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

Metais Especiais:

Produção, Comercialização e Estrutura de Mercado

Osires Carvalho

Publicado na Brasil Mineral
N° 105. Dezembro, 1992. pp 38-44

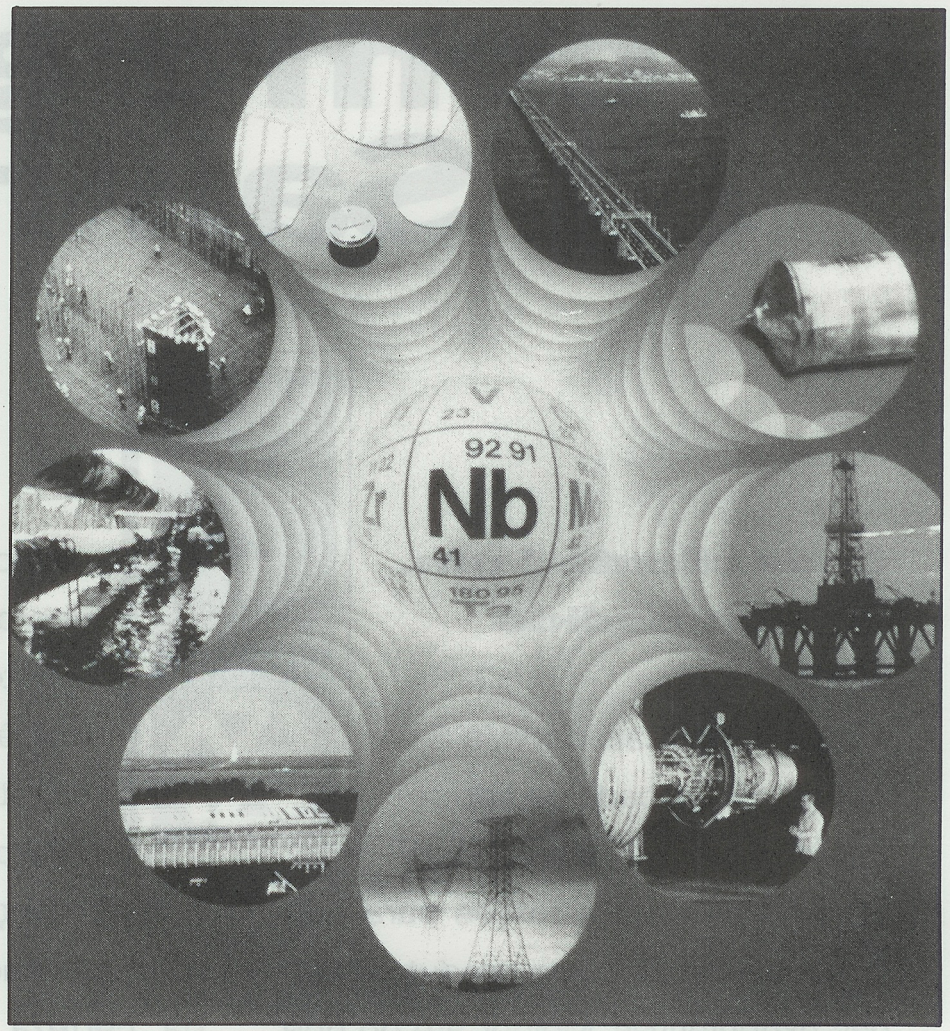
Produção, comercialização e estrutura de mercado

Osires Carvalho (*)

Independentemente de qual seja o alinhamento de forças políticas no cenário internacional, a preocupação com o suprimento global de matérias-primas minerais continuará inalterada. A avaliação do problema é uma tarefa complexa e de natureza interdisciplinar, uma vez que envolve o conhecimento de ciências físicas e teoria econômica. Em termos simples, a escassez se reflete através dos preços relativos. Contudo, a escassez não é a única variável 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.

A preocupação com a escassez de recursos minerais é sempre exacerbada em períodos de conflitos regionais ou de tensões políticas. Como resultante desse processo de interação entre blocos de países consumidores e agentes econômicos operando nos diferentes mercados de matérias-primas minerais, frequentemente ressurge o debate sobre minerais estratégicos, críticos ou essenciais. Essa discussão 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 utilização, condições 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 que se quer agregar à discussão do problema.



Metais Especiais

O conceito de metal primário e secundário é bastante simples. Como metal primário, principal ou maior, classifica-se todo elemento que viabiliza uma operação de lavra através da sua simples recuperação. Ferro e manganês são exemplos típicos de metais principais. Um metal recuperado como subproduto ou co-produto 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 — germânico, gálio e rênio — por não ocorrerem na natureza em acumulação suficiente para formar um depósito, são recuperados na condição de subprodutos.

Os metais especiais, assim classificados, lembram uma coleção de elementos metálicos com muito pouca similaridade entre si. Na realidade esses elementos são bastante diferentes. Suas propriedades, por exemplo, são bastante diversas: tálio e bismuto colocam-se entre os elementos de maior densidade encontrados na natureza e, enquanto o mercúrio apresenta-se na forma líquida praticamente à temperatura ambiente, o tungstênio apresenta um dos mais elevados pontos de fusão. Também em termos de produção esses grupo de elementos apresenta uma grande variação. Enquanto a produção de antimônio pode ser medida em termos de milhares de toneladas por ano, a produção de escândio, ao contrário, resume-se a alguns poucos quilos por ano.

As diferenças parecem superar as similaridades existentes entre esse grupo de metais. Alguns deles — mercúrio e tungstênio — podem ser individualmente minerados em jazidas espe-

(*) Economista mineral, PhD, Professor de Economia Mineral no Departamento de Mineração e Geologia da UFPb.

Tabela 1
Metais Especiais na Indústria de Não-ferrosos

Antimônio (Sb)	Nióbio (Nb)	Silício (Si)
Arsênico (As)	Ráfnio (Rf)	Tântalo (Ta)
Berílio (Be)	Rádio (Ra)	Telúrio (Te)
Bismuto (Bi)	Rênio (Re)	Terras Raras - (2)
Cádmio (Cd)	Selênio (Se)	Tálio (Tl)
Cobalto (Co)	Indio (In)	Tório (Th)
Escândio (Es)	Itrio (Y)	Titânio (Ti)
Gálio (Ga)	Lítio (Li)	Tungstênio (W)
Germânio (Ge)	Mercúrio (Ag)	Vanádio (V)
Grupo Platinóide - (1)	Molibdênio (Mo)	Zircônio (Zr)

1 - Seis elementos compõem este grupo: platina, paládio, irídio, ródio e rutênio.
2 - Este grupo é composto de quinze elementos: lantânio, cério, niodímio, prasiodímio, prometeo, samário, európio, térbio, disprósio, ólmio, érbio, túlio, itérbio e lutélio.
Fontes: Ohlsen, L.M. (1981). Non-ferrous metals: Their Role in Industrial Development. Metallgesellshaft, pp. 6-8. Hargreaves, D. & Fromson, S. (1983). World Index of Strategic Minerals. Gower Publishing, England, pp. 37-167. Goldschimidt, V.M. (1958). Geochemistry, Oxford University Press, 725p.

cíficas, outros — germânio e gálio, por exemplo, — são produzidos após a acumulação de grandes quantidades de material residual em unidades metalúrgicas, vez que esses elementos ocorrem como uma fração mínima do metal principal ao qual eles apresentam-se consorciados. Outros elementos, a exemplo do grupo denominado Terras Raras, são produzidos a partir de depósitos de pláceres, dos quais também são extraídos o titânio e o zircônio. Por último, enquanto alguns desses bens minerais apresentam um largo campo de utilização industrial, outros são utilizados em alguns poucos setores da indústria de tecnologia avançada.

O escopo do presente trabalho abrange os metais especiais ou menores no contexto da indústria de não-ferrosos. Na seleção desse grupo de elementos, observou-se o seguinte critério: ou o elemento em si era um metal não-ferroso, ou era recuperado de um metal não ferroso na forma de subproduto ou co-produto. Lítio e ráfnio são exemplos típicos de metais não-ferrosos usados como elementos de liga na fabricação de aços especiais. Berílio, cádmio, o grupo platinóide (GP), telúrio e tálio são exemplos de elementos que resultam de um estágio posterior na cadeia de processamento de concentrados de metais não-ferrosos. Nesse aspecto, vale ressaltar que dos processos de fundição e refino dos concentrados de apenas três metais não-ferrosos — cobre, chumbo e zinco — mais de vinte elementos são recuperados como subprodutos, onde sua grande maioria é classificada como metal especial ou menor (Phillips, 1962).

A extração de um minério do seu respectivo depósito é o passo inicial na produção de qualquer metal. Alguns deles, a exemplo do minério de ferro, apresenta apenas um elemento cuja recuperação é economicamente significativa, e da sua lavra e beneficiamento resulta um único produto. Por outro lado, é bastante freqüente a existência de minérios cuja composição mineralógica é formada pela associação de vários metais de valor econômico. A partir do concentrado de cobre e dependendo da natureza mineralógica do depósito, são freqüentemente recuperados níquel, ouro, GPs, prata, cobalto e molibidênio. Ainda, o chumbo e o zinco são freqüentemente encontrados mineralógicamente associados e minerados de forma conjunta como co-produtos (Hargreaves & Fromson, 1983).

Os elementos considerados como *menores* no presente estudo são apresentados na Tabela 1, acompanhado de seus respectivos símbolos químicos. No processo de junção desse grupo de metais especiais no contexto da indústria de não-ferrosos, os seis elementos que compõem o grupo platinóide foram considerados como único, vez que os mesmos ocorrem consorciados, em proporções variáveis, geralmente associados a largos depósitos sulfetados de cobre e níquel. Ainda, os quinzes elementos denominados lantanídios na Tabela Periódica de Elementos foram classificados como um grupo único, vez que eles são normalmente conhecidos como Terras Raras. O ouro e a prata, muito embora recuperados como subprodutos e co-produtos de minerais não-ferrosos, foram excluídos da lista. Observou-se que os mesmos seriam melhor classificados como metais principais ou maiores, dada a existência de uma larga e diversificada indústria voltada a sua recuperação e comercialização.

A ampla gama de utilização desse grupo de metais em setores de alta tecnologia os têm colocado freqüentemente em evidência na grande imprensa através de sua classificação como metais *críticos* ou *estratégicos*, isso devido a sua crescente importância em setores civis e de defesa.

Excluindo-se a questão da criticalidade, alguns aspectos merecem ser destacados acerca desse grupo e metais. Em seu conjunto, eles constituem um grupo de elementos com propriedades específicas, fato que os tornam importantes em usos correntes e potenciais. Propriedades físicas, contudo, não definem qual elemento será priorizado em termos de utilização. O ponto fulcral da questão é o fato de que esses metais, são, antes de tudo, bens econômicos, onde a estrutura dos custos de produção e utilização, assim como os níveis de oferta e demanda vigentes, representam o papel de maior destaque. É esse o objetivo central do presente estudo: analisar a economia dos metais especiais ou menores no contexto da indústria de metais não-ferrosos.

Natureza da análise econômica

A análise dos recursos naturais em geral, e dos recursos minerais em particular, envolve um conhecimento interdisciplinar tanto das ciências físicas como da teoria econômica. O objetivo principal no presente estágio é o de construir

TECFIL
TECNOLOGIA DE FILTRANTES LTDA

TEX TECH INDUSTRIES, INC.
MANGAS FILTRANTES

- A mais ampla linha em materiais para filtragem

- Acrílico
- Nylon
- Poliéster
- Ryton
- Nomex
- P-84
- Polipropileno
- Teflon

- Filtragem Seca e Úmida

Estrada da Boiada, 662
Jardim Brasil - Vinhedo - SP
Cep: 13280 - Fone: (0192) 76.1108
Fax: (0192) 76.1417

ATENÇÃO

O CEP DA **SIGNUS EDITORA LTDA.** MUDOU PARA SUA CORRESPONDÊNCIA CHEGAR MAIS RAPIDAMENTE. ANOTE O NOSSO NOVO CEP:

05425-901

signus EDITORA LTDA

uma estrutura básica para a análise econômica a seguir.

A Economia Mineral, em que pese sua natureza interdisciplinar, situa-se no contexto das Ciências Econômicas. O estudo da economia, em geral, é dividido em dois blocos: micro-economia e macro-economia. O primeiro deles estuda o nível de interação entre produtores e consumidores em mercados individuais — o de germânio, por exemplo — bem como o inter-relacionamento entre mercados diferentes — o mercado global de metais especiais, por exemplo. O segundo bloco, macro-economia, estuda os números globais do sistema econômico, tal como o Produto Nacional Bruto (PNB), assim como aspectos que cortam transversalmente mercados diferentes, tais como a produção mineral bruta ou a exportação líquida de bens minerais.

O mercado é o ponto de convergência de toda atividade econômica e um grande número de problemas e temas econômicos estão relacionados à forma de comportamento dos mercados. Em termos operacionais mais genéricos, um mercado pode ser tanto competitivo como não-competitivo. Um mercado perfeitamente competitivo caracteriza-se por um grande número de agentes compradores e vendedores, de forma que nenhum deles exerce qualquer influência na formação do preço de mercado. Excluindo qualquer intervenção governamental, o mercado de produtos agrícolas apresenta-se bastante próximo desse modelo.

O mercado mundial de cobre, chumbo e zinco, por exemplo, é composto por um número significativo de grandes produtores, de formas que na eventualidade de alguma empresa paralizar a produção, o impacto sobre o preço final do produto será mínimo. Mercados desta natureza são suficientemente competitivos para serem tratados como *perfeitamente competitivos*. Por outro lado, outros mercados que apresentam um grande número de produtores não podem ser tomados como competitivos, vez que a ação de um produtor pode afetar o preço de mercado. O mercado mundial de petróleo é bastante ilustrativo nesse aspecto.

Os princípios de oferta e demanda constituem-se no mais importante instrumental analítico da macro-economia, pois através deles pode ser explicado tanto o nível de preço como o de produção em mercados individuais, ou ainda como o nível de preço e produção estão relacionados em diferentes mercados. Através da micro-economia, pode-se ainda explicar o grau de sensibilidade da oferta e demanda com relação aos diferentes níveis de preços, em horizontes de tempo diferentes. Compreende ainda a esta disciplina o estudo na organização industrial, traduzindo em termos de estratégias como integração, diversificação e concentração, comportamentos adotados por cada firma individual. O estudo da estrutura dos mercados — monopólio, oligopólio e competição — situa-se também dentro do escopo da micro-economia.

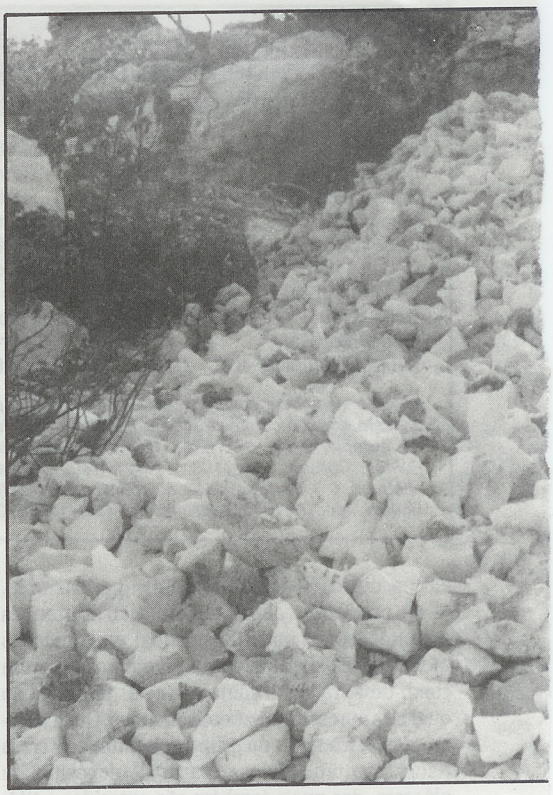
As fronteiras existentes entre a micro e a macro-economia tornaram-se menos acentuadas nos últimos tempos. Essa convergência pode ser explicada pelo fato da macro-economia também preocupar-se com a análise de mercados — os mercados agregados para insumos, serviços e bens de consumo final. Na análise agregada de mercados é vital o conhecimento de como eles operam individualmente. Esse fato explica a importância crescente dos fundamentos da micro-economia na abordagem de um grande número de temas relacionados ao estudo de mercados globais.

O conceito de indústria é bastante simples e refere-se ao conjunto de firmas individuais produzindo insumos ou bens finais de natureza equivalente ou similar. Os conceitos de produção, consumo, oferta e demanda são bastante sutis e exigem alguma atenção quando da análise de mercados individuais ou agregados. Por exemplo, em períodos em que a indústria eletrônica está reduzindo seus estoques de silício, a produção pode ser tomada como em nível inferior ao da demanda. A produção pode apresentar-se menor que a demanda quando os agentes produtores estão vendendo seus estoques, ou maior que a demanda em períodos em que eles estão sendo formados. De forma semelhante, sempre que consumidores, especuladores ou quaisquer outros detentores privados de estoques estão reduzindo seus estoques, o consumo é superior à demanda. Por outro lado, em período de formação de estoques, o consumo situa-se abaixo do nível vigente de demanda.

Em geral os preços não são fixos. Assim, as variações de preços no curto prazo podem ser classificadas em dois blocos: aquelas determinadas por variações nos custos de produção e aquelas explicadas por mudanças na própria curva de demanda. De maneira genérica, mudanças nos preços dos bens finais são determinadas por alterações na estrutura de custos, enquanto mudanças nos preços das matéria-primas em geral, e aí se incluem os bens minerais, são determinadas por alterações na própria curva de demanda (Kalecki, 1952). Sem dúvida que os preços dos bens finais são alterados por mudanças nos preços das matérias-primas; contudo, é através da estrutura de custos que essa influência se transmite.

É evidente que esses dois modelos de formação de preços resultam de condições de oferta diferentes. Como decorrência da existência de capacidade ociosa, a produção dos bens de consumo final é elástica. Sempre que ocorrem aumentos na demanda estes são atendidos, principalmente, via expansão na estrutura de produção, enquanto o nível de preços tende a permanecer estável. Alterações de preços que possam ocorrer são explicadas por mudanças na estrutura dos custos de produção.

As matérias-primas minerais, no entanto, apresentam um comportamento bastante distinto nesse aspecto, vez que os aumentos de produção exigem prazos bem mais dilatados. A abertura de uma nova mina, a construção e/ou ampliação de uma unidade de processamento são etapas que demandam tempo. Em média de cinco a sete anos é o tempo requerido para que um empreendimento mineral alcance sua capacidade plena de produção. Considerando-se que a oferta é bastante inelástica no curto prazo, acréscimos na estrutura de demanda resultam em reduções nos níveis de estoques e em subseqüentes aumentos de preços, os quais são geralmente ampliados pela ação de especuladores ou outros detentores privados de estoques. Um aumento inicial de demanda que determina alteração de preços é geralmente seguido por uma segunda onda de demanda especulativa, o que torna ainda mais difícil para que a produção alcance os níveis de demanda vigentes no curto prazo.



A fronteira de custos entre subprodutos e co-produtos

Os metais especiais, em sua grande maioria, ocorrem de forma consorciada com outros minerais e só adquirem independência como bens minerais independentes após submetidos a estágios posteriores na cadeia de processamento.

Lavra, no sentido amplo da extração de material metalífero da crosta terrestre, constitui-se o ponto inicial na produção de metais. No estágio seguinte, moagem, os vários componentes do minério são separados e o material estéril é transportado para uma pilha de rejeito. Sem dúvida que todos os metais especiais passam pelos estágios de lavra e beneficiamento, contudo, para sua grande maioria, o estágio final de metalurgia e refino é uma condição básica para que eles adquiram individualmente como bens minerais independentes.

As condições acima constituem-se regra geral na produção de praticamente todos os metais especiais, muito embora apresentando variações tecnológicas para a obtenção de um determinado metal ou grupo de metais em particular. São poucos os metais especiais minerados individualmente e o mercúrio representa o exemplo mais evidente. Minério é um termo universalmente aceito e refere-se aos depósitos minerais passíveis de serem explotados, com lucro, observando as condições tecnológicas e de mercado vigentes (Carvalho, 1991). O termo pode ainda ser usado em associação com o nome de um metal — minério de tungstênio, por exemplo — isto significando um depósito cuja explotação é economicamente viável através da recuperação de um único elemento. Nesse caso o metal obtido pode ser classificado como metal primário, principal ou maior.



Os metais especiais, secundários ou menores, a exemplo daqueles produzidos como subprodutos e co-produtos de metais principais ou maiores em geral não possuem minérios com denominação própria. Como esses elementos são resultantes de produção conjunta e têm origem ora na moagem, ora na redução metalúrgica ou refino, em cada caso, a existência física desses elementos exerce pouca influência econômica na lavra do metal principal ao qual eles estão mineralogicamente associados.

Conforme observou-se, é comum a recuperação econômica de mais de um elemento de um mesmo depósito mineral. Níquel e cádmio, por exemplo, são freqüentemente recuperados como subprodutos de minério de cobre. Por outro lado, o cobre pode ainda ocorrer consorciado a minérios de zinco. É frequente a existência de jazidas de chumbo e zinco, onde esses metais são recuperados como co-produtos, permitindo ainda a recuperação de outros elementos como subprodutos — bismuto, germânio e gálio, por exemplo. Assim, fica evidente que a fonte primária para a obtenção do grupo de metais especiais, constitui-se de lamas anódicas, *tailings* outros materiais residuais deixados após a recuperação do metal principal.

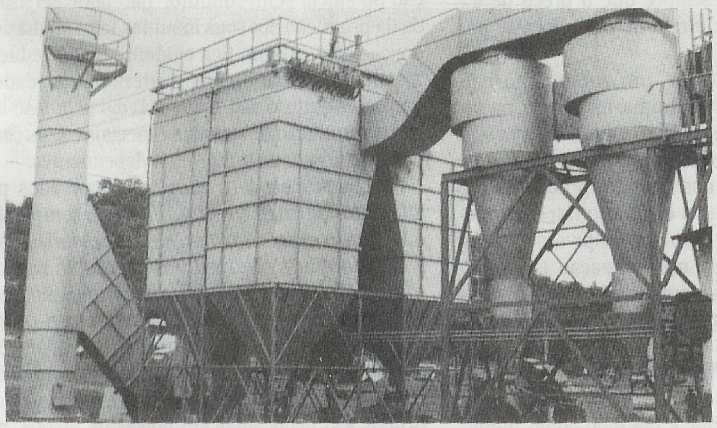
As diferenças entre um metal principal e um metal menor são várias. Observando-os do ponto de vista econômico, entretanto, nota-se que eles apresentam-se claramente distintos no ponto em que eles são separados como elementos individuais. Em outras palavras, o início de sua transformação em bens minerais independentes origina-se no ponto em que o metal especial é separado do material-base como produto individual. É nesse estágio em que os custos específicos desse metal potencialmente recuperável começam a ser individualmente contabilizados. Cabe ressaltar que esse estágio pode ocorrer tanto na britagem, moagem, redução metalúrgica ou refino do metal principal, o que mostra ser a estrutura de custos a fronteira que separa o produto principal de um subproduto ou co-produto.

A produção de metais de forma a atender às especificações cada vez mais rigorosas exigidas pelos setores de consumo final, reflete-se em custos de produção mais elevados. A indústria mineral, como de resto os demais setores industriais, freqüentemente atualiza salários, renova equipamentos, paga preços mais elevados por eletricidade, transporte, afora os custos financeiros sobre os investimentos de capital. Além do mais, os depósitos minerais atualmente lavrados são, em geral, de menor teor e algumas vezes localizados em áreas remotas, o que significa custos mais elevados no beneficiamento de uma maior tonelagem de minério para a obtenção de um menor volume de concentrado. Este é o cenário típico na indústria de metais em geral.

É bastante comum a idéia de subproduto como bem livre, dissociada do conceito de valor. A produção de um subproduto resultante de produção conjunta pode classificar-se em função de ser essa separação *necessária* para a produção do produto principal ou, de ser essa separação em si mesmo *suficiente* para produzir um subproduto de forma já adequada à comercialização (Brooks, 1965). A separação de subprodutos é um procedimento usual na indústria metalúrgica, muito embora as razões sejam basicamente econômicas: o preço de mercado do metal principal será bastante reduzido caso essa separação não seja efetuada. A especificação é uma condição fundamental na comercialização de metais, o que exige a separação das impurezas existentes. O concentrado de tântalo produzido a partir dos pegmatitos do Nordeste é cotado em termos de percentagem de metal contido, onde os concentrados de teores mais baixos obtêm menores preços, vez que a remoção das impurezas representa custos adicionais.

Em geral, o tipo mais comum de subproduto é aquele cuja separação do produto principal é necessária, mas cuja separação em si não é suficiente para produzir um bem mineral em forma final de comercialização. Cabe observar algumas exceções. Sempre que a impureza existente não afeta o valor do produto principal, esse subproduto potencial não necessariamente precisa ser removido. A existência de molibdênio no tungstênio concentrado a partir dos táctitos do Nordeste e do colúmbio no tântalo concentrado dos pegmatitos, são exemplos bastante ilustrativos nesse aspecto.

Conforme observou-se, impurezas ou metal especial em potencial, pode ou não ser removido do metal principal, dependendo dessa existência reduzir ou não o valor de metal principal ao qual ela está associada. O antimônio pode ser removido ou não do concentrado de chumbo, e depois reduzida a uma liga primária de chumbo-antimônio (Bailey, 1960). Assim, os subprodutos resultantes de produção conjunta podem dividir-se em quatro alternativas possíveis, baseadas no fato dessa separação ser necessária para produzir um produto final, e de ser essa separação em si mesma suficiente para produzir um subproduto em forma final de comercialização. Assim, as quatro possíveis alternativas econômicas



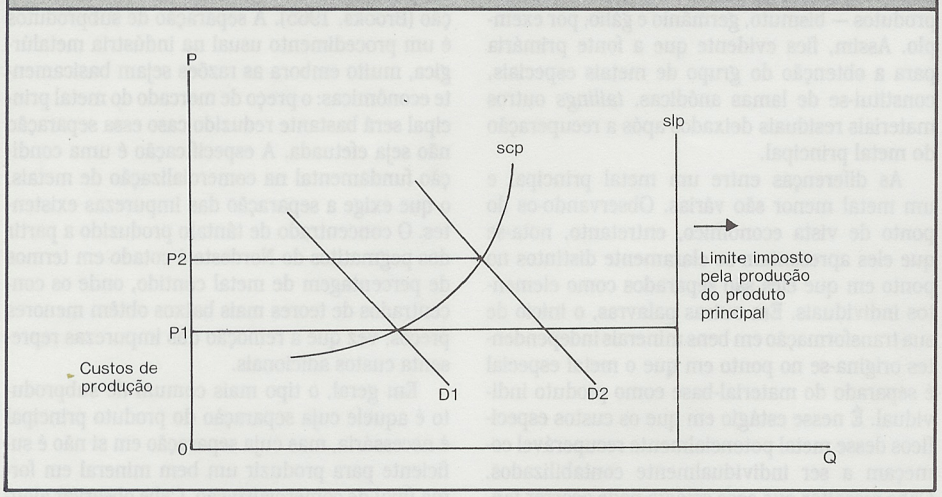
CONTROLE AMBIENTAL É UMA CIÊNCIA EXATA.

Na AIRCONSULT o dimensionamento de instalações de controle ambiental é executado por profissionais altamente qualificados. É por isso que os equipamentos projetados pela AIRCONSULT são mais econômicos e atingem sempre a eficiência garantida, nem mais nem menos.

AIRCONSULT

Rua dos Brazões, 212 - São Paulo - SP
CEP. 04603-030 - Fone: (011) 241-9099
Fax: (011) 532-0861

Figura 1
Curva de oferta de um subproduto cuja separação é necessária e insuficiente



para a produção de um subproduto, são:
1. Necessária e Suficiente
2. Necessária e Insuficiente
3. Desnecessária e Suficiente
4. Desnecessária e Insuficiente

A curva de oferta para a primeira alternativa é simplesmente uma linha vertical paralela ao eixo dos Y. Considerando-se que não existe qualquer custo envolvido, a oferta no curto prazo iguala-se a de longo prazo, sendo esta limitada apenas pelo nível de produção do produto principal ao qual o subproduto está mineralogicamente associado.

A separação de subprodutos desnecessários ou insuficientes, isto é, a recuperação de um elemento metálico em que não se faz necessária a comercialização do metal principal, pode ser considerada como uma operação independente. Em outras palavras, esta operação se constitui numa decisão autônoma da equipe técnica e de gerência da empresa produtora.

A racionalidade econômica parece recomendar a separação de um subproduto *Desnecessário e Suficiente*, alternativa 3, quando a receita líquida obtida com a extração é maior que aquela que existia anteriormente. No caso de um subproduto *Desnecessário e Insuficiente*, alternativa 4, o preço de mercado deve cobrir ambos os custos, isto é, o da separação e o do beneficiamento posterior, menos qualquer variação positiva ou negativa no valor do produto principal que possa advir da separação.

A alternativa 2 é a mais comum na separação de subprodutos.

A curva de oferta para esta alternativa, bem como a curva de co-produto a ser discutida posteriormente, tem como base (Braz, 1986). A Figura 1 mostra que existe um custo que deve ser coberto de forma que o subproduto seja adequadamente oferecido no mercado. Ao nível de preço P_1 a oferta no curto prazo alcança o nível de damanda existente, D_1. Contudo, caso a quantidade demandada desloque-se para D_2, haverá escassez ao nível de preço anterior e o mercado só estará em equilíbrio ao nível de preço P_2. Observe-se que a curva de oferta no longo prazo mostra-se, também, limitada pelo nível de produção do produto principal. Como existe uma estrutura de custos a ser coberta, somente em níveis compatíveis de demanda todo o volume de material-base será convertido em produto final. Isso equivale dizer que parte do material que contém o subproduto potencial será deixado para processamento futuro quando as condições de mercado forem mais favoráveis.

A abordagem econômica de co-produtos mostra-se algo diferente, vez que um dos dois elementos envolvidos no processo apresenta maior importância econômica, conforme mostra a Figura 2. Assumindo-se que os custos de produção do co-produto c_1, representado por OP_1 sejam cobertos, sua produção estará economicamente justificada e ele será oferecido no mercado. A quantidade produzida q_1, no entanto, estará condicionada ao co-produto c_2, o qual determina a escala de produção até ao nível de preço P_1. Cabe observar que para níveis de preços acima de P_1, o co-produto c_1 cobre bem mais do que seus próprios custos de produção, de forma que sua recuperação não estará mais completamente dependente do nível de produção do co-produto c_2. Assim, a curva de oferta do co-produto c_1 aproxima-se daquela do co-produto c_2, o qual é o co-produto líder. Observe-se que sempre que o preço de c_2, aumenta, a curva de oferta de c_1 desloca-se para a direita.

Conforme observou-se, um subproduto não exerce praticamente nenhuma influência na lavra do produto principal. Um co-produto, por sua vez, influencia, e algumas vezes de forma tão dinâmica que, pelo menos no curto prazo, um co-produto pode rivalizar o elemento líder em termos de receita. Esse é um caso típico de minas de cobre com elevada mineralização em ouro, em períodos nos quais o preço desse metal encontra-se bastante manipulado.

Indústria e mercado

Cabe reenfatizar que é definido como *indústria*, em micro-economia, o conjunto de firmas individuais que produzem insumos, bem intermediário ou final de natureza equivalente ou semelhante. Nesse aspecto, a produção de metais especiais não pode ser considerada como uma *indústria* particular, composta de firmas dedicadas à mineração e recuperação desses metais. Ao contrário, o setor produtor de metais especiais é caracterizado pela existência de firmas produzindo esse grupo de elementos, mas apenas como parte de suas atividades globais. Assim, as diretrizes políticas e dimensionamento da capacidade produtiva não podem ser medidas através da produção desses metais, vez que é pequena sua participação, em termos de receita, no âmbito de uma empresa operando na metalurgia de não-ferrosos.

A produção de metais especiais por grandes empresas é um fato comum na indústria de não-ferrosos. Afora possuírem o material-base para sua produção, essas companhias beneficiam-se ainda de suas condições de produtores integrados, vez que podem auferir quaisquer benefícios oriundos de economias de escala. Ainda, optando pela integração, esses produtores erguem uma barreira à entrada de novos produtores na *indústria*, vez que não é economicamente viável adquirir o concentrado de um metal principal para recuperar a pequena quantidade de metais menores nele contido.

A indústria mundial de não-ferrosos é composta por um grupo homogêneo de grandes companhias integradas internacionalmente da mineração à metalurgia. Após as fases de mineração, beneficiamento e metalurgia, o material residual deixado constitui-se na fonte primária para a obtenção dos metais especiais. Nesse estágio, parte significativa desse material-base encontra-se concentrado em um pequeno grupo de grandes companhias. Assim, uma determinada empresa pode coletar o material-base de diferentes frentes de operação e produzir tanto um elemento metálico como diferentes insumos intermediário. Indo-se mais além na cadeia de processamento, observa-se um substancial aumento nas formas em que um metal especial ou seus compostos químicos são recuperados e comercializados.

O silício, um metal de importância vital para a indústria eletrônica, apresenta um exemplo bastante ilustrativo nesse particular (Jacobson & Evans, 1984). O silício de grau eletrônico é obtido como produto final após uma sequência de transformações físico-químicas, envolvendo o silício de grau metalúrgico e compostos químicos de silício. Isso determina, a priori, que a produção do silício semi-condutor não pode ser isolada da produção dos seus insumos intermediários, e vice-versa. Assim, fica evidente que a redução metalúrgica e as etapas posteriores na cadeia de processamnto são responsáveis pela fase inicial da produção dos metais especiais e seus compostos como bens minerais independentes.

Os mercados, *latu sensu*, são operados por diferentes agentes e instituições que completam o intricado ciclo de transações necessárias para a transformação de insumos diferentes no conjunto de bens intermediários e de consumo final. Para as matérias-primas minerais cujos preços são determinados pelo produtor, as operações de compra podem ser consideradas como feitas por consumidores finais. Quando estas matérias-primas são negociadas em bolsas de metais, novos atores e formas de organização de mercado são introduzidas, a exemplo de *merchants, dealers*, especuladores e contratos diretos entre produtores e consumidores.

A análise do papel desempenhado por cada

agente, bem como sua contribuição para o equilíbrio de mercado, não se mostra relevante ao escopo do presente trabalho. Contudo, é importante delinear as feições observadas na comercialização dos metais objeto do presente trabalho.

O mercado de metais especiais, de maneira geral, comporta-se de forma semelhante à observada nos metais principais ou maiores. Assim, sua comercialização pode tanto ocorrer em mercados competitivos, como em mercados do produtor, ou ainda através de *merchants, dealers* ou com base em contratos diretos entre produtores e consumidores. A Tabela 2 resume a forma de comercialização observada para a grande maioria dos metais especiais.

Cabe rememorar o sistema de co-produção observado na recuperação de subprodutos e co-produtos. A produção de metais de importância econômica equivalentes e definida como coprodução e os custos de lavra, processamento e metalurgia são rateados entre os dois elementos, de forma proporcional ao preço e ao volume de cada um. A produção de um subproduto, ao contrário, é considerada como de importância secundária e os custos da lavra à metalurgia são alocados ao produto principal ao qual o subproduto está mineralógicamente associado. Assim, para metais produzidos tanto na condição de produto principal como na de subproduto, este último representa uma fonte de suprimento de menor custo, o que faz com que sua curva de oferta seja bastante inelástica a flutuações de preços em fases de mercados deprimidos.

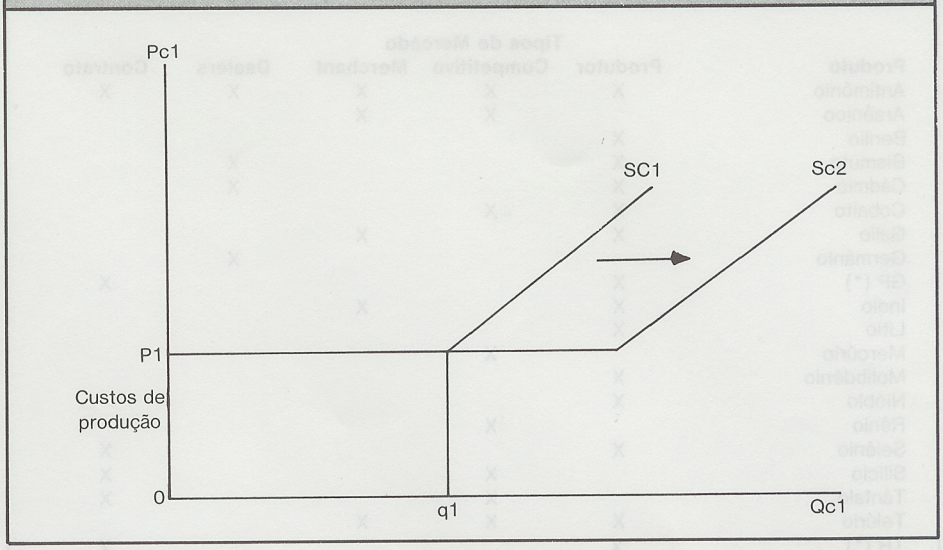
No caso da indústria do molibdênio, por exemplo, o metal produzido como subproduto apresenta sua curva de oferta bastante inelástica com relação a flutuações de preços. O molibdênio recuperado como subproduto apresenta um custo mais reduzido e pode ser vendido a um preço menor que aquele minerado individualmente, já que grande parte dos custos é absorvida pelo minério de cobre ao qual ele está mineralógicamente associado. Assim, em períodos de mercados deprimidos, cabe às empresas produtoras de molibdênio primário o papel decisivo de reduzir a produção aos níveis de demanda vigentes no mercado.

Conforme demonstrado, a grande maioria dos metais especiais são produzidos por firmas competitivas e comercializados em mercados competitivos, significando que o preço de equilíbrio de mercado é alcançado quase sem nenhuma influência das grandes firmas produtoras. Os metais comercializados nas principais bolsas de metais, London Metal Exchange (LME) e New York Commodity Exchange (COMEX) são exemplos típicos desse modelo.

Preços de produtor são aqueles determinados por firmas que lideram a produção ou por acordo entre os grandes produtores de uma determinada indústria. Os preços de produtor, em geral baseados na estrutura de custo da indústria, são determinados com base em uma visão de maior estabilidade do mercado no longo prazo, e, portanto, apresentam-se menos voláteis que os preços terminais das bolsas de metais e apresentam variações em intervalos discretos.

Os sistemas de preços terminais e de preços de produtor, no caso de matérias-primas minerais, apresentam ambos seus próprios vícios e virtudes. Contudo, cabe observar que o sistema de preço adotado é em grande parte determinado pelas condições estruturais vigentes na indústria. Dessa forma, inexiste sistema de preço que funcione eficientemente para todas as indústrias e todas as matérias-primas minerais.

Figura 2
Curva de oferta no curto prazo para um coproduto

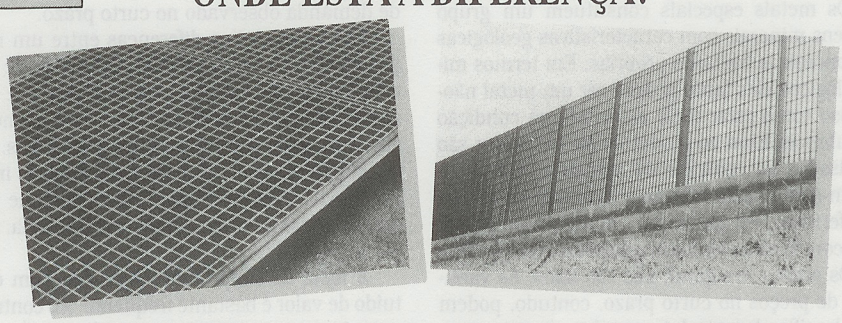


Flutuações de preços podem induzir alguns consumidores a substituírem os metais transacionados em bolsas por aqueles comercializados através de mercados do produtor, vez que estabilidade relativa de preços é uma situação preferível em termos de planejamento. Contudo, a vantagem mais evidente dos preços determinados em bolsas de metais é a sua transparência. Os preços publicados continuamente pela COMEX e pela LME têm uma visibilidade mundial e retratam operações efetivas por compradores de todo o mundo.

Observado do ponto de vista dos custos, os preços terminais não protegem preços que estão persistentemente acima dos custos marginais, o que representa prejuízo para as firmas produtoras no curto prazo. Por outro lado, preços de produtor, normalmente baseados nos custos de pro-

NOSSOS CONCORRENTES, JUNTOS, SOMAM 200 ANOS. A GRADEBRAS GRADES E GRADIS TEM MENOS DE 1. ONDE ESTÁ A DIFERENÇA?

Personnalité



A diferença está na pontualidade da entrega, no atendimento personalizado, nos preços competitivos e na garantia de alta qualidade.

Por que, afinal, quem apareceu por último já tem a tecnologia de última geração.
Concorda?

MACMETAL

GRADEBRAS INDUSTRIAL LTDA.
PRECISÃO E QUALIDADE QUE FAZEM A DIFERENÇA

Rua Benedito Bernardes, 347 - Vila Diva - São Paulo - SP -
CEP 03278-060 - Tel./FAX (011) 911-0839

Tabela 2
Metais especiais e estrutura de comercialização

Produto	Tipos de Mercado: Produtor	Competitivo	Merchant	Dealers	Contrato
Antimônio	X	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
Indio	X		X		
Lítio	X				
Mercúrio		X			
Molibdênio	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			

(*) Grupo Platinóide e Terras Raras

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

dução da indústria como um todo, apresentam-se mais estáveis e os consumidores tendem a optar por essa estabilidade relativa de preços.

Decorre, dos pontos observados até o presente, que cada sistema de preços apresenta suas vantagens e desvantagens. Esse fato contribui para explicar feições e características bastante singulares à produção e comecialização dos bens minerais metálicos.

Observações finais

Os metais especiais constituem um grupo de bens minerais com características geológicas e econômicas bastante próprias. Em termos mineralógicos eles tanto podem ser um metal não-ferroso como estar a ele associado na condição de subproduto ou co-produto. Esses aspectos são analisados no contexto da indústria metalúrgica em geral e com relação à indústria de metais não-ferrosos em particular. A seguir as principais conclusões resultantes do presente trabalho.

Os preços, em geral, não são fixos. As variações de preços no curto prazo, contudo, podem ser classificadas em dois grandes grupos: aquelas determinadas por variações nos custos de produção e aquelas resultantes de mudanças na própria curva de demanda. Alterações de preços nos bens finais são explicadas por mudanças nos custos de produção, enquanto aumentos de preços de matérias-primas, inclusive bens minerais, são resultantes de mudança na curva de demanda. Sem dúvida que os preços dos bens finais são afetados por mudanças nos preços das matérias-primas; contudo, é através da estrutura de custos que se transmite essa influência.

No caso das matérias-primas minerais é impossível produzir aumentos de oferta no curto prazo, vez que a abertura de uma nova mina, a construção ou ampliação da capacidade de produção existente, são etapas que demandam prazos mais dilatados. Como resultado de uma oferta inelástica no curto prazo, aumentos de demanda são atendidos via níveis de estoque. Assim, um aumento inicial de demanda que resulta em aumento de preço, é geralmente seguido por uma segunda onda de demanda especulativa, e novos aumentos de preço. Esse mecanismo torna mais difícil que a produção encontre o nível de demanda observado no curto prazo.

São inúmeras as diferenças entre um metal principal e um metal menor. Do ponto de vista econômico, no entanto, essa diferença é mais acentuada no instante em que esses elementos são separados como produtos individuais. Nesse estágio os custos de cada elemento são individualmente contabilizados, instância que pode ocorrer tanto na lavra, como na metalurgia, redução ou refino.

A idéia de subproduto como um bem destituído de valor é bastante freqüente. Ao contrário, esses bens apresentam um custo bastante elevado para serem produzidos. A recuperação de um subproduto que ocorre mineralógicamente associado a um outro elemento, pode ser classificada em termos de ser essa separação *necessária* para a produção do produto principal, ou de ser essa separação em si mesma *suficiente* para a produção de um subproduto em condição apropriada para uso final.

A produção de metais especiais por grandes empresas verticalmente integradas é uma característica usual na indústria de não-ferrosos. Além de possuírem o material-base para sua recuperação, essas empresas beneficiam-se ainda por serem produtores integrados, vez que podem realizar todos os benefícios resultantes de economia de escala. A decisão de integrar-se na recuperação de metais especiais funciona como uma barreira à entrada de novas firmas na indústria, simplesmente por não ser viável adquirir concentrados de metais principais para recuperar a pequena quantidade de metais especiais neles contido.

A indústria de metais não-ferrosos é composta por um pequeno grupo de grandes companhias internacionalmente integradas da mineração à metalurgia. Após as fases de mineração, beneficiamento e metalurgia, o material residual deixado constitui-se na fonte primária para a obtenção dos metais menores ou especiais.

A grande maioria dos metais especiais são produzidos por firmas operando em mercados competitivos. Assim, o preço de equilíbrio de mercado é determinado praticamente sem nenhuma influência das grandes empresas produtoras, o que equivale dizer que os preços podem oscilar para qualquer nível exigido para o equilíbrio de mercado. Os preços terminais das bolsas de metais de Londres (LME) e Nova York (COMEX), são exemplos típicos desse modelo.

O sistema de preços terminais e de preços de produtor apresentam ambos vícios e virtudes. Contudo, cabe sublinhar que a escolha de um sistema de preços é determinado principalmente pelas condições estruturais vigentes em cada indústria. Assim, inexiste um sistema que possa funcionar de maneira eficiente para todas as indústrias ou matérias-primas minerais.

Do ponto de vista da estrutura de custos, os preços terminais não apresentam qualquer proteção para preços que estejam acima dos custos marginais, o que significa prejuízo no curto prazo para as empresas produtoras. Em contrapartida, as bolsas de metais tornam mais fácil a comercialização de estoques indesejados em períodos de custos financeiros elevados.

Referências

Bayley, A. R. (1960). A textbook of Metallurgy MacMillan & Co. Ltd., London, p. 38.

Braz, E. (1986). Princípios de Economia Mineral. Universidade Federal da Paraíba, Brasil, Departamento de Mineração e Geologia, mimeo form, pp. 26-27.

Brooks, D. B. (1965). Supply and Competition in Minor Metals. Resources for the Future, Inc., Washington, D.C., pp. 34-35

Carvalho, O. (1991). Production and Market Structure for Minor Metals: An Economic View from the Non-ferrous Industry. PhD Thesis, Imperial College of Science and Technology, Department of Mineral Resources Engineering, London, p.51.

Chick, V. (1977). The Theory of Monetary Policy. Basil Blackwell, Oxford, pp. 3-15.

Hargreave, D. A. & Fromson, S. (1983). World Index of Strategic Minerals. Gower Publishing and David Hargreaves, England, pp. 72-76.

Jacobson, D. M. & Evans, D. S. (1984). Pulverised Fuel Ash as a Metal Resource for the UK. Materials and Society, Vol. 8, No.1, pp. 29-35

Phillips, J. A. (1962). The World Most Complex Metallurgy: Copper, Lead and Zinc. Transaction of the Metallurgical Society of AIME, August, pp. 657-668.