

Luzio - Br

PANORAMA DO ZINCO NO BRASIL

O Dr. Edmundo Martins, engenheiro de mineração, do Instituto de Zinco do Brasil, está, pois, com a palavra.

O SR. EDMUNDO MARTINS, engenheiro de mineração, do Instituto de Zinco do Brasil e o diretor do Centro de Estudos de Zinco do Instituto de Zinco do Brasil.

A finalidade desta obra é apresentar um panorama geral do zinco no Brasil, com uma "resenha redonda" de informações sobre o metal e seus ligamentos de zinco, — até a de aproveitamento econômico do zinco no Brasil, principalmente nos últimos anos.

Antes, porém, é necessário fazer uma breve introdução sobre os processos de obtenção do metal.

1. - INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. - Características

O zinco é um metal branco-azulado, com ponto de fusão de 419,5°C e de baixo ponto de fusão (907°C), e, devido à alta volatilidade do metal, forma de vapor e, posteriormente, de óxido.

O zinco não se altera na superfície, formando uma película protetora de óxido de zinco, que se renova posteriormente.

Em comparação com o ferro, o zinco é um metal mais dúctil e mais resistente à tração da segunda ordem que a do zinco puro. É mais resistente à corrosão que o ferro e o cobre. Pode ser trabalhado por processos mecânicos e químicos, e apresenta a plasticidade destes metais.

1.2. - Tipos Comerciais

O metal é obtido no Brasil em forma de pó, e os principais tipos de zinco são os máximos e os mínimos. Os máximos são os tipos de zinco de alta pureza, o que é dado a seguir:

O SR. COORDENADOR – Vamos dar início à nossa conferência de hoje, que será proferida pelo Dr. Edmundo J. Martins, engenheiro-metalurgista, formado por Belo Horizonte, e que, atualmente assessora o Ministério da Fazenda, no setor dos não-ferrosos.

O Dr. Edmundo Martins falará sobre o “Panorama do Zinco no Brasil”

Está, pois, com a palavra, o nosso conferencista de hoje.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Agradeço as palavras do Sr. Coordenador e o convite do Centro Moraes Rego, para vir aqui conversar com os senhores.

A finalidade desta conferência – que, aliás eu gostaria que fosse muito mais uma “mesa redonda”, já que estão presentes aqui vários professores ligados ao assunto, – será a de apresentar uma visão geral da situação do zinco no Brasil, principalmente nos últimos três anos.

Antes, porém, repassaremos rapidamente as propriedades, aplicações, processos de obtenção do metal e o situaremos dentro do Panorama Internacional.

1. – INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. – Características do Metal

O zinco é um metal de cor branca azulada, relativamente denso ($6,82 \text{ g/cm}^3$) e de baixo ponto de fusão (419°C). Seu peso atômico é 65,38. Entra em ebulição a 907°C e, devido a isto, nos processos pirometalúrgicos de extração é obtido sob a forma de vapor e, posteriormente, condensado.

O zinco não se altera no ar seco, ar úmido ou água contendo CO_2 , entretanto na sua superfície forma-se pequena película de oxidação que o protege contra ataques posteriores.

Em comparação com os outros metais o zinco, possui resistência à tração da mesma ordem que a do alumínio e magnésio e peso específico próximo ao do ferro e cobre. Pode ser trabalhado a frio como estanho e o chumbo, mas não possui a plasticidade destes metais.

1.2. – Tipos Comerciais

O metal é obtido no comércio em seis tipos que se expressam segundo os teores de zinco e os máximos de impurezas. As normas ASTM e ABNT especificam os vários tipos, o que é dado no quadro I.

QUADRO I – Classificação dos tipos de Zinco

TIPO	Teor máximo de impurezas %			Teor mínimo de zinco %
	Pb	Fe	Cd	Zn
Extra fino A	0,003	0,002	0,003	99,995
Extra fino B "Special High Grade"	0,003	0,003	0,003	99,990
Fino B "High Grade"	0,07	0,02	0,03	99,90
Intermediário A "Intermediate"	0,20	0,03	0,04	99,5
Intermediário B "Brass special"	0,6	0,03	0,50	99,0
Comum "Prime western"	1,6	0,05	0,50	98,0

1.3. – Aplicações

As propriedades do zinco não o indicam como metal para ser utilizado isoladamente mas sim para *melhorar* e corrigir propriedades de outros metais.

Sua maior aplicação é como elemento de proteção contra a corrosão.

A galvanização ou zincagem a quente consiste na imersão de uma peça, previamente limpa, em zinco aquecido entre 430 e 460° C.

Outras técnicas de revestimento de peças são também empregadas (metalização, zincagem eletrolítica e sherardização) mas, dentre elas, a aplicação de tintas ricas em zinco, alcança maior destaque.

Outra aplicação do zinco é na produção de ligas diversas das quais as mais importantes são:

- a) latões: cobre-zinco (Zn: até 45%)
- b) bronzes: cobre-zinco-estanho (Zn + Sn: de 5 a 40%)
- c) ligas para fundição sobre pressão: conhecidas como Zamak; o zinco é o metal predominante sendo o alumínio, cobre e magnésio em menores proporções, os outros constituintes.

O zinco também é aplicado na indústria química, na fabricação de pigmentos e óxidos para a indústria da borracha. Um produto de zinco bastante usado é o litopônio que é um pigmento branco produzido pela interação de sulfato de zinco e sulfeto de bário.

1.4. – Minerais de Zinco

O zinco é encontrado na natureza sob a forma de poucos minerais. O principal deles é o sulfeto de zinco, ZnS, conhecido como esfalerita ou “blenda de zinco” e sua variedade, a marmatita, a qual é uma mistura isomórfica de sulfeto de zinco e ferro (Zn, Fe)S. Em seguida, na ordem de importância, estão o carbonato de zinco, ZnCO₃, conhecido como smithsonita e o silicato Zn₂SiO₄.H₂O, denominado hemimorfita ou calamina. Os outros minerais (Quadro II) ocorrem mais raramente. No Brasil, a Willemita reveste-se de importância especial devido à sua presença no minério da região de Vazante.

QUADRO II – Principais Minérios de Zinco

<i>MINERAL</i>	<i>FÓRMULA QUÍMICA</i>
Esfalerita	ZnS
Marmatita	(Zn,Fe)S
Smithsonita	ZnCO ₃
Hemimorfita	Zn ₂ SiO ₄ .H ₂ O
Willemita	Zn ₂ SiO ₄
Zincita	ZnO
Franklinita	(Fe,Zn,Mn).(Fe,Mn) ₂ O ₄

2. – TECNOLOGIA

A maior parte dos minérios de zinco do mundo ocorre como sulfetos, embora haja notáveis exceções a esta generalização, como os casos do Brasil e da Região Ocidental dos Estados Unidos onde minérios complexos requerem tratamento especial.

De modo geral, o processamento do minério de zinco envolve moagem, flotação, filtragem e secagem, ustulação e, só então, a conversão do concentrado ustulado em metal por:

- a) um processo térmico, envolvendo redução pelo carbono (pirometalurgia);
ou
- b) lixiviação química seguida por deposição eletrolítica (hidrometalurgia).

O ácido sulfúrico é o principal subproduto.

O processo térmico produz um zinco impuro embora, por redistilação obtenha-se qualidade "high grade" com 99,99% de pureza. O processo eletrolítico é largamente empregado, e, nos Estados Unidos, é responsável por cerca de 50% do total produzido, a maior parte com 99,99% de pureza.

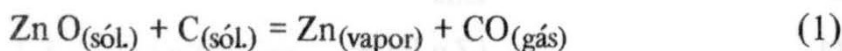
2.1. — Pirometalurgia

2.1.1. — Princípios Gerais:

Os concentrados sulfetados são inicialmente ustulados para a eliminação quase completa do enxofre e produção do óxido de zinco. Os gases gerados nesta operação podem ser aproveitados para a fabricação de ácido sulfúrico, à semelhança do que ocorre com a metalurgia de outros metais (cobre, chumbo, níquel).

A operação de ustulação é feita nos fornos convencionais para tal fim, isto é, soleiras múltiplas, máquinas de sinterizar, leitos fluidizados ou em suspensão ("flash roasting").

Em seguida à ustulação o óxido é reduzido pelo carbono, produzindo o Zn metálico e o monóxido de carbono, segundo a reação:



A reação (1) é resultante das duas seguintes:



O zinco obtido sob a forma de vapor pode oxidar-se rapidamente. Procura-se evitar que tal aconteça mantendo-se uma baixa proporção de CO_2 na mistura gasosa, o que é conseguido trabalhando-se com excesso de carvão e em temperaturas mais altas.

A redução começa a cerca de 950°C e já a 1100°C o conteúdo de CO_2 nos gases é bastante pequeno em relação ao de CO .

O zinco deve ser condensado pelo resfriamento *brusco* do vapor, evitando-se assim a sua reoxidação. É mantida uma temperatura de condensação entre 500 e 550°C . Como o metal líquido contém ainda impurezas (sendo cádmio, chumbo e ferro as principais) o zinco assim obtido deve ser, posteriormente, refinado.

2.1.2. — Processos:

(a) Retorta Horizontal (Forno Belga)

Uma mistura de concentrado pré-ustulado e redutor, é carregada numa retorta (Anexo I — fig. 1), a qual é então colocada num forno aquecido a 1400°C , pela queima de gases.

Na retorta, o zinco é reduzido de acordo com a reação (1) e, daí juntamente

com os outros gases, passa a um condensador a ela acoplado onde, em contacto com as suas paredes, é resfriado. Gotas do metal escorrem pelas paredes e são coletadas no fundo do condensador.

O zinco que escapa do condensador é precipitado no seu *prolongamento* sob a forma de uma poeira denominado “pó azul”.

(b) *Retorta Vertical*

O processo da retorta horizontal apresenta como principais inconvenientes à sua natureza intermitente, operação e manutenção trabalhosa, rendimento térmico e recuperação de metal não suficientemente satisfatórios.

Visando minimizar tais desvantagens, foi desenvolvido pela New Jersey Zinc Co. o processo denominado de retorta vertical.

A retorta (fig. 2 — Anexo I), na forma de uma chaminé de seção retangular, é fabricada de tijolos refratários de alta condutividade térmica (carbeto de silício) e, sua capacidade de carga é maior do que a retorta moldada de paredes finas do processo horizontal.

A questão da descontinuidade do processo foi solucionada pela remoção dos resíduos acumulados no fundo da retorta por meio de um mecanismo de descarga contínua.

O concentrado e o redutor são aglomerados como briquetes e estes pré-queimados antes de serem carregados pelo topo da retorta. Os gases contendo zinco vapor e monóxido de carbono passam por uma câmara inclinada de condensação onde o zinco é coletado e o monóxido de carbono, após purificação, é usado como combustível na mistura de aquecimento da retorta.

A recuperação total de zinco é de 90 a 95%.

(c) *Forno Termoelétrico*

Embora mais eficiente que o processo de retorta horizontal, o processo de retorta vertical é ainda desvantajoso, pois o calor tem que ser transmitido através das paredes da retorta.

Este fato deu origem ao processo eletrotérmico. O forno (fig. 3 — Anexo I), de forma cilíndrica e tendo entre 12 e 14 m de altura, possui um jogo de eletrodos na sua parte mais alta e outro na sua parte inferior. O aquecimento é feito pela passagem de corrente elétrica através da carga de briquetes. A temperatura média da carga é de 1200°C. O resíduo é descarregado continuamente e contém em torno de 15% de zinco.

O pré-aquecimento da carga a 800°C, visa a economia da energia elétrica, cujo consumo é próximo de 3000 Kwh por tonelada de zinco.

A rápida condensação do vapor é assegurada pela aspiração dos gases através de um banho de zinco fundido contido num condensador em forma de U. Os gases são lavados e o zinco neles restante é recuperado sob a forma de “pó azul”.

Uma alternativa para a produção do metal, via eletrotérmica, é o emprego do

forno elétrico a arco, de três elétrodos. A carga consiste de minério oxidado (sintetizado) ou concentrados, redutor, e adições de cal, sílica para manter a relação CaO/SiO_2 entre 0,8 e 1,4/1.

Produz-se ferro e escória que ficam acumulados no fundo do forno, e o zinco vapor, juntamente com monóxido de carbono, deixa o forno por meio de saídas refratárias passando para um condensador como o anteriormente mencionado.

(d) *Forno de Cuba* (Imperial Smelting Process)

Desenvolvido na Inglaterra, o alto forno para zinco trabalha com ar pré-aquecido entre 550 e 750°C, que é injetado no forno através de ventaneiras resfriadas a água.

Os gases produzidos no interior do forno contendo CO , CO_2 , N_2 e zinco vapor, são parcialmente queimados no trajeto do forno ao condensador. O aumento de temperatura resultante evita a reoxidação do zinco pelo CO_2 .

O condensador consiste de uma câmara onde um banho de chumbo líquido a 560°C, mantido em agitação violenta, é usado para condensar e dissolver o zinco vapor sem reoxidação apreciável. O chumbo líquido (contendo cerca de 2,4% de zinco em solução) é removido do condensador e resfriado a 450°C, temperatura na qual a solubilidade máxima do zinco é 2,15%. O zinco em excesso (com 98,5% de pureza) é expulso da solução e flutua sobre o chumbo, de onde é removido. O chumbo é então re-introduzido no condensador, em circuito fechado (fluxograma do processo do Anexo II).

Aproximadamente 400 toneladas de Pb devem ser circuladas no condensador para a obtenção de 1 tonelada de zinco. Usando-se concentrados com 20 a 38% de Zn e 16 a 27% de Pb, as recuperações destes metais atingem 90 e 94% respectivamente.

Este processo parece ter sido bem sucedido apenas em minérios mistos de Pb e Zn onde a concentração por meios mecânicos ou flotação não permite obter concentrados distintos dos dois metais. Há notícias de que a própria Imperial Smelting teria já encerrado a operação de uma de suas instalações, pelo fato de não mais dispor de minério adequado (alto teor de Pb) para carga do forno.

2.2. – Hidrometalurgia

O processo objetiva a produção de uma solução de sulfato de zinco tão livre de impurezas quanto possível e a deposição do zinco da solução por eletrólise.

Parte-se, normalmente, de concentrados pré-ustulados porém, concentrados oxidados obtidos por processos pirometalúrgicos (forno Waelz), ou mesmo minérios oxidados de alto teor como no caso brasileiro, podem ser atacados diretamente pelo ácido.

Embora seja um processo aparentemente simples, ele se complica pela dissolução simultânea de elementos indesejáveis juntamente com o zinco.

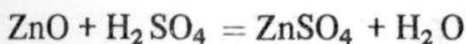
Básicamente, é desenvolvido em três etapas:

- (a) — lixiviação do concentrado;
- (b) — purificação da solução de sulfato de zinco;
- (c) — eletrólise da solução de sulfato de zinco.

Na terceira etapa obtém-se o zinco em cátodos após o que o metal é normalmente fundido em fornos de reverbero (ou de indução, mais modernamente), e vazado como lingotes com forma de um tronco de pirâmide retangular, conhecido como "slab".

(a) — Lixiviação do Concentrado

O principal objetivo da lixiviação é dissolver o óxido de zinco:



A total recuperação do zinco requer um excesso de ácido sulfúrico. Por outro lado, a solução deve ser praticamente neutra ao fim da lixiviação, para a eliminação do ferro ser completa. Para se conseguir estes objetivos conflitantes, a operação de lixiviação deve ser efetuada em dois estágios:

No primeiro, o concentrado ustulado é tratado com uma solução de ZnSO_4 , contendo cerca de 100 a 130 gramas de zinco por litro e 1 a 5 gramas de ácido sulfúrico livre por litro. O ácido presente não irá lixiviar todo o zinco — somente uma parte passará para a solução a qual será neutra, e desta maneira, livre de ferro. Este estágio é denominado de lixiviação neutra.

O resíduo insolúvel do estágio neutro ainda contém muito zinco e é retratado pelo eletrólito que recircula, contendo cerca de 100g de H_2SO_4 por litro, num segundo estágio, chamado de lixiviação ácida. No fim deste, a concentração do ácido na solução cai para 1–5 g/l e ela é usada para a lixiviação neutra.

Muitas impurezas podem ter reduzidas suas quantidades ou mesmo serem eliminadas pela neutralização da solução de sulfato de zinco com óxido de zinco, com a formação e precipitação de hidróxido férrico.

Este método é comumente chamado "purificação de ferro" e é usualmente levado a efeito com a lixiviação.

O arsênico e o antimônio são removidos da solução juntamente com o ferro.

O equipamento para lixiviação consiste em grandes tanques onde se promove a agitação da polpa minério-ácido por ar comprimido ou por agitadores mecânicos.

Uma série de filtrações e espessamentos visando a separação dos resíduos da solução culmina com o envio desta para a etapa seguinte.

(b) — Purificação da solução neutra de zinco

Mesmo se presentes em quantidades diminutas, impurezas tais como cobre, cobalto, ferro, arsênico e antimônio podem reduzir apreciavelmente a eficiência de corrente na etapa subsequente da eletrólise.

A remoção de cobre e cádmio é feita pela adição de zinco em pó, ocorrendo então a precipitação dos dois metais segundo as reações:



O resíduo de cobre e cádmio contém também zinco nas seguintes percentagens:

Cu : 2–8%

Cd : 6–12%

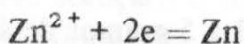
Zn : 30–40%

e constitui uma fonte valiosa para a obtenção de cádmio, tendo o cobre como subproduto. Metais raros como thálio e índio também vão para este resíduo.

(c) – Eletrólise da solução de sulfato de zinco

A solução netra purificada é enviada á eletrólise, contendo ions Zn^{2+} , SO_4^{2-} , e OH^- .

A reação principal se dá no cátodo, resultando da deposição de zinco metálico.



Os cátodos são de alumínio que logo se revestem de zinco passando a funcionar como se fossem de tal material. Os ânodos são de chumbo, e os tanques de concreto, revestidos com material ácido-resistente, ou de madeira.

Opera-se com densidade de corrente entre 300 e 600 A/m² e tensões de 3,2 a 3,9 volts. O consumo de energia está entre 3.000 e 3.200 Kwh/t de zinco.

A solução é alimentada nas células contendo de 110 a 130 g/l de zinco e recirculada para o circuito de lixiviação contendo de 100 a 150 g/l de ácido sulfúrico livre e 40 a 60 g/l de zinco.

3 – PANORAMA MUNDIAL

3.1 – Produção Mundial

A produção mundial de minério de zinco evoluiu de 3,35 milhões de toneladas em 1960 para 5,91 milhões de toneladas de zinco contido, em 1973, apresentando portanto um crescimento de 76%, correspondente a um aumento anual de 4,4%.

A produção mundial de zinco metalúrgico no mesmo período passou de 3,15 milhões de toneladas para 5,52 milhões de tonelada com um aumento portanto de, 75% correspondendo a um crescimento de 4,4% a.a.

Os dez primeiros produtores de minérios de zinco nos anos de 1960 e 1972 foram responsáveis, respectivamente, por 73% e 76 % da produção mundial.

O Quadro III lista os principais produtores e as modificações ocorridas em seu posicionamento no período 1960/1972.

A mudança de posição mais importante é a do Canadá que num período de apenas 12 anos dobra sua participação dentro da produção mundial, passando de 11% em 1960 a 22% em 1972. Note-se ainda que 50% da produção se concentra nos 4 países do topo da lista.

QUADRO III – Principais Produtores de Minério de Zinco

% DA PRODUÇÃO MINERAL MUNDIAL

1960		1972	
U.S.A.	13	Canadá	22
U.R.S.S.	11	U.R.S.S.	11
Canadá	11	Austrália	9
Austrália	9	U.S.A.	8
México	7	Peru	7
Japão	5	Japão	5
Peru	5	México	5
Polônia	4	Polônia	4
Itália	4	Coréia	3
Alemanha (R.F.)	4	Alemanha (R.F.)	2
Total	73	Total	76

Os principais produtores metalúrgicos mundiais nos anos de 1960 e 1972 estão listados no Quadro IV. Em 1960 os dez primeiros eram responsáveis por 83% da produção mundial e em 1972 por cerca de 77%.

QUADRO IV – Principais Produtores de Zinco Metálico

% DA PRODUÇÃO METALÚRGICA MUNDIAL

1960		1972	
U.S.A.	25	Japão	15
U.R.S.S.	13	U.R.S.S.	12
Bélgica	8	U.S.A.	12

Canadá	7	Canadá	9
Alemanha	6	Alemanha R.F.	7
Japão	6	Austrália	5
Polônia	6	França	5
França	5	Bélgica	5
Austrália	4	Polônia	4
Itália	3	Itália	3
Total	83	Total	77

3.2 — Consumo Mundial

Entre os anos de 1960 e 1973 o consumo se elevou de 93% correspondendo um crescimento de 5,2%, tendo passado de 3,07 para 5,94 milhões de toneladas.

Os principais consumidores em 1960 e 1970 estão listados no Quadro V. A grande modificação na classificação dos consumidores se deve ao Japão, que passou de um quinto lugar em 1960, consumindo cerca de 6% do consumo mundial para o segundo lugar em 1970 consumindo 12%.

QUADRO V — Principais Consumidores de Zinco

% DO CONSUMO MUNDIAL

<i>1960</i>		<i>1970</i>	
U.S.A.	26	U.S.A.	24
U.R.S.S.	12	Japão	12
Alemanha	10	U.R.S.S.	11
Reino Unido	9	Alemanha R.F.	8
Japão	6	Reino Unido	5
França	6	França	5
Bélgica	3	Itália	4
Itália	3	China	3
China	2	Bélgica	3
Canadá	2	Canadá	2
Total	79	Total	77

4 — PANORAMA NACIONAL

4.1 — Um "Flash" da situação atual

Produzindo menos da metade do Zinco necessário para o seu consumo, o Brasil é um tradicional importador do metal, que ocupa a terceira posição entre os não-ferrosos mais consumidos e importados pelo país, logo após o cobre e o alumínio. Nos últimos três anos foram dispendidos cerca de US\$ 145 milhões (CIF) com a compra de zinco no exterior, 54% dos quais somente no ano passado.

Como pode ser observado pelo quadro VI, 1973 foi um ano anormal. Ocorreu que, prevendo uma alta exagerada nos preços durante o ano seguinte, os importadores compraram além de suas necessidades ocasionando níveis de estoque acima dos usuais. E alta realmente aconteceu pois, enquanto o preço médio CIF da tonelada importada foi de US\$ 560 em 1973, no ano seguinte atingiu a US\$ 1.250.

QUADRO VI — Importações de Zinco

<i>ANO</i>	<i>QUANTIDADE</i> <i>(t)</i>	<i>VALOR — CIF</i> <i>(US\$ 1.000)</i>
1972	54.294	21.944
1973	77.854	43.615
1974	63.500	79.239

Fonte: CIEF — CONSIDER

Atualmente, o mercado internacional atravessa um período em que se busca a estabilização dos preços mediante cortes de produção e outros expedientes. E parece que o objetivo está sendo alcançado pois a cotação do metal tem oscilado pouco estando, no momento, a US\$ 782/t (23/04/75), após uma queda acelerada iniciada em maio de 1974.

Internamente o preço está fixado em Cr\$ 7.380,00/t contra Cr\$ 4.490,00 em janeiro do ano passado.

A produção nacional iniciada em 1965 com a Cia. Industrial e Mercantil Ingá, evoluiu lentamente até 1969 quando entrou em funcionamento a usina da Cia. Mineira de Metais. A partir de então o crescimento foi mais rápido, tendo ultrapassado 30 mil toneladas no último ano.

O metal produzido a partir da sucata (metal secundário) oscila em torno de 5% do consumo aparente. A composição deste valor com os quadros VI (importação) e VII (produção primária) resulta no quadro VIII de consumo aparente.

QUADRO VII – Produção Nacional de Zinco Primário

<i>ANO</i>	<i>QUANTIDADE</i> (t)
1972	16.200
1973	22.300
1974	30.519

Fonte: CONSIDER – ICZ

QUADRO VIII – Consumo Aparente de Zinco

<i>ANO</i>	<i>QUANTIDADE</i> (t)
1972	74.400
1973	104.200
1974	99.063

Fonte: CONSIDER – ICZ – CIEF

4.2. – Problemas Básicos da Indústria do Zinco no Brasil

As dificuldades de produção do zinco no Brasil começam exatamente com a matéria prima, isto é, o minério. Enquanto na maioria dos países produtores do metal, o zinco é obtido a partir de minérios sulfetados, de fácil concentração e que permitem obter como subproduto o ácido sulfúrico, aqui, até há pouco tempo, só se conheciam jazidas de minérios oxidados.

A utilização desta matéria-prima implicou no desenvolvimento de um processo específico, considerado um trunfo da tecnologia nacional. Embora tal fato auspicioso seja motivo de orgulho, a realidade é que muito ainda se pode fazer para melhorar o processo, permitindo a utilização de minérios com menores teores de zinco e reduzindo o consumo de ácido sulfúrico.

Atualmente, numa das empresas produtoras, o consumo de ácido por tonelada de metal produzido ultrapassa 1.000 kg contra os 147 kg previstos no projeto!

Pesquisas já realizadas mostraram que mediante tratamentos considerados simples (separação magnética e calcinação) podem ser obtidos concentrados relativa-

mente ricos e resultados positivos têm sido obtidos também por flotação.

É vital o desenvolvimento da tecnologia nacional pois, do contrário, as jazidas terão sua vida reduzida, já que os minérios alimentados nas usinas têm teores acima da média das jazidas, significando, pois, que o aproveitamento das mesmas não é o ideal (ver quadro IX).

QUADRO IX – Teores Médios: Jazidas e Usinas

<i>EMPRESA</i>	<i>TEOR MÉDIO DE Zn (%)</i>	
	<i>Jazida</i>	<i>Alimentação</i>
C.M.M.	16	41
INGÁ	8	22

Fonte: Empresas Produtoras

O outro grande problema da indústria nacional do zinco consiste na localização das usinas. Por falta da infra-estrutura no local das ocorrências de minério, as duas empresas viram-se obrigadas a estabelecer suas usinas em locais distantes das minas, onerando, conseqüentemente, os custos de produção do metal com a necessidade de transportar o minério até as respectivas unidades metalúrgicas. A usina da INGÁ está situada em Itaguaí (RJ) e a da C.M.M. em Três Marias (MG) distando, respectivamente, 1.100 km e 350 km de Vazante (MG) onde ficam as jazidas.

O caso da INGÁ é particularmente, mais grave pois, considerando que o teor médio do minério utilizado na alimentação da usina é de 22% de Zn isto significa que cerca de 80% do material transportado por 1.100 km é estéril, isto é, será rejeitado no processo.

4.3. – As Empresas e os seus Planos

A produção das duas empresas durante o ano passado foi próxima da capacidade total instalada (quadro X) e ambas já têm planos de expansão elaborados, estando o da C.M.M. já em andamento enquanto o da Ingá permanece em análise pelo BNDE.

Juntamente com a Mineração Morro Agudo (subsidiária da METAMIG), cuja produção anunciada será 35 mil toneladas/ano, a INGÁ e a CMM constituem as três únicas empresas em condições de operarem a partir de minérios nacionais, por disporem de jazidas próprias.

QUADRO X – Capacidade Instalada e Produção por Empresa

<i>EMPRESA</i>	<i>CAPACIDADE (t/ano)</i>	<i>PRODUÇÃO 1974 (t)</i>
INGÁ	8.400	6.877
CMM	24.000	23.642
TOTAL	32.400	30.519

Fonte: CONSIDER – ICZ

4.3.1. – Companhia Mineira de Metais (CMM)

Localização: a mina está situada no município de Vazante, M.G., cidade distante cerca de 120 km da rodovia Belo Horizonte-Brasília, a partir de Paracatu. A instalação metalúrgica foi construída em Barreiro Grande (Três Marias) devido à facilidade de obtenção de energia elétrica a baixo custo. A ligação entre as duas cidades pode ser feita por rodovia (cerca de 350 km) ou por aviões monomotores.

Reservas – Tipo de Minério: o minério cubado, até o momento, atinge 6.200.000 t com um teor médio de 16% o que corresponde a 1 milhão de toneladas de zinco contido. Já foram efetuados 12 mil metros de sondagens, 3 mil metros de poços e 300 metros de galerias.

O minério ocorre em dois corpos semi-paralelos distintos, tendo um deles a forma de uma calha e, no qual predomina o mineral Calamina ou Hemimorfita, um silicato hidratado de zinco. O outro corpo, no qual predomina a Willemita (Zn_2SiO_4), tem forma tabular, e o minério está associado com hematita. Em ambos ocorre também com maior ou menor frequência a smithsonita, hidrozinco e zincita. Apenas em pontos localizados o chumbo atinge valores consideráveis podendo chegar a 0,8%.

No momento está sendo minerado o corpo de willemita e apenas o minério mais rico é utilizado como alimentação da usina. O restante é estocado em pilhas próximas à mina, para posterior emprego no processo Waelz a ser implantado.

Lavra – Beneficiamento: a mineração, à céu aberto, nada difere das operações deste tipo. A relação estéril/minério está entre 5/1 e 6/1. Após o descapeamento, é dado o fogo no minério que, em seguida, é carregado, em caminhões Alfa de 10 e 20 toneladas, por meio de pás carregadeiras, e transportado até um pátio de estocagem. Daí é alimentado em um britador primário e um secundário, ambos de mandíbulas, sendo todo ele reduzido a menos de 1 polegada. Posteriormente, é transportado por caminhões até Três Marias.

Metalurgia: o minério britado, proveniente de Vazante, é moído em moínhos de bola a uma granulometria tal que 80% passe na peneira de 100 mesh (147 microns). A lixiviação é feita com ácido sulfúrico, obtido a partir de enxofre importado, em duas fábricas próprias. A solução de sulfato de zinco obtida pela lixiviação do minério, é diluída, filtrada em filtros prensa e depois reconcentrada por evaporação.

Após purificação, pela adição de pó de zinco, óxido de arsênio e sulfato de cobre, para a precipitação de impurezas (Cd, Cu, Sb, As, etc.), a solução é enviada para a eletrólise. Até o momento não é recuperado o cádmio precipitado na fase de purificação. Com a expansão da produção será construída uma instalação para tal fim.

Processo Waelz: os planos de expansão da empresa prevêm atingir 50 mil toneladas em 76/77 e 75 mil em 1980. Para isto vão passar a empregar, simultaneamente com o processo hidrometalúrgico atual, o processo Waelz.

Em síntese, o processo consiste em reduzir o óxido de zinco do minério a zinco metálico sob a forma de vapor. O metal em contacto com a atmosfera oxidante do forno reoxida-se e é recolhido novamente como óxido numa câmara própria, extração de 90 a 93% do zinco inicial.

O forno industrial será localizado próximo às instalações de beneficiamento de Vazante.

O Grupo Votorantim, do qual faz parte a CMM, pretende assegurar o fornecimento total do carvão e para isto, ampliará as suas plantações de eucaliptos.

O óxido produzido no processo Waelz será lixiviado da mesma maneira como o é atualmente o minério "in natura".

4.3.2. — *Cia. Industrial e Mercantil Ingá*

Localização: A mina está situada em Vazante, M.G.. A metalurgia extrativa é feita em Itaguaí, R.J., localizada na Baía de Sepetiba, distante cerca de 82 km da cidade do Rio de Janeiro.

Reservas: São controvertidos os dados sobre as reservas da Ingá. Segundo o DNPM ("Perfil do Zinco") os números conhecidos são os apresentados no quadro XI. Isto corresponde a um total de 900.000 toneladas de minério com um teor médio de 17% de Zn, ou seja, 153.000 t de metal contido.

Embora o minério silicatado ocorra predominantemente, é ainda considerável a presença do carbonato de zinco, a smithsonita, como pode ser constatado pelo quadro XII:

O minério e lavrado pela "Mineração Areiense S.A. = MASA", criada em dezembro de 1972, e que está sob controle acionário do mesmo grupo da Ingá (Senador Domício Gondim Barreto).

QUADRO XI – Reservas de Minério da Ingá Segundo o DNPM

<i>RESERVAS</i>	<i>TEOR DE Zn</i>	<i>TONELADAS DE MINÉRIO</i>
Medida	> 30%	50.000
	> 14%	725.000
Indicada	—	—
Inferida	> 30%	115.000

QUADRO XII – Composição Aproximada do Minério da Ingá

<i>COMPOSIÇÃO QUÍMICA</i>		<i>COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA</i>		
<i>Composto</i>	<i>%</i>	<i>Mineral</i>	<i>Fórmula</i>	<i>%</i>
ZnO	37	Smithsonita	ZnCO ₃	17
SiO ₂	18	Hemimorfita	Zn ₄ (Si ₂ O ₇)(OH) ₂ H ₂ O	36
Fe ₂ O ₃	18	Hematita	Fe ₂ O ₃	18
CaO+MgO	6	Dolomita	(Ca.Mg) CO ₃	12
Al ₂ O ₃	3	Alumina	Al ₂ O ₃	3
Outros	6	Sílica	SiO ₂	9
Perda ao Fogo	15	Outros	—	3

(Fonte: V.F. Campos e outros – “Processamento Pirometalúrgico do Minério de Zinco de Vazante”)

De Vazante, por estrada sem asfalto, o minério é levado até Paracatú e de lá até Itaguaí, num percurso de aproximadamente 1.100 Km.

O material tem seu tamanho reduzido através de britador de mandíbulas e moinho de rolos. A moagem é feita em moinhos de bolas até que toda a carga passe em peneira de 150 mesh.

Metalurgia

extrativa: O método empregado foi especialmente desenvolvido pelo prof. Hugo Radino e patenteado como “Processo Ingá-Radino”. Baseia-se o

também na lixiviação direta do minério por ácido sulfúrico.

Com adições de sulfato de alumínio consegue-se precipitar a sílica, que, de outra maneira, iria dificultar a filtração posterior em filtros a vácuo. O ferro, arsênio e antimônio são também precipitados juntamente com a sílica.

Tratamentos posteriores, seguidos de filtrações visam eliminar outras impurezas como Cu, Cd, Ni, etc... obtendo-se ao final uma solução adequada para ser submetida à eletrólise.

Estudos recentes, realizados por V. F. Campos e outros com o minério da Ingá mostraram que uma separação magnética a úmido seguida de calcinação poderia reduzir em cerca de 90% o ferro e em 30% o magnésio contidos no minério antes de lixiviado, com uma recuperação de 91% do zinco. Se tal tratamento fosse realizado próximo a miná, poder-se-ia obter grande economia no transporte do minério e seu sível aumento do rendimento do processo hidrometalúrgico.

4.3.3 – Mineração Morro Agudo S.A.

Localização: A empresa recém criada é uma subsidiária da Metais de Minas Gerais S.A. – Metamig, com sede em Belo Horizonte.

A sua jazida está localizada em Morro Agudo, município de Paracatu, M.G.

Reserva: As reservas minerais indicadas, *até o momento*, atingem a 15 milhões de toneladas de *minério sulfetado*, ao contrário das outras jazidas conhecidas no Brasil, que são de minérios oxidados. Trata-se de sulfetos de chumbo e zinco de fácil separação e concentração. Outras áreas selecionadas pela METAMIG continuam sendo pesquisadas e as reservas poderão ser ampliadas.

Lavra: A mineração será subterrânea, já que o corpo de minério se estende até uma profundidade de 250m. Prevê-se uma recuperação entre 85 e 90% na lavra e uma vida útil de 15 anos a um ritmo de mineração de 600.000 t/ano.

Meturgia

Planos de

Produção

A concentração de minério por flotação será extremamente beneficiada, pois os sulfetos Pb e Zn estão em minerais distintos, e de fácil liberação. Os estudos de beneficiamento estão sendo realizados pela firma de consultoria Paulo Abib Andery e pelo Depto. de Metalurgia Extrativa da UFMG.

O início das operações está previsto para janeiro de 1978 com uma produção de aproximadamente 35 mil t/a de zinco metálico e 12 mil t/a de chumbo. Como sub-produtos, será produzido ácido sulfúrico,

e ainda, provavelmente, prata, cádmio e corretivo para solos a partir do rejeito de concentração.

Não foi decidido ainda o processo metalúrgico para a extração do zinco, mas, provavelmente, o hidrometalúrgico será o preferido, já que haverá disponibilidade de ácido sulfúrico no local.

Para a consolidação do projeto a METAMIG deverá associar-se com um ou mais grupos, de preferência nacionais.

4.4 — Cometários sobre os planos futuros

Os programas de produção anunciados estão mostrados no quadro XIII.

A CMM terá sua capacidade aumentada mediante modificação nas linhas de eletrólise e implantação de uma usina em Vazante (MG), para a produção de óxido com alto teor em zinco (processo Waelz), a ser lixiviado nas instalações de Três Marias (MG). O plano de expansão já está sendo realizado, montando os investimentos a cerca de Cr\$ 140 milhões.

Permanece aqui uma dúvida quanto ao completo sucesso do processo Waelz que caso não tenha resultado esperado, poderá atrasar o cronograma previsto.

Quanto ao projeto da Ingá, não se trata de uma simples expansão pois a intenção é passar de uma produção de 30 t/dia para 140 t/dia! E uma nova usina com capacidade 4 vezes maior!

Assim, a empresa deverá se preocupar em aprimorar o seu processo tecnológico visando a diminuir a quantidade de material estéril a ser transportado.

A Mineração Morro Agudo, por sua vez, está prevendo iniciar a produção em 1978. Como a jazida será explorada por lavra subterrânea, método do qual se tem relativamente pouca experiência no Brasil, é de se esperar que surjam problemas que fatalmente atrasarão os planos ou quando muito reduzirão a produção inicial. Assim é mais prudente pensar em 1980 como o ano mais provável para início da produção.

Diante pois, dos fatos relacionados com cada uma das três companhias produtoras de zinco, pode-se considerar o quadro XIII como muito otimista.

QUADRO XIII — Planos de produção

EMPRESA	1975	1976	1977	1978	1979	1980
INGÁ	7.000	7.000	19.400	31.000	38.700	38.700
CMM	24.000	40.900	50.000	50.000	50.000	75.000
MORRO AGUDO	—	—	—	—	35.000	35.000
TOTAL	31.000	47.900	69.100	81.000	123.700	148.700

Fonte: Empresas Produtoras

4.5 – O Crescimento da demanda

No Programa Nacional de Desenvolvimento da Indústria de Não-Ferrosos, a demanda de zinco foi projetada a uma taxa de 13% a.a.. Para tentar uma correlação da mesma com o crescimento dos últimos anos, foram levantados os dados do quadro XIV, para o PIB e Consumo Aparente, no período compreendido entre 1966 e 1974.

QUADRO XIV

Taxas de crescimento anual do PIB e do consumo aparente de zinco (% a.a.)									
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
CONS.AP.	35,44	(10,74)	21,98	8,45	12,10	18,40	11,21	40,05	(4,89)
PIB	5,1	4,8	9,3	9,0	9,5	11,3	10,4	11,4	10,0 *

FONTE: FGV – MINIFAZ

*OBS: * Estimado; valores entre parenteses = taxas negativas*

A média aritmética das taxas de consumo aparente foi de 14,6% a.a. e do PIB de 9,0% a.a. Calculando-se pelo sistema de médias tri-anuais, chegou-se a valores próximos destes: 14,5% a.a. e 9,3% a.a., respectivamente.

Como em 1973 ocorreu estocagem não usual, a taxa deste ano para o consumo aparente situou-se em nível bem elevado: 40%. Taxas anormais parecem ter ocorrido também em 1966 e, em consequência, em 1967. Desta maneira, a escolha de um período considerado “normal” fica difícil, embora, analisando o quadro XV os anos de 1968 a 1972 pareçam ser os melhores para qualquer referência. Neste espaço as taxas médias foram, respectivamente, de 14,4% a.a. e 9,9% a.a. para o consumo aparente e o PIB.

Evidentemente que se o PIB crescer a uma taxa de 7% a.a. nos próximos anos, uma taxa de 13% (Como prevista no Programa) ou de 14,6% para o consumo, como indica a média dos últimos anos, podem ser consideradas altas.

Um outro critério de análise é tentar estabelecer uma correspondência entre o consumo de aço e o de zinco já que o maior emprego deste metal é justamente na galvanização de chapas, tubos e arames.

O comportamento do mercado de aço no Brasil anteriormente a 1969 foi marcado por uma série de crises e consumos irregulares e só após este ano é que passou a crescer mais uniformemente. Para o zinco, como visto anteriormente, o período de maior normalidade foi o de 1968 e 1972. Deste modo, os melhores anos para uma correlação são os de 1969 e 1972 que, embora reflitam um espaço curto de tempo mostram (quadro XV) que realmente há uma relação mais ou menos constante entre os dois consumos.

QUADRO XV

Relação entre o consumo do aço e o do zinco

	AÇO	ZINCO	AÇO/ZINCO
1969	4.925	50,4	97,7
1970	5.695	56,5	100,8
1971	6.583	66,9	98,4
1972	7.016	74,4	94,3

Fonte: IBS – ICZ – MINIFAZ

O valor médio resultante do quadro XV é 94,8. Aplicando este índice à demanda de aço projetada pelo estudo “Mercado Brasileiro de Aço (MSA-3)” realizado pela TECNOMETAL, resulta a tabela XVI.

Uma correlação mais apurada entre zinco e aço deve ser feita considerando-se o crescimento setorial de chapas, tubos, etc. que na realidade, não tem as mesmas taxas que o consumo global de aço.

Fica evidenciado, porém, que qualquer que seja o critério adotado, o “deficit em 1980 se situará acima das 60 mil toneladas elevando-se em 1983 para cerca de 150 mil. Isto, supondo-se a concretização dos planos anunciados. Urge pois, encontrar uma solução que vise minimizar este “deficit”.

VELOCIDADE – RAMPAS DE 8 e 10% – TRANSP. ASCENDENTE

MODELO DO CAMINHÃO	CARGA	RAMPA	DISTÂNCIA EM PÉS	VELOCIDADE – MILHAS POR HORA	
				COM TROLLEY	SEM TROLLEY
Dart 85 tons	Minério	8%	2360	15,5	4,6
Dart 85 tons	Rejeito	8%	2360	15,8	4,9
Dart 85 tons	Rejeito	10%	890	9,7	2,8
Unit Rig M-85	Minério	8%	2360	14,9	5,1
Unit Rig M-85	Rejeito	8%	2360	15,3	5,9
Unit Rig M-85	Rejeito	10%	890	10,1	3,3
Unit Rig M-100	Minério	8%	2360	12,9	6,8
Unit Rig M-100	Rejeito	8%	2360	13,5	7,6
Unit Rig M-100	Rejeito	10%	890	9,4	4,4

4.6 – Comercialização de Concentrados Sulfetados

Embora todas as cláusulas contratuais de compra e venda de concentrados de zinco no mercado internacional só sejam inteiramente conhecidas pelas partes, modelos disponíveis permitem avaliar com certa precisão o método de cálculo do preço por tonelada.

A fórmula empregada estipula o preço do zinco contido em função do preço do metal no mercado tomando como referência a cotação de Londres ou às vezes, uma média entre esta e o Producer's Price. Em geral, paga-se por 85% do zinco contido. Pela prata e pelo cádmio, após a dedução de uma certa quantidade, pagam-se prêmios. Por impurezas, como o antimônio e o ferro, são feitos descontos. Ambos, prêmios e descontos, entretanto, não alteram consideravelmente o valor final do concentrado.

Há ainda uma parcela referente ao custo de extração do zinco e que também "corrige" o valor do metal contido fixando um preço base e adicionais proporcionais às variações em torno deste preço.

Supondo um concentrado com 50% de Zn e com teores de Ag, Cd e outros em teores não suficientes para pagamento de multas ou prêmios, fórmula de cálculo é do tipo:

$$C = 0,85 \times 0,50 \times P - F$$

C = preço do concentrado por tonelada

0,85 = paga-se 85% do zinco contido

0,50 = concentrado com 50% de Zn

P = preço do metal em lingotes

F = taxa de refino

A primeira parte da fórmula varia em função do período e do preço de referência. Já a segunda parcela (F) só é mesmo estabelecida em função de acordos específicos.

De três modelos disponíveis foram encontrados os seguintes valores para F, em termos de percentagem da primeira parcela:

$$A = 24,5\%$$

$$B = 47,3\%$$

$$C = 35,6\%$$

Dos três, o primeiro data de 1971 e pode ser considerado desatualizado; o segundo estima um valor alto para F e o terceiro parece ser o mais razoável.

Ao preço atual de US\$ 782/t (23/04/75) para o Zinco na LME, a tonelada de concentrado com 50% custaria US\$ 212. Considerando-se um rendimento de 85% na metalurgia seriam necessárias 2,35 toneladas de concentrado para produzir uma de metal, ou sejam, $2,35 \times 212 = 498,20$ dólares.

Este valor representa 64% do preço do Zinco em lingote. Conclui-se pois por uma economia de divisas de 34% devidas ao diferencial “preço do zinco em lingotes menos preço do zinco contido no concentrado necessário à produção de uma tonelada do metal”.

Evidentemente, no cálculo da economia líquida de divisas deve considerar as questões de frete, percentagem paga à firma comercializadora do minério, remessa de lucros e pagamento de “royalties”, etc. . . Por outro lado, os benefícios indiretos que advêm de um empreendimento deste tipo, pesam como pontos a favor.

5. — CONCLUSÕES

Os diversos aspectos da indústria do zinco no país, analisados sucintamente nos itens anteriores, permitem enumerar algumas conclusões consideradas mais importantes ou sejam:

- 1ª) — a constatação de importações crescentes devido à diferença cada vez maior entre a oferta e a demanda interna;
- 2ª) — o emprego de tecnologia não totalmente satisfatória na extração do metal, com conseqüente sub-aproveitamento das jazidas;
- 3ª) — a localização não adequada das usinas, obrigando ao transporte do minério e estéril a longas distâncias e onerando, deste modo, os custos de produção;
- 4ª) — o desconhecimento das reais potencialidades das jazidas brasileiras, devido à ausência de uma pesquisa criteriosa nas mesmas e nas regiões promissoras onde, só agora, foram iniciadas;
- 5ª) — as boas perspectivas da descoberta de novas ocorrências mineralizadas, principalmente na série Bambuí;
- 6ª) — a possível economia de divisas, importando-se minérios concentrados de zinco preferencialmente ao metal refinado.

As conclusões acima estão a exigir sugestões no sentido de que possamos minimizar as nossas importações do metal e desenvolver a indústria interna do país. Gostaria agora, pois, de ouvir dos senhores alguma coisa com relação a isto.

Obrigado

O SR. COORDENADOR – Gostaria de agradecer ao Engenheiro Edmundo J. Martins por sua palestra, que trouxe muitos dados atualizados e estatísticos.

Vamos, agora, passar à fase dos debates.

Está livre a palavra para quem quiser fazer uso dela.

O SR. THARCISIO DAMY DE SOUZA SANTOS (EPUSP/IEA) – A respeito da possibilidade de recuperação do zinco de folhas de flandes, em latas, há evidente erro. Deve-se referir a processo de desestanhamento.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Correto, a notícia é de desestanhamento. O zinco é um campo que continua em aberto para a pesquisa. Um Instituto de Pesquisa, como o I.P.T., poderia cuidar de aproveitamento como esse.

O SR. THARCISIO DAMY DE SOUZA SANTOS (EPUSP/IEA) – E tem feito isso. Já há 20 anos passados executamos, no I.P.T., extensas séries de estudos sobre recuperação de zinco de crostas de galvanização. Nessa importante aplicação perdem-se massas consideráveis de zinco; eu até estranho que, com tantos dados econômicos como foram apresentados, não tivesse sido prestada atenção ao problema de perda de zinco nas instalações de galvanização. E não se teria, também, a impressão de que, na galvanização, o zinco é consumido muito mais em chapas, tubos e arames muito provavelmente, um dos maiores consumos de zinco está na galvanização de peças fundidas de aço e ferro fundido maleável. O que se perde de zinco, em galvanização é considerável, principalmente considerando que boa parte desse zinco das crostas vai ser usada em latões, prejudicando suas propriedades. Já há 20 anos passados, estimávamos esse consumo numa perda de cerca de mil toneladas por ano; hoje o índice deve ser muitas vezes maior.

Outra observação é a que o senhor fez, ao passar em revista os processos. Não chamaria o processo da Imperial Smelting de alto forno. É um forno de cuba de redução.

Outro reparo é a ter mencionado para minérios silicatados apenas o processo Inga-Radino, esquecendo-se, entretanto, de outra patente tão importante quanto essa (na prática, é mais importante do que a Ingá-Radino) que é o processo usado pela Companhia Mineira de Metais, o processo patenteado “P.S.P.”. Tem esse processo funcionado, de fato, bastante bem.

Ainda uma observação que queria fazer, por não corresponder à realidade, é a menção de que o processo Radino teria sido desenvolvido para concentrados de 35% de zinco. Não é exato. Foi desenvolvido para minérios silicatados.

É verdade, entretanto, que a experiência do processo não correspondeu à expectativa do laboratório, resultante de minérios muito melhores do que os que vêm sendo usados na usina de Itaguaí. Todos os que trabalham no campo experimental sabem que existe uma boa distância entre a experiência de laboratório e os problemas de usina industrial.

Infelizmente, por uma série de razões, na passagem de dados de laboratório para a fase da usina de produção, pouco se tem feito. Parece que até hoje este problema não está solucionado, mas poderia ter sido se tivesse havido no Brasil uma política de amparo à pesquisa tecnológica. Como não há essa política de amparo, muitos têm desistido. É mais cômodo se amparar estudos econômicos à compra de "Know-how" estrangeiro do que promover o desenvolvimento de uma tecnologia metalúrgica local. Por isso é que processos que são promissores em laboratório esbarram com dificuldades na fase industrial. Isto ocorre com qualquer processo que pretende saltar da etapa preliminar a uma etapa final, sem passar pela etapa de usina-piloto. Essa crítica, eu a faço porque me parece muito importante que seja feita.

Nos dados que o senhor apresentou, uma parte muito importante, caberia a a esse desenvolvimento da METAMIG. Todos nós fazemos votos para que esses planos não sejam só no papel; se convertam em realidade.

Gostaria, por isso, que nos informasse sobre tipo de minério e sobre quais o custos esperados. De uma maneira geral, muitos projetos são analisados mais com base em analogias do que em custos estudados com cuidado.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Pois não. Aliás, agradeço esses esclarecimentos que foram muito oportunos e gostaria de completar com alguns dados sobre a galvanização das peças, que é bastante importante, realmente, mas, segundo o I. C. Z., na distribuição do zinco para galvanização tem-se:

Chapas: 23,5

tubos: 26,1

arames: 16,2

Frisei o consumo para três produtos, por serem os mais expressivos, perfis representa 8,5%, peças (fundições) 14,0% e chapas e peças (de pequenas indústrias) mais de 11,7%. Quanto à questão do processo da C.M.M. evidentemente foi um lapso. Esse processo foi desenvolvido na Itália, mas atualmente a patente é nacional; eu estive visitando a empresa que é realmente digna de se visitar.

Evidentemente, estão tratando minério rico: 41% é a alimentação na usina. Para esse minério é um processo muito bom.

Agora, quanto ao processo Ugo Radino, realmente isso foi mal interpretado. A questão é a seguinte: uma publicação do D.N.P.M. bem antiga, datada justamente no início da operação dá os números previstos para a usina. A alimentação seria de 35% de Zn e o consumo de 147 quilos por tonelada de zinco produzido. Isso não implica em dizer que o processo Radino tenha sido desenvolvido para minério rico. Foi bom e oportuno o esclarecimento do Prof. Souza Santos, mais uma vez.

Quanto ao projeto da METAMIG eu não poderia ir muito além do que já foi dito aqui, justamente porque a empresa ainda não divulgou esses dados. Ela está fazendo estudos de viabilidade, que deverão ficar prontos em breve, mas o que se sabe é que são sulfetos de zinco e chumbo, e não há intercrescimento; aliás sobre

isso, com maior autoridade do que eu, poderia falar o Prof. Paulo Abib. Quer dizer, os sulfetos são individualizados daí eles poderem ter uma concentração relativamente fácil.

Quanto aos números poderia dizer que são:

35 mil toneladas de zinco e 12 mil toneladas de chumbo; ácido sulfúrico, e calcáreo fino que é um corretivo para solos e a jazida subterrânea vai a uma profundidade de até 200 e tantos metros.

O SR. THARCISIO DAMY DE SOUZA SANTOS (EPUSP/IEA) – O senhor nos poderia dizer qual seria o raio de ação para esses corretivos de solos? O calcáreo, sabemos que ele vale o que ele vale, e só atinge um raio muito curto devido aos altos custos de transportes – sempre rodoviários.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Perfeito. Ele é um subproduto, tanto pode ser jogado fora como ser aproveitado. É um subproduto da menor importância. Há uma possibilidade de se produzir cádmio. Esse foi um lapso, inclusive, da nossa conversa aqui. O cádmio, para quem não sabe, normalmente só é obtido como subproduto da metalurgia do zinco. A Companhia Ingá já o produz no Brasil, enquanto que a Companhia Mineira de Metais acha que por enquanto, não compensa uma instalação só para este fim.

No processo da Morro Agudo há possibilidade, mas ainda não se sabe, de se produzir o cádmio. Parece que os estudos sobre a concentração estão sendo feitos com a assessoria do Prof. Paulo Abib.

O SR. PAULO ABIB ANDERY (EPUSP) – Poderia apenas dar alguns dados porque não vim preparado para isso: fui pego, agora, de surpresa.

Mas trata-se, realmente, de um minério sulfetado misto de chumbo e zinco, e todo o chumbo e o zinco estão na forma primária; a ganga é um calcáreo dolomítico; praticamente não tem nada de zinco oxidado. O teor médio da jazida é da ordem de 5% de zinco e 1,7% de chumbo, cerca de 9% de enxofre. Não há associação íntima entre galena e blenda. Portanto, é possível obter-se um concentrado de zinco independentemente do concentrado do chumbo. Não há, portanto, obrigatoriamente de se usar um processo metalúrgico mais complexo, como o da Imperial. O que implicaria em custos mais elevados. Sobre os custos de tratamento, ainda é muito cedo para se falar, mas devem ser os custos normais do minério de bom teor, uma vez que a liberação se faz com uma moagem acerca de 70% mesh. Com os ensaios descontínuos se chegou a mais de 90% de recuperação na concentração. A lavra, será subterrânea e não muito simples, ao menos para o Brasil, uma vez que se trata de lavar um complexo com controle estratigráfico; o minério se apresenta em três zonas superpostas, razoavelmente espessas, e com uma inclinação um pouco desagradável para quem faz lavra entre 20 e 30°. Não se trata propriamente de mergulho das camadas da formação e sim inclinação das zonas mineralizadas.

A lavra, portanto, provavelmente será feita utilizando-se métodos semelhantes aos do Missouri. Vai ser necessário trabalho de desenvolvimento razoável, um projeto muito bem feito, controle de subsidiência. Mas provavelmente, vai ser conveniente, fazer uma lavra "trackless", com transporte no fundo da mina por equipamento de pneus, com britagem no fundo e extração através de "skipper", custos de lavra, evidentemente, não são ainda conhecidos.

Estamos terminando o anteprojeto de tratamento e trabalhamos juntos com, a Morro Agudo, no anteprojeto de lavra, para fins de estudos de viabilidade. Não tenho dúvidas de que a conclusão do estudo de viabilidade será satisfatória, demonstrando-se tratar-se de um empreendimento bastante rentável. Todo o enxofre, transformado em ácido sulfúrico, que não for utilizado na metalurgia do zinco terá mercado seguro na região. Porque, 80 Km a oeste, temos Catalão, onde vai ser implantado um complexo de fosfato e 120 ou 130 Km para o sul, temos Araxá, outro centro de consumo de ácido sulfúrico.

Já que estou de pé aproveito — embora, infelizmente, tenha perdido a parte inicial da palestra — primeiro para manifestar minha opinião, em desacordo com o conferencista, de que fazer uma usina com concentrado importado, seja uma boa solução para o Brasil. Na minha opinião pessoal, não é. Por exemplo, para não prejudicar o possível aproveitamento de outras reservas na formação Bambuí, que tem potencialidade, essa usina deveria ser instalada a oeste ou noroeste de Minas, com todos os problemas de levar concentrados importados e outros insumos para aquela região.

Eu acho que, com todo o respeito devido às realizações da Ingá e da Companhia Mineira de Metais, realizações especialmente na área da metalurgia extrativa, não há dúvida de que os recursos naturais do zinco, no Brasil, não estão sendo consertados naqueles empreendimentos. Porque, a lavra tem-se mantido num minério rico. O sucesso do processo metalúrgico da C.M.M. baseia-se na utilização somente do minério rico. Muito resta fazer no campo de beneficiamento e da metalurgia, especialmente na pesquisa integrada de metalurgia e beneficiamento para esses minérios mais pobres que não estão sendo aproveitados e que, em parte, não poderiam mais vir a ser aproveitados no futuro, após a lavra do minério rico.

Se sairmos para solução fácil, de implantar uma usina metalúrgica, com concentrados importados, especialmente se for no litoral, que é o lugar aparentemente ideal, certamente a pressão de quem pode fazer essa pressão que é o Governo Federal, no sentido daquela melhoria tecnológica, vai quase deixar de existir. Porque, resolvido o problema cambial, ficará, eventualmente, só a cargo do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando estiver aparelhado para isso, a reivindicação da conservação dos recursos naturais.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS — Agradeço as palavras do Prof. Paulo Abib que vieram complementar as informações sobre a METAMIG e quanto a questão dos concentrados importados, gostaria de frisar o seguinte: não quero dizer que eu

seja partidário e que acho a importação dos concentrados resolveria o problema nacional do zinco. Porém, desejo mostrar aqui, nesta palestra que baseado naquela fórmula de cálculo, o preço do concentrado necessário para produzir uma tonelada de zinco representaria 64% do preço da tonelada de metal. Ou se não for 64%, está em torno disso.

O SR. PAULO ABIB ANDERY (EPUSP) – Eu só queria acrescentar o seguinte: não há dúvida que importar concentrados resulta não só em uma economia cambial, como em resultante do consumo de mão-de-obra um benefício real para a economia nacional. Em parte pelo valor acrescido, de insumos nacionais, sem contar o benefício de produção de ácido sulfúrico do país, pelo aproveitamento do enxofre contido, importado de graça. Esse benefício real existe e é dele que eu tenho medo. Pois assim fica transferida a pressão para a resolução do problema. Se ainda se falasse no cobre, em que não vemos grandes perspectivas de suprir a demanda nacional com os recursos minerais conhecidos, acho que havia muito sentido no assunto. Mas, exatamente quando aparece uma jazida primária no Bambuí, quando aparecem novas concorrências que, provavelmente, vão dar novas jazidas primárias no Bambuí, ao norte de Paracatu, parece que não é, realmente, ocasião apropriada para se fazer uma recomendação desse tipo. Vamos esperar pelo menos mais alguns meses para ver como é que ficam esses recursos.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Exatamente. Essa é a preocupação que o pessoal está tendo no momento: se vale a pena esperar um pouco para ver o que acontece no Bambuí, porque realmente Bambuí é muito promissor devido a fatores sobre os quais falei durante essa palestra, e mais ainda, pelas evidências. No Bambuí atualmente, estão fervendo, igual abelha africana”. (empresas estrangeiras – risos); tem japonesa, inglesa, americana, elas estão realmente investindo em pesquisas geológicas ali, e elas são bastante conhecedoras desse tipo de ocorrência. Evidentemente que a área é importante.

O SR. PAULO ABIB ANDERY (EPUSP) – Gostaria de dizer, ainda, que no caso de Morro Agudo, havia um bocado de gente de fora com esses conhecimentos; chegaram lá, mas não encontraram a jazida. A jazida foi encontrada pela nossa gente. (—aplausos—)

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Deve ter sido por outras razões. Não é professor?

O SR. JOSÉ EPITÁCIO PASSOS GUIMARÃES (I.G.G.) – A respeito daquela fórmula que o senhor usou no concentrado e aquele exemplo citado, eu desejaria saber quais foram os fatores comerciais que prevaleceram para se estabelecer esses 35%.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Pois não. Evidentemente, como eu disse,

essas cópias de contratos são mais ou menos privativas de quem assina o contrato. Mas vou ver se posso esclarecer.

Nesta fórmula, pelo cádmio e pela prata paga-se um adicional, um prêmio. O ferro e o antimônio são impurezas, têm deduções. Mas nos teores de prata e de cádmio faz-se uma dedução e paga-se pelo restante, às vezes, com essa dedução, não se paga mais nada. A prata, por exemplo, deduz-se 3 onças por tonelada seca de concentrado, e paga-se 60% do balanço ao preço do mercado. Essas três onças, na maioria das vezes, é o que contém o concentrado. Então se deduz essas três onças, não se paga mais nada. O cádmio, deduz-se por meio por cento e paga-se 60% do balanço ao preço do produtor.

O DR. THARCISIO DAMY DE SOUZA SANTOS (EPUSP/IEA) – Esses seus cálculos incluem o níquel e cobalto?

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Não. Mas os contratos reais são muito mais complexos do que os que a gente conhece.

O DR. THARCISIO DAMY DE SOUZA SANTOS (EPUSP/IEA) – Isso é especificamente em relação as impurezas do concentrado?

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Não, esse não. É só com relação ao cádmio, prata, ferro e antimônio. Então o concentrado real pode alterar bastante esse cálculo, dependendo do concentrado. Então, a economia de divisas pode cair um pouco. Acontece também que, em geral, os concentrados contendo teores mais altos de cádmio e prata não são vendidos, não são exportados.

O “F”, o preço tomado como referência, foi de aproximadamente 700 dólares.

O SR. JOSÉ EPITÁCIO PASSOS GUIMARÃES (I.G.G.) – Eu quero saber em função do que, esse “F”. Só das multas ou dos prêmios, ou há algum outro fator?

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Não. O fator gira em torno do preço de referência que neste caso é de 700 dólares por tonelada. Paga-se mais de três dólares e meio, ou menos de dois dólares e meio, para cada 23 dólares: mais ou menos, em torno de 700 dólares.

Agora, evidentemente, essa parcela pode sofrer alteração em função do preço de referência. A cotação pode ser a do dia (I.M.E.), pode ser uma média, etc...

O SR. COORDENADOR – Gostaria de um esclarecimento maior sobre a notícia de exportação de cerca de 10 mil toneladas de concentrados de zinco da Mina de Boquira.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – O que acontece lá é que à medida em que

se vai aprofundando a extração do minério, o teor do zinco vai aumentando. E eles estão produzindo já um concentrado de zinco. Se não me engano, esse ano devem ter sido exportadas umas 10 mil toneladas de concentrado, com 50% de zinco. E, evidentemente, como a jazida está se esgotando — há jazida só para mais 7 anos não vai existir mais concentrado de zinco. Eles estão procurando um meio de recuperar os rejeitos antigos de concentrado que estão estocados. Dá cerca de 20 mil toneladas de metal, zinco e chumbo, contidos. Este é um estudo interessante também. Parece que eles estavam até querendo contratar o CETEC para fazê-lo. Houve intenção da Ingá em comprar esse concentrado, mas não chegaram a bom termo e agora estão exportando.

O SR. WALDEMAR CONSTANTINO (EPUSP) — Eu posso informar alguma coisa porque acompanhei a construção do separador magnético, que está sendo executado pela Ingá. Esse separador magnético foi baseado em projeto do pessoal da Vale do Rio Doce e é um separador tipo Johnes no qual se faz uma tentativa de, num minério hematítico, separar a hematita do restante. E, a Ingá fez um separador com capacidade de cerca de três toneladas por hora, a úmido, mas ainda está em fase de experiência. Porque a dificuldade maior, aí, reside no fato de que a liberação é extremamente fina. O minério hematítico, provavelmente, vai abaixo de 200 “mesh”.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS — Essa é uma notícia interessante, o que mostra que a Ingá está atenta ao assunto.

O SR. WALDEMAR CONSTANTINO (EPUSP) — Porque o separador já está praticamente pronto e já está em fase de experiência.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS — A alimentação seria de quanto? Depois desse tratamento, qual seria o teor médio da usina?

O SR. WALDEMAR CONSTANTINO (EPUSP) — O problema é que a Ingá está atacando esse problema que o Prof. Paulo Abib apontou aqui: um desenvolvimento de uma tecnologia do aproveitamento do minério em Vazante. Em primeiro lugar, infelizmente, os técnicos que estão interessados em Vazante, não estão levando em consideração a existência de dois minérios bem distintos, lá em Vazante: um hematítico e uma brecha. Inclusive, esse minério de brecha não está sendo aproveitado em Vazante. Trata-se de um minério realmente rico. Mas não está sendo aproveitado. Esse minério hematítico está sendo somente lavrado, aproveitando-se só a parte mais rica. Porque o pessoal lá reconhece, na fonte da demanda um minério de alto teor. Esse minério é lavrado numa instalação primitiva, com uma recuperação metálica bem baixa. Inclusive, posso dar uma informação, de que cerca de quase 50% do minério lavrado é perdido. Trata-se de um material fino, lavra fina.

De modo que é uma informação que eu tenho, que a mim mesmo me surpreendeu, essa perda muito grande na jazida, pela não existência de um processo de concentração adequado. Sem levar em consideração o fato consumado, de dois tipos de minérios naturais, existentes na jazida: um hematítico, ao qual ela está tentando aplicar o separador magnético, apenas para eliminar esse ferro. E, paralelamente com isso, estudos que estão sendo feitos em Belo Horizonte, ela tenta também eliminar, por flotação, uma parte do magnético, que causa grande perturbação na eletrólise.

Os resultados obtidos na França, estão sendo resultados bastante interessantes. No minério de entrada com 12 e até 17% de zinco, e um teor de magnésio até 2 a 3%, consegue-se passar esse magnésio 0,6% e elevar o teor acima de 40%.

O SR. EDMUNDO J. MARTINS – Muito obrigado por mais essas informações a respeito da Ingá.

O SR. PAULO ABIB ANDERY (EPUSP) – Eu gostaria de lembrar que o Ministério da Indústria e Comércio contratou um trabalho para levantamento da situação do zinco no Brasil. O primeiro programa proposto nesse trabalho foi o de caracterização dos minérios oxidados de zinco porque, na verdade, ninguém, e aparentemente muito menos as concessionárias das jazidas de zinco oxidado, sabem realmente que tipos de minérios têm, que quantidade de cada tipo possuem, o que se pode esperar do comportamento metalúrgico, especialmente no beneficiamento, de cada um desses tipos. Concentrado silicatado ou sulfetado, para cada um tem um sentido e, na verdade não tem sentido tecnológico nenhum. Parece que o primeiro passo deveria ser estabelecer o que é minério silicatado, oxidado e que diferenças existem, como, quando e onde existem.

O conferencista, certamente, deve saber isso melhor do que eu. Infelizmente, esse trabalho parece que não pode ser concluído ainda porque os proprietários das jazidas não se interessam em deixar que o seu minério seja investigado e caracterizado. De forma que pesquisas de processo do tipo da que a Ingá está fazendo, isto é, levar uma amostra a um laboratório muito bem aparelhado, seja daqui ou da Cochichina e fazer um teste isolado sobre ela não vai resolver o problema. Porque, tal como aconteceu para com o processo Radino, tal como aconteceu com a usina de beneficiamento da Companhia Mineira de Metais, que teria adquirido processos criados no exterior, construiu a usina, e nunca pode utilizá-la, as dificuldades encontradas se baseiam no fato de terem sido estudadas algumas amostras de minérios que não correspondem a nenhuma quantidade apreciável ou que, às vezes podem corresponder a grandes reservas, mas não são reservas passíveis de serem lavradas sozinhas.

Na verdade, abaixo das jazidas oxidadas deve também haver sulfetos mas mesmo as jazidas oxidadas, ninguém sabe que tipos de minério contém.

De forma que esse é um dado para o problema. Eu não considero que, gastar

dinheiro em ensaio de beneficiamento, neste momento, seja a forma adequada de resolver o problema. A forma adequada é caracterizar os minérios e caracterizar as jazidas.

O SR. COORDENADOR – Bom, vamos dar por encerrada a sessão, agradecendo ao Sr. Conferencista e aos participantes desta palestra, a participação nestes debates esclarecedores.

ANEXO I – PROCESSOS PIROMETALÚRGICOS
PARA OBTENÇÃO DO ZINCO

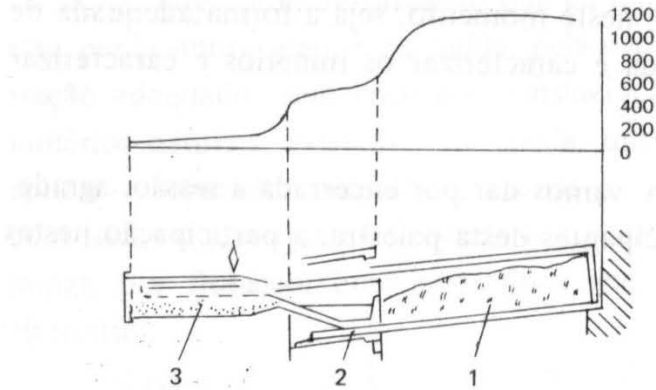


FIGURA. 1 – RETORTA HORIZONTAL

- (1) – Retorta
- (2) – Condensador
- (3) – Prolongamento

FIGURA 2 – RETORTA VERTICAL

- (1) – Retorta
- (2) – Câmara de combustão do gás.
- (3) – Dispositivo de carregamento
- (4) – Dispositivo de descarga
- (5) – Condensador

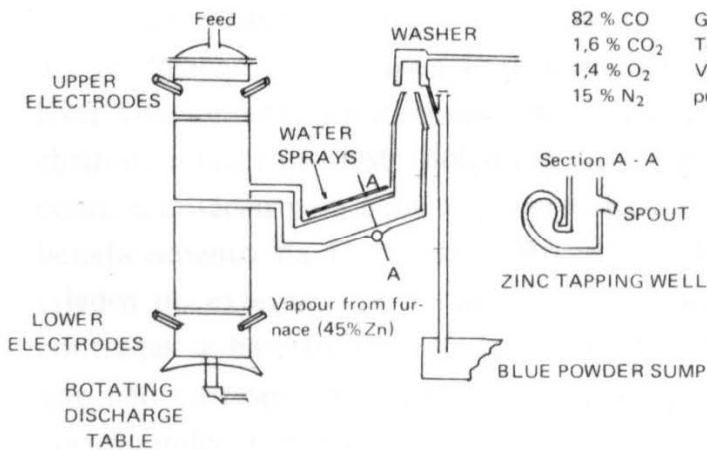
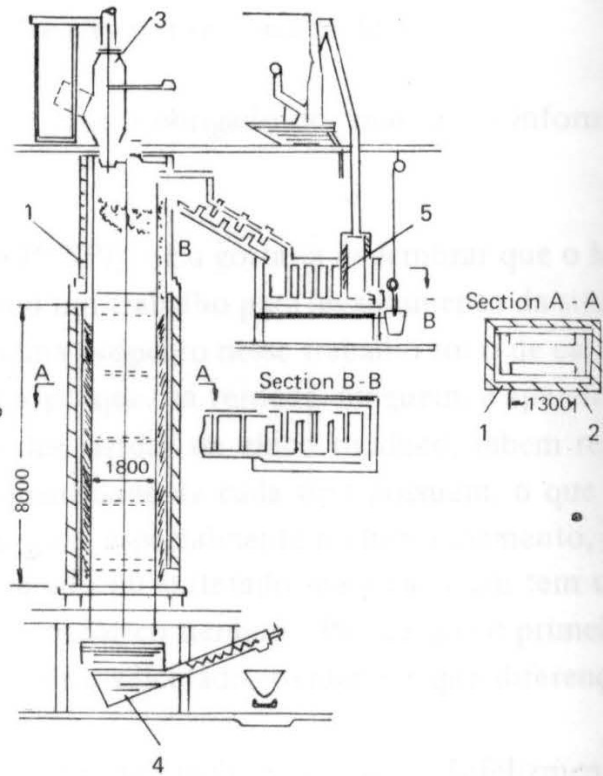


FIGURA 3 – FORNO ELETROTÉRMICO
(St. Joseph Lead Co.)