

BAMBURRA

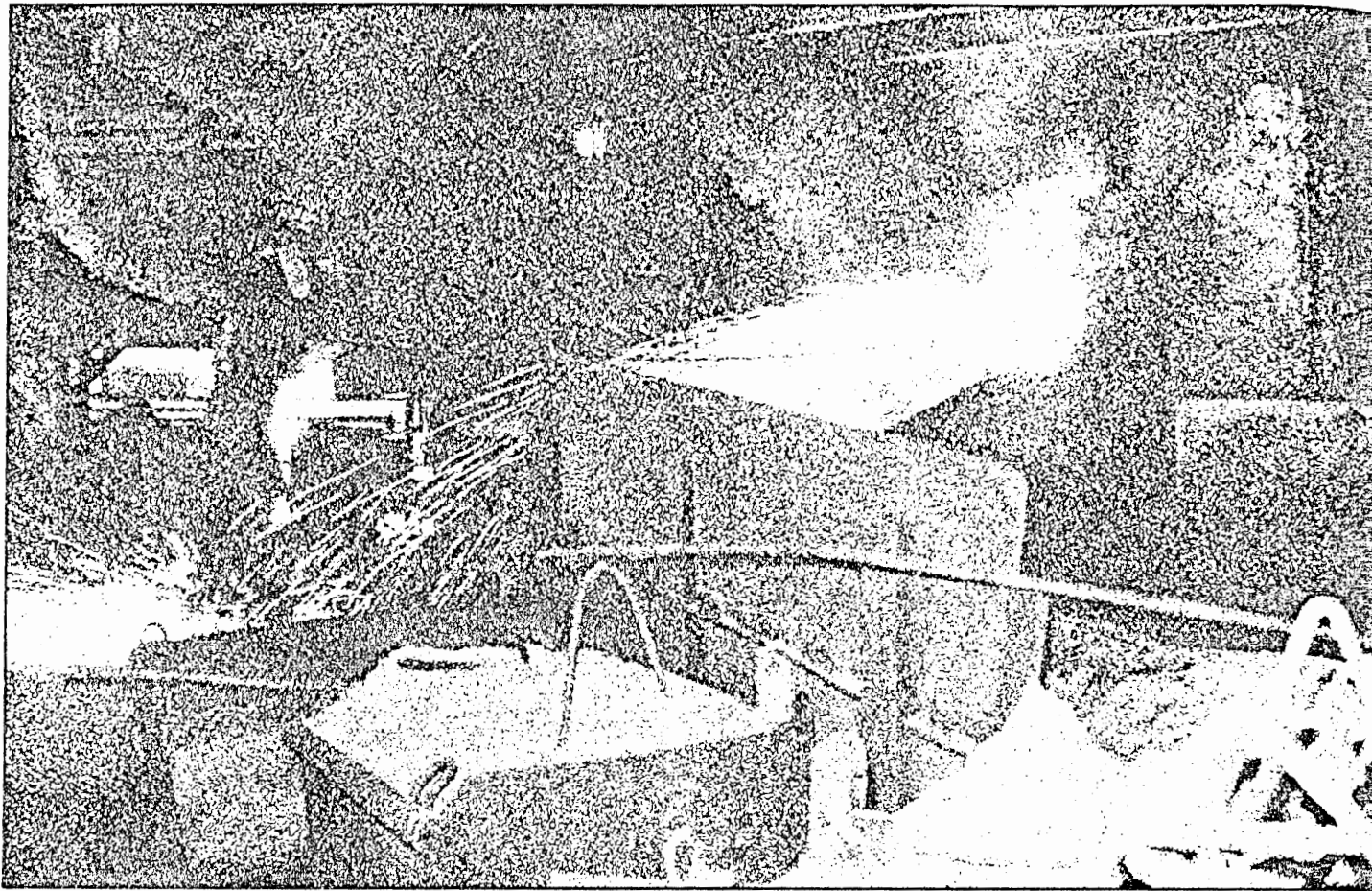
Planejamento e Economia Mineral Ltda.

Caixa Postal: 37005 - 22.622-970
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Fone: (+ 55) (21) 2439-8153 / 2449-1756
Fax: (+55) (21) 2493-2881 / 2439-8153
E-mail: info@bamburra.com
Web Site: <http://www.Bamburra.com>

Minerais Estratégicos: Subproduto ou Dimensão Econômica

Osires Carvalho

**Publicado na Brasil Mineral
Nº 78. Junho, 1990. pp 46-49**



MINERAIS ESTRATÉGICOS

Subproduto ou dimensão econômica

Osires Carvalho (*)

A preocupação com o suprimento global de recursos naturais não é recente. Sua avaliação é um problema complexo e de natureza interdisciplinar, uma vez que envolve conhecimentos de ciências físicas e teoria econômica. Em termos econômicos simples, a escassez se reflete através dos preços relativos. Contudo, a escassez não é o único fator a influenciar a estrutura de preços, assim como o nível de preços, em geral, não reflete integralmente a escassez, sobretudo

quando esta não internaliza os custos de reparo aos impactos causados ao meio ambiente.

No mundo real da oferta e demanda por recursos, contudo, observa-se que a perspectiva de exaustão é compensada por mecanismos oriundos da própria natureza dinâmica dos mercados, a exemplo da concorrência exercida por novos materiais, aprimoramento de processos industriais, desenvolvimento tecnológico, reciclagem, entre outros fatores.

Desde o pós-guerra, a preocupação com a escassez de recursos minerais ou a interrupção do seu suprimento é sempre exacerbada em períodos de conflitos regionais ou de grandes tensões políticas. Decorrente dessa preocupação entre blocos de países consumidores bem como entre agen-

tes econômicos operando os diferentes mercados de matérias-primas minerais, freqüentemente ressurge o debate sobre minerais estratégicos, críticos ou essenciais. Essa discussão, todavia, não parece levar em conta um fato sobremodo importante, qual seja, o de que essas matérias-primas minerais são, antes de tudo, bens econômicos. Visto deste ângulo, fatores como custos de produção e utilização, nível de oferta e demanda em diferentes mercados, ocupam a posição de principais variáveis determinantes dos níveis de produção e comercialização observados em cada período. É essa dimensão econômica que se quer agregar à discussão do problema.

O conceito de metal primário e secundário é bastante simples. Como metal primário, princi-

(*) Professor de Economia Mineral do Departamento de Mineração e Geologia da UFPb, atualmente cumprindo programa de Doutorado no Imperial College of Science and Technology, Londres.

pal ou maior, classifica-se todo elemento que viabiliza uma operação de lavra através da sua simples recuperação. Ferro, cobre e manganês são exemplos típicos de metais principais. Um metal recuperado como subproduto ou coproduto após a recuperação do metal principal é tido como um metal especial, secundário ou menor. Como cada jazida apresenta uma estrutura mineralógica bastante própria, as fronteiras entre metal primário e secundário não estão precisamente demarcadas. Alguns elementos, dependendo da natureza mineralógica do depósito, podem ser recuperados como metal primário ou secundário, a exemplo do cobalto, cobre e tungstênio. Outros elementos — germânio, gálio, rênio — por não ocorrerem na natureza em acumulação suficiente para formar um depósito, são recuperados na condição de subprodutos.

É sempre grande a atenção voltada para o grupo de metais especiais — a tabela 1 apresenta a relação desse metais acompanhado de seus respectivos símbolos químicos. A atenção voltada para esse grupo de metais resulta não apenas da sua grande diversidade de uso, como ainda de questões levantadas acerca da adequação de sua oferta futura. Outro fato importante é a sua vinculação com a indústria de minerais não-ferrosos, de onde a grande maioria é recuperada como subproduto em fases posteriores do processamento metalúrgico.

Adotou-se o seguinte critério na seleção dos elementos presentes neste estudo. Ou o elemento era em si um não-ferroso ou era recuperado via produção conjunta de minerais não-ferrosos, na condição de coproduto ou subproduto. Os seis elementos que compõem o grupo platinídeo foram considerados como um único, uma vez que ocorrem geralmente associados a grandes depósitos sulfetados de cobre e níquel. Ainda, os quinze elementos classificados na Tabela Periódica como lantanídeos também foram classificados como um único, já que são normalmente conhecidos como Terras Raras. Apesar de recuperados como subprodutos de minerais não-ferrosos, o ouro e a prata foram excluídos da relação. Na realidade, dada a existência de uma ampla e diversificada indústria voltada para a recuperação e comercialização desses metais, é mais convenientes classificá-los como metais principais.

A análise dos metais especiais apresenta alguns problemas, sobretudo devido à complexidade de seus mercados e à diversidade de seus usos finais. Em que pese este fato, alguns pontos merecem destaque. Os metais especiais, como grupo, são elementos que possuem um conjunto de propriedades específicas, as quais realçam a sua importância em usos correntes e potenciais. Propriedades específicas, contudo, não definem prioridade de utilização. Antes de tudo, esses elementos são bens econômicos, onde os custos de produção, utilização, preços, oferta, demanda, são as principais variáveis determinantes de estrutura vigente de produção e comercialização.

A questão do que sejam mineral estratégico não parece ter sido inteiramente resolvida entre os seguidores dessa escola (1). Argumenta-se que conceitos como material estratégico e vulnerabilidade têm sido emocionalmente utilizados por analistas a serviço de *dealers*, *merchants* e agentes financeiros vinculados à estrutura de comercialização (2). Na literatura técnica acerca da indústria de não-ferrosos, o conjunto de metais espe-

ciais geralmente cai na classificação geral como elementos de liga ou formadores de aços especiais. Em geral a literatura nessa área ressent-se da falta de informações econômicas necessárias para a análise desses elementos como um grupo de bens minerais independentes.

A simples descrição da oferta e dos processos tecnológicos envolvidos na sua produção, não diz o suficiente sobre esse grupo de metais. A sua abordagem econômica apresenta inúmeras questões que exigem uma investigação posterior antes que se adiante qualquer generalização. Por exemplo, existe entre eles suficiente uniformidade para que se respondam todas as questões relativas aos níveis de interação entre oferta e demanda? Para quais desses metais, aumentos de preços *vis a vis* redução na oferta são indicadores de escassez? Para qual deles são os níveis de reservas conhecidas suficientes para expandir a produção mantendo constante, ou em declínio, a estrutura de custos e preços? Qual o papel do desenvolvimento tecnológico neste contexto? Responder a estas questões econômicas é de fundamental importância, sobretudo porque nas suas respostas estarão os indicadores para o desenho de políticas para os setores públicos e privado, no que concerne aos níveis de produção e utilização desses bens minerais.

Metais especiais

Em geral, os metais especiais resultam de produção conjunta e só adquirem sua individualidade como bens minerais independentes após submetidos a estágios posteriores de processamento. Todos os metais especiais passam, logicamente, pelos estágios de britagem e moagem, contudo, para a sua grande maioria, são necessários estágios posteriores de redução metalúrgica e refino para que adquiram sua condição de bens minerais independentes.

Grande parte dos metais especiais derivam como subprodutos e coprodutos de um metal principal. Sua existência, contudo, exerce pouca ou nenhuma influência na lavra do metal principal ao qual ele esta mineralogicamente associado. Assim, a fonte primária de recuperação para a grande maioria desses metais são lamas anódicas, *tailings* e outros materiais residuais deixados após a recuperação do metal principal.

São inúmeras as diferenças entre um metal primário e aqueles oriundos da recuperação secundária. Do ponto de vista econômico, entretanto, a fronteira que os separa ocorre exatamente no ponto onde eles iniciam sua individualidade como produto, ou seja, no ponto onde os custos específicos da sua obtenção começam a ser especificamente atribuídos a cada elemento (3). É bastante comum a idéia de subproduto como bem livre, dissociada do conceito de valor. Ao contrário, sua obtenção geralmente implica em custos bastante elevados. Rênio e um bom exemplo do nível de processamento e do custo necessário para obtenção de grande parte desses elementos. Esse metal pouco difundido tem quase 90% de sua produção utilizada como catalizador na produção de gasolina com baixo teor de chumbo e de alta octanagem (4). Esse elemento é obtido como subproduto do molibdênio, mas quase totalmente do molibdênio que é recuperado como subproduto do cobre fato que o coloca como um raro exemplo de "subproduto de subproduto", desmistificando

Uma grande empresa não precisa mostrar seus trabalhos,



mas seus clientes:

ALCOA, ALCAN, BRASMETAL, BROW BOVERI, CVRD, CARAÍBA METAIS, KRUPP, MINERAÇÃO MORRO VELHO, MINERAÇÃO TABOCA, SID. MENDES JUNIOR, SANDVIK, SOFUNGE, USIMINAS, BASF, BAYER, PIRELLI, RHODIA, DOW QUÍMICA, DU PONT, HOECHST, NESTLE, LOCTITE, TEXACO.

Todos estes clientes comprovaram a segurança, qualidade, técnica e conforto Vidy, que são fundamentais para laboratórios de pesquisas nas mais diversas áreas. Estas características estão presentes em cada projeto e em todo produto Vidy, empresa nacional que detém a mais avançada tecnologia de ponta na implantação de laboratórios especializados. A Vidy atua também nas áreas de Engenharia Civil, Elétrica e Hidráulica. Por isso na hora de decidir, fique com a Vidy, empresa que apresenta sempre as melhores soluções na construção de laboratórios.

VIDY

Vidy - Projeto, Fabricação e Construção de Laboratórios Ltda.
Rod. Régis Bittencourt, Km. 272,5
nº 3.360 - CEP 06750.
Taboão da Serra - SP
Tel.: (011) 491-5511
Telex 11.71813 - VIDY BR
FAX: 491-3399

COBRA PROF

Tabela 1
Metais Especiais na Indústria de Não-ferrosos

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Antimônio (Sb) | Níóbio (Nb) |
| Arsênico (As) | Ráfio (Rf) |
| Berílio (Be) | Rádio (Ra) |
| Bismuto (Bi) | Rênio (Re) |
| Cádmio (Cd) | Selênio (Se) |
| Cobalto (Co) | Silício (Si) |
| Escândio (Sc) | Tântalo (Ta) |
| Gálio (Ga) | Telúrio (Te) |
| Germânio (Ge) | Terras Raras — (2) |
| Grupo Platinóide — GP (1) | Tálio (Tl) |
| Índio (In) | Tório (Th) |
| Ítrio (Y) | Titânio (Ti) |
| Lítio (Li) | Tungstênio (W) |
| Mercúrio (Ag) | Vanádio (V) |
| Molibidênio (Mo) | Zircônio (Zr) |

1 — Seis elementos compõem este grupo: platina, paládio, irídio, ósmio, ródio e rutênio.

2 — Este grupo é composto de quinze elementos: lantânio, cério, neodímio, prasodímio, prometeo, samário, europio, gadolínio, térbio, disprósio, ólmio, érbio, tálio, itérbio e lutélio.

Fontes: Ohlsen, L.M. (1981). Non-ferrous Metals: Their Role In Industrial Development. Metallgesellschaft, pp. 6-8. Hargreaves, D & Fromson, S. (1983). World Index of Strategic Minerals. Gower Publishing, England, pp. 37-167. Goldschmidt, V.M (1958). Geochemistry, Oxford University Press, 725p.

do a idéia de que essa categoria de bens ocorre dissociada do conceito de valor.

Na recuperação de um subproduto, vale observar se sua separação é necessária para a obtenção do metal principal e se essa separação é, em si mesma, suficiente para a obtenção de um subproduto já pronto em termos de utilização. A separação de um subproduto é um procedimento comum na indústria metalúrgica, muito embora os motivos dessa separação sejam de ordem econômica. O metal principal será cotado bem abaixo do seu valor de mercado caso as impurezas existentes não sejam eliminadas.

A recuperação de subprodutos de forma a atender as especificações exigidas pelo consumo, implica em custos adicionais de processamento. Caso esses custos de recuperação e processamento não sejam cobertos pelo preço, não haverá produção suficiente para atender o nível de demanda existente no mercado.

Preços e mercados

Os preços em geral não são fixos. Variações de preços no curto prazo, de maneira geral, podem ser classificadas em dois grupos. Aquelas resultantes de variações na estrutura dos custos de produção, e aquelas oriundas de modificações na própria curva de demanda. Em geral, alterações nos preços dos bens finais são determinadas por mudanças na estrutura de custos, enquanto variações nos preços das matérias primas, inclusive bens minerais, são resultantes de alterações no próprio perfil da demanda (5). Logicamente que os preços dos bens finais são afetados por modificações nos preços das matérias primas; contudo, é através da estrutura de custos que essa influência se transmite.

Obviamente que essas alternativas de formação de preços são resultados de condições de ofertas diferentes. Decorrente da existência de capacidade ociosa, a produção de bens finais é elásti-

ca. Assim, crescimentos na demanda são atendidos com aumentos de produção, enquanto o nível de preços tende a permanecer estável. Mudanças de preços que possam ocorrer são explicadas através da estrutura de custos de produção.

As matérias primas-minerais apresentam um comportamento bem diferente nesse aspecto, uma vez que elas exigem prazos bem mais elásticos para que se efetive aumentos de produção. A abertura de uma nova frente de lavra, construção ou ampliação de capacidade são etapas que envolvem prazos bem mais dilatados. Sendo a oferta inelástica no curto prazo, crescimentos na demanda resultam em reduções nos níveis de estoques e, conseqüentes aumentos de preços, em geral ampliados pela ação de especuladores e outros detentores de estoques. Assim, um incremento na demanda que resulta em aumento inicial de preço é geralmente seguido por um movimento secundário de demanda especulativa, o que torna ainda mais difícil que a produção alcance os níveis exigidos pela demanda.

A intensidade das mudanças tecnológicas, assim como a concorrência exercida por materiais alternativos — plásticos e cerâmicos em geral — parece vir aumentando a velocidade de substituição entre alguns metais especiais no curto prazo. Novos materiais, sem dúvida, podem substituir matérias primas minerais em mercados tradicionais, ou mesmo inibir sua utilização em mercados potenciais. Essa característica, de certo modo, inibe o exercício de pressões monopolísticas, fato quase sempre observado quando a produção exhibe altos níveis de concentração.

A estrutura dos mercados para metais primários e secundários é bastante semelhante, no sentido de que ambos podem ser transacionados em mercados competitivos, mercados de produtor, através de *dealers*, *marchants*, ou via contrato direto entre produtores e consumidores (6). A Tabela 2 apresenta a forma em que grande parte desses metais são comercializados.

Grande parte dos metais especiais são produzidos por firmas competitivas, significando elas exercem pouco ou nenhum controle na terminação dos preços de mercado. Desse modo os preços podem variar em qualquer direção, que seja alcançado o preço de equilíbrio no mercado.

Mercados de produtor comportam-se de modo diferente. A empresa ou grupo de empresas que lidera a produção determina o preço de mercado de forma que sejam minimizadas flutuações de curto prazo. Os preços praticados nesses mercados tendem a ser mais estáveis e sua determinação, em geral, resulta da ação de uma firma líder ou do acordo entre membros de uma associação de produtores (7).

Os preços praticados nos mercados de produtor geralmente diferem daqueles observados em mercados competitivos. Em períodos de demanda em ascensão, os preços praticados em mercados de produtor podem ser menores que os registrados em mercados competitivos, isso porque os agentes operando tais mercados vêm na expectativa de preços uma forma mais harmoniosa de expandir a demanda no longo prazo. Contrariamente, com mercados em retração, os preços podem situar-se acima daqueles registrados em mercados competitivos. Nesta alternativa, o consumidor parece optar pela uniformidade do produto e pela certeza de poderem contar com uma estabilidade de suprimento em períodos de mercados excessivamente compradores.

A resposta às mudanças de preços nos mercados de matérias primas minerais, contudo, é bem mais acentuada no longo prazo. A elasticidade de preço da demanda é menor no curto prazo, uma vez que vários fatores dificultam a substituição de um bem mineral por outro sempre que ocorrem mudanças nos preços relativos.

O impacto do preço de um metal na sua substituição por materiais alternativos ocorre, sobretudo, no longo prazo e de forma indireta, sendo o processo de substituição induzido pelo volume de incentivos oferecidos à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias (8). A tonagem de aço consumida na produção de um carro hoje, é significativamente menor que aquela exigida há uma década. A substituição do aço por plásticos, cerâmicos e outros materiais alternativos na indústria automobilística, pode ser vista como um resultado concreto do desenvolvimento de tecnologias mais eficientes na utilização de recursos, implicando em reduções de custos e melhorando a eficiência no uso das matérias primas em geral.

Subprodutos e coprodutos

Diferentes metais, quase sempre, são recuperados do mesmo material-base, ou seja, o rejeito deixado após a recuperação do produto principal. Deste modo, é importante que se defina produto principal, subproduto e coproduto. Quando se estabelece a recuperação de um metal como o principal objetivo econômico da lavra, ele é, por definição, o produto principal (9). Aqueles que não alcançam sua individualidade como produtos independentes antes de estágios posteriores na cadeia de processamento, são classificados com subprodutos ou coprodutos. Assim, o produto principal é tão importante, que sua produção, indivi-

dualmente, viabiliza o empreendimento.

Em termos de custo, a diferença entre um subproduto e um coproduto reside na sua importância econômica em relação ao produto principal ao qual ele está mineralogicamente associado. Caso a recuperação de dois elementos seja necessária para viabilizar uma determinada operação de lavra, o nível de preço de cada um irá afetar o volume de material a ser lavrado e, neste caso, ambos serão tecnicamente considerados coprodutos. Um metal é considerado subproduto quando alterações no seu preço não exercem qualquer influência na lavra do produto principal ao qual ele está mineralogicamente associado (10). Chumbo e Zinco, em geral, são recuperados como coprodutos. Germânio, gálio e rênio são exemplos típicos de subprodutos recuperados em diferentes estágios do processamento metalúrgico de minerais não-ferrosos. Subprodutos, obviamente, não exercem qualquer influência nas operações de lavra, caso contrário não seriam subprodutos. Coprodutos, ao contrário, influenciam. Dependendo das condições de mercado, no curto prazo, um coproduto pode até mesmo disputar a condição de liderança do coproduto principal em termos de receita. Minas de cobre com alto teor de ouro, aproximam-se bastante desse modelo.

Considerações finais

Apesar da contínua ampliação de fronteiras no conhecimento científico acerca das propriedades físicas e químicas do grupo de metais especiais, muito pouco tem sido escrito sobre os aspectos econômicos que regem seu fluxo de produção e comercialização como bens minerais independentes.

Assim, dessa abordagem econômica preliminar, cabe destacar os pontos a seguir:

— O conceito de mineral estratégico, crítico ou essencial não parece inteiramente resolvido. Assim, em qualquer abordagem do assunto é recomendável considerar que estes elementos são, antes de tudo, bens econômicos e, como tal, regidos pelas condições de oferta e demanda predominantes nos mercados onde são transacionados.

— Metais especiais, em geral, são recuperados como subprodutos de um metal principal nas fases posteriores do processamento metalúrgico. Nesse caso sua existência física não exerce praticamente qualquer influência na lavra do produto principal ao qual ele está mineralogicamente associado.

— A idéia de subproduto como bem livre, dissociada do conceito de valor, é freqüentemente usada de forma incorreta. Na realidade sua recuperação exige a cobertura de uma estrutura de custos, sem a qual não haverá oferta em nível suficiente para atender à demanda existente no mercado.

— A análise de um metal primário ou secundário enquanto bem econômico, passa necessariamente pela consideração de variáveis institucionais e tecnológicas, as quais determinam as condições de oferta e demanda vigentes na estrutura operacional de cada mercado.

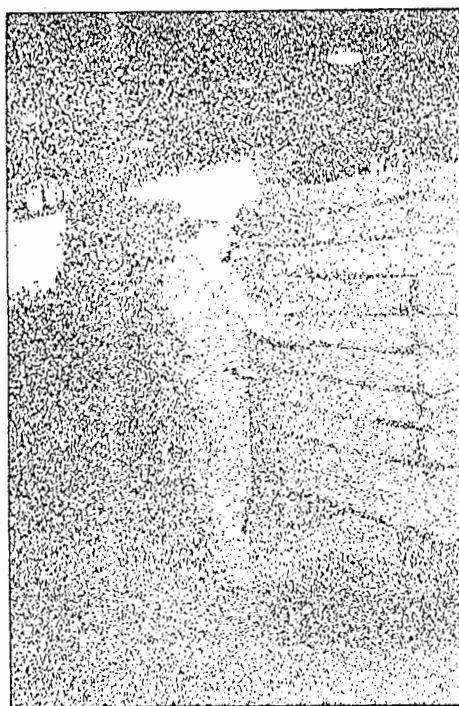
— Ao contrário dos bens de consumo final, a demanda por metais é em grande parte explicada pelo seu conjunto de propriedades físicas e químicas, assim como pelo seu nível de utilização dentro de intervalos de custos predeterminados. Como a demanda existente é, em princípio, para

Tabela 2
Metais Especiais e Estrutura de Comercialização

| Produto | Produtor | Tipos de Mercado | | | |
|------------|----------|------------------|----------|---------|----------|
| | | Competitivo | Merchant | Dealers | Contrato |
| Antimônio | X | X | X | | X |
| Arsênico | | X | X | | |
| Berílio | X | | | | |
| Bismuto | X | | X | | |
| Cádmio | X | | X | | |
| Cobalto | X | X | | | |
| Gálio | X | | X | | |
| Germânio | | | | X | |
| GP (*) | X | X | | | X |
| Índio | X | | X | | |
| Lítio | X | | | | |
| Mercúrio | | X | | | |
| Molibdênio | X | | X | X | |
| Nióbio | X | | | | |
| Rênio | | X | | | |
| Selênio | | X | | | X |
| Silício | | X | | | X |
| Tântalo | | X | | | X |
| Telúrio | X | X | X | | |
| TR (*) | X | | | | X |
| Titânio | X | X | | | |
| Tungstênio | X | X | | | |
| Vanádio | X | X | X | | |
| Zircônio | | X | | | |

Fontes: Weston, R. (1984). *Strategic Materials: A World Survey*. Rowman & Allanheld Publishers, pp. 118-130. Tarring, T. & Robbins, P. (1983). *Trading in Metals*. Metal Bulletin Books Limited, pp. 143-173. Hargreaves, D. & Fromson, S. (1983). *World Index of Strategic Minerals*. Gower Publishing and David Hargreaves, pp. 37-169.

tre matérias primas minerais sempre que ocorrem mudanças nos preços relativos.



um conjunto de propriedades e não para um elemento específico, é freqüente a substituição entre metais ou destes por materiais alternativos.

— O impacto resultante das mudanças de preços nos mercados de bens minerais só é integralmente absorvido no longo prazo. A elasticidade preço da demanda é menos acentuada no curto prazo, vez que inúmeros fatores técnicos, operacionais e de mercado impedem a substituição en-

Referências

- 1 — Hugland, D.G. (1984). *Strategic Minerals: A conceptual Analysis*. *Resources Policy*, V.10, N.º 10, September, pp. 146-152.
- 2 — Jacobson, D.M., Turner, R.K. & Challis, A.A.L. (1988). *A Reassessment of the Strategic Material Question*. *Resources Policy*, V.14, N.º 2, June, p.75.
- 3 — Krebs, T.J. (1930). *Joint Costs in the Chemical Industry*. *Quarterly Journal of Economics*, V.44, May, pp. 116-118.
- 4 — Hargreaves, D. & Fromson, S. (1983). *World Index of Strategic Minerals*. Gower Publishing and David Hargreaves, England, pp. 37-172.
- 5 — Kalecki, M. (1952). *Theory of Economic Dynamics: An Essay on Cyclical and Long-run Changes in Capitalist Economy*. Augustus M. Kelley Publishers, New York, pp. 11-28.
- 6 — Robbins, P. (1982). *Guide to Non-ferrous Metals and their Markets*. Kogan Page Ltd., London, pp. 31-31.
- 7 — Tarring, T. & Robbin, P. (1983). *Trading in Metals*. Metal Bulletin Book Limited, England, pp. 143-146.
- 8 — Tilton, J.E. (1986). *Beyond Intensity of Use*. *Materials and Society*, V. 10, N.º 3, p. 249.
- 9 — Brooks, D.B. (1965). *Supply and Competition in Minor Metals*. *Resources for the Future, Inc.*, Washington, D.C., pp. 1-24.
- 10 — Carvalho, O. (1985). *Subprodutos e Coprodutos sem Tributação?* *Brasil Mineral*, N.º 3-1, setembro, pp. 34-35.