usado na fabricação de munições, placas de baterias elétricas, folhas, chapas e cápsulas; como material de embalagem, revestimento de cabos elétricos e de comunicação telefônica, isolante acústico e outros. Na forma de chumbo tetraetila é adicionado à gasolina, em pequena quantidade, como substância antidetonante e para aumentar a eficácia dos motores.

Além desses empregos é utilizado amplamente em ligas, como chumbo-prata-cobre, que apresenta maior resistência à fadiga; chumbo-telúrio (0,05 a 0,1% de Te), que possui a propriedade de endurecer por trabalho mecânico, e é usada na indústria química; o chumbo-antimônio (6 a 8% de Sb), que torna o metal também mais duro; e como soldas, que são ligas chumbo-estanho, variando-se as proporções destas, de acordo com o trabalho a ser executado.

Finalmente, é utilizado como protetor contra radiações gama e na blindagem de raios-X, devido a sua alta densidade. Seu elevado peso atômico permite transformá-lo em excelente absorvente daquelas radiações.

Fluorita

A fluorita ou espatoflúor é um mineral de grande importância comercial, devido à necessidade de sua utilização na fabricação de aços.

Aproximadamente 50% da fluorita são consumidas na metalurgia como fundente, facilitando também a eliminação do fósforo e enxofre na escória, além de emprestar à mesma maior fluidez. É necessário, no entanto, um teor mínimo em CaF₂ de 85%.

A fabricação de ácido fluorídrico consome aproximadamente 28% da produção de fluorita, tendo emprego principalmente na indústria de alumínio.

A indústria de vidro consome também grande parte da produção, no fabrico de vidros opacos e opalescentes e na ótica, para correção de aberrações nas lentes.

É empregada, ademais, na esmaltação de utensílios domésticos e, mais recentemente, na forma de compostos orgânicos (por exemplo, o freon 12), em aparelhos de refrigeração, como agente dispersor de inseticidas e na separação de isótopos de urânio.

Vanádio

É um metal de densidade 6,1, empregado principalmente (aproximadamente 80%), em ligas, que adquirem maior resistência à tração e à fadiga e maior dureza, em proporções entre 1,0 e 1,25% de vanádio na composição.

Os aços endurecidos têm aplicação na fabricação de eixos, pistons, pinos e outras peças que envolvem força, choque e fadiga. Pequenas adições de vanádio nos aços ajudam na remoção do oxigênio e nitrogênio, além de dar maior uniformidade na granulometria. Nos aços rápidos, o vanádio aparece com proporções entre 4 e 5% e este metal está também presente em aços junto com o cromo, molibdênio e tungstênio e no ferro fundido, bronze e latão.

Pequenas proporções do minério de vanádio são destinadas à fabricação de catalizadores em substituição à platina, na indústria cerâmica, química, elétrica e de tintas.



Mineralogia

Zinco

Entre os principais minerais de zinco se destacam a esfalerita, a calamina, a zincita, a willemita, a wurtzita, a smithsonita e a franklinita. No entanto, a esfalerita e calamina colocam-se entre os principais minerais conhecidos.

ESFALERITA (BLENDA)

A esfalerita (ou blenda) é um sulfeto de zinco (ZnS) que se cristaliza no sistema isométrico, em formas tetraédricas e dodecaédricas. Geralmente contém o ferro e o manganês na sua estrutura e, algumas vezes, o cádmio, o mercúrio e raramente o chumbo e o estanho. Agregados mal formados e arredondados são também encontrados comumente geminados, podendo ser observados, por vezes, massas compactas ou botrioidais. A esfalerita apresenta cor marron e amarela, sendo branca quando o ferro está ausente. O brilho varia de não-metálico, resinoso ao submetálico, sua dureza é 3,5 a 4 e a densidade 3,9 a 4,1.

A proporção de zinco no minério é de 67,15% e a blenda pode ser reconhecida pelo seu brilho resinoso, clivagem perfeita, dureza baixa e densidade.

A esfalerita, que é o principal minério, é extremamente comum. Encontra-se geralmente associada à galena, podendo estar presentes a prata e o ouro e, em alguns depósitos de sulfetos, a calcopirita.

CALAMINA

A calamina é um silicato hidratado de zinco, cuja fórmula geral é $H_2Zn_2SiO_5$, onde ZnO participa com 67,5%; SiO_2 com 25,0% e H_2O com 7,5%. Trata-se de proporções teóricas. Pequenas quantidades de alumínio e ferro podem também estar presentes.

De cor branca, algumas vezes amarelada, azulada ou esverdeada, seu brilho é vítreo, a dureza varia de 4,5 a 5,0 e a densidade de 3,40 a 3,50. Apresenta cristais tabulares, geralmente em grupos ligados por suas extremidades, de formas piramidais, agrupamentos estes que lhe são característicos.

A calamina é um mineral de origem secundária, aparecendo associada à smithsonita, cerussita, limonita e outros minerais nas zonas de oxidação dos depósitos de sulfetos de chumbo e zinco. São conhecidos pseudomorfos de calamina em substituição à smithsonita, calcita, dolomita, fluorita, piromorfita e galena e pseudomorfos de willemita, malaquita, quartzo e outros minerais em substituição à calamina.

Chumbo

Apesar de constituir apenas 0,002% da crosta terrestre, são vários os minerais que contêm o chumbo na sua estrutura. No entanto, somente a galena e a cerussita são mais economicamente explorados..

- **Galena:** É um sulfeto de chumbo (PbS), geralmente contendo em sua estrutura a prata e, em menores proporções o zinco, cobre, cádmio, antimônio e bismuto. Raramente aparece o ouro. É um mineral de cor cinza, brilho metálico reluzente, apresentando clivagem perfeita. Sua dureza se situa entre 2,5 e 2,75 e sua densidade vai de 7,4 a 7,6. Pertence ao sistema isométrico, com cristais geralmente na forma de cubos e, algumas vezes, octaedros. Ela é facilmente reconhecida pela sua clivagem, densidade elevada, maciez e traço cinza do chumbo. Toda galena é parcialmente argentífera, ou seja, apresenta sulfeto de prata associado, sendo, porém, praticamente impossível distinguir, pelo simples aspecto externo do mineral, se ele contém ou não prata em sua estrutura. A galena pode alterar-se resultando vários minerais secundários de chumbo tais como cerussita, anglesita, piromorfita, mimetita etc.

Por outro lado ela já foi observada como pseudomorfo de cerussita, anglesita etc.

Esse mineral é um dos sulfetos metálicos mais amplamente distribuídos. É comum encontrar-se a galena em paragênese com a esfalerita (ZnS).

Os minerais metálicos mais freqüentemente associados à galena são: esfalerita, calcopirita, pirita, bornita, tetrahedrita, sulfossais de prata, chumbo e cobre. Já os minerais não-metálicos a ela associados mais freqüentemente são o quartzo, calcita, dolomita, barita, fluorita etc.

Ao oxidar-se por processos intempéricos, a galena se cobre de uma película de anglesita, que impede sua oxidação. Isso explica a presença desses minerais em zonas de acumulação de sedimentos argilosos e em depósitos aluvionares.

CERUSSITA

Já a cerussita é um carbonato de chumbo ($PbCO_3$) incolor, branco ou cinza de brilho adamantino, transparente a subtranslúcido, com dureza de 3 a 3,5 e densidade de 6,46 a 6,57. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico em cristais de formas variadas, tabulares, apresentando freqüentemente geminações.

É caracterizado pela alta densidade e brilho adamantino e por ser efervescente ao ataque de HNO_3 . Encontra-se geralmente em zonas de oxidação de minérios de chumbo e, como consequência de sua baixa solubilidade e estabilidade, em meios aquosos e aéreos, dificultam a posterior decomposição da galena. Está associada à galena, esfalerita (minerais primários), anglesita, piromorfita, smithsonita e limonita (minerais secundários).

Cobre

De peso específico 8,9, ponto de fusão $1.082^\circ C$, é um dos mais importantes metais não-ferrosos. Ocorre na crosta terrestre com uma freqüência de 45g/t, apresentando uma cor vermelha.

Os minerais de cobre mais freqüentemente encontrados são os seguintes:

- **Cobre nativo - Cu.** Cristaliza-se no sistema isométrico, com raros cristais regulares, geralmente com hábito cúbico, dodecaédrico e octaédrico. São comuns os agregados dendríticos e arborescentes, as formas em escamas e massas disformes. Sua cor é o vermelho-cobre, brilho metálico, dureza 2,5 a 3,0 e densidade 8,8 a 8,9, sendo característico deste mineral a sua ductibilidade e maleabilidade. É constituído pelo elemento cobre podendo, no entanto, apresentar a prata, ferro, bismuto, mercúrio, chumbo, arsênio e antimônio na sua estrutura. É encontrado mais amplamente nas partes inferiores das zonas de oxidação de depósitos de sulfetos de cobre, associados à cuprita (Cu_2O), malaquita e calcocita (Cu_2S).
- **Calcocita:** Cu_2S . É um sulfeto de cobre onde este participa com 79,8%, podendo apresentar na sua estrutura o ferro, a prata, o cobalto, o níquel, arsênio e o ouro. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em cristais raros e pequenos, geralmente tabulares, apresentando estrias paralelas maior, face a geminação. Sua dureza varia de 2,5 a 3,0, densidade 5,5 a 5,8, brilho metálico e cor cinza, às vezes coberta por "tarnish" azul ou verde. É um mineral formado a baixas temperaturas e ocorre associado à bornita e minerais hipógenos dos depósitos de sulfetos.
- **Covellita:** CuS . É um sulfeto de cobre, que se cristaliza no sistema hexagonal em cristais hexagonais e tabulares, muito raros. Geralmente é maciça, de cor azul-anil a azul-escuro, brilho metálico, às vezes iridescentes. É caracterizada pela cor, clivagem micácea, baixa dureza (1,5 a 2,0), e por associações a sulfetos de cobre. Apresenta densidade 4,60 a 4,76, mostra-se opaca e é encontrada em associações com a bornita, calcocita, calcopirita e enargita.

- **Calcopirita:** $CuFeS_2$. É um sulfeto de cobre e ferro, onde o principal elemento participa com 34,5%. Cristaliza-se no sistema tetragonal em cristais de hábitos tetraédricos e faces esfenóides, geralmente maciça. Sua cor é amarelo-latão, às vezes iridescente, brilho metálico e traço preto-esverdeado, propriedades que, associadas à baixa dureza (3,5 a 4), são diagnósticas do mineral. A calcopirita apresenta densidade de 4,1 a 4,3, é opaca e ocorre normalmente associada à pirita, pirrotita, esfalerita, galena, quartzo, dolomita e minerais de cobre.

- **Bornita:** Cu_5FeS_4 - É um sulfeto de cobre e ferro, às vezes com porcentagens de calcocita, variando a sua composição percentual. Cristaliza-se no sistema isométrico em cristais cúbicos, raros, geralmente maciça e de estrutura granular. Sua cor varia do bronze ao vermelho do cobre, brilho metálico a submetálico, dureza 3 e densidade 4,9 a 5,4. É encontrada associada a minerais de cobre em depósitos hipógenos e à calcocita e calcopirita.

- **Cuprita:** Cu_2O - É um óxido de cobre, no qual este participa com 88,8% da composição do mineral. Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais de hábitos octaédricos e raramente cúbicos ou dodecaédricos, geralmente em agregados finos ou maciços. Sua cor é o vermelho em várias tonalidades, traço vermelho-acastanhado, dureza 3,5 a 4,0 e densidade 5,85 a 6,15. Apresenta brilho adamantino a submetálico e são características diagnósticas sua cor, traço, forma cristalina, brilho intenso e associação paragenética. Esta associação é composta de limonita, cobre nativo, malaquita, azurita, crisocola e minerais secundários de cobre.

- **Malaquita:** $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ - Carbonato básico de cobre onde o CuO é 71,9% da composição. Cristaliza-se no sistema monoclinico, em massas estalactíticas de estrutura fibro-radiada, às vezes, granular ou terrosa. Apresenta cor verde intenso, brilho adamantino a vítreo, translúcida, dureza 3,5 a 4,0 e densidade 3,90 a 4,03. Caracterizado por sua cor, formas e por ser efervescente ao ataque de ácido clorídrico. É um mineral supérgeo encontrado associado com azurita, cuprita, cobre nativo, óxido de ferro e sulfetos de ferro e de cobre.

- **Azurita:** $Cu(CO_3)_2(OH)_2$ - É um carbonato básico de cobre, onde o CuO compõe 69,2% da composição. Cristaliza-se no sistema monoclinico, em cristais irregulares, geralmente agregados radiais e massas terrosas. Sua cor é azul-escuro, brilho vítreo, transparente a translúcido, sendo estas características e a sua efervescência ao ataque do ácido clorídrico os aspectos diagnósticos do mineral. Ocorre de forma semelhante à malaquita, apresentando a mesma mineralogia associada.

O cobre, além de usado na fabricação de ligas, como o bronze (cobre e estanho), o é na indústria elétrica, telefônica, telegráfica, automobilística, de eletrodomésticos, de munições, de tintas e inseticidas.

Fluorita

A fluorita é a principal fonte de obtenção de flúor, citando-se também a criolita, de ocorrência mais rara.

É um fluoreto de cálcio CaF_2 em que o flúor constitui 48,7% da composição química, podendo, no entanto, apresentar pequenas quantidades de cloro.

Cristaliza-se no sistema isométrico, em cristais de hábitos cúbicos, algumas vezes octaédricos ou dodecaédricos, geralmente em cristais ou massas suscetíveis de clivagem, a qual mostra-se perfeita. Sua dureza é 4,0, densidade 3,01 a 3,18, brilho vítreo e cores variadas: branca, verde-claro, amarelo, rosa, azul, castanho etc., ou faixas de cores variadas.

A fluorita é caracterizada pela forma de seus cristais, clivagem octaédrica, brilho, cor e por ser riscável com um canivete.

VANÁDIO

Os principais minerais de vanádio são os seguintes.:

- **Carnotita:** Apresenta fórmula química aproximada $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 2H_2O$, sendo as proporções das moléculas de água variáveis. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, na forma pulverulenta, algumas vezes em lâminas cristalinas e apresenta cor amarela. Ocorre como pó cristalino amarelado ou em massas fracamente coesas, misturadas com material quartzoso. É de origem secundária, derivada da alteração de minerais de urânio e vanádio.
- **Patronita:** Mineral de composição complexa contendo grandes porcentagens de sulfeto de vanádio, VS_4 . Com estrutura amorfa, cor preta, ocorrendo numa mistura complexa de substâncias minerais, entre as quais a quisqueita e a bravoita.
- **Roscoelita:** É uma moscovita, na qual o vanádio substitui o alumínio. Apresenta estrutura micácea, dureza 2,5, densidade 2,97 e cor marrom a marrom-esverdeado.
- **Vanadinita:** Apresenta fórmula química $3Pb_3V_2O_8 \cdot PbCl_2$, onde o pentóxido de vanádio constitui 19,4% da composição. O fósforo e o arsênio podem, às vezes, substituir o vanádio. Cristaliza-se no sistema hexagonal em cristais prismáticos, algumas vezes cavernosos, formas arredondadas ou em agrupamentos paralelos. Sua cor é vermelho-rubi intenso, amarelo-amarronzado ou marron-avermelhado, brilho resinoso nas superfícies de fratura e traço branco ou amarelo. Apresenta dureza 2,75 - 3,0, densidade 6,66 - 7,10 e é um mineral encontrado em depósito de chumbo alterado.
- **Descloizita:** Apresenta fórmula $2R_3V_2O_8 \cdot R(OH)_2$, em que R pode ser Pb ou Zn. Mostra pequenos cristais ortorrômbicos, geralmente em drusas, e também maciço, em fibras radiadas com superfícies mamelonares. Sua cor é vermelha a vermelha-amarronzada, dureza 3,5 e densidade 5,9 a 6,2. É um mineral de origem secundária, encontrado ocasionalmente em depósitos plumbo-zincíferos.

COBALTO

O cobalto é outro elemento menor, usado na fabricação de aços especiais que apresentam alta resistência ao desgaste a temperaturas elevadas, sendo por isso usado na fabricação de jatos. É usado também na preparação de ligas de alta dureza, tipo Stellite, e das de alta capacidade de imantação, tipo alnico. É usado também na composição da cor azul dos vidros, como pigmento em esmaltes cerâmicos e como catalizador.

Os principais minerais que apresentam o cobalto na sua estrutura são:

- **Cobaltita:** $CoAsS$ - Cristaliza-se no sistema isométrico em cristais de hábitos octaédricos, cúbicos, estriados, também granular, maciço a compacto. Sua cor é o branco-prata, chegando a tons rosados, brilho metálico, traço cinza-preto, dureza 5,5 e densidade 6,0 a 6,33. A cobaltita pode apresentar o ferro em proporções consideráveis na estrutura, bem como o níquel, formando uma série isomórfica entre a cobaltita e gersdorfta. Associa-se a sulfetos e arsenietos de níquel.
- **Esmaltita:** $CoAs_{2-3}$ - Arsenieto de cobalto, que se cristaliza no sistema isométrico em cristais maciços e formas reticuladas. Sua cor é o branco-estanho, brilho metálico, dureza 5,5 a 6,0 e densidade 5,7 a 6,8. Geralmente, o níquel está presente associado ao cobalto, formando compostos variados entre a esmaltita e a cloantita, um arsenieto de níquel.

Os minerais associados mais frequentes são cobaltita, arsenopirita, pirrotita, quartzo etc.

- **Lineita:** Co_3S_4 - Um sulfeto de cobalto onde o níquel pode estar presente, já foi referido no capítulo deste elemento. Este mineral apresenta 53% de Co na composição química teórica.
- **Saflorita:** $CoAs_2$ - É semelhante à esmaltita, mas geralmente com proporções consideráveis de ferro e níquel. Cristaliza-se no sistema ortorrômbico, em cristais semelhantes a arsenopirita, geralmente maciça, dureza 4,5 a 5,0 e densidade 6,9 a 7,3. Sua cor é o branco-estanho e ocorre associada a minerais de cobalto e níquel, calcopirita, esfalerita, calcita, dolomita etc.
- **Carrolita:** Co_2CuS_4 - Apresenta 12% de Co na composição e é uma mistura de lineita com pequenas proporções de cobre, ferro e níquel, estando intimamente intercrescido com sulfetos de cobre.
- **Heterogenita:** $Co_2O_3H_2$ - Apresenta 63% de Co na composição, estrutura amorfa em massas globulares ou reniformes, provavelmente como alteração da esmaltita.
- **Asbolana:** É uma mistura de óxidos de cobalto, níquel e manganês $m(Co, Ni)O \cdot nMnO_2 \cdot nH_2O$ com proporções de Co que variam de 4 a 32%.

ANTIMÔNIO

Embora seja um metal menor, o antimônio é de grande importância na indústria moderna. É usado na fabricação de diversas ligas com o chumbo e estanho, permitindo que esses elementos tenham aplicações que não seriam possíveis sem a presença do antimônio.

Algumas ligas têm emprego na fabricação de munições, mancais, impressoras tipográficas. Também participa nos metais Britania (Pb-Sb-Cu), Queen (Sn-Sb-Cu-Zn), e Sterline (Cu-Sb-Zn-Fe), e na preparação de fogos de artifícios, fósforos e cápsulas detonantes.

O principal mineral de antimônio é a estibnita (Sb_2S_3) um trissulfeto de antimônio, às vezes com ouro ou prata na estrutura.

Cristaliza-se no sistema ortorrômbico em cristais de hábitos prismáticos, colunares, com estrias verticais. Às vezes em agregados radiados, ou em formas de fibras emaranhadas. Sua cor é cinza-chumbo ao preto, brilho metálico intenso, dureza 2 e densidade 4,52 a 4,62.

Mostra-se, geralmente, associado ao quartzo, outros minerais de antimônio, galena, esfalerita, minérios de prata, pirita, barita, calcita, cinábrio, realgar, ouro etc.

CÁDMIO

O único mineral de minério de cádmio é a greenockita, um sulfeto de cádmio- CdS , que se cristaliza no sistema hexagonal, em cristais pequenos e raros, prismáticos ou em formas piramidais aguda. Geralmente é pulverulento e terroso.

Sua cor é o amarelo, variando até o alaranjado, brilho adamantino e resinoso, dureza 3 a 3,5 e densidade 4,9 a 5,0. São diagnósticos do mineral sua cor, forma e desprendimento de H_2S de forte odor e por estar associado a minério de zinco, principalmente esfalerita e wurtzita.

O cádmio é empregado na galvanoplastia, formando um revestimento ao ataque químico, usado em peças de automóveis e aviões e aparelhos eletrodoméstico. É usado também na constituição de certas ligas com o cobre e a prata, por exemplo, como estabilizante de materiais plásticos, na fabricação de baterias elétricas (Ni-Cd) e em controle de reatores atômicos.

Outro mineral que apresenta o cádmio na estrutura é o cádmio óxido CdO , que se cristaliza no sistema isométrico em cristais octaédricos, presente como uma película de cor preta e brilho metálico intenso sobre a calamina. É um mineral muito raro.

Ocorre com o zinco em Vazante e Paracatu (Minas Gerais).

Geologia

Gênese e tipos de depósitos

Os sulfetos galena e blenda (esfalerita) são os mais comuns minerais-minério de Pb e Zn, respectivamente.

A galena comumente contém prata em teores variando entre 10 mg/g e 100 mg/g, chegando, excepcionalmente, até 1%. A galena argentífera é normalmente um intercrescimento de sulfetos de Pb e Ag, usualmente acompanhados por algum arsênio ou antimônio. O cádmio é encontrado na esfalerita com até cerca de 2%, na forma de greenockita (isomorfo da esfalerita), que constitui, aliás, a principal fonte de cádmio. Vários outros minerais substituem o zinco na blenda. Ambos, galena e blenda, podem conter pequenas porções de Te e Se, em lugar do enxofre.

Zn e Pb são transportáveis em soluções cloretadas até sob baixa temperatura e é provável que ocorra deposição quando tais soluções encontram com soluções sulfurosas. Os dois metais podem, igualmente, ser transportados como complexos polissulfetos em solução, de onde são precipitados como sulfetos, por resfriamento.

Na zona de intemperismo, o zinco é normalmente mais solúvel, mas, algumas vezes, preservado como carbonato (Smithsonita), ou silicato (hemimorfita). O chumbo também pode ser preservado como carbonato (cerussita), ou sulfato (anglesita) e, em algumas localidades, como minerais complexos contendo vanádio, fósforo e arsênio.

Os depósitos podem ser divididos em estratiformes, stratabound, em ambientes vulcânicos, em veios hidrotermais e de substituição e em depósitos oxidados.

DEPÓSITOS ESTRATIFORMES

Compreendem vários depósitos de Zn e Pb com pequenas diferenças entre um e outro, e apenas imprecisamente, de modo que podem ser considerados como um único tipo. Em geral, são constituídas por camadas e lentes regulares de sulfetos.

O maior depósito trabalhado do mundo (Broken Hill) é uma seqüência altamente deformada de lentes, em uma série de rochas metamórficas de alto grau (anfíbolitos, sillimanita-granada, gnaisses e metataconitos). O metamorfismo e a deformação tornam a compreensão daquele depósito muito difícil, mas a maioria das evidências sugere que, originalmente, tratava-se de um depósito estratiforme em uma seqüência de sedimentos.

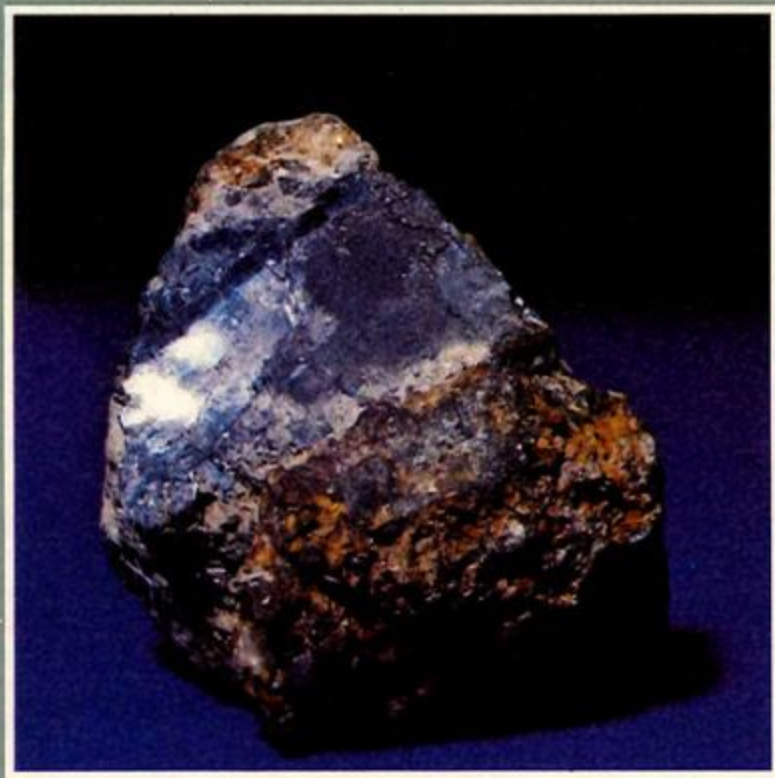
Um pouco menos modificado é o depósito de Mount Isa, em Queensland, que, em adição às zonas de mineralização estratiformes de sulfetos de Pb-Zn, apresenta uma grande zona de dolomito silicoso rico em cobre.

Sullivan, na Columbia Britânica, é outro grande depósito de Pb-Zn, rico em Ag e Cu. Também é estratiforme (com modificações), cercado por encaixantes alteradas, que sugerem um parentesco vulcânico, ocorrendo em ambiente pouco comum, numa seqüência espessa de sedimentos clásticos de água rasa.

DEPÓSITOS STRATABOUND E RELACIONADOS EM SEDIMENTOS

Trata-se de um grupo mal-definido de depósitos que, em sua maior parte, se encontram em sedimentos carbonatados, amplamente distribuídos no mundo em áreas de plataforma. Alguns são quase estratiformes, mas a maioria está em zonas irregulares, mineralizadas em sulfetos de Pb e Zn, confinadas em camadas e unidades específicas.

A mais importante área conhecida é a plataforma no centro da América do Norte, incluindo os distritos de Pine Point, Tri State e o Leste de Missouri. Outras áreas importantes se situam no Oeste da Europa e no Norte da África, onde ocorrem distritos na Irlanda, França, Espanha e Marrocos.



ZINCO - CHUMBO

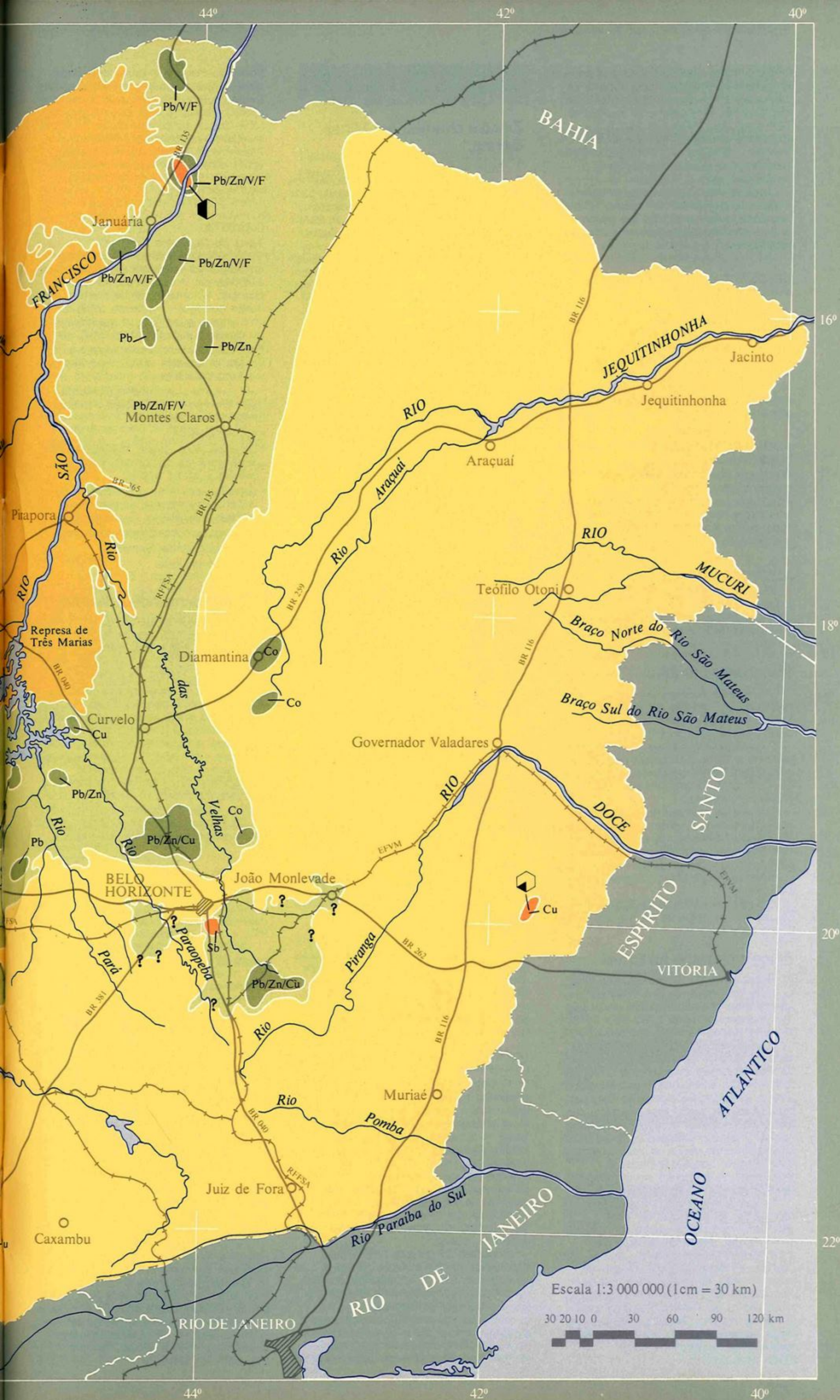
Antimônio (Sb), Cádmio (Cd),
Chumbo (Pb), Cobalto (Co),
Cobre (Cu), Flúor (F), Vanádio
(V), Zinco (Zn).

- Área com recursos reais
- Área promissora
- Área favorável
- Área não favorável
- Área com dados insuficientes

Quantidade de jazidas, minas e/ou garimpos

- | | | |
|--|--|---|
| 1 | 3-4 | 8-10 |
| 2 | 5-7 | > 10 |

- Curso d'água
- Rodovia
- Ferrovia
- Limite de Estado
- Capital
- Cidade



Quase todos estes depósitos aparecem em rochas do Pré-cambriano Superior ao Mesozóico e em rochas carbonáticas de clima quente, freqüentemente associados com evaporitos. Alguns se associam a províncias vulcânicas. Tais depósitos mostram variações na morfologia, tamanho, mineralogia e relacionamento com as encaixantes.

A barita e fluorita ocorrem em alguns deste depósitos. Depósitos maiores de tais elementos, usualmente com um pouco de zinco e chumbo, aparecem em ambientes semelhantes.

DEPÓSITOS EM AMBIENTES VULCÂNICOS

Grande número de depósitos sulfetados de Pb-Zn, usualmente com cobre e ferro, aparece em seqüências vulcânicas. Provavelmente, os depósitos melhor conhecidos são os de Kuroko do terciário submarino, no "island-arc" vulcânico do Japão. Tais depósitos parecem ser características das zonas externas do ambiente "island-arc".

VEIOS HIDROTERMAIS E DEPÓSITOS DE SUBSTITUIÇÃO

Grande quantidade de minério de Pb-Zn é encontrada em veios ou em depósitos de substituição, ao redor de "stocks" ígneos, nas mais jovens cordilheiras. Vários depósitos de cobre-pórfiro têm zonas externas mineralizadas em Pb-Zn.

DEPÓSITOS OXIDADOS

Resultam da oxidação de minério sulfetado, por ação intempérica. Os exemplos típicos são os depósitos zincíferos de Vazante (MG), e de Osgensburg (New Jersey).

Panorama mundial - (Zn e Pb)

As reservas mundiais de zinco são da ordem de 240 milhões de toneladas de Zn contido. Canadá, Estados Unidos e Austrália detêm, juntos, mais de 50% desse total. Outros países com reservas consideráveis são Peru e México. Os países de economia centralizada detêm, aproximadamente, 10% das reservas de zinco e 17% das reservas de chumbo no mundo.

As reservas mundiais de chumbo situam-se em torno de 157 milhões de toneladas de Pb contido, sendo que os Estados Unidos, Austrália e Canadá contam com mais de 50% desse total. Outros países com reservas consideráveis são o México, Iugoslávia, Peru e Espanha.

A quase totalidade dessas reservas (Pb + Zn), são provenientes de depósitos sulfetados.

Zinco e chumbo no Brasil

Bahia, Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Goiás e Rio Grande do Sul detêm a totalidade das reservas nacionais de Zn e Pb, que alcançam cerca de 1.700 mil e 314 mil toneladas de metal contido, respectivamente.

A mina de Boquira, na Bahia, é o principal depósito de chumbo em produção do País. Situa-se em um conjunto de rochas metamórficas do Pré-Cambriano Superior (Grupo Santo Onofre, Formação Boquira), constituídas por quartzitos puros, micaxistos, anfíbolitos ferríferos, mármore e vulcanitos ácidos. O minério sulfetado de Pb e, secundariamente, de Zn, se dispõem em três filões (Pelado, Sobrado e Cruzeiro), encaixados em anfíbolitos em formações ferríferas bandeadas anfíbolíticas.

As jazidas do Vale da Ribeira (Paraná - São Paulo) se constituem de veios lenticulares, em fraturas paralelas (remobilização deposição de soluções hidatogênicas nos calcários do Grupo Açungui, ao redor de granitos intrusivos - Melcher, 1968). As mineralizações são de Pb e Zn, associados a Cu, Au e Ag. As principais minas são as de Pannels, Furnas, Ribeirão da Rocha, Braço da Pescaria e Perau. Nesta última, ocorrem Pb, Zn, Cu e Ba de origem sedimentar, associados a brechas intraformacionais.

Deve mencionar-se ainda os depósitos em Caçapava do Sul (Zn com Pb, Ag, Co, Mo e Cd), e em Palmeirópolis, Goiás.

Zinco e chumbo em Minas Gerais

As faixas de Vazante e Paracatu concentram a quase totalidade das reservas plumbo-zincíferas do Estado e grande parte da reserva nacional, especialmente para zinco. Os depósitos se localizam em rochas carbonatadas do Grupo Paranoá (Bez, Couto, 1981).

As reservas medidas são de 19 milhões de toneladas de zinco e 13,5 milhões de toneladas de chumbo (ver item ECONOMIA)

Geologia local

DEPÓSITO DE VAZANTE

Os depósitos de Vazante (Mineira e Ingá), se constituem de calamina e willemita, originados de decomposição de sulfetos encaixados na seqüência de Vazante, constituída ali por dolomitos com estromatólitos, dolarenitos e brechas. Existem dois tipos de mineralizações dispostas em duas faixas grosseiramente paralelas:

- **faixa ocidental:** hematita-willemita com sulfetos, com 5 a 20 m de espessura, paredes verticais (planos de falhas);
- **faixa oriental:** bloco entre falhas, de xistos carbonáticos, com mineralização de calamina.

Segundo Dardenne (1979), a mineralização primária foi remobilizada sob forma de blenda, galena e hematita, dentro das falhas normais longitudinais, com posteriores alterações supergenéticas, traduzida pela aparição de crostas silicosas e pela formação de silicatos de zinco hidratado. As reservas são da ordem de 6 milhões de toneladas a 20% de Zn.

Outras ocorrências desse tipo estão em Lapa Nova (prolongamento da jazida da Mineira), Cercado (município de Vazante), e Serra do Ambrósio (Paracatu).

DEPÓSITO DE MORRO AGUDO (PARACATU)

Localizado no "back-reef" do bioherma do Morro do Calcário (dolomitos com estromatólitos, dolarenitos e brechas), na seqüência de Vazante. A mineralização se constitui de corpos lenticulares, estratiformes, com espessuras variáveis, dentro das camadas dolareníticas e, secundariamente, nos níveis de brechas. Formada por sulfetos de Pb e Zn (razão Pb/Zn de 2/3), com algum cádmio e muita pirita, possui granulometria fina (exceto nas remobilizações em vênulas e "amígdalas").

As reservas deste depósito são de 13.560.000 toneladas de minério de zinco a 5,18%, correspondendo a 702.000 toneladas de metal contido, e 202.000 toneladas de metal contido para o chumbo. Outras reservas menores existem na região, e estão sendo incorporadas à jazida de Morro Agudo ou estudadas por companhias particulares.

DEPÓSITOS DE JANUÁRIA - ITACARAMBI - MONTALVÂNIA

Constituídos por vários depósitos pequenos, associados às rochas calco-dolomíticas do Grupo Bambuí. O zinco e chumbo aparecem, preferencialmente, na forma de sulfetos (esfalerita e galena), localmente alterados, à willemita, hidrozincita e cerussita. Estas mineralizações são acompanhadas por minerais comuns à sua paragénesis (fluorita, barita, vanadinita, oxidados de cobre etc.). As ocorrências são constituídas por lentes ou bolsões cársticos interestratificados, geralmente em dolomito sacaróide, rosado.

Roberbon J.F. propõe uma gênese hidrotermal para os minerais primários, que se encaixam em um horizonte determinado. Cassedane (1970) defende a tese de que teria havido uma remobilização e concentração diagenética dos elementos já existentes nas rochas e, portanto, com um controle faciológico determinante. As principais ocorrências deste distrito são:

Serras do Boquete e Umburana (zinco, chumbo, prata, fluorita e calcita), Cantinho (zinco, chumbo, prata, minerais de vanádio e fluorita), Fábão (fluorita, zinco e chumbo), Mina Grande (zinco, chumbo e oxidados), Janelão (zinco, chumbo, fluorita e barita), e Zezinho-Joel (fluorita, chumbo e zinco). Vários desses depósitos são trabalhados rudimentarmente, devido ao pequeno volume de minério.

FLUORITA

Tipos de Depósitos

O flúor é um elemento-traço comum em muitas rochas, ocorrendo na apatita, micas, anfíbólios etc. A fluorita, seu mineral principal, é normalmente hidrotermal, que muitos geólogos consideram como tendo uma origem ígnea. São os seguintes os principais tipos de depósitos de fluorita:

- fluorita disseminada ou em "patches" na matriz de granitos, riolitos e pórfiros quartzo-feldspáticos;
- em zonas de graissens, em geral como acessório de mineralizações de estanho, molibdênio e tungstênio;
- em carbonatitos;
- em veios, filões, "pipes", disseminações e stockworks em carbonatos, folhelhos, arenitos e ígneas ácidas;
- depósitos estratiformes, principalmente em calcários (substituição de carbonatos), e arenitos (substituição do cimento);
- na ganga de outros depósitos minerais;
- depósitos de fontes termais e
- depósitos residuais.

Panorama mundial (fluorita)

As reservas mundiais são de 605 milhões de toneladas de CaF_2 contida, sendo que a África do Sul detém 26% destas, os EUA 19,3%, México 11%, seguidos pelo Reino Unido, URSS, França, Tailândia, Itália etc.

Citam-se como exemplos os depósitos do distrito San Bernardino (EUA), relacionados a carbonatitos, os depósitos do território Noroeste (Canadá), disseminações e "patches" em granitos, depósitos do distrito de Illinois - Kentucky (EUA), com a fluorita disposta em veios ou em depósitos estratiformes de substituição, os depósitos franceses em veios com calcedônia, barita e quartzo, os da Grã-Bretanha em veios com Pb, Zn, barita e calcita e os do México, com a fluorita preenchendo falhas.

Fluorita no Brasil

O Brasil possui apenas 0,2% das reservas mundiais, sendo que Santa Catarina detém 56% das reservas nacionais, o Paraná 29% e o Rio de Janeiro 15%.

Os depósitos catarinenses são constituídos por veios de poucos centímetros a 11 m, encaixados em rochas graníticas e, subordinadamente, em rochas sedimentares do Grupo Itararé. A origem destes depósitos é hidrotermal de baixa a média temperatura (limite máximo 300°C), com preenchimento de fraturas, no cretáceo.

Além do Paraná e Rio de Janeiro (veios e vênulas), preenchendo fraturas em zona de falha da encaixante alcalina, citam-se as ocorrências da Bahia (associada com Pb, Zn e Ag), Ceará (veios em gnaisses), Paraíba (estratiforme em calcário), Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte.

Fluorita em Minas Gerais

Não se tem reservas de fluorita no Estado, apenas várias ocorrências relacionadas aos carbonatos do Grupo Bambuí e raras no Quadrilátero Ferrífero.

Em Montalvânia tem-se fluorita em pequenas lentes intercaladas em dolomitos, associada com chumbo, zinco e prata. Em Itacarambi (Fábão), ocorre como lentes intercaladas em dolomito sacaróide, com galena e esfalerita associadas. Existem outras ocorrências menores na região de Januária, Formoso, Vazante etc. Outras ocorrências localizam-se no Quadrilátero Ferrífero (Sabará) e no Serro.

Não se enquadram aqui as reservas de flúor contidas nas fluor-apatitas das jazidas de fosfatos.

VANÁDIO

É trabalhado em depósitos formados por intemperismo ou depósitos sedimentares. Maiores depósitos: Peru, EUA e Rodésia.

No Brasil tem-se as reservas de Campo Alegre de Lourdes (BA), recém-descobertas, com o vanádio associado ao Fe e Ti, já tendo sido detectadas 112 milhões de toneladas de minério com teores de 21,1% TiO₂, 075% de V₂O₅ e 47,4% de Fe.

Em Minas Gerais têm-se as ocorrências de descloisita e vanadinita na região de Januária - Itacarambi.

COBALTO

As principais reservas de cobalto do mundo situam-se na Zâmbia, Rodésia, Estados Unidos, Marrocos e Canadá, sendo explorado como subproduto da extração do cobre, principalmente, do chumbo e zinco, do ouro ou da prata.

O Brasil importa o cobalto que consome, estando sendo implantado em Anicuns (GO), o projeto Americano no Brasil, que visa a exploração do depósito de sulfetos de níquel, cobre e cobalto. As reservas de cobalto contido são 1.800 t, sendo que o cobalto não está individualizado em um mineral próprio, estando na estrutura da pentlandita e da pirrotita. A jazida é constituída por mineralização maciça e disseminada em rochas ultrabásicas.

ANTIMÔNIO

A maior parte dos depósitos de antimônio são formados por soluções hidrotermais, ocorrendo em veios, filões ou em depósitos de substituição. As principais jazidas mundiais estão na China, México e Bolívia.

O Brasil não possui grandes reservas. Em Minas Gerais tem-se ocorrências no Quadrilátero Ferrífero: associado aos dolomitos Gandarela em disseminações, veios e amas (Morro do Bule - Ouro Preto e Águas Claras - BH), ou aos dolomitos Fecho do Funil, associado ao cobre e arsênio (Córrego do Eixo).

COBRE

Os depósitos de cobre podem ser separados nas seguintes classes, segundo sua origem:

- **magmáticos:** depósitos do Pré-Cambriano do Canadá e Escandinávia e depósitos de cobre-níquel de Sudbury (Canadá), e Noril'sk (URSS);
- **metamorfismo de contato:** depósitos de Morenci (EUA);
- **formados por soluções hidrotermais:** substituição (em filões, corpos maciços ou disseminados - cobre - pórfiros que são relacionados a fases hidrotermais tardias de intrusões ígneas, por exemplo: Bingham Canyon (USA), e Chuquicamata (Chile), ou preenchendo cavidades.
- **sedimentar** (associado a folhelhos carbonosos ou carbonáticos), por exemplo: Copperbelt na África (Zâmbia). O cobalto é encontrado em depósitos deste tipo, que constituem sua fonte principal.
- **oxidação:** superficial e enriquecimento supergênico.

A maior parte das reservas mundiais é de depósitos tipo cobre-pórfiro. O Chile (19,7%), e Estados Unidos (18,7%) detêm as maiores reservas de cobre, que montam a 493 milhões de toneladas de metal contido. Outros países com reservas importantes são URSS (7,3%), Zâmbia (6,9%), Canadá (6,5%), e Peru (6,5%).

As reservas brasileiras são de 10 milhões de toneladas e se localizam na Bahia (Caraíba), Goiás (Mara Rosa), Rio Grande do Sul (Caçapava do Sul e Lavras do Sul), Ceará (Viçosa do Ceará), São Paulo (Itapeva), e Paraná (Adrianópolis). As mais importantes reservas brasileiras se localizam, no entanto, no Pará (Serra dos Carajás), com uma reserva parcial de 1,2 bilhões de toneladas, com teores de cobre entre 0,5 - 1%. As pesquisas continuam para a avaliação final da jazida, tanto para o volume de minério quanto para o processo minero-metalúrgico, objetivando seu aproveitamento.

Minas Gerais ainda não possui grandes reservas conhecidas de cobre, podendo citar-se pequenas ocorrências no Grupo Paranoá no Noroeste do Estado (Paracatu e Formoso), e no Quadrilátero Ferrífero

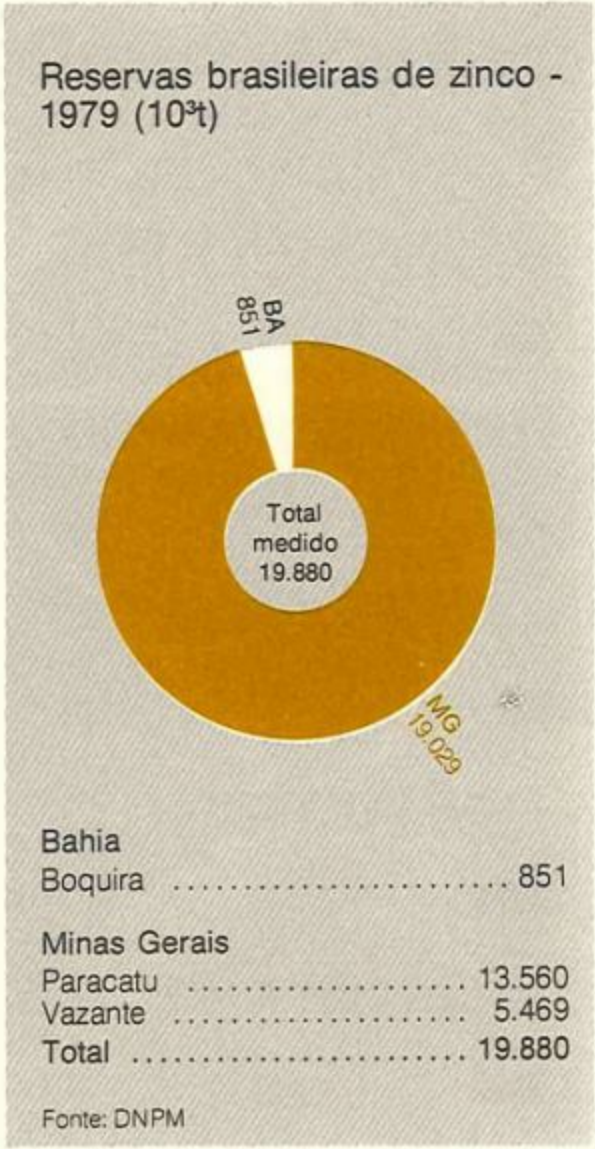
Economia

Reservas de zinco em Minas Gerais

Minas Gerais detém, como se disse, os maiores depósitos de minério de zinco do País, nas regiões de Paracatu e Vazante. Perfazem uma reserva medida de 19 milhões de toneladas, o que representa praticamente as reservas totais do País, da ordem de 19,8 milhões de toneladas.

A jazida de Paracatu, pertencente à Mineração Morro Agudo, deverá iniciar a produção de concentrado em meados de 1983.

As reservas da Bahia referem-se ao zinco associado ao minério de chumbo da região de Boquira, sendo, como se disse, do tipo sulfetado.



Produção

As únicas empresas que operam integralmente as atividades de lavra, concentração e refino do minério silicatado de Vazante, são a Companhia Mineira de Metais e Companhia Industrial e Mercantil Ingá.

Em 1980, a Companhia Paraibuna de Metais iniciou produção, com 21.000 t de zinco, operando apenas na fase metalúrgica. A usina absorve a pequena produção de concentrado de Boquira, completando suas necessidades com minério importado.

A produção brasileira de minérios de zinco atende suficientemente ao setor metalúrgico, enquanto a demanda do metal é suprida pelas importações, conforme se observa no gráfico ao lado.

Em 1979, a Companhia Mineira de Metais produziu 80% do total, e os outros 20% foram minerados pela Mineração Areense.

Naquele ano, do total produzido no Estado, 14% destinaram-se ao Rio de Janeiro e o restante permaneceu no próprio Estado.

Demanda

O consumo aparente de concentrado de zinco no período de 1970/1979, elevou-se a uma taxa média anual de 3,5%. Esse consumo está diretamente ligado à capacidade de fusão das metalúrgicas existentes. Em 1979 e em 1980, o aumento no consumo foi significativo devido ao aproveitamento de minério de mais baixo teor

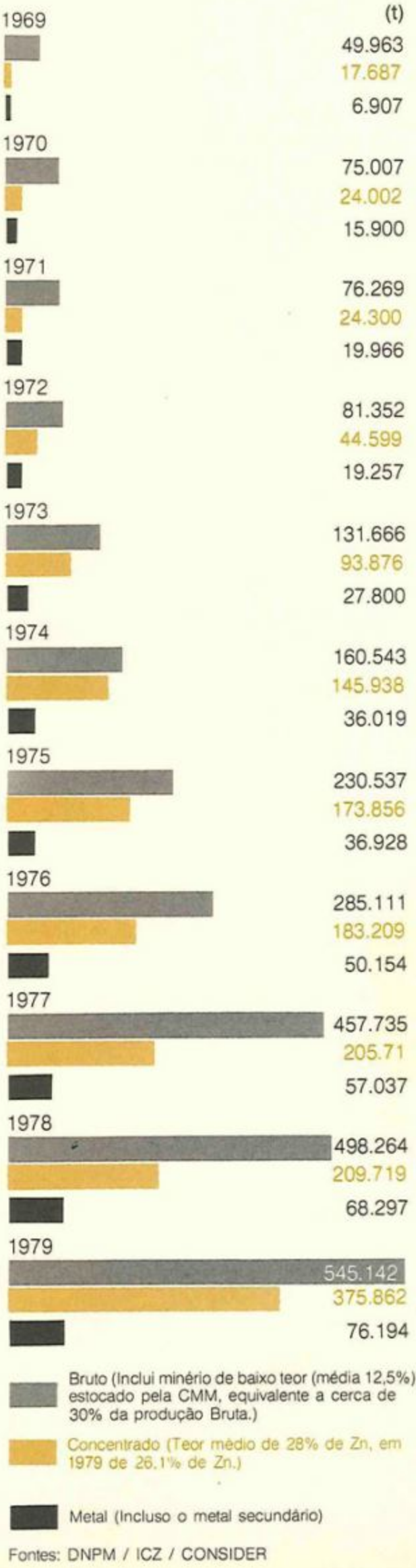
pela Companhia Mineira de Metais - CMM e, também, devido à entrada em operação da Companhia Paraibuna de Metais.

Importações/Exportações

O panorama nacional do zinco metálico mostrou-se deficitário ao longo do período 1970/1979, atingindo em 1979 a cifra de US\$ 46 bilhões CIF, de importação. Isso corresponde a um volume de 60 mil toneladas, enquanto a exportação apresentou-se mais modesta, totalizando, em 1979, 133 toneladas, resultando em US\$ 182 mil FOB.

A previsão do CONSIDER é de que, a partir de 1982, o déficit será crescente, partindo de 18 mil toneladas, naquele ano, para chegar a 93 mil em 1986, quando o Brasil estará consumindo cerca de 255 mil toneladas de zinco e produzindo apenas 162 mil toneladas.

Produção brasileira de zinco - 1969/79



Perspectivas

As reservas atuais medidas de zinco situam-se em níveis semelhantes ao de 1977, não tendo sido registrada nenhuma descoberta importante nos últimos anos. E, aos níveis atuais, sem levar em conta acréscimos devidos a descobertas ou reavaliações, as reservas atenderiam a uma produção prevista para onze anos.

O Brasil não é grande produtor de zinco, nem existem grandes possibilidades de vir a sê-lo, a curto prazo, pois o minério nacional tem sido suficiente apenas para atender ao parque metalúrgico. Em contrapartida, em termos desse metal, apesar da participação do produto nacional no consumo interno ter crescido, o País depende muito da importação.

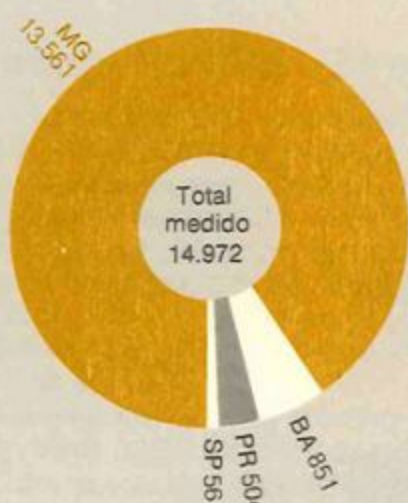
Reservas de chumbo

As reservas oficiais medidas de chumbo situam-se em níveis semelhantes aos de 1977. Até 1979, tais reservas eram de 14,9 milhões de toneladas de minério, com um total de 314.000 toneladas de metal contido.

Cerca de 90% destas reservas encontram-se em um único jazimento no município de Paracatu (MG). A mineração, porém, deverá iniciar sua produção em meados de 1983.

As reservas de Boquira, na Bahia, e em Adrianópolis, no Paraná, que apresentam minérios de teor mais elevado, são as únicas jazidas atualmente em exploração no País. Estão, porém, em adiantada fase de exaustão.

Reservas brasileiras de minério de chumbo - 1979 (10³t)



Fonte: DNPM/DEM

Produção

O período de 1969 a 1979, revela uma produção descendente, tanto de minério quanto de concentrado, conforme se observa na série histórica no gráfico ao lado.

São duas as empresas que controlam a produção brasileira de minério de chumbo, de concentrado e de metal: A Mineração Boquira/COBRAC, e a Plumbum, localizadas nos Estados da Bahia e Paraná, respectivamente. Em Minas Gerais, a Cia. Mineira de Metais produziu somente 2 toneladas em 1979.

Demanda

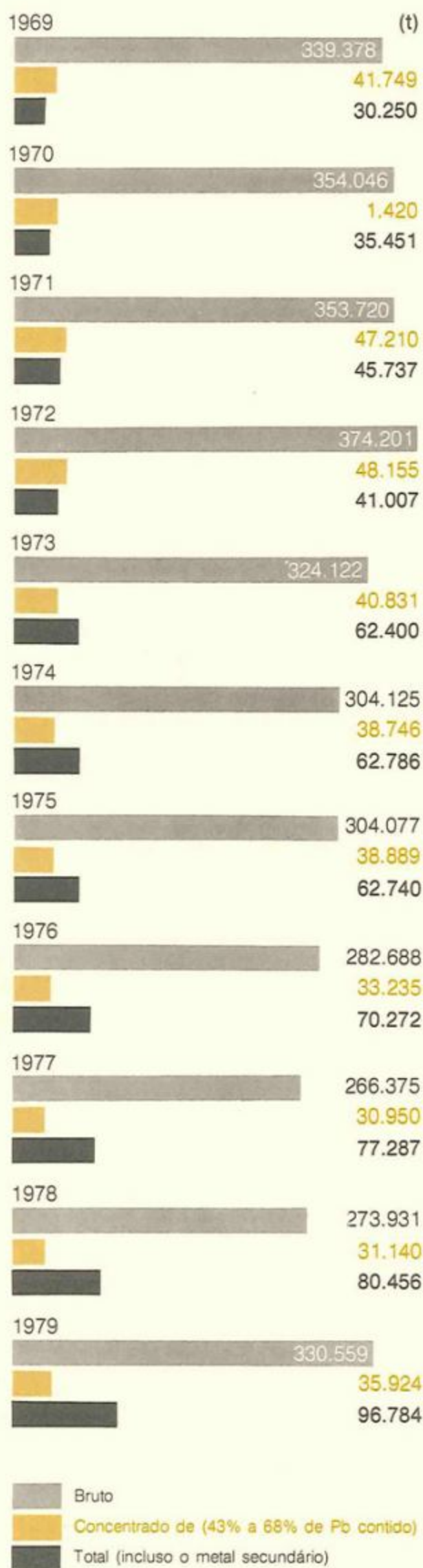
A demanda interna de concentrado e de chumbo metálico cresceu a uma taxa superior à produção, no período 1970/79. Isso exigiu a participação da importação para suprimimento do consumo interno. No tocante à compra externa ao concentrado, em 1979, se situou em torno de 55%, enquanto no que se refere ao metal houve um decréscimo nas importações.

Importação/Exportação

O gráfico de comércio exterior de concentrado e chumbo metálico apresenta a situação deficitária, do período de 1970/79, excetuando-se os anos de 1970 e 1971, quando não foram registrados dados de importação de concentrado.

A razão dessa dependência é a escassez progressiva do minério nacional de alto teor acentuada a cada ano.

Produção brasileira de chumbo - 1969/79



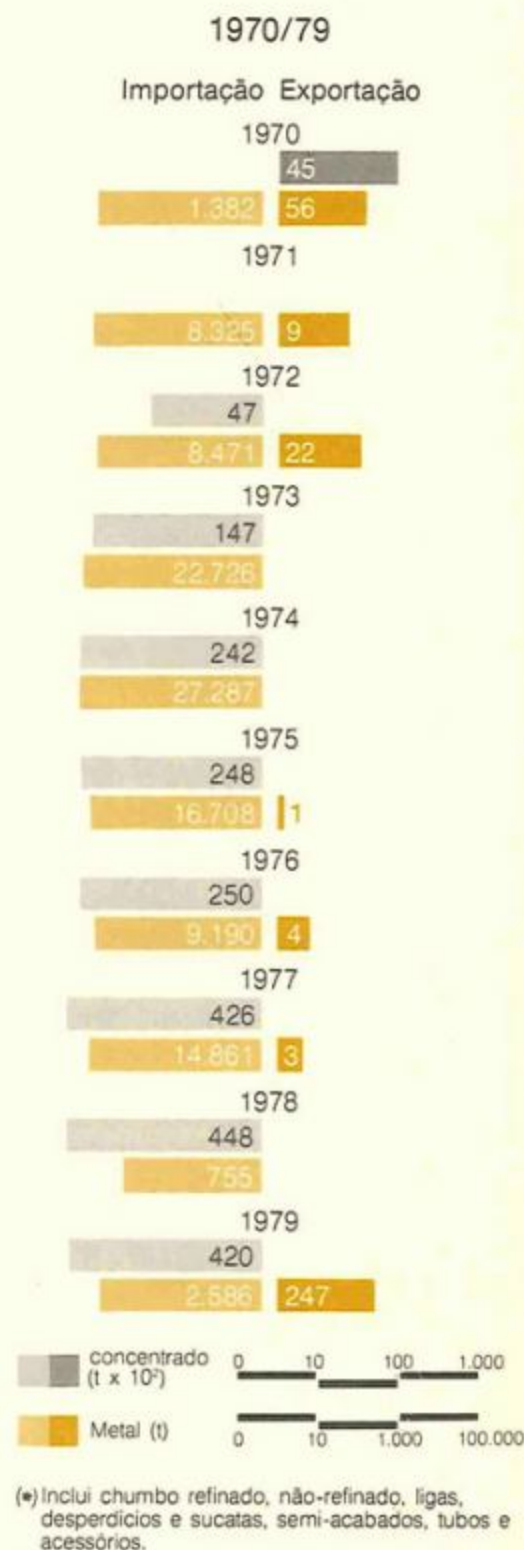
Fontes: DNPM / ICZ / CONSIDER

Perspectivas

Caso não sejam descobertos novos depósitos minerais economicamente exploráveis, as perspectivas são de crescimento considerável nas importações, principalmente de concentrado, para abastecimento das usinas metalúrgicas nacionais.

Entretanto, existem perspectivas de a produção nacional experimentar crescimento, como resultado da ampliação da capacidade instalada das empresas atualmente em operação - COBRAC e Plumbum - e, principalmente, pela implantação do complexo de Morro Agudo. Este contribuirá com cerca de 10% da oferta nacional de concentrado.

Comércio exterior de concentrado e chumbo metálico



Fonte: CACEX/CIEF

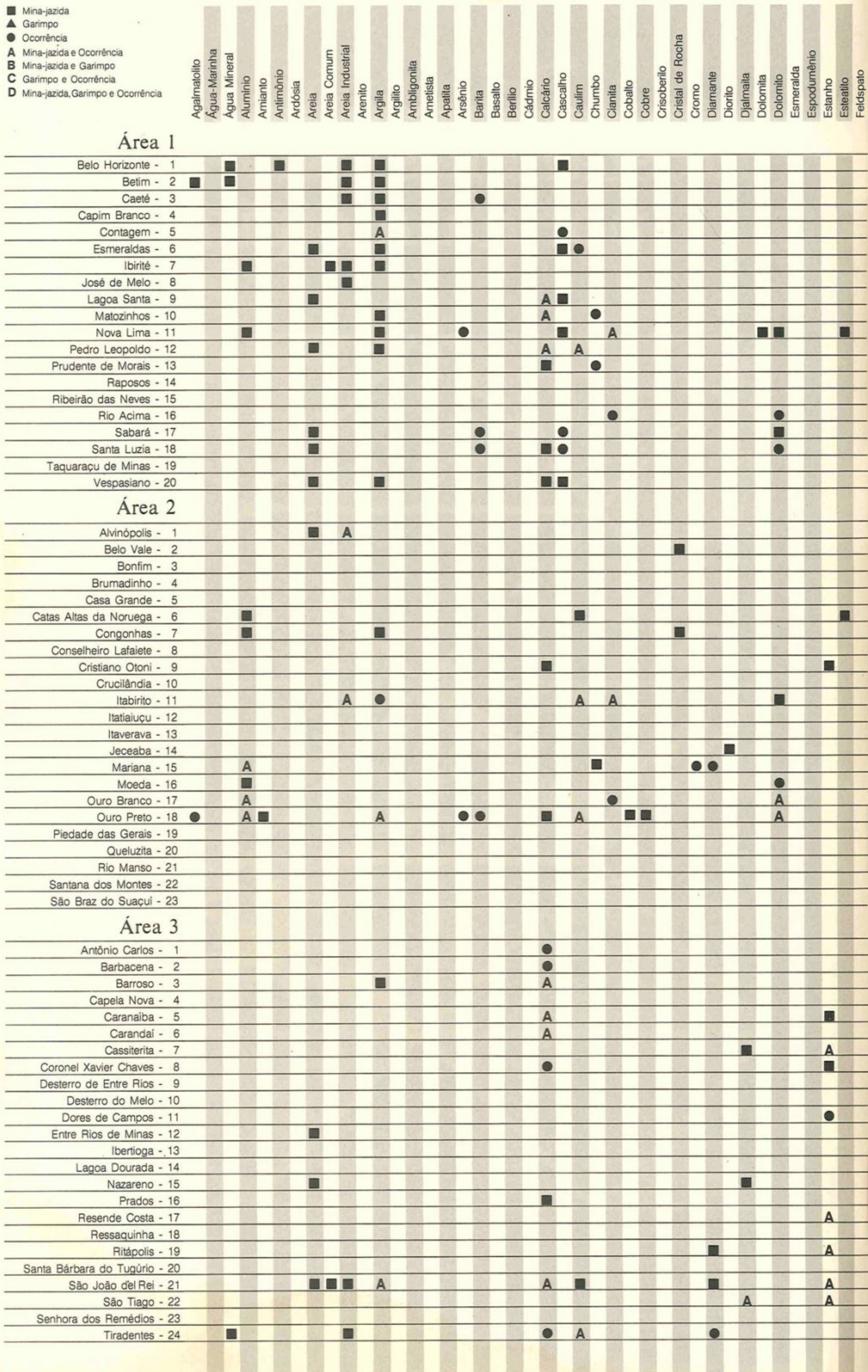
Bibliografia

- AUMENTAM custos com cobre. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 4(44): 14, out. 1980
- BARONE, Regina Helena Diehl Travassos. Perfil analítico do zinco. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 37 p. (Brasil. DNPM. Bol. 26).
- BEURLEN, Hartmut. Estudos preliminares sobre algumas ocorrências de chumbo-zinco prata-fluorita no Grupo Bambuí. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 54 (321): 113-117, set. 1971.
- BUERLEN, Hartmut. Estudos preliminares sobre algumas ocorrências de chumbo-zinco prata-fluorita no Grupo Bambuí. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 54 (323): 177-181, nov. 1971.
- BEVILACQUA, Clovis Tadeu. Perfil analítico da fluorita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 40 p. (Brasil. DNPM. Bol. 14).
- O BRASIL à espera do (seu) cobre. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 3(30): 21-26, ago. 1979.
- BRASIL gasta 84% a mais com importação de cobre. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 3(31): 12, set. 1979.
- COBRE; Projeto Caraíba, a esperança do mercado interno. Planejamento e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 7(76): 62-65, set. 1979.
- DONÉ, GLADSTONE AMORA. Perfil analítico do vanádio. Rio de Janeiro, 1973. 16 p. (Brasil. DNPM. Bol. 25).
- ESTOQUE estratégico de cobre em estudo. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 4(38): 10-12, abr. 1980.
- ÉVOLUTION récente du marché mondial du cuivre. Études Économiques, Paris, (9), déc. 1976.
- A FLUORITA. Mineração Metalurgia. Rio de Janeiro, 36(330): 10-11, jun. 1972.
- PERSPECTIVAS de alta nos preços do cobre. Minérios, Extração & Processamento, São Paulo, 5 (49): 11, mar. 1981.
- ROCHA, Antônio José Dourado. Perfil analítico do chumbo. Rio de Janeiro. DNPM, 1973. 74 p. (Brasil. DNPM. Bol.8).

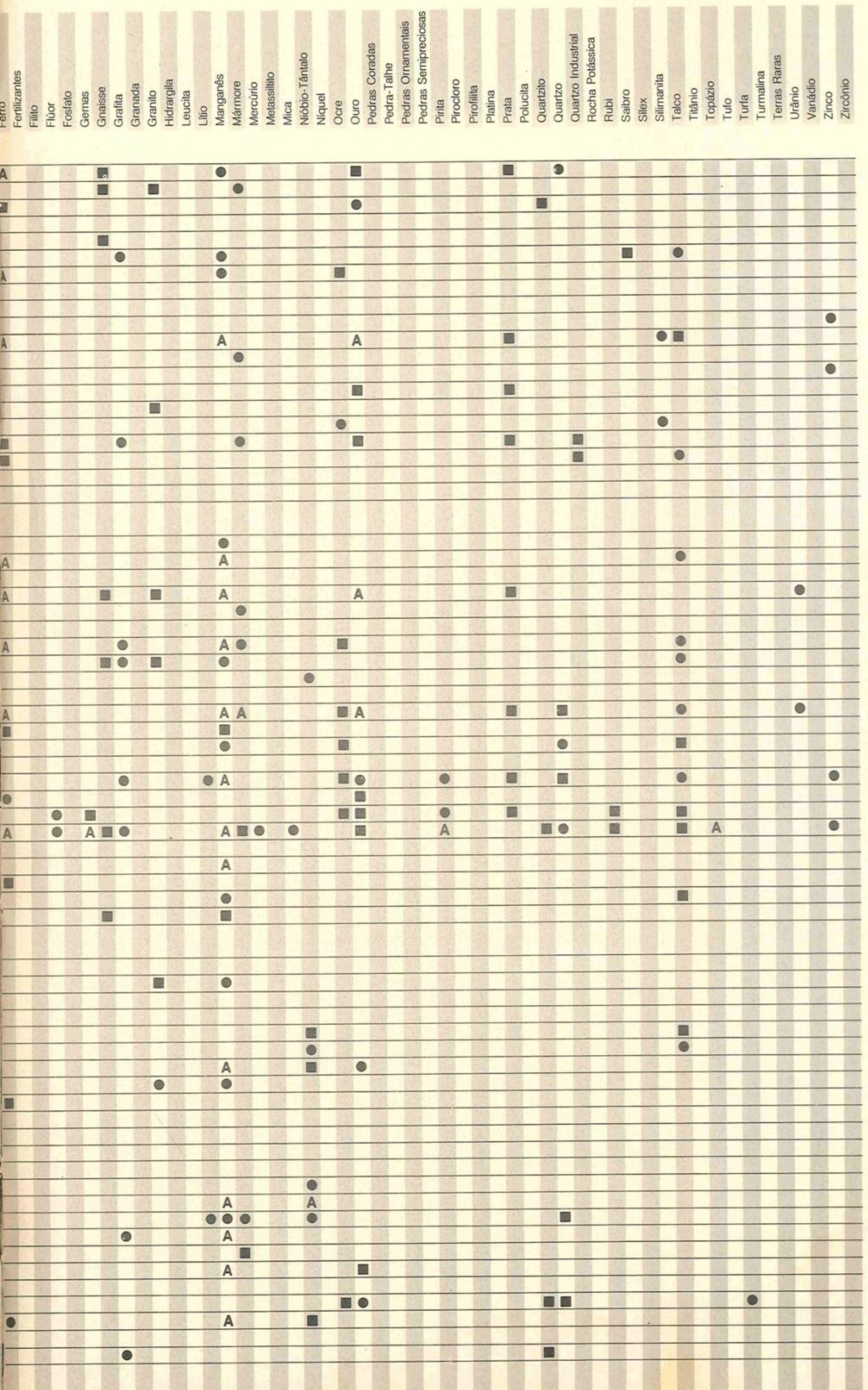
Principais substâncias minerais por município



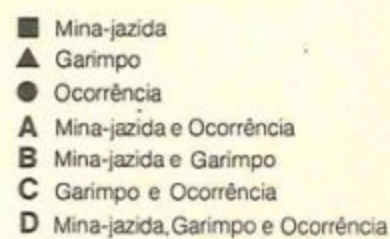
PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS



Região I - Áreas 1 a 3



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS



Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Ametista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Esteatito

Área 4

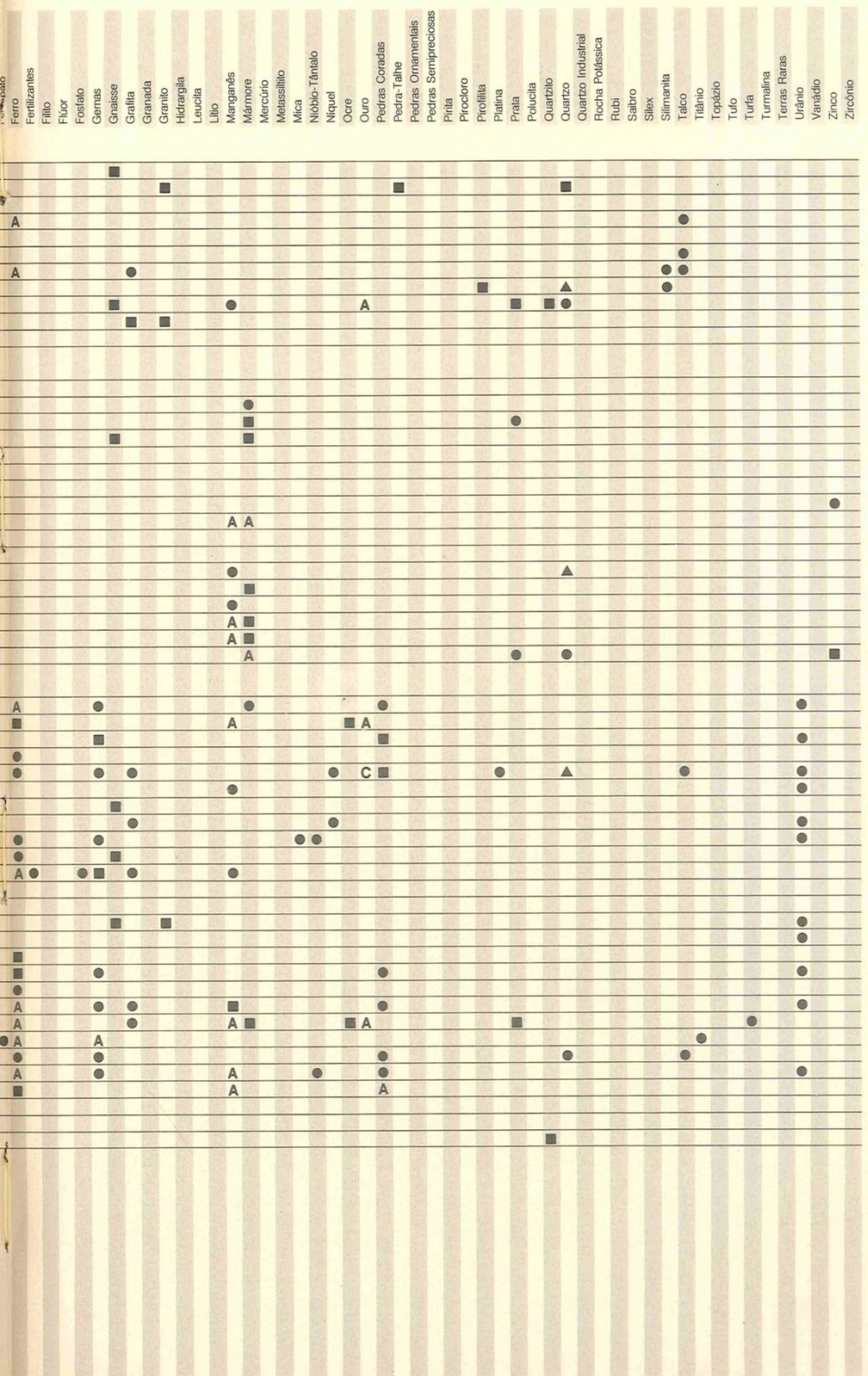
Carmo do Cajuru -	1
Divinópolis -	2
Florestal -	3
Igarapé -	4
Igaratinga -	5
Itaúna -	6
Mateus Leme -	7
Onça de Pitangui -	8
Pará de Minas -	9
São Gonçalo do Pará -	10
São José da Varginha -	11

Área 5

Araçai -	1
Baldim -	2
Cachoeira da Prata -	3
Caetanópolis -	4
Cordisburgo -	5
Fortuna de Minas -	6
Funilândia -	7
Inhaúma -	8
Jaboticatubas -	9
Jequitibá -	10
Maravilhas -	11
Papagaios -	12
Paraopeba -	13
Pequi -	14
Santana de Pirapama -	15
Santana do Riacho -	16
Sete Lagoas -	17

Área 6

[illegible]



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Ametista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Estalito
Feldspato

Área 1

Abre Campo - 1	
Acaiaca - 2	
Amparo da Serra - 3	
Barra Longa - 4	
Diogo de Vasconcelos - 5	
Dom Silvério - 6	
Jequeri - 7	
Piedade de Ponte Nova - 8	
Ponte Nova - 9	
Raul Soares - 10	
Rio Casca - 11	
Rio Doce - 12	
Santa Cruz do Escalvado - 13	
Santo Antônio do Grama - 14	
São Pedro dos Ferros - 15	
Sericita - 16	
Urucânia - 17	

Área 2

Caiana - 1	
Caparaó - 2	A
Caputira - 3	
Chalé - 4	
Divino - 5	
Espera Feliz - 6	A
Lajinha - 7	
Manhuaçu - 8	
Manhumirim - 9	
Matipó - 10	
Presidente Soares - 11	
Santa Margarida - 12	
Santana do Manhuaçu - 13	
São José do Mantimento - 14	
Simonésia - 15	

Área 3

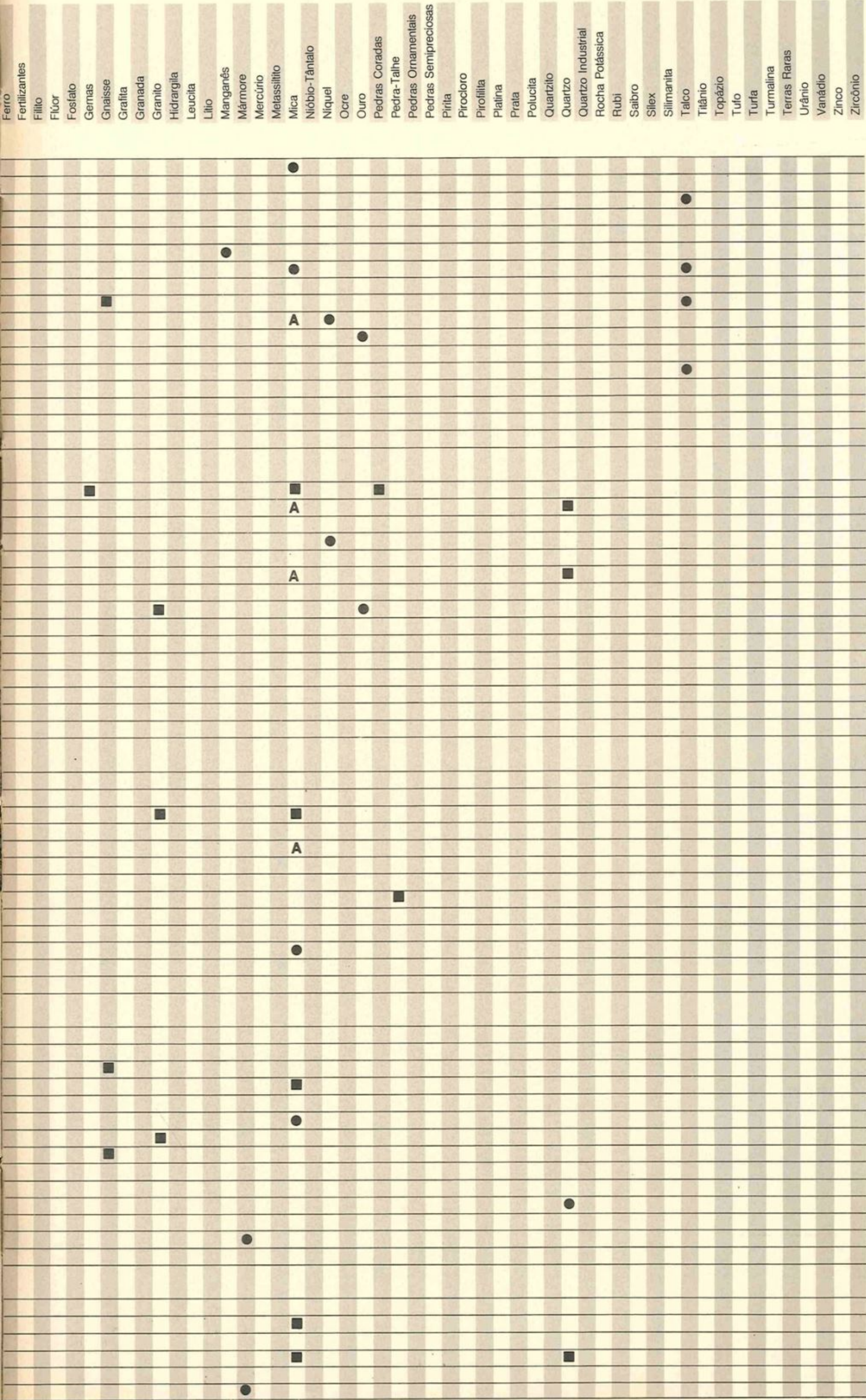
Antônio Prado de Minas - 1	
Barão do Monte Alto - 2	
Carangola - 3	
Eugenópolis - 4	
Faria Lemos - 5	●
Miradouro - 6	
Mirai - 7	●
Muriaé - 8	
Patrocínio do Muriaé - 9	
Pedra Dourada - 10	
São Francisco do Glória - 11	
Tombos - 12	
Vieiras - 13	

Área 4

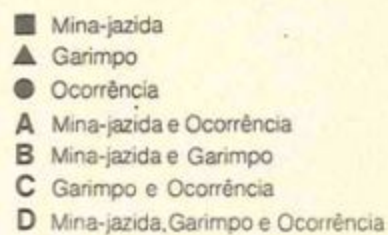
Além Paraíba -	1
Argirita -	2
Cataguases -	3
Dona Eusébia -	4
Estrela Dalva -	5
Itamarati de Minas -	6
Laranjal -	7
Leopoldina -	8
Palma -	9
Pirapetinga -	10
Recreio -	11
Santana de Cataguases -	12
Santo Antônio do Aventureiro -	13
Volta Grande -	14

Área 5

Aracitaba - 1	
Belmiro Braga - 2	A
Bias Fortes - 3	
Bicas - 4	A
Chácara - 5	■
Chiador - 6	



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS



Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Ametista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomilo
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Estalito
Estrepto

Área 5

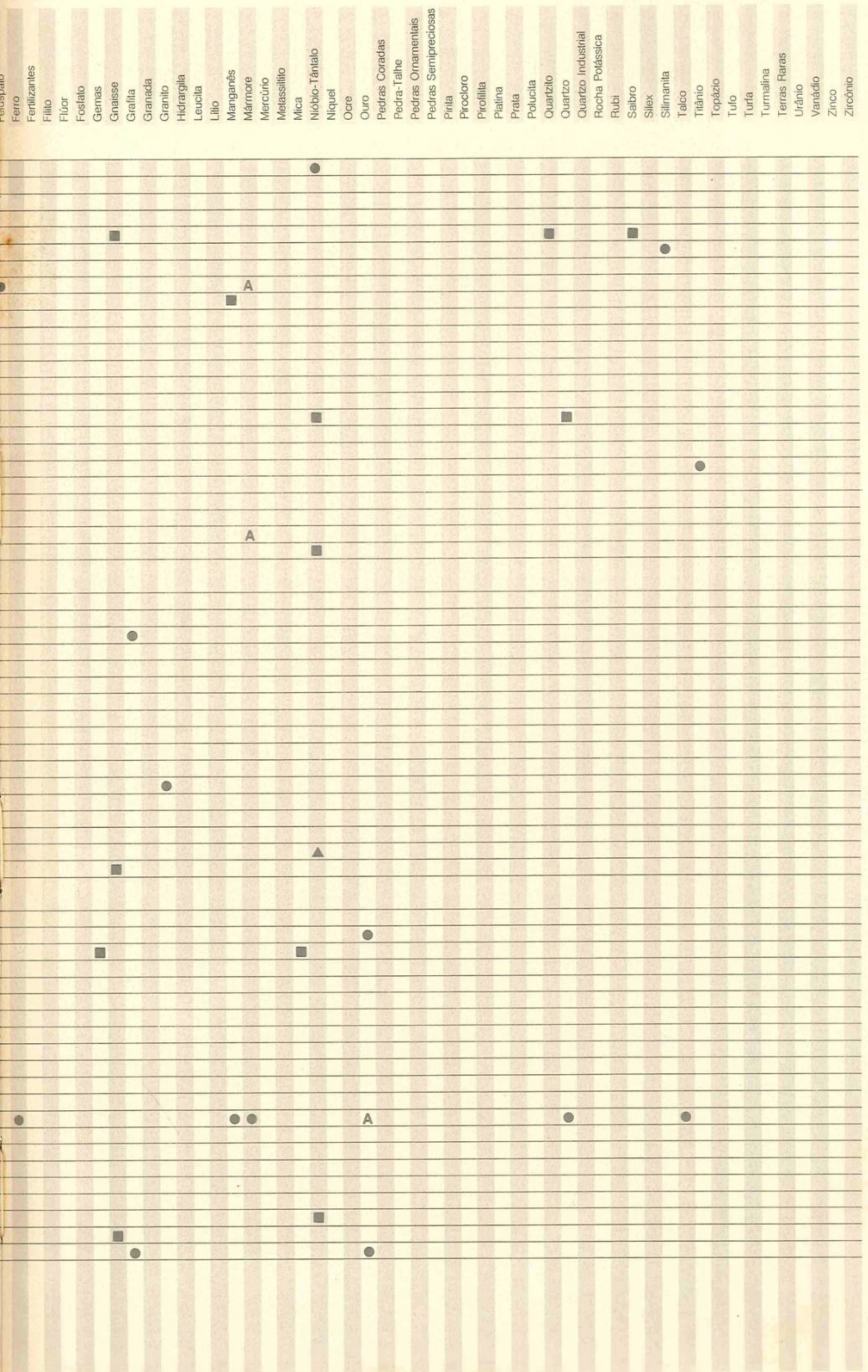
Coronel Pacheco -	7
Descoberto -	8
Ewbank Câmara -	9
Guarará -	10
Juíz de Fora -	11
Lima Duarte -	12
Maripá de Minas -	13
Mar de Espanha -	14
Matias Barbosa -	15
Mercês -	16
Olaria -	17
Oliveira Fortes -	18
Paiva -	19
Pedro Teixeira -	20
Pequeri -	21
Rio Preto -	22
Rochedo de Minas -	23
Santana do Deserto -	24
Santa Rita do Ibitioca -	25
Santa Rita do Jacutinga -	26
Santos Dumont -	27
São João Nepomuceno -	28
Senador Côrtes -	29
Simão Pereira -	30

Área 6

Astolfo Dutra -	1
Coimbra -	2
Divinésia -	3
Guarani -	4
Guidoval -	5
Guiricema -	6
Piau -	7
Piraúba -	8
Rio Novo -	9
Rio Pomba -	10
Rodeio -	11
São Geraldo -	12
Silverânia -	13
Tabuleiro -	14
Tocantins -	15
Ubá -	16
Visconde do Rio Branco -	17

Área 7

Alto Rio Doce -	1
Araponga -	2
Brás Pires -	3
Cajuri -	4
Canaã -	5
Cipotânea -	6
Dores do Turvo -	7
Ervália -	8
Guaraciaba -	9
Lamim -	10
Paula Cândido -	11
Pedra do Anta -	12
Piranga -	13
Porto Firme -	14
Presidente Bernardes -	15
Rio Espera -	16
São Miguel do Anta -	17
Senador Firmino -	18
Senhora de Oliveira -	19
Teixeiras -	20
Vicosa -	21



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Ametista
Apalita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Esteatito
Feldspato

Área 1

Arceburgo - 1	
Bom Jesus da Penha - 2	
Cabo Verde - 3	
Capetinga - 4	●
Claraval - 5	●
Fortaleza de Minas - 6	■
Guaranésia - 7	
Guaxupé - 8	
Ibiraci - 9	
Itamogi - 10	
Jacuí - 11	
Juruaia - 12	
Monte Belo - 13	
Monte Santo de Minas - 14	
Muzambinho - 15	
Nova Resende - 16	●
São Pedro da União - 17	●
São Sebastião do Paraíso - 18	
São Tomás de Aquino - 19	

Área 2

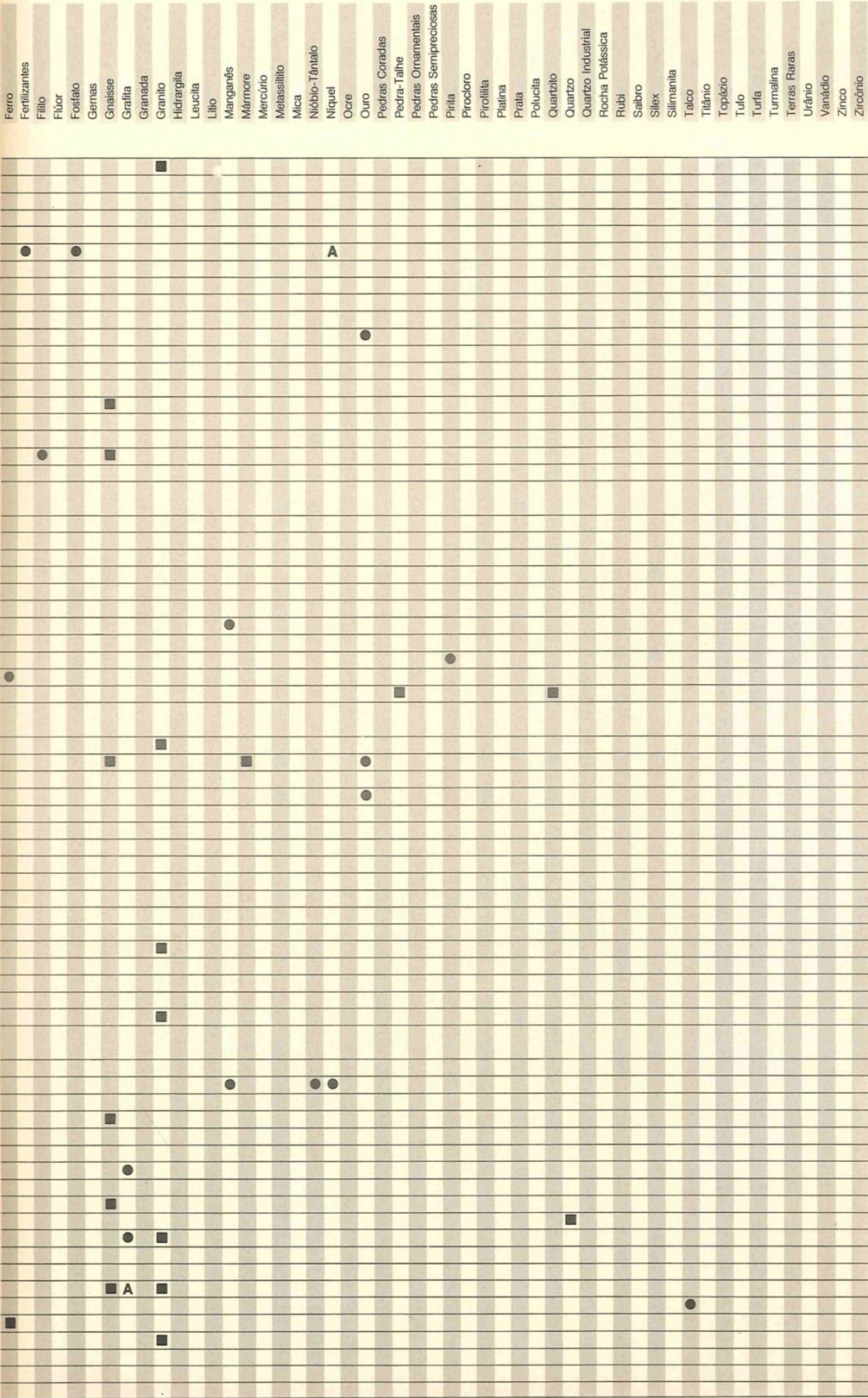
Alpinópolis - 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Área 3

Alfenas -	1
Boa Esperança -	2
Campo do Meio -	3
Campos Gerais -	4
Coqueiral -	5
Divisa Nova -	6
Elói Mendes -	7
Fama -	8
Guapé -	9
Illicinea -	10
Machado -	11
Nepomuceno -	12
Paraguaçu -	13
Santa da Vargem -	14
Serrania -	15
Três Pontas -	16
Varginha -	17

Área 4

Aguanil -	1
Bom-Sucesso -	2
Camacho -	3
Campo Belo -	4
Cana Verde -	5
Candeias -	6
Carmo da Mata -	7
Carmópolis de Minas -	8
Cláudio -	9
Cristais -	10
Formiga -	11
Ibituruna -	12
Itaguara -	13
Itapeçerica -	14
Oliveira -	15
Passa Tempo -	16
Pedra do Indaiá -	17
Perdões -	18
Piracema -	19
Ribeirão Vermelho -	20



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
- ▲ Garimpo
- Ocorrência
- A Mina-jazida e Ocorrência
- B Mina-jazida e Garimpo
- C Garimpo e Ocorrência
- D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência



Área 4

Santana do Jacaré - 21
Santo Antônio do Amparo - 22
São Francisco de Oliveira - 23
São Sebastião do Oeste - 24

Área 5

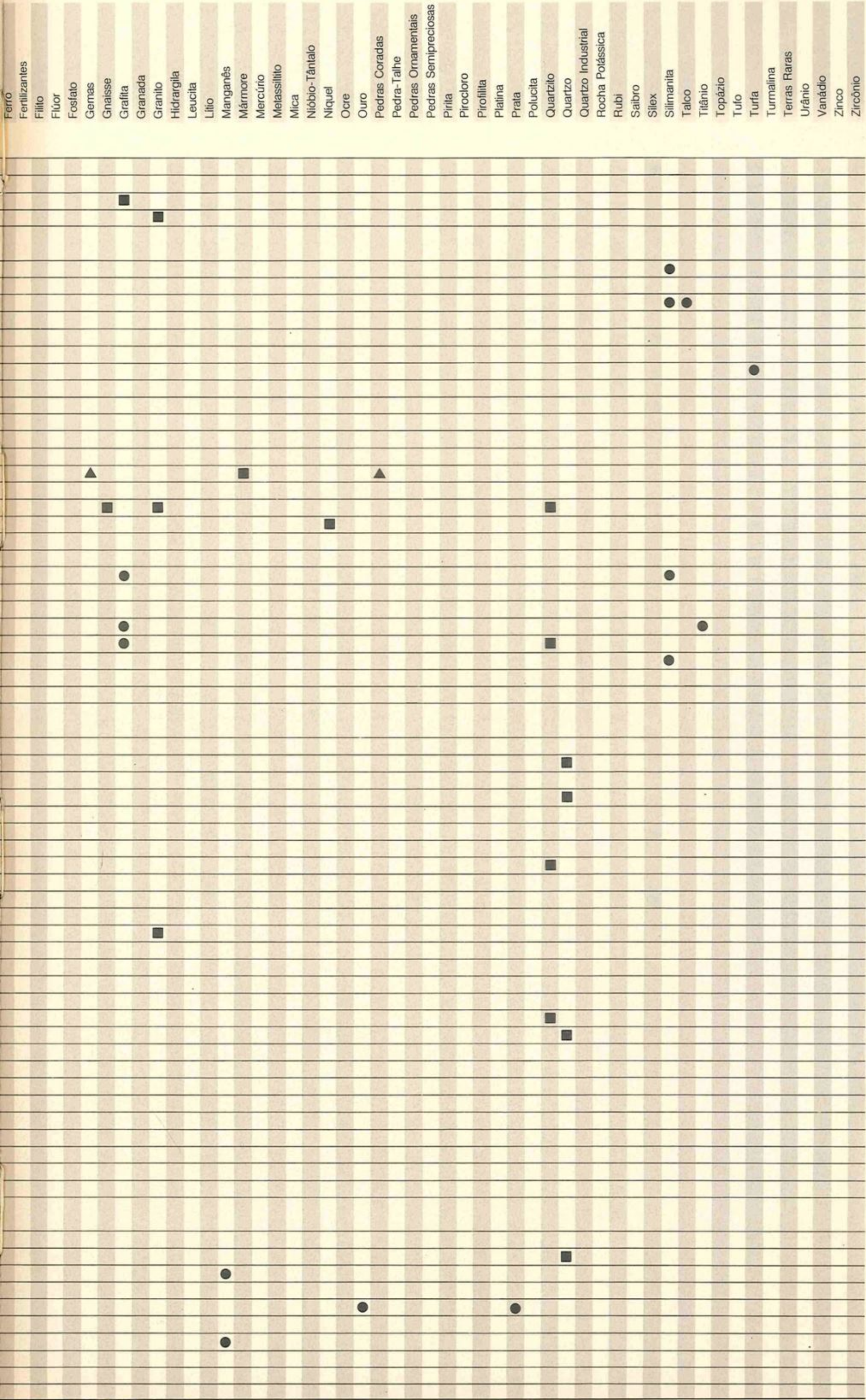
Aiuruoca - 1
Alagoas - 2
Andrelândia - 3
Arantina - 4
Baependi - 5
Bocaina de Minas - 6
Bom Jardim de Minas - 7
Carrancas - 8
Carvalhos - 9
Cruzília - 10
Ijaci - 11
Ingai - 12
Itumirim - 13
Itutinga - 14
Lavras - 15
Liberdade - 16
Luminárias - 17
Madre de Deus de Minas - 18
Minduri - 19
Passa-Vinte - 20
Piedade do Rio Grande - 21
Santana do Garambéu - 22
São Tomé das Letras - 23
São Vicente de Minas - 24
Seritinga - 25
Serranos - 26

Área 6

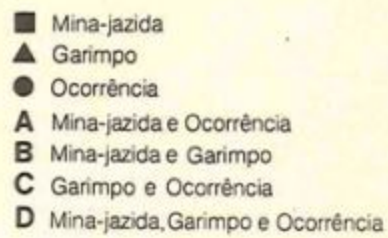
Brazópolis - 1
Bueno Brandão - 2
Camanducaia - 3
Cambuí - 4
Consolação - 5
Córrego do Bom Jesus - 6
Cristina - 7
Delfim Moreira - 8
Dom Viçoso - 9
Extrema - 10
Gonçalves - 11
Itajubá - 12
Itamonte - 13
Itanhandu - 14
Itapeva - 15
Maria da Fé - 16
Marmelópolis - 17
Munhoz - 18
Paraisópolis - 19
Passa Quatro - 20
Piranguçu - 21
Pouso Alto - 22
São Sebastião do Rio Verde - 23
Sapucai-Mirim - 24
Toledo - 25
Virgínia - 26
Wenceslau Braz - 27

Área 7

Albertina - 1
Bom Repouso - 2
Borda da Mata - 3
Cambuquira - 4
Campanha - 5
Cachoeira de Minas - 6
Careaçu - 7
Carmo da Cachoeira - 8
Carmo de Minas - 9
Carvalhópolis - 10



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

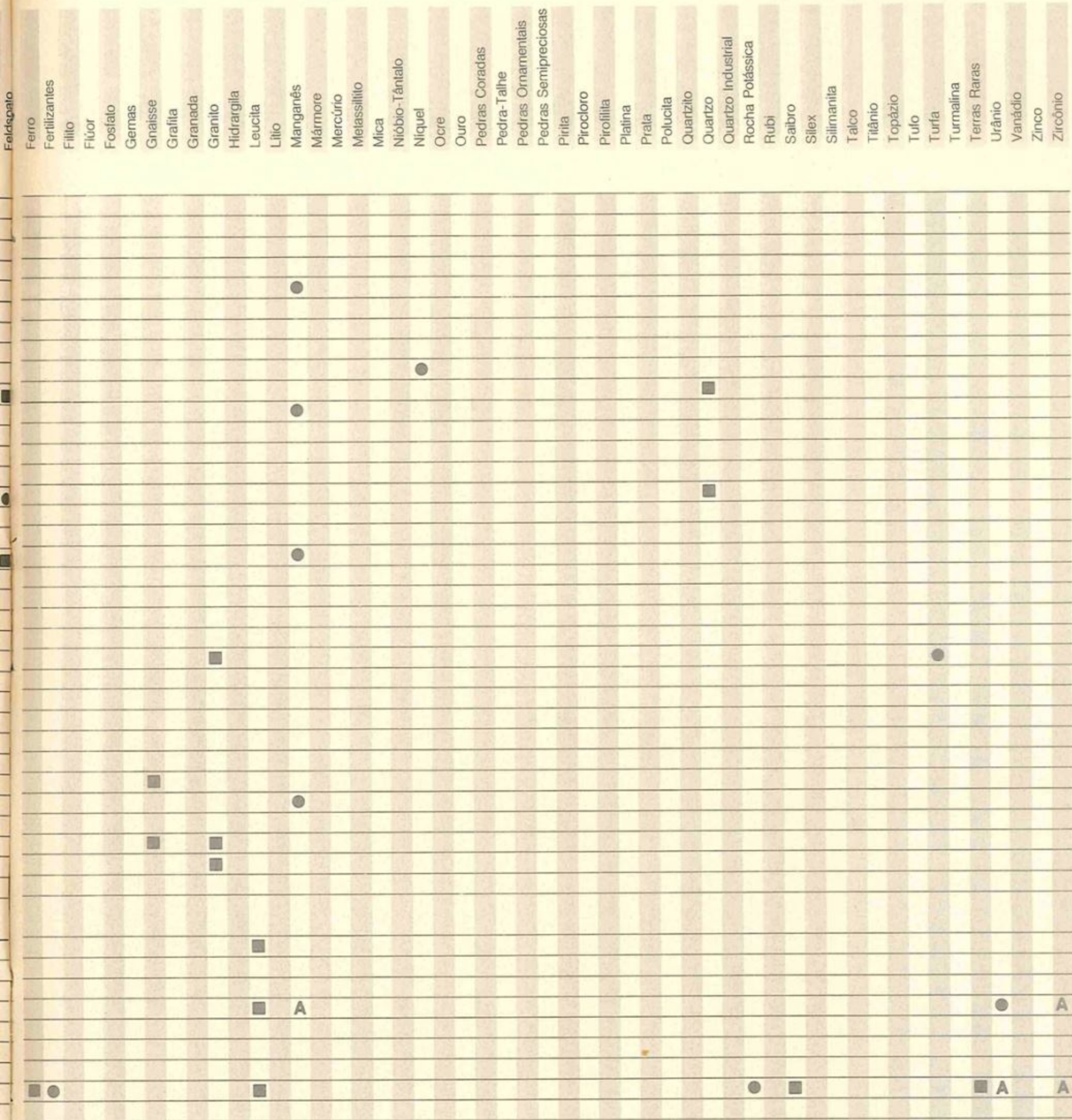


Área 7

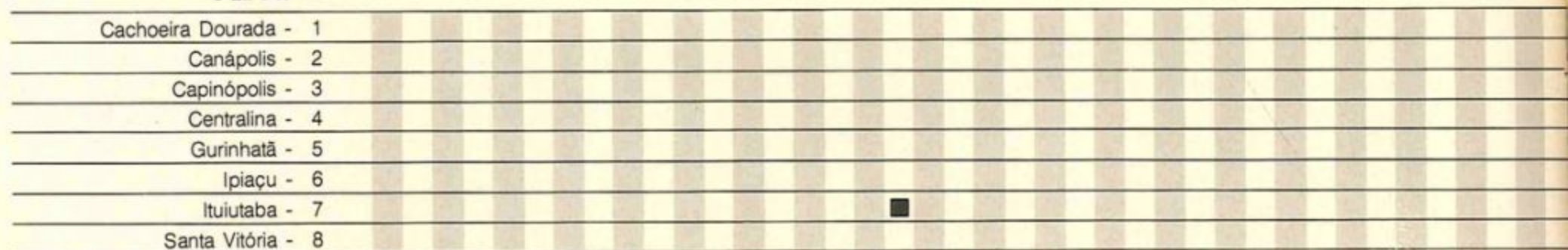
Caxambu - 11	
Conceição da Pedra - 12	
Conceição do Rio Verde - 13	
Conceição dos Ouros - 14	
Congonhal - 15	
Cordislândia - 16	
Espírito Santo do Dourado - 17	
Estiva - 18	
Heliodora - 19	
Inconfidentes - 20	
Jacutinga - 21	
Jesuânia - 22	
Lambari - 23	
Monsenhor Paulo - 24	
Monte Sião - 25	
Natércia - 26	
Olímpio Noronha - 27	
Ouro Fino - 28	
Pedralva - 29	
Piranguinho - 30	
Poço Fundo - 31	
Pouso Alegre - 32	
Santa Rita do Sapucaí - 33	
São Bento Abade - 34	
São Gonçalo do Sapucaí - 35	
São João da Mata - 36	
São José do Alegre - 37	
São Lourenço - 38	
São Sebastião da Bela Vista - 39	
Senador José Bento - 40	
Silvianópolis - 41	
Soledade de Minas - 42	
Três Corações - 43	
Turvolândia - 44	

Área 8

[illegible]



■ Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência



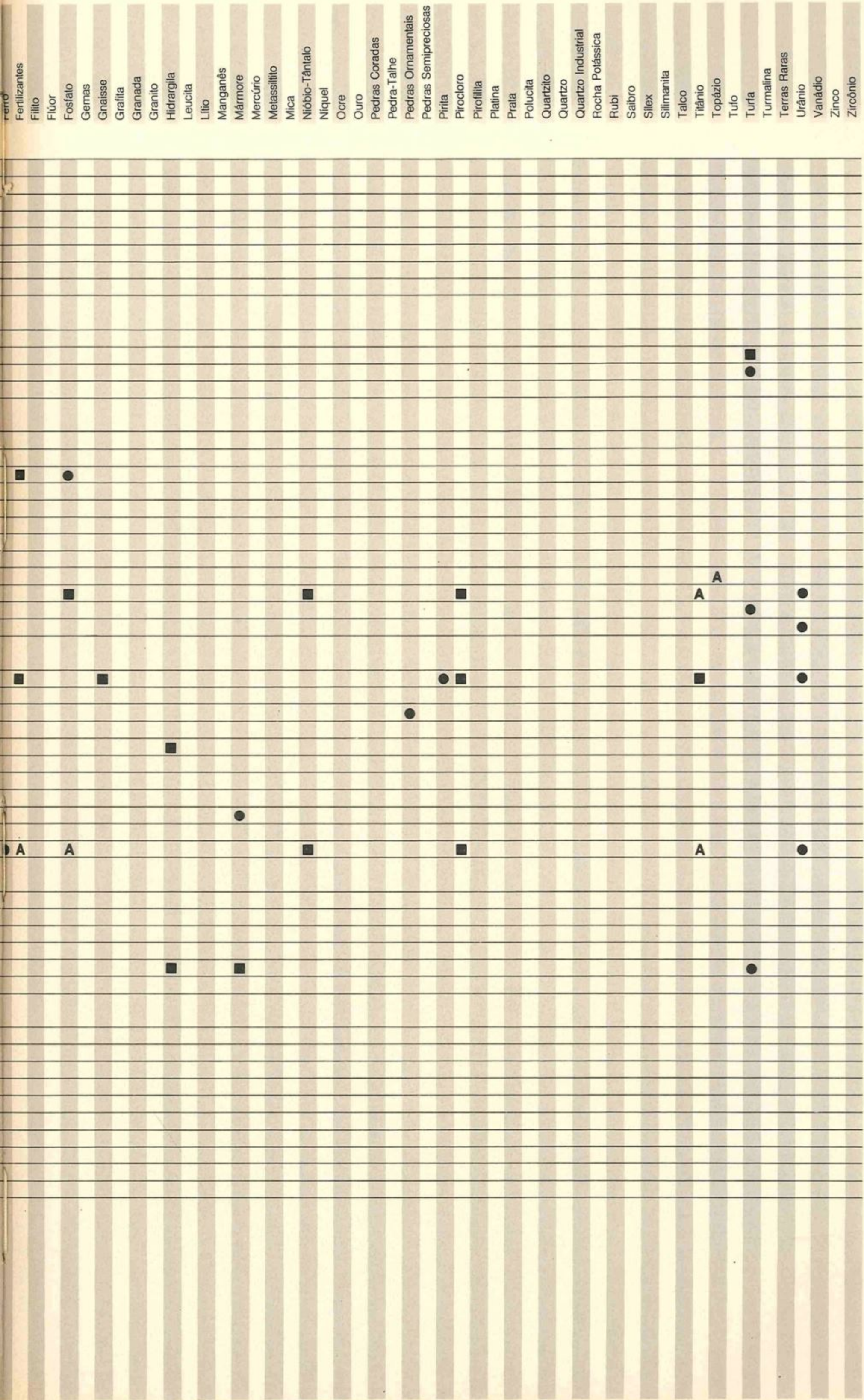
Araguari - 1	
Monte Alegre de Minas - 2	
Tupaciguara - 3	
Uberlândia - 4	

[illegible]

Araxá - 1		A
Campos Altos - 2		
Ibiá - 3		
Iraí de Minas - 4		
Nova Ponte - 5		
Pedrinópolis - 6		
Perdizes - 7		
Pratinha - 8		
Sacramento - 9	A	
Santa Juliana - 10		
Tapira - 11		

[illegible]

Campina Verde -	1
Comendador Gomes -	2
Fronteira -	3
Frutal -	4
Itapagipe -	5
Iturama -	6
Pirajuba -	7
Planura -	8
Prata -	9
São Francisco de Sales -	10



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Amelista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Esteatito

Área 1

[illegible]

Área 2

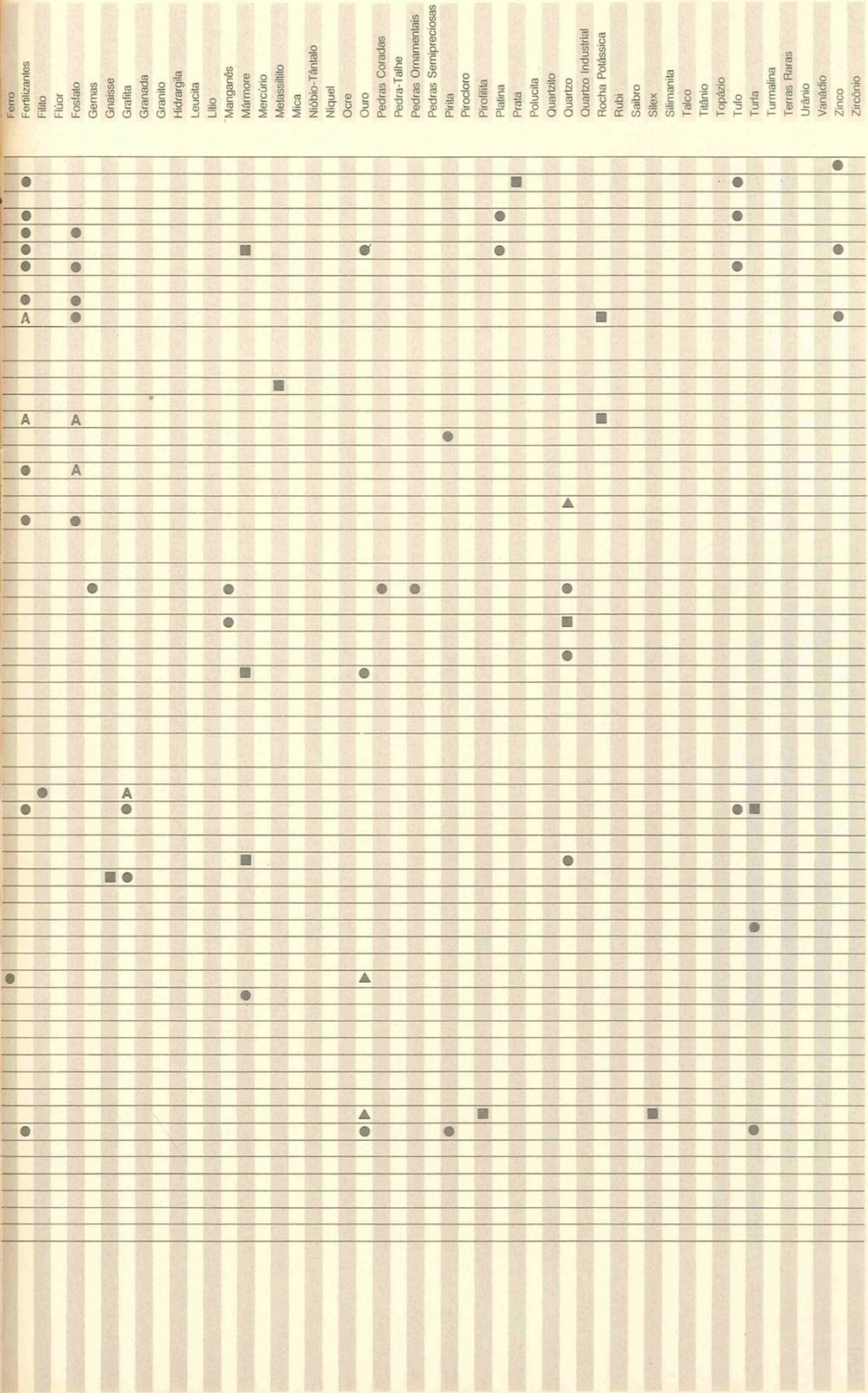
[illegible]

Área 3

[illegible]

Área 4

[illegible]

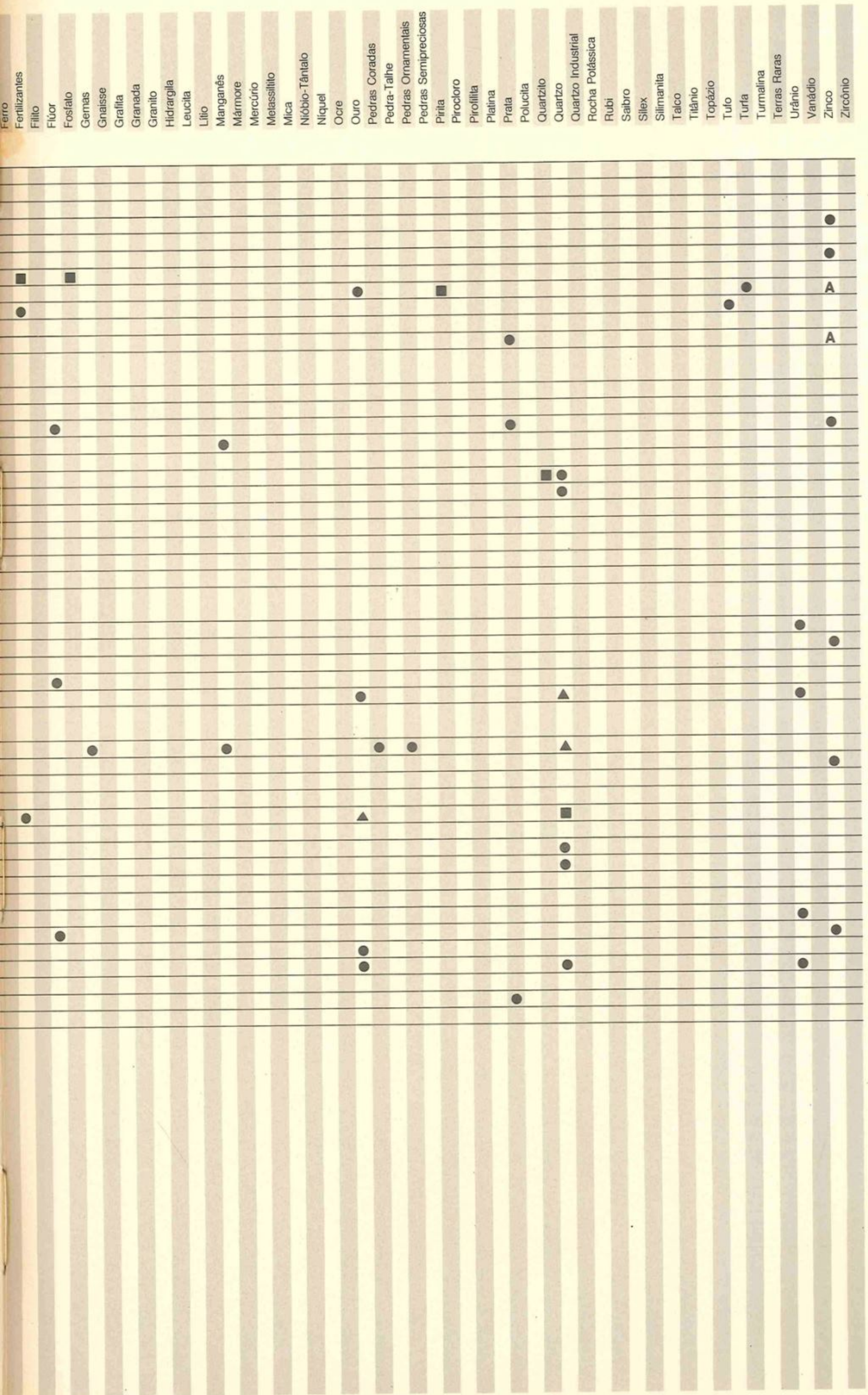


■ Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

[illegible]

Buritzeiro - 1	
Ibiaí - 2	
Januária - 3	■ ● ■ ●
Jequitaí - 4	
Lagoa dos Patos - 5	
Lassance - 6	
Pirapora - 7	
Santa Fé de Minas - 8	●
São Francisco - 9	■
São Romão - 10	
Ubaí - 11	
Várzea da Palma - 12	■

[illegible][illegible]



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

Área 1

[illegible]

Área 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Berilo - 1					●		\						▲ ■
Botumirim - 2													
Capelinha - 3					●			●					
Carbonita - 4										▲			
Chapada do Norte - 5													▲
Cristália - 6													
Francisco Badaró - 7										▲		C	■
Grão-Mogol - 8										▲			
Itacambira - 9						A				▲			
Itamarandiba - 10								■		●			
Minas Novas - 11												●	
Turmalina - 12										●			

Área 3

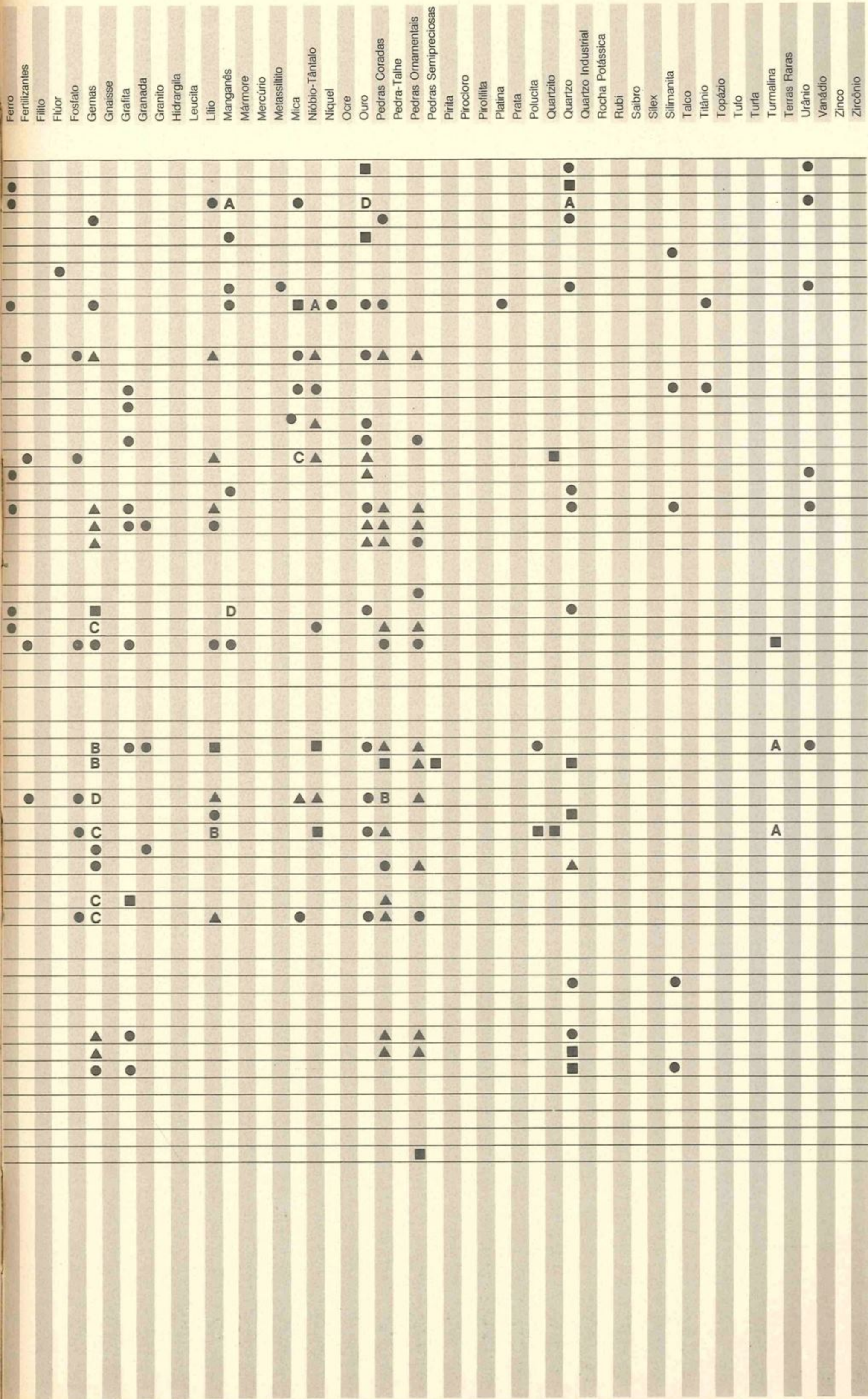
Águas Vermelhas -	1
Rio Pardo de Minas -	2
Rubelita -	3
Salinas -	4
São João do Paraíso -	5
Taiobeiras -	6

Área 4

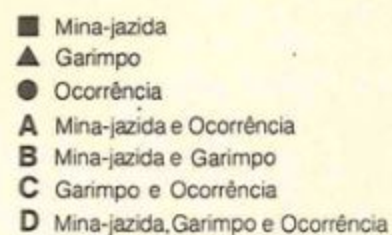
[illegible]

Área 5

[illegible]



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS



Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argillito
Ambigonita
Ametista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaita
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Esteatito

Área 1

Alpercata -	1
Campanário -	2
Coroaci -	3
Frei Inocência -	4
Governador Valadares -	5
Itambacuri -	6
Marilac -	7
Nacip Raydan -	8
Nova Módica -	9
Pescador -	10
Santa Efigênia de Minas -	11
São Geraldo da Piedade -	12
São José da Safira -	13
São José do Divino -	14
Sardoá -	15
Vila Matias -	16
Virgolândia -	17

Área 2

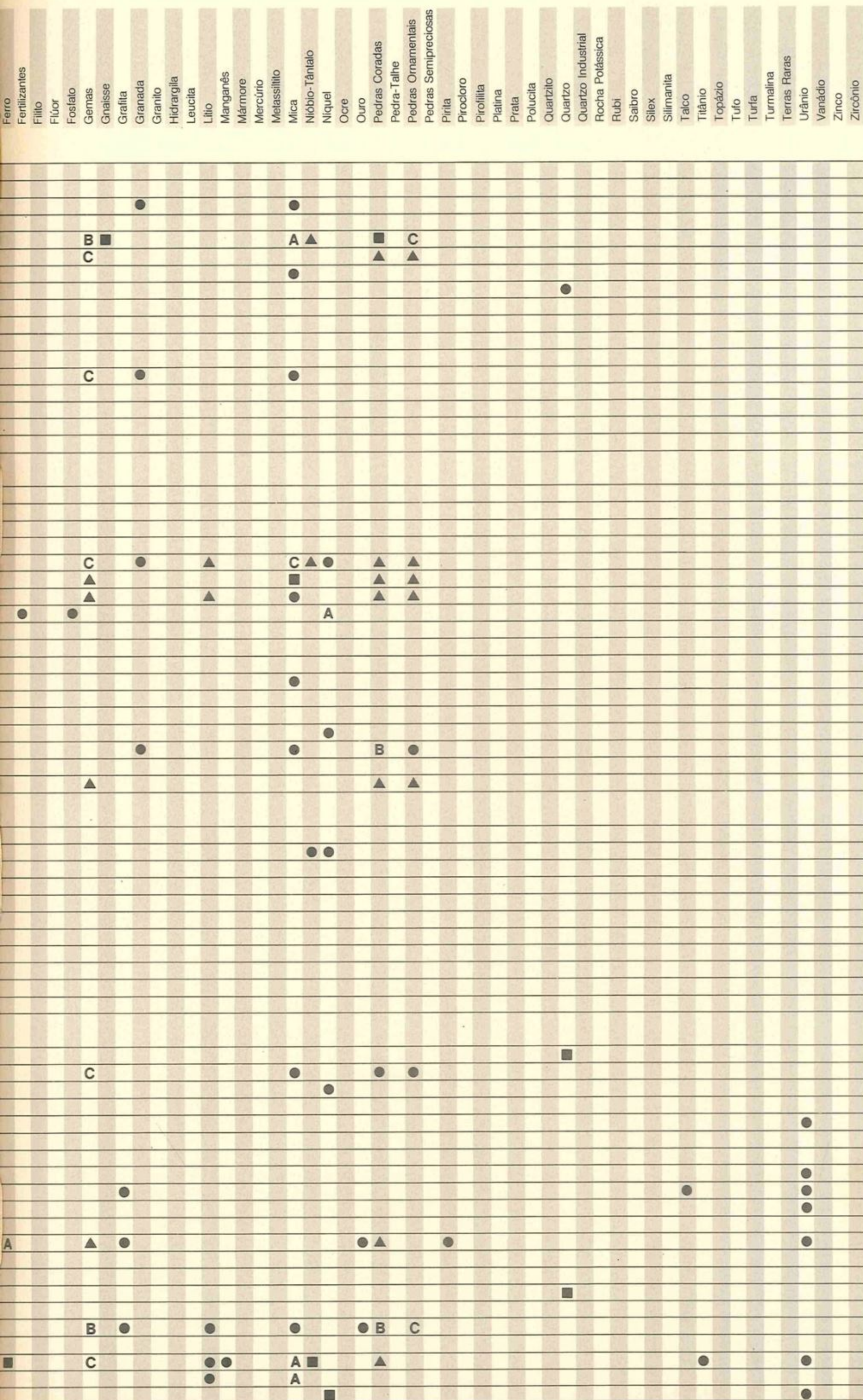
Aimorés -	1
Alvarenga -	2
Central de Minas -	3
Conceição de Ipanema -	4
Conselheiro Pena -	5
Divino das Laranjeiras -	6
Galliléia -	7
Ipanema -	8
Itabirinha de Mantena -	9
Itanhomi -	10
Itueta -	11
Mantena -	12
Mendes Pimentel -	13
Mutum -	14
Pocrane -	15
Resplendor -	16
Santa Rita do Itueto -	17
Tumiritinga -	18

Área 3

Bom Jesus do Galho -	1
Caratinga -	2
Córrego Novo -	3
Dom Cavati -	4
Eng. Caldas -	5
Fernandes Tourinho -	6
Iapu -	7
Inhapim -	8
São João do Oriente -	9
Sobralia -	10
Tarmirim -	11

Área 4

Açucena -	1
Água Boa -	2
Alvorada de Minas -	3
Belo Oriente -	4
Braúnas -	5
Carmésia -	6
Coluna -	7
Divinolândia de Minas -	8
Dom Joaquim -	9
Dores de Guanhões -	10
Gonzaga -	11
Guanhões -	12
Joanésia -	13
Materlândia -	14
Mesquita -	15
Paulista -	16
Peçanha -	17
Rio Vermelho -	18
Sabinópolis -	19
Santa Maria do Suaçuí -	20
Santo Antônio do Itambê -	21



PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS POR MUNICÍPIOS

- Mina-jazida
 ▲ Garimpo
 ● Ocorrência
 A Mina-jazida e Ocorrência
 B Mina-jazida e Garimpo
 C Garimpo e Ocorrência
 D Mina-jazida, Garimpo e Ocorrência

Agalmatolito
Água-Marinha
Água Mineral
Alumínio
Amianto
Antimônio
Ardósia
Areia
Areia Comum
Areia Industrial
Arenito
Argila
Argilite
Ambigonita
Ametista
Apatita
Arsênio
Barita
Basalto
Berílio
Cádmio
Calcário
Cascalho
Caulim
Chumbo
Cianita
Cobalto
Cobre
Crisoberilo
Cristal de Rocha
Cromo
Diamante
Diorito
Djalmaíta
Dolomita
Dolomito
Esmeralda
Espodumênio
Estanho
Esteatito
Feldspato

Área 4

São João Evangelista - 22
São José do Jacuri - 23
São Pedro do Suaçuí - 24
São Sebastião do Maranhão - 25
Senhora do Porto - 26
Serra Azul de Minas - 27
Virginópolis - 28

Área 5

[illegible]

Área 6

Aguas Formosas - 1
Ataléia - 2
Bertópolis - 3
Carlos Chagas - 4
Machacalis - 5
Nanuque - 6
Ouro Verde de Minas - 7
Pampã - 8
Serra dos Aimorés - 9
Umburatiba - 10

Ferro	
Fertilizantes	
Filito	
Fluor	
Fosfato	
Gemas	▲
Gnaise	●
Grafito	▲
Granada	
Granito	
Hidargila	
Leucita	
Lítio	▲
Manganés	
Mármore	
Mercurio	
Metassilito	
Mica	●
Niobio-Tântalo	
Niquel	
Ocre	
Ouro	
Pedras Coradas	▲
Pedra-Talhe	
Pedras Ornamentais	●
Pedras Semipreciosas	●
Pirita	
Pirocloro	
Pirofilita	
Platina	
Prata	●
Polucita	
Quartzito	
Quartzo	
Quartzo Industrial	
Rocha Polássica	
Rubi	
Saibro	
Silex	
Silimanita	
Talco	●
Titânio	
Topázio	
Tufo	
Turfa	
Turmalina	
Terras Raras	●
Urânio	●
Vanádio	●
Zinco	●
Zircônio	

Distribuição das principais jazidas e minas



Jazidas e minas x empresas

(j) =jazidas, (m) = minas

A	
AGALMATÓLITO	
ALCIDES ALVES DA CUNHA. • Mateus Leme (01 m)	
CERÂMICA DE GUARULHOS S/A. • Onça do Pitangui (01 m) • Pitangui (01 m)	
CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO. • Onça do Pitangui (01 m) • Pará de Minas (02 m)	
DULCE VALADARES DE VASCONCELOS ABREU. • Pitangui (02 m)	
IBAR IND. BRAS. DE ARTIGOS REFRATÁRIOS S/A. • Pitangui (01 m)	
JACINTO ALVES DO AMARAL. • Mateus Leme (01 m)	
JOSÉ P. MARTINS. • Mateus Leme (01 m)	
LAMIL - LAGE MINÉRIOS LTDA. • Pará de Minas (01 m)	
MAGNESITA S/A. • Betim (01 m) • Onça do Pitangui ()	
MINERAÇÃO JOSÉ THOMAZ DE ANDRADE LTDA. • Mateus Leme (01 m)	
MINERAÇÃO MATEUS LEME LTDA. • Mateus Leme (02)/05 m) • Pará de Minas (01 m)	
MINERAÇÃO MENEZES E FILHOS LTDA. • Pará de Minas (01 m)	
MINERAÇÃO N. SENHORA DO MONTE SERRATE. • Mateus Leme (01 m)	
MIPEL MINÉRIOS PEREIRA LTDA. • Pará de Minas (02 m)	
REFINAÇÃO DE TALCO PARÁ DE MINAS LTDA. • Pará de Minas (01 m)	
ÁGUA-MARINHA	
EMÍLIO SCHUPP & CIA. • Ferros (01 m)	
IDALINO ANDRÉ MEDRADO F. RIBEIRO NETO. • Salinas (01 m)	
JOÃO DE ALMEIDA. • Jequitinhonha (01 m)	
JOSÉ PIO DA MOTA - ESPÓLIO. • Brás Pires (01 m)	
MINERAÇÃO ALVARENGUINHA. • Alvarenga (01 m)	
MINERAÇÃO LARANJEIRAS LTDA. • Jequitinhonha (01 m)	
ÁGUA MINERAL	
ACENDIO CYPRIANO & CIA LTDA. • Mutum (01 m)	
ÁGUA MINERAL SANTA HELENA LTDA. • Nova Era (01 m)	
ÁGUAS MINERAIS DE PATROCÍNIO S/A. • Patrocínio (01 m)	
ANTÔNIO PIO CARDOSO FILHO. • Betim (01 m)	
CIA. INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS. • Poços de Caldas (01 m)	
EMPRESA DE ÁGUAS SÃO LOURENÇO S/A. • São Lourenço (01 m)	
EMPRESA DE MINERAÇÃO TAQUARAL. • Uberaba (01 m)	
EUGÊNIO BLANC. • Teófilo Otoni (01 m)	
FRANCISCO ULLMAN. • Mateus Leme (01 m)	
HÉLIO AGROMINERAÇÃO LTDA. • Dona Euzébia (01 m)	

HIDROMINAS - ÁGUAS MINERAIS DE M.G. S/A. • Araxá (01 m) • Caldas (01 m) • Cambuquira (03 m) • Caxambu (01 m) • Conceição do Rio Verde (01 m) • Lambari (01 m) • Poços de Caldas (01 m) • Tiradentes (01 m)	
IND. COMÉRCIO DE ÁGUAS S/A. • Belo Horizonte (01 m)	
JACYR RAMOS DE ALMEIDA E FILHO LTDA. • Leopoldina (01 m)	
MANOEL PEIXOTO DA SILVA. • Teófilo Otoni (01 m)	
ORGANIZAÇÃO TEIXEIRAS MENDES LTDA. • S. Sebastião do Paraíso (01 m)	
PRIMO RAFFAELI & CIA. • Jacutinga (01 m)	
UARDAT FRAYHA. • Poços de Caldas (01 m)	
VICENTE DE ARAÚJO TORRES. • Senador Cortes (01 m)	
ZILDA MUNIS TORRES E JANDIRA M. TORRES. • Senador Cortes (01 m)	
ZUCATO & CIA. LTDA. • Monte Sião (01 m)	
ÁGUAS TERMAIS	
EMPRESA DE MINERAÇÃO BADIN LTDA. • Rio Pardo de Minas (01 m)	
ALUMÍNIO/MINÉRIO DE	
MINEGRAL - CIA. BRASILEIRA DE M. I. & COM. • Caldas (01 m) • Poços de Caldas (01 m)	
AMBLIGONITA	
ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS. • Itinga (02 m)	
SANDSPAR MINÉRIOS LTDA. • Itinga (02 m)	
AMETISTA	
EMPRESA DE MINERAÇÃO BADIN. • Rio Pardo de Minas (01 m)	
AMIANTO	
CIA. BENEFICIAMENTO DE MINERAIS S/A. • Ouro Preto (01 m)	
CIA. BRASILEIRA DE AMIANTO. • Virgolândia (01 m)	
SERGE SERBIMENKO & CIA. LTDA. • Rio Pomba (01 m)	
WALDEMAR ROLLA. • São Domingos do Prata (01 j)	
ANTIMÔNIO - MIN. DE	
MINERAÇÃO VILA VERDE LTDA. • Belo Horizonte (01 j)	
APATITA	
ALBERTO VENÂNCIO FILHO. • Araxá (01 j)	
CAMI - CIA. AMAZONENSE DE MINÉRIOS. • Araxá (01 m)	
CAMIG - CIA. AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS. • Araxá (01 m)	
MINERAÇÃO ITAQUI LTDA. • Patrocínio (02 j)	
MINERAÇÃO SERRAMARE LTDA. • Inconfidentes (01 m)	
MINERAÇÃO S/A. MADALENA LTDA. • Tapira (01 j)	

ARDÓSIA	
ANTÔNIO ABREU FERREIRA. • Paraopeba (01 j)	
ARDÓSIAS BRASIL LTDA. • Sete Lagoas (01 m)	
CARLOS MAGNO FIGUEIREDO. • Curvelo (01 j) • Paraopeba (01 j)	
EUCLIDES NOGUEIRA GONTIJO. • Curvelo (01 m)	
JACIR DE FREITAS. • Sete Lagoas (01 m)	
MIN. CIDRENSE LTDA. • Caetanópolis (01 m) • Paraopeba (01 m)	
NOEMY FERNANDES DA SILVA. • Paraopeba (01 m)	
AREIA	
ACESITA - CIA. DE AÇOS ESPECIAIS ITABIRA. • Timóteo (01 m)	
ALCINDO DE OLIVEIRA. • Lagoa Santa (01 m)	
ÁLVARO CONRADO NIEMEYER. • Três Corações (01 m)	
APELÚCIO SÁ COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO. • Baependi (01 m)	
AREAL LTDA. - INDÚSTRIA EXTRATIVA. • Vespasiano (01 m)	
AREAL SAGRADO CORAÇÃO JESUS LTDA. • Varginha (01 m)	
AREIAS RIO-ITA LTDA. • São Sebastião do Oeste (01 m)	
ARVEL - AREIAS VESPASIANO LTDA. • Lagoa Santa (01 m)	
ASSOC. FUNC. DA CIA. DE DIST. INDUSTRIAIS. • Santa Luzia (03 m)	
BATISTA E RESENDE LTDA. • Entre Rios de Minas (01 m)	
BRITADORA SÃO PEDRO LTDA. • Boa Esperança (01 m)	
CIA. INDUSTRIAL ITABIRA DO CAMPO. • Itabirito (01 m)	
CIMECA COM. E I. DE M. E METAIS CAXAMBU. • Alvinópolis (01 m)	
CIMENTO CAUÊ S.A. • Mesquita (01 m)	
CIMINAS - CIMENTO NACIONAL DE MINAS S/A. • Pedro Leopoldo (01 m)	
CIRO DINIZ CAMARGO. • Esmeraldas (01 m)	
CLEY AZEVEDO FONSECA. • Ijaci (01 m)	
CRISTIANO CLÁUDIO DE SOUZA. • Ribeirão Vermelho (01 m)	
DRAGAGEM DE OURO S/A. • Lagoa Santa (01 m) • Sabará (01 m) • Santa Luzia (01 m)	
DRAGAGEM URBANÓPOLIS LTDA. • Passa Tempo (02 m)	
ENI RIBEIRO MUNIZ. • Esmeraldas (01 m)	
EXTRAÇÃO DE AREIAS MAIA LTDA. • Divinópolis (01 m)	
EXTRAMINAS LTDA. • São Gonçalo do Rio Abaixo (01 m)	
FRANCISCO FELIPE NETO. • Esmeraldas (01 m)	
FRANCISCO MARQUES JÚNIOR. • Itabirito (01 j)	
FUNIL - FORNECEDORA UNIDA LTDA. • Nazareno (01 m)	
GONÇALVES E AZEVEDO LTDA. • Cláudio (01 m)	
GUILHERMINA DINIZ CAMARGOS. • Esmeraldas (01 m)	
JADER GOMES HUDSON. • São João Del Rei (01 j) • Tiradentes (01 j)	
JOÃO CUSTÓDIO DA VEIGA. • Pte. Olegário (01 m)	

JOÃO EUSTÁQUIO DE ASSIS LAGE. • Nova Era (01 m)	
JOAQUIM TEIXEIRA DIAS. • Belo Horizonte (01 m)	
JOSÉ RIBEIRO NETO. • Esmeraldas (02 m)	
JOSEMAR OTAVIANO DE ALVARENGA. • Presidente Juscelino (01 m)	
LOURENÇO FREIRE DE CARVALHO. • Santa Luzia (001 m)	
MÁRCIO JOSÉ DO AMARAL. • Itaguara (01 m)	
MARIETA BALDAN SOARES. • Machado (01 m)	
METAMIG - METAIS DE MINAS GERAIS S/A. • Ibirité (01 j)	
MILI - MINERAÇÃO MONTE VERDE LTDA. • Lagoa Santa (01 m)	
MINAS MIN. DE AREIA E CASCALHO SABARÁ LTDA. • Sabará (01 m)	
MINERAÇÃO AREIA BRANCA LTDA. • Sabará (01 m)	
MINERAÇÃO NOSSA SENHORA DO AMPARO LTDA. • São João Del Rei (01 m)	
MINERAÇÃO SOCOIMEX LTDA. • Sabará (01 m)	
MINERAÇÃO TEJUCANA S/A. • Belo Horizonte (01 m) • Lagoa Santa (01 m) • Sabará (01 m) • Santa Luzia (01 m)	
MINERAÇÕES LAPA VERMELHA. • Lagoa Santa (02 j)	
NABACK E IRMÃO LTDA. • Três Corações (02 m)	
ORGANIZAÇÃO EDÉSIO CARNEIRO LTDA. • Esmeraldas (02 m)	
PEDRO GLÓRIA. • Governador Valadares (01 m)	
PORTO DE AREIA S. GERALDO LTDA. • Uberaba (01 m)	
PURA AREIA LTDA. • Divinópolis (01 m)	
REAL IMÓVEIS LTDA. • Divinópolis (01 m)	
SEBASTIÃO REZENDE. • Itumirim (01 m)	
VARGEM DO JACARÉ AREIA LTDA. • Carmo do Cajuru (01 m)	
VICENTE RODRIGUES COSTA. • Janaúba (01 m)	
VICENTE SILVEIRA. • Alvinópolis (01 m)	
AREIA FLUVIAL	
DRAGA SÃO SEBASTIÃO LTDA. • Itajubá (01 m)	
AREIA PARA FUNDIÇÃO	
CERÂMICA SAFFRAN S/A. • Betim (01 m)	
CIMECA COM. IND. MIN. METAIS CAXAMBU LTDA. • Alvinópolis (01 m)	
JOSÉ ANTERO DE C. MACHADO. • Itabirito (01 j)	
MARIA JOSÉ CALDAS DA FONSECA. • São João Del Rei (01 m)	
MINERAÇÃO OMEGA SA. • São João Del Rei (01 m) • Tiradentes (01 m)	
SICAL - BL. ESTRUT. SILICO-CALCÁRIOS S/A. • Belo Horizonte (01 m)	
SOBEMILA SOC. BENEF. DE MINÉRIOS LTDA. • São Gonçalo do Rio Abaixo (01 m)	
TRANSMINÉRIO SUL MINAS LTDA. • Marmelópolis (01 j)	

AREIA PARA VIDRO

FIRMA INDIVIDUAL ANTÔNIO MENDES.
• S. Gonçalo do Abaeté (01 m)
IRMÃOS D'ANGELO LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)
MAGNESITA S/A.
• Bom Jesus do Amparaó (01 j)

AREIA QUARTZOSA

CAOLIM ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (01 m)
IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.
• Ibirité (02 m)
JAIR LEONARDO COTA.
• Alvinópolis (01 j)
JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS.
• Itabirito (01 j)
MINERAÇÃO ROGE LTDA .
• Lavras (01 m)
RUBENS DOS SANTOS REIS.
• Fronteira (01 j)
• Icem (01 j)
SÃO JOÃO DEL REI IND. DE MINÉRIOS LTDA.
• Tiradentes (01 m)
TRANSMINÉRIO SUL MINAS LTDA.
• Marmelópolis (01 m)

ARENITO

EMPRESA DE CAULIM LTDA.
• Bom Jesus do Amparaó (01 m)

ARGILA

ACESITA - CIA. DE AÇOS ESPECIAIS ITABIRA.
• Bom Jesus do Galho (01 m)
ANÍBAL CAMILLO TOGNI MINERAÇÃO.
• Poços de Caldas (01 j/01 m)
ANTÔNIO ABREU FERREIRA.
• Paraopeba (01 j)
ARNALDO CURIMBABA.
• Poços de Caldas (01 j)
ARY GARCIA.
• Poços de Caldas (01 m)
BENEDITO SOUZA FRANCO.
• Andradadas (01 j)
CERÂMICA GORUTUBA LTDA.
• Janaúba (01 m)
CERÂMICA MOGI GUAÇU S/A.
• Caldas (01 m)
CERÂMICA PARAPUAM LTDA.
• Igaratinga (01 m)
CERÂMICA PEDREGULHO LTDA.
• Sacramento (01 m)
CERÂMICA TOGNI S/A.
• Poços de Caldas (02 j/01 m)
• Sacramento (03 m)
CIA. CERÂMICA JOÃO PINHEIRO.
• Caeté (02 j/02 m)
CIA. DE CIMENTO PORTLAND BARROSO.
• Barroso (01 m)
CIA. DE CIMENTO PORTLAND DIAMANTE.
• Corinto (02 m)
CIA. DE CIMENTO PORTLAND ITAÚ.
• Betim (01 m)
• Contagem (01 m)
• Pratápolis (01 m)
CIA. DE CIMENTO PORTLAND PONTE ALTA.
• Conquista (02 m)
• Uberaba (04 m)
CIA. GERAL DE MINAS.
• Poços de Caldas (06 m)
CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Uberaba (01 j/10 m)
CIMINAS - CIMENTO NACIONAL DE MINAS S/A.
• Pedro Leopoldo (01 j/02 m)
DEMÓSTENES DUMONT VARGAS.
• Buritizeiro (01 j)
ELISEU ÂNGELO TOGNI.
• Caldas (01 m)
EMPRESA DE CAULIM LTDA.
• Inhaúma (01 m)
ERASMO DE CAMARGO SCHUTZER.
• Uberaba (01 m)
EURÍPEDES LUIZ DE OLIVEIRA.
• Curvelo (01 j)
• Paraopeba (01 j)
FIRMA INDIVIDUAL ANTÔNIO MENDES.
• S. Gonçalo do Abaeté (01 m)
GUILHERME MASCARENHAS DALLE.
• Paraopeba (01 j)
IBAR - IND. BRAS. DE ARTIGOS REFRATÁRIOS.
• Uberaba (01 m)
IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.
• Ibirité (01 m)
J. DE AUGUSTINIS E CIA. LTDA.
• Ijací (02 m)
• Poços (01 m)
JOSÉ AVELINO DE MELLO.
• Poços de Caldas (01 j)
JOSÉ GALVÃO RUBIM.
• Ouro Fino (01 j)
JOSÉ GONÇALVES FILHO.
• Ouro Preto (01 m)
JOSÉ OSWALDO TEIXEIRA.
• Patos de Minas (01 j)
MAGNESITA S/A.
• Esmeraldas (02 m)
• Pitangui (01 m)
• Poços de Caldas (02 m)
• Uberaba (01 j)
MANNESMANN MINERAÇÃO LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)
MARIA JOSÉ CALDAS DA FONSECA.
• S. João Del Rei (01 m)
MÁRMORE ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (01 j)
MATSULFUR - CIA. DE MATERIAIS SULFUROSOS.
• Montes Claros (02 m)
MBR - MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S/A.
• Santa Bárbara (01 m)
MILTON TABARI - FIRMA INDIVIDUAL.
• Itabirito (01 m)
MINEBRA - MIN. BRA. MIN. E INDUSTRIALIZAÇÃO.
• Nova Ponte (01 j)
• Sacramento (01 m)
• Uberaba (01 m)
MINEGRAL - CIA. BRAS. MINERAÇÃO IND. COM.
• Caldas (01 m)
MINERAÇÃO ÁGUA LIMPA S/A.
• Itabirito (01 m)
MINERAÇÃO ALUMIL LTDA.
• Uberaba (01 j)
MINERAÇÃO ANDRADENSE LTDA.
• Andradadas (05 m)
• Bom Repouso (01 m)
• Cambuí (01 m)
MINERAÇÃO CURIMBABA LTDA.
• Andradadas (01 m)
• Poços de Caldas (04 m)
MINERAÇÃO DANIEL TOGNI LOURENÇO LTDA.
• Caldas (01 j)
MINERAÇÃO DE FELDSPATO ANDRADENSE LTDA.
• Andradadas (01 m)
MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
MINERAÇÃO LAPA VERMELHA LTDA.
• Lagoa Santa (02 j)
MINERAÇÃO MATEUS LEME.
• Caldas (01 m)
• Esmeraldas (01 m)
MINERAÇÃO TRIÂNGULO S/A.
• Uberaba (01 m)
PALMAS AZULEJOS VÁRZEA DA PALMA S/A.
• Várzea da Palma (02 m)
POMIL POLÍGNO MINERAÇÃO LTDA.
• Corinto (01 j)
QUEROBINO MOURÃO FILHO.
• Pium-i (01 m)
REFRATÁRIOS E ISOLANTES S/A.
• Nova Ponte (02 j)
REFRATÁRIOS SINTEROL LTDA.
• Uberaba (01 m)
RUBENS DOS SANTOS REIS.
• Fronteira (01 j)
• Icem (01 j)
SANTA SUSANA MINERAÇÃO LTDA.
• São João Del Rei (01 m)
SICAL - BLOCOS EST. SILICO-CALCÁRIOS S/A.
• Belo Horizonte (01 m)
SINÉSIO BORGES.
• Caldas (01 m)
SOC. DE MINERAÇÃO CERAMITE LTDA.
• Inhaúma (01 m)
VALTER NOMEM COELHO DOS SANTOS.
• Capim Branco (01 j)

ARGILA FERRUGINOSA

ALCLAY MINÉRIOS LTDA.
• Uberaba (02 m)
ELISEU ÂNGELO TOGNI-MINERAÇÃO.
• Andradadas (01 m)
ERASMO DE CAMARGO SCHUTZER.
• Uberaba (01 j)

MINEBRA-MIN. BRAS. MIN. E INDUSTRIALIZAÇÃO LTDA.
• Nova Ponte (01 j)
• Sacramento (01 j)
MINERAÇÃO ALUMIL LTDA.
• Uberaba (02 j/01 m)
MINERAÇÃO RIO FORTUNA.
• Nova Ponte (03 j)
• Sacramento (02 j)
• Uberaba (01 j)
WM H MULLER SA MINÉRIOS COM. E NAVEGAÇÃO.
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (01 m)

ARGILA LUMINOSA

MINEBRA-MIN. BRAS. MIN. E INDUSTRIALIZAÇÃO LTDA.
• Uberaba (01 m)

ARGILA REFRATÁRIA

CERÂMICA DE GUARULHOS.
• Poços de Caldas (01 m)
CIA. GERAL DE MINAS.
• Poços de Caldas (03 m)
CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Poços de Caldas (01 m)
• Uberaba (02 m)
IBAR - IND. BRAS. DE ARTIGOS REFRATÁRIOS.
• Poços de Caldas (04 m)
• Sacramento (02 m)
• Uberaba (01 j/03 m)
MAGNESITA S/A.
• Betim (01 m)
• Nova Ponte (01 m)
• Sacramento (02 j)
• Uberaba (02 m)
MBR-MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S/A.
• Nova Lima (02 m)
MINERAÇÃO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS.
• Poços de Caldas (01 m)

ARGILITO

JACY PERES DE MOURA.
• Arcos (01 m)
RUBENS PERRU PATO.
• Araújos (01 j)
• Bom Despacho (01 j)

ARSÊNIO - MINÉRIO DE

OCTÁVIO MOREIRA PENNA.
• Santa Bárbara (01 m)

B

BARITA

CAMIG-CIA. AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS S/A.
• Araxá (01 m)
CIA. MINEIRA DE METAIS.
• Vazante (01 m)
CIA. MINERADORA DE PIROCLORO DE ARAXÁ.
• Araxá (03 j)

BASALTO

ARPASA-ARAGUARI PAVIMENTAÇÕES S/A.
• Araguari (01 m)
BRACHETO E LEÃO LTDA.
• Uberaba (01 m)
DOMINGOS GUSMÃO DA SILVA E CIA. LTDA.
• Perdizes (01 m)
INCOPOL-INDUSTRIAL E COM. PONTAL LTDA.
• Ituiutaba (01 m)
NARDELLI S/A. ENGENHARIA E INDÚSTRIA.
• Santa Juliana (01 m)
NILO ADELMANDO PEREIRA.
• Araguari (01 j)
RUBENS DOS SANTOS REIS.
• Fronteira (01 j)
• Icem (01 j)

BAUXITA

ALUCALDAS-ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS.
• Barão de Cocais (02 m)
• Mariana (01 m)
• Ouro Preto (03 m)
ALUCALDAS-ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS.
• Poços de Caldas (01 j/05 m)
ALUMÍNIO MINAS GERAIS.
• Caeté (01 m)

• Mariana (02 m)
• Ouro Preto (01 m)
ARNALDO CURIMBABA.
• Poços de Caldas (01 j)
ARY GARCIA.
• Poços de Caldas (01 m)
BENEDITA CHAVASCO CURIMBABA.
• Passa Quatro (01 j)
CARACO FERRO E AÇO S/A.
• Sta. Bárbara (01 m)
CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
CBA-CIA. BRASILEIRA DE ALUMÍNIO.
• Andradadas (03 m)
• Caldas (02 m)
• Itamonte (03 m)
• Itanhandu (05 m)
• Passa Quatro (05 m)
• Poços de Caldas (26 m)
• São Sebastião do Gramma (01 m)
CERÂMICA SANFRAN S/A.
• Araújos (01 j)
CIA. GERAL DE MINAS.
• Poços de Caldas (01j/14 m)
CLOVIS SERIPILLIT.
• Passa Quatro (01 j)
INGEL - IMOBILIÁRIA GUALTER E EUSTÁQUIO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
IRISA INDÚSTRIAS REUNIDAS S/A.
• Ibirité (01 m)
J. DE AUGUSTINIS E CIA. LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)
JOAQUIM DE ANDRADE E VILLELA.
• Juiz de Fora (01 j)
JOAQUIM J. BERNARDO FLORA-FIR. INDIVIDUAL.
• Poços de Caldas (01 m)
JOSÉ AVELINO DE MELLO.
• Poços de Caldas (01 j)
JOSÉ CÂNDIDO CERQUEIRA LEITE.
• Poços de Caldas (01 j)
JOSÉ PEREIRA DE ANDRADE.
• Poços de Caldas (02 j)
MARCELO JUNQUEIRA SANTOS.
• Poços de Caldas (01 m)
MARLENE CURIMBABA FERREIRA.
• Poços de Caldas (01 j)
MÁRMORES ITABIRITO S/A.
• Itabirito (01 j)
MBR-MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS.
• Nova Lima (01 m)
• Santa Bárbara (01 m)
MICOPEL - MINERAÇÃO.
• Passa Quatro (01 m)
MINEGRAL-CIA BRAS. DE MINERAÇÃO IND. E COM..
• Águas da Prata (01 m)
• Caldas (01 m)
• Poços de Caldas (01 m)
MINERAÇÃO ANDRADENSE LTDA.
• Andradadas (02 m)
MINERAÇÃO CURIMBABA LTDA.
• Andradadas (01 j)
• Caldas (03 j)
• Poços de Caldas (07 j)
MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL.
• Ouro Preto (01 m)
MINERAÇÃO PASSA QUATRO.
• Itamonte (01 m)
• Itanhandu (01 m)
MINERAÇÃO PAULO ROSTA LTDA.
• Caldas (01 j)
MINERAÇÃO PIRANGI S/A.
• Poços de Caldas (04 m)
MINERAÇÃO POÇOS DE CALDAS LTDA.
• Poços de Caldas (02 m)
NORTON MINÉRIOS LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)
ONIVALDO HORME FERREIRA.
• Poços de Caldas (01 j)
PESQUISAS MINERAIS HEGO LTDA.
• Poços de Caldas (04 m)
ROBERTO JUNQUEIRA SANTOS.
• Poços de Caldas (01 j)
SAMITRI S/A. MINERAÇÃO DA TRINDADE.
• Mariana (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
SEBASTIÃO CURIMBABA.
• Poços de Caldas (02 j)
SIGNESIO BORGES - FIRMA INDIVIDUAL.
• Caldas (01 m)
• Poços de Caldas (02 m)
SOCIEDADE DE MINERAÇÃO APOLO S/A.
• Caeté (01 m)
SOCIEDADE FORNECEDORA DE MINÉRIOS LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)

SOCIEDADE INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)

SUDESTE EMPRESA DE MINERAÇÃO LTDA.
• Cataguases (01 j)

BERILO

DERMEVAL MAGALHÃES DE CASTRO.
• Sabinópolis (01 m)

EMILIO SCHUPP E CIA.
• Ferros (01 m)

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL.
• Ferros (01 m)

PRODUÇO - SOC. DE PROD. COM. E M. PRIMA LTDA.
• Araçuaí (01 j)

SANDSPAR MINÉRIOS LTDA.
• Itinga (02 m)

C

CÁDMIO

MINERAÇÃO MORRO AGUDO S/A.
• Paracatu (01 m)

CALCÁRIO

AFRÂNIO DE AVELAR MARQUES FERREIRA.
• Sete Lagoas (01 m)

ALBERTO SANTOS CAMBRAIA.
• Santa Luzia (01 j)

ALDO FURTADO.
• Ponte (02 j)

ALFREDO AUXILIADOR DE FARIA.
• Formiga (01 m)

ÁLVARO RIBEIRO DE CARVALHO.
• Pains (01 j)

AMARO P. DA CONCEIÇÃO.
• Lapinha (01 j)

ANDREA SALVINI E CIA. LTDA.
• Santana de Pirapama (01 j)

ÂNGELO CONSTANTINO DELFINO.
• Ijaci (02 m)
• Lavras (01 m)

ANTÔNIO EDUARDO DE BASTOS.
• Pedro Leopoldo (02 j)

ANTÔNIO FELIPE DA CUNHA.
• Formiga (01 m)

ANTÔNIO LUCIANO PEREIRA NETO.
• Lagoa da Prata (01 j)

ANTÔNIO MARCELLO DE BORGES NUNES.
• Ouro Preto (01 m)

ANTÔNIO MARIANO COSTA.
• Pains (01 m)

ANTÔNIO RODRIGUES DE SOUZA FILHO.
• Arcos (01 j)

BÊMIL-BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

BOHRER COM.MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

BRENO SOARES MAIA.
• Passos (01 m)

CABAL - CALCÁRIO BAMBUÍ LTDA.
• Bambuí (01 j)

CAIEIRA PEDRA DO SINO S/A.
• Caraíba (01 m)

CAL MINAS LTDA.
• Formiga (01 m)

CAL QUÍMICA MIN. IND. E COM. LTDA.
• Formiga (01 m)

CALA - CALCÁRIO LAGAMAR IND. E COM. LTDA.
• Lagamar (01 m)

CALCÁRIO DOM BOSCO LTDA.
• Prados (01 m)

CALCÁRIO IND. E COM. LTDA.
• Matozinhos (01 m)

CALCINAÇÃO LAGOA DA PRATA LTDA.
• Lagoa da Prata (01 m)

CALSETE - IND. DE CALCINAÇÃO S. LAGOAS LTDA.
• Sete Lagoas (01 m)

CANAAN MATERIAL DE CONST. COM. IND. E REP.
• Sete Lagoas (01 m)

CARBOMINAS IND. QUÍMICA LTDA.
• Formiga (01 m)

CÉLIO EDSON DINIZ NOGUEIRA.
• Matozinhos (01 m)

CHAFFYR FERREIRA.
• Ouro Preto (01 m)

CIA. AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS - CAMIG.
• Arcos (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

CIA. BOZANO SIMONSEN COM. E IND.
• Barão de Cocais (01 m)
• Prudente de Moraes (01 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND BARROSO.
• Barroso (06 m)
• Dolores de Campos (01 m)
• Prados (03 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND CAUÊ.
• Itacarambi (01 m)
• Matozinhos (03 m)
• Pedro Leopoldo (05 m)

CIA. CIMENTO PORTLAND DIAMANTE.
• Corinto (01 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND ITAÚ.
• Itaú de Minas (02 m)
• Lagoa Santa (01 m)
• Pains (01 j)
• Pratápolis (01 m)
• Vespasiano (02 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND PONTE ALTA.
• Conquista (02 m)
• Uberaba (05 m)

CIA. NACIONAL DE CIMENTO PORTLAND.
• Arcos (02 m)
• Matozinhos (04 m)

CIA. SIDERÚRGICA NACIONAL.
• Campo Belo (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
• Prados (01 m)

CIA. SIDERÚRGICA PITANGUI.
• Pitangui (01 m)

CIBRA - CIMENTOS BRASILEIROS S/A.
• Prudente de Moraes (01 m)

CICOMINE - CIA. IND. E COMERCIAL MINÉRIOS.
• Ouro Preto (01 m)

CIFECAL LTDA.
• Sete Lagoas (01 m)

CIMENTO PORTLAND PAINS S/A.
• Arcos (01 m)

CIMINAS CIMENTO NACIONAL DE MINAS.
• Pedro Leopoldo (01 m)

CONCAL - CIA. NACIONAL DE CALC. E DERIVADOS.
• Arcos (02 m)

DILSON JOSÉ DUTRA.
• Sete Lagoas (01 j)

DOMINGOS MARTINS DAS NEVES.
• Prudente de Moraes (01 j)

ELMEC - LEOPOLDINENSE DE MIN. E EXT. CAL LTDA.
• Pedro Leopoldo (01 j)

ELPIDIO MATEUS BARBOSA.
• Coromandel (01 m)

EMIDIO JOSÉ FERREIRA.
• Prados (01 j)

EMPRESA DE MINERAÇÃO FREBA LTDA.
• Matozinhos (01 m)

EMPRESA PARTEZANE CALCÁRIO LTDA.
• Uberaba (01 j)

ENRICO GUARNIERI INDÚSTRIA E COM. S/A.
• Cachoeira do Campo (01 m)
• Córrego Danta (01 m)
• Ouro Preto (01 m)

ERNANI SILVA GUIMARÃES.
• Ijaci (01 m)

ERNESTO DINALI.
• Ijaci (01 m)

ESPÓLIO DE MODESTINO DA FONSECA COTA.
• Vespasiano (01 m)

EURÍPEDES LUIZ DE OLIVEIRA.
• Curvelo (01 j)
• Paraopeba (01 j)

FABIO CECILIO.
• Sete Lagoas (01 j)

FRANCISCO PEDRO VILATO.
• Pains (01 j)

GUILHERME MASCARENHAS DALLE.
• Paraopeba (01 j)

HORÁCIO ALBERTINI COM. IND. MECÂNICA.
• Vespasiano (01 j)

HUGO CHELLI.
• Iguatama (01 j)

ICAL - IND. DE CALCINAÇÃO S/A.
• Sete Lagoas (01 j)
• Vespasiano (02 j)

ICLAIR GRACANO.
• Prados (01 m)

ICOMINAS - INDÚSTRIA E COM. DE MINERAIS.
• Fidalgo (01 m)

INCALCA IND. DE CALCINAÇÃO CAXAMBU LTDA.
• Prudente Moraes (01 m)

IND. DE CAL LILI LTDA.
• Ijaci (01 m)

IND. DE CALCINAÇÃO BASILIO LTDA.
• Prados (02 m)

INDÚSTRIA DE CALCÁRIO SN LTDA.
• Ijaci (02 m)

INDÚSTRIA DE CIMENTO E CAL SETE LAGOAS.
• Sete Lagoas (02 m)

INDÚSTRIA E COM. DE CALCÁRIO INAE LTDA.
• Paracatu (01 m)

INDÚSTRIA E COM. SANTA CRUZ LTDA.
• Curvelo (01 m)

INDÚSTRIAS REUNIDAS DE CAL LTDA.
• Ijaci (01 m)

JOÃO NOGUEIRA DUARTE.
• Santana do Riacho (01 m)

JOÃO RODRIGUES DE SOUZA.
• Arcos (01 m)

JOÃO VAZ SOBRINHO.
• Arcos (02 j/01 m)

JOSÉ ALVARENGA COSTA.
• Lagoa Santa (01 m)
• Vespasiano (01 m)

JOSÉ DE SOUZA COELHO.
• Barroso (01 m)

JOSÉ DIAS DE GOUVEIA.
• Jacuí (01 j)

JOSÉ EUCLIDES TEIXEIRA.
• Arcos (01 j)

JOSÉ LÚCIO RESENDE - FIRMA INDIVIDUAL.
• Matozinhos (01 m)

JOSÉ SILVEIRA BARBOSA.
• Matozinhos (01 j)

LAFERSA - LAMINAÇÃO DE FERRO S/A.
• Paracatu (02 m)

MAGNESITA S/A.
• Ouro Branco (01 m)
• Ouro Preto (01 m)

MARIA DE CARVALHO FERREIRA.
• Ijaci (01 m)

MARIA MADALENA DE PAULA.
• Ijaci (01 m)

MARMINAS S/A.
• Santana do Riacho (01 m)

MÁRMORES E GRANITOS DO BRASIL S/A.
• Santana do Riacho (01 j/01 m)

MARPO LTDA.
• Patos de Minas (01 m)

MARTINIANO ZUQUIM.
• Arcos (01 m)

MATSULFUR - CIA. DE MATERIAIS SULFUROSOS.
• Montes Claros (02 m)

MAURELLI IND. E COM. LTDA.
• Itumirim (01 m)

MAURO DO VALLE SALLES.
• Caetanópolis (01 m)
• Paraopeba (01 m)

MBR-MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS.
• Santa Bárbara (01 m)

METAMIG - METAIS DE MINAS GERAIS.
• Arcos (01 j)

MILI-MINERAÇÃO MONTE VERDE LTDA.
• Lagoa Santa (01 m)

MINERAÇÃO CAUAIA LTDA.
• Matozinhos (02 m)

MINERAÇÃO FAZENDA DOS BORGES.
• Pedro Leopoldo (01 m)

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL LTDA.
• Prados (01 m)

MINERAÇÃO INDÚSTRIA E COM. VAZ VIEIRA LTDA.
• Pains (01 m)

MINERAÇÃO JEM LTDA.
• Ijaci (01 m)

MINERAÇÃO LAPA VERMELHA LTDA.
• Pedro Leopoldo (01 m)

MINERAÇÃO MANSUR LTDA.
• Vazante (01 m)

MINERAÇÃO MIRANDA S/A.
• Santa Rosa da Serra (01 m)

MINERAÇÃO NOVA ERA LTDA.
• Taquaraçu de Minas (01 m)

MINERAÇÃO PEDRA BONITA LTDA.
• Prudente de Moraes (01 m)

MINERAÇÃO PRADOS LTDA.
• Prados (01 m)

MINERAÇÃO TANQUE SECO LTDA.
• Itabirito (01 m)

MISTEL- MINERAÇÃO SANTA TEREZINHA.
• Unaí (01 m)

MURILO CARLOS PAIVA CARVALHO.
• Bambuí (02 j)

NELSON ALVARENGA VIGLIONI E OUTROS.
• Candeias (01 m)

PACÍFICO GUIMARÃES COTTA.
• Prudente de Moraes (01 m)

PATROCÍNIO CALCÁRIO AGRÍCOLA LTDA.
• Guimarães (01 m)

PAVISAN ENGENHARIA INDÚSTRIA E COM.
• Montes Claros (01 m)

PEDRO FERREIRA ARANTES.
• Formiga (01 m)

PEREIRA BAETA E CIA. LTDA.
• Carandá (01 m)

PRECON INDUSTRIAL S/A.
• Matozinhos (01 m)

PRODUTOS MINERAIS OMEGA LTDA.
• São João Del Rei (01 m)

QUÍMICA INDUSTRIAL BARRA DO PIRAI S/A.
• Arcos (01j/01 m)
• Bambuí (01 m)

RAUL FONTANA DE ALVIM.
• Pedro Leopoldo (01 j)

RAYMUNDO ALENCAR DRUMOND - FIRMA INDIV.
• Sete Lagoas (02 m)

ROBERTO BRAMBILLA DE FARIA.
• Arcos (01 m)
• Passos (01 m)

ROBERTO SANTOS VIANA.
• Sete Lagoas (01 j)

RUBENS DE AZEVEDO CARVALHO.
• Capim Branco (01 j)

S.A. DE CIMENTO MIN. E CABOTAGEM - CIMIMAR.
• Arcos (01 j)

SALVADOR ROSA CAMPOS.
• Pains (01 j)

SATEC - SANEAMENTO TERRAPL. E CONST. S/A.
• Lagoa Santa (01 m)

SEVERO CÂNDIDO RIBEIRO.
• Pains (01 m)

SIDERÚRGICA BARRA MANSA S/A.
• Ouro Preto (01 m)

SILVESTRE E SOUZA.
• Pedro Leopoldo (01 m)

SOEICOM S/A. - SOCIEDADE DE EMP. IND. COM. MIN.
• Lagoa Santa (01 m)
• Matozinhos (01 m)

STA. SUSANA MINERAÇÃO LTDA.
• São João Del Rei (01 m)

TEOTÔNIO BATISTA DE FREITAS.
• Pedro Leopoldo (01 j)

TITO FERREIRA DA SILVA.
• Moema (01 m)

USIMINAS SIDER. DE MINAS GERAIS S/A.
• Prudente de Moraes (01 m)

USINA ITAQUARA DE AÇÚCAR E ALCOOL S/A.
• Jacuí (01 m)

VALINHO MINERAIS LTDA.
• Capim Branco (01 m)

VALTERNOMEM COELHO DOS SANTOS.
• Capim Branco (01 j)

VICENTE ERMÂNIO VILLELA.
• Uberaba (02 j)

VIRGÍLIO GALASSI.
• Uberaba (01 j)

ZOROASTRO VIEIRA DE AZEVEDO.
• Prudente de Moraes (02 j)

CALCÁRIO DOLOMÍTICO

ANTÔNIO MARIANO COSTA.
• Pains (01 m)

CORRESOLO-CORRETIVOS DE SOLOS.
• Córrego Danta (01 m)

GELCIRA V. DE CARVALHO.
• Ouro Preto (01 m)

ICAL - INDÚSTRIA DE CALCINAÇÃO.
• Ouro Preto (01 m)

MADEIRAS COLINA LTDA.
• Arinos (02 m)

MIN. JANUÁRIA COM. E IND. LTDA.
• Januária (01 m)

CALCITA

CIA. DE CIMENTO PORTLAND CAUÊ.
• Pedro Leopoldo (01 m)

MINERAÇÃO LAPA VERMELHA LTDA.
• Pedro Leopoldo (01 m)

TEOTÔNIO BATISTA DE FREITAS.
• Pedro Leopoldo (01 j)

CASCALHO

ÁLVARO CONRADO NIEMEYER.
• Três Corações (01 m)

AREAL SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS LTDA.
• Varginha (01 m)

AREIAS RIO-ITA LTDA.
• São Sebastião do Oeste (01 m)

ARVEL - AREIAS VESPASIANO LTDA.
• Lagoa Santa (01 m)

CIA. INDUSTRIAL ITABIRA DO CAMPO.
• Itabirito (01 m)

CLEY AZEVEDO FONSECA.
• Itaci (01 m)

CONSTRUTORA MARTINS LANNA LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)

CRISTIANO CLAUDINO DE SOUZA.
• Ribeirão Vermelho (01 m)

DRAGAGEM DE OURO S/A.
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

FRANCISCO FELIPE NETO.
• Esmeraldas (01 m)

GERALDO TEIXEIRA WASHINGTON.
• Carmo da Cachoeira (01 m)

JOÃO CUSTÓDIO DA VEIGA.
• Presidente Olegário (01 m)

JOSÉ RIBEIRO NETO.
• Esmeraldas (02 m)

JOSEMAR OTAVIANO DE ALVARENGA.
• Presidente Juscelino (01 m)

LOURENÇO FREIRE DE CARVALHO.
• Santa Luzia (01 m)

MINAS MIN. AREIA E CASCALHO SABARÁ LTDA.
• Sabará (01 m)

MINERAÇÃO SOCOIMEX LTDA.
• Sabará (01 m)

MINERAÇÃO TEJUCANA S/A.
• Belo Horizonte (01 m)
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

NABACK E IRMÃO LTDA.
• Três Corações (02 m)

PEDRO GLÓRIA.
• Governador Valadares (01 m)

SEBASTIÃO REZENDE.
• Itumirim (01 m)

SERMECO - SERVIÇOS MEC. DE ENG. E CONST. S/A.
• Contagem (01 m)

CASSITERITA

AMARAL E CIA. LTDA.
• Ritópolis (01 m)
• São João Del Rei (01 m)

ARISTIDES COELHO DOS SANTOS.
• Resende Costa (01 m)

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.
• Araçuaí (01 m)
• Itinga (04 m)

CIA. DE ESTANHO SÃO JOÃO DEL REI.
• Caranaíba (02 m)
• Cristiano Ottoni (02 m)
• Santana dos Montes (02 m)

CIA. ESTANHO MINAS BRASIL.
• Cassiterita (02 m)
• Cel. Xavier Chaves (01 m)
• Nazareno (02 m)
• Ritópolis (03 m)
• São Tiago (06 m)

CINCINATO CEZAR COLOMBO DE GUSMÃO.
• Resende Costa (01 j)

EMPRESA MINEIRA DE ESTANHO.
• Ritópolis (03 m)

EXPLORAÇÃO E BENEFIC. DE RUTILO LTDA.
• Santana do Garambeu (01 m)

FRANCISCO RIBEIRO DE CARVALHO FILHO.
• Resende Costa (01 j)

JADER GOMES HUDSON.
• São João Del Rei (01 m)
• Tiradentes (01 m)

JANETE DE AZEVEDO ANDRADE.
• Itinga (01 j)

JOSÉ FREDERICO DE SOUZA MARTINS.
• Cel. Xavier Chaves (01 j)

JOSÉ SILVÉRIO R. CHAVES.
• Resende Costa (01 j)

MÁRIO VERSIANI GUSMÃO.
• Itinga (02 j)

MATHEUS RESENDE MENDONÇA.
• Cel. Xavier Chaves (01 j)

MINERAÇÃO RIO DAS MORTES S/A.
• Cel. Xavier Chaves (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritópolis (03 m)

MINERAÇÃO RIO DAS MORTES S/A.
• São João Del Rei (04 m)

PATRÍCIO RODRIGUES GALDEANO.
• Itinga (01 j)

VALÉRIA MINERAÇÃO IND. E COM.
• Cristiano Ottoni (01 m)

CAULIM

ANTÔNIO BORGES PEREIRA.
• Carangola (01 m)

BEMIL BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS LTDA.
• Itabirito (01 j)

BENEDITO DE OLIVEIRA.
• Monte Sião (01 j)

CAOLIM AZZI LTDA.
• Mar de Espanha (01 m)

CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Tiradentes (01 m)

CAULIM ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (02 m)

CIA. CERÂMICA JOÃO PINHEIRO.
• Caeté (02 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND PARAÍSO.
• Caparaó (01 m)

CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Uberaba (02 m)

CLÁUDIO BAILONE E CIA.
• Bueno Brandão (01 m)
• Inconfidentes (01 m)

CONSTRUÇÕES E COM. CAMARGO CORRÊA S/A.
• Itapecerica (01 m)

EMINAMAR - EMPRESA DE MIN. AMADEU MARTINS.
• Mar de Espanha (02 m)

EMPRESA DE CAULIM LTDA.
• Belmiro Braga (05 m)
• Bicas (01 m)
• Inhaúma (01 m)
• Juiz de Fora (01 m)
• Mar de Espanha (01 m)
• Pedro Leopoldo (01 m)
• Raul Soares (02 m)

EMPRESA DE MINERAÇÃO APARECIDA LTDA.
• Espera Feliz (01 m)

EMPRESA DE MINERAÇÃO PARAÍSO LTDA.
• Carai (01 m)

ERASMO DE CAMARGO SCHUTZER.
• Sacramento (01 m)
• Uberaba (02 m)

FIORAVANTE P. JR. E ALINIO T. F. SALES.
• Espera Feliz (01 m)

FRANCISCO ALTAMIRANO DE BARROS.
• Rio Piracicaba (01 m)

FRANCISCO MÁRQUES JÚNIOR.
• Itabirito (01 j)

GABRIEL CAULA SOARES.
• Bicas (01 m)

HALBA-COM. IND. DE PEDRAS PRECIOSAS S.A.
• Coronel Murta (01 j)

IBAR-IND. BRASILEIRA ARTIGOS REFRATÁRIOS.
• Uberaba (01 m)

IRMÃOS GUILHERMINO LTDA.
• Brás Pires (01j/01 m)
• Presidente Bernardes (01 j)

JADER GOMES HUDSON.
• São João Del Rei (01 j)
• Tiradentes (01 m)

JOAQUIM GARCIA DOS REIS.
• Matias Barbosa (01 j)

JOEMA INDÚSTRIA COM. EXPORTAÇÃO LTDA.
• Catas Altas da Noruega (01 j)
• Lamim (01 j)

JOSÉ ANTERO DE C. MACHADO.
• Itabirito (01 j)

JOSÉ PIO DA MOTA - ESPÓLIO.
• Brás Pires (01 m)

LEONOR VITORINO PEREIRA.
• Lavras (01 m)

LUX CAULIM LTDA.
• Santa Maria de Itabira (01 m)

MARIA JOSÉ CALDAS DA FONSECA.
• São João Del Rei (01 m)

MINERAÇÃO ANASTEVE LTDA.
• Bicas (01 m)
• Cataguases (01 m)
• Mar de Espanha (01 m)
• Pequeri (02 m)

MINERAÇÃO ANDRADENSE.
• Cambuí (01 m)

MINERAÇÃO BANDEIRANTES.
• Itabirito (04 m)

MINERAÇÃO BUENOBANDENSE LTDA.
• Bueno Brandão (01 j)

MINERAÇÃO CAIANA LTDA.
• Caiana (02 m)

MINERAÇÃO CAOLINITA LTDA.
• Ubá (02 m)

MINERAÇÃO INDUSTRIAL RIO PRETO.
• Rio Preto (01 m)

MINERAÇÃO MATEUS LEME LTDA.
• Santo Antônio do Monte (02 m)

MINERAÇÃO N. SRA. DO AMPARO LTDA.
• São João Del Rei (01 m)

MINERAÇÃO SABEVI LTDA.
• Monte Sião (01 m)

MINERADORA FEDERAL.
• Santa Maria de Itabira (01 m)

MITCHEL MUCI.
• São João Nepomuceno (01 j)

NELSON ELIE MACAROUN.
• Santa Maria de Itabira (01 j)

OLAVO VENTURA MARINHO.
• Mar de Espanha (02 m)

PALMAS AZULEJOS VÁRZEA DA PALMA S/A.
• Lassange (01 m)

ROBERTO PROCÓPIO SCHLOBAK VALE.
• Juiz de Fora (01 j)

SOCIEDADE DE MINERAÇÃO CERAMITE LTDA.
• Mar de Espanha (03 m)

TANUS FERES DE ANDRADE.
• Divinésia (01 m)

CHUMBO

CIA. MINEIRA DE METAIS.
• Vazante (06 m)

MINERAÇÃO JUSSARA LTDA.
• Itacarambi (02 m)

MINERAÇÃO MORRO AGUDO S/A.
• Paracatu (01 m)
• Vazante (02 m)

CIANITA

CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Onça do Pitangui (04 m)

LIASA - LIGAS DE ALUMÍNIO S/A.
• Gouveia (01 m)

MAGNESITA S/A.
• Itamarandiba (01 m)

MBR - MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S/A.
• Itabirito (01 m)
• Nova Lima (03 m)

MINERAÇÃO CÔRREGO FUNDO LTDA.
• Mateus Leme (02 m)

MINERAÇÃO INTEREX DO BRASIL LTDA.
• Andrelândia (01 m)

USINA QUEIROZ JÚNIOR.
• Itabirito (01 j)

COBRE

CIA. MINEIRA DE METAIS.
• Vazante (06 m)

NIQUELMINAS S/A.
• Ipanema (01 m)

COLUMBITA

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.
• Araçuaí (01 m)
• Itinga (02 m)

CIA. DE ESTANHO MINAS BRASIL.
• Cassiterita (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritópolis (01 m)
• São Tiago (01 m)

DERMEVAL MAGALHÃES E CASTRO.
• Sabinópolis (01 m)

OLGA BRUCE MALLIO BRANDÃO.
• Santa Maria do Suassuí (01 j)

PRODUÇO SOC. PROD. COM. MIN. E MAT. PRIMA.
• Araçuaí (01 m)

CRISOBERILO

MINERAÇÃO FAÍSCA LTDA.
• Teófilo Ottoni (02 m)

CRISTAL DE ROCHA

ACÁCIO CORREIA DOLABELLA.
• Congonhas (01 m)

MINERAÇÃO BREJO DO RIO PRETO LTDA.
• Francisco Dumont (01 m)

OLGA BRUCE MALLIO BRANDÃO.
• Santa Maria do Suassuí (01 j)

RUBENS VALADARES DE VASCONCELOS .
• Paraopeba (01 j)

CROMITA

CROMITA PIUMHIENSE LTDA.
• Pium-i (01 m)

EMPRESA RADA DE MINERAÇÃO LTDA.
• Alvorada de Minas (03 m)

ENGEMINAS EMP. GERAL DE MINERAÇÃO LTDA.
• Alvorada de Minas (01 m)

MINERAÇÃO IVITURUI LTDA.
• Serro (01 m)

D

DIABÁSIO

PEDREIRA E BRITADORA CANTIERI LTDA.
• São Sebastião do Paraíso (01 m)

DIAMANTE

ÁLVARO DE OLIVEIRA CRUZ.
• Datas (01 j)

BRASPEDRAS - COM. E IND. DE PEDRAS LTDA.
• Diamantina (01 m)

CLAIRETE PAULA SALVINI.
• Santana de Pirapama (01 m)

DRAGAGEM FLUVIAL S/A.
• Diamantina (06 m)

EMAC S/A. - EMPRESA ACAIACA.
• Diamantina (01 m)

EXDIBRA - EXT. DIAMANTES BRASIL S/A. EXP. COM.
• Estrela do Sul (01 m)
• Irai de Minas (01 m)
• Monte Carmelo (01 m)
• Romaria (01 m)

FRANK HAMILTON.
• Virgem da Lapa (01 j)

GERALDO LACERDA DE OLIVEIRA FIRMA INDIV.
• Bocaiúva (01 m)
• Diamantina (01 m)

JULIO BENTO DA SILVA.
• Diamantina (02 m)

MIBRAÇO - MINERAÇÃO BRAS. COMERCIAL LTDA.
• São Gonçalo do Abaeté (01 m)

MINA DA BOA VISTA S/A.
• Diamantina (01 m)

MINAS DA DATAS S/A.
• Datas (01 m)

MINERAÇÃO RIO DAS MORTES S/A.
• Cel. Xavier Chaves (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritópolis (01 m)
• São João Del Rei (02 m)

MINERAÇÃO TEJUCANA S/A.
• Bocaiúva (04 m)
• Diamantina (17 m)

PEDRO HELIOS F. LEITE.
• Conceição do Mato Dentro (01 j)
• Datas (01 j)
• Presidente Kubitschek (01 j)

RAIMUNDO THIMOTEO DA CRUZ.
• Diamantina (01 m)

SERVIÇOS DE MINERAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.
• Diamantina (01 m)

VALTER MONTALVON DO NASCIMENTO.
• Diamantina (01 m)

DIORITO

ANTÔNIO FERNANDES DUTRA.
• Jeceaba (01 j)

DJALMAITA

CIA. DE ESTANHO MINAS BRASIL.
• Cassiterita (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritópolis (01 m)
• São Tiago (02 m)

DOLOMITA

MINERAÇÃO MORRO VELHO S/A.
• Belo Horizonte (01 j)
• Nova Lima (01 j)

TEOTÔNIO BATISTA DE FREITAS.
• Pedro Leopoldo (01 j)

DOLOMITO

ALUCALDAS ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS S/A.
• Ouro Preto (01 m)
CHAFFYR FERREIRA.
• Ouro Preto (01 m)
CIA. DE MINERAÇÃO RIO ACIMA.
• Santa Bárbara (02 m)
CICOMINE-CIA. INDL. E COMERCIAL MINÉRIOS.
• Ouro Preto (02 m)
MAGNESITA S/A.
• Belo Horizonte (01 m)
• Ouro Branco (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
• Sabará (01 m)
MANNESMANN MINERAÇÃO LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)
MINERAÇÃO LAGOA SECA LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)
SIDERÚRGICA MANSA S/A.
• Itabirito (01 m)
• Ouro Preto (02 m)

DUNITO

ANTÔNIO P. HOMEM JÚNIOR - F. INDIVIDUAL.
• Itabirito (01 m)
BEMIL-BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
CIA. BOZANO SIMONSEN COM. E IND.
• Barão de Cocais (01 m)
CIA. MINEIRA DE METAIS.
• Vazante (01 m)
CRUZUL - CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL.
• Santa Bárbara (02 m)
DOLOMITA MINERAÇÃO IND. E COM.
• Jaboticatubas (01 m)
GELCIRA V. DE CARVALHO.
• Ouro Preto (01 m)
INDUMAR COM. E INDUSTRIAL S/A.
• Ouro Preto (01 m)
MBR - MINERAÇÃO BRASILEIRA REUNIDAS S/A.
• Nova Lima (01 m)
MINERAÇÃO SÍTIO NOVO LTDA.
• Mateus Leme (01 m)
NAVANTINO ALVES.
• Belo Horizonte (01 m)
TERRACAL - CALCÁRIO TERRA FÉRTIL LTDA.
• Paracatu (01 m)

E

ENXOFRE

MINERAÇÃO MORRO AGUDO S/A.
• Paracatu (01 m)

ESMERALDA

BELMONT GEMAS LTDA.
• Itabira (01 j)

ESPODUMÊNIO

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.
• Araçuaí (01 j/01 m)
• Itinga (01 m)
MARIA ZEMBLA AFGOUNI.
• Itinga (01 j/02 m)
SANDSPAR MINÉRIOS LTDA.
• Itinga (02 m)

ESTEATITO

CIA. BENEFICIAMENTO MINERAIS S/A.
• Itaverava (01 m)
INTEGRAL - INTEGRAÇÃO IND. COM. E MIN. LTDA.
• Nova Lima (01 j)
ITAPEMAS - IND. TALCO PEDRAS MADEIRAS ASS.
• Piranga (01 j)
JOEMA INDÚSTRIA COMÉRCIO EXPORTAÇÃO.
• Cata Altas da Noruega (01 j)
• Lamim (01 j)

F

FELDSPATO

ALY PROCÓPIO TORRES.
• Santa Maria de Itabira (01 j)

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS.

• Araçuaí (04 m)
• Galiléia (01 m)
• Itinga (05 m)
BENEDITO DE OLIVEIRA.
• Monte Sião (01 j)
CAOLIM AZZI LTDA.
• Mar de Espanha (01 m)
CLÁUDIO BAILONE E CIA.
• Bueno Brandão (01 m)
• Inconfidentes (03 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO APARECIDA LTDA.
• Espera Feliz (01 m)
FIORAVANTE PADULA JR E ALINIO T. F. SALES.
• Espera Feliz (01 m)
LUIZ NANNI.
• Conselheiro Pena (01 j)
MINERAÇÃO BUENOBRANDENSE LTDA.
• Bueno Brandão (01 j)
MINERAÇÃO CAIANA LTDA.
• Carangola (01 m)
MINERAÇÃO DE FELDSPATO ANDRADENSE LTDA.
• Inconfidentes (02 m)
MINERAÇÃO DE FELDSPATO OUROFINENSE LTDA.
• Ouro Fino (01 m)
MINERAÇÃO ESTRELA DO SUL LTDA.
• Ouro Fino (01 m)
MINERAÇÃO IPÊ LTDA.
• Governador Valadares (01 m)
MINERAÇÃO SEBEVI LTDA.
• Monte Sião (01 m)
MITCHEL MUCI.
• São João Nepomuceno (01 j)
QUARTZO E FELDSPATO DE SOCORRO LTDA.
• Inconfidentes (01 m)
SANDSPAR MINÉRIOS LTDA.
• Itinga (01 m)
SÍLVIO BENEDEZZI.
• Monte Sião (01 m)
SOCIEDADE DE MINERAÇÃO CERAMITE LTDA.
• Mar de Espanha (01 m)

FERRO

ACESITA - CIA. AÇOS ESPECIAIS ITABIRA.
• Antônio Dias (01 m)
• Itabira (02 m)
ALFER - SOCIEDADE DE MINERAÇÃO LTDA.
• Ibirité (01 m)
ALUCALDAS - ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS S/A.
• Ouro Preto (01 m)
ANTÔNIO PACÍFICO HOMEM JÚNIOR F. IND.
• Itabirito (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
ANTÔNIO PACÍFICO HOMEM NETO.
• Ibirité (01 m)
ANTÔNIO RAPHAEL DA SILVA E CIA. LTDA.
• Sta Bárbara (01 m)
BENJAMIM AMARAL DE PAULA LIMA.
• Caeté (01 m)
BRUMAFER MINERAÇÃO LTDA.
• Sabará (02 m)
CARAÇO FERRO E AÇO S/A.
• Sta Bárbara (02 m)
CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
CEFAR-CIA. DE MINERAÇÃO SERRA DA FAROFA.
• Brumadinho (01 j/02 m)
• Igarapé (02 m)
CÉSAR FONSECA E SILVA.
• Igarapé (02 j)
CIA. BOZANO SIMONSEN COM. IND.
• Sta Bárbara (01 m)
CIA. BRAS. DE USINAS METALÚRGICAS.
• Antônio Dias (01 m)
CIA. DE MINERAÇÃO NOVALIMENSE.
• Nova Lima (02 m)
CIA. DE MINERAÇÃO RIO ACIMA.
• Sta Bárbara (02 m)
CIA. DE MINERAÇÃO SERRA DA MOEDA.
• Belo Vale (01 m)
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (02 m)
CIA. FERRO BRASILEIRO S/A.
• Barão de Cocais (01 m)
CIA. MINAS DE PASSAGEM.
• Mariana (01 m)
CIA. MINEIRA DE SIDERURGIA.
• Itatiaiuçu (01 m)

CIA. SID. BELGO-MINERA.
• Barão de Cocais (01 m)
• Bela Vista de Minas (01 m)
• Itabira (01 m)
• João Monlevade (01 m)
• Sabará (01 m)
CIA. SIDERÚRGICA NACIONAL.
• Congonhas (02 m)
• Entre Rios de Minas (02 m)
• Itabirito (01 m)
• Ouro Preto (02 m)
CIA. SIDERÚRGICA PAINS.
• Mateus Leme (01 m)
CIANITRA LTDA .
• Belo Horizonte (01 m)
• Congonhas (01 m)
CICOMINE-CIA. IND. E COML. DE MINÉRIOS.
• Ouro Preto (01 m)
CIMECA - IND. DE MIN. E METAIS CAXAMBU LTDA.
• Rio Piracicaba (03 m)
COSIM - CIA. SIDERÚRGICA DE MOGI DAS CRUZES.
• Brumadinho (02 m)
• Ibirité (01 m)
• Nova Lima (01 m)
CRUZUL - CIA. SIDERÚRGICA CRUZEIRO DO SUL.
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (02 m)
• Sta. Bárbara (05 m)
CVRD - CIA. VALE DO RIO DOCE.
• Itabira (02 m)
• Nova Era (01 m)
• Santa Bárbara (01 m)
DALMO DE SOUZA DORNELLAS.
• Sta. Bárbara (01 m)
DELZIR BATISTA GUIMARÃES.
• Itaúna (01 m)
EMICON MINERAÇÃO E TERRAPLANAGEM.
• Brumadinho (01 m)
EMPABRA-EMP. DE MINERAÇÃO PAU BRANCO LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)
EMPARA EMPRESA PARAOPEBA LTDA.
• Igarapé (01 m)
EMPRESA COML. E TÉCNICA DE MINÉRIOS S/A.
• Nova Lima (01 m)
EMPRESA MINERADORA E INDL. SANTAREM LTDA.
• Itatiaiuçu (01 m)
ESPÓLIO DE EDUARDO COZAC.
• Ibirité (01 m)
EXTRACOMIL EXTRAC. TRANSP. COM. DE MIN. LTDA.
• Itabira (01 m)
EXTRAMIL - EXTRATIVA MINERAL LTDA.
• Nova Lima (01 m)
FERROBEL - FERRO DE BELO HORIZONTE S/A.
• Belo Horizonte (03 m)
FERTECO MINERAÇÃO.
• Brumadinho (01 m)
• Congonhas (02 m)
• Ouro Preto (02 m)
FIRMA INDIVIDUAL ANSELMO SANTALENA.
• Brumadinho (01 m)
FRANCISCO ALTAMIRANO DE BARROS.
• Rio Piracicaba (02 m)
FRANCISCO DUARTE.
• Rio Acima (01 m)
H. LODI E CIA. LTDA.
• Nova Lima (01 m)
HELVÉCIO C. DE ANDRADE - FIRMA INDIVIDUAL.
• Barão de Cocais (01 m)
HEMAG MINERAÇÃO LTDA.
• Rio Piracicaba (01 m)
IBAR - IND. BRASILEIRA DE ART. REFRAATÓRIOS.
• Nova Lima (01 m)
IMGEL - IMOBIL. GUALTER E EUSTÁQUIO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
INTEGRAL - INTEGRAÇÃO IND. COM. E MINER. LTDA.
• Nova Lima (01 m)
IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.
• Ibirité (01 m)
IRMÃOS BRAGA LTDA.
• Itabira (01 m)
ITAMINAS COM. DE MINÉRIOS.
• Ibirité (02 m)
JAMIL - JACUTINGA MINERAÇÃO INDL. LTDA.
• Mateus Leme (01 j)
JANETE DE AZEVEDO ANDRADE.
• Itinga (01 j)

JOÃO DE DEUS THIBAU.
• Barão de Cocais (01 m)
JOAQUIM DE SANTA CECÍLIA.
• Belo Horizonte (01 m)
JORGE CARAM E OUTROS.
• Ouro Preto (01 m)
JORGE JACOB.
• Betim (01 j)
JOSÉ DA COSTA CARVALHO.
• Ouro Preto (01 m)
JOSÉ DELFINO NASCIMENTO.
• Passa Tempo (01 m)
JOSÉ PATRUS DE SOUZA.
• Belo Vale (01 m)
JOSÉ RAIMUNDO RUFINO.
• Belo Vale (01 m)
JOSEPHINO OTTONI ALVES.
• Serro (01 m)
JUDITE FERREIRA PINTO.
• Sabará (01 j/01 m)
KRE DITANSTALT FUER WIDERAUFBAU.
• Belo Vale (01 m)
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
• Poços de Caldas (01 m)
LAFERSA - LAMINAÇÃO DE FERRO S/A.
• Igarapé (01 m)
• Itabirito (01 m)
LUIZA GOMES ANTUNES.
• Brumadinho (01 m)
MAGNESITA S/A.
• Passa Tempo (01 m)
MANNESMANN MINERAÇÃO LTDA.
• Belo Horizonte (01 m)
• Brumadinho (02 m)
• Nova Lima (01 m)
MÁRCIO REZENDE LIMA.
• Nova Lima (01 m)
MARIA DE SALLES FERREIRA.
• Sabará (01 m)
MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Aracuaí (02 m)
• Itinga (02 j)
MARINA ANCA ATANASIU-FIRMA INDIVIDUAL.
• Nova Lima (01 m)
MÁRMORES ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (01 m)
MBR - MINERAÇÃO BRASILEIRA REUNIDAS S/A.
• Brumadinho (07 m)
• Ibirité (02 m)
• Itabirito (03 m)
• Nova Lima (14 m)
• Rio Acima (03 m)
• Sta Bárbara (04 m)
METAMIG - METAIS DE MINAS GERAIS S/A.
• Galiléia (01 m)
MINAR - MINERAÇÃO AREDES LTDA.
• Itabirito (01 m)
MINAS DA SERRA GERAL S/A.
• Ouro Preto (01 m)
MINAS DE FERRO S/A.
• Igarapé (01 m)
MINAS DEL REY DOM PEDRO S/A.
• Mariana (01 m)
MINAS DO ITACOLOMY S/A.
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (02 m)
MINAS ITATIAIUÇU LTDA.
• Itatiaiuçu (01 m)
• Mateus Leme (01 m)
MINEGRAL - CIA. BRAS. DE MINERAÇÃO IND. E COM.
• Poços de Caldas (01 m)
MINERAÇÃO BRASÍLIA LTDA.
• Caeté (01 m)
MINERAÇÃO BRUMAL LTDA.
• Sta. Bárbara (01 m)
MINERAÇÃO CAETETU LTDA.
• Guanhães (01 m)
• Sabinópolis (01 m)
• Senhora do Porto (02 m)
MINERAÇÃO CANDONGA S/A.
• Guanhães (01 m)
MINERAÇÃO CAPOEIRANA LTDA.
• Morro do Pilar (02 j)
MINERAÇÃO CATAS ALTAS.
• S. Gonçalo Rio Abaixo (01 m)
MINERAÇÃO CÔRREGO FUNDO LTDA.
• Itatiaiuçu (01 m)
MINERAÇÃO DA VIGIA LTDA.
• Ibirité (01 m)
MINERAÇÃO E-USINA WIGG S/A.
• Itabirito (01 m)
MINERAÇÃO FERRO E MANGANÊS S/A.
• Ouro Preto (01 j)

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL.

- Brumadinho (01 m)
- Ibirité (01 m)
- Ouro Preto (01 m)

MINERAÇÃO GUANHÃES LTDA.

- Guanhães (03 m)

MINERAÇÃO HANNA DO BRASIL LTDA.

- Brumadinho (01 m)
- Nova Lima (01j/01 m)

MINERAÇÃO HÉRCULES LTDA.

- Itatiaiuçu (01 m)
- Mateus Leme (01 m)

MINERAÇÃO IRIRI.

- Senhora do Porto (01 m)

MINERAÇÃO J. MENDES.

- Itatiaiuçu (02 m)
- Mateus Leme (02 m)

MINERAÇÃO LAGOA GRANDE LTDA.

- Brumadinho (01 m)

MINERAÇÃO LAGOA SECA LTDA.

- Belo Horizonte (02 m)

MINERAÇÃO LUCERNA LTDA.

- Barão de Cocais (01 j/01 m)
- Sta. Bárbara (01 j/02 m)

MINERAÇÃO MASANO IND. E COM. LTDA.

- Itatiaiuçu (01 m)

MINERAÇÃO MORRO DO FERRO LTDA.

- Passa Tempo (01 m)

MINERAÇÃO MORRO GRANDE S/A.

- Santa Bárbara (01 m)

MINERAÇÃO NAQUE LTDA.

- Morro do Pilar (01 j)

MINERAÇÃO NOVA ERA.

- Morro do Pilar (01 j)

MINERAÇÃO RIO PARDO S/A.

- Desterro Entre Rios (01 m)
- Piracema (01 m)

MINERAÇÃO SAM. MINAS LTDA.

- Itatiaiuçu (02 m)

MINERAÇÃO SANTA AMÉLIA LTDA.

- Nova Lima (01 m)

MINERAÇÃO SANTARÉM.

- Guanhães (01 j)
- Sabinópolis (01 j)

MINERAÇÃO SOCOIMEX LTDA.

- S. Gonçalo do Rio Abaixo (01 m)

MINERAÇÃO SOMAGE S/A.

- Sta. Bárbara (01 m)

MINERAÇÃO STA. MÔNICA.

- S. Gonçalo do Rio Abaixo (03 m)

MINERAÇÃO STO. INÁCIO.

- Nova Lima (01 m)

MINERAÇÃO TANQUE SECO LTDA.

- Itabirito (01 m)

MINERADORA FEDERAL S/A.

- Sta Maria de Itabira (02 m)

MINERAL DO BRASIL LTDA.

- Ibirité (02 m)

MINERALURGIA LTDA.

- Mariana (01 m)

MINERITA MINÉRIOS ITAÚNA LTDA.

- Itaúna (01 m)

MIPRISA - MINERAÇÃO PRIMA S/A.

- Nova Lima (02 m)

NAVANTINO ALVES.

- Belo Horizonte (01 m)

OCTÁVIO MOREIRA PENNA.

- Sta. Bárbara (01 m)

OLIVEIRO FERNANDES DA SILVA.

- Igarapé (01 m)

OXIMA - ÓXIDOS MINÉRIOS E ASSOCIADOS LTDA.

- Nova Lima (01 m)

PAULO JOSÉ DA GOUVEIA.

- Itabirito (01 m)

SAMARCO MINERAÇÃO S/A.

- Mariana (01 m)

SAMITRI - S/A. MINERAÇÃO TRINDADE.

- Barão de Cocais (01 m)
- Mariana (04 m)
- Ouro Preto (02 m)
- Sabará (03 m)
- Sta. Bárbara (02 m)

SANSIVEL - SÃO VICENTE IND. E COM. EXT. LTDA.

- Itabirito (01 m)

SÃO CARLOS MINÉRIOS S/A.

- Barão de Cocais (01 m)

SIDERURGIA BARRA MANSA S/A.

- Barão de Cocais (01 m)
- Itabirito (06 m)
- Ouro Preto (06 m)

SIDERÚRGICA CAMARGOS SA.

- Itatiaiuçu (01 m)

SIDERÚRGICA HIME S/A.

- Barão de Cocais (01 m)

SIMIL - SILVA MINERAÇÃO LTDA.

- Rio Piracicaba (01 m)

SOC. BRAS. DE MINERAÇÃO STA. BÁRBARA LTDA.

- Sta. Bárbara (01 m)

SOCIEDADE CARBONÍFERA

PRÓSPERA S/A.

- Itabirito (01 j)
- Moeda (01 j)

SOCIEDADE DE MINERAÇÃO APOLO S/A.

- Caeté (01 m)
- Nova Lima (01 m)

SOCIEDADE MINEIRA DE MINERAÇÃO LTDA.

- Conselheiro Lafaiete (01 m)
- São Domingos do Prata (01 m)

SOMISA - SIDERÚRGICA OESTE DE MINAS S/A.

- Itatiaiuçu (01 m)

USINA QUEIROS JR S/A. IND. SIDERÚRGICA.

- Itabirito (01 m)

USINA QUEIROS JÚNIOR S/A.

- Congonhas (02 m)
- Itabirito (01 m)
- Ouro Preto (01 j)

WM H. MULLER S/A. MINÉRIOS COM. E NAVEGAÇÃO.

- Brumadinho (04 m)
- Congonhas (02 m)
- Ouro Preto (02 m)

FERRO-MANGANÊS

AVATAR MINERAÇÃO LTDA.

- Barão de Cocais (03 j)

CIA. DE MINERAÇÃO DOS GUALAXOS.

- Mariana (01 j)

CIA. SID. NACIONAL.

- Congonhas (01 m)
- Ouro Preto (01 m)

CIA. SID. PITANGUI S/A.

- Mateus Leme (01 m)

CRUZUL CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL.

- Sta. Bárbara (01 m)

MINERAÇÃO ÁGUAS FÉRREAS LTDA.

- Barão de Cocais (01 j)

MINERAÇÃO ARAGUAIA LTDA.

- Guanhães (03 j)

SAMITRI - S/A. MINERAÇÃO

TRINDADE.

- Ouro Preto (01 m)

SIDERÚRGICAS S. SEBASTIÃO DE ITATIAIUÇU.

- Itatiaiuçu (01 m)

FILITOS

ÊNIO FIGUEIREDO.

- S. Sebastião do Paraíso (01 j)

RICARDO NOGUEIRA SOARES.

- Arcos (01 j)

FOSFATO

CIA. MERIDIONAL DE MINERAÇÃO.

- Patrocínio (01 j)

FOSFATO IPIRANGA S/A.

- Patos de Minas (01 m)

FOSFÉRTIL - FERTILIZANTES

FOSFATOS S/A.

- Patrocínio (01 m)
- Tapira (04 j/02 m)

HOMERO DE SOUZA E SILVA.

- Patrocínio (01 j)

MINERAÇÃO DO CERRADO LTDA.

- Lagamar (01 m)

MINERAÇÃO STA. ÚRSULA LTDA.

- Tapira (01 m)

RIO DOCE GEOLOGIA E MINERAÇÃO S/A.

- Tapira (01 j)

FOSFORITA

METAMIG - METAIS DE MINAS

GERAIS S/A.

- Cedro do Abaeté (01 m)

VICENTE DE FARIA MELO.

- Cedro do Abaeté (01 m)

BRITA SUL IND. E MINERAÇÃO LTDA.

- Pouso Alegre (01 m)

BRITADORA SÃO PEDRO LTDA.

- Boa Esperança (01 m)

CBEJ - CIA. BRASILEIRA DE ENG. E INDÚSTRIA.

- Matias Barbosa (01 m)

CIA. AÇUCAREIRA RIOBRANQUENSE.

- Visc. do Rio Branco (01 m)

CIA. DE ENG. E ARQUITETURA ASSEL.

- Juiz de Fora (01 m)

CIA. FABRIL MINEIRA.

- Lavras (01 m)

CISMAL COM. IND. E SERV. NACIONAL.

- Contagem (01 m)

COMÉRCIO E IND. GOMIDE LTDA.

- Teixeiras (01 m)

CONSTRUTORA FERFRANCO LTDA.

- Soledade de Minas (01 m)

DUTRA E COSTA LTDA.

- Ponte Nova (01 m)

EGESA - EMPREEND. GERAIS DE ENGE. S/A.

- Teófilo Otoni (01 m)

EMCOL EMPRESAS MAT. COM. TRANSPORTE LTDA.

- Ipatinga (01 m)

EMPRESA DE MINERAÇÃO STA. CRUZ LTDA.

- João Monlevade (01 m)

FERTECO MINERAÇÃO S/A.

- Brumadinho (01 m)

GLICÉRIO FIRMINO DE MIRANDA.

- Mariana (01 m)

ILDEU MOREIRA - FIRMA INDIVIDUAL.

- Itaúna (01 m)

INCORPORADORA SENA E

FIGUEIREDO LTDA.

- Viçosa (01 m)

IND. E COM. DE MINERAIS LTDA.

- Ipatinga (01 m)

JOÃO LÉLIO NOGUEIRA FILHO.

- Ribeirão das Neves (01 m)

JOFEL LTDA.

- Itapecerica (01 m)

JOSÉ DIMAS DE PAIVA PEREIRA.

- Pará de Minas (01 m)

JOSÉ XAVIER GONÇALVES.

- Claúdio (01 m)

LAURINDO GONÇALVES DE

OLIVEIRA.

- Nanuque (01 m)

MARIA JOSÉ DE CARVALHO.

- Alfenas (01 m)

MAX NEUMANN.

- Araxá (01 m)

MINAS CERÂMICA S/A.

- Contagem (01 m)

MINERAÇÃO CAMPO BELO LTDA.

- Campo Belo (01 m)

MINERAÇÃO MARSIL IND. E COM. LTDA.

- Conselheiro Lafaiete (01 m)

MINERAÇÃO SOCOIMEX LTDA.

- Sabará (01 m)

MURBA - CIA. DE MELHORAMENT. E URBANISMO.

- Sabará (01 m)

NARDELLI ENG. E INDÚSTRIA.

- Ipatinga (05 m)

OPSS-MINERAÇÃO CONST. IND. E COM. LTDA.

- Ouro Preto (01 m)

PAULO COSTA.

- Sta. Luzia (01 m)

PEDRA BRASIL IND. E COM. LTDA.

- Leopoldina (01 m)

PEDREIRA E BRITADORA CANTIERI LTDA.

- Muzambinho (01 m)

PEDREIRA IRMASO MACHADO LTDA.

- Betim (01 m)

- Ouro Preto (01 m)

PEDREIRA ITATIAIA LTDA.

- Juiz de Fora (01 m)

PEDREIRA NOVA ERA LTDA.

- Cataguases (01 m)

PEDREIRA REAL LTDA.

- Leopoldina (01 m)

PEDREIRA SANTA MARIA LTDA.

- Betim (01 m)

PEDREIRA UM LTDA.

- Timóteo (01 m)

PEDREIRA VELASCO LTDA.

- Leopoldina (01 m)

PEDREIRA VILA RICA IND. COM. LTDA.

- Governador Valadares (01 m)

PEDRO BICALHO.

- João Monlevade (01 m)

PREMOL - PREMOLDADOS ENG. E COM. LTDA.

- Teófilo Otoni (01 m)

SAMARCO MINERAÇÃO.

- Mariana (01 m)

SANTIAGO E CIA. LTDA.

- Ribeirão das Neves (01 j)

SEBASTIÃO DA FONSECA SILVA.

- Divinópolis (01 m)

SEBASTIÃO TEODORO DA SILVA -

FIRMA INDV.

- Divinópolis (01 m)

TOMÉ PIERRE DE SOUZA - FIRMA INDIVIDUAL.

- Dolores do Indaiá (01 m)

GRAFITA

ALEXANDRE VILLAS-BOAS SZUNDY.

- Pedra Azul (01 j)

ARISTIDES FILGUEIRA CAMPOS.

- Sto. Antônio do Monte (01 m)

CIA. NAÇ. DE GRAFITE LTDA.

- Itapecerica (06 m)
- Pedra Azul (03 m)
- São Francisco de Paulo (01 m)

COND. DA MINA DE GRAFITE B. DA SALVAÇÃO.

- Pedra Azul (01 m)

GRAFITE PERES DE MOURA LTDA.

- Arcos (01 m)

MINERAÇÃO J. MENDES LTDA.

- Mateus Leme (01 m)

MINERAÇÃO MATA DO CINTRA LTDA.

- São Francisco de Oliveira (01 m)

SÉRGIO CLÓVIS CORDEIRO.

- Pedra Azul (02 j)

GRANITO

ACELAGE S.A. - SERVIÇOS DE ENGENHARIA.

PEDRA BRASIL IND. E COM. LTDA.
• Laranjal (01 m)

PEDREIRA CAXAMBU LTDA.
• Soledade de Minas (01 m)

PEDREIRA CONSTRULAR LTDA.
• Carangola (01 m)

PEDREIRA E BRITADORA FRANCO LTDA.
• Barbacena (01 m)

FEDREIRA PAZ LTDA.
• São Geraldo (01 m)

PEDREIRA VARGEM GRANDE LTDA.
• Formiga (01 m)

SEBASTIÃO ALVES FILGUERAS CAMPOS.
• São Sebastião do Oeste (01 m)

SEBASTIÃO DA FONSECA E SILVA.
• Divinópolis (01 m)

GRANITO ORNAMENTAL

SOMIBRÁS - SOC. DE MINER. BRASILEIRA LTDA.
• Campo Belo (01 j)
• Paraguaçu (01 j)

HEMATITA

EMPRESA DE MINERAÇÃO ESPERANÇA S/A.
• Brumadinho (01 m)

IMGEL IMOBILIÁRIA G. E. EUSTÁQUIO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

JORGE ABDALA CHAMA.
• Belo Vale (01 j)

MINERAÇÃO FERNÃO DIAS LTDA.
• Mateus Leme (01 j)

MINERALURGIA LTDA.
• Mariana (01 m)

HIDRARGILA

CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Uberaba (01 m)

JOSÉ LÚLIO DE CASTRO CARNEIRO.
• Nova Ponte (01 j)

HIDRAGILITA

ERASMO DE CAMARGO SHUTZER.
• Nova Ponte (01 m)
• Sacramento (01 m)
• Uberaba (03J/01 m)

MAGNESITA S/A.
• Nova Ponte (01J/03 m)

ITABIRITO

MINERAÇÃO IRIRI LTDA.
• Senhora do Porto (01 j)

LEPIDOLITA/Minério de Li

MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Araçuaí (01 m)

SANDSPAR MINÉRIOS LTDA.
• Itinga (02 m)

LEUCITA

ANÍBAL CAMILO TOGNI MINERAÇÃO.
• Poços de Caldas (01J/01 m)

BENEDITO SOUZA FRANCO.
• Andradas (01 j)

CERÂMICA TOGNI S/A.
• Poços de Caldas (01 j)

MINERAÇÃO CURIMBABA LTDA.
• Poços de Caldas (02 m)

MINERAÇÃO DANIEL TOGNI LOUREIRO LTDA.
• Caldas (01 j)

MINERAÇÃO ANDRADENSE LTDA.
• Andradas (05 m)

LINHITO

MBR - MINERAÇÕES BRAS. REUNIDAS S/A.
• Santa Bárbara (01 m)

MAGNETITA

CMP - OURO ALUVIONAR LTDA.
• Mariana (01 m)

MANGANÊS

ALUCALDAS - ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS S/A.
• Ouro Preto (02 m)

ANT. PACÍFICO HOMEM JÚNIOR - F. INDIVIDUAL.
• Itabirito (01 m)

ANTÔNIO RAFAEL DA SILVA.
• Dom Silvério (01 j)

ANTÔNIO SATURNINO RESENDE.
• Lagoa Dourada (01 m)

BARBOSA E CIA. LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

BENJAMIM AMARAL DE PAULA LIMA.
• Caeté (01 m)

BOHRER COM. MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

CANCAR MINERAÇÃO LTDA.
• Jaboticatubas (01 m)

CARAÇA FERRO E AÇO LTDA.
• Santa Bárbara (01 m)

CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

CEFAR - CIA. DE MIN. SERRA DA FAROFA.
• Brumadinho (01 j)

CHAFFYR FERREIRA.
• Ouro Preto (01 m)

CIA. SIDERÚRGICA BELGO-MINEIRA.
• Sabará (01 m)

CIA. SIDERÚRGICA NACIONAL.
• Congonhas (03 m)
• Conselheiro Lafaiete (02 m)
• Entre Rios de Minas (02 m)
• Itabirito (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
• Queluzita (01 m)

CIA. VALE DO RIO DOCE.
• Santa Bárbara (01 m)

CIANITA LTDA.
• Santana do Riacho (01 m)

COSIM - CIA. SID. DE MOGI DAS CRUZES.
• Brumadinho (02 m)
• Cassiterita (01 m)
• Ritápolis (01 m)
• Santa Bárbara (01 m)
• São Tiago (01 m)

CRUZUL - CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL.
• Congonhas (01 m)
• Ouro Preto (01 m)
• Santa Bárbara (04 m)

DANIEL RODRIGUES.
• Conselheiro Lafaiete (01 j)

DEON AVERBUCH.
• São Gonçalo do Rio Abaixo (01 j)

DITA EMP. MINERADORA PACODITA LTDA.
• Santana do Riacho (01 m)

ELIAS CARAM.
• Ouro Preto (01 m)

EMP. CONTINENTAL DE MINÉRIOS S/A.
• São Domingos do Prata (01 m)

EMP. MINERADORA E INDUSTRIAL SANTARÊM.
• Itatiaiuçu (01 m)

ESPÓLIO DE EDUARDO COZAC.
• Ibirité (01 m)

ESPÓLIO DE MANOEL DE SOUZA LIMA.
• Conceição do Mato Dentro (01 m)

EXTRATIVA MANGANÊS LTDA.
• São Tiago (01 m)

FRANCISCO ALMEIDA DE PAULA.
• Conselheiro Lafaiete (01 j)

HEMAG MINERAÇÃO LTDA.
• Rio Piracicaba (01 m)

IMGEL - IMOBILIÁRIA G. EUSTÁQUIO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.
• Ibirité (01 m)

JOAQUIM GARCIA DOS REIS.
• Matias Barbosa (01 j)

JORGE CARAM E OUTROS.
• Ouro Preto (01 m)

JOSÉ CAETANO DRUMOND.
• Nova Lima (01 j)

JOSÉ DA COSTA CARVALHO.
• Ouro Preto (01 m)

JOSÉ DOS SANTOS.
• Jaboticatubas (01 m)

JOSÉ DELFINO NASCIMENTO.
• Ouro Preto (01 m)

JOSÉ GONÇALVES FILHO.
• Ouro Preto (01 m)

JOSÉ PATRUS DE SOUZA.
• Belo Vale (01 m)

LAFERSA - LAMINAÇÃO DE FERRO S/A.
• Itabirito (01 m)

MÁRCIO RESENDE LIMA.
• Nova Lima (01 m)

MARIA GUILHERMINA DE CARVALHO MENDANHA.
• Itabirito (01 m)

MARIANA ANCA ATANASIU - FIRMA INDIVID.
• Nova Lima (01 m)

MÁRMORES ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (01 m)

MBR - MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS S/A.
• Brumadinho (03 m)
• Itabirito (01 m)
• Nova Lima (03 m)
• Santa Bárbara (03 m)

MILHEM ABERFAHART E JOSE ZUQUIM F. NEVES.
• Ouro Preto (01 m)

MILHEM ABUFARHAT E JORGE CARAM.
• Ouro Preto (01 m)

MINAS ITATIAIUÇU LTDA.
• Itatiaiuçu (01 m)
• Mateus Leme (01 m)

MINEGRAL - CIA. BRAS. DE MINERAÇÃO IND. E COM.
• Caldas (02 m)

MINERAÇÃO BRUMAL.
• Santa Bárbara (01 m)

MINERAÇÃO CARRILHO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

MINERAÇÃO CONSELHEIRO MOTA LTDA.
• Diamantina (01 m)

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
• Ritápolis (01 m)
• Santa Bárbara (01 m)
• São João Del Rei (01 m)

MINERAÇÃO IEDEM LTDA.
• Dom Silvério (01 m)
• Queluzita (01 m)
• São Brás do Suaçui (01 m)
• São Domingos do Prata (01 m)

MINERAÇÃO ITAPAGÉ LTDA.
• Couto de Mag. de Minas (01 m)

MINERAÇÃO LUCERNA LTDA.
• Barão de Cocais (01 m)
• Santa Bárbara (01 J/01 m)

MINERAÇÃO MASANO INDÚSTRIA E COM. LTDA.
• Itatiaiuçu (01 m)

MINERAÇÃO SERRA DE MINAS LTDA.
• Diamantina (01 j)

MINERAÇÃO TANQUE SECO LTDA.
• Itabirito (01 m)

MINERAÇÃO URANDI S/A.
• Couto de Mag. de Minas (01 m)
• Santana de Pirapama (01 m)

MINERALURGIA LTDA.
• Mariana (02 m)

NADIR MARTINS DE RESENDE.
• Resende Costa (02 j)

OLÍMPIO RODRIGUES DOS REIS.
• Ouro Branco (01 m)
• Ouro Preto (01 m)

SAMITRI S/A - MINERAÇÃO DA TRINDADE.
• Mariana (01 m)
• Santa Bárbara (01 m)

SÃO CARLOS MINÉRIOS S/A.
• Barão de Cocais (01 m)

SIDERÚRGICA BARRA MANSA S/A.
• Itabirito (02 m)
• Ouro Preto (03 m)

SIDERÚRGICA HIME S/A.
• Barão de Cocais (01 m)

SOCIEDADE CARBONÍFERA PRÓSPERA S/A.
• Itabirito (01 j)
• Moeda (01 j)

SOCIEDADE MINEIRA DE MINERAÇÃO LTDA.
• Conselheiro Lafaiete (01 m)
• Nazareno (01 m)
• São Domingos do Prata (01 m)

TETRAMIR - TRANSP. REFLORESTAMENTO LTDA.
• Ritápolis (01 m)
• São João Del Rei (01 m)

TOLEDO E DUARTE MINERAÇÃO LTDA.
• Queluzita (01 m)

USINA QUEIRÓS JÚNIOR S/A. IN. SID.
• Ouro Preto (01 m)

USITA - USINA SIDERÚRGICA ITAGUARA LTDA.
• Rio Pardo de Minas (01 m)

WH H. MULLER S/A. MINÉRIOS COM. E NAVEGAÇÃO.
• Ouro Preto (01 m)

MÁRMORE

ANDRÉA SALVINI E CIA. LTDA.
• Santana de Pirapama (01 j)

ANTÔNIO MARCELLO DE BORGES NUNES.
• Ouro Preto (01 m)

CALÇAMENTOS E MOSAICOS LISBRASIL LTDA.
• Sete Lagoas (02 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND CAUÊ.
• Pedro Leopoldo (01 m)

CICOMINE - CIA. INDUSTRIAL E COM. MINÉRIOS.
• Ouro Preto (01 m)

COMPANHIA DE MINERAÇÃO RIO ACIMA.
• Santa Bárbara (01 m)

CRUZUL - CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL.
• Santa Bárbara (01 m)

ENRICO GUARNIERI IND. E COM. S/A.
• Córrego Danta (01 m)
• Diamantina (01 m)
• Ouro Preto (03 m)

HERMÍNIO PEREZ FURLETTI.
• Uberaba (01 j)

INDÚSTRIAS CALCÁREAS CARANDAI S/A.
• Carandá (01 m)

JOÃO NOGUEIRA DUARTE.
• Santana do Riacho (01 m)

MAGIMIL-MEGA AGROINDL. E MINERAÇÃO LTDA.
• Itabirito (02 m)

MARBRASA DE MINAS GERAIS LTDA.
• Sete Lagoas (01 m)

MARCAL MÁRMORE CAEIRA LTDA.
• Mar de Espanha (01 m)

MARCOS DOLINGER LESSA SOUZA.
• Paraopeba (01 j)

MARIA MARGARIDA FONSECA GIANNETTI.
• Itabirito (01 m)

MARMINAS S/A.
• Santana do Riacho (01 m)

MÁRMORE BRANCO MAR DE ESPANHA.
• Mar de Espanha (01 m)

MÁRMORE ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (02 m)

MÁRMORES E GRANITOS DO BRASIL S/A.
• Santana do Riacho (02 m)

MÁRMORES E PEDRAS DO BRASIL S/A.
• Senador Cortes (01 j)

MARPO LTDA.
• Patos de Minas (01 m)

MAURELLI IND. E COM.
• Itumirim (01 m)

MAURO DO VALLE SALLES.
• Caetanópolis (01 m)

MAURY FRANCA ABREU.
• Sete Lagoas (01 m)

OCTÁVIO PEREIRA RAMOS.
• Mar de Espanha (01 m)

SILVA-AREAL MÁRMORES E GRANITOS S/A.
• Sete Lagoas (01 m)

VIRGÍLIO GALASSI.
• Uberaba (01 j)

META-SILTITO

CIA. MINEIRA DE METAIS.
• Três Marias (01 m)

MICA

ALBERTO FERREIRA.
• Governador Valadares (01 m)

ANÍSIO CORREA DE LACERDA.
• Resplendor (01 j)

ANTÔNIO BORGES PEREIRA.
• Carangola (01 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND PARAÍSO.
• Caparaó (01 m)

DERMEVAL MAGALHÃES E CASTRO.
• Sabinópolis (01 m)

DIAURUS MINERAÇÃO LTDA.
• Santa Maria do Suassui (01 m)

EMPRESA DE CAULIM LTDA.
• Belmiro Braga (01 m)

IDALINO ANDRÉA MEDRADO F. RIBEIRO NETO.
• Salinas (01 m)

IRINEU FELISBERTO.
• Conselheiro Pena (01 m)

IRMÃOS GUILHERMINO LTDA.
• Brás Pires (01 j)
• Presidente Bernardes (01 j)

JOÃO VENTURA PINTO.
• Conselheiro Pena (01 j)

JOAQUIM GARCIA DOS REIS.
• Matias Barbosa (01 j)

JOSÉ GONÇALVES DE FIGUEIREDO.
• Governador Valadares (01 m)

JOSÉ PIO DA MOTTA-ESPÓLIO.
• Brás Pires (01 m)

LUX CAULIM LTDA.
• Santa Maria de Itabira (01 m)

MALVINO DUTRA DE CARVALHO.
• São Francisco do Glória (01 m)

MINERAÇÃO ANASTEVE LTDA.
• Bicas (01 m)
• Pequeri (01 m)

MINERAÇÃO CAIANA LTDA.
• Caiana (01 m)
• Carangola (01 m)

MINERAÇÃO CRUZEIRO LTDA.
• Cristais (01 m)

MINERAÇÃO INDUSTRIAL RIO PRETO.
• Rio Preto (01 m)

MINERAÇÃO IPÊ LTDA.
• Governador Valadares (01 m)

MINERADORA FEDERAL S/A.
• Santa Maria de Itabira (01 m)

NAGIB SALIM.
• Raul Soares (01 m)

NELSON ELIE MACAROUN.
• Santa Maria de Itabira (01 j)

OLGA BRUCE MALLIO BRANDÃO.
• Santa Maria do Suassuí (01 j)

PEDRO DUTRA DE CARVALHO FILHO.
• Araponga (01 m)

PEDRO ESPÍRITO SANTO.
• Governador Valadares (01 m)

REINOR RABELO REIS.
• Cataguases (01 j)

SANTOS NOGUEIRA E CIA.
• Itambacuri (01 m)

ZITA WANDERLEY PIRES.
• Virgolândia (01 m)

N

NIÓBIO

CIA. MERIDIONAL DE MINERAÇÃO.
• Patrocínio (01 j)

FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A. FOSFÉRTIL.
• Patrocínio (01 m)

HOMERO DE SOUZA E SILVA.
• Patrocínio (01 j)

MINERAÇÃO XINGU LTDA.
• Tapira (02 j)

TORRENCO SOC. DE NAVEGAÇÃO COMÉRCIO LTDA.
• Tapira (01 j)

NÍQUEL

ALBERTO C. B. A. ALBUQUERQUE OUT.
• Liberdade (01 m)

CIA. DE NICKEL DO BRASIL.
• Liberdade (01 m)

MINERAÇÃO NÍQUEL SANTA MARIA LTDA.
• Ipanema (01 m)
• Procrane (01 m)

MORRO DO NÍQUEL S/A. MIN. IND. E COM.
• Fortaleza de Minas (01 m)

NIQUELMINAS S/A.
• Ipanema (01 m)

SULMINAS METAL ALLOY LTDA.
• Liberdade (01 m)

O

OCRE

ALUCALDAS - ALUM. POÇOS DE CALDAS S/A.
• Ouro Preto (01 m)

CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (02 m)

CIA. DE MINERAÇÃO RIO ACIMA.
• Santa Bárbara (02 m)

CIA. FERRO BRASILEIRO S/A.
• Barão de Cocais (01 m)

CICOMINE - CIA. IND. E COM. MINÉRIOS.
• Ouro Preto (01 m)

CRUZUL - CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL.
• Santa Bárbara (02 m)

EMPRESA DE MINERAÇÃO ITABIRITO LTDA.
• Itabirito (01 m)

IRISA - IND. REU. IBIRITÉ S/A.
• Ibirité (01 m)

JOSÉ SCHWERBER.
• Ouro Preto (01 m)

MARIA JOSÉ CALDAS DA FONSECA.
• São João Del Rei (01 m)

MBR - MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS.
• Belo Horizonte (01 m)
• Nova Lima (01 m)
• Santa Bárbara (02 m)

WM H. MULLER S/A. MINÉRIOS COM. E NAVEG.
• Congonhas (02 m)
• Ouro Preto (01 m)

OLIVINA

MAGNESITA S/A.
• Patrocínio (01 m)

OURO

AMARAL E CIA. LTDA.
• Ritópolis (01 m)
• São João Del Rei (01 m)

BOANERGES FERREIRA GUIMARÃES.
• Conceição do Mato Dentro (01 j)

CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

CÉSAR BRIGHENTI NETO.
• São João Del Rei (01 m)

CIA. BRASILEIRA DE VIDROS.
• Tiradentes (01 m)

CIA. DE FERRO BRASILEIRO S/A.
• Barão de Cocais (01 m)

CIA. DE MINERAÇÃO DOS GUALAXOS.
• Mariana (02 m)

CIA. SID. NACIONAL.
• Congonhas (01 m)
• Entre Rios de Minas (01 m)
• Ouro Preto (01 j)

CMP-OURO DE GALERIA LTDA.
• Mariana (01 m)

CVRD-CIA. VALE DO RIO DOCE.
• Itabira (01 m)

DRAGAGEM DE OURO S/A.
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

DRAGAGEM FLUVIAL.
• Diamantina (05 m)

EMPRESA DE MINERAÇÃO LAGOA SECA.
• Diamantina (01 m)

ESPÓLIO DE JÚLIO DE MELO FRANCO.
• Pará de Minas (01 m)

JOSÉ FREDERICO DE SOUZA MARTINS.
• Cel. Xavier Chaves (01 j)

MINAS DAS DATAS.
• Datas (01 m)

MINAS DEL REY DOM PEDRO S/A.
• Mariana (01 m)

MINERAÇÃO MORRO VELHO S/A.
• Belo Horizonte (01 m)
• Brumadinho (02 m)
• Itabirito (01 m)
• Nova Lima (10 m)
• Raposos (02 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Bárbara (04 m)

MINERAÇÃO RIO DAS MORTES.
• Cel. Xavier Chaves (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritópolis (01 m)
• São João Del Rei (02 m)

MINERAÇÃO SÃO BENTO LTDA.
• Santa Bárbara (01 m)

MINERAÇÃO TEJUCANA S/A.
• Belo Horizonte (01 m)
• Bocaiúva (04 m)
• Diamantina (10 m)
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

OCTÁVIO MOREIRA PENNA.
• Santa Bárbara (01 m)

PEDRO HÉLIOS F. LEITE.
• Conceição do Mato Dentro (01 j)
• Datas (01 j)
• Presidente Kubitschek (01 j)

PLÍNIO RIBEIRO DOS SANTOS.
• Montes Claros (01 j)

SIDERÚRGICA BARRA MANSA.
• Barão de Cocais (01 m)

SOC. BRAS. DE MINERAÇÃO SANTA BÁRBARA LTDA.
• Santa Bárbara (01 m)

OURO- MINÉRIO DE PALÁDIO

SANTA FÉ S/A. MINÉRIOS E METAIS.
• Ouro Branco (01 m)

P

PEDRA

WALTER FONSECA DE ALMEIDA.
• Muriaé (01 m)

PEDRA CORADA

ANÍSIO CORREA DE LACERDA.
• Resplendor (01 j)

CIA. TÉCNICA DE IND. EXPORT. DE MIN. BRASIL.
• Coronel Murta (01 j)

EMANUEL DE SOUZA LIMA.
• Ferros (01 j)

EMPRESA DE MINERAÇÃO PARAÍSO LTDA.
• Carai (01 m)

ESPÓLIO DE ADÉLIA CAMPOS JARDIM.
• Conceição do Mato Dentro (01 m)

HALBA-COM. IND. DE PEDRAS PRECIOSAS S/A.
• Conselheiro Murta (01 j)

JOÃO VENTURA PINTO.
• Conselheiro Pena (01 j)

JOSÉ GONÇALVES DE FIGUEIREDO.
• Governador Valadares (01 m)

MINERAÇÃO CAIANA LTDA.
• Carangola (01 m)

MINERAÇÃO FAÍSCA LTDA.
• Teófilo Otoni (03 m)

OLGA BRUCE MALLIO BRANDÃO.
• Santa Maria do Suassuí (01 j)

TITO DE OLIVEIRA LIMA.
• Carai (02 m)

PEDRA DE TALHE

JOSÉ PERES DE MOURA.
• S. João Batista do Glória (01 m)

PEDRA GRANITO

BRITADORA MOURA COELHO LTDA.
• Divinópolis (01 m)

PEDRA ORNAMENTAL

OLAVO FERRAZ DE OLIVEIRA.
• Santo Antônio do Jacinto (01 j)

PEDRA SEMIPRECIOSA

MINERAÇÃO FAÍSCA LTDA.
• Teófilo Otoni (02 m)

TITO DE OLIVEIRA LIMA.
• Carai (01 m)

PEGMATITO

MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Araçuaí (01 j)
• Itinga (02 j)

PETALITA

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS.
• Itinga (02 j)

MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Araçuaí (01 j)
• Itinga (01 j)

PETALITA- MINÉRIO DE LÍTIO

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS.
• Araçuaí (02 m)

JANETE DE AZEVEDO ANDRADE.
• Itinga (02 j)

SANDSPAR MINÉRIOS LTDA.
• Itinga (02 m)

PIRITA

BARBOSA E CIA.
• Ouro Preto (01 m)

JORGE CARAM E OUTROS.
• Ouro Preto (01 m)

MILHEM ABUFARHAT E JORGE CARAM.
• Ouro Preto (02 m)

PIROCLORO

ALBERTO VENÂNCIO FILHO.
• Araxá (01 j)

CAMIG-CIA. AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS.
• Araxá (01 m)

CIA. MINERADORA DE PIROCLORO DE ARAXÁ.
• Araxá (03 m)

MINERAÇÃO ITAQUI.
• Araxá (01 m)
• Patrocínio (03 j)

MINERAÇÃO SANTA MADALENA LTDA.
• Tapira (01 m)

PIROFILITA

CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO.
• Onça de Pitangui (01 m)

EMPRESA DE CAULIM.
• Onça de Pitangui (01 m)
• Pitangui (01 m)

POLUCITA

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS.
• Itinga (01 m)

PRATA

CMP-OURO DE GALERIA LTDA.
• Mariana (01 m)

ESPÓLIO DE JÚLIO DE MELO FRANCO.
• Pará de Minas (01 m)

MINERAÇÃO MORRO VELHO.
• Belo Horizonte (01 m)
• Brumadinho (02 m)
• Itabirito (01 m)
• Nova Lima (09 m)
• Raposos (02 m)
• Sabará (02 m)

OCTÁVIO MOREIRA PENNA.
• Santa Bárbara (01 m)

SANTA FÉ S/A. MINÉRIOS E METAIS.
• Ouro Branco (01 j)

Q

QUARTZITO

A PELÚCIO S/A. - COM. E EXPORTAÇÃO.
• São Tomé das Letras (01 m)

ACESITA - CIA. DE AÇOS ESPECIAIS ITABIRA.
• Timóteo (01 m)

ANTÔNIO ANDRÉ.
• São Tomé das Letras (01 m)

ANTÔNIO JOSÉ PEREIRA.
• Luminárias (01 m)

ARI NABLE DIAS.
• São Tomé das Letras (01 m)

CARITAS DIOCESANA DE CAMPANHA.
• São Tomé das Letras (01 m)

CIA. MINÉRIOS DE SIDERÚRGICA.
• Itatiaiuçu (01 m)

CILENO VILELA DE CASTRO.
• S. J. Batista do Glória (01 m)

ELCY HERALDO DOS SANTOS LIMA.
• Várzea da Palma (01 j)

EMP. DE MINERAÇÃO SÃO TOMÉ LTDA.
• São Tomé das Letras (03 m)

GERALDO ALVES FERREIRA.
• São Tomé das Letras (02 m)

HUGO MARTINS POMPEU.
• São Tomé das Letras (01 m)

IDALINO CÂNDIDO DA SILVA.
• Pará de Minas (01 m)

IRMÃOS CAPISTRANO LTDA.
• Baependi (01 m)
• São Tomé das Letras (04 m)

ITASIL-EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS LTDA.
• Delfim Moreira (02 m)

JESUS DE FREITAS MOURÃO.
• Pará de Minas (01 m)

JOAQUIM BELLA DA SILVA.
• São Tomé das Letras (01 m)

MAURO ARCANJO VILELA.
• São Tomé das Letras (02 m)

MINERAÇÃO ALVES LTDA.
• São Tomé das Letras (02 m)

MINERAÇÃO AREIA BRANCA LTDA.
• Juiz de Fora (01 m)

MINERAÇÃO OMEGA LTDA.
• Lavras (01 m)

MINERAÇÃO ROGE LTDA.
• Itutinga (01 m)

PEDRAS RIO GRANDE LTDA.
• S. J. Batista do Glória (02 m)
PEDRO MARQUES DOS REIS.
• Caeté (01 m)
QUARTZO E FELDSPATO DE SOCORRO LTDA.
• Munhoz (01 j)
SÃO JOÃO DEL REI - IND. DE MINÉRIOS LTDA.
• Tiradentes (01 m)
SIDERÚRGICA BARRA MANSA S/A.
• Ouro Preto (01 m)
TRANSMINÉRIO SUL MINAS LTDA.
• Marmelópolis (01j/01 m)

QUARTZITO - SERICÍTICO

ANTÔNIO ROCHA DE OLIVEIRA E FILHOS LTDA.
• São Tomé das Letras (03 m)
IND. SÃO TOMÉ LTDA.
• São Tomé das Letras (01 m)
JOSÉ ALVES FERREIRA.
• São Tomé das Letras (01 m)

QUARTZO

ÁLVARO LIBERALINO NETO.
• Conceição do Pará (01 m)
ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.
• Araçuaí (04 m)
• Galiléia (01 m)
• Itinga (04 m)
BENEDITO DE OLIVEIRA.
• Monte Sião (01 j)
CIA. BRASILEIRA DE VIDROS.
• Tiradentes (01 m)
CIA. DE CIMENTO PORTLAND PARAÍSO.
• Caparaó (01 m)
CIMINAR-S/A. DE CIMENTO MIN. E CABOTAGEM.
• Bocaiúva (05 m)
CLÁUDIO BAILONE E CIA.
• Bueno Brandão (01 m)
• Inconfidentes (03 m)
CMP - OURO ALUVIONAR LTDA.
• Mariana (01 m)
DALVIR RAMOS.
• Resplendor (01 j)
DRAGAGEM FLUVIAL S/A.
• Diamantina (01 m)
EMANUEL DE SOUZA LIMA.
• Ferros (01 m)
EMÍLIO SCHUPP E CIA.
• Joáima (01 m)
FIORAVANTE PÁDULA JR. E A. TAVARES F. SALES.
• Espera Feliz (01 m)
GERALDO VALLE DE MENESES.
• Bocaiúva (01 m)
ODALINO ANDRÉ M. F. RIBEIRO NETO.
• Salinas (01 m)
IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.
• Ibirite (01 m)
ITALMAGNÉSIO NORDESTE S/A.
• Jequitaiá (03 m)
JANETE DE AZEVEDO ANDRADE.
• Itinga (01 j)
JOÃO VENTURA PINTO.
• Conselheiro Pena (01 j)
JOSÉ FIRMINO GUEDES.
• Bocaiúva (01 m)
LUIZ NANNI.
• Conselheiro Pena (01 j)
MAGMAS MINÉRIOS LTDA.
• Monte Sião (01 m)
MAGNESITA S/A.
• Itabirito (01 m)
MARCOS DOLINGER LESSA SOUZA.
• Paraopeba (01 j)
MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Araçuaí (02 j)
• Itinga (02 j)
MINERAÇÃO ANASTEVE LTDA.
• Bicas (01 m)
MINERAÇÃO BOA ESPERANÇA LTDA.
• Divinópolis (01 m)
MINERAÇÃO BUENOBANDENSE LTDA.
• Bueno Brandão (01 j)
MINERAÇÃO DE FELDSPATO ANDRADENSE LTDA.
• Andradas (01 m)
• Inconfidentes (02 m)
MINERAÇÃO DE FELDSPATO OURO-FINENSE LTDA.
• Ouro Fino (01 m)
MINERAÇÃO ESTRELA DO SUL LTDA.
• Ouro Fino (01 m)

MINERAÇÃO FAÍSCA LTDA.
• Teófilo Otoni (02 m)
MINERAÇÃO INDUSTRIAL RIO PRETO.
• Rio Preto (01 m)
MINERAÇÃO SABEVI LTDA.
• Monte Sião (01 m)
MINERAÇÃO SERRAMARE LTDA.
• Inconfidentes (01 m)
NAZIR JOÃO COSAC.
• Bocaiúva (01 m)
• Pirapora (01 m)
ONOFRE MARTINHO DE ANDRADE.
• Açucena (01 j)
PEDRO HÉLIOS F. LEITE.
• Conceição do Mato Dentro (01 j)
• Datas (01 j)
• Presidente Kubitschek (01 j)
QUARTZO E FELDSPATO DE SOCORRO LTDA.
• Inconfidentes (01 m)
• Munhoz (01 m)
SÍLVIO BENEDEUZZI.
• Monte Sião (01 m)
TITO DE OLIVEIRA LIMA.
• Carai (04 m)

QUARTZO INDUSTRIAL

DRAGAGEM DE OURO S/A.
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)
MINERAÇÃO TEJUCANA.
• Belo Horizonte (01 m)
• Lagoa Santa (01 m)
• Sabará (01 m)
• Santa Luzia (01 m)

QUARTZO RÓSEO

EMÍLIO SCHUPP E CIA.
• São João do Paraíso (01 m)

R

ROCHA POTÁSSICA

VICENTE DE FARIA MELO.
• Cedro do Abaeté (01 m)

RUBI

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL.
• Ouro Preto (01 m)

RUTILO

EXPLORAÇÃO E BENEF. DE RUTILO LTDA.
• Santana do Garambeu (01 m)

S

SAIBRO

FRANCISCO FELIPE NETO.
• Esmeraldas (01 m)
IRMÃOS D'ANGELO LTDA.
• Poços de Caldas (01 m)
JOSÉ RIBEIRO NETO.
• Esmeraldas (02 m)
MINERAÇÃO AREIA BRANCA LTDA.
• Juiz de Fora (01 m)
ORGANIZAÇÃO EDÉSIO CARNEIRO LTDA.
• Esmeraldas (02 m)

SERPENTINITO

INTEGRAL - INTEGRAÇÃO DE IND. COM. MIN. LTDA.
• Nova Lima (01 m)
PEDRA BELA DE SACRAMENTO LTDA.
• Sacramento (01 m)
PEDRAS CONGONHAS EXTRAÇÃO A. E IND. LTDA.
• Nova Lima (01 m)

SÍLEX

SÍLEX DO BRASIL LTDA.
• Pitangui (01 m)

T

TALCO

BEMIL-BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS LTDA.
• Ouro Preto (01 m)

CECÍLIA LISBOA LOBO.
• Congonhas (01 m)
CIA. DE BENEFICIAMENTO DE MINERAIS S/A.
• Ouro Preto (01 m)
CITALCO - CIA. IND. DE TALCO LTDA.
• Caranaíba (01 m)
• Carandá (01 m)
DULCE VALADARES DE VASCONCELOS ABREU.
• Pitangui (01 m)
ITAPENAS - IND. TALCO P. MADEIRAS ASSOC. LTDA.
• Piranga (01 j)
JOEMA - INDÚSTRIA COM. EXPORTAÇÃO LTDA.
• Catas Altas da Noruega (01 j)
• Lamin (01 j)
JOSÉ DIAS LEITE.
• Congonhas (01 m)
JOSÉ LEANDRO DE PAULA RODRIGUES.
• Ouro Preto (01 m)
LUCAS BATISTA SAMPAIO.
• Brumadinho (01 j)
MINAS TALCO LTDA.
• Ouro Branco (01 m)
MINERAÇÃO E INDÚSTRIA GROSSE LTDA.
• Carandá (01 m)
MINERAÇÃO MIRA SERRA LTDA.
• Ouro Branco (01 m)

TANTALITA

ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.
• Itinga (01 m)
BENVINDO PONCIANO DOS SANTOS.
• Cassiterita (01 m)
CIA. DE ESTANHO MINAS BRASIL.
• Caranaíba (01 m)
• Cristiano Otoni (01 m)
• Santana dos Montes (01 m)
JANETE DE AZEVEDO ANDRADE.
• Itinga (01 j)

TANTALITA / COLUMBITA

CIA. DE ESTANHO MINAS BRASIL.
• São Tiago (01 m)

TÂNTALO.

• Caranaíba (01 m)
• Cassiterita (01 m)
• Cristiano Otoni (01 m)
• Nazareno (01 m)
• Ritápolis (01 m)
• Santana dos Montes (01 m)
• São Tiago (02 m)

TERRAS RARAS

MINEGRAL - CIA. BRAS. DE MIN. IND. E COM.
• Poços de Caldas (01 m)

TITÂNIO

CIA. MERIDIONAL DE MINERAÇÃO.
• Patrocínio (01 j)
• Tapira (01 j)
FOSFÉRTIL - FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A.
• Patrocínio (01 m)
• Tapira (05 j/01 m)
HOMERO DE SOUZA E SILVA.
• Patrocínio (01 j)
MINERAÇÃO ITAQUI LTDA.
• Patrocínio (01 m)
MINERAÇÃO SANTA MADALENA LTDA.
• Tapira (01 m)
MINERAÇÃO SANTA ÚRSULA LTDA.
• Tapira (01 m)
MINERAÇÃO XINGU LTDA.
• Tapira (02 j)
RIO DOCE-GEOLOGIA E MINERAÇÃO S/A.
• Tapira (01 j)
TORRENCO SOC. DE NAVEGAÇÃO COM. LTDA.
• Tapira (01 j)

TOPÁZIO

BOHRER COMÉRCIO MINERAÇÃO LTDA.
• Ouro Preto (01 m)
IDALINO ANDRÉ M. FERNANDES RIBEIRO NETO.
• Salinas (01 m)
JOSÉ DEFINO NASCIMENTO.
• Ouro Preto (01 m)
PARÓQUIA DE N. S. DO PILAR DE OURO PRETO.
• Ouro Preto (01 m)

TOPÁZIO IMPERIAL MIN. COM. E IND. LTDA.
• Ouro Preto (02 m)

TÓRIO

MINEGRAL - CIA. BRASILEIRA DE MIN. IND. E COM.
• Poços de Caldas (01 m)

TURMALINA

IDALINO ANDRÉ MEDRADO F. RIBEIRO NETO.
• Salinas (01 m)
MARIA ZEMBLA DE MELO AFGOUNI.
• Araçuaí (02 j)
• Itinga (02 j)

V

VERMICULITA

VERMEX - VERMICULITA EXPANDIDA LTDA.
• Cipotânea (01 m)

Z

ZINCO

CIA MINEIRA DE METAIS.
• Vazante (06 m)
MASA - MINERAÇÃO AREIENSE S/A.
• Vazante (01 m)
MINERAÇÃO JUSSARA LTDA.
• Itacarambi (02 m)
MINERAÇÃO MORRO AGUDO.
• Paracatu (01 m)
• Vazante (02 m)

ZIRCÔNIO

CIA. GERAL DE MINAS.
• Caldas (01 m)
JOAQUIM OTÁVIO DE ANDRADE.
• Poços de Caldas (01 m)
JOSÉ CÂNDIDO CERQUEIRA LEITE.
• Poços de Caldas (01 j)
JOSÉ JOAQUIM DE ANDRADE.
• Poços de Caldas (01 j)
MINEGRAL - CIA. BRAS. DE MINER. IND. E COM .
• Águas da Prata (01 m)
• Caldas (16 m)
• Poços de Caldas (03 m)

TOTAL DE ITENS 1.589

Fonte: DNPM - PROSIG

Empresas x jazidas e minas

(j) = jazidas, (m) = minas

A	
ACÁCIO CORREIA DOLABELLA	
CONGONHAS Cristal de Rocha (01 m)	
ACELAGE SA. - SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
JOÃO PINHEIRO Granito (01 m)	
ACÊNDIO CYPRIANO E CIA. LTDA.	
MUTUM Água Mineral (01 m)	
ACESITA - CIA. DE AÇOS ESPECIAIS ITABIRA	
ANTÔNIO DIAS Ferro (01 m)	
BOM JESUS DO GALHO Argila (01 m)	
ITABIRA Ferro (02 m)	
TIMÓTEO - Areia (01 m) - Quartzito (01 m)	
AFRÂNIO DE AVELAR MARQUES FERREIRA	
SETE LAGOAS Calcário (01 m)	
ÁGUA MINERAL SANTA HELENA LTDA.	
NOVA ERA Água Mineral (01 m)	
ÁGUAS MINERAIS DE PATROCÍNIO S/A.	
PATROCÍNIO Água mineral (01 m)	
ALBERTO C. B. A. ALBUQUERQUE OUT	
LIBERDADE Níquel (01 m)	
ALBERTO FERREIRA	
GOVERNADOR VALADARES Mica (01 m)	
ALBERTO SANTOS CAMBRAIA	
SANTA LUZIA Calcário (01 m)	
ALBERTO VENÂNCIO FILHO	
ARAXÁ - Apatita (01 j) - Pirocloro (01 j)	
ALCIDES ALVES DA CUNHA	
MATEUS LEME Agalmatólito (01 m)	
ALCINDO DE OLIVEIRA	
LAGOA SANTA Areia (01 m)	
ALCLAY MINÉRIOS LTDA.	
UBERABA Argila ferruginosa (02 m)	
ALDO FURTADO	
PONTE Calcário (02 j)	
ALEXANDRE VILLAS - BOAS SZUNDY	
PEDRA AZUL Grafita (01 j)	

ALFER - SOCIEDADE DE MINERAÇÃO LTDA.	
IBIRITÉ Ferro (01 m)	
ALFREDO AUXILIADOR DE FARIA	
FORMIGA Calcário (01 m)	
ALUCALDAS - ALUMÍNIO POÇOS DE CALDAS S/A.	
BARÃO DE COCAIS Bauxita (02 m)	
MARIANA Bauxita (01 m)	
OURO PRETO - Bauxita (03 m) - Dolomito (01 m) - Ferro (01 m) - Manganês (02 m) - Ocre (01 m)	
POÇOS DE CALDAS Bauxita (01 j/05 m)	
ALUMÍNIO MINAS GERAIS	
CAETÉ Bauxita (01 m)	
MARIANA Bauxita (02 m)	
OURO PRETO Bauxita (01 m)	
ÁLVARO CONRADO NIEMEYER	
TRÊS CORAÇÕES - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)	
ÁLVARO DE OLIVEIRA CRUZ	
DATAS Diamante (01 j)	
ÁLVARO LIBERALINO NETO	
CONCEIÇÃO DO PARÁ Quartzito (01 m)	
ÁLVARO RIBEIRO DE CARVALHO	
PAINS Calcário (01 j)	
ALY PROCÓPIO TORRES	
SANTA MARIA DE ITABIRA Feldspato (01 j)	
AMARAL E CIA. LTDA.	
RITÁPOLIS - Cassiterita (01 m) - Ouro (01 m)	
SÃO JOÃO DEL REI - Cassiterita (01 m) - Ouro (01 m)	
AMARO P. DA CONCEIÇÃO	
LAPINHA Calcário (01 j)	
ANDRÉA SALVINI E CIA. LTDA.	
SANTANA DE PIRAPAMA - Calcário (01 j) - Mármore (01 j)	
ÂNGELO CONSTANTINO DELFINO	
IJACI Calcário (02 m)	
LAVRAS - Calcário (01 m) - Calcário (01 m)	
ANÍBAL CAMILLO TOGNI MINERAÇÃO	
POÇOS DE CALDAS - Argila (01 j/01 m) - Leucita (01 j/01 m)	

ANÍSIO CORREA DE LACERDA	
RESPLENDOR - Mica (01 j) - Pedra corada (01 j)	
ANT. PACÍFICO HOMEM JÚNIOR - F. INDIVIDUAL	
ITABIRITO - Dunito (01 m) - Manganês (01 m)	
OURO PRETO Ferro (01 m)	
ANTÔNIO ABREU FERREIRA	
PARAOPEBA - Ardósia (01 j) - Argila (01 j)	
ANTÔNIO ANDRÉ	
SÃO TOMÉ DAS LETRAS Quartzito (01 m)	
ANTÔNIO BORGES PEREIRA	
CARANGOLA - Caulim (01 m) - Mica (01 m)	
ANTÔNIO EDUARDO DE BASTOS	
PEDRO LEOPOLDO Calcário (02 j)	
ANTÔNIO FELIPE DA CUNHA	
FORMIGA Calcário (01 m)	
ANTÔNIO FERNANDES DUTRA	
JECEABA Diorito (01 j)	
ANTÔNIO JOSÉ PEREIRA	
LUMINÁRIAS Quartzito (01 m)	
ANTÔNIO LUCIANO PEREIRA NETO	
LAGOA DA PRATA Calcário (01 j)	
ANTÔNIO MARCELLO DE BORGES NUNES	
OURO PRETO - Calcário (01 m) - Mármore (01 m)	
ANTÔNIO MARIANO COSTA	
PAINS - Calcário (01 m) - Calcário dolomítico (01 m)	
ANTÔNIO PACÍFICO HOMEM NETO	
IBIRITÉ Ferro (01 m)	
ANTÔNIO PIO CARDOSO FILHO	
BETIM Água mineral (01 m)	
ANTÔNIO RAPHAEL DA SILVA E CIA. LTDA.	
DOM SILVÉRIO Manganês (01 j)	
STA BÁRBARA Ferro (01 m)	
ANTÔNIO ROCHA DE OLIVEIRA E FILHOS LTDA.	
SÃO TOMÉ DAS LETRAS Quartzito - sericítico (03 m)	
ANTÔNIO RODRIGUES DE SOUZA FILHO	
ARCOS Calcário (01 j)	

ANTÔNIO SATURNINO RESENDE	
LAGOA DOURADA Manganês (01 m)	
APELÚCIO S/A. COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO	
BAEPENDI Areia (01 m)	
SÃO TOMÉ DAS LETRAS Quartzito (01 m)	
ARAXÁ FERTILIZANTES E PROD. QUÍMICOS S/A.	
ARAXÁ - Gnaíse (01 m) - Granito (01 m)	
ARDÓSIAS BRASIL LTDA.	
SETE LAGOAS Ardósia (01 m)	
AREAL LTDA - INDÚSTRIA EXTRATIVA	
VESPASIANO Areia (01 m)	
AREAL SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS LTDA.	
VARGINHA - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)	
AREIAS RIO - ITA LTDA.	
SÃO SEBASTIÃO DO OESTE - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)	
ARI NABLE DIAS	
SÃO TOMÉ DAS LETRAS Quartzito (01 m)	
ARISTIDES COELHO DOS SANTOS	
RESENDE COSTA Cassiterita (01 m)	
ARISTIDES FILGUEIRA CAMPOS	
STO. ANTÔNIO DO MONTE Grafita (01 m)	
ARMANDO CORRADI	
ITAÚNA Granito (01 m)	
ARNALDO CURIMBABA	
POÇOS DE CALDAS - Argila (01 j) - Bauxita (01 j)	
ARPASA - ARAGUARI PAVIMENTAÇÕES S/A.	
ARAGUARI Basalto (01 m)	
ARQUEANA DE MINÉRIOS E METAIS LTDA.	
ARAQUAÍ - Cassiterita (01 m) - Columbita (01 m) - Espodumênio (01 j/01 m) - Feldspato (04 m) - Petalita - Minério de Li (02 m) - Quartzito (04 m)	
GALILÉIA - Feldspato (01 m) - Quartzito (01 m)	
ITINGA - Ambligonita (02 m) - Cassiterita (04 m) - Columbita (02 m) - Espodumênio (01 m) - Feldspato (05 m) - Petalita (02 j) - Polucita (01 m) - Quartzito (04 m) - Tantalita (01 m)	

ARVEL - AREIAS VESPASIANO LTDA.

- LAGOA SANTA
- Areia (01 m)
 - Cascalho (01 m)

ARY GARCIA

- POÇOS DE CALDAS
- Argila (01 m)
 - Bauxita (01 m)

ASSOC. FUNC. DA CIA. DE DIST. INDUSTRIAIS

- SANTA LUZIA
- Areia (03 m)

AVATAR MINERAÇÃO LTDA.

- BARÃO DE COCAIS
- Ferro-manganês (03 j)

B

BARBOSA E CIA. LTDA.

- OURO PRETO
- Manganês (01 m)
 - Pirita (01 m)

BATISTA E RESENDE LTDA.

- ENTRE RIOS DE MINAS
- Areia (01 m)

BELMONT GEMAS LTDA.

- ITABIRA
- Esmeralda (01 j)

BEMIL BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS LTDA.

- ITABIRITO
- Caulim (01 j)

- OURO PRETO
- Calcário (01 m)
 - Dunito (01 m)
 - Talco (01 m)

BENEDITA CHAVASCO CURIMBABA

- PASSA QUATRO
- Bauxita (01 j)

BENEDITO DE OLIVEIRA

- MONTE SIÃO
- Caulim (01 j)
 - Feldspato (01 j)
 - Quartzo (01 j)

BENEDITO SOUZA FRANCO

- ANDRADAS
- Argila (01 j)
 - Leucita (01 j)

BENJAMIM AMARAL DE PAULA LIMA

- CAETÉ
- Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)

BENVINDO PONCIANO DOS SANTOS

- Cassiterita
- Tantalita (01 m)

BOANERGES FERREIRA GUIMARÃES

- CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO
- Ouro (01 j)

BOHRER COM. MINERAÇÃO LTDA.

- OURO PRETO
- Calcário (01 m)
 - Manganês (01 m)
 - Topázio (01 m)

BRACHETO E LEÃO LTDA.

- UBERABA
- Basalto (01 m)

BRASPEDRAS - COM. E IND. DE PEDRAS LTDA.

- DIAMANTINA
- Diamante (01 m)

BRENO SOARES MAIA

- PASSOS
- Calcário (01 m)

BRITA SUL IND. E MINERAÇÃO LTDA.

- POUSO ALEGRE
- Gnaisse (01 m)

BRITADOR SÃO GONÇALO LTDA.

- SÃO GONÇALO DO PARÁ
- Granito (01 m)

BRITADORA GONÇALVES LTDA.

- SANTA RITA DO SAPUCAÍ
- Granito (01 m)

BRITADORA MOURA COELHO LTDA.

- DIVINÓPOLIS
- Pedra Granito (01 m)

BRITADORA SÃO PEDRO LTDA.

- BOA ESPERANÇA
- Areia (01 m)
 - Gnaisse (01 m)

BRUMAFER MINERAÇÃO LTDA.

- SABARÁ
- Ferro (02 m)

C

CABAL - CALCÁRIO BAMBUÍ LTDA.

- BAMBUÍ
- Calcário (01 j)

CAIEIRA PEDRA DO SINO S/A.

- CARAÍBA
- Calcário (01 m)

CAL MINAS LTDA.

- FORMIGA
- Calcário (01 m)

CAL QUÍMICA MIN. IND. E COM. LTDA.

- FORMIGA
- Calcário (01 m)

CALA CALCÁRIO LAGAMAR IND. E COM. LTDA.

- LAGAMAR
- Calcário (01 m)

CALÇAMENTOS EM MOSAICOS LISBRASIL LTDA.

- SETE LAGOAS
- Mármore (02 m)

CALCÁRIO DOM BOSCO LTDA.

- PRADOS
- Calcário (01 m)

CALCÁRIO IND. COM. LTDA.

- MATOZINHOS
- Calcário (01 m)

CALCINAÇÃO LAGOA DA PRATA LTDA.

- LAGOA DA PRATA
- Calcário (01 m)

CALSETE IND. DE CALCINAÇÃO S. LAGOAS LTDA.

- SETE LAGOAS
- Calcário (01 m)

CAMI - CIA. AMAZONENSE DE MINÉRIOS

- ARAXÁ
- Apatita (01 m)

CAMIG - CIA. AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS

- ARAXÁ
- Apatita (01 m)
 - Barita (01 m)
 - Pirocloro (01 m)

- ARCOS
- Calcário (01 m)

- STA. LUZIA
- Calcário (01 m)

CANAAN MATERIAL DE CONST. COM. IND. E REP.

- SETE LAGOAS
- Calcário (01 m)

CANCAR MINERAÇÃO LTDA.

- JABOTICATUBAS
- Manganês (01 m)

CAOLIM AZZI LTDA.

- MAR DE ESPANHA
- Caulim (01 m)
 - Feldspato (01 m)
 - Granito (01 m)

CAOLIM ITABIRITO LTDA.

- ITABIRITO
- Areia quartzosa (01 m)

CARAÇA FERRO E AÇO LTDA.

- SANTA BÁRBARA
- Manganês (01 m)

CARAÇO FERRO E AÇO S/A.

- SANTA BÁRBARA
- Bauxita (01 m)
 - Ferro (02 m)

CARBOMINAS IND. QUÍMICA LTDA.

- FORMIGA
- Calcário (01 m)

CARITAS DIOCESANA DE CAMPANHA

- SÃO TOMÉ DAS LETRAS
- Quartzito (01 m)

CARLOS KUENERZ MINERAÇÃO LTDA.

- OURO PRETO
- Bauxita (01 m)
 - Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)
 - Ocre (02 m)
 - Ouro (01 m)

- TIRADENTES
- Caulim (01 m)

CARLOS MAGNO FIGUEIREDO

- CURVELO
- Ardósia (01 j)
- PARAOPEBA
- Ardósia (01 j)

CAULIM ITABIRITO LTDA.

- ITABIRITO
- Caulim (02 m)

CBA CIA. BRASILEIRA DE ALUMÍNIO

- ANDRADAS
- Bauxita (03 m)

- CALDAS
- Bauxita (02 m)

- ITAMONTE
- Bauxita (03 m)

- ITANHANDU
- Bauxita (05 m)

- PASSA QUATRO
- Bauxita (0 5 m)

- POÇOS DE CALDAS
- Bauxita (26 m)

- SÃO SEBASTIÃO DO GRAMA
- Bauxita (01 m)

CBEI - CIA. BRASILEIRA DE ENG. E INDÚSTRIA

- MATIAS BARBOSA
- Gnaisse (01 m)

CECÍLIA LISBOA LOBO

- CONGONHAS
- Talco (01 m)

CEFAR - CIA. DE MINERAÇÃO SERRA DA FAROFA

- BRUMADINHO
- Ferro (01 j/02 m)
 - Manganês (01 j)

- IGARAPÉ
- Ferro (02 m)

CÉLIO EDSON DINIZ NOGUEIRA

- MATOZINHOS
- Calcário (01 m)

CERÂMICA DE GUARULHOS S/A.

- ONÇA DO PITANGUI
- Algamatólito (01 m)

- PITANGUI
- Algamatólito (01 m)

- POÇOS DE CALDAS
- Argila refratária (01 m)

CERÂMICA GORUTUBA LTDA.

- JANAÚBA
- Argila (01 m)

CERÂMICA MOGI GUAÇU S/A.

- CALDAS
- Argila (01 m)

CERÂMICA PARAPUAM LTDA.

- IGARATINGA
- Argila (01 m)

CERÂMICA PEDREGULHO LTDA.

- SACRAMENTO
- Argila (01 m)

CERÂMICA SAFRAN S/A.

- ARAÚJOS
- Bauxita (01 j)
- BETIM
- Areia para fundição (01 m)

CERÂMICA TOGNI S/A.

- POÇOS DE CALDAS
- Argila (02 j/01 m)
 - Leucita (01 j)

- SACRAMENTO
- Argila (03 m)

CÊSAR BRIGHENTI NETO

- SÃO JOÃO DEL REI
- Ouro (01 m)

CÊSAR FONSECA E SILVA

- IGARAPÉ
- Ferro (02 j)

CHAFFYR FERREIRA

- OURO PRETO
- Calcário (01 m)
 - Dolomito (01 m)
 - Manganês (01 m)

CIA. AÇUCAREIRA RIO-BRANQUENSE

- VISC. DO RIO BRANCO
- Gnaisse (01 m)

CIA. BENEFICIAMENTO DE MINERAIS S/A.

- ITAVERAVA
- Esteatito (01 m)

- OURO PRETO
- Amianto (01 m)
 - Talco (01 m)

CIA. BOZANO SIMONSEN COM. IND.

- BARÃO DE COCAIS
- Dunito (01 m)
 - Calcário (01 m)

- SANTA BÁRBARA
- Ferro (01 m)

- PRUDENTE DE MORAIS
- Calcário (01 m)

CIA. BRAS. DE USINAS METALÚRGICAS

- ANTÔNIO DIAS
- Ferro (01 m)

CIA. BRASILEIRA DE AMIANTO

- VIRGOLÂNDIA
- Amianto (01 m)

CIA. BRASILEIRA DE VIDROS

- TIRADENTES
- Ouro (01 m)
 - Quartzo (01 m)

CIA. CERÂMICA JOÃO PINHEIRO

- CAETÉ
- Argila (02 j/02 m)
 - Caulim (02 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND BARROSO

- BARROSO
- Argila (01 m)
 - Calcário (06 m)

- DORES DE CAMPOS
- Calcário (01 m)

- PRADOS
- Calcário (03 m)

CIA. DE CIMENTO PORTLAND CAUÊ ITACARAMBI • Calcário (01 m) MATOZINHOS • Calcário (03 m) PEDRO LEOPOLDO • Calcário (05 m) • Calcita (01 m) • Mármore (01 m) CIA. DE CIMENTO PORTLAND DIAMANTE CORINTO • Argila (02 m) • Calcário (01 m) CIA. DE CIMENTO PORTLAND ITAÚ BETIM • Argila (01 m) CONTAGEM • Argila (01 m) ITAÚ DE MINAS • Calcário (02 m) LAGOA SANTA • Calcário (01 m) PAINS • Calcário (01 j) PRATÁPOLIS • Argila (01 m) • Calcário (01 m) VESPASIANO • Calcário (02 m) CIA. DE CIMENTO PORTLAND PARAÍSO CAPARAÓ • Caulim (01 m) • Mica (01 m) • Mica (01 m) • Quartzo (01 m) CIA. DE CIMENTO PORTLAND PONTE ALTA CONQUISTA • Argila (02 m) • Calcário (02 m) UBERABA • Argila (04 m) • Calcário (05 m) CIA. DE ENG. E ARQUITETURA ASSEL JUIZ DE FORA • Gnaisse (01 m) CIA. DE ESTANHO MINAS BRASIL CARANAÍBA • Tantalita (01 m) • Tântalo (01 m) CASSITERITA • Cassiterita (02 m) • Columbita (01 m) • Djalmaíta (01 m) • Tântalo (01 m) CEL. XAVIER CHAVES • Cassiterita (01 m) CRISTIANO OTONI • Tantalita (01 m) • Tântalo (01 m) NAZARENO • Columbita (01 m) NAZARENO • Cassiterita (02 m) • Djalmaíta (01 m) • Tântalo (01 m) RITÁPOLIS • Cassiterita (03 m) • Columbita (01 m) • Djalmaíta (01 m) • Tântalo (01 m) SANTANA DOS MONTES • Tantalita (01 m) • Tântalo (01 m) SÃO TIAGO • Cassiterita (06 m) • Columbita (01 m) • Djalmaíta (02 m) • Tantalita/columbita (01 m) • Tântalo (02 m) CIA. DE ESTANHO SÃO JOÃO DEL REI CARANAÍBA • Cassiterita (02 m) CRISTIANO OTONI • Cassiterita (02 m) SANTANA DOS MONTES • Cassiterita (02 m) CIA. DE FERRO BRASILEIRO S/A. BARÃO DE COCAIS • Ferro (01 m) • Ocre (01 m) • Ouro (01 m)	CIA. DE MINERAÇÃO DOS GUALAXOS MARIANA • Ferro-manganês (01 j) • Ouro (02 m) CIA. DE MINERAÇÃO NOVALIMENSE NOVA LIMA • Ferro (02 m) CIA. DE MINERAÇÃO RIO ACIMA SANTA BÁRBARA • Dolomito (02 m) • Ocre (02 m) SANTA BÁRBARA • Ferro (02 m) CIA. DE MINERAÇÃO SERRA DA MOEDA BELO VALE • Ferro (01 m) CONGONHAS • Ferro (01 m) OURO PRETO • Ferro (02 m) CIA. DE NICKEL DO BRASIL LIBERDADE • Níquel (01 m) CIA. FABRIL MINEIRA LAVRAS • Gnaisse (01 m) • Granito (01 m) CIA. GERAL DE MINAS POÇOS DE CALDAS • Zircônio (01 m) POÇOS DE CALDAS • Argila (06 m) • Argila refratária (03 m) • Bauxita (01 j/14 m) CIA. INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS • Água mineral (01 m) CIA. INDUSTRIAL ITABIRA DO CAMPO ITABIRITO • Areia (01 m) • Cascalho (01 m) CIA. MERIDIONAL DE MINERAÇÃO PATROCÍNIO • Fosfato (01 j) • Nióbio (01 j) • Titânio (01 j) TAPIRA • Titânio (01 j) CIA. MINAS DE PASSAGEM MARIANA • Ferro (01 m) CIA. MINEIRA DE METAIS TRÊS MARIAS • Meta-silito (01 m) VAZANTE • Barita (01 m) • Chumbo (06 m) • Cobre (06 m) • Dunito (01 m) • Zinco (06 m) CIA. MINEIRA DE SIDERURGIA ITATIAIUÇU • Ferro (01 m) CIA. MINERADORA DE PIROCLORO DE ARAXÁ ARAXÁ • Barita (03 m) • Pirocloro (03 m) CIA. MINÉRIOS DE SIDERÚRGICA ITATIAIUÇU • Quartzito (01 m) CIA. NACIONAL DE CIMENTO PORTLAND ARCOS • Calcário (02 m) MATOZINHOS • Calcário (04 m)	CIA. NACIONAL DE GRAFITE LTDA. ITAPECERICA • Grafita (06 m) PEDRA AZUL • Grafita (03 m) SÃO FRANCISCO DE PAULO • Grafita (01 m) CIA. PAULISTA DE MINERAÇÃO ONÇA DO PITANGUI • Cianita (01 m) • Pirofilita (01 m) ONÇA DO PITANGUI • Agalmatólito (01 m) PARÁ DE MINAS • Agalmatólito (02 m) POÇOS DE CALDAS • Argila refratária (01 m) UBERABA • Argila (01 j/10 m) • Argila refratária (02 m) • Caulim (02 m) • Hidrargila (01 m) CIA. SID. BELGO-MINEIRA BARÃO DE COCAIS • Ferro (01 m) BELA VISTA DE MINAS • Ferro (01 m) ITABIRA • Ferro (01 m) JOÃO MONLEVADE • Ferro (01 m) SABARÁ • Ferro (01 m) CIA. SID. PITANGUI S/A. MATEUS LEME • Ferro-manganês (01 m) CIA. SIDERÚRGICA BELGO-MINEIRA SABARÁ • Manganês (01 m) CIA. SIDERÚRGICA NACIONAL CAMPO BELO • Calcário (01 m) CONGONHAS • Ferro (02 m) • Ferro-manganês (01 m) • Manganês (03 m) • Ouro (01 m) CONSELHEIRO LAFAIETE • Manganês (02 m) ENTRE RIOS DE MINAS • Ferro (02 m) • Manganês (02 m) • Ouro (01 m) ITABIRITO • Ferro (01 m) • Manganês (01 m) OURO PRETO • Calcário (01 m) • Manganês (01 m) • Ferro-manganês (01 m) • Ouro (01 j) • Ferro (02 m) PRADOS • Calcário (01 m) QUELUZITA • Manganês (01 m) CIA. SIDERÚRGICA PAINS MATEUS LEME • Ferro (01 m) CIA. SIDERÚRGICA PITANGUI PITANGUI • Calcário (01 m) CIA. TÉCNICA DE IND. EXPORT. DE MIN. BRASIL CORONEL MURTA • Pedra corada (01 j) CIA. VALE DO RIO DOCE SANTA BÁRBARA • Manganês (01 m) CIANITA LTDA. BELO HORIZONTE • Ferro (01 m) CONGONHAS • Ferro (01 m) SANTANA DO RIACHO • Manganês (01 m)	CIBRA CIMENTOS BRASILEIROS S/A. PRUDENTE DE MORAIS • Calcário (01 m) CICOMINE CIA. IND. E COM. DE MINÉRIOS OURO PRETO • Calcário (01 m) • Dolomito (02 m) • Ferro (01 m) • Mármore (01 m) • Ocre (01 m) CIFEÇAL LTDA. SETE LAGOAS • Calcário (01 m) CILENO VILELA DE CASTRO S. J. BATISTA DO GLÓRIA • Quartzito (01 m) CIMECA COM. IND. MINÉRIOS E METAIS CAXAMBU ALVINÓPOLIS • Areia (01 m) • Areia para fundição (01 m) RIO PIRACICABA • Ferro (03 m) CIMENTO CAUÊ S/A. MESQUITA • Areia (01 m) CIMENTO PORTLAND PAINS S/A. ARCOS • Calcário (01 m) CIMINAR S/A. DE CIMENTO MIN. E CABOTAGEM BOCAIUVA • Quartzito (05 m) CIMINAS - CIMENTO NACIONAL DE MINAS S/A. PEDRO LEOPOLDO • Areia (01 m) • Argila (01 j/02 m) • Calcário (01 m) CINCINATO CEZAR COLOMBO DE GUSMÃO RESENDE COSTA • Cassiterita (01 j) CIRO DINIZ CAMARGO ESMERALDAS • Areia (01 m) CITALCO CIA. IND. DE TALCO LTDA. CARANAÍBA • Talco (01 m) CARANDAÍ • Talco (01 m) CLAIRET PAULA SALVINI SANTANA DE PIRAPAMA • Diamante (01 m) CLÁUDIO BAILONE E CIA. BUENO BRANDÃO • Caulim (01 m) • Feldspato (01 m) • Quartzito (01 m) INCONFIDENTES • Caulim (01 m) • Feldspato (03 m) • Quartzito (03 m) CLEY AZEVEDO FONSECA IJACI • Areia (01 m) • Cascalho (01 m) CLOVIS SERIPILLITI PASSA QUATRO • Bauxita (01 j) CMP - OURO ALUVIONAR LTDA. MARIANA • Magnetita (01 m) • Quartzito (01 m) CMP - OURO DE GALERIA LTDA • Ouro (02 m) • Prata (01 m)
--	---	---	---

COMPANHIA DE MINERAÇÃO RIO ACIMA
SANTA BÁRBARA Mármore (01 m)
CONCAL - CIA. NACIONAL DE CALC. E DERIVADOS
ARCOS Calcário (02 m)
COND. DA MINA DE GRAFITE B. DA SALVAÇÃO
PEDRA AZUL Grafita (01 m)
CONSTRUÇÕES E COM. CAMARGO CORREA S/A.
ITAPECERICA Caulim (01 m)
CONSTRUTORA MARTINS LANNA LTDA.
BELO HORIZONTE Cascalho (01 m)
CORRESOLO - CORRETIVOS DE SOLOS
CÓRREGO DANTA Calcário doolomítico (01 m)
COSIM - CIA. SID. DE MOGI DAS CRUZES
BRUMADINHO - Ferro (02 m) - Manganês (02 m)
CASSITERITA Manganês (01 m)
IBIRITÉ Ferro (01 m)
NOVA LIMA Ferro (01 m)
RITÁPOLIS Manganês (01 m)
SANTA BÁRBARA Manganês (01 m)
SÃO TIAGO Manganês (01 m)
CRISTIANO CLAUDINO DE SOUZA
RIBEIRÃO VERMELHO - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)
CROMITA PIUMHIENSE LTDA.
PIUM-I Cromita (01 m)
CRUZUL - CIA. SID. CRUZEIRO DO SUL
CONGONHAS - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)
OURO PRETO - Ferro (02 m) - Manganês (01 m)
SANTA BÁRBARA - Dunito (02 m) - Ferro (05 m) - Ferro-manganês (01 m) - Manganês (04 m) - Mármore (01 m) - Ocre (02 m)
CVRD - CIA. VALE DO RIO DOCE
ITABIRA - Ferro (02 m) - Ouro (01 m)
NOVA ERA Ferro (01 m)
SANTA BÁRBARA - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)

D

D.G. FERRAZ

ITAJUBÁ

- Granito (01 m)

DALMO DE SOUZA DORNELLAS

SANTA BÁRBARA

- Ferro (01 m)

DALVIR RAMOS
RESPLENDOR Quartzo (01 j)
DANIEL RODRIGUES
CONSELHEIRO LAFAIETE Manganês (01 j)
DELZIR BATISTA GUIMARÃES
ITAÚNA Ferro (01 m)
DEMÓSTENES DUMONT VARGAS
BURITIZEIRO Argila (01 j)
DEON AVERBUCH
SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO Manganês (01 j)
DERMEVAL MAGALHÃES E CASTRO
SABINÓPOLIS - Berilo (01 m) - Columbita (01 m) - Mica (01 m)
DIAURUS MINERAÇÃO LTDA.
SANTA MARIA DO SUASSUI Mica (01 m)
DILSON JOSÉ DUTRA
SETE LAGOAS Calcários (01 j)
DITA EMP. MINERADORA PACODITA LTDA.
SANTANA DO RIACHO Manganês (01 m)
DOLOMITA MINERAÇÃO IND. E COM.
JABOTICATUBAS Dunito (01 m)
DOMINGOS GUSMÃO DA SILVA E CIA. LTDA.
PERDIZES Basalto (01 m)
DOMINGOS MARTINS DAS NEVES
PRUDENTE DE MORAIS Calcário (01 j)
DRAGA SÃO SEBASTIÃO LTDA.
ITAJUBÁ Areia fluvial (01 m)
DRAGAGEM DE OURO S/A.
LAGOA SANTA - Areia (01 m) - Cascalho (01 m) - Ouro (01 m) - Quartzo industrial (01 m)
SABARÁ - Areia (01 m) - Cascalho (01 m) - Ouro (01 m) - Quartzo industrial (01 m)
SANTA LUZIA - Areia (01 m) - Cascalho (01 m) - Ouro (01 m) - Quartzo industrial (01 m)
DRAGAGEM FLUVIAL S/A.
DIAMANTINA - Diamante (06 m) - Ouro (05 m) - Quartzo (01 m)
DRAGAGEM URBANÓPOLIS LTDA.
PASSA TEMPO Areia (02 m)
DULCE VALADARES DE VASCONCELOS ABREU
PITANGUI - Agalmatólito (02 m) - Talco (01 m)
ELCY HERALDO DOS SANTOS LIMA
VÁRZEA DA PALMA Quartzito (01 j)

E

ELIAS CARAM
OURO PRETO Manganês (01 m)
ELIAS DIAS FERREIRA - FIRMA INDIVIDUAL
CONSELHEIRO PENA Granito (01 m)
ELISEU ÂNGELO TOGNI-MINERAÇÃO
ANDRADAS Argila ferruginosa (01 m)
CALDAS Argila (01 m)
ELMEC-LEOPOLDINENSE DE MIN. E EXT. CAL. LTDA.
PEDRO LEOPOLDO Calcário (01 j)
ELPÍDIO MATEUS BARBOSA
COROMANDEL Calcário (01 m)
EMAC S/A. - EMPRESA ACAIACA
DIAMANTINA Diamante (01 m)
EMANUEL DE SOUZA LIMA
FERROS - Pedra corada (01 j) - Quartzo (01 m)
EMICON MINERAÇÃO E TERRAPLANAGEM
BRUMADINHO Ferro (01 m)
EMÍDIO JOSÉ FERREIRA
PRADOS Calcário (01 j)
EMÍLIO SCHUPP E CIA.
FERROS - Água-marinha (01 m) - Berilo (01 m)
JOAÍMA Quartzo (01 m)
SÃO JOÃO DO PARAÍSO Quartzo róseo (01 m)
EMINAMAR-EMPRESA DE MIN. AMADEU MARTINS
MAR DE ESPANHA Caulim (02 m)
EMP. CONTINENTAL DE MINÉRIOS S/A.
SÃO DOMINGOS DO PRATA Manganês (01 m)
EMP. DE MINERAÇÃO SÃO TOMÉ LTDA.
SÃO TOMÉ DAS LETRAS Quartzito (03 m)
EMP. MINERADORA E INDUSTRIAL SANTARÉM
ITATIAIUÇU Manganês (01 m)
EMPABRA EMP. DE MINERAÇÃO PAU BRANCO LTDA.
BELO HORIZONTE Ferro (01 m)
EMPARA EMPRESA PARAOPEBA LTDA.
IGARAPÉ Ferro (01 m)
EMPRESA COML. E TÉCNICA DE MINÉRIOS S/A.
NOVA LIMA Ferro (01 m)
EMPRESA DE ÁGUAS SÃO LOURENÇO S/A.
SÃO LOURENÇO Água mineral (01 m)

EMPRESA DE CAULIM LTDA.
BELMIRO BRAGA - Caulim (05 m) - Mica (01 m)
BICAS Caulim (01 m)
BOM JESUS DO AMPARO Arenito (01 m)
INHAÚMA - Argila (01 m) - Caulim (01 m)
JUIZ DE FORA Caulim (01 m)
MAR DE ESPANHA Caulim (01 m)
ONÇA DE PITANGUI Pirofilita (01 m)
PEDRO LEOPOLDO Caulim (01 m)
PITANGUI Pirofilita (01 m)
RAUL SOARES Caulim (02 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO APARECIDA LTDA.
ESPERA FELIZ - Caulim (01 m) - Feldspato (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO BADIN LTDA.
RIO PARDO DE MINAS - Águas termais (01 m) - Ametista (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO ESPERANÇA S/A.
BRUMADINHO Hematita (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO FREBA LTDA.
MATOZINHOS Calcário (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO ITABIRITO LTDA.
ITABIRITO Ocre (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO LAGOA SECA
DIAMANTINA Ouro (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO PARAÍSO LTDA.
CARAÍ - Caulim (01 m) - Pedra corada (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO STA. CRUZ LTDA.
JOÃO MONLEVADE Granito (01 m)
EMPRESA DE MINERAÇÃO TAQUARAL
UBERABA Água mineral (01 m)
EMPRESA MINEIRA DE ESTANHO
RITÁPOLIS Cassiterita (03 m)
EMPRESA MINERADORA E INDL. SANTARÉM LTDA.
ITATIAIUÇU Ferro (01 m)
EMPRESA PARTEZANE CALCÁRIO LTDA.
UBERABA Calcário (01 j)
EMPRESA RADA DE MINERAÇÃO LTDA.
ALVORADA DE MINAS Cromita (03 m)
ENGEMINAS EMP. GERAL DE MINERAÇÃO LTDA.
ALVORADA DE MINAS Cromita (01 m)

ENI RIBEIRO MUNIZ

ESMERALDAS

- Areia (01 m)

ÊNIO FIGUEIREDO

S. SEBASTIÃO DO PARAÍSO

- Filitos (01 j)

ENRICO GUARNIERI IND. E COM. S/A.

CACHOEIRA DO CAMPO

- Calcário (01 m)

CÓRREGO DANTA

- Calcário (01 m)
- Mármore (01 m)

DIAMANTINA

- Mármore (01 m)

OURO PRETO

- Calcário (01 m)
- Mármore (03 m)

ERASMO DE CAMARGO SCHUTZER

NOVA PONTE

- Hidragilita (01 m)

SACRAMENTO

- Caulim (01 m)
- Hidragilita (01 m)

UBERABA

- Argila (01 m)
- Argila ferruginosa (01 j)
- Caulim (02 m)
- Hidragilita (03 j/01 m)

ERNANI SILVA GUIMARÃES

IJACI

- Calcário (01 m)

ERNESTO DINALI

- Calcário (01 m)

ESPÓLIO DE ADÉLIA CAMPOS JARDIM

CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO

- Pedra corada (01 m)

ESPÓLIO DE EDUARDO COZAC

IBIRITÉ

- Ferro (01 m)
- Manganês (01 m)

ESPÓLIO DE JÚLIO DE MELO FRANCO

PARÁ DE MINAS

- Ouro (01 m)
- Prata (01 m)

ESPÓLIO DE MANOEL DE SOUZA LIMA

CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO

- Manganês (01 m)

ESPÓLIO DE MODESTINO DA FONSECA COTA

VESPASIANO

- Calcário (01 m)

EUCLIDES NOGUEIRA GONTIJO

CURVELO

- Ardósia (01 m)

EUGÊNIO BLANC

TEÓFILO OTONI

- Água mineral (01 m)

EURÍPEDES LUIZ DE OLIVEIRA

CURVELO

- Argila (01 j)
- Calcário (01 j)

PARAOPEBA

- Argila (01 j)
- Calcário (01 j)

EXDIBRA-EXT. DIAMANTES BRASIL S/A. EXP. COM.

ESTRELA DO SUL

- Diamante (01 m)

IRAI DE MINAS

- Diamante (01 m)

MONTE CARMELO

- Diamante (01 m)

ROMARIA

- Diamante (01 m)

EXPLORAÇÃO E BENEF. DE RUTILO LTDA.

SANTANA DO GARAMBEU

- Cassiterita (01 m)
- Rutilo - min. de Li (01 m)

EXTRAÇÃO DE AREIAS MAIA LTDA.

DIVINÓPOLIS

- Areia (01 m)

EXTRACOMIL EXTR. TRANSP. COM. DE MIN. LTDA.

ITABIRA

- Ferro (01 m)

EXTRAMIL-EXTRATIVA MINERAL LTDA.

NOVA LIMA

- Ferro (01 m)

EXTRAMINAS LTDA.

SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO

- Areia (01 m)

EXTRATIVA MANGANÊS LTDA.

SÃO TIAGO

- Manganês (01 m)

F

FÁBIO CECÍLIO

SETE LAGOAS

- Calcário (01 j)

FERROBEL-FERRO DE BELO HORIZONTE S/A.

BELO HORIZONTE

- Ferro (03 m)

FERTECO MINERAÇÃO

BRUMADINHO

- Ferro (01 m)

CONGONHAS

- Ferro (02 m)

OURO PRETO

- Ferro (02 m)

FERTECO MINERAÇÃO S/A.

BRUMADINHO

- Granito (01 m)

FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A. FOSFÉRTIL

PATROCÍNIO

- Nióbio (01 m)

FIORAVANTE P, JR. E ALINIO T. F. SALES

ESPERA FELIZ

- Caulim (01 m)
- Feldspato (01 m)
- Quartzo (01 m)

FIRMA INDIVIDUAL ANSELMO SANTALENA

BRUMADINHO

- Ferro (01 m)

FIRMA INDIVIDUAL ANTÔNIO MENDES

SÃO GONÇALO DO ABAETÉ

- Areia para vidro (01 m)

SÃO GONÇALO DO ABAETÉ

- Argila (01 m)

FIRMINO FRANCISCO AREAL

CACHOEIRA DA PRATA

- Granito (01 j)

FOSFATO PIRANGA S/A.

PATOS DE MINAS

- Fosfato (01 m)

FOSFÉRTIL - FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A.

PATROCÍNIO

- Fosfato (01 m)
- Titânio (01 m)

TAPIRA

- Fosfato (04 j/02 m)
- Titânio (05 j/01 m)

FRANCISCO ALMEIDA DE PAULA

CONSELHEIRO LAFAIETE

- Manganês (01 j)

FRANCISCO ALTAMIRANO DE BARROS

RIO PIRACICABA

- Caulim (01 m)
- Ferro (02 m)

FRANCISCO DUARTE

RIO ACIMA

- Ferro (01 m)

FRANCISCO FELIPE NETO

ESMERALDAS

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Saibro (01 m)

FRANCISCO MARQUES JÚNIOR

ITABIRITO

- Areia (01 j)
- Caulim (01 j)

FRANCISCO PEDRO VIGILATO

PAINS

- Calcário (01 j)

FRANCISCO RIBEIRO DE CARVALHO FILHO

RESENDE COSTA

- Cassiterita (01 j)

FRANCISCO ULLMAN

MATEUS LEME

- Água mineral (01 m)

FRANK HAMILTON

VIRGEM DA LAPA

- Diamante (01 j)

FUNIL - FORNECEDORA UNIDA LTDA.

NAZARENO

- Areia (01 m)

G

GABRIEL CAULA SOARES

BICAS

- Caulim (01 m)

GELCIRA V. DE CARVALHO

OURO PRETO

- Calcário dolomítico (01 m)
- Dunito (01 m)

GERALDO ALVES FERREIRA

SÃO TOMÉ DAS LETRAS

- Quartzito (02 m)

GERALDO LACERDA DE OLIVEIRA - FIRMA INDIVIDUAL

BOCAIUVA

- Diamante (01 m)

DIAMANTINA

- Diamante (01 m)

GERALDO TEIXEIRA WASHINGTON

CARMO DA CACHOEIRA

- Cascalho (01 m)

GERALDO VALLE DE MENESES

BOCAIUVA

- Quartzito (01 m)

GONÇALVES E AZEVEDO LTDA.

CLÁUDIO

- Areia (01 m)

GRAFITE PERES DE MOURA LTDA.

ARCOS

- Grafita (01 m)

GUILHERME MASCARENHAS DALLE

PARAOPEBA

- Argila (01 j)
- Calcário (01 j)

GUILHERMINA DINIZ CAMARGOS

ESMERALDAS

- Areia (01 m)

H

H. LODI E CIA. LTDA.

NOVA LIMA

- Ferro (01 m)

HALBA - COM. IND. DE PEDRAS PRECIOSAS S/A.

CORONEL MURTA

- Caulim (01 j)
- Pedra corada (01 j)

HÉLIO AGRO MINERAÇÃO LTDA.

DONA EUZÉBIA

- Água mineral (01 m)

HELVÉCIO C. DE ANDRADE - FIRMA INDIVIDUAL

BARÃO DE COCAIS

- Ferro (01 m)

HEMAG MINERAÇÃO LTDA.

RIO PIRACICABA

- Ferro (01 m)
- Manganês (01 m)

HERMÍNIO PEREZ FURLETTI

UBERABA

- Mármore (01 j)

HIDROMINAS - ÁGUAS MINERAIS DE M.G. S/A.

ARAXÁ

- Água mineral (01 m)

CALDAS

- Água mineral (01 m)

CAMBUQUIRA

- Água mineral (03 m)

CAXAMBU

- Água mineral (01 m)

CONCEIÇÃO DO RIO VERDE

- Água mineral (01 m)

LAMBARI

- Água mineral (01 m)

POÇOS DE CALDAS

- Água mineral (01 m)

TIRADENTES

- Água mineral (01 m)

HOMERO DE SOUZA E SILVA

PATROCÍNIO

- Fosfato (01 j)
- Nióbio (01 j)
- Titânio (01 j)

HORÁCIO ALBERTINI COM. IND. MECÂNICA

VESPASIANO

- Calcário(01 j)

HUGO CHELLI

IGUATAMA

- Calcário (01 j)

HUGO MARTINS POMPÉU

SÃO TOMÉ DAS LETRAS

- Quartzito (01 m)

I

IBAR - IND. BRAS. DE ARTIGOS REFRATÁRIOS

NOVA LIMA

- Ferro (01 m)

PITANGUI

- Agalmatólito (01 m)

POÇOS DE CALDAS

- Argila refratária (04 m)

SACRAMENTO.

- Argila refratária (02 m)

UBERABA

- Argila (01 m)
- Argila refratária (01 j/03 m)
- Caulim (01 m)

ICAL - IND. DE CALCINAÇÃO S/A.

- OURO PRETO
- Calcário dolomítico (01 m)
- SETE LAGOAS
- Calcário (01 j)
- VESPASIANO
- Calcário (02 j)

ICLAIR GRACANO

- PRADOS
- Calcário (01 m)

ICOMINAS - INDÚSTRIA E COM. DE MINERAIS

- FIDALGO
- Calcário (01 m)

IDALINO ANDRÉ M. FERNANDES RIBEIRO NETO

- SALINAS
- Água-marinha (01 m)
 - Mica (01 m)
 - Topázio (01 m)
 - Turmalina (01 m)
 - Quartzo (01 m)

IDALINO CÂNDIDO DA SILVA

- PARÁ DE MINAS
- Quartzito (01 m)

IMGEL - IMOBILIÁRIA G. EUSTÁQUIO LTDA.

- OURO PRETO
- Manganês (01 m)

IMGEL - IMOBILIÁRIA G. EUSTÁQUIO LTDA.

- Hematita (01 m)

IMGEL - IMOB. GUALTER E EUSTÁQUIO LTDA.

- OURO PRETO
- Bauxita (01 m)
 - Ferro (01 m)

INCALCA IND. DE CALCINAÇÃO CAXAMBU LTDA.

- PRUDENTE DE MORAIS
- Calcário (01 m)

INCOPOL - INDUSTRIAL E COM. PONTAL LTDA.

- ITUIUTABA
- Basalto (01 m)

INCORPORADORA SENA E FIGUEIREDO LTDA.

- VIÇOSA
- Gnaiss (01 m)
 - Granito (01 m)

IND. COMÉRCIO DE ÁGUAS S/A.

- BELO HORIZONTE
- Água Mineral (01 m)

IND. DE CAL. LILI LTDA.

- IJACI
- Calcário (01 m)

IND. DE CALCINAÇÃO BASÍLIO LTDA.

- PRADOS
- Calcário (02 m)

IND. E MANUFATURA DE PEDRA MANHUAÇU LTDA.

- MANHUAÇU
- Granito (01 m)

IND. E COM. DE MINERAIS LTDA.

- IPATINGA
- Gnaiss (01 m)

IND. SÃO TOMÉ LTDA.

- SÃO TOMÉ DAS LETRAS
- Quartzito - Sericítico (01 m)

INDUMAR COM. E INDUSTRIAL S/A.

- OURO PRETO
- Dunito (01 m)

INDÚSTRIA DE CALCÁRIO SN LTDA.

- IJACI
- Calcário (02 m)

INDÚSTRIA DE CIMENTO E CAL SETE LAGOAS

- SETE LAGOAS
- Calcário (02 m)

INDÚSTRIA E COM. DE CALCÁRIO INAE LTDA.

- PARACATU
- Calcário (01 m)

INDÚSTRIA E COM. SANTA CRUZ LTDA.

- CURVELO
- Calcário (01 m)

INDÚSTRIA E COMÉRCIO SANTA TEREZINHA

- ALFENAS
- Granito (01 m)

INDÚSTRIA REUNIDAS DE CAL LTDA.

- IJACI
- Calcário (01 m)

INDÚSTRIAS CALCÁREAS CARANDAÍ S/A.

- CARANDAÍ
- Mármore (01 m)

INTEGRAL - INTEGRAÇÃO DE IND. COM. MIN. LTDA.

- NOVA LIMA
- Esteatito (01 j)
 - Ferro (01 m)
 - Serpentinó (01 m)

IRMÃOS D'ÂNGELO LTDA.

- POÇOS DE CALDAS
- Areia para vidro (01 m)
 - Saibro (01 m)

IRINEU FELISBERTO

- CONSELHEIRO PENA
- Mica (01 m)

IRISA - INDÚSTRIAS REUNIDAS IBIRITÉ S/A.

- IBIRITÉ
- Areia quartzosa (02 m)
 - Argila (01 m)
 - Bauxita (01 m)
 - Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)
 - Ocre (01 m)
 - Quartzo (01 m)

IRMÃOS BRAGA LTDA.

- ITABIRA
- Ferro (01 m)

IRMÃOS CAPISTRANO LTDA.

- BAEPENDI
- Quartzito (01 m)

- SÃO TOMÉ DAS LETRAS
- Quartzito (04 m)

IRMÃOS DANI E CIA. LTDA.

- BARBACENA
- Granito (01 j)

IRMÃOS GUILHERMINO LTDA.

- BRÁS PIRES
- Caulim (01 j/01 m)
 - Mica (01 j)
 - Mica (01 j)

- PRESIDENTE BERNARDES
- Caulim (01 j)
 - Mica (01 j)
 - Mica (01 j)

IRMÃOS PEDROSA LTDA.

- ARCEBURGO
- Granito (01 m)

ITALMAGNÉSIO NORDESTE S/A.

- JEQUITAI
- Quartzito (03 m)

ITAMINAS COM. DE MINÉRIOS

- IBIRITÉ
- Ferro (02 m)

ITAPEMAS - IND. TALCO PEDRAS MADEIRAS ASSOC. LTDA.

- PIRANGA
- Esteatito (01 j)
 - Talco (01 j)

ITASIL - EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS LTDA.

- DELFIM MOREIRA
- Quartzito (02 m)

J

J. DE AUGUSTINIS E CIA. LTDA.

- IJACI
- Argila (02 m)

- POÇOS
- Argila (01 m)

- POÇOS DE CALDAS
- Bauxita (01 m)

JACINTO ALVES DO AMARAL

- MATEUS LEME
- Agalmatólito (01 m)

JACIR DE FREITAS

- SETE LAGOAS
- Ardósia (01 m)

JACY PERES DE MOURA

- ARCOS
- Argilito (01 m)

JACYR RAMOS DE ALMEIDA E FILHO LTDA.

- LEOPOLDINA
- Água mineral (01 m)

JADER GOMES HUDSON

- SÃO JOÃO DEL REI
- Areia (01 j)
 - Cassiterita (01 m)
 - Caulim (01 j)

- TIRADENTES
- Areia (01 j)
 - Cassiterita (01 m)
 - Caulim (01 m)

JAIR LEONARDO COTA

- ALVINÓPOLIS
- Areia quartzosa (01 j)

JAMIL - JACUTINGA MINERAÇÃO IND. LTDA.

- MATEUS LEME
- Ferro (01 j)

JANETE DE AZEVEDO ANDRADE

- ITINGA
- Cassiterita (01 j)
 - Ferro (01 j)
 - Petalita - Minério de Li (02 j)
 - Quartzito (01 j)
 - Tantalita (01 j)

JESUS DE FREITAS MOURÃO

- PARÁ DE MINAS
- Quartzito (01 m)

JOÃO CUSTÓDIO DA VEIGA

- PRESIDENTE OLEGÁRIO
- Areia (01 m)
 - Cascalho (01 m)

JOÃO DE ALMEIDA

- JEQUITINHONHA
- Água-marinha (01 m)

JOÃO DE DEUS THIBAU

- BARÃO DE COCAIS
- Ferro (01 m)

JOÃO EUSTÁQUIO DE ASSIS LAGE

- NOVA ERA
- Areia (01 m)

JOÃO LÉLIO NOGUEIRA FILHO

- RIBEIRÃO DAS NEVES
- Gnaiss (01 m)
 - Granito (01 m)

JOÃO NOGUEIRA DUARTE

- SANTANA DO RIACHO
- Calcário (01 m)
 - Mármore (01 m)

JOÃO RODRIGUES DE SOUZA

- ARCOS
- Calcário (01 m)

- JOÃO VAZ SOBRINHO
- Calcário (02 j/01 m)

JOÃO VENTURA PINTO

- CONSELHEIRO PENA
- Mica (01 j)
 - Pedra corada (01 j)
 - Quartzo (01 j)

JOAQUIM BELLA DA SILVA

- SÃO TOMÉ DAS LETRAS
- Quartzito (01 m)

JOAQUIM DE ANDRADE E VILLELA

- JUIZ DE FORA
- Bauxita (01 j)

JOAQUIM DE SANTA CECÍLIA

- BELO HORIZONTE
- Ferro (01 m)

JOAQUIM GARCIA DOS REIS

- MATIAS BARBOSA
- Caulim (01 j)
 - Manganês (01 j)
 - Mica (01 j)

JOAQUIM J. BERNARDO FLORA - FIRMA INDIVIDUAL

- POÇOS DE CALDAS
- Bauxita (01 m)

JOAQUIM OTÁVIO DE ANDRADE

- POÇOS DE CALDAS
- Zircônio (01 m)

JOAQUIM TEIXEIRA DIAS

- BELO HORIZONTE
- Areia (01 m)

JOEMA INDÚSTRIA COM. EXPORTAÇÃO LTDA.

- CATAS ALTAS DA NORUEGA
- Caulim (01 j)
 - Esteatito (01 j)
 - Talco (01 j)

- LAMIM
- Caulim (01 j)
 - Esteatito (01 j)
 - Talco (01 j)

JOFEL LTDA.

- ITAPECERICA
- Gnaiss (01 m)
 - Granito (01 m)

JORGE ABDALA CHAMA

- BELO VALE
- Hematita (01 j)

JORGE CARAM E OUTROS

- OURO PRETO
- Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)
 - Pirita (01 m)

JORGE JACOB

- BETIM
- Ferro (01 j)

JOSÉ ALVARENGA COSTA

- LAGOA SANTA
- Calcário (01 m)
- VESPASIANO
- Calcário (01 m)

JOSÉ ALVES FERREIRA

- SÃO TOMÉ DAS LETRAS
- Quartzito - Sericítico (01 m)

JOSÉ ANTERO DE C. MACHADO

- ITABIRITO
- Areia para fundição (01 j)
 - Caulim (01 j)

JOSÉ AVELINO DE MELLO

- POÇOS DE CALDAS
- Argila (01 j)
 - Bauxita (01 j)

JOÃO BATISTA RIBEIRO - FIRMA INDIVIDUAL

- TRÊS CORAÇÕES
- Granito (01 m)

JOSÉ CAETANO DRUMOND
NOVA LIMA Manganês (01 j)
JOSÉ CÂNDIDO CERQUEIRA LEITE
POÇOS DE CALDAS - Bauxita (01 j) - Zircônio (01 j)
JOSÉ DA COSTA CARVALHO
OURO PRETO - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)
JOSÉ DE SOUZA COELHO
BARROSO Calcário (01 m)
JOSÉ DELFINO NASCIMENTO
OURO PRETO - Manganês (01 m) - Topázio (01 m) PASSA TEMPO - Ferro (01 m)
JOSÉ DIAS DE GOUVEIA
JACUI Calcário (01 j)
JOSÉ DIAS LEITE
CONGONHAS Talco (01 m)
JOSÉ DIMAS DE PAIVA PEREIRA
PARÁ DE MINAS Gnaisse (01 m)
JOSÉ DOS SANTOS
JABOTICATUBAS Manganês (01 m)
JOSÉ EUCLIDES TEIXEIRA
ARCOS Calcário (01 j)
JOSÉ FIRMINO GUEDES
BOCAIUVA Quartzo (01 m)
JOSÉ FREDERICO DE SOUZA MARTINS
CORONEL XAVIER CHAVES - Cassiterita (01 j) - Ouro (01 j)
JOSÉ GALVÃO RUBIM
OURO FINO Argila (01 j)
JOSÉ GONÇALVES DE FIGUEIREDO
GOVERNADOR VALADARES - Mica (01 m) - Pedra corada (01 m)
JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS
ITABIRITO Areia quartzosa (01 j)
JOSÉ GONÇALVES FILHO
OURO PRETO - Argila (01 m) - Manganês (01 m)
JOSÉ JOAQUIM DE ANDRADE
POÇOS DE CALDAS Zircônio (01 j)
JOSÉ LEANDRO DE PAULA RODRIGUES
OURO PRETO Talco (01 m)
JOSÉ LÚCIO RESENDE - FIRMA INDIVIDUAL
MATOZINHOS Calcário (01 m)
JOSÉ LÚCIO DE CASTRO CARNEIRO
NOVA PONTE Hidrargila (01 j)

JOSÉ OSWALDO TEIXEIRA
PATOS DE MINAS Argila (01 j)
JOSÉ P. MARTINS
MATEUS LEME Agalmatólito (01 m)
JOSÉ PATRUS DE SOUZA
BELO VALE - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)
JOSÉ PAULINO DA COSTA FILHO
ALFENAS Granito (01 m)
JOSÉ PEREIRA DA CUNHA
BETIM Granito (01 m)
JOSÉ PEREIRA DE ANDRADE
POÇOS DE CALDAS Bauxita (02 j)
JOSÉ PERES DE MOURA
S. JOÃO BATISTA DO GLÓRIA Pedra de talhe (01 m)
JOSÉ PIO DA MOTA - ESPÓLIO
BRÁS PIRES - Água-marinha (01 m) - Caulim (01 m) - Mica (01 m)
JOSÉ RAIMUNDO RUFINO
BELO VALE Ferro (01 m)
JOSÉ RIBEIRO NETO
ESMERALDAS - Areia (02 m) - Cascalho (02 m) - Saibro (02 m)
JOSÉ SCHWERBER
OURO PRETO Ocre (01 m)
JOSÉ SILVEIRA BARBOSA
MATOZINHOS Calcário (01 j)
JOSÉ SILVEIRO R. CHAVES
RESENDE COSTA Cassiterita (01 j)
JOSÉ XAVIER GONÇALVES
CLÁUDIO Gnaisse (01 m)
JOSEMAR OTAVIANO DE ALVARENGA
PRESIDENTE JUSCELINO - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)
JOSEPHINO OTTONI ALVES
SERRO Ferro (01 m)
JUDITE FERREIRA PINTO
- SABARÁ - Ferro (01j/01 m)
JÚLIO BENTO DA SILVA
- DIAMANTINA - Diamante (02 m)

K

KONKRETO LTDA.
DIVINÓPOLIS Granito (01 m)

KRE DITANSTALT FUER WIDERAUFBAU
BELO VALE Ferro (01 m)
CONGONHAS Ferro (01 m)
OURO PRETO Ferro (01 m)
POÇOS DE CALDAS Ferro (01 m)
L
LAFERSA-LAMINAÇÃO DE FERRO S/A.
IGARAPÉ Ferro (01 m)
ITABIRITO - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)
PARACATU Calcário (02 m)
LAMIL - LAGE MINÉRIOS LTDA.
PARÁ DE MINAS Agalmatólito (01 m)
LAURINDO GONÇALVES DE OLIVEIRA
NANUQUE Gnaisse (01 m)
LEONOR VITORINO PEREIRA
LAVRAS Caulim (01 m)
LIASA - LIGAS DE ALUMÍNIO S/A.
GOUVEIA Cianita (01 m)
LOURENÇO FREIRE DE CARVALHO
SANTA LUZIA - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)
LUCÁS BATISTA SAMPAIO
BRUMADINHO Talco (01 j)
LUCIANO DA SILVA MELO - FIRMA INDIVIDUAL
PEDRA DO INDAIÁ Granito (01 m)
LUIZ NANNI
CONSELHEIRO PENA - Feldspato (01 j) - Quartzo (01 j)
LUÍZA GOMES ANTUNES
BRUMADINHO Ferro (01 m)
LUX CAULIM LTDA.
SANTA MARIA DE ITABIRA - Caulim (01 m) - Mica (01 m) - Mica (01 m)
M
M.B.L. MATERIAIS BÁSICOS LTDA.
CARMO DO CAJURU Granito (01 m)
MADEIRAS COLINA LTDA.
ARINOS Calcário Dolomítico (02 m)
MAGIMIL - MEGA AGRO - INDL. E MINERAÇÃO LTDA.
ITABIRITO Mármore (02 m)
MAGMAS MINÉRIOS LTDA.
MONTE SIÃO Quartzo (01 m)

MAGNESITA S.A.
BELO HORIZONTE Dolomito (01 m)
BETIM - Agalmatólito (01 m) - Argila refratária (01 m)
BOM JESUS DO AMPARO Areia para vidro (01 m)
ESMERALDAS Argila (02 m)
ITABIRITO Quartzo (01 m)
ITAMARANDIBA Cianita (01 m)
NOVA PONTE - Argila refratária (01 m) - Hidragilita (01 j/03 m)
ONÇA DO PITANGUI Agalmatólito (02 m)
OURO BRANCO - Calcário (01 m) - Dolomito (01 m)
OURO PRETO - Calcário (01 m) - Dolomito (01 m)
PASSA TEMPO Ferro (01 m)
PATROCÍNIO Olivina (01 m)
PITANGUI Argila (01 m)
POÇOS DE CALDAS Argila (02 m)
SABARÁ Dolomito (01 m)
SACRAMENTO Argila refratária (02 j)
UBERABA - Argila (01 j) - Argila refratária (02 m)
MALVINO DUTRA DE CARVALHO
SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA Mica (01 m)
MANNESMANN MINERAÇÃO LTDA.
BELO HORIZONTE - Argila (01 m) - Dolomito (01 m) - Ferro (01 m)
BRUMADINHO Ferro (02 m)
NOVA LIMA Ferro (01 m)
MANOEL PEIXOTO DA SILVA
TEÓFILO OTONI Água mineral (01 m)
MARBRASA DE MINAS GERAIS LTDA.
SETE LAGOAS Mármore (01 m)
MARCAL MÁRMORE CAEIRA LTDA.
MAR DE ESPANHA Mármore (01 m)
MARCELO JUNQUEIRA SANTOS
POÇOS DE CALDAS Bauxita (01 m)
MÁRCIO JOSÉ DO AMARAL
ITAGUARA Areia (01 m)
MÁRCIO RESENDE LIMA
NOVA LIMA - Ferro (01 m) - Manganês (01 m)
MARCOS DOLINGER LESSA SOUZA
PARAOPEBA - Mármore (01 j) - Quartzo (01 j)
MARIA DE CARVALHO FERREIRA
IJACI Calcário (01 m)
MARIA DE SALLES FERREIRA
SABARÁ Ferro (01 m)
MARIA GUILHERMINA DE CARVALHO MENDANHA
ITABIRITO Manganês (01 m)

MARIA JOSÉ CALDAS DA FONSECA

SÃO JOÃO DEL REI
• Areia para fundição (01 m)
• Argila (01 m)
• Caulim (01 m)
• Ocre (01 m)

MARIA MADALENA DE PAULA

IJACI
• Calcário (01 m)

MARIA MARGARIDA FONSECA
GIANNETTI

ITABIRITO
• Mármore (01 m)

MARIA SEMBLA DE MELO AFGOUNI

ARAÇUAÍ
• Espodumênio (01 j/02 m)
• Lepidolita / Min. Li (01 m)
• Pegmatito (01 j)
• Petalita (01 j)
• Quartzo (02 j)
• Turmalina (02 j)

ITINGA
• Espodumênio (01 j/02 m)
• Pegmatito (02 j)
• Petalita (01 j)
• Turmalina (02 j)

MARIANA ANCA ATANASIU - FIRMA
INDIVID.

NOVA LIMA
• Manganês (01 m)
• Ferro (01 m)

MARIETA BALDAN SOARES

MACHADO
• Areia (01 m)

MÁRIO VERSIANI GUSMÃO

ITINGA
• Cassiterita (02 j)

MARLENE CURIMBABA FERREIRA

POÇOS DE CALDAS
• Bauxita (01 j)

MARMINAS S/A.

SANTANA DO RIACHO
• Calcário (01 m)
• Mármore (01 m)

MÁRMORE BRANCO MAR DE
ESPANHA

MAR DE ESPANHA
• Mármore (01 m)

MÁRMORE ITABIRITO LTDA.

ITABIRITO
• Argila (01 j)
• Ferro (01 m)
• Manganês (01 m)
• Mármore (02 m)

MÁRMORES E GRANITOS DO BRASIL
S/A.

SANTANA DO RIACHO
• Calcário (01 j/01 m)
• Mármore (02 m)

MÁRMORES E PEDRAS DO BRASIL
S/A.

SENADOR CORTES
• Mármore (01 j)

MÁRMORES ITABIRITO S/A
• Bauxita (01 j)

MARPO LTDA.

PATOS DE MINAS
• Calcário (01 m)
• Mármore (01 m)

MARTINIANO ZUQUIM

ARCOS
• Calcário (01 m)

MASA - MINERAÇÃO AREIENSE S/A.

VAZANTE
• Zinco (01 m)

MATHEUS RESENDE MENDONÇA

CEL. XAVIER CHAVES
• Cassiterita (01 j)

MATSULFUR - CIA. DE MATERIAIS
SULFUROSOS

MONTES CLAROS
• Argila (02 m)
• Calcário (02 m)

MAURELLI IND. E COMÉRCIO

ITUMIRIM
• Mármore (01 m)

MAURELLI IND. E COM. LTDA.

Calcário (01 m)

MAURO ARCANJO VILELA

SÃO TOMÉ DAS LETRAS
• Quartzito (2 m)

MAURO DO VALLE SALLES

CAETANÓPOLIS
• Calcário (01 m)
• Mármore (01 m)

PARAOPEBA
• Calcário (01 m)

MAURY FRANCA ABREU

SETE LAGOAS
• Mármore (01 m)

MAX NEUMANN

ARAXÁ
• Gnaisse (01 m)
• Granito (01 m)

MBR - MINERAÇÕES BRAS.
REUNIDAS S/A.

BELO HORIZONTE
• Ocre (01 m)

BRUMADINHO
• Ferro (07 m)
• Manganês (03 m)

IBIRITÉ
• Ferro (02 m)

ITABIRITO
• Cianita (01 m)
• Ferro (03 m)
• Manganês (01 m)

NOVA LIMA
• Argila refratária (02 m)
• Bauxita (01 m)
• Cianita (03 m)
• Dunito (01 m)
• Ferro (14 m)
• Manganês (03 m)
• Ocre (01 m)

RIO ACIMA
• Ferro (03 m)

SANTA BÁRBARA
• Argila (01 m)
• Bauxita (01 m)
• Calcário (01 m)
• Ferro (04 m)
• Manganês (03 m)
• Ocre (02 m)

METAMIG - METAIS DE MINAS
GERAIS S/A.

ARCOS
• Calcário (01 j)

CEDRO DO ABAETÉ
• Fosforita (01 m)

IBIRITÉ
• Areia (01 j)

GALILÉIA
• Ferro (01 m)

MIBRAÇO - MINERAÇÃO BRAS.
COMERCIAL LTDA.

SÃO GONÇALO DO ABAETÉ
• Diamante (01 m)

MICOPEL - MINERAÇÃO

PASSA QUATRO
• Bauxita (01 m)

MILHEN ABERFAHART E JOSÉ
ZUQUIM F. NEVES

OURO PRETO
• Manganês (01 m)

MILHEM ABUFARHAT E JORGE
CARAM
• Manganês (01 m)
• Pirita (02 m)

MILI - MINERAÇÃO MONTE VERDE
LTDA.

LAGOA SANTA
• Areia (01 m)
• Calcário (01 m)

MILTON TABARI – FIRMA INDIVIDUAL

ITABIRITO
• Argila (01 m)

MIN. CIDRENSE LTDA.

CAETANÓPOLIS
• Ardósia (01 m)
PARAOPEBA
• Ardósia (01 m)

MIN. JANUÁRIA COM. E IND. LTDA.

JANUÁRIA
• Calcário dolomítico (01 m)

MINA DA BOA VISTA S/A.

DIAMANTINA
• Diamante (01 m)

MINAR - MINERAÇÃO AREDES LTDA.

ITABIRITO
• Ferro (01 m)

MINAS CERÂMICA S/A.

CONTAGEM
• Gnaisse (01 m)

MINAS DA DATAS S/A.

DATAS
• Diamante (01 m)
• Ouro (01 m)

MINAS DA SERRA GERAL S/A.

OURO PRETO
• Ferro (01 m)

MINAS DE FERRO S/A.

IGARAPÉ
• Ferro (01 m)

MINAS DEL REY DOM PEDRO S/A.

MARIANA
• Ferro (01 m)
• Ouro (01 m)

MINAS DO ITACOLOMY S/A.

CONGONHAS
• Ferro (01 m)

OURO PRETO
• Ferro (02 m)

MINAS ITATIAIUÇU LTDA.

ITATIAIUÇU
• Ferro (01 m)
• Manganês (01 m)

MATEUS LEME
• Ferro (01 m)
• Manganês (01 m)

MINAS MIN. DE AREIA E CASCALHO
SABARÁ LTDA.

SABARÁ
• Areia (01 m)
• Cascalho (01 m)

MINAS TALCO LTDA.

OURO BRANCO
• Talco (01 m)

MINEBRA - MIN. BRAS. MIN. E
INDUSTRIALIZAÇÃO LTDA.

NOVA PONTE
• Argila (01 j)
• Argila ferruginosa (01 j)

SACRAMENTO
• Argila (01 m)
• Argila ferruginosa (01 j)

UBERABA
• Argila (01 m)
• Argila luminosa (01 m)

MINEGRAL - CIA. BRAS. MINERAÇÃO
IND. E COMÉRCIO

CALDAS
• Alumínio/minério de (01 m)
• Argila (01 m)
• Bauxita (01 m)
• Manganês (02 m)
• Zircônio (16 m)

POÇOS DE CALDAS
• Alumínio/minério de (01 m)
• Bauxita (01 m)
• Terras-raras (01 m)
• Tório (01 m)
• Zircônio (03 m)

MINERAÇÃO ÁGUA LIMPA S/A.

ITABIRITO
• Argila (01 m)

MINERAÇÃO ÁGUAS FÉRREAS LTDA.

BARÃO DE COCAIS
• Ferro-Manganês (01 j)

MINERAÇÃO ALUMIL LTDA.

UBERABA
• Argila (01 j)
• Argila ferruginosa (02 j/01 m)

MINERAÇÃO ALVARENGUINHA

ALVARENGA
• Água-marinha (01 m)

MINERAÇÃO ALVES LTDA.

SÃO TOMÉ DAS LETRAS
• Quartzito (02 m)

MINERAÇÃO ANASTEVE LTDA.

BICAS
• Caulim (01 m)
• Mica (01 m)
• Quartzito (01 m)

CATAGUASES
• Caulim (01 m)

MAR DE ESPANHA
• Caulim (01 m)

PEQUERI
• Caulim (02 m)
• Mica (01 m)

MINERAÇÃO ANDRADENSE LTDA.

ANDRADAS
• Argila (05 m)
• Bauxita (02 m)

BOM REPOUSO
• Argila (01 m)

CAMBUÍ
• Argila (01 m)
• Caulim (01 m)

MINERAÇÃO ARAGUAIA LTDA.

GUANHÃES
• Ferro-manganês (03 j)

MINERAÇÃO AREIA BRANCA LTDA.

JUIZ DE FORA
• Quartzito (01 m)
• Saibro (01 m)

SABARÁ
• Areia (01 m)

MINERAÇÃO BANDEIRANTES

ITABIRITO
• Caulim (04 m)

MINERAÇÃO BOA ESPERANÇA LTDA.

DIVINÓPOLIS
• Quartzito (01 m)

MINERAÇÃO BRASÍLIA LTDA.

CAETÉ
• Ferro (01 m)

MINERAÇÃO BREJO DO RIO PRETO
LTDA.

FRANCISCO DUMONT
• Cristal de rocha (01 m)

MINERAÇÃO BRUMAL LTDA.

STA. BÁRBARA
• Ferro (01 m)
• Manganês (01 m)

MINERAÇÃO BUENOBANDENSE
LTDA.

BUENO BRANDÃO
• Caulim (01 j)
• Feldspato (01 j)
• Quartzito (01 m)

MINERAÇÃO CAETETU LTDA.

GUANHÃES
• Ferro (01 m)
SABINÓPOLIS
• Ferro (01 m)
SENHORA DO PORTO
• Ferro (02 m)

MINERAÇÃO CAIANA LTDA.

- CAIANA
- Caulim (02 m)
 - Mica (01 m)
- CARANGOLA
- Feldspato (01 m)
 - Mica (01 m)
 - Pedra corada (01 m)

MINERAÇÃO CAMPO BELO LTDA.

- CAMPO BELO
- Gipsita (01 m)
 - Granito (01 m)

MINERAÇÃO CANDONGA S/A.

- GUANHÃES
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO CAOLINITA LTDA.

- UBÁ
- Caulim (02 m)

MINERAÇÃO CAPOEIRANA LTDA.

- MORRO DO PILAR
- Ferro (02 j)

MINERAÇÃO CARRILHO LTDA.

- OURO PRETO
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO CATAS ALTAS

- S. GONÇALO RIO ABAIXO
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO CAUAIA LTDA.

- MATOZINHOS
- Calcário (02 m)

MINERAÇÃO CONSELHEIRO MOTA LTDA.

- DIAMANTINA
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO CÔRREGO FUNDO LTDA.

- ITATIAIUÇU
- Ferro (01 m)
- MATEUS LEME
- Cianita (02 m)

MINERAÇÃO CRUZEIRO LTDA.

- CRISTAIS
- Mica (01 m)

MINERAÇÃO CURIMBABA LTDA.

- ANDRADAS
- Argila (01 m)
 - Bauxita (01 j)
- CALDAS
- Bauxita (03 j)
- POÇOS DE CALDAS
- Argila (04 m)
 - Bauxita (07 j)
 - Leucita (02 m)

MINERAÇÃO DA VIGIA LTDA.

- IBIRITÉ
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO DANIEL TOGNI LOUREIRO LTDA.

- CALDAS
- Argila (01 j)
 - Leucita (01 j)

MINERAÇÃO DE FELDSPATO ANDRADENSE LTDA.

- ANDRADAS
- Argila (01 m)
 - Quartzo (01 m)
- INCONFIDENTES
- Feldspato (02 m)
 - Quartzo (02 m)

MINERAÇÃO DE FELDSPATO OURO-FINENSE LTDA.

- OURO FINO
- Feldspato (01 m)
 - Quartzo (01 m)

MINERAÇÃO DO CERRADO LTDA.

- LAGAMAR
- Fosfato (01 m)

MINERAÇÃO E INDÚSTRIA GROSSE LTDA.

- CARANDAÍ
- Talco (01 m)

MINERAÇÃO E USINA WIGG S/A.

- ITABIRITO
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO ESTRELA DO SUL LTDA.

- OURO FINO
- Feldspato (01 m)
 - Quartzo (01 m)

MINERAÇÃO FAÍSCA LTDA.

- TEÓFILO OTONI
- Crisoberilo (02 m)
 - Pedra corada (03 m)
 - Pedra Semipreciosa (02 m)
 - Quartzo (02 m)

MINERAÇÃO FAZENDA DOS BORGES

- PEDRO LEOPOLDO
- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO FERNÃO DIAS LTDA.

- MATEUS LEME
- Hematita (01 j)

MINERAÇÃO FERRO E MANGANÊS S/A.

- OURO PRETO
- Ferro (01 j)

MINERAÇÃO GERAL DO BRASIL LTDA.

- BRUMADINHO
- Ferro (01 m)
- FERROS
- Berilo (01 m)
- IBIRITÉ
- Ferro (01 m)
- OURO PRETO
- Argila (01 m)
 - Bauxita (01 m)
 - Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)
 - Rubi (01 m)
- PRADOS
- Calcário (01 m)
- RITÁPOLIS
- Manganês (01 m)
- SANTA BÁRBARA
- Manganês (01 m)
- SÃO JOÃO DEL REI
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO GUANHÃES LTDA.

- GUANHÃES
- Ferro (03 m)

MINERAÇÃO HANNA DO BRASIL LTDA.

- BRUMADINHO
- Ferro (01 m)
- NOVA LIMA
- Ferro (01 j/01 m)

MINERAÇÃO HÉRCULES LTDA.

- ITATIAIUÇU
- Ferro (01 m)
- MATEUS LEME
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO IEDEM LTDA.

- DOM SILVÉRIO
- Manganês (01 m)
- QUELUZITA
- Manganês (01 m)
- SÃO BRÁS DO SUAÇUÍ
- Manganês (01 m)
- SÃO DOMINGOS DO PRATA
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO INDÚSTRIA E COM. VAZ VIEIRA LTDA.

- PAÍNS
- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO INDUSTRIAL RIO PRETO

- RIO PRETO
- Caulim (01 m)
 - Mica (01 m)
 - Mica (01 m)
 - Quartzo (01 m)

MINERAÇÃO INTEREX DO BRASIL LTDA.

- ANDRELÂNDIA
- Cianita (01 m)

MINERAÇÃO IPÊ LTDA.

- GOVERNADOR VALADARES
- Feldspato (01 m)
 - Mica (01 m)

MINERAÇÃO IRIRI LTDA.

- SENHORA DO PORTO
- Ferro (01 m)
 - Itabirito (01 j)

MINERAÇÃO ITAPAGÉ LTDA.

- COUTO DE MAG. DE MINAS
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO ITAQUI LTDA.

- ARAXÁ
- Apatita (02 j)
 - Pirocloro (01 m)
 - Titânio (01 m)

- PATROCÍNIO
- Pirocloro (03 j)

MINERAÇÃO IVITURUI LTDA.

- SERRO
- Cromita (01 m)

MINERAÇÃO J. MENDES

- ITATIAIUÇU
- Ferro (02 m)

- MATEUS LEME
- Ferro (02 m)

MINERAÇÃO J. MENDES LTDA.

- Grafita (01 m)

MINERAÇÃO JEM LTDA.

- IJACI
- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO JOSÉ THOMAZ DE ANDRADE LTDA.

- MATEUS LEME
- Agalmatólito (01 m)

MINERAÇÃO JUSSARA LTDA.

- ITACARAMBI
- Chumbo (02 m)
 - Zinco (02 m)

MINERAÇÃO LAGOA GRANDE LTDA.

- BRUMADINHO
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO LAGOA SECA LTDA.

- BELO HORIZONTE
- Dolomito (01 m)
 - Ferro (02 m)

MINERAÇÃO LAPA VERMELHA LTDA.

- LAGOA SANTA
- Argila (02 j)
- PEDRO LEOPOLDO
- Calcário (01 m)
 - Calcita (01 m)

MINERAÇÃO LARANJEIRAS LTDA.

- JEQUITINHONHA
- Água-marinha (01 m)

MINERAÇÃO LUCERNA LTDA.

- BARÃO DE COCAIS
- Ferro (01j/01 m)
 - Manganês (01 m)
- SANTA BÁRBARA
- Manganês (01j/01 m)
- SANTA BÁRBARA
- Ferro (01j/02 m)

MINERAÇÃO MANSUR LTDA.

- VAZANTE
- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO MARSIL IND. E COM. LTDA.

- CONSELHEIRO LAFAIETE
- Gnaíse (01 m)
 - Granito (01 m)

MINERAÇÃO MASANO IND. E COM. LTDA.

- ITATIAIUÇU
- Ferro (01 m)
 - Manganês (01 m)

MINERAÇÃO MATA DO CINTRA LTDA.

- SÃO FRANCISCO DE OLIVEIRA
- Grafita (01 m)

MINERAÇÃO MATEUS LEME LTDA.

- CALDAS
- Argila (01 m)
- ESMERALDAS
- Argila (01 m)
- MATEUS LEME
- Agalmatólito (02 j/05 m)
- PARÁ DE MINAS
- Agalmatólito (01 m)
- SANTO ANTÔNIO DO MONTE
- Caulim (02 m)

MINERAÇÃO MENESES E FILHOS LTDA.

- PARÁ DE MINAS
- Agalmatólito (01 m)

MINERAÇÃO MIRA SERRA LTDA.

- OURO BRANCO
- Talco (01 m)

MINERAÇÃO MIRANDA S/A.

- STA. ROSA DA SERRA
- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO MORRO AGUDO S/A.

- PARACATU
- Cádmio (01 m)
 - Enxofre (01 m)
 - Chumbo (01 m)
 - Zinco (01 m)

- VAZANTE
- Chumbo (02 m)
 - Zinco (02 m)

MINERAÇÃO MORRO DO FERRO LTDA.

- PASSA TEMPO
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO MORRO GRANDE S/A.

- SANTA BÁRBARA
- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO MORRO VELHO S/A.

- BELO HORIZONTE
- Dolomita (01 j)
 - Ouro (01 m)
 - Prata (01 m)

- BRUMADINHO
- Ouro (02 m)
 - Prata (01 m)

- ITABIRITO
- Ouro (01 m)
 - Prata (01 m)

- NOVA LIMA
- Dolomita (01 j)
 - Ouro (10 m)
 - Prata (09 m)

- RAPOSOS
- Ouro (01 m)
 - Prata (02 m)

- SABARÁ
- Ouro (01 m)
 - Prata (02 m)

- SANTA BÁRBARA
- Ouro (04 m)

MINERAÇÃO N. SRA. DO AMPARO LTDA.

- SÃO JOÃO DEL REI
- Areia (01 m)
 - Caulim (01 m)

MINERAÇÃO N. SENHORA DO MONTE SERRATE

- MATEUS LEME
- Agalmatólito (01 m)

MINERAÇÃO NAQUE LTDA.

- MORRO DO PILAR
- Ferro (01 j)

MINERAÇÃO NÍQUEL SANTA MARIA LTDA.

- IPANEMA
- Niquel (01 m)
- PROCRANE
- Niquel (01 m)

MINERAÇÃO NOVA ERA

MORRO DO PILAR

- Ferro (01 j)

TAQUARAÇU DE MINAS

- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO OMEGA LTDA.

LAVRAS

- Quartzito (01 m)

MINERAÇÃO OMEGA S/A.

SÃO JOÃO DEL REI

- Areia para fundição (01 m)

TIRADENTES

- Areia para fundição (01 m)

MINERAÇÃO PASSA QUATRO

ITAMONTE

- Bauxita (01 m)

ITANHANDU

- Bauxita (01 m)

MINERAÇÃO PAULO ROSTA LTDA.

CALDAS

- Bauxita (01 j)

MINERAÇÃO PEDRA BONITA LTDA.

PRUDENTE DE MORAIS

- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO PIRANGI S/A.

POÇOS DE CALDAS

- Bauxita (04 m)

MINERAÇÃO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS

Argila refratária (01 m)

MINERAÇÃO POÇOS DE CALDAS LTDA

- Bauxita (02 m)

MINERAÇÃO PRADOS LTDA.

PRADOS

- Calcário (01 m)

MINERAÇÃO RIO DAS MORTES S/A.

CEL. XAVIER CHAVES

- Cassiterita (01 m)
- Diamante (01 m)
- Ouro (01 m)

NAZARENO

- Cassiteria (01 m)
- Diamante (01 m)
- Ouro (01 m)

RITÁPOLIS

- Cassiterita (03 m)
- Diamante (01 m)
- Ouro (01 m)

SÃO JOÃO DEL REI

- Cassiterita (04 m)
- Diamante (02 m)

MINERAÇÃO RIO FORTUNA

NOVA PONTE

- Argila ferruginosa (03 j)

SACRAMENTO

- Argila ferruginosa (02 j)

UBERABA

- Argila ferruginosa (01 j)

MINERAÇÃO RIO PARDO S/A.

DESTERRO ENTRE RIOS

- Ferro (01 m)

PIRACEMA

- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO ROGE LTDA.

ITUTINGA

- Quartzito (01 m)

LAVRAS

- Areia quartzosa (01 m)

MINERAÇÃO SABEVI LTDA.

MONTE SIÃO

- Caulim (01 m)
- Quartzito (01 m)

MINERAÇÃO SAM MINAS LTDA.

ITATIAIUÇU

- Ferro (02 m)

MINERAÇÃO SANTA AMÉLIA LTDA.

NOVA LIMA

- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO SANTA MADALENA LTDA.

TAPIRA

- Pirocloro (01 m)
- Titânio (01 m)

MINERAÇÃO SANTA ÚRSULA LTDA.

TAPIRA

- Titânio (01 m)

MINERAÇÃO SANTARÉM

GUANHÃES

- Ferro (01 j)

SABINÓPOLIS

- Ferro (01 j)

MINERAÇÃO SÃO BENTO LTDA.

SANTA BÁRBARA

- Ouro (01 m)

MINERAÇÃO SABEVI LTDA.

MONTE SIÃO

- Feldspato (01 m)

MINERAÇÃO SERRA DE MINAS LTDA.

DIAMANTINA

- Manganês (01 j)

MINERAÇÃO SERRAMARE LTDA.

INCONFIDENTES

- Apatita (01 m)
- Quartzito (01 m)

MINERAÇÃO SÍTIO NOVO LTDA.

MATEUS LEME

- Dunito (01 m)

MINERAÇÃO SOCOIMEX LTDA.

SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO

- Ferro (01 m)

SABARÁ

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Gnaiss (01 m)

MINERAÇÃO SOMAGE S/A.

SANTA BÁRBARA

- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO SANTA MÔNICA

SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO

- Ferro (03 m)

MINERAÇÃO SANTA MADALENA LTDA.

TAPIRA

- Apatita (01 m)

MINERAÇÃO SANTA ÚRSULA LTDA.

- Fosfato (01 m)

MINERAÇÃO SANTO INÁCIO

NOVA LIMA

- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO TANQUE SECO LTDA.

ITABIRITO

- Calcário (01 m)
- Ferro (01 m)
- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO TEJUCANA

BELO HORIZONTE

- Quartzito industrial (01 m)

LAGOA SANTA

- Quartzito industrial (01 m)

SABARÁ

- Quartzito industrial (01 m)

SANTA LUZIA

- Quartzito industrial (01 m)

MINERAÇÃO TEJUCANA S/A.

BELO HORIZONTE

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Ouro (01 m)

BOCAIUVA

- Diamante (04 m)
- Ouro (01 m)

DIAMANTINA

- Diamante (17 m)
- Ouro (10 m)

LAGOA SANTA

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Ouro (01 m)

SABARÁ

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Ouro (01 m)

SANTA LUZIA

- Areia (01 m)
- Cascalho (01 m)
- Ouro (01 m)

MINERAÇÃO TRIÂNGULO S/A.

UBERABA

- Argila (01 m)

MINERAÇÃO URANDI S/A.

COUTO DE MAG. DE MINAS

- Manganês (01 m)

SANTANA DE PIRAPAMA

- Manganês (01 m)

MINERAÇÃO VILA VERDE LTDA.

BELO HORIZONTE

- Antimônio - Min. de (01 m)

MINERAÇÃO XINGU LTDA.

TAPIRA

- Nióbio (02 j)
- Titânio (02 j)

MINERAÇÕES LAPA VERMELHA

LAGOA SANTA

- Areia (02 j)

MINERADORA FEDERAL

SANTA MARIA DE ITABIRA

- Caulim (01 m)

MINERADORA FEDERAL S/A.

SANTA MARIA DE ITABIRA

- Ferro (02 m)
- Mica (01 m)

MINERAL DO BRASIL LTDA.

IBIRITÉ

- Ferro (02 m)

MINERALURGIA LTDA.

MARIANA

- Ferro (01 m)
- Hematita (01 m)
- Manganês (02 m)

MINERITA MINÉRIOS ITAÚNA LTDA.

ITAÚNA

- Ferro (01 m)

MINERAÇÃO ANDRADENSE LTDA.

ANDRADAS

- Leucita (05 m)

MIPEL MINÉRIOS PEREIRA LTDA.

PARÁ DE MINAS

- AGALMATÓLITO (02 m)

MIPRISA - MINERAÇÃO PRIMA S/A.

NOVA LIMA

- Ferro (02 m)

MISTEL - MINERAÇÃO SANTA TEREZINHA

UNAÍ

- Calcário (01 m)

MITCHEL MUCI

SÃO JOÃO NEPOMUCENO

- Caulim (01 j)
- Feldspato (01 j)
- Gnaiss (01 j)

MORRO DO NÍQUEL S/A. MIN. IND. E COM.

FORTALEZA DE MINAS

- Níquel (01 m)

MURBA – CIA. DE MELHORAMENT. E URBANISMO

SABARÁ

- Gnaiss (01 m)

MURILO CARLOS PAIVA CARVALHO

BAMBUÍ

- Calcário (02 j)

N

NABACK E IRMÃO LTDA.

TRÊS CORAÇÕES

- Areia (02 m)
- Cascalho (02 m)

NADIR MARTINS DE RESENDE

RESENDE COSTA

- Manganês (02 j)

NAGIB SALIM

RAUL SOARES

- Mica (01 m)
- Mica (01 m)

NARDELLI ENG. E INDÚSTRIA

IPATINGA

- Gnaiss (05 m)

SANTA JULIANA

- Basalto (01 m)

NAVANTINO ALVES

BELO HORIZONTE

- Dunito (01 m)
- Ferro (01 m)

NAZIR JOÃO COSAC

BOCAIUVA

- Quartzito (01 m)

PIRAPORA

- Quartzito (01 m)

NELSON ALVARENGA VIGLIONI E OUTROS

CANDEIAS

- Calcário (01 m)

NELSON ELIE MACAROUN

SANTA MARIA DE ITABIRA

- Caulim (01 j)
- Mica (01 j)

NILO ADELMANDO PEREIRA

ARAGUARI

- Basalto (01 j)

NIQUELMINAS S/A.

IPANEMA

- Cobre (01 m)
- Níquel (01 m)

NOEMY FERNANDES DA SILVA

PARAOPEBA

- Ardósia (01 m)

NORTON MINÉRIOS LTDA.

POÇOS DE CALDAS

- Bauxita (01 m)

O

OCTÁVIO MOREIRA PENNA

SANTA BÁRBARA

- Arsênio minério de (01 m)
- Ferro (01 m)
- Ouro (01 m)
- Prata (01 m)

OCTÁVIO PEREIRA RAMOS

MAR DE ESPANHA

- Mármore (01 m)

OLAVO FERRAZ DE OLIVEIRA

SANTO ANTÔNIO DO JACINTO

- Gemas (01 m)
- Pedra ornamental (01 j)

OLAVO VENTURA MARINHO

MAR DE ESPANHA

- Caulim (02 m)

OLGA BRUCE MALLIO BRANDÃO

SANTA MARIA DO SUASSUI

- Columbita (01 j)
- Cristal de rocha (01 j)
- Mica (01 j)
- Pedra corada (01 j)

OLÍMPIO RODRIGUES DOS REIS OURO BRANCO - Manganês (01 m) OURO PRETO - Manganês (01 m) OLIVEIRA E COMPANHIA LTDA. VARGINHA - Granito (01 m) OLIVEIRA FERNANDES DA SILVA IGARAPÉ - Ferro (01 m) ONIVALDO HORME FERREIRA POÇOS DE CALDAS - Bauxita (01 j) ONOFRE MARTINHO DE ANDRADE AÇUCENA - Quartzo (01 j) OPSS - MINERAÇÃO CONST. IND. E COM. LTDA. OURO PRETO - Gnaisse (01 m) ORGANIZAÇÃO EDÉSIO CARNEIRO LTDA. ESMERALDAS - Areia (02 m) - Saibro (02 m) ORGANIZAÇÃO TEIXEIRAS MENDES LTDA. SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO - Água mineral (01 m) OXIMA - ÓXIDOS MINÉRIOS E ASSOCIADOS LTDA. NOVA LIMA - Ferro (01 m)	PEDRAS CONGONHAS EXTRAÇÃO A. E IND. LTDA. NOVA LIMA - Serpentinito (01 m) PEDRAS RIO GRANDE LTDA. S. J. BATISTA DO GLÓRIA - Quartzito (02 m) PEDREIRA CAXAMBU LTDA. SOLEDADE DE MINAS - Granito (01 m) PEDREIRA CONSTRULAR LTDA. CARANGOLA - Granito (01 m) PEDREIRA E BRITADORA CANTIERI LTDA. MUZAMBINHO - Gnaisse (01 m) SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO - Diabásio (01 m) PEDREIRA E BRITADORA FRANCO LTDA. BARBACENA - Granito (01 m) PEDREIRA IRMÃOS MACHADO LTDA. BETIM - Gnaisse (01 m) OURO PRETO - Gnaisse (01 m) PEDREIRA ITATIAIA LTDA. JUIZ DE FORA - Gnaisse (01 m) PEDREIRA NOVA ERA LTDA. CATAGUASES - Gnaisse (01 m) PEDREIRA PAZ LTDA. SÃO GERALDO - Granito (01 m) PEDREIRA REAL LTDA. LEOPOLDINA - Gnaisse (01 m) PEDREIRA SANTA MARIA LTDA. BETIM - Gnaisse (01 m) PEDREIRA UM LTDA. TIMÓTEO - Gnaisse (01 m) PEDREIRA VARGEM GRANDE LTDA. FORMIGA - Granito (01 m) PEDREIRA VELASCO LTDA. LEOPOLDINA - Gnaisse (01 m) PEDREIRA VILA RICA IND. COM. LTDA. GOVERNADOR VALADARES - Gnaisse (01 m) PEDRO BICALHO JOÃO MONLEVADE - Gnaisse (01 m) PEDRO DUTRA DE CARVALHO FILHO ARAPONGA - Mica (01 m) PEDRO ESPÍRITO SANTO GOVERNADOR VALADARES - Mica (01 m) PEDRO FERREIRA ARANTES FORMIGA - Calcário (01 m) PEDRO GLÓRIA GOVERNADOR VALADARES - Areia (01 m) - Cascalho (01 m)	PEDRO HÉLIOS F. LEITE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO - Diamante (01 j) - Ouro (01 j) - Quartzo (01 j) DATAS - Diamante (01 j) - Ouro (01 j) - Quartzo (01 j) PRESIDENTE KUBITSCHK - Diamante (01 j) - Ouro (01 j) - Quartzo (01 j) PEDRO MARQUES DOS REIS CAETÉ - Quartzito (01 m) PEREIRA BAETA E CIA. LTDA CARANDAÍ - Calcário (01 m) PESQUISAS MINERAIS HEGO LTDA. POÇOS DE CALDAS - Bauxita (04 m) PLÍNIO RIBEIRO DO SANTOS MONTES CLAROS - Ouro (01 j) POMIL POLÍGONO MINERAÇÃO LTDA. CORINTO - Argila (01 j) PORTO DE AREIA S. GERALDO LTDA. UBERABA - Areia (01 m) PRECON INDUSTRIAL S/A. MATOZINHOS - Calcário (01 m) PREMOL - PREMOLDADOS ENG. E COM. LTDA. TEÓFILO OTONI - Gnaisse (01 m) PRIMO RAFFAELI E CIA. JACUTINGA - Água mineral (01 m) PRODUCO SOC. PROD. COM. MIN. e MAT. PRIMA ARAÇUAÍ - Berilo (01 j) - Columbita (01 m) PRODUTOS MINERAIS OMEGA LTDA. SÃO JOÃO DEL REI - Calcário (01 m) PURA AREIA LTDA. DIVINÓPOLIS - Areia (01 m)	RAIMUNDO THIMÓTEO DA CRUZ DIAMANTINA - Diamante (01 m) RAUL FONTANA DE ALVIM PEDRO LEOPOLDO - Calcário (01 j) RAYMUNDO ALENCAR DRUMOND - FIRMA INDIV. SETE LAGOAS - Calcário (02 m) REAL IMÓVEIS LTDA. DIVINÓPOLIS - Areia (01 m) REFINAÇÃO DE TALCO PARÁ DE MINAS LTDA. PARÁ DE MINAS - Agalmatólito (01 m) REFRATÁRIOS E ISOLANTES S/A. NOVA PONTE - Argila (02 j) REFRATÁRIOS SINTEROL LTDA. UBERABA - Argila (01 m) REINOR RABELO REIS CATAGUASES - Mica (01 j) RICARDO NOGUEIRA SOARES ARCOS - Filitos (01 j) RIO DOCE - GEOLOGIA E MINERAÇÃO S/A. TAPIRA - Fosfato (01 j) - Titânio (01 j) ROBERTO BRANBILLA DE FARIA ARCOS - Calcário (01 m) PASSOS - Calcário (01 m) ROBERTO JUNQUEIRA SANTOS POÇOS DE CALDAS - Bauxita (01 j) ROBERTO PROCÓPIO SCHLOBAK VALE JUIZ DE FORA - Caulim (01 j) ROBERTO SANTOS VIANA SETE LAGOAS - Calcário (01 j) RUBENS DE AZEVEDO CARVALHO CAPIM BRANCO - Calcário (01 j) RUBENS DOS SANTOS REIS FRONTEIRA - Areia quartzosa (01 j) - Argila (01 j) - Basalto (01 j) ICEM - Areia quartzosa (01 j) - Argila (01 j) - Basalto (01 j) RUBENS PERRU PATO ARAÚJOS - Argilito (01 m) BOM DESPACHO - Argilito (01 j) RUBENS VALADARES DE VASCONCELOS PARAOPEBA - Cristal de Rocha (01 j)
P			

S S/A. DE CIMENTO MIN. E CABOTAGEM - CIMIMAR ARCOS - Calcário (01 j) SALVADOR ROSA CAMPOS PAINS - Calcário (01 j) SAMARCO MINERAÇÃO S/A. MARIANA - Ferro (01 m) - Gnaisse (01 m) SAMITRI S/A. - MINERAÇÃO DA TRINDADE BARÃO DE COCAIS - Ferro (01 m) MARIANA - Bauxita (01 m) - Ferro (04 m) OURO PRETO - Bauxita (01 m) - Ferro (02 m) - Ferro-manganês (01 m) SABARÁ - Ferro (01 m) SANTA BÁRBARA - Ferro (02 m) - Manganês (01 m) SANDSPAR MINÉRIOS LTDA. ITINGA - Ambiligonita (02 m) - Berilo (02 m) - Espodumênio (02 m) - Feldspato (01 m) - Lepidolita/min Li (02 m) - Petalita-minério de Li (02 m) SANSIVEL - SÃO VICENTE IND. E COM. EXT. LTDA. ITABIRITO - Ferro (01 m) SANTA FÉ S/A. MINÉRIOS E METAIS OURO BRANCO - Ouro-minério de paládio (01 m) - Prata (01 j) SANTA SUSANA MINERAÇÃO LTDA. SÃO JOÃO DEL REI - Argila (01 m) SANTIAGO E CIA. LTDA. RIBEIRÃO DAS NEVES - Gnaisse (01 m) SANTOS NOGUEIRA E CIA. ITAMBACURI - Mica (01 m) SÃO CARLOS MINÉRIOS S/A. BARÃO DE COCAIS - Ferro (01 m) - Manganês (01 m) SÃO JOÃO DEL REI IND. DE MINÉRIOS LTDA. TIRADENTES - Areia quartzosa (01.m) - Quartzito (01 m) SATEC - SANEAMENTO TERRAPL. E CONST. S/A. LAGOA SANTA - Calcário (01 m) SEBASTIÃO ALVES FILGUERAS CAMPOS SÃO SEBASTIÃO DO OESTE - Granito (01 m) SEBASTIÃO CURIMBADA POÇOS DE CALDAS - Bauxita (02 j) SEBASTIÃO DA FONSECA E SILVA DIVINÓPOLIS - Gnaisso (01 m) - Granito (01 m)	SEBASTIÃO REZENDE ITUMIRIM - Areia (01 m) - Cascalho (01 m) SIDERÚRGICA MANSA S/A. ITABIRITO - Dolomito (01 m) OURO PRETO - Dolomito (02 m) SIDERÚRGICA SÃO SEBASTIÃO DE ITATIAIUÇU ITATIAIUÇU - Ferro-manganês (01 m) SIGNÉSIO BORGES - FIRMA INDIVIDUAL CALDAS - Bauxita (02 m) SÍLEX DO BRASIL LTDA. PITANGUI - Sílex (01 m) SILVA - AREAL MÁRMORES E GRANITOS S/A. SETE LAGOAS - Mármore (01 m) SILVESTRE SOUZA PEDRO LEOPOLDO - Calcário (01 m) SILVIO BENEDEZZI MONTE SIÃO - Feldspato (01 m) - Quartzo (01 m) SIMIL - SILVA MINERAÇÃO LTDA. RIO PIRACICABA - Ferro (01 m) SINÉSIO BORGES CALDAS - Argila (01 m) SOBEMILA SOC. BENEFIC. DE MINÉRIOS LTDA. SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO - Areia para fundição (01 m) SOC. BRAS. DE MINERAÇÃO SANTA BÁRBARA LTDA. SANTA BÁRBARA - Ferro (01 m) - Ouro (01 m) SOC. DE MINERAÇÃO CERAMITE LTDA. INHAÚMA - Argila (01 m) MAR DE ESPANHA - Caulim (03 m) - Feldspato (01 m) SOCIEDADE CARBONÍFERA PRÓSPERA S/A. ITABIRITO - Ferro (01 j) - Manganês (01 j) MOEDA - Ferro (01 j) - Manganês (01 j) SOCIEDADE DE MINERAÇÃO APOLO S/A. CAETÉ - Bauxita (01 m) - Ferro (01 m) NOVA LIMA - Ferro (01 m) SOCIEDADE FORNECEDORA DE MINÉRIOS LTDA. POÇOS DE CALDAS - Bauxita (01 m) SOCIEDADE INDUSTRIAL UNIÃO LTDA. - Bauxita (01 m)	SOCIEDADE MINEIRA DE MINERAÇÃO LTDA. CONSELHEIRO LAFAIETE - Ferro (01 m) - Manganês (01 m) - Manganês (01 m) NAZARENO - Manganês (01 m) SÃO DOMINGOS DO PRATA - Ferro (01 m) - Manganês (01 m) SOEICOM S/A. - SOCIEDADE DE EMP. IND. COM. MIN. LAGOA SANTA - Calcário (01 m) MATOZINHOS - Calcário (01 m) SOMIBRAS - SOC. DE MINER. BRASILEIRA LTDA. CAMPO BELO - Granito ornamental (01 j) PARAGUAÇU - Granito ornamental (01 j) SOMISA - SIDERÚRGICA OESTE DE MINAS S/A. ITATIAIUÇU - Ferro (01 m) SANTA SUSANA MINERAÇÃO LTDA. SÃO JOÃO DEL REI - Calcário (01 m) SUDESTE EMPRESA DE MINERAÇÃO LTDA. CATAGUASES - Bauxita (01 j) SULMINAS METAL ALLOY LTDA. LIBERDADE - Níquel (01 m)	TORRENCO SOC. DE NAVEGAÇÃO COM. LTDA. TAPIRA - Nióbio (01 j) - Titânio (01 j) TRANSMINÉRIO SUL MINAS LTDA. MARMELOPOLIS - Areia para fundição (01 j) - Areia quartzosa (01 m) - Quartzito (01 j/01 m) UARDAT FRAYHA POÇOS DE CALDAS - Água mineral (01 m) USIMINAS SID. DE MINAS GERAIS S/A. PRUDENTE DE MORÁIS - Calcário (01 m) USINA ITAGUARA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL S/A. JACUÍ - Calcário (01 m) USINA QUEIRÓS JR S/A. IND. SIDERÚRGICA CONGONHAS - Ferro (02 m) ITABIRITO - Cianita (01 j) - Ferro (01 m) OURO PRETO - Ferro (01 j) - Manganês (01 m) USITA - USINA SIDERÚRGICA ITAGUARA LTDA. RIO PARDO DE MINAS - Manganês (01 m)	T TANUS FERES DE ANDRADE DIVINÉSIA - Caulim(01 m) TEOTÔNIO BATISTA DE FREITAS PEDRO LEOPOLDO - Calcário (01 j) - Calcita (01 j) - Dolomita (01 j) TERRACAL - CALCÁRIO TERRA FÉRTIL LTDA. PARACATU - Dunito (01 m) TETRAMIR - TRANSP. REFLORESTAMENTO LTDA. RITÁPOLIS - Manganês (01 m) SÃO JOÃO DEL REI - Manganês (01 m) TITO DE OLIVEIRA LIMA CARAÍ - Pedra corada (02 m) - Pedra semipreciosa (01 m) - Quartzo (04 m) TITO FERREIRA DA SILVA MOEMA - Calcário (01 m) TOLEDO E DUARTE MINERAÇÃO LTDA. QUELUZITA - Manganês (01 m) TOMÉ PIERRE DE SOUZA - FIRMA INDIVIDUAL DORES DO INDAIÁ - Gnaisse (01 m) TOPÁZIO IMPERIAL MIN. COM. E IND. LTDA. OURO PRETO - Topázio (02 m)	V VALÉRIA MINERAÇÃO IND. E COM. CRISTIANO OTONI - Cassiterita (01 m) VALINHO MINERAIS LTDA. CAPIM BRANCO - Calcário (01 m) VALTER MONTALVON DO NASCIMENTO DIAMANTINA - Diamante (01 m) VALTERNOMEM COELHO DOS SANTOS CAPIM BRANCO - Argila (01 j) - Calcário (01 j) VARGEM DO JACARÉ AREIA LTDA. CARMO DO CAJURU - Areia (01 m) VERMEX - VERMICULITA EXPANDIDA LTDA. CIPOTÂNEA - Vermiculita (01 m) VICENTE DE ARAÚJO TORRES SENADOR CORTES - Água mineral (01 m) VICENTE DE FARIA MELO CEDRO DO ABAETÉ - Fosforita (01 m) - Rocha potássica (01 m) VICENTE ERMANIO VILLELA UBERABA - Calcário (02 j) VICENTE RODRIGUES COSTA JANAÚBA - Areia (01 m)
--	--	---	---	--	---

VICENTE SILVEIRA

- ALVINÓPOLIS
- Areia (01 m)

VIRGÍLIO GALASSI

- UBERABA
- Calcário (01 j)
 - Mármore (01 j)

W

WALDEMAR ROLLA

- SÃO DOMINGOS DO PRATA
- Amianto (01 j)

WALTER FONSECA DE ALMEIDA

- MURIAÉ
- Pedra (01 m)

WM H. MULLER S/A. MINÉRIOS COM.
E NAVEGAÇÃO

- CONGONHAS
- Argila ferruginosa (01 m)
 - Ferro (02 m)
 - Manganês (01 m)
 - Ocre (02 m)

- BRUMADINHO
- Ferro (04 m)

- OURO PRETO
- Argila ferruginosa (01 m)
 - Ferro (02 m)
 - Ocre (01 m)

Z

ZILDA MUNIS TORRES E JANDIRA M.
TORRES

- SENADOR CORTES
- Água mineral (01 m)

ZITA WANDERLEY PIRES

- VIRGOLÂNDIA
- Mica (01 m)

ZOROASTRO VIEIRA DE AZEVEDO

- PRUDENTE DE MORAIS
- Calcário (02 j)

ZUCATO E CIA. LTDA.

- MONTE SIÃO
- Água mineral (01 m)



Bibliografia



Bibliografia

A

- ABRAHÃO, Gilson F. Essenfelder. Reservas de urânio: situação do Brasil no mundo. *Fundação J. P., Belo Horizonte*, 5 (11/12): 14-19, nov./dez. 1975.
- ABREU, Sylvio Fróes. *Recursos minerais do Brasil*. 2. ed. São Paulo, E. Blucher, 1978. 2 v.
- ÁCIDO sulfúrico em compasso de espera. *Química e Derivados*, São Paulo, 11 (133): 46, jun. 1977.
- A DIFÍCIL exploração dos minérios de lítio no país. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 2 (19): 31-33, ago. 1978.
- AFGOUNI, Kahailil & SÁ, J. H. Silva. Minério de lítio no Brasil. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 41 (392): 60-66, nov. 1977.
- A FLUORITA. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 36 (330): 10-11, jun. 1972.
- A INDÚSTRIA do cimento entre cifras e ameaças. *Dirigente Industrial*, São Paulo, 22 (5): 12-16, maio 1981.
- ALBUQUERQUE, Gildo de A. Sá Cavacanti de & GIANNERINI, José Fabiano. Aspectos da indústria de rocha fosfática no Brasil. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 43 (416): 10-15, dez. 1979.
- ALTOS e baixos do ouro e da prata. *Comércio & Mercados*, Rio de Janeiro, 15 (163): 38-39, mar. 1981.
- AMBRÓSIO, Aluísio. Perfil analítico do cimento. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 76 p. (Brasil. DNPM. Bol. 30).
- AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE. Dictionary of geological terms. Garden City, Anchor Books, 1974. 545 p.
- AMIANTO; o Brasil pode ser um grande produtor mundial. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 7 (75): 8-9, ago. 1979.
- ANDRADE, Maurício Ribeiro de & BOTELHO, Luiz Carlos A. Perfil analítico do níquel. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 90 p. (Brasil. DNPM. Bol. 33).
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília, DNPM, 1972-1981.
- APGÁUA, Guilherme. Pedras preciosas; do subsolo mineiro, divisas para o Brasil. *Vida Industrial*. Belo Horizonte, 27 (6): 14-17, jun. 1980.
- APLICAÇÃO da vermiculita na siderurgia é elemento indispensável para o bom aproveitamento do calor. *Mineração Metalurgia* Rio de Janeiro, 42 (400): 40-41, jul. 1978.
- A PRODUÇÃO brasileira de minério de ferro. *IBS Revista*, Rio de Janeiro, (16): 26-31, jan./fev. 1977.
- APROVEITAMENTO do enxofre é viável. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 4 (39): 26-31, maio 1980.
- ARAFÉRTIL bate recorde de produção em julho. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 3(30): 14-15, ago. 1979.
- ARAÚJO, Antônio Gomes & LITWINSKI, Newton. Recursos minerais do Noroeste de Minas Gerais. *SICEG*, Ouro Preto, (18): 147-163, 1981.
- ARGENTIÈRE, R. Um estudo geo-econômico do berilo, especialmente o berilo do Nordeste. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 40 (385): 32-37, abr. 1977.
- ARIOLI, E.E.; FANTON, J. J.; MOURA, Odúlio J. M. de Projeto Pegmatitos. Bases para pesquisa de pegmatitos graníticos. Belo Horizonte, METAMIG, 1978. (Rel. Interno).

- ARTE e história do joalheiro; o diamante. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 36 (420): 12, set. 1980.
- ARTE e história do joalheiro; diamantes, legendários e históricos. *O Diamantário*, Rio de Janeiro, 37 (421): 6, out. 1980.
- AS ATUAIS reservas de urânio no Brasil. *Planejamento e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 6 (68): 54-57, jan. 1979.
- AUMENTAM custos com cobre. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 4 (44): 14, out. 1980.
- AZAMBUJA, José Carvalho. Perfil analítico do quartzo róseo. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 14 p. (Brasil. DNPM. Bol. 34).
- AZAMBUJA, José Carvalho & SILVA, Zenaide C. Gonçalves da. Perfil analítico dos mármore e granitos. São Paulo, DNPM, 1977. 2 v. (Brasil. DNPM. Bol. 38).

B

- BACELLAR, George Afonso & LEAL, Gilberto Roque Nunes. Perfil analítico da cromita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 55 p. (Brasil. DNPM. Bol. 10).
- BARBOSA, José Eduardo C. de Almeida. Perfil analítico da esmeralda. Rio de Janeiro, 1973. 29 p. (Brasil. DNPM. Bol. 12).
- BARBOSA, Octávio et alii. *Geologia da região do Triângulo Mineiro*. Boletim DNPM-DFPM, Rio de Janeiro, (136), 1970.
- BARBOSA, Ricardo Lopes. Perfil analítico do sal. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 47 p. (Brasil. DNPM. Bol. 21).
- BARBOSA, Ricardo Lopes de Meira & GUSMÃO, Adilson de Medeiros. Perfil analítico do molibdênio. Brasília, DNPM, 1980. 26 p. (Brasil. DNPM. Bol. 52).
- BARBOZA, Frederico Lopes Meira. Perfil analítico do tungstênio. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 69 p. (Brasil. DNPM. Bol. 24).
- BARONE, Regina Helena Diehl Travassos. Perfil analítico da cianita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 11 p. (Brasil. DNPM. Bol. 7).
- BARONE. Perfil analítico do zinco. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 37 p. (Brasil. DNPM. Bol. 26).
- BATEMAN, A.M. *Economic mineral deposits*. 2.ed. New York, J. Wiley & Sons /C. 1950/ 916 p.
- BETEJTIN, A. Curso de mineralogia. 3.ed. Moscou, Mir, 1977. 739 p.
- BEURLIN, Hartmut. Estudos preliminares sobre algumas ocorrências de chumbo-zinco prata-fluorita no Grupo Bambuí. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 54 (321): 113-117, set. 1971.
- BEURLIN, Hartmut. Estudos preliminares sobre algumas ocorrências de chumbo-zinco prata-fluorita no Grupo Bambuí. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 54 (323): 177-181, nov. 1971.
- BEVILACQUA, Clovis Tadeu. Perfil analítico da fluorita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 40 p. (Brasil. DNPM. Bol. 14).
- BOYLE, R. W. Elemental association in mineral deposits and indicator elements of interest in geochemical prospecting. Ottawa, Geological Survey of Canada, 1974. 40 p.

- BOYLE, R. W. *The geochemistry of gold and its deposits; together with a chapter on geochemical prospecting for the element*. Ottawa, Geological Survey of Canada, 1979. 584 p. (Geological Survey Bulletin, 280).
- BRANDALISE, Luiz Alberto et alii. *Projeto Vale do Paraíba do Sul*; relatório final. Belo Horizonte, 1976. 411 p.
- BRASIL entra no mercado do diamante. *Comércio & Mercados*, Rio de Janeiro, 14 (158):38-40, out. 1980.
- O BRASIL à espera do (seu) cobre. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 3 (30):21-26, ago. 1979.
- BRASIL gasta 84% a mais com importação de cobre. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 3 (31):12, set. 1979.
- BRUNI, Edvaldo Correia. Perfil analítico da barita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 44 p. (Brasil. DNPM. Bol. 3).
- BRUNORO, Eduardo. Perfil analítico do enxofre. Brasília, DNPM, 1975. 47 p. (Brasil. DNPM. Bol. 35).

C

- CALCÁRIO na Região Sul do País. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 36 (330): 32-36, jun. 1972.
- CALIL, Sérgio Fuchs & SANTOS, Persio de Souza. Propriedades geológicas das barbotinas de algumas argilas e caulins brasileiros utilizadas em cerâmica sanitária. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 38 (361):6-11, abr. 1975.
- CARAJÁS; até 1986, 50 milhões de toneladas. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 3 (32):37-41, jan. 1976.
- CARAJÁS atingirá 50 milhões t/ano. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 4 (47):14-23, jan. 1981.
- CARAJÁS, a última oportunidade. *Banas*, São Paulo, 27 (1257): 12-14, jun. 1981.
- CASSEDANNE, J. & CASSEDANNE, J. O ônix de Fervedouro (Município de Santana dos Matos - Rio Grande do Norte). *Mineração Metalurgia*. Rio de Janeiro, 42 (403): 10-15, out. 1978.
- CASSITERITA; de onde vem o nosso estanho. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 6 (65): 36-41, out. 1978.
- CASSITERITA; os mineradores brasileiros não conseguem lucrar com a disparada dos preços. *Minérios, Extração e Processamento*, São Paulo, 1 (8): 16-22, set. 1977.
- CASTRO, Enio Cunha. Perfil analítico das conchas calcárias. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 40 p. (Brasil. DNPM. Bol. 31).
- CAULIM nacional para o mundo. *Química e Derivados*, São Paulo, 9 (115): 5, set. 1975.
- CBMM é a maior produtora integrada de nióbio no mundo. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 43 (416): 20-21, dez. 1979.
- CIMENTO: confirmam-se as previsões de importação. *Mensagem Econômica*, Belo Horizonte, 29 (276): 35, set. 1980.
- CIMENTO; escassez confirmada. *Banas*, São Paulo, 26 (1240/41): 32A-34, out. 1980.
- CIMENTO: Minas mantém liderança. *Mensagem Econômica*, Belo Horizonte, 30 (278): 37, fev. 1981.
- CIMENTO; procurando uma base sólida para construir seu futuro. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 4 (42): 20-25, nov. 1976.

- COBRE; Projeto Caraíba, a esperança do mercado interno. *Planejamento e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 7 (76): 62-65, set. 1979.
- COCHE, Lucien. A tecnologia do aço na década de 90. *Metalurgia ABM*, São Paulo, 34 (249): 533-538, ago. 1978.
- COELHO, Iphigênio Soares. Geologia e lavra de apatita de Araxá. *SICEG*, Ouro Preto, (4): 3-19, 1965.
- COMO o Brasil vai enriquecer o seu urânio. *Máquinas e Metais*, São Paulo, 11 (128): 26-32, set. 1975.
- COMO cresce o ácido sulfúrico no país. *Química e Derivados*, 11 (124): 22-25, ago. 1976.
- COOPERATIVAS de garimpeiros; uma experiência inédita da CPRM. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 3 (35): 18-20, jan. 1980.
- COSTA, Fábio Emilio V.T. Baeta da. CONTRIBUIÇÃO DO DNPM para implantação do Programa de Calcário. *Fundação J.P., Belo Horizonte*, 7 (2): 27-35, fev. 1977.
- COSTA, Fábio Emilio V.T. Baeta da. Perfil analítico da columbita-tantalita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 43 p. (Brasil. DNPM. Bol. 9).
- COSTA, Heitor Façanha da. As Jazidas de estanho no Brasil e o continente Godwana. *Geologia e Metalurgia*, São Paulo, (41): 333-349, 1978.
- COSTA, Manoel Teixeira da. Calcário, geologia e reservas. *SICEG*, Ouro Preto, (10): 5-13, 1969.
- COSTA, Manoel Teixeira da. Ocorrências de rochas fosfáticas no Brasil. s.n.t..
- COSTACURTA, Jobel José. Perfil analítico do feldspato. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 45 p. (Brasil. DNPM. Bol. 32).
- COTAS para minérios radioativos. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 1 (2): 14-15, mar. 1977.
- COUTO, J. G. Parenti & BEZ, Lauri. A Glaciação Jequitai: um guia estratigráfico para o pré-cambriano superior no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 11 (1): 17-21, mar. 1981.
- CPRM põe em funcionamento a maior jazida de fosfato do país, em Patos de Minas. *Mineração Metalurgia*, Rio de Janeiro, 39 (372): 8-15, mar. 1976.
- CRESCE consumo mundial de alumínio na década de 80. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 4 (47): 12, jan. 1981.
- CVRD - Companhia Vale do Rio Doce; ainda a maior mineradora brasileira. *Minérios, Extração & Processamento*, São Paulo, 5 (51): 40-42, maio 1981.

D

- DANA, Edward Salisbury. *A textbook of mineralogy*. 4.ed. New York, J. Wiley, 1949. 851 p.
- DANA, James D. *Manual de mineralogia*. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970. 2 v.
- DARDENNE, Marcel Auguste. Les minéralisations de plomb, zinc, fluor du protérozoïque supérieur dans le Brésil Central; avec une mise au point sur la chronologie du Précambrien brésilien. Paris, Univ. Pierre & Marie Curie, 1979. 215 p. Thèse (Doctoral d'Etat) Univ. Pierre & Marie Curie.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMANN; J. *Rock forming minerals*. London, Longman, 1963. 5 v.

DESENVOLVIMENTO da utilização da cromita nacional na FAÇO. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 43 (416): 6-9, dez. 1979.

DIAMANTE; Brasil perde US\$ 60 milhões por ano com o contrabando. **Comércio e Mercados**, Rio de Janeiro, 15 (161): 44-46, jan. 1981.

O DIAMANTE. **Metais e Gemas**, Belo Horizonte, (1): 24-29, jun. 1981.

DIAS, Jaime. **Perfil analítico do berílio**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 20 p. (Brasil. DNPM. Bol.5).

DIEDERICHSEN, Paulo. Carajás e sua importância para a indústria brasileira de equipamentos. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 45 (427): 44-50, abr./maio 1981.

DINIZ FILHO, Lourival Cruz. **Perfil analítico do lítio**. Brasília, DNPM, 1978. 63 p. (Brasil. DNPM Bol. 50).

DIXON, C. J. **Atlas of economic mineral deposits**. London, Fletcher, 1979, 144 p.

DNPM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**; folha Parapananema (SF.22). Brasília, 1978. 84 p.

DNPM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**; folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23). Brasília, 1979. 240 p.

DNPM. **Manganês**. s.n.t. 33 p.

DNPM-CPRM. **Projeto Goiânia II**. Goiânia, 1975. 4 v.

DNPM-CPRM. **Projeto Jequitinhonha**; relatório final. Belo Horizonte, 1978. v.1-2.

DNPM-CPRM. **Projeto Sapucaí, Estados de Minas Gerais e São Paulo**; relatório final de geologia. Belo Horizonte, 1978. v.1-2.

DNPM.DFPM. **Código de mineração e legislação correlativa**. Ed. rev. Brasília, 1981. 200 p.

DNPM.DGM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**; folha Brasília (SD.23.). Brasília, 1976. 162 p.

DNPM.DGM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**; folha Goiânia (SE-22); texto explicativo. Brasília, 1975.

DNPM.DGM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**; folha Salvador (SD.24). Brasília, 1976. 127 p.

DONÉ, Gladstone Amora. **Perfil analítico do vanádio**. Rio de Janeiro, 1973. 16 p. (Brasil. DNPM. Bol. 25).

DRAGA tem bom desempenho na lavra de cassiterita. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (39): 20-22, maio 1980.

DRM-RJ conclui pesquisas para conhecer melhor a mineração no Estado do Rio de Janeiro. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 41 (388): 6-16, jul. 1977.

DYER, Robert C. **Bacia Cenozóica Salinas; geologia e reservas minerais**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 43 (411): 4-15, jun. 1979.

E

EM 1981, Brasil terá seu urânio. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (41): 11-17, jul. 1980.

ENTRA em operação o Projeto Fosfato. **Construção Pesada**, São Paulo, 9 (96): 22-24, jan. 1979.

ESTANHO; Tricontinental vai produzir tantalita. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 3 (35): 22-23, jan. 1980.

ESTOQUE estratégico de cobre em estudo: **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (38): 10-12, abr. 1980.

ÉVOLUTION récente du marchep mondial du cuivre. **Études Économiques**, Paris, (9), déc. 1976.

OS EUA no nosso programa atômico? **Eletricidade Moderna**, São Paulo, 3 (32): 5, set. 1975.

EXPORTAÇÃO de bauxita. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (44): 14, out. 1980.

F

FABRINO, Antônio de Oliveira. **Aspectos da crenoterapia na Europa e no Brasil**. Rio de Janeiro, DNPM. Comissão Permanente de Crenologia, 1950. 272 p.

FALCÃO, Helena. **Perfil analítico de águas minerais**. Rio de Janeiro, DNPM, 1978. 160 p. (Brasil. DNPM. Bol. 49 - v. 2).

FALTA de insumos básicos agrava os problemas da construção. **Construção Hoje**, São Paulo, 6 (10): 26-29, out. 1980.

FANTON, José Jacob. **Some comparisons between Brazilian greenstone belts and classical models, with special reference to Australian examples**. London, Univ. of London, 1981. 156 p. Thesis (Master of Science) Univ. of London.

FERREIRA NETO, Yusley. **Perfil analítico do titânio**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 77 p. (Brasil. DNPM. Bol. 23).

FERTECO Mineração: suas jazidas e usina em Minas Gerais. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 41 (392): 14-17, nov. 1977.

FERTILIZANTES; Arafertil em operação. **Banas**, São Paulo, 25 (1189): 66, out. 1978.

FERTILIZANTES. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, 31 (9): 212-218, set. 1977.

FERTILIZANTES. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, 33 (2): 40-41, fev. 1979.

FERTILIZANTES; programa para usar a capacidade nacional. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 3 (35): 12-17, abr. 1976.

FERTILIZANTES: um setor que caminha para a independência. **Petro & Química**, São Paulo, 4 (31): 49-50, mar. 1981.

FERTILIZANTES; vultosos empreendimentos preparam o setor para atender a demanda nos anos 80. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 4 (48): 12-17, maio 1977.

FOSFATO brasileiro, um presente da tecnologia. **Dirigente Industrial**, São Paulo, 21 (6): 12-15, jul. 1980.

FOSFÉRTIL inaugura o maior complexo de fertilizantes fosfatados da América Latina. **Tendência**, Rio de Janeiro, (88): 50-51, maio 1981.

FRANCO, Ruy Ribeiro. **Lepidolita - ocorrências e usos**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 12 (70): 149-151, out./dez. 1947.

FRANCO, Ruy Ribeiro. **As principais áreas diamantíferas do Brasil**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 39 (362): 46-55, maio 1975.

FREITAS, Alencar Soares de. **Perfil analítico do quartzo**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 14 p. (Brasil. DNPM. Bol. 20).

FRITZSON JR., Oswaldo. **Projeto Ultrabásicas. Geologia regional - Pium-hi**. Belo Horizonte, Metamig, 1982. (Rel. Interno).

FUNDAÇÃO IBGE. Departamento de Geografia. **Divisão do Brasil em microrregiões homogêneas 1968**. Rio de Janeiro, 1970. 564 p.

G

GESSO sintético invade o mercado. **Química e Derivados**, São Paulo, 9 (114): 16-26, ago. 1975.

GIANNERINI, José F. **Presente e futuro da indústria mundial de fertilizantes fosfatados**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 44 (425): 20-23, jan/fev. 1981.

GIRODO, Antônio Carlos & PAIXÃO, José Elisio. **Perfil analítico do amianto**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 49 p. (Brasil. DNPM. Bol. 2).

GOIÁS — A afirmativa política mineral. **O Popular**, Goiânia, 3 dez. 1981. p. 10.

GONÇALVES, Everaldo & SERFATY, Abraham. **Perfil analítico do manganês**. Brasília, DNPM, 1976. 149 p. (Brasil. DNPM. Bol. 37).

GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 5.ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1978. 446 p. (Biblioteca Geográfica Brasileira. Série A; Publ. n. 21).

GUIMARÃES, Djalma. **Princípios de metalogênese e geologia econômica do Brasil**. **Boletim DNPM-DFPM**, Rio de Janeiro, (121), 1965.

GUIMARÃES, Djalma. **Súmula geoquímica**. **Boletim DNPM-DFPM**, Rio de Janeiro, (115), 1963.

GUIMARÃES, Marco Aurélio. **Perfil analítico da grafita**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 22 p. (Brasil. DNPM. Bol. 16).

GUIMARÃES, Marco Aurélio & OLIVEIRA, Luiz Felipe Quaresma de. **Importância do setor mineral na economia do Estado de Minas Gerais**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 45 (432): 4-14, nov./dez. 1981.

H

HASUI, Yociteru. **As rochas carbonáticas no Estado de São Paulo**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 41 (393): 52-56, dez. 1977.

HASUI, Yociteru & PENALVA, Faustino. **O problema do diamante do Alto-Paranaíba, Estado de Minas Gerais**. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, 19 (1): 71-78, set. 1970.

HEINRICH, E. Wm. **Microscopic identification of minerals**. New York, McGraw-Hill, 1965. 414 p.

I

ICC; do concentrado piritoso ao enxofre de vários usos. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 7 (73): 50-51, jun. 1979.

L

LAGES, João Bosco Murta & BARBOSA, José Eduardo Costa de Almeida. **Pedras preciosas: a busca de soluções**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 40 (380): 16-19, nov. 1976.

LAGES, João Bosco Murta; BARBOSA, José Eduardo Costa; ROHRMANN FILHO, Emílio. **Pedras preciosas: modernização do setor**. **Fundação J.P.**, Belo Horizonte, 6 (5) : 2-8, maio 1976.

LAMBERTIE, René-Michel. **L'industrie de la pierre et du marbre**. Paris, Presses Universitaires de France, 1965. 128 p. ("Que sais-je?" Le point des Connaissances Actuelles, 977).

LAPEDES; Daniel N. ed. **McGraw-Hill of scientific and technical terms**. New York, McGraw-Hill, 1974. 1634 p.

LEINZ, Victor & AMARAL, Sérgio Estanislau do. **Geologia geral**. 5. ed. São Paulo, Nacional, 512 p. (Biblioteca Universitária, 3ª, Ciências Puras, 1).

LEINZ, Victor & CAMPOS, João Ernesto Sousa. **Guia para determinação de minerais**. 5.ed. São Paulo, Ed. Nacional, Ed. da Univ. de São Paulo, 1971. 149 p. (Iniciação Científica, 30).

LEINZ, Victor & LEONARDOS, Othon Henry. **Glossário geológico**. São Paulo, Ed. Nacional, Ed. da Univ. de São Paulo, 1971. 236 p.

LEONARDOS, Othon Henry. **Grafita no Estado de Minas Gerais**. **Avulso DNPM-SFPM**. Rio de Janeiro, (26), 1938.

LIMA, José Maria Gonçalves de. **Perfil analítico dos fertilizantes fosfatados**. Brasília, DNPM, 1976. 55 p. (Brasil.DNPM. Bol. 39).

LINDGREN, Waldemar. **Mineral deposits**. 4. ed. New York, McGraw-Hill, 1933. 930 p.

LIRA FILHO, Delmiro Paes de. **Perfil analítico da bentonita**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 33 p. (Brasil. DNPM. Bol. 4).

LÍTIO; um mineral em ascensão. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 6 (70): 23-25, mar. 1979.

LOCZY, Louis de & LADEIRA, Eduardo A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. São Paulo, E. Blücher, Rio de Janeiro, CNPq, 1976. 528 p.

M

MACIEL, Aluisio Castanho & CRUZ, Paulo Roberto. **Perfil analítico do tório e terras raras**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 72 p. (Brasil. DNPM. Bol. 28).

MACIEL, ALUÍSIO CASTANHO & CRUZ, Paulo Roberto. **Perfil analítico do urânio**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 70 p. (Brasil. DNPM. Bol. 27).

MAGNESITA; domínio de mercado. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo 5 (51): 54-56, maio 1981.

MAIOR apoio à exportação de pedras preciosas. **Tendência**, Rio de Janeiro, 7 (79): 64-68, jul. 1980.

MANGANÊS; produção futura depende de Urucum e Carajás. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 3 (33): 21-22, nov. 1979.

MANGANÊS; um quadro completo da situação desse mineral no Brasil e no mundo. **Vida Industrial**, Belo Horizonte, 23: 16-18, ago. 1976.

LE MARCHÉ mondial de l'uranium. **Études Économiques**, Paris, (5-6), mai-jun 1980.

MARGUERON, Cláudio. **Tendência da oferta e procura do minério de manganês**. **Metalurgia ABM**, São Paulo, 27 (165): 559-569, ago. 1971.

MÁRMORES e granitos podem render divisas para o país. **Construção Hoje**, São Paulo, 2 (8): 8, ago. 1976.

MATTOS, Luiz Eraldo. **Perfil analítico da ágata**. Rio de Janeiro, DNPM; 1974. 18 p. (Brasil. DNPM. Bol. 29).

MATTOS NETTO, Bernadino C. de. **O quartzo e suas aplicações**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 10 (60): 253-262, maio/jun. 1946.

MEADOWS, Donella H. et alii. **Limites do crescimento**. São Paulo, Perspectiva, 1973. 203 p. (Coleção Debates).

MEDEIROS, Noé. **Perfil analítico do estanho**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 39 p. (Brasil. DNPM. Bol. 13).

MENDES, Maria Helena P. Teixeira. **Considerações sobre aspectos legais, técnicos e econômicos da exploração dos recursos hidrominerais brasileiros**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 42 (402): 24-25, set. 1978.

MENDES, Maria Helena P. Teixeira. **Posição do DNPM com relação às pedras preciosas brasileiras**. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 40 (375): 24-31, jun. 1976.

MENEZES, Ivan de, org. **Classificação periódica dos elementos**. Belo Horizonte, 1980.

MENEZES FILHO, Nelson Ramos; MATTOS, Gerson Manoel Muniz de; FERRARI, Pedro Gervásio. **Projeto Três Marias**, relatório final. Belo Horizonte, DNPM-CPRM, 1977. v. 1-2.

MINAS GERAIS. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. **Superintendência de Estatística e Informações. Agregados regionais; produto interno bruto 1970-1980**. Belo Horizonte, 1981. 103 p.

A MINERAÇÃO de ferro. **Vida Industrial**, Belo Horizonte, 28 (4): 42, abr. 1981.

MINÉRIO de ferro; apesar da crise da siderurgia, os produtores apostam no futuro. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 1 (14): 9-14, mar. 1978.

MINÉRIO de ferro; **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, 32 (11): 170-174, maio 1978.

MINÉRIO de ferro; pellets brasileiros para exportação. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 7 (75): 22-23, ago. 1979.

MINÉRIO de ferro; produção e consumo do ferro no Brasil e sua presença na pauta de exportações. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 6 (61): 27-42, jun. 1978.

MOREIRA, Marcos Donadello. Esmeralda no Brasil. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 41 (387): 3, jul. 1977.

MOURA, Odúlio José Marensi de; PINHEIRO, Stelamaris Oliveira; NASSIF, Marcelo Arruda. **Gemas de Minas Gerais**. Belo Horizonte, METAMIG, 1981. 74 p.

N

NÃO-FERROSOS; a corrida em busca da auto-suficiência. **Máquinas e Metais**, São Paulo, 17 (191): 18-26, jun. 1981.

NEGATIVA do CIE provoca preço recorde de estanho. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (37): 14, mar. 1980.

NEVES, Eure Malvini. **Perfil analítico do pirocloro**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 18 p. (Brasil. DNPM. Bol. 18).

NIÓBIO de Araxá para os mercados internacionais. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 7 (80): 58-59, set./out. 1980.

NIÓBIO em aços especiais. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, 32 (12): 135, dez. 1978.

NIÓBIO; um metal abundante no país busca novas formas de uso industrial. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 6 (71): 52-53, abr. 1979.

NÍQUEL; previsão para a década. **Máquinas e Metais**, São Paulo, 8 (89): 13-14, mar. 1972.

NOVA prioridade é pesquisa e produção de enxofre. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 3 (28): 6, jun. 1979.

O

O BERÍLIO. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 36 (335): 20-21, nov. 1977.

O FUTURO do minério de ferro. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 3 (34): 15, dez. 1979.

OLIVA, Luiz Antônio & VIEIRA, Sérgio Augusto Bueno. **Perfil analítico da platina**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 25 p. (Brasil. DNPM. Bol. 19).

OLIVEIRA, Gabriel Mauro de & LISBOA, Moacir. Amianto no Brasil. **Boletim DNPM-DFPM**, Rio de Janeiro, (45), 1940.

O MERCADO de jóias com diamantes no Brasil. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 36 (415): 12, abr. 1980.

O MERCADO de metais em 1980. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 3 (35): 15-17, jan. 1980.

O URÂNIO em Minas Gerais. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, 3 (24): 12, nov. 1974.

P

PEDRAS preciosas; ametista. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 29 (329): 21-24, fev. 1973.

PEDRAS preciosas; berilo. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 29 (332): 22, maio 1973.

PEDRAS preciosas; cordierita. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 36 (337): 27, out. 1973.

PEDRAS preciosas; crisoberilo. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 36 (337): 27-28, out. 1973.

PEDRAS preciosas; cristal de rocha. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (340): 25-26, jan. 1974.

PEDRAS preciosas; diamante. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (342): 23, mar. 1974.

PEDRAS preciosas; espodumênio. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (346): 19-20, jul. 1974.

PEDRAS preciosas; lapidar para exportar. **Comércio & Mercados**, Rio de Janeiro, 14 (149): 28-30, jan. 1980.

PEDRAS preciosas; Minas começa a ganhar com sua riqueza. **Mensagem Econômica**, Belo Horizonte, 29 (273): 6-10, mar. 1980.

PEREIRA, Eliezer Braz. **Perfil analítico da gipsita**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 19 p. (Brasil. DNPM. Bol. 15).

PERSPECTIVAS de alta nos preços do cobre. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 5 (49): 11, mar. 1981.

PETTJOHN, Francis James. **Sedimentary rocks**. 3.ed. New York, Harper & Row, 1975. 628p.

PINHEIRO, João César de F. **Perfil analítico do talco**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 41 p. (Brasil. DNPM. Bol. 22).

PLATINA e prata na esteira do ouro. **Comércio & Mercados**, Rio de Janeiro, 14 (152): 34-38, abr. 1980.

POUCA gente acreditava, mas Araxá deu certo. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (39): 14-19, maio 1980.

PREPARO das pedras preciosas e ornamentais. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 36 (414): 12, mar. 1980.

PRODUÇÃO de tório no Brasil. **Comércio & Mercados**, Rio de Janeiro, 14 (159): 26-32, nov. 1980.

Q

QUEM importa caulim? **Comércio Exterior**, Brasília, (47): 4, mar./abr. 1979.

QUEM pode comprar cianita. **Comércio Exterior**, Brasília, (33): 5, nov./dez. 1976.

R

RABELO, Antônio Eustáquio. **Metallogenetics aspects of Central Brazil**. London, Univ. of London, 1980. 111 p. Thesis (Master of Science) Univ. of London.

RAMOS, J.R. de Andrade. Possibilidades e perspectivas do urânio brasileiro. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 36 (334): 36-41, out. 1972.

RECURSOS minerais do Brasil; cristal de rocha. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (343): 14, abr. 1974.

RECURSOS minerais do Brasil. cristal de rocha. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (344): 42, maio 1974.

RECURSOS minerais do Brasil; cristal de rocha. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 30 (345): 14, jun. 1974.

REZENDE, Newton Pereira. O manganês no mundo e no Brasil. **Geologia e Metalurgia**, São Paulo, (42): 5-133, 1978.

RIES, H. **Economic Geology**. 7.ed. New York, J.Wiley & Sons, 1937. 720 p.

ROCHA, Antônio José Dourado. **Perfil analítico do chumbo**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 74 p. (Brasil. DNPM. Bol. 8).

S

SÁ, Luiz Carlos Miguel de. Tratamento de apatitas através do ácido sulfúrico para obtenção de urânio. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 44 (419): 42-43, abr./maio 1980.

SANTOS, Pêrsio de Souza. **Tecnologia de argilas aplicada às argilas brasileiras**. São Paulo, E. Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 2 v.

SCALER, Milton. Gemas e jóias; um filão precioso. **O Diamantário**, Rio de Janeiro, 35 (405): 19-20, junh. 1979.

SILVA, A.S. da et alii. **Carta Geológica do Brasil ao milionésimo**; folhas Belo Horizonte (SE. 23) e Rio Doce (SE.24). Brasília, DNPM, 1978. (inédito).

SILVA, Jodauro Nery da et alii. **Projeto Mantiqueira - Furnas**; relatório final. Belo Horizonte, DNPM-CPRM, 1978. v.1-2.

SILVA, Jodauro Nery da & FERRARI, Pedro Gervásio. **Projeto Espírito Santo**; relatório final. Belo Horizonte, DNPM-CPRM, 1976. 408 p.

SILVA, Joselir do Carmo. **Perfil analítico da magnesita**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 69 p. (Brasil. DNPM. Bol. 17).

SILVA, Z.C. Gonçalves da. Mármore e granitos. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 42 (402): 18-21, set. 1981.

SINAL verde para o Grande Carajás. **Minérios, Extração e Processamento**, São Paulo, 4 (46): 15-27, dez. 1980.

SOB controle da Ultrafértil tem início operações da Fafen/PR. **Petro & Química**, São Paulo, 4 (32): 24-26, abr. 1981.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. **Programa Integrado de Geociências e Tecnologia Mineral**; Subsetor de Prospecção. Rio de Janeiro, 1981. 30 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Núcleo de Minas Gerais. **Programa Integrado de Geociências e Tecnologia Mineral elaborado para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq**. Belo Horizonte, 1981. 12 p.

SOUZA, José Ferreira de. **Perfil analítico da diatomita**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 27 p. (Brasil. DNPM. Bol. 11).

SOUZA, Gutemberg Fernandes Soares de. **Perfil analítico do carvão**. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 33 p. (Brasil. DNPM. Bol. 6).

SPRY, Alan. **Metamorphic textures**. Oxford, Pergamon, 1974. 350 p.

SUMÁRIO MINERAL. Brasília, DNPM, 1981. v.1.

SUSZCZYNSKI, Edison F. **Os recursos reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia**. Rio de Janeiro, Interciência, 1975. 533 p.

T

TEIXEIRA, Noevaldo Araújo. **Geologia, petrologia e prospecção geoquímica da seqüência vulcano-sedimentar Morro de Ferro, Fortaleza de Minas - MG**. Brasília, Univ. de Brasília, 1978. 202 p. Tese (Mestrado) Univ. de Brasília.

EL TENIENTE melhora recuperação de cobre. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 4 (47): 30-31, jan. 1981.

TÓRIO; nas areias monazíticas, a alternativa do urânio. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 6 (72): 52-53, maio 1979.

TOTH, Vilmos I. Cal dolomítica; 1ª parte. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 55 (327): 107-112, mar. 1972.

TURFA; um combustível barato que poucos conhecem. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 7 (76): 14-15, set. 1979.

U

UNION Oil (M. Salles/CBMM); nióbio para exportação. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 5 (51): 50-52, maio 1981.

URÂNIO; pesquisa e extração. **Planejamento e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 5 (56): 46-53, jan. 1978.

V

VALEP; depois do fosfato, o titânio. **Minérios, Extração & Processamento**, São Paulo, 2 (16): 10-17, maio 1978.

VASCONCELLOS, Von Rommell Assis de. Platina e paládio no Brasil. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, 43 (410): 24-29, maio 1979.

W

WHITTEN, D.G.A. & BROOKS, J.R.V. **A dictionary of geology**. Harmondsworth, Penguin Books, 1979. 493 p.

WILLIAMS, Howel; TURNER, Francis; GILBERT, Charles M. **Petrografia; uma introdução ao estudo das rochas em seções delgadas**. São Paulo, Poligono, 1970. 445 p.

Y

YES, nós temos barita. **Química e Derivados**, São Paulo, 14 (151): 44-45, dez. 1978.

Glossário



Glossário

A

ACAMAMENTO: (vide estratificação)

ALUVIÃO: (alúvio) - depósitos inconsolidados de detritos ou sedimentos clásticos de qualquer natureza, formados por correntes fluviais. 6

ANATEXIS: (anatexia) - processo ultra-metamórfico pelo qual rochas pré-existent, em profundidades crustais, são dissolvidas e regeneradas como um magma. 1-13

ANTICLINAL: dobra na qual as camadas mergulham de maneira divergente, a partir de um eixo, com as rochas mais antigas no seu núcleo. 6-7

ARQUEANO: (arqueozóico) - o mais velho sistema do Pré-cambriano. Uma era compreendendo as rochas com mais de 2.390 milhões de anos. 1-13

ÁTOMO: sistema energeticamente estável, representando a menor quantidade de um elemento que possui suas propriedades químicas. Constituído por um núcleo positivo, com prótons e nêutrons e por eletrons negativos nos seus orbitais. Define-se os seguintes termos relativos ao átomo (ou ion):

massa atômica: massa média dos átomos de um elemento em relação a um padrão de massa (carbono-12);

número atômico: o número de prótons em um núcleo;

raio atômico: a metade da menor distância entre os núcleos de dois átomos adjacentes de um elemento no estado sólido;

raio iônico: a distância entre o núcleo e o elétron mais externo de um ion. Um ion corresponde a um átomo ou grupo de átomos, carregado eletricamente. 1-9

B

BACIA SEDIMENTAR: segmento da crosta terrestre de forma côncava (depressão) preenchido, durante longo tempo, continuamente ou não, por sedimentos detriticos e químicos. 1

BATÓLITO: massas rochosas, plutônicas, ocupando área com mais de 100 km de diâmetro, apresentando parte superior abaulada e paredes subverticais e não revelando assoalho visível. 8

BED-ROCK: rocha aflorante ou coberta por material inconsolidado. 1

BERMA: porção subhorizontal da praia, formada pelo depósito de material sob ação das ondas. 1

BIOHERMA: recife orgânico formado por organismos sedentários (corais, moluscos, equinodermas etc) "in situ", em sua posição de crescimento. 1-13

BIOSTROMA: massa com estrutura acamadada, constituída por material derivado de organismos sendentários, intercalada em outros sedimentos. 1-8-13

BOUDINAGE: uma estrutura menor das rochas, semelhante, em seção, a uma réstea de salsichas. Originada por forças tensionais agindo sobre camadas incompetentes e competentes em contato. 13

BOULDER: bloco, em geral, arredondado e produzido por meios naturais, com diâmetro maior que 256 mm (escala de wentworth) - matacão. 1

BRILHO: aparência geral da superfície do mineral à luz refletida, variando segundo a natureza desta superfície. 2

C

CAMADA: a menor divisão de uma série estratificada, sendo caracterizada por planos mais ou menos bem-definidos, que a limita e separa de outras camadas ou rochas superiores e inferiores - leito, estrato, capa. 1-6

CAMBRIANO: período basal da era Paleozóica e que corresponde ao mais velho sistema de rochas em que os fósseis podem ser usados para datação e correlação, duração: m.d.a. m.a. 1-6

CAPA: termo de uso restrito, significando a parte superior de um horizonte mineralizado ou o teto de uma mina. Algumas vezes, usado como sinônimo de camada. 6

CARBONÍFERO: período paleozóico compreendido entre o Devoniano e o Permiano, caracterizado pela flora exuberante, representada hoje pela comum ocorrência de carvão entre suas camadas. Intervalo: 280 a 345 milhões de anos. 1

CARSTE: morfologia típica de rochas calcárias, determinada pela dissolução destas. As formas mais características são as dolinas, cavernas, sumidouros, estalactites, estalagmites, laplêis etc. 1

CARTA GEOLÓGICA: é a representação gráfica, em uma determinada escala, da distribuição geográfica, estrutura, natureza, idade e recursos minerais das unidades geológicas, através de convenções, cores e símbolos apropriados - mapa geológico. 6

CATACLASE: processos de trituração ou fragmentação de rochas, sem uma temperatura elevada que implicaria na recristalização da massa moida. Esses processos estão usualmente associados ao metamorfismo dinâmico ou a falhamentos. 13

CENOZÓICO: era compreendendo o tempo geológico que se estende do fim da Mesozóica até o presente. Compreende os períodos chamados Terciário e Quaternário. 1

CHAPÉU DE FERRO: depósito ferruginoso que ocupa a parte superior de veios minerais ou que forma uma cobertura superficial sobre massas sulfetadas. Consiste de óxidos de ferro hidratados, resultantes de oxidação e da lixiviação do enxofre e outros elementos - gossan. 1

CIMENTO: 1 - material agregante, quimicamente precipitado nos interstícios das partículas das rochas clásticas. Os cimentos mais freqüentes são silicosos, carbonáticos e ferruginosos. 2 - cimento portland - produto obtido da calcinação de calcário com mistura de argila. 1-6

CINTURÃO MÓVEL (mobile belt): zona alongada da crosta onde são freqüentes fenômenos sísmicos e atividades vulcânicas e são gerados esforços deformantes, processos metamórficos e de migmatização. Comumente é o estágio inicial no desenvolvimento de um geossinclinal. 13

CISALHAMENTO: fraturamento das rochas provocado por esforços tectônicos. 6

CLASTOS: fragmentos de rochas ou de estruturas orgânicas que foram removidos de seus locais de origem. Quando depositados e consolidados constituem as rochas clásticas, que são classificadas pela granulometria dos fragmentos. 1

CLIVAGEM: propriedade de alguns minerais se partirem mais facilmente, segundo superfícies planas definidas, que seriam paralelas às respectivas faces cristalográficas. Deve-se ressaltar, quando de sua caracterização, a sua qualidade, facilidade de obtenção e direção cristalográfica. 1-2-6

COLUNA GEOLÓGICA: empilhamento de rochas (locais ou regionais) com respectivas espessuras, considerando as idades geológicas e suas características genéticas e petrográficas. 1-13

CONTATO: superfície ou zona onde duas espécies de rochas se encontram. Pode referir-se, também, a uma variação de qualquer natureza dentro da mesma rocha, por exemplo, o conteúdo fossilífero. 1-6-13

CORRELAÇÃO: determinação da equivalência em idade e posição estratigráfica entre duas formações ou qualquer outras unidades estratigráficas, geograficamente separadas. A correlação baseia-se em evidências paleontológicas e físicas. 1

CRATON: grandes blocos da crosta terrestre relativamente estáveis a um longo período de tempo e assim tenham sofrido apenas um leve arqueamento em contraste com os enérgicos dobramentos de cinturões geossinclinais adjacentes. 8-13

CRETÁCEO: período mais recente da era Mesozóica, caracterizado pelo desenvolvimento das angiospermas e, ainda, pelo domínio dos grandes répteis, que se extinguem ao fim do período. Intervalo: 65 a 135 milhões de anos. 6-13

CRISTAL: sólido apresentando arranjo atômico regular, que pode mostrar, externamente, superfícies limitantes planas. 3

CRISTALOGRAFIA: ciência que estuda os arranjos interatômicos da matéria sólida, suas causas, natureza e conseqüências. 1

CROSTA TERRESTRE: porção da Terra situada acima da descontinuidade de MOHOROVICIC. É dividida em duas partes: Sial (Silica e Alumínio), que constitui as massas continentais; e Sima (Silica e Magnésio), que forma o assoalho oceânico e a base do Sial. A crosta tem espessura de 15 a 50 km. Obs.: a descontinuidade de MOHOROVICIC é marcada por uma variação relativamente brusca na velocidade de propagação das ondas sísmicas. 6-13

CUT OFF: o mais baixo teor de uma mineralização que é qualificada como minério, em um dado depósito. 1

D

DECRETO DE LAVRA: documento expedido pelo Poder Executivo Federal e que concede, satisfeitas as condições e exigências do Código de Mineração, à empresa de mineração o aproveitamento econômico de uma jazida. 4

DELTA: depósito aluvial que se forma na foz de alguns rios, com a forma grosseiramente triangular, avançando na direção do mar ou lago. As principais condições para sua formação são ausência de correntes marinhas ou lacustres, fundo raso e abundância de detritos. 1-6

DENSIDADE: é o peso relativo de um dado volume de material, comparado ao peso de um mesmo volume de água, a 4°C. Expresso sem unidades de medidas. 2

DERRAME: corpo tubular de lava, consolidado na superfície da terra. 1

DETRITOS: partículas minerais alóctones, derivados de rochas pré-existent por intemperismo e/ou erosão. 13

DEVONIANO: período da era Paleozóica média, situado entre o Siluriano e o Carbonífero. Algumas vezes chamado de a "idade dos peixes". Intervalo: 345 a 395 milhões de anos. 1

DIAGÊNESE: conjunto de processos físico-químicos que afetam sedimentos inconsolidados, ainda próximo à superfície da Terra, isto é, a baixa temperatura e pressão. Tais processos incluem a compactação, cimentação, conversão aragonita-calcita, dolomitização etc. 1-13

DIQUE: corpo tubular, de rocha ígnea que corta a estrutura das rochas hospedeiras. Embora a maior parte dos diques resultem de intrusões magmáticas, alguns resultam de substituição metassomática. 1-13

DISCORDÂNCIA: superfície que representa uma interrupção no registro geológico de determinada sequência litológica. Por exemplo, diferença de mergulho entre estratos contíguos, diferença de natureza entre rochas adjacentes (contato rocha ígnea com rocha sedimentar), diferença brusca do conteúdo fossilífero de estratos vizinhos etc. 1-8

DOBRAMENTO (dobra): ondulações ou concavidades e convexidades existentes em corpos rochosos, provocadas por esforços tectônicos, principalmente, ou por forças atectônicas. 6-8

DRAG-FOLDS: dobras menores formadas em estratos incompetentes ou menos competentes quando estratos mais competentes deslizam sobre eles. Podem se formar em flancos de grandes dobramentos ou em blocos de falhas de cavalgamento. 1-8

DUREZA: resistência da superfície de um mineral ao risco ou à abrasão (vide escala de MOHS). 1

E

ELEMENTO: 1) uma substância em que todos os átomos têm o mesmo número atômico, ou 2) uma substância que não pode ser decomposta em outra, excetuando-se os elementos radioativos e os processos desenvolvidos a partir deles. 1

ELUVIÃO: material intemperisado que permanece "in situ" ou próximo do local de formação. 13

EMBASAMENTO: complexo, geralmente de rochas ígneas e metamórficas, sobreposto discordantemente por estratos sedimentares. 1

EOCENO: época do período Terciário inferior, colocada entre o Paleoceno e o Oligoceno. 13

EPIGENÉTICO: minerais ou depósitos minerais formados posteriormente às rochas encaixantes. 1

ÉPOCA: tempo geológico; corresponde a uma subdivisão de período. 1

ERA: corresponde às grandes divisões do tempo geológico e compreende um ou vários períodos. As eras reconhecidas são: Arqueozóica, Proterozóica, Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. 1

ESCALA DE MOHS: escala empírica pela qual a dureza de um mineral é determinada por comparação à dureza de minerais-padrão. A escala de Mohs é a seguinte, com correspondente dureza: Talco (1), Gipsó (2), Calcita (3), Fluorita (4), Apatita (5), Ortoclásio (6), Quartzo (7), Topázio (8), Coríndon (9) e Diamante (10). 1

ESTALACTITE: 1) acumulação pendente de carbonato de cálcio, com formas cônicas ou cilíndricas, encontrada em cavernas calcárias. 1-6-13
2) forma mineralógica que se assemelha a tais acumulações calcárias. 1-6

ESTRATIFICAÇÃO: estrutura produzida pela deposição de sedimentos em camadas, lâminas, lentes ou outras unidades tabulares. 1

ESTRATIGRAFIA: parte da geologia que estuda as rochas estratificadas (sedimentos e vulcanitos), especialmente sua seqüência no tempo, suas características e correlação de camadas em diferentes localidades. 13

ESTRUTURA: 1) feições macroscópicas do arranjo cristalográfico em uma massa rochosa. Por exemplo, acamamento, amígdalas, clivagem etc. 2) termo usado para descrever todas relações entre massas rochosas ou sua disposição arquitetural. Por exemplo, dobramentos, falhamentos, discordâncias etc. 1-6-13

ESTUÁRIO: forma de desagudouro de canais de drenagem no mar, em que a acumulação de detritos é impedida pela ação das correntes e do fluxo e refluxo das marés. 1-6

EUGEOSSINCLINAL: um ortogeossinclinal caracterizado pela maior mobilidade e magmatismo inicial ofiolítico, durante a fase de subsidência (Stille, 1941) - Seg. Auboin (1962, 1965), seria um domínio interno, com as características acima descritas, de um geossinclinal. 1-6

EVAPORITO: sedimento depositado a partir de soluções aquosas, resultante da intensa ou total evaporação do solvente. 1

F

FÁCIES: 1) conjunto de caracteres relativos à composição, conteúdo fossilífero ou tectonismo, que distingue, genética ou tectonicamente, um corpo estratigráfico de outro. 2) subdivisão lateral de uma unidade estratigráfica. 3) fácies metamórfica: assembléia de rochas metamórficas, caracterizadas por particulares associações minerais, que são consideradas como sido formadas sob condições similares de temperatura e pressão. 1-6-13

FACÓIDE: estrutura de rochas metamórficas ou ígneas, indicada por agregados minerais de forma lenticular ou de "olhos". 6-13

FALHA (Falhamento): fratura ou zona de fratura das rochas que ao longo de seus planos houve deslocamento relativo das paredes rochosas. 1-6

FENOCRISTAL: cristais maiores de primeira geração, em geral idiomórficos, que se destacam em uma massa mais fina, cristalina ou vítrea, de natureza ígnea. 1-13

FILÃO: veio ou conjunto de veios pouco espaçados entre si, contendo substâncias minerais valiosas.

FORMAÇÃO: unidade primária em estratigrafia, consistindo de uma sucessão litológica com idade e origem aproximadamente idênticas. As formações podem ser combinadas em grupos ou subdivididas em membros. 1

FÓSSIL: traços orgânicos sepultados e preservados por causas naturais na crosta da Terra. O termo "traços orgânicos" inclui esqueletos ou suas partes, impressões de organismos, excrementos, pegadas, perfurações etc. 1-13

FRATURA: 1) a maneira de quebrar ou a aparência de um mineral quando rompido, que é distintiva de certos minerais. A quebra tem que ser feita fora das direções de clivagem ou de fissibilidade. 2) ruptura em rochas devido a esforços. Se houver deslocamento relativo das paredes (paralelamente aos planos de ruptura) tem-se as falhas, e se não houver deslocamento tem-se as diáclases ou juntas. 1-6

G

GANGA: os minerais sem aproveitamento econômico que acompanham um minério, em um dado depósito. 6

GARIMPAGEM: trabalho individual através de instrumentos rudimentares, de aparelhos manuais ou de máquinas simples e portáteis, para extração de pedras preciosas, semi-preciosas e minerais metálicos ou não, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, vertentes e altos de morros, chapadas etc. Estes depósitos são chamados garimpos. 4

GEMINAÇÃO: processo pelo qual dois ou mais cristais intercrescem-se, segundo uma lei de geminação, que se baseia na existência de um centro, um eixo ou um plano de geminação. Muitas vezes o estudo da geminação é essencial para a identificação de um mineral. 2

GEOLOGIA: o estudo da Terra como um todo, sua origem, estrutura, composição, história (incluindo o desenvolvimento da vida) e a natureza dos processos que deram origem a seu estado atual. A geologia abrange os seguintes ramos principais: geologia física, estrutural e geomorfologia, geologia histórica, paleontologia, estratigrafia e geologia econômica, mineralogia, petrologia, geofísica e geoquímica. 6-13

GEOSSINCLINAL: grande unidade sedimentológica e estrutural da crosta da Terra. Consiste de bacia alongada preenchida por grandes espessuras de sedimentos, devido à subsidência progressiva do fundo da bacia e com intercalações de rochas vulcânicas. A grande pilha de sedimentos acumulados é posteriormente deformada por forças orogênicas e durante esse processo as porções inferiores da pilha podem sofrer efeitos metamórficos de alto grau. São reconhecidos os seguintes tipos: Ortogeossinclinal, Trafrogeossinclinal, Parageossinclinal, Zeugogeossinclinal e Autogeossinclinal. 13

GONDWANA: velho continente hipotético, que incluía a Índia, Austrália, Antártida e partes do sul da África e América do Sul. Este ter-se-ia fragmentado e separado depois do período Carbonífero. 1

GRANULAÇÃO: tamanho dos elementos cristalinos que compõem uma rocha. fina - até 1 mm
média - 1 - 10 mm
grosseira - 10 - 30 mm
microcristalina - cristais não reconhecíveis a olho nu. 1

GRANULOMETRIA: especificação dos diâmetros das partículas sedimentares que constituem determinada rocha ou depósitos inconsolidados. Existem várias classificações granulométricas e uma das mais usadas é a de Wentworth:

Material	Diâmetro (mm)
matacão	> 256
bloco	64 - 256
seixo	4 - 64
grânulo	2 - 4
areia	1/16 - 2
silte	1/256 - 1/16
argila	< 1/256

GREENSTONE BELT: sucessões supra-crustais, compreendendo rochas vulcânicas e sedimentares, metamorfasadas a baixo grau em geral, energeticamente dobradas, que ocorrem como remanescentes nos crátons. Possuem idade Arqueana e Proterozóica inferior. Concentra principalmente recursos em ouro, cobre, níquel e zinco. 5-8

GRUPO: unidade lito-estratigráfica consistindo de duas ou mais formações. Pode ser agrupado em supergrupos. 1

H

HÁBITO: é a forma característica dos cristais de um mineral, que é determinada pelas formas e proporções das faces cristalográficas desenvolvidas. 1

HIDROLOGIA: o estudo de todas águas na Terra. Inclui águas subterrâneas, superficiais e pluviais. 13

HIDROTHERMAL: um adjetivo aplicado para emanções magmáticas aquecidas ou superaquecidas, ricas em água; para os processos desencadeados por estas emanções; e para as rochas, depósitos minerais, produtos de alteração e mananciais produzidos por elas. 1-13

HOLOCENO: tempo e estratos mais jovens que o Pleistoceno. Época mais recente do Quaternário, que corresponde ao topo da coluna geológica. 1-6-13

I

IDADE: 1) tempo geológico que corresponde a uma divisão de época e que é usado em correlações crono-estratigráficas locais-estágio. 2) um grande período de tempo na história da Terra marcado por condições físicas especiais ou por um desenvolvimento orgânico específico. 1

INTEMPERISMO: conjunto de processos pelos quais as rochas são desintegradas e decompostas, pela ação de agentes externos, como o vento, água, trocas de temperatura, plantas e bactérias. 13

INTRUSÃO: corpo de rocha ígnea, que penetra, inconsolidado, rochas pré-existent; a penetração pode-se efetuar através de feições estruturais definidas ou pode deformar e cortar as rochas encaixantes. 13

ISOCLINAL: dobra em que os flancos são paralelos. 13

ISÓTOPOS: elementos que têm o mesmo número de prótons no núcleo, mas diferem no número de nêutrons, isto é, têm o mesmo número atômico e peso atômico diferente. 1

J

JAZIDA: massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorando à superfície ou existente no interior da Terra, e que tenha valor econômico. 4

JURÁSSICO: período da era Mesozóica média, situado entre o Triássico e o Cretáceo. Caracterizado pelo máximo desenvolvimento dos répteis e o aparecimento das primeiras aves. Intervalo: 135 a 195 milhões de anos. 6-3

L

LAPA: 1) parte inferior de um horizonte mineralizado ou o chão de uma mina. 2) gruta, caverna. 6

LAVA: material fundido ou parcialmente fundido que provém de um vulcão ou de uma fissura na superfície da Terra; também esse mesmo material solidificado por resfriamento. 1-13

LAVRA: conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial de uma jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas. 4

LENTE: um corpo de minério ou de rocha espesso na parte central e que se adelgaça para as bordas. 1

LICENCIAMENTO: regime de aproveitamento mineral autorizado por licença expedida pela autoridade administrativa local, no município de situação da jazida, pela efetivação do registro da mesma no DNPM e pela inscrição do interessado em órgão próprio da Receita Federal. Este regime é permitido para jazidas de materiais de emprego imediato na construção civil. 4

LITOLOGIA: as características físicas de uma rocha, determinadas macroscopicamente ou com auxílio de uma lupa. 1

LITOSFERA: a porção sólida da Terra, constituída pelo Sial e pela parte superior do Sima (vide Crosta). 1-13

LOPÓLITO: um grande corpo intrusivo concordante, com um afundamento na parte central. Em seção, apresenta a forma de um pires ou de uma bacia e, em planta, geralmente mostra uma forma circular ou elíptica. 1-8

M

MACLA: resultado dos processos de geminação (vide - Geminado). 2

MÁFICO: 1) um termo geral para descrever minerais ferro-magnesianos. Em geral, usado como sinônimo para "minerais escuros", em oposição a minerais félsicos. 2) usado, ainda, para definir rochas ígneas formadas por minerais ferro-magnesianos, segundo PDG, erroneamente. 1-13

MAGMA: complexo sistema de silicatos em fusão com água e outros materiais gasosos em solução, formado no interior da crosta ou na parte superior do manto. As rochas ígneas são derivadas deste sistema por solidificação. 1-13

MANIFESTO DE MINA: documento que concedeu o direito de lava às minas em operação em 16/07/34. A partir dessa época, a concessão passou a ser feita por Decreto de Lava. 4

MANTO: porção do interior da Terra situada entre a descontinuidade de MOHOROVICIC (aproximadamente a 35 km de profundidade) e o núcleo (a 2.900 km de profundidade). Acredita-se consistir de material ultrabásico. 1-13

MATRÍCULA: regime de aproveitamento mineral através de garimpagem. É obtida pelo registro do garimpeiro na Exatoria Federal onde se localiza a jazida. 1-13

MATRIZ: um material mais fino que, em geral, constitui a fração principal da rocha, no qual estão dispersos fenocristais, fragmentos detríticos, fósseis ou metais. 1-13

MEMBRO: divisão de uma formação, geralmente por possuir característica litológica distinta ou por possuir distribuição local. 1

MERGULHO: o ângulo que um estrato ou alguma feição planar faz com o plano horizontal. É medido, perpendicularmente à direção da camada, por um clinômetro. 1-13

MESOZÓICA: era colocada entre a Paleozóica e a Cenozóica e compreendendo os períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo. Caracteriza-se pelos répteis gigantes, pelo aparecimento dos mamíferos, pela delineação, próxima da atual, dos continentes e pelos grandes derrames de lavas no sul da África, América do Sul e Índia. 13

MESOZONA: zona metamórfica intermediária em uma classificação por profundidade (com pressão e temperatura características), distinta por minerais como a cianita, estauroilita, almandina zóisita etc. As outras zonas são: a epizona - mais rasa (caracterizada por hidro-silicatos) e catazona (caracterizada pelos minerais sillimanita, enstatita, hiperstênio, ortoclásio, cordierita etc.)

META: prefixo que indica metamorfismo da rocha qualificada. Por exemplo, metagrauvaca, significando grauavaca metamorfasada.

METAMORFISMO: processo pelo qual rochas consolidadas, em profundidade, são alteradas em composição, textura ou estrutura interna, devido à pressão, calor ou fluidos quimicamente ativos, que não resultam simplesmente do soterramento e do peso da coluna rochosa sobrejacente. Os processos metamórficos são classificados como isoquímicos quando não existe introdução de material de uma fonte externa à rocha, ou metassomáticos quando ocorre uma alteração da composição da rocha. 1-13

METASSOMATISMO: transformação metamórfica, que envolve a introdução de material de uma fonte externa na rocha. (vide Metamorfismo). 13

MINA: uma jazida em lavra, ainda que suspensa. 4

MINERAL: um sólido estruturalmente homogêneo, de composição química definida, formado por processos inorgânicos naturais. Essa definição exclui o carvão, petróleo e gás, mas inclui o gelo. A exceção, de que o mineral deve ser sólido, é o mercúrio nativo, que é líquido. E a assertiva de composição química definida não significa composição constante ou fixa. 13

MINERALOGIA: ciência que estuda a natureza e formação dos minerais. 6

MINÉRIO: um mineral ou um agregado mineral, associado com a ganga e rocha hospedeira, que pode ser retirado com lucro. Deve-se considerar, ainda, alguns produtos orgânicos como o petróleo, carvão etc. 6-13

MIOCENO: época do período Terciário, situada entre o Oligoceno e o Plioceno. 1

MIOGEOSSINCLINAL: um ortogeossinclinal em que as rochas vulcânicas são raras ou ausentes, ou um domínio externo (ao lado do antepaís), com as características acima descritas, de um geossinclinal. (vide Geossinclinal e Engeossinclinal). 6

MOLASSA: sedimentos produzidos pela erosão de cadeias de montanha, no final e imediatamente após uma orogênese - sedimentos pós-tectônicos. 1-13

N

NEOSSOMA: rocha quimicamente transformada por um processo metassomático. 8

NERÍTICA: 1) zona oceânica que se estende da linha de maré baixa até uma profundidade de 200 metros - sublitoral. 2) adjetivo para os sedimentos formados nesta zona. 1

O

OLIGOCENO: época média do período Terciário. 6

OÓLITO: partícula rochosa esférica ou elipsoidal, com diâmetro entre 0,25-2,0 mm, formado por crescimento ao redor de um núcleo, em meio agitado, mostrando, assim, estrutura concêntrica ou radial. Os oólitos são usualmente calcários, mas podem ser silicosos, hematíticos, dolomíticos ou de outra composição, especialmente por substituição do calcário. 1-13

ORDOVICIANO: período da era Paleozóica, situado entre o Cambriano e o Siluriano. Caracteriza-se pelo aparecimento de novas classes de invertebrados (graptolitos) e pelo aparecimento dos primeiros vertebrados (peixes). Intervalo: 435 a 500 milhões de anos. 1-6

OROGÊNESE: é o processo de formação de montanhas, que é determinado por movimentos da litosfera que produzem dobramentos e falhas, indicando compressão tangencial. A maioria dos cinturões orogênicos originam-se nos lugares dos geossinclinais e as montanhas resultantes consistem de sedimentos e rochas vulcânicas deformados e metamorfisados de acordo com sua posição e profundidade no cinturão orogênico. Uma fase orogênica corresponde aos processos ocorridos num espaço de tempo definido e um período orogênico é constituído por várias fases. 8-13

ORTO: 1) prefixo indicativo que uma rocha metamórfica era originalmente ígnea. 2) prefixo significando puro, sem mistura.

P

PALEOCENO: primeira época do período Terciário, sendo que alguns consideram-na parte do Eoceno e outros uma transição entre o Cretáceo e o Terciário. 1

PALEONTOLOGIA: ciência que estuda a vida nas diferentes idades da história da Terra. Baseia-se no estudo de remanescentes fósseis dos organismos. 1-6

PALEOSSOMA: 1) rocha original que por metassomatismo transformou-se em Neossoma. 2) restos da rocha original contidos no Neossoma.

PALEOZÓICA: era que compreende o tempo decorrido entre a Proterozóica e a Mesozóica e que engloba os períodos Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero e Permiano. Caracteriza-se pelo domínio dos graptolitos e trilobitas e pela grande cobertura vegetal no Carbonífero. Intervalo: 225 a 600 milhões de anos. 6

PARA: prefixo indicativo que uma rocha metamórfica é derivada de um sedimento. 1

PARAGÊNESE: existência conjunta de minerais, que se formaram pelo mesmo processo genético, com uma sequência cronológica de cristalização, numa rocha ou veio. 1

PARTIÇÃO: a tendência de alguns cristais separarem ao longo de certos planos de menor resistência, que não são verdadeiros planos de clivagem; comum em minerais geminados. 1-3

PATCHES: agregados mono ou poliminerálicos isolados numa massa rochosa (uso restrito). 1

PELITO: rocha argilosa metamorfisada, mas de uso comum para rochas argilosas em geral. 13

PELLETS: partículas ovóides sedimentares, com tamanho de 0,25 a 5 mm, constituídas principalmente de carbonato de cálcio e, secundariamente, de fosfato, glauconita ou outros materiais. 13

PERÍODO: uma unidade do tempo geológico, compreende duas ou mais épocas. 1

PERMIANO: último período da era Paleozóica. Caracterizado pelo desenvolvimento dos répteis, pela diminuição da flora do Carbonífero e pela extinção dos trilobitas. Intervalo: 225 a 280 milhões de anos. 6

PESO ESPECÍFICO: a massa ou quantidade de substância, em peso, por unidade de volume. 1-6

PETROGRAFIA: ramo da ciência geológica que estuda as rochas, sua constituição, textura, classificação e demais aspectos pertinentes.

PIPE: canal cilíndrico, geralmente vertical, preenchido por corpo rochoso. 1-6

PIROCLÁSTICO: material detrítico, ejetado, explosivamente ou aereamente, de um conduto vulcânico. A rocha formada por tal material é chamada piroclástica. 1

PISÓLITO: partícula semelhante ao oólito (vide), porém com diâmetro maior (2,0 a 10,0 mm). 1

PLÁCER: material aluvial, eluvial ou coluvial que contém quantidades econômicas de algum mineral valioso; os mais importantes são aqueles contendo ouro, platina, diamante e estanho. 13

PLATAFORMA: área de sedimentação menos espessa adjacente a uma cunha geossinclinal com camadas equivalentes mais espessas. 1

PLATAFORMA CONTINENTAL: parte do assoalho oceânico, marginal aos continentes, com suave declividade, que se estende da praia até a um brusco acentuamento do declive, que ocorre aproximadamente na cota 200, negativa. 1-6-13

PLAYA: depressão central em uma planície desértica onde, depois de uma chuva, a água é depositada e, posteriormente, evaporada. 1

PLEISTOCENO: época do período Quaternário, compreendida entre o Terciário e o Holoceno. Também chamada época glacial, pós-Plioceno ou pós-Terciário. 1

PLIOCENO: última época do período Terciário. 1

PLUG: 1) é um canal de alimentação, aproximadamente circular e vertical, de um vulcão preenchido por lava solidificada ou material piroclástico, que, subseqüentemente, é exposto pela erosão do cone vulcânico. 2) pequena massa ígnea intrusiva, plutônica, cilíndrica e mais ou menos vertical. 13

POLIMÍTICO: refere-se a rochas detríticas que consistem de fragmentos de diferentes materiais. Quando os fragmentos são de, principalmente, um tipo de material, o termo é oligomítico. 13

PRÉ-CAMBRIANO: tempo geológico que se estende da consolidação da crosta terrestre até a base da era Paleozóica. Dividido em Arqueano e Proterozóico (vide). 13

PROTEROZÓICO: era mais jovem do Pré-cambriano. A vida nesse tempo é insignificante e mal conhecida. 1-6

PROVÍNCIA: uma grande área ou uma região, distinta e unificada por determinados aspectos geológicos ou metalogenéticos. 1

PSEUDOMORFO: um mineral ocorrendo na forma cristalina própria de outro, devido à substituição ou à alteração química. 1-13

Q

QUATERNÁRIO: o mais jovem período da era Cenozóica, que se estende do fim do Terciário até o presente. É subdividido em 2 épocas: Pleistoceno e Holoceno. 1

QUILATE: unidade básica de medida de gemas, definida como 1/5 do grama, e, por sua vez, é subdividido em 100 pontos. O termo é também utilizado para definir a pureza do ouro. Neste caso, quando se fala em ouro 24 quilates, significa que em cada 1000 partes do material, existe 1000 partes de ouro; quando o ouro é 18 quilates significa que em 24 partes, 18 são de ouro e 6 de outros metais (ouro 750). 10

R

RECIFE (reef): construção rochosa, em forma de montículo ou acamada, formada por remanescentes de organismos sedentários, tais como os corais, "in situ", por fragmentos orgânicos transportados e por material quimicamente precipitado. Os recifes se formam em mares rasos sob condições especiais de temperatura, salinidade e limpidez da água. Um recife típico possui três partes: o núcleo, o recife frontal (fore-reef) que, geralmente, se volta para o mar aberto, e o recife posterior (back-reef) voltado para a terra. 1-8-13

RECRISTALIZAÇÃO: processo pelo qual a rocha, durante metaformismo, sofre alteração na sua estrutura química e mineralogia e transforma-se para alcançar uma fase estável. O termo é também usado para definir mudanças cristalinas originadas por processos diagenéticos. 11-12

RED-BEDS: termo aplicado a uma assembléia de rochas sedimentares formadas em ambiente altamente oxidante, de modo que o ferro está na forma de hidróxido férrico, vermelho. A maior parte destas rochas são formadas em ambiente continental com clima árido. 13

RELATÓRIO DE PESQUISA: documento preparado pelo titular de pesquisa, findo o prazo de vigência ou de renovação, contendo os dados informativos sobre a reserva mineral, a qualidade do minério, a exeqüibilidade da lavra e outras informações complementares. Caso o resultado da pesquisa seja negativo, isto deverá, também, ser demonstrado em relatório. 4

RESERVA INDICADA: tonelagem e teor do minério computado, em parte, de medidas e amostras específicas ou dados de produção e, outra parte, por extrapolação com base em evidências geológicas. 4

RESERVA INFERIDA: estimativa feita com base no conhecimento dos caracteres geológicos do depósito mineral, havendo pouco ou nenhum trabalho de pesquisa. 4

RESERVA MEDIDA: tonelagem e teor do minério revelados por afloramentos, trincheiras, galerias e sondagens e amostragem pormenorizada, respectivamente. A tonelagem e o teor são determinados de modo que não apresentem variação de 20%, para mais ou menos, da quantidade verdadeira. 4

ROCHA: qualquer massa de matéria mineral, agregada naturalmente, seja consolidada ou não e que constitui uma parte essencial e apreciável da crosta terrestre. As rochas podem consistir de somente um mineral, monominerálicas, mas a maioria é formada por um agregado de espécies minerais. As rochas, quanto à origem, podem ser classificadas em:

Sedimentares: são aquelas formadas pela acumulação de sedimentos nos mares, rios, lagos, desertos, deltas etc. Elas podem se constituir de fragmentos, de diversos tamanhos, de rochas pré-existentes, formando as rochas clásticas; de remanescente ou produtos de animais e plantas, formando as rochas orgânicas; de precipitados químicos ou evaporitos, formando as rochas químicas. As rochas sedimentares podem ser constituídas pela mistura destes tipos, com predomínio de um tipo.

Ígneas: rochas formadas a partir da cristalização de um magma. Estas rochas podem se cristalizar próximo ou na superfície da terra (extrusivas - efusivas - vulcânicas) ou podem se cristalizar em profundidade (intrusivas - plutônicas - hipabissais), aflorando pela erosão das rochas sobrejacentes. As rochas ígneas são classificadas por vários critérios, os principais são: profundidade de cristalização e granulação, grau de saturação em sílica, índice de cor, tipo de feldspato, textura e composição química e mineralógica.

Metamórficas: rochas ígneas ou sedimentares que tenham sofrido processos de metamorfismo (vide). São classificadas em função da estrutura, composição e/ou da rocha original. 1-13

S

SEDIMENTO: material sólido, mineral ou orgânico, que esteja em suspensão, que esteja sendo ou tenha sido removido do lugar de origem por água, ar ou geleira, depositando-se na superfície terrestre, acima ou abaixo do nível do mar. 1-6

SÉRIE: termo crono-estratigráfico que corresponde às rochas formadas durante o intervalo de tempo correspondente a uma época. 1-6

SILL: corpo intrusivo ígneo, de espessura aproximadamente uniforme, pouco espesso se comparado com sua superfície, disposto paralelamente ao acamamento ou xistosidade da rocha intrudida. 1

SILTE: partícula com diâmetro entre 1/16 e 1/256 milímetros, constituinte de rochas sedimentares e solos. 1

SILURIANO: período da era Paleozóica, situado entre o Ordoviciano e o Devoniano. Caracteriza-se pelo aparecimento dos peixes ostracodermos, dos primeiros animais terrestres (escorpiões) e de algumas plantas terrestres. Intervalo: 395 a 445 milhões de anos. 6

SINCLINAL: dobra na qual as camadas mergulham de maneira convergente para um eixo, com as rochas mais novas no núcleo. 6-8

SINGENÉTICO: mineral ou depósitos minerais formados contemporaneamente às rochas encaixantes. 13

SISTEMA: designa rochas formadas durante um período (vide). 6-13

SISTEMA CRISTALINO: classificação na qual os cristais que possuem eixo de simetria da mesma ordem são agrupados. São 7 os sistemas cristalinos: cúbico, tetragonal, hexagonal, trigonal, ortorrômbico, monoclinico e triclínico. 10

STOCK: massa rochosa com as mesmas características de um batólito, porém com dimensões mais reduzidas. 8

STOCKWORK: fissuras ou vênulos preenchidos por matéria mineral, ramificados e dicótomos numa rocha encaixante. 13

STRESS: reação de um corpo, por forças internas, tendendo a manter ou restaurar sua forma original, quando solicitado por uma força externa. 8

SUPERFÍCIE DE APLAINAMENTO (ou de erosão), área do relevo com estruturas diversas, aplainadas ou cortada de modo indiferente pela erosão, dando uma forma topográfica discordante da estrutura. 6

SUPERGÊNICO: mineral ou massa mineral gerado por processos envolvendo água percolando em subsuperfície, com ou sem material dissolvido. Os típicos processos supergênicos são solução, hidratação, oxidação, precipitação e substituição - supérgeo. 13

T

TABELA PERIÓDICA: classificação dos elementos que são dispostos em seqüência pela ordem do número atômico ou peso atômico, arranjados em linhas horizontais (períodos) e colunas verticais (grupos). Tal arranjo ilustra a variação das propriedades dos elementos como uma função periódica. 7

TERCIÁRIO: período da era Cenozóica, que abrange do fim da Mesozóica ao início do Quaternário. Caracteriza-se pelo desaparecimento dos grandes répteis mesozóicos e desenvolvimento dos mamíferos. Intervalo: 2 a 65 milhões de anos. 6

TEXTURA: aspectos geométricos das partículas componentes de uma rocha, incluindo arranjo, tamanho e forma. 13

TRAÇO: cor do pó de um mineral, quando atritado sobre uma superfície despolida ou sobre a porcelana. 3

TRAP: refere-se a derrames, sills ou diques de rochas ígneas (compactas e de grã fina), especialmente basalto e diabásio. 13

TRIÁSSICO: período basal da era Mesozóica. Caracteriza-se pela proliferação dos moluscos e inicia a abundância dos répteis. 6

V

VEIO: corpo sinuoso, tabular ou lamelar, de minerais, introduzido em uma junta ou fissura ou num sistema de juntas e fissuras. Os veios em geral resultam de processos ígneos mas, circunstancialmente, derivam de processos sedimentares. Vênulo é um pequeno veio. 13

VULCÃO: é um conduto ou fissura na crosta terrestre pelo qual o magma, cinzas, gases quentes ou outros fluidos escapam para a superfície ou, em certos casos, para o fundo do mar. Existe uma clara associação geral de vulcanismo com orogenia, tanto que atualmente os vulcões se localizam nos cinturões orogênicos do Pacífico, do Caribe, do Mediterrâneo - Alpes - Norte da África - Himalaia e no sistema de rifts da África Oriental. 8-13

X

XENÓLITO: fragmento de rocha, geneticamente estranho a rocha ígnea em que ele ocorre. 1

XISTO VERDE (Fácies): rochas metamórficas produzidas sob condições de baixa temperatura. 1

XISTOSIDADE: estrutura planar gerada por metamorfismo regional a baixa e média temperaturas, definida pela orientação de minerais micáceos em superfícies paralelas ou subparalelas, segundo a qual a rocha pode se partir em fatias ou lâminas com superfícies lustrosas. 8

BIBLIOGRAFIA

- 1 - AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE, Dictionary of Geological terms. Garden City, Anchor Books, 1974, 545 p.
- 2 - DANA, Edward Salisbury. A textbook of mineralogy. 4.ed. New York, J. Wiley, 1949. 851 p.
- 3 - DANA, James D. Manual de mineralogia. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970. 2 v.
- 4 - DNPM.DFPM. Código de mineração e legislação correlativa. Ed. rev. Brasília, 1981. 200 p.
- 5 - FANTON, José Jacob, Some comparisions between Brazilian greenstone belts and classical models, with special reference to Australian examples. London, Univ. of London, 1981. 156 p. Thesis (Master of Science) Univ. of London.
- 6 - GUERRA, Antônio Teixeira. Dicionário geológico-geomorfológico. 5.ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1978. 446 p. (Biblioteca Geográfica Brasileira. Série A; Publ. n. 21).
- 7 - LAPEDES, Daniel N. ed. McGraw - Hill of scientific and technical terms. New York, McGraw-Hill, 1974. 1634 p.
- 8 - LOCZY, Louis de & LADEIRA, Eduardo A. Geologia estrutural e introdução à geotectônica. São Paulo, E. Blücher, Rio de Janeiro, CNPq, 1976. 528 p.
- 9 - MENEZES, Ivan de, org. Classificação periódica dos elementos, Belo Horizonte, 1980.
- 10 - MOURA, Odílio José Marensi de; PINHEIRO, Stelamaris Oliveira, NASSIF, Marcelo Arruda. Gemas de Minas Gerais. Belo Horizonte, METAMIG, 1981. 74 p.
- 11 - PETTIJOHN, Francis James. Sedimentary rocks. 3.ed. New York, Harper & Row, 1975. 628 p.
- 12 - ASPRY, Alan, Metamorphic textures. Oxford, Pergamon, 1974, 350 p.
- 13 - WHITTEN, D.G.A. & BROOKS, J.R.V. A dictionary of geology. Harmondsworth, Penguin Books, 1974. 493 p.

Índice remissivo



Índice remissivo

A	
Actinolita , 57	
Adulária , 125	
África:	
Diamante, 114	
África do Sul:	
Amianto, 58	
Corindon, 71	
Cromo, 107	
Fluorita, 222	
Manganês, 162	
Ouro, 187	
Pirita, 195	
Talco, 58	
Titânio, 206	
Urânio, 214	
Zircônio, 206	
Agalmatólito , 57- 62	
África, 58	
Bibliografia, 62	
Canadá, 58, 59	
Economia,	
Estados Unidos da América (EUA), 58	
Exportação/Importação, 59	
Geologia, 58	
Goiás, 58, 59	
Histórico, 57	
Mapa, 60-61	
Minas Gerais, 58, 59	
Mineralogia, 57	
Perspectivas, 59	
Produção, 59	
Utilização, 57	
Água Marinha , 146	
Água Mineral , 63-6	
Água Arsenical, 66	
Bicarbonatada, 63	
Carbogasosa, 63	
Cloratada, 66	
Ferruginosa, 66	
Oligometálica, 63	
Radioativa, 63	
Sulfatada, 66	
Sulfurosa, 66	
Bahia, 66	
Bibliografia, 66	
Composição Química, 63	
Economia, 66	
Gases, 63	
Geologia, 63-6	
Hidrologia, 63	
Histórico, 63	
Mapa, 64-5	
Minas Gerais:	
Paraíba, 66	
Paraná, 66	
Piauí, 66	
Produção, 66	
Rio de Janeiro, 66	
Rio Grande do Norte, 66	
Rio Grande do Sul, 66	
Santa Catarina, 66	
São Paulo, 66	
Temperatura, 63	
Terapia, 63, 66	
Alabandita , 162	
Alagoas: VER Brasil/Alagoas.	
Alexandrita , 146	
Almandita , 146	
Alumínio , 67-73	
Amapá, 70	
Amazonas, 70	
Austrália, 70	
Bibliografia, 73	
Cloreto, 67	

Demanda, 72	
Geologia, 70-1	
Histórico, 67	
Liga, 67	
Mapa, 68-9	
Minas Gerais, 70, 71	
Mineralogia, 67-8	
Pará, 70	
Perspectivas, 73	
Reservas, 71	
Rio de Janeiro, 70	
Santa Catarina, 70	
São Paulo, 70	
Utilização, 67	
Amapá: VER Brasil/Amapá.	
Amazonas: VER Brasil/Amazonas.	
Amazonita , 125	
Ambligonita , 155	
Ametista , 146, 199	
Amianto , 57	
África, 58	
Alagoas, 58	
Bahia, 58	
Canadá, 58	
Demanda, 59	
Exportação/Importação, 59	
Geologia, 58	
Goiás, 58	
Itália, 58	
Minas Gerais, 58	
Perspectivas, 59	
Piauí, 58	
Produção, 59	
Reservas, 58	
URSS, 58	
Amosita , 57	
Geologia, 58	
Anatásio , 203	
Minas Gerais, 206	
Antimônio:	
Minas Gerais, 223	
Mineralogia, 219	
Reservas, 223	
Antofilita , 57	
Apatita , 137	
Ardósia , 75, 78	
Exportação/Importação, 78	
Histórico, 75	
Mapa, 76-77	
Minas Gerais, 75	
Produção, 75	
Reservas, 75	
Santa Catarina, 75	
Areia , 79-82	
Economia, 79-82	
Exportação/Importação, 79	
Geologia, 79	
Localização, 79	
Mapa, 80, 81	
Mineralogia, 79	
Ocorrências, 79	
Produção, 79	
Reservas, 79-82	
Utilização, 79	
Arenito:	
Geologia, 75	
Argentita , 186	
Argila, 83-86	
Bibliografia, 86	
Denominação, 83	
Economia, 86	
Exportação/Importação, 86	

Geologia, 83-86	
Intemperismo, 83	
Mapa, 84-5	
Minas Gerais, 86	
Mineralogia, 83	
Produção, 86	
Reservas, 86	
Tipos, 83-86	
Utilização, 83	
Argilo-Minerais , 83	
Arsênico, 183, 186	
Arsenopirita , 186	
Asbesto , 57	
Austrália:	
Alumínio, 70	
Manganês, 162	
Zircônio, 206	
Autunita , 214	
Aventurina , 199	
Azurita , 218	
B	
Bahia: VER Brasil/Bahia.	
Bário , 87- 91	
Bahia, 90	
Bibliografia, 91	
Demanda, 91	
Depósitos, 87	
Elementos, 90	
Estados Unidos da América (EUA), 90	
Exportação/Importação, 91	
Geologia, 87	
Goiás, 90	
Histórico, 87	
Mapa, 88-89	
Minas Gerais, 90	
Mineralogia, 87	
Paraíba, 90	
Paraná, 90	
Perspectivas, 91	
Produção, 90	
São Paulo, 90	
URSS, 90	
Utilização, 87	

Basalto:	
Geologia, 75	
Minas Gerais, 75	
Bauxita:	
Depósitos, 70	
Exportação/Importação, 72	
Geologia, 70	
Minas Gerais, 71	
Mineralogia, 67	
Pará, 71	
Produção, 72	
Reservas, 71	

Bentonita: VER Argila	
Berílio: VER Berilo	
Berilo , 93-7	
Alagoas, 94	
Bahia, 94	
Bibliografia, 95	
Ceará, 94	
Demanda, 94	
Economia, 94	
Espírito Santo, 94	
Exportação/Importação, 94	
Geologia, 93	
Histórico, 93	
Mapa, 96-97	
Minas Gerais, 94	

Mineralogia, 93	
Paraíba, 94	
Perspectivas, 94	
Produção, 94	
Reservas, 94	
Rio Grande do Norte, 94	
Utilização, 93	
Biotita , 167	
Blenda: VER Esfalerita	
"Blue Asbesto": VER Crocidolita.	
Bornita , 218	
Braunita , 162	
Bravoita , 177	
Brasil:	
Acre:	
Diamante, 114	
Estanho, 122	
Ouro, 187	
Pirita, 195	
Alagoas:	
Amianto, 58	
Berilo, 94	
Ferro, 134	
Amapá:	
Alumínio, 70	
Feldspato, 126	
Manganês, 162	
Amazonas:	
Alumínio, 70	
Estanho, 122	
Gemas, 147	
Ouro, 187	
Linhito, 210	
Bahia:	
Água Mineral, 66	
Amianto, 58	
Bário, 90	
Berilo, 94	
Cianita, 103	
Cobre, 223	
Cromo, 107	
Diamante, 114	
Esmeralda, 146	
Fosfato, 138	
Gemas, 147	
Grafita, 150	
Linhito, 210	
Lítio, 158	
Magnesita, 99	
Molibdênio, 215	
Ouro, 187	
Quartzo, 202	
Sapropelito, 207	
Talco, 58, 59	
Urânio, 214	
Vanádio, 219	
Zinco, 222	
Ceará:	
Berilo, 94	
Calcário, 99	
Esmeralda, 146	
Feldspato, 126	
Grafita, 150	
Lítio, 158	
Magnesita, 99	
Ouro, 187	
Espírito Santo:	
Berilo, 94	
Grafita, 150	
Titânio, 206	
Tório, 215	
Turfa, 207	
Zircônio, 206	

Goiás:

Amianto, 58, 59
Bário, 90
Cianita, 103
Cobalto, 223
Cobre, 223
Cromo, 107
Diamante, 144
Dolomito, 99
Esmeralda, 146
Estanho, 122
Fosfato, 138
Litio, 158
Ouro, 187
Urânio, 214

Mato Grosso:

Diamante, 144
Estanho, 122
Ferro, 134
Fosfato, 138
Manganês, 162
Ouro, 187

Minas Gerais:

Agalmatólito, 58, 59
Água Mineral, 66
Alumínio, 70, 71
Amianto, 58
Anatásio, 206
Antimônio, 219
Ardósia, 75
Argila, 86
Bário, 90
Basalto, 75
Bauxita, 71
Berilo, 94
Cálcio,99
Cianita, 103
Cobre, 223
Coríndon, 223
Cromo, 107
Diamante, 114
Dolomito, 99
Esmeralda, 146
Estanho, 122
Feldspato, 126
Ferro, 134
Fluorita, 218
Fosfato, 138
Gemas, 147
Geologia: VER Geologia/MG.
Grafita, 150
Granada, 146
Granito, 191
Linhito, 210
Litio, 158
Manganês, 162
Mármore, 191
Mica, 170
Mineração: VER Mineração/MG.
Molibdênio, 215
Ouro, 187
Pirita, 198
Quartzito, 75
Quartzo, 199
Talco, 58, 59
Titânio, 206
Topázio,
Tório, 215
Turfa, 207
Turmalina, 146
Urânio, 214
Vanádio, 219
Zinco, 222
Zircônio, 206

Minas Gerais/Regiões Políticas, 18-28

Bibliografia, 28
Região I, 19
II, 20
III, 21
IV, 22
V, 23
VI, 26
VII, 27
VIII, 28

Pará:

Alumínio, 70
Bauxita, 71
Cianita, 103
Diamante, 114
Estanho, 122
Ferro, 134
Manganês, 162

Paraíba:

Água Mineral, 66
Bário, 90
Berilo, 94
Coríndon, 71
Feldspato, 126
Fosfato, 138
Titânio, 206
Zircônio, 206

Paraná:

Água Mineral, 66
Bário, 90
Calcário, 99
Diamante, 114
Dolomita, 99
Feldspato, 126
Fluorita, 222
Talco, 58, 59
Urânio, 214
Zinco, 222

Piauí:

Água Mineral, 66
Amianto, 58
Diamante, 114

Rio de Janeiro (Estado):

Água Mineral, 66
Alumínio, 70
Coríndon, 71
Feldspato, 126
Fluorita, 222
Gemas, 147
Grafita, 150
Linhito, 210
Titânio, 206
Tório, 215
Turfa, 207
Zircônio, 206

Rio Grande do Norte:

Água Mineral, 66
Berilo, 94
Calcário, 99
Coríndon, 71
Feldspato, 126

Rio Grande do Sul:

Água Mineral, 66
Estanho, 122
Feldspato, 126
Talco, 58

Santa Catarina:

Água Mineral, 66
Alumínio, 70
Ardósia, 75
Feldspato, 126
Ferro, 134
Fluorita,
Fosfato, 138
Pirita, 195

São Paulo (Estado):

Água Mineral, 66
Alumínio, 70
Amianto, 50
Bário, 90
Calcário, 99
Dolomita, 99
Feldspato, 126
Ferro, 134
Fosfato, 138
Gemas, 147
Grafita, 150
Granito, 191
Linhito, 210
Litio, 158
Sapropelito, 207
Talco, 58
Zircônio, 206

C

Cádmio, 219

Calamina, 218

Calaverita, 286

Calcário, 99-102

Bibliografia, 102
Ceará, 99
Classificação, 99
Economia, 102
Geologia, 99
Histórico, 99
Mapa, 100-101

Mineralogia, 99
Perspectivas, 102
Produção, 102
Reservas, 102
Rio Grande do Norte, 99
São Paulo, 99
Utilização, 99

Calcedônia, 199

Calcita: VER Calcário.

Calcopirita, 218

Canadá:

Amianto, 58, 59
Cianita, 103
Cobalto, 223
Cobre, 223
Coríndon, 71
Ferro, 134
Fluorita, 222
Grafita, 150
Mica, 170
Talco, 58, 59
Titânio, 206
Tório, 215
Urânio, 214
Zinco, 222

Carnotita, 219

Carrolita, 219

Cascalho: VER Areia.

Cassiterita: VER Estanho

Caulim: VER Feldspato.
VER TAMBÉM Argila Residual.

Ceará: VER Brasil/Ceará.

Celsiana, 125

Cerargirita, 186

Cerussita, 218

Chumbo:

Bahia, 224
Demanda, 224
Depósitos, 219
Histórico, 217
Exportação/Importação, 224
Minas Gerais, 224
Mineralogia, 218
Perspectivas, 224
Produção, 224
Reservas, 224
São Paulo, 224
Utilização, 217
VER TAMBÉM Zinco.

Cianita, 103-6

Bahia, 103
Bibliografia, 106
Canadá, 103
Economia, 106
Estados Unidos da América - EUA, 103
Geologia, 103
Goiás, 103
Mapa, 104-105
Minas Gerais, 103
Mineralogia, 103
Pará, 103
Produção, 106
Reservas, 106
URSS, 103
Utilização, 103

Cilindrita, 119

Citrino, 146, 199

Cobaltita, 219

Cobalto:

Canadá, 223
Estados Unidos da América-EUA, 223
Goiás, 223
Mineralogia, 219
Reservas, 223

Cobre:

Bahia, 223
Canadá, 223
Depósitos, 223
Estados Unidos da América - EUA, 223
Goiás, 223
Minas Gerais, 223

Mineralogia, 218
Reservas, 223
URSS, 223

Columbita, 171

Coríndon:

África, 71
Estados Unidos da América - EUA, 71
Minas Gerais, 71
Mineralogia, 67
Paraíba, 71
Reservas, 71
Rio de Janeiro, 71
Rio Grande do Norte, 71
URSS, 71

Covellita, 218

Criptomelana, 161

Crisoberilo: VER TAMBÉM Berilo.

Crisotila, 57

Geologia, 58

Cristal de Rocha, 146, 199

Crocidolita, 57

Cromo, 207-11

África, 107
Bahia, 107
Bibliografia, 111
Demanda, 110
Depósitos, 107
Economia, 110
Exportação/Importação, 111
Geologia, 107
Goiás, 110
Mapa, 108-9
Minas Gerais,
Mineralogia, 107
Perspectivas, 111
Produção, 111
Reservas, 110
URSS, 107
Utilização, 107

Cuprita, 218

D

Descloizita, 219

Diamante, 113-8

África, 114
Bahia, 114
Bibliografia, 118
Demanda, 115
Depósitos, 113
Economia, 115
Exportação/Importação, 115
Geologia, 113-5
Goiás, 114
Mapa, 116-7
Mato Grosso, 114
Minas Gerais, 114
Mineralogia, 113
Pará, 114
Paraná, 114
Perspectivas, 115, 118
Piauí, 114
Produção, 115
URSS, 114
Utilização, 113

Divisão Política :VER Minas Gerais/
Regiões Políticas.

Dolomito: VER Calcário.

E

Economia: VER Entrada Principal. *

Eletro, 183

Enargita, 186

Esfalerita, 218

Esmaítita, 219

Esmeralda, 146

Esmeril: VER Coríndon.

Espessartita, 162

Espírito Santo: VER Brasil/Espírito Santo.

Espodumênio, 146

Estados Unidos da América (EUA):

- Bário, 90
- Cianita, 103
- Cobalto, 223
- Cobre, 223
- Coríndon, 71
- Feldspato, 126
- Ferro, 134
- Fluorita, 222
- Fosfato, 138
- Grafita, 150
- Linhito, 210
- Lítio, 158
- Mica, 170
- Molibdênio, 215
- Ouro, 187
- Pirita, 195
- Talco, 58
- Topázio,
- Tório, 215
- Turfa, 207
- Turmalina, 146
- Urânio, 214
- Vanádio, 219
- Zinco, 22
- Zircônio, 206

Estanho, 119-24

- Amazonas, 122
- Bibliografia, 124
- Demanda, 123
- Depósitos, 122
- Economia, 123
- Exportação/Importação, 123
- Geologia, 122
- Goiás, 122
- Histórico, 119
- Introdução, 119
- Mapa, 120, 1
- Mato Grosso, 122
- Minas Gerais, 122
- Mineralogia, 119
- Pará, 122
- Paraíba, 122
- Perspectivas, 123
- Produção, 123
- Rio Grande do Sul, 122
- Rondônia, 122
- URSS, 122
- Utilização, 119

Esteatito

- Geologia, 58
- Mineralogia, 57

Euclásio: VER Berilo

F

Feldspato, 125-30

- Amapá, 126
- Bibliografia, 130
- Ceará, 126
- Demanda, 127, 130
- Depósitos, 126
- Economia, 126-30
- Estados Unidos da América - EUA, 126
- Exportação/Importação, 127, 130
- Geologia, 126
- Histórico, 125
- Itália, 126
- Mapa, 128-9
- Minas Gerais, 126
- Mineralogia, 125
- Paraíba, 126
- Paraná, 126
- Perspectivas, 127, 130
- Produção, 126
- Reservas, 126
- Rio de Janeiro, 126
- Rio Grande do Norte, 126
- Santa Catarina, 126
- São Paulo, 126
- Utilização, 125

Fenacita: VER Berilo

Fergusonita, 171

Ferro, 70, 131-6

- Alagoas, 134
- Bibliografia, 136
- Canadá, 134
- Demanda, 135
- Depósitos, 134
- Economia, 135
- Estados Unidos da América - EUA, 134

Ferro:

- Exportação/Importação, 135
- Geologia, 134
- Histórico, 131
- Mapa, 132-3
- Mato Grosso, 134
- Minas Gerais, 134
- Mineralogia, 131
- Pará, 134
- Perspectivas, 136
- Produção, 135
- Reservas, 135
- São Paulo, 134
- Santa Catarina, 134
- Utilização, 131

Ferro Antofilita: VER Amosita.

Fertilizantes, 137-42

- África, 138
- Bahia, 138
- Bibliografia, 142
- Demanda, 139
- Depósitos, 138
- Economia, 139
- Estados Unidos da América (EUA), 138
- Exportação/Importação, 139
- Fontes Comerciais, 137
- Geologia, 138
- Mapa, 140
- Minas Gerais, 138
- Mineralogia, 137
- Nutrientes, 137
- Perspectivas, 139
- Produção, 139
- Reservas, 138
- São Paulo, 138
- URSS, 138
- Utilização, 137

Flogopita, 167

Fluorita:

- África, 222
- Depósitos, 222
- Estados Unidos da América (EUA), 222
- Histórico, 217
- Minas Gerais, 222
- Mineralogia, 219
- Paraná, 222
- Reservas, 222
- Rio de Janeiro, 222
- Utilização, 217

Fosfatos, 137-42

Fosforita, 137

G

Galena, 218

Garnierita, 177

Gemas, 143-7

- Amazonas, 147
- Bahia, 147
- Beneficiamento, 147
- Bibliografia, 147
- Ceará, 147
- Dificuldades, 147
- Economia, 147
- Exportação/Importação, 147
- Geologia, 146
- Goiás, 147
- Histórico, 144-5
- Minas Gerais, 147
- Mineralogia, 146

Gemas:

- Produção, 147
- Rio de Janeiro, 147
- Rio Grande do Sul, 147
- São Paulo, 147
- VER TAMBÉM Coríndon.

Geologia, 31

- Bibliografia, 42
- Era Cenozóica, 32
 - Mesozóica, 32
 - Paleozóica, 31
- Eras Pré-Cambrianas, 31
- Formações, 32
- Grupos/Super-Grupo, 33
- Idade das Rochas, 33
- Petrografia, 33

Geologia/MG, 35-42

- Período Cenozóico, 42
 - Mesozóico, 41-2
 - Pré-Cambriano, 35, 41

Geologia: VER Entrada Principal*.

Goiás: VER Brasil/Goiás.

Grafita:

- Bahia, 150
- Bibliografia, 154
- Canadá, 150
- Ceará, 150
- Demanda, 150
- Depósitos, 149
- Espírito Santo, 150
- Estados Unidos da América (EUA), 150
- Exportação/Importação, 150
- Geologia, 149
- Histórico, 149
- Mapa, 152-3
- Minas Gerais, 150
- Mineralogia, 149
- Perspectivas, 150
- Produção, 150
- Reservas, 150
- Rio de Janeiro, 150
- São Paulo, 150
- URSS, 150
- Utilização, 149

Granada, 146

Granito: VER Pedras Ornamentais.

Guano, 137

H

Hausmanita, 161

Hiliodoro, 146

Hematita, 131

Heterogenita, 219

Hialofana, 125

- Estados Unidos da América (EUA), 203
- URSS, 203

I

Introdução, 11

- Reservas, 12

Itália:

- Amianto, 59
- Feldspato, 124
- Pirita, 195
- Talco, 57

L

Laterita, 70

Lepidolita, 155, 167

Leucoxênio, 203

Lineita, 177, 219

Linhito, 210

Lítio, 155-9

- Bahia, 158
- Bibliografia, 159
- Ceará, 158
- Demanda, 158
- Depósitos, 158
- Economia, 158
- Estados Unidos da América (EUA), 158
- Exportação/Importação, 156
- Goiás, 158
- Histórico, 155
- Mapa, 157-7
- Minas Gerais, 158
- Mineralogia, 155
- Perspectivas, 159
- Produção, 158
- Reservas, 158
- São Paulo, 158
- Utilização, 155

Litioforita, 162

Litopônio: VER Bário.

Lollingita, 186

M

Magnesita, 99

VER Calcário.

Magnesita, 131

Malaquita, 218

Manganês, 40, 161-6

- África, 162
- Amapá, 162
- Austrália, 162
- Bibliografia, 166
- Demanda, 166
- Depósitos, 162
- Economia, 163
- Exportação/Importação, 166
- Histórico, 161
- Mato Grosso, 162
- Mapa, 164-5
- Minas Gerais, 162
- Mineralogia, 161
- Pará, 162
- Perspectivas, 166
- Produção, 166
- Reservas, 163
- URSS, 162
- Utilização, 161

Manganita, 162

Margarita, 167

Mármore: VER Pedras Ornamentais.

Martita, 131

Mato Grosso: VER Brasil/Mato Grosso

Mica, 167-70

- Bibliografia, 170
- Canadá, 170
- Economia, 170
- Estados Unidos da América (EUA)
- Geologia, 170
- Mapa, 168
- Minas Gerais, 170
- Mineralogia, 167
- Produção, 170
- Reservas, 170
- URSS, 170
- Utilização, 167

Microclínio, 125

Millerita, 177

Minas Gerais: VER Brasil/Minas Gerais.

Mineração:

- Minas Gerais, 45, 51
- Bibliografia, 51
- Empregos, 47-9
- Estatística, 45
- Exportação, 51
- Garimpos, 49
- Histórico, 45
- Oscilações, 45
- Produção, 45-46
- Crescimento, 47
- Salários, 49
- Tributos, 49

Minerais, 56

Mineralogia: VER Entrada Principal*.

Molibdênio:

- Bahia, 215
- Bibliografia, 215
- Depósitos, 215
- Estados Unidos da América (EUA), 215
- Histórico, 211
- Minas Gerais, 215
- Mineralogia, 214
- Reservas, 215
- VER TAMBÉM Urânio.

Molibdenita, 214

Molibdita, 214

Monazita, 214

Morganita, 146

Moscovita, 167

N	
Nióbio - Tântalo, 171-5	
Bibliografia, 175	
Canadá, 174	
Demanda, 175	
Depósitos, 174	
Economia, 174	
Exportação/Importação, 175	
Geologia, 174	
Goiás, 174	
Histórico, 171	
Mapa, 172-3	
Minas Gerais, 174	
Mineralogia, 171	
Perspectivas, 175	
Produção, 174	
Reservas, 174	
Níquel, 177-81	
Bibliografia, 179	
Canadá, 178	
Demanda, 178	
Depósitos, 177	
Economia, 178	
Estados Unidos da América (EUA),	
Exportação/Importação, 178	
Geologia, 177	
Goiás, 178	
Histórico, 177	
Mapa, 180-1	
Minas Gerais, 178	
Nova Caledônia, 178	
Pará, 178	
Perspectivas, 179	
Piauí, 178	
Produção, 178	
Reservas, 178	
URSS, 178	
Utilização, 177	
O	
"Olho-de-Gato", 199	
"Olho-de-Tigre", 199	
Opala, 199	
Ortoclásio, 125	
Ouro, 183-90	
África, 187	
Amazonas, 187	
Autoridade Monetária, 189	
Bahia, 187	
Bibliografia, 190	
Ceará, 187	
Demanda, 188	
Depósitos, 187	
Economia, 188-90	
Estados Unidos da América, 187	
Exportação/Importação, 189	
Geologia, 187	
Goiás, 187	
Introdução, 183	
Mapa, 184-5	
Mato Grosso, 187	
Minas Gerais, 187	
Mineralogia, 183-6	
Oferta, 188	
Paraná, 187	
Perspectivas, 189	
Preço, 189	
Procura, 188	
Produção, 188	
Reservas, 187	
URSS, 187	
Utilização, 183	
P	
Pagodito: VER Pedra-Sabão.	
Paládio, 183	
Pará: VER Brasil/Pará.	
Paraíba: VER Brasil/Paraíba.	
Paraná: VER Brasil/Paraná.	
Patronita, 219	
Pechblenda, 214	
Pedra Sabão, 57	

Pedras Ornamentais, 191-4	
Bibliografia, 194	
Economia, 191	
Exportação/Importação, 191	
Mapa, 192-3	
Mineralogia, 191	
Produção, 191	
Utilização, 191	
Pegmatito, 98	
Pentlandita, 177	
Perovskita, 203	
Petalita, 155	
Piauí: VER Brasil/Piauí.	
Picrolita, 57, 58	
Pirargirita, 186	
Pirita, 195-8	
África, 195	
Bibliografia, 198	
Demanda, 198	
Denominação, 195	
Depósitos, 195	
Economia, 198	
Estados Unidos da América (EUA), 195	
Geologia, 195-8	
Itália, 195	
Jazimento, 195	
Mapa, 196-7	
Metalurgia, 198	
Minas Gerais, 198	
Mineralogia, 195	
Perspectivas, 198	
Produção, 198	
Santa Catarina, 195	
Utilização, 194	
Pirocloro, 171	
Pirofilita, 57	
Geologia, 58	
Mineralogia, 57	
Pirolusita, 161	
Piropo, 46	
Plagioclásio, 125	
Platina, 183, 386	
Política Mineral, 138, 15	
Estratégia, 13	
Fundo de Desenvolvimento Mineral, 13	
Objetivos, 13	
Plano de Trabalho, 15	
Programa de Ação, 14	
Polucita, 214	
Potássio, 137, 138	
Potencial Mineral, 55	
Potencial Mineral: VER Mineral.	
Prata, 183, 186	
Proustita, 186	
Psilomelana, 161	
Q	
Quartzito, 75	
Quartzo, 146, 199-202	
Bahia, 199	
Bibliografia, 202	
Demanda, 202	
Depósitos, 199	
Economia, 202	
Exportação/Importação, 202	
Histórico, 199	
Mapa, 200-1	
Minas Gerais, 199	
Mineralogia, 199	
Perspectivas, 202	
Produção, 202	
Reservas, 199	
Santa Catarina, 199	
Tipos, 199	
VER TAMBÉM Areia.	

R	
Realgar, 186	
Riebeckita: VER Crocidolita.	
Rio de Janeiro: VER Brasil/Rio de Janeiro.	
Rio Grande do Norte: VER Brasil/Rio Grande do Norte.	
Rio Grande do Sul: VER Brasil/rio Grande do Sul.	
Rochas:	
Ácidas, 41	
Alcalinas, 42	
Ígneas, 75	
Metamórficas, 38, 39, 40	
Sedimentares, 75	
Xistosas, 57	
Rodocrosita, 162	
Roscoelita, 219	
Rubi: VER Corindon.	
Rutilo, 203	
S	
Safira: VER Corindon.	
Saflorita, 219	
Saibro: VER Areia.	
Sanidina, 125	
Santa Catarina: VER Brasil/Santa Catari-na.	
São Paulo: VER Brasil/São Paulo.	
Saponito: VER Pedra-Sabão.	
Sapropelito, 207	
Silex, 199	
Silicato,	
de Alumínio Hidratado: VER Argila.	
de Magnésio Hidratado: VER Talco.	
VER TAMBÉM Crisotila.	
Silvanita, 183	
Sulfato, 67	
Sumário, 7	
T	
Talco, 57	
África, 58	
Talco:	
Bahia, 58	
Geologia, 58	
Itália, 58	
Minas Gerais, 58	
Mineralogia, 57	
Paraíba, 58	
Produção, 59	
Reservas, 58	
Rio Grande do Sul, 58	
São Paulo, 58	
Tantalita, 174	
Tântalo: VER Nióbio-Tântalo.	
Tealita, 179	
Tenantita, 186	
"Terra Rosa", 70	
Titânio, 203-6	
África, 206	
Bibliografia, 206	
Canadá, 206	
Depósitos, 203	
Espírito Santo, 206	

Exportação/Importação, 206	
Geologia, 203	
Histórico, 203	
Mapa, 204-4	
Minas Gerais, 206	
Mineralogia, 203	
Paraíba, 206	
Perspectivas, 206	
Produção, 206	
Rio de Janeiro, 206	
Utilização, 203	
Topázio, 146	
Torbenita, 214	
Tório:	
Bibliografia, 215	
Canadá, 215	
Depósitos, 215	
Espírito Santo, 215	
Histórico, 211	
Minas Gerais, 215	
Mineralogia, 214	
Reservas, 215	
Rio de Janeiro, 215	
URSS, 215	
VER TAMBÉM Urânio.	
Torita, 214	
Tremolita, 57	
Turfa, 207-10	
Bibliografia, 210	
Espírito Santo, 207	
Geologia, 207	
Introdução, 207	
Mapa, 208-9	
Minas Gerais, 207	
Reservas, 207	
Rio de Janeiro, 207	
URSS, 207	
Utilização, 207	
Turmalina, 146	
U	
Urânio, 211-5	
África, 244	
Bahia, 214	
Bibliografia, 215	
Canadá, 214	
Depósitos, 214	
Estados Unidos da América (EUA), 214	
Geologia, 214	
Goiás, 214	
Histórico, 211	
Mapa, 212-3	
Minas Gerais, 214	
Mineralogia, 211-4	
Paraíba, 214	
Reservas, 214	
URSS, 214	
Utilização, 211	
Uraninita, 211	
URSS:	
Amianto, 56	
Bario, 90	
Cianita, 103	
Cobre, 223	
Corindon, 71	
Crisoberilo,	
Cromo, 107	
Diamante, 114	
Estanho, 122	
Fosfato, 138	
Grafita, 150	
Linhito, 210	
Manganês, 162	
Mica, 170	
Ouro, 187	
Topázio,	
Tório, 215	
Turfa, 207	
Turmalina, 146	
Urânio, 214	
Uvarovita, 146	
V	
Vanadinita, 219	

Vanádio:

- Bahia, 219
- Estados Unidos da América (EUA), 219
- Mineralogia, 219
- Minas Gerais, 219
- Reservas, 223
- Utilização, 217

Vermiculita, 83

Veterita: VER Barita.

Violarita, 177

W

Wulfenita, 214

Z

Zinco, 217-24

- Bahia, 222
- Bibliografia, 224
- Canadá, 222
- Demanda, 223
- Economia, 223-4
- Estados Unidos da América (EUA), 222
- Exportação, 224
- Geologia, 249-23
- Histórico, 217
- Mapa, 220-1
- Minas Gerais, 222
- Mineralogia, 218
- Perspectiva, 224
- Produção, 223
- Reservas, 222
- São Paulo, 222
- Utilização, 217

Zircônio, 206

* **Entrada Principal** = nome mineral, rocha, elemento.
Ex. AGALMATÓLITO, Economia
ALUMÍNIO, Geologia - DIAMANTE, Mineralogia

Identificação das fotos que constam nos mapas:

Agalmatólito = talco e breumerita (1)
Água mineral = água mineral (3)
Alumínio = gibsita (1)
Ardósia = ardósia (2)
Areia = areia monazítica (1)
Argila = argila (2)
Bário = baritina (1)
Berílio = berilo (água-marinha, 1)
Calcário = calcita (1)
Cianita = cianita (1)
Cromo = cromita (1)
Diamante = diamante (1)
Estanho = cassiterita (1)
Feldspato/caulim = ortoclásio (1)
Ferro = especularita (1)
Fertilizantes = verdete (2)
Gemas = turmalina (rubelita 1)
Grafita = grafita (1)
Lítio = espodumênio (1)
Manganês = rodocrosita (1)
Mica = moscovita (1)
Nióbio-Tântalo = tantalita (1)
Níquel = garnierita (1)
Ouro = ouro (1)
Pedras Ornamentais = mármore (1)
Pirita = pirita (1)
Quartzo = quartzo (1)
Titânio = rutilo (1)
Turfa = turfa (2)
Urânio = autunita (1)
Zinco / chumbo = galena argentífera (1)

(1) = Museu de Mineralogia da Escola de Minas da UFOP - Ouro Preto-MG

(2) = Litoteca da METAMIG - Belo Horizonte-MG

(3) = Água Mineral - Caxambu-MG

As substâncias minerais fotografadas são originárias do Estado de Minas Gerais

Ilustração da capa = microfotografias de minerais, com ampliações diversas, obtidas em lâminas delgadas e seções polidas no Laboratório Petrográfico da METAMIG.

COORDENAÇÃO

José Duarte Alecrim - geólogo

ELABORAÇÃO

Antônio Vitor Liberato dos Santos - geólogo

José Duarte Alecrim - geólogo

Marcelo Arruda Nassif - geólogo

Maria Cristina Bombonato de Oliveira Rocha - economista

Ozório de Souza Araújo - geólogo

PARTICIPAÇÃO

Adalberto Ferreira Pinto - economista

Antônio Eustáquio Rabelo - geólogo

Bernadete Sirangelo Dutra - bibliotecária

João César de Freitas Pinheiro - geólogo

João Pereira de Oliveira - técnico em geologia

Marco Antônio Tarabal - desenhista-técnico

Paulo Renato Couto de Carvalho - jornalista

Sheyla Abreu de Brito Mello - bibliotecária

Vicente Pires dos Santos - engenheiro

COPY-DESK

Manoel Hygino dos Santos

Simão Pedro Casassanta

AGRADECIMENTOS

À Escola de Minas de Ouro Preto - UFOP, especialmente ao seu Diretor, Professor Cristovam Paes de Oliveira e Sr. Agostinho Barroso de Oliveira, chefe do Museu de Mineralogia.

Ao Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, pelo fornecimento das listagens dos direitos minerais de Minas Gerais.

DIVISÃO POLÍTICA DE MINAS GERAIS

- Limite de Estado
- Limite de Região
- Limite de Área
- Limite de Município

- VI Região
- ① Área
- Município de Área

Este mapa integra o volume Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais
METAMIG/1ª edição/1982.

