

SIMPÓSIO SÔBRE METAIS NÃO FERROSOS

C.T.A. - A.B.M. - CEBRACO

PESQUISA TECNOLÓGICA NO CAMPO DOS METAIS NÃO FERROSOS
(Conferência)

Mário Rennó Gomes *

R E S U M O

O autor passa em revista a situação mundial da produção dos metais não ferrosos (quantidade e valor) comparando-a com a do ferro gusa. Levanta a situação brasileira de consumo relacionando-a ao gusa e ao número relativo mundial, do qual pouco difere. Resume o que se conhece sôbre o potencial de recursos minerais a utilizar na produção dos não ferrosos.

A seguir destaca a necessidade de se criar tecnologia própria no país em face das escalas de produção, das peculiaridades das matérias primas e outros fatôres. Analisa o problema da formação dos pesquisadores, da escolha das pesquisas, dos órgãos que a podem executar, de seu planejamento e de seu custeio.

Finaliza indicando alguns temas de pesquisa em metalurgia dos não ferrosos, incluindo assuntos de tratamento de minérios.

* * * * *

Desejamos em nossas primeiras palavras agradecer aos promotores d'êste Simpósio a distinção que nos atribuíram confiando-nos a missão de trazer a êste auditório tão seleta alguma contribuição para a promoção dos metais não ferrosos no Brasil. Consideramos que esta missão tornou-se até mesmo superior a nossas fôrças tendo em vista o nível criado pela escolha dos demais conferencistas e o tema que nos foi finalmente determinado.

A importância d'êste assunto pode ser demonstrada por várias formas. Talvez que a mais sensível seja a simples observação da a-

* Professor Catedrático de Metalurgia dos Metais Não Ferrosos na Escola de Engenharia da U.F.M.G.

Engenheiro Tecnologista do Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais.

tenção que tem merecido recentemente esta matéria. Várias são as reuniões, conferências e exposições técnicas que têm ventilado a importância e a necessidade da pesquisa tecnológica. Entre outras podemos citar um trabalho elaborado para o Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e apresentado no último Congresso da Associação Brasileira de Metais "Subsídios para o Desenvolvimento da Indústria de Metais Não Ferrosos no Brasil", a Reunião Aberta "Pesquisa Metalúrgica: necessidades, organização e incentivos" promovida pela A.B.M. nesse mesmo Congresso e um ciclo de conferências há pouco realizado pelo Instituto Roberto Simonsen da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Infelizmente até agora não nos foi possível conhecer estas últimas, mas basta considerarmos os seus autores - Prof. Vicente Chiaverini, Tharcísio Souza Santos, Sônia Lotaif Lipsig e Amaro Lanari Junior - e os temas versados - "A pesquisa tecnológica na indústria" e "na universidade", "o problema humano" e a "formação dos pesquisadores na indústria" - para admitirmos que provavelmente muito pouco ou nada acrescentaremos ao que já expuseram esses conferencistas.

Outro fato não menos significativo é a designação de um grupo misto brasileiro-norte-americano para estudar um programa de pesquisas tecnológicas no Brasil. Tal é a Comissão intitulada para Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento que iniciou seus trabalhos em abril deste ano. Nessa Comissão está representado o IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia, que já contratara entidade especializada para realizar estudos sobre a instalação no país de um Centro de Pesquisas Siderúrgicas. Tão amplos são o campo e nossas necessidades, que as pesquisas em metalurgia de não ferrosos podem ficar esquecidas ou num plano secundário, por falta de focalização adequada.

Ao se considerar o tema que devemos desenvolver, julgamos que é necessário convencionar suas delimitações. Vamos considerá-lo como principalmente restrito ao que se deve entender como metalurgia extrativa; a metalurgia de transformação poderá ser abordada acessoriamente apenas.

Imaginamos que uma abordagem preliminar interessante é considerarmos a importância relativa dos metais não ferrosos no quadro internacional e em nosso país.

QUADRO I - PRODUÇÃO MUNDIAL - 1965

(Metal bruto: 10^6 t métricas)

| | Al | Cu | Zn | Pb | Ni | Sn | Mg | Cd | Hg | Ag |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mundo livre | 5,111 | 4,203 | 3,127 | 1,988 | 0,328 | 0,155 | 0,125 | 0,010 | 0,008 | 0,000 |
| Mundo todo | 6,464 | 5,064 | 4,038 | 2,715 | 0,413 | 0,204 | 0,160 | 0,012 | 0,010 | 0,000 |

| | Σ 10NFe | Gusa* | Relação Fe/NFe |
|-------------|----------------|-------|----------------|
| Mundo livre | 15,061 | 264 | 17,6 |
| Mundo todo | 19,088 | 330 | 17,3 |

Fontes: Metal Statistics: Metallgesellschaft 1966

* Boletins I.B.S.

QUADRO III - EXPORTAÇÃO BRASILEIRA

Valor US\$ 10^6

| | 1964 | 1965 | 1966 |
|-------------------------|-------|--------|--------|
| 1. Min ^o Mn | 20,61 | 29,22 | 26,79 |
| 2. Min ^o Ta | 0,32 | 0,71 | 1,19 |
| 3. Min ^o W | 0,25 | 0,74 | 0,92 |
| 4. Min ^o Be | 0,41 | 0,32 | 0,20 |
| 5. Min ^o .Nb | ? | ? | 4,16 |
| 6. Min ^o Pb | ? | 1,2 | 0,42 |
| SOMA | 21,59 | 32,19 | 29,68 |
| 7. Min ^o Fe | 80,64 | 102,98 | 100,20 |
| 8. Fe-Ni | 1,19 | 0,92 | 0,41 |
| 9. Fe-Nb(?) | ? | ? | 1,29 |
| 10. Fe Gusa | 5,18 | 3,57 | 0,10 |
| 11. Café | 759,7 | 706,6 | |

Anuário Estatístico do Brasil: 1966 e 1967

QUADRO II - BRASIL - CONSUMO APARENTE - CUSTO DE IMPORTAÇÃO

| | 1 9 6 4 | | | 1 9 6 5 | | | 1 9 6 6 | | |
|--------------------|-------------------------|------------|--------------------|-------------------------|------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | Na- cional 1000 t | Importação | | Na- cional 1000 t | Importação | | Nacional 1000 t | Importação | |
| | | 1000 t | US 10 ⁶ | | 1000 t | US 10 ⁶ | | 1000 t | US 10 ⁶ |
| Cobre | 3,0 | 28,04 | 21,08 | 3,0 | 23,11 | 26,31 | 1,80 | 42,91 | 66,14 |
| Alumínio | 26,64 | 18,55 | 9,27 | 29,45 | 21,84 | 11,03 | 26,89 | 39,54 | 20,74 |
| Zinco | 0 | 30,71 | 10,37 | 0,05 | 31,57 | 12,60 | ? | 41,43 | 14,31 |
| Chumbo | 13,20 | 4,22 | 1,02 | 5,32 | 2,17 | 0,77 | 9,94 | 5,55 | 1,74 |
| Niquel | * 0,68 | 0,58 | 1,29 | * 0,70 | 0,46 | 1,06 | 1,00 | 0,47 | 0,88 |
| Magnésio | 0 | 1,5 | 0,94 | 0 | 1,33 | 0,82 | 0 | 2,82 | 1,74 |
| Prata | 9,50 | 0,05 | 2,10 | 7,08 | 0,02 | 1,03 | 6,92 | 0,03 | 1,35 |
| | | 83,65 | 46,07 | | 80,50 | 53,62 | 46,55 | 132,76 | 106,90 |
| Estanho | 1,50 | | | 1,55 | | | | | |
| | 54,52 | | | 47,15 | | | | | |
| (Cassite- rita) | | 0,94 | 2,45 | | 1,2 | 3,91 | | 0,237 | 0,825 |
| Ferro Gusa | 2.628 | - | | 2.355 | - | | 2.912 | - | |
| Σ N.Fe | | 138,17 | | | 127,65 | | | 179,3 | |

Fontes: 1 a 7- Anuário Estatístico do Brasil: 1966 e 1967

8 a 9- S.E.E.F. - Min. Fazenda

* BNDE - refere-se a Ni contido

QUADRO I

Tonelagem - É sabido que quantitativamente o ferro e o aço sobrepujam largamente os não ferrosos. A relação de tonelagem de ferro-gusa (nossa comparação será em produtos brutos primários) para os não ferrosos reunidos tem estado entre 20 e 15 nos últimos 80 anos. Para 1965, tomando-se 330 milhões de toneladas de gusa e o total de toneladas para a soma da produção mundial (inclusive URSS) dos 10 metais não ferrosos maiores verifica-se que o ferro-gusa foi 17 vezes maior (Quadro I). Por falta de dados só vamos considerar os 7 metais industriais bem conhecidos e, ainda, cádmio, mercúrio e prata.

Valor - Entretanto, quando se compara o valor da produção muito se modifica o panorama. Naturalmente que nesse novo balanço o ouro não pode deixar de ser incluído pois provavelmente será o 3º dos não ferrosos (com cerca de $1,5 \times 10^9$ US\$). O valor global desse grupo, agora de 11 metais, supera nitidamente o do ferro-gusa com uma diferença de 10 a 20% para mais. Na escala de valores pesarão bastante os metais modernos, sobretudo os de usos especiais, entre os quais U, Zr, Ti, Be, Ta, Nb, sem se falar em Mn, W, Cr, Co, Mo, Sb, etc. Incluídos esses metais, cujos valores unitários são muito significativos, embora pouco ponderáveis em quantidade, bastante cresce o valor dos não ferrosos indo provavelmente ao duplo do valor do ferro.

É bastante interessante constatar-se que a situação brasileira não é diferente desse quadro internacional.

QUADRO II

Os números representativos do consumo aparente dos 8 metais principais (produção nacional + importação) foram em 1964, 1965 e 1966 respectivamente 138,17, 127,65 e 179,3 milhares de toneladas (Quadro II) enquanto que a produção de gusa se representou por 2,628, 2,355 e 2,912 milhões de toneladas nos mesmos anos. A relação média Fe/N.Fe foi, pois, 17,9 nesses três anos, diferindo muito pouco da média internacional; entre nós está ligeiramente deficitário o consumo dos não ferrosos. Este conjunto de 8 metais representa cerca de 99% do consumo total. A relação indicada permite avaliar-se, com razoável aproximação, o consumo futuro global em função da demanda do ferro cuja projeção tem sido objeto de estudos mais cuidadosos.

Por exemplo, para 1975 os estudos recentes (BAHINT) indicam uma demanda mínima de 7,3 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos. O consumo global de não ferrosos deverá ser, pois da ordem

de 400 mil toneladas. Como primeira aproximação poderia ser avaliado o valor desse consumo, mantidos os preços e a proporção relativa dos diferentes metais.

Em 1966 a importação brasileira de metais não ferrosos registrada pelo Ministério da Fazenda (S.E.E.F.) identifica 19 metais diferentes com um valor total de 108,225 milhões de dólares para metais brutos (os metais contidos em ligas acrescentam mais 4% ao valor da importação). Nessa lista de importação verifica-se que os "quatro grandes" dos não ferrosos (Al, Cu, Zn e Pb) representam 95% do total ; somados os 3 seguintes (Ni, Mg, Ag) atinge-se 98,67%. Destaque-se que praticamente não havia importação de estanho metálico mas de cassiterita que se reduziu em 1966 a uma parcela bastante pequena (237 t ao custo de 825×10^3 dólares) para anular-se em 1967.

QUADRO III

Mais um elemento de apreciação é o quadro de exportação de bens minerais (Quadro III), segundo os registros do Anuário Estatístico. Este quadro comparado ao quadro II, aponta uma anomalia. Enquanto que foram baixas as produções de chumbo (especialmente em 1965) houve apreciável exportação do minério (12.900 t em 1965 e 5.000 t em 1966), ocorrendo também importação de metal para satisfazer o consumo. Não é animador o panorama da importação pois o total dos minérios de não ferrosos é apenas cerca de 50% do dispêndio com a importação de metais. A balança comercial só se torna bem favorável incluído o minério de ferro. Apenas como termos de referência foram incluídos o gusa, ferro-níquel, ferro-nióbio e o café.

Todavia é necessária uma ressalva, a de que o baixo volume da exportação não significa escassez de possibilidades mas uma resultante de vários fatores, entre os quais são importantes o custo de transportes, a deficiência de capitais e, em certos casos, uma condição de política de segurança, que dificulta a exportação de minérios que contenham, embora secundariamente, elementos combustíveis nucleares .

POTENCIAL MINERAL

Embora não tenham ainda se mostrado realidades palpáveis aquelas imensas riquezas decantadas poeticamente por alguns autores de obras cívico-literárias, conhece-se um potencial respeitável para a produção de vários metais em nosso país.

Vamos passar em ligeira revista o que se conhece.

Alumínio - O minério internacionalmente utilizado para a produção industrial do metal continua sendo a bauxita; é situação de exceção o aproveitamento da nefelina como ocorre na Rússia. O aproveitamento de outros silicatos constitui, por enquanto, pesquisa tecnológica.

Nossas reservas conhecidas de bauxita economicamente utilizáveis no processo clássico atingem, pelo menos, 50 milhões de toneladas; são suficientes para um século de trabalho nos níveis de consumo dos próximos 10 anos. Silicatos puros podem ter emprego na produção de ligas de redução direta segundo o pioneiro processo de Cowles.

Zinco - O distrito zincífero de Vazantes, descoberto há 13 anos, possui minério para 20 anos de consumo nos níveis avaliados para 1975. A própria revelação praticamente acidental dessas jazidas é prova da necessidade de pesquisa geológica séria e ampla.

A região de Januária, é promissora, para a identificação de novos depósitos. Tudo que se conhece é de minérios silicatados.

Chumbo - O vale do rio Ribeira de Iguape apresenta extensa região de ocorrências de minérios sulfetados complexos com várias minas exploradas. Todavia, ainda não se revelaram jazidas bastante importantes para ampla exploração minero-metalúrgica.

Reservas mais importantes são as que estão em exploração no município de Macaúbas, no sertão baiano. Muitas ocorrências são conhecidas na região do Alto e Médio São Francisco que mereceu pesquisa sistemática.

Estanho - A produção do estanho foi muitos anos baseada em grande proporção de concentrados importados. Todavia, ano a ano cresce o aproveitamento de cassiterita nacional graças a novas descobertas onde a Rondônia nos levou à auto-suficiência este ano.

Níquel - Todas as jazidas conhecidas são de minérios silicatados. As três principais de Minas Gerais acham-se em exploração para

a produção de liga ferro-níquel.

O metal contido nessas reservas minerais, incluídas as de Goiás, poderá aproximar meio milhão de toneladas, o que seria muito além de nossas necessidades mesmo em futuro remoto.

Cobre - Este metal, pelo seu preço elevado e imprescindibilidade, vem representando mais de 50% do valor total dos não ferrosos consumidos. Desafortunadamente é aquele onde mais escassos são nossos recursos minerais.

Exploram-se há alguns anos os minérios sulfetados do Rio Grande do Sul e os oxidados de São Paulo. Tem estado estacionária a produção, havendo uma perspectiva recente de ampliação substancial da mineração no Rio Grande do Sul para uma usina de tipo clássico produzindo o metal via mate.

Além dêsse desenvolvimento, as jazidas da região da Caraiíba, no sertão baiano de Canudos, vêm sendo pesquisadas em detalhe com perspectivas promissoras segundo as notícias que a imprensa tem veiculado. O problema provavelmente será quase todo de natureza econômica, em face da total ausência de serviços ou recursos essenciais à implantação da usina, qualquer que venha a ser.

Magnésio - É um metal novíssimo na utilização brasileira mas em valor já se colocou em 4º lugar na pauta das importações. Os minérios para sua produção no país são relativamente abundantes. Citaremos logo a magnesita pela sua aparente importância metalúrgica. As jazidas da região de Brumado, na Bahia, são das mais importantes do mundo pela qualidade e reserva mineral. Todavia, consideramos a magnesita de pouca importância industrial porque não tem subsistido os processos baseados na sua utilização, devido a delicados problemas técnicos que apresentam. O sal gema rico em carnalita (cloreto duplo, de potássio e magnésio) foi a matéria prima do magnésio na Alemanha onde nasceu sua metalurgia industrial. Temo-lo como descoberta recente em Sergipe e seu aproveitamento é tão importante, envolve tantos interesses, que ainda não foi fixada a política governamental para sua exploração como fonte natural de potássio e poderá sê-lo também para o mais leve dos metais industriais. Da mesma natureza do sal gema é a água do mar outra matéria prima donde se extrai o magnésio; os processos são bem semelhantes e ficam na dependência econômica dos demais fatores e condições locais de infra-estrutura. O dolomito é a rocha que reputamos mais importante para a produção dêste metal. Pelo menos os processos que o

empregam são os mais flexíveis e adaptáveis a uma produção crescente com média escala inicial.

Metais Novos - Há um certo número de metais que recentemente vêm apresentando interesse crescente para aplicações especiais. Tais são os metais que costumam ser chamados de reativos; pelo menos o Prof. Pidgeon assim os denomina. São em geral os metais de alta energia livre de formação dos óxidos e, por isso mesmo, de extração mais difícil. Entre êles podem ser citados o Be, o Zr, o Hf, o Ti, o Ta e Nb, o Si, o V, o Th. Para quase todos êstes, nossos recursos minerais são bastante amplos.

Para o berílio a matéria prima empregada é o berilo. Temos contribuído com um terço de sua produção mundial. Os Estados Unidos são o principal produtor do metal. Outros exportadores de matéria prima são Argentina, Moçambique, Sul da África, Austrália e Índia.

Nossos minérios se localizam na "região das pedras coradas" (NE de Minas) e no planalto da Borborema, (Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba), geralmente em pegmatitos graníticos.

O Zircônio e Hafnio - Encontram no Brasil sua melhor matéria prima. Os Depósitos de óxido-badeleyita - de Poços de Caldas são os únicos no mundo. O silicato que é mais comum em outros países, também ocorre nas areias pretas litorâneas do Maranhão ao Estado do Rio com maiores concentrações no Espírito Santo e Bahia.

Complica-se a exploração do minério nacional pela ocorrência de Th e U nos mesmos, impedindo sua exportação. O Hf é sub-produto da produção do Zr pois sempre existe a êle associado quimicamente no minério (2 a 3% do Zr) e deve ser totalmente separado para aplicações do Zr em reatores nucleares. As estimativas antigas de Emílio Teixeira davam 1.800.000 t para o minério de Poços. Outras mais recentes reduziram muito essa avaliação. A grande produção mundial atual de concentrados provém da Austrália.

Tântalo e Nióbio - Êste frequentemente com o nome de columbio, costumam ser referidos em conjunto em razão da associação química constante da tantalita e columbita, embora em proporções variáveis.

O minério brasileiro é rico em tantalita localizando-se nos pegmatitos graníticos da Borborema, frequentemente associado ao berilo. Estamos atualmente ao lado de Moçambique, Índias Holandesas e o Congo como grandes produtores mundiais. Sabe-se que o Congo detém 70%

das reservas mundiais de tantalita. Durante a guerra o abastecimento americano teve mais de 50% proveniente do Brasil.

Para o nióbio encontra-se em Araxá, Minas Gerais, a maior jazida do mundo de pirocloro, família mineral que tem na pandaita, fluoniobato de cálcio, sódio e bário, o mineral constituinte de nosso minério.

Esse minério tem associação de tório que complica sua exportação "in natura". O Canadá e Nigéria são nossos concorrentes; 51% do abastecimento americano de 1966 foi feito pelo Brasil que contribuiu com cerca de 2,200 t de concentrados de 58% de Nb_2O_5 . O teor de ThO_2 nesse concentrado deve ser da ordem de 1,5 a 2%.

Lítio - O mais leve de todos os metais (peso esp^o=0,5), é altamente reativo e por isso não é passível de utilização ao ar ambiente. Mas vem despertando crescente interesse pelas aplicações industriais de seus compostos, talvez seja um elemento importante como combustível para foguetes e talvez venha a desempenhar papel importante na engenharia nuclear. Os minerais portadores de interesse industrial são a ambligonita (fluo-fosfato de Al e Si) com 8,4% Li_2O , o espodumênio com 6,7% Li_2O , a petalita e a lepidolita com 3 a 4% Li_2O ; estes três são os silicatos. São minerais de pegmatitos e sua ocorrência principal surgiu no planalto da Borborema quando se iniciou a lavra intensa dos pegmatitos locais, produtores de berilo e tantalita. Outra região importante de ocorrência de espodumênio, lepidolita e petalita é o NE de Minas, municípios de Governador Valadares e Araçuaí.

Os metais físséis preferimos não considerar nesta breve avaliação pois a reserva com que são tratados torna difícil a obtenção de dados representativos e seguros de geologia econômica.

Indicamos de nosso conhecimento as condições atuais do país em recursos minerais para não ferrosos. Deixamos de parte vários metais que têm sua utilização principal em ferro-ligas e cujo consumo do elemento não é tão importante; seriam o Mn, o Cr, o V entre os principais. Outros são, via de regra, recuperações acessórias como Co, Cd, Ag e neste "Centro" não poderia deixar de mencionar o germânio.

Fizemos uma digressão, talvez um pouco extensa, em relação ao tema central mas julgamo-la conveniente para bem situar nossa posição ainda pobre em produção de não ferrosos e focalizar o potencial de possibilidades que dependerão de pesquisas técnicas e econômicas para orientar seu aproveitamento.

PESQUISA TECNOLÓGICA NO BRASIL

Pelo que se viu (Quadro II) e seria de esperar-se num país em desenvolvimento, nossa escala de consumo deve classificar-se como pequena ou média na maioria dos metais industriais. Ligada ao fato de não haverem disponibilidades financeiras amplas, não se pode cogitar sempre de produzir para o mercado internacional.

Isto redundava em primeira desvantagem para a obtenção de produção econômica, isto é, por preços competitivos no mercado externo devido a influência das economias de escala. Além disto segunda desvantagem é a constituição desfavorável dos minérios de alguns metais básicos. Exemplificaremos com os casos dos minérios de zinco e de níquel, ambos silicatados. No caso do zinco nem houvera qualquer aproveitamento industrial anterior onde o silicato fôsse parcela importante do minério. No caso do níquel as duas soluções até agora adotadas no estrangeiro ou utilizam suprimentos respeitáveis de enxofre, carente entre nós, ou empregam a via úmida, que só se mostrou econômica com alta escala de produção, depois que a própria experiência industrial ditou modificações e reformas do conjunto industrial (caso de Cuba). Estas observações levam à conclusão já reconhecida, mas que convém repetir, de que temos que criar, manter e desenvolver uma tecnologia nacional. Quase sempre o "know how" importado não se ajusta às condições brasileiras, nem técnica nem economicamente sem adaptações, tão diferentes costumam ser nas condições de matérias primas, de qualidade e custo de combustíveis, de escala de produção, de consumo de produtos e até mesmo de comportamento da mão de obra operatória. Em muitos casos nem adaptações podem ser satisfatórias.

Mas, a despeito de nossa quase nula experiência em pesquisa tecnológica, sem nenhuma escola no país que até agora tivesse formado seus pesquisadores, temos algumas conquistas de que podemos nos orgulhar. Devemos citar pelo menos o processo INGÁ - RADINO criado silenciosamente no laboratório por Hugo Radino e que se tornou a primeira solução no mundo para a utilização do silicato de zinco.

Outro destaque não menor merece o trabalho que vem sendo realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo através do pessoal que tem integrado sua Divisão de Metalurgia. Aí cabe distinguir, entre as variadas investigações realizadas, uma série de trabalhos sobre Metalurgia do chumbo, principalmente na fase de refino, magnificamente conduzidos sob a direção esclarecida do Prof. T.D. de Souza Santos, modificando-se ou adaptando-se processos clássicos às nossas pequenas

produções e criando-se processos novos que foram objeto de patentes de invenção.

Outros trabalhos economicamente importantes foram realizados no campo siderúrgico e de ligas ferrosas com a ativa participação de L.C. Corrêa da Silva. Dêstes desejamos lembrar as modalidades de refino de ferro-níquel e o tratamento de concentração de níquel na liga.

Outras instituições, com menor intensidade ou continuidade, têm realizado trabalhos de interesse. Dentre êles devem ser citados vários executados neste Centro Técnico da Aeronáutica, e em outros laboratórios de instituições universitárias, ou estatais e na própria indústria. Muitos têm padecido da falta de continuidade e de publicação para que se tornem conhecidos e aproveitados.

As conquistas que mencionamos, por não serem a regra, devem ser tomadas como incentivo e orientação em tudo que apresentarem de recomendável; parece-nos, contudo, que nossas deficiências são ainda bem grandes, e urge um esforço maior de coordenação racional e execução.

Antes de prosseguirmos com êstes comentários não será despropositado repetir alguns conceitos para que venham a se fixar definitivamente. Vamos tomá-los de Corrêa da Silva* que assim define:

Pesquisa = "experimentação sistemática visando a solução de um problema ou a colheita de dados essenciais para chegar a uma solução" ou ainda "busca de relações de causa e efeito, através da experimentação em condições bem definidas e visando resultados reprodutíveis."

Pesquisa científica pura = "busca de conhecimento pelo conhecimento (sem finalidade utilitária)."

Pesquisa científica aplicada ou orientada = "busca do conhecimento fundamental visando a utilidade do conhecimento para aplicação na produção de bens ou prestação de serviços."

Pesquisa tecnológica = "pesquisa aplicada visando a solução de um problema existente na produção de bens ou de serviços, referente a processos ou materiais" ou, de modo mais explícito, "busca de

* L.C. Corrêa da Silva - Pesquisas Siderúrgicas na América Latina - Metalurgia (ABM) Vol. 22, nº 105, agosto, 1966.

A Pesquisa Metalúrgica como Instrumento de Desenvolvimento Nacional - Revista do Grêmio Mineiro-Metalúrgico Louis Ensck, 1967 (Escola de Engenharia da U.F.M.G.).

conhecimentos referentes a materiais, sistemas, fenômenos e processos, pela experimentação e observação em condições definidas dentro de limites às vezes largos, mas sempre conhecidos, e com preocupação predominante com a utilidade dos dados e informações colhidos, para a produção de bens ou prestação de serviços industriais ou comerciais."

Será útil que se fixem conceitos como estes para que falemos a mesma linguagem pois há muitas atividades ou trabalhos que vêm sendo chamados de "pesquisas" inadequadamente.

FORMAÇÃO DE PESQUISADORES. ESCOLHA DAS PESQUISAS

Aqueles que têm realizado pesquisas tecnológicas de metalurgia no Brasil, ou fizeram cursos no estrangeiro de 1 ou 2 anos, na maioria, ou são auto-didatas (ou pouco menos que isso, por terem tido alguma orientação dos poucos integrantes do primeiro grupo). Urge, pois, que se empreenda alguma coisa produtiva nesse campo. A indústria vem sentindo sua necessidade e tem chegado recentemente a empreender diretamente sua formação a curto prazo por falta de outros meios imediatos.

Com efeito, mesmo para os problemas de natureza mais geral quase não há a quem recorrer para encomendar sua investigação e solução. Parece-nos que a iniciativa mais séria e completa no momento é a que Lanari Júnior está empreendendo na USIMINAS e cuja explanação certamente foi objeto de sua já citada conferência no fórum Roberto Simonsen.

Todavia, cremos ser questão pacífica que a matriz de formação dos pesquisadores é a Universidade, através dos cursos de pós-graduação. Os pós-graduados se desenvolverão depois como pesquisadores efetivos nos institutos de pesquisas ou continuando seu trabalho nas escolas e se especializarão nos laboratórios das grandes indústrias.

Tem-se dito com propriedade que o produto principal dos cursos de pós-graduação nas universidades é o pesquisador. A pesquisa realizada, isto é, o resultado da pesquisa é sub-produto. Julgamos que isto está certo se se entender que a pesquisa para a solução de problemas não deve ser a primeira preocupação das escolas em detrimento da formação de novos graduados; por outro lado, pelo menos no estágio atual, não deve a formação dos graduados ser acadêmica e despreocupada dos problemas de nossa indústria e desenvolvimento; ao contrário, toda a motivação deve ser buscada nos problemas reais.

Aqui de novo parece-nos pertinente colocarmos a observação de que a pesquisa científica e particularmente a pesquisa pura, pa-

recem mais atraentes para o pesquisador e mais capazes de projetá-lo no meio científico em que vive. E comparando a pesquisa aplicada no campo da metalurgia física com a pesquisa no campo da metalurgia extrativa, a aquela parece mais fácil de ser estabelecida nos laboratórios e gabinetes clássicos por exigir menos espaço, utilizar mais equipamentos convencionais fáceis de serem adquiridos, representar maior parcela de trabalho cerebral, em contraposição à outra que exige mais espaço, mais equipamentos especialmente projetados e feitos em casa, mais trabalho árduo e enfadonho de repetidas experiências para a coleta de dados.

Para o desenvolvimento da metalurgia extrativa êstes fatores devem estar presentes no espírito dos responsáveis pelo planejamento para que não se fruste sua promoção.

Consideremos agora de modo particular os não ferrosos. Não pretendemos menosprezar o campo dos ferrosos. Entretanto, parece-nos que, afastadas as preocupações com inúmeras facilidades e atrativos que os processos ou os produtos siderúrgicos apresentam para seu estudo, principalmente pela copiosíssima bibliografia existente, os processos da metalurgia extrativa dos não ferrosos e a variedade ilimitada de suas ligas constituem campo imenso a ser palmilhado, seara inesgotável de problemas a serem resolvidos.

POSIÇÃO DA METALURGIA EXTRATIVA

É necessário observar que a metalurgia extrativa vem sendo ultimamente colocada num ostracismo perigoso ao desenvolvimento, não só o nosso como o do mundo todo. Nos Estados Unidos provocou esta situação o próprio Departamento da Defesa, através de várias entidades oficiais, ao lançar um intenso programa de pesquisas, a partir de 1959, no campo que está sendo chamado de ciência dos materiais e que abrange toda a metalurgia física. Os órgãos especiais criados recomendaram o estabelecimento em algumas universidades de laboratórios de disciplinas integradas de ciência dos materiais (Interdisciplinary Materials Science Laboratories) e só as escolas assim organizadas poderiam obter contratos de pesquisa com os órgãos governamentais. Tal programa visou fazer o suporte técnico-científico das extraordinárias pesquisas espaciais que estão sendo realizadas. E segundo os próprios americanos a locução "materiais science" chegou a tornar-se um "abre-te cesamo" para as arcas dos dólares oficiais.

Caminhou-se para um certo abandono da metalurgia extrativa em favor das aplicações mais "glamorosas" da física do estado sólido

aos materiais.

Uma análise da evolução da organização e currículos das escolas americanas mostra que a metalurgia extrativa teve no passado grande destaque e em algumas escolas participava do que chamavam engenharia mineral. Aos poucos a metalurgia física cresceu e veio a suplantare a importância da extrativa nos currículos e disposição departamental. Nas últimas modificações a que nos referimos os departamentos que foram chamados de Departamento de Metalurgia, ou de engenharia metalúrgica, passaram a se intitular departamentos de ciência dos materiais. Como é óbvio, a metalurgia extrativa foi alijada e, quando muito, integrou-se num departamento de engenharia mineral para constituir, por vêzes, uma opção de curso. Em outras escolas a metalurgia extrativa foi absorvida pelo Departamento de Engenharia Química com resultados que provavelmente sacrificarão a metalurgia. Na Inglaterra a situação é aproximadamente semelhante à existente nos Estados Unidos.

Hoje é comum indagar-se de um professor de nomeada em metalurgia física onde estão os bons cursos em metalurgia extrativa e êle responder que não sabe porque não tem qualquer contato com êles.

Quando folheamos presentemente os Transactions da Metallurgical Society do AIME vamos encontrar em artigos publicados de metalurgia extrativa uma participação percentual que provavelmente não ultrapassará 10%.

Quase que sòmente o Journal of Metals, pequena revista da mesma sociedade, ocupa-se dêsse setor. Ao considerarmos a preponderância dos assuntos siderúrgicos, conclui-se que muito pouco resta para os não ferrosos.

Felizmente muitos professôres e engenheiros têm externado sua opinião preocupados com os inconvenientes dêste estado de coisas. Há preocupação com o esquecimento em que se acha a metalurgia extrativa. O Prof. Richardson, renomado metalurgista do Imperial College, de Londres, é um dos que têm lançado o brado de alerta contra o afastamento da metalurgia extrativa dos departamentos integrados de metalurgia mostrando que a ligação com a química é vantagem aparente, com resultado nefasto para a metalurgia. Insiste êle, ao contrário, que a integração metalúrgica deve ser mantida*.

* The Climate of Extractive Metallurgy in 1960's - Transactions AIME - Vol. 230, out., 1964.

A própria formação global de metalurgistas está apresentando nos Estados Unidos uma reduzida proporção pois ultimamente tem estado abaixo de 900 diplomados como B.S. (cursos geralmente de 4 anos). No ano letivo 1965-1966 representou 2,2% de tôdas especialidades*. A quantidade atual de cêrca de 250 metalurgistas por ano no Brasil é bastante grande, possivelmente exagerada para a demanda que a indústria pode oferecer no momento.

Ainda a respeito de metalurgia extrativa devemos considerar as delimitações do campo de interêsse.

Tanto do ponto de vista acadêmico, como daquele de nossas necessidades presentes julgamos que nêsse campo deve ficar compreendido o chamado tratamento, preparação ou beneficiamento dos minérios. Na sua plenitude esta é uma ciência e arte que integra os conhecimentos de física, de química e de mecânica com grande profundidade. Consideramos que seus reflexos e ligações com a metalurgia são muito mais fortes do que com a mineração, da qual se avizinha mais geográfica que cientificamente.

Frequentemente o desenvolvimento da extração metálica fica condicionado pelo que puder ser obtido no tratamento preliminar do minério. Estas operações preliminares podem ter uma expressão econômica decisiva tanto para a comercialização como para o processamento metalúrgico da extração primária ou do refino.

Casos há em que operações clássicas do tratamento de concentração vem se entrosar com as operações pròpriamente metalúrgicas. Exemplo frisante é o do processo Sproule-Harcourt (metalurgia do níquel) que por meio de flutuação seletiva e com esplêndido rendimento, separa entre si os sulfetos de cobre e de níquel dos mates duplos, cobre-níquel, obtidos em fases anteriores da fusão extrativa de minérios complexos. Tais mates são submetidos a um esfriamento controlado (tratamento térmico) para segregação e um crescimento de grão que possibilite o trabalho de flutuação; a criação do processo afastou o que se fazia antes. Foi um trabalho de desenvolvimento que teve pesquisa científica orientada e pesquisa tecnológica até implantação industrial.

Pensando-se na hidrometalurgia nem é necessário qualquer exemplificação.

Nêste setor, de tanta importância econômica, também não tem ainda o país entidades ou laboratórios que possam ao menos receber

* Journal of Engineering Education - setembro, 1967

os problemas tecnológicos e dar-lhes solução para que a usina metalúrgica (ou a indústria química ou a cerâmica) possa marchar em melhores condições.

ÓRGÃOS DE PESQUISA

Como já mencionamos, a pesquisa deve ser parte intrínseca do trabalho universitário de pós-graduação mas aí será, antes que tudo, meio e não fim. Desde que haja recursos humanos e materiais suficientes, os estabelecimentos de ensino poderão executar a pesquisa de interesse industrial imediato. Melhor seria que nesses estabelecimentos houvesse departamento ou divisão separada que promovesse, ou pelo menos coordenasse, a realização das pesquisas de interesse industrial mais geral. Na Universidade a implantação desses serviços encontra a facilidade de pessoal de alto nível, equipamentos de elevado grau de sensibilidade e precisão e uma variedade de outros recursos humanos e materiais que são acessoriamente indispensáveis.

Os institutos de investigação tecnológica é que podem representar o organismo mais eficiente para a promoção da pesquisa necessária ao desenvolvimento. Já temos vários; urge, todavia, que tenham recursos financeiros e certa autonomia de operação para que possam produzir e encontrem o abastecimento de pessoal bem qualificado e com vontade de realizar. O pessoal pode chegar a fazer "milagres"; o equipamento, sem quem o opere conscientemente, nunca o fará.

A indústria também fará suas pesquisas. Julgamos que os problemas do rendimento dos processos industriais em uso, de controle de qualidade das matérias primas e produtos, do aperfeiçoamento das técnicas de operação, da implantação de novos processos, são tarefas que a indústria deverá executar ela própria e entregar à universidade e institutos tecnológicos parcelas específicas desses problemas, sobretudo os de interesse mais geral ou os que representem trabalhos de pesquisa científica orientada ou aplicada.

PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Embora seja certo que não pode prever tudo que vai ocorrer em uma pesquisa, especialmente seus resultados, o estabelecimento de um planejamento preliminar não deve ser dispensado.

Tal planejamento pode incluir a decisão por parte da administração sobre a escolha dos assuntos ou problemas que serão objeto

de pesquisa .

Para o problema específico o planejamento representará um roteiro, que, tomando em consideração os objetivos, fixará as etapas principais previsíveis, os recursos materiais julgados indispensáveis, os consumos prováveis e estimativa dos prazos.

Quando a pesquisa tiver características mais fortes de finalidade industrial o estudo econômico de preços de custo e de possibilidades de comercialização deverão entrar em conta, com provável intervenção dos economistas.

A etapa inicial propriamente do trabalho será, naturalmente, o levantamento bibliográfico que visa colocar nas mãos e na mente do pesquisador os dados científicos e técnicos resultantes dos trabalhos anteriores. Visa-se evitar uma repetição desnecessária de caminhos palmilhados por outros, e aproveitar os resultados já obtidos. Alguns julgam perigosa essa posição de conformismo e de dogmatismo face ao que já foi realizado; certas descobertas não teriam sido feitas se se tivesse conhecido trabalhos semelhantes e negativos de outros. Nem por isso a revista bibliográfica deve chegar a ser desprezada. Da atualização de conhecimento do pesquisador pela bibliografia passa este ao trabalho do laboratório como fase necessária da pesquisa. Mais tarde, os bons resultados do laboratório orientarão a pesquisa - desenvolvimento, que visará muito mais os elementos econômicos pois que o processo ou produto industrial a ser obtido terá que produzir um lucro.

Estas são realidades que deverão atuar subjetivamente no espírito do pesquisador tecnologista.

Muitos trabalhos parecem prejudicados ou deficientes por que faltou-lhes planejamento adequado ou um sentimento bem interpretado dos fatores econômicos.

Bibliografia - Para a pesquisa tecnológica metalúrgica um importantíssimo e recomendável acervo bibliográfico é constituído pelas publicações do Bureau of Mines dos Estados Unidos. Para os neófitos os "Report of Investigation" devem ser recomendados como orientação das mais úteis nas diferentes fases das pesquisas. É desnecessário mencionar as várias publicações periódicas que realizam a análise bibliográfica internacional.

CUSTEIO DA PESQUISA

Num país em desenvolvimento, sobretudo um de extensão territorial continental e grande população como o nosso, há sempre tantos investimentos fundamentais a fazer que se torna difícil convencer os políticos e administradores públicos de que investir obscuramente na pesquisa também é fundamental e muito reprodutivo. Há muito nossas instituições estatais universitárias e de pesquisa se debatem com o problema de escassês de recursos e autonomia administrativa. Tem estado praticamente letra morta o que todos os regulamentos recentes vêm dizendo a respeito da integração do pessoal nessas atividades. Resta-nos confiar que o governo supere a crise econômica e realize o que determina o parágrafo único do Art. 171 da carga Magna: "O Poder Público incentivará a pesquisa científica e tecnológica."

Mas não deve ser somente o poder público o responsável pelo amparo a essas atividades econômico-culturais. Também a indústria deve assumir parcela respeitável desses encargos. Sente-se que aos poucos se caminha nesse sentido. É confortador constatar que o último orçamento do I.P.T. de São Paulo apresentou uma receita de serviços contratados de 2,5 milhões de cruzeiros novos, equivalendo a 50% do total da despesa daquele instituto.

O dispêndio com pesquisas, em geral, nos países altamente desenvolvidos chega a cifras muito altas.

Os Estados Unidos gastaram em 1964 o equivalente ao PIB (produto interno bruto) brasileiro de 1966 (respectivamente 18,6 e 19,9 bilhões de dólares).

Em 1964 os investimentos de alguns países em bilhões de dólares e % da renda nacional foram:

| | US\$ 10 ⁹ | % Renda Nacional |
|--------------------|----------------------|------------------|
| E.U.A. | - 18,6 | - 3,1 |
| Reino Unido | - 2,1 | - 2,2 |
| França | - 1,6 | - 1,5 |
| Alemanha Ocidental | - ? | - 1,3 |

Segundo o professor chileno A. Sutulov (Copper Production in Rússia), a Rússia está empregando no seu plano quinquenal atual (1966-1970) em pesquisas, somente em não ferrosos mais de US\$ 100 X 10⁶ por

ano, equivalendo a 10% do orçamento industrial dêsse setor.

No Brasil a renda nacional foi estimada (1964) em cerca de 5,5 bilhões de dólares. Se tivéssemos aplicado 1% isso teria representado 55 milhões de dólares. Não conhecemos qualquer dado sôbre o efetivamente aplicado mas é certo que se ficou muitíssimo abaixo dessa cifra.

Quanto ao número de pessoas qualificadas (nível universitário), Alemanha Ocidental, Bélgica, Países Baixos e Reino Unido empregaram 518.000 pessoas. Os Estados Unidos o dôbro dêsse número. A Rússia está empregando atualmente cerca de 30.000 pessoas em pesquisas somente no campo dos não ferrosos (Sutulov).

Uma indicação sôbre quem tem realizado pesquisas e quem as custeia (nos Estados Unidos), apenas no campo de ciência dos materiais, tomando-se por base em 1967 o que se vem publicando no AIME, apresentou:

| | Indústria | Universidades | Govêrno | Institutos |
|---------------|-----------|---------------|---------|------------|
| Quem realizou | 42,5 | 41,2 | 9,2 | 8,1 |
| Quem custeou | 39,4 | 3,5 | 55,6 | 1,4 |

Aí se destaca o govêrno concorrendo com mais da metade do custo global dessas pesquisas metalúrgicas.

ALGUMAS PESQUISAS EM NÃO FERROSOS

Esta exposição, já bastante longa, talvez não tenha considerado o tema restrito na medida que podiam ter imaginado. Mas, estaria fora de nosso alcance ocupar-lhes o tempo de modo proveitoso, trazendo-lhes idéias, sugestões, recomendações e soluções unicamente em pesquisas de não ferrosos. Julgamos que seriam de maior interêsse as considerações mais gerais que expendemos. Para concluir, arriscar-nos-emos apenas a lembrar-lhes alguns tópicos que poderão motivar pesquisas de interêsse ao país. Consideramos que estão em primeiro lugar as próprias indústrias como as mais aptas a indicarem problemas de interêsse imediato.

Alumínio - Mantém-se uma opinião conservadora de que a metalurgia do alumínio ainda se apoiará, pelo menos por muitos anos, no esquema tradicional Bayer e Hall-Heroult aplicado à bauxita como matéria

prima. Contudo, dois ou três processos bastante diferentes estão sendo ensaiados em usinas-pilôto de capacidades bastante grandes como tais. Há muita reserva em torno deles; o que já se sabe dessas pesquisas indica que são iniciativas inteiramente fora de nossas possibilidades econômicas. Há indícios recentes do abandono do processo canadense. Os americanos continuam ensaiando o tratamento das argilas para produção de alumina. Suas fábricas-pilôto durante a última guerra produziam o equivalente à produção brasileira de hoje.

Alguns ensaios sobre beneficiamento da bauxita apresentariam interesse; um deles seria a separação da magnetita visando diminuir o teor de Fe que ocorre em teor alto nos extensos depósitos de Serro, Minas Gerais.

Zinco - O problema brasileiro é sui-generis, como já se comentou, pois ninguém no mundo utilizara até agora minérios silicatados. Há duas soluções bem assentadas para a lixiviação em ácido sulfúrico e precipitação eletrolítica. Ainda não se mencionou entre nós o exame das possibilidades técnico-econômicas da dissolução do zinco em soda e recuperação eletrolítica do metal. A soda é agente caro; mas não é menos o ácido sulfúrico. Quanto ao minério, exige o desenvolvimento de um processo de beneficiamento de concentração para ser mais econômico o tratamento metalúrgico e, especialmente, o transporte do minério.

Chumbo - Já mencionamos os notáveis trabalhos de Souza Santos e da equipe que ele liderou no I.P.T. criando variantes brasileiras e processos novos no refino do metal. Os boletins ABM e sua revista "Metalurgia" têm sido o repositório desses esplêndidos trabalhos. Estudo econômico de interesse seriam as condições de operação do refino eletrolítico numa usina central que utilizasse as facilidades de energia abundante e ainda a preço razoável em Minas Gerais, conforme as sugestões de Sérgio Barão.

Níquel - Apresenta problemas técnico-econômicos da mesma natureza do zinco, pois seu minério também é silicato; a solução adotada em Cuba é complexa e resultados econômicos só vieram depois de inversões muito pesadas. A indústria de ferro-liga está bem assentada e já verificado o sucesso do refino de concentração, faltando a produção do metal isolado. Parece-nos ser problema interessante a pesquisar a dissolução da liga concentrada para deposição eletrolítica do metal. Também um estudo da viabilidade da utilização do ferro-níquel, concentrado, na níquel

lação que é um dos maiores consumos do metal.

O Departamento de Materiais dêste C.T.A. já esboçou estudos da viabilidade da aplicação da cloretação. É tratamento que tem apresentado sucesso para outros elementos.

Parece-nos recomendável o prosseguimento de tais estudos numa pesquisa bem planejada. Magnífico estudo geral sôbre a metalurgia pelo cloro foi publicado por William Kroll em 1952 em "Metal Industry".

Magnésio - A descoberta recente da carnalita em Sergipe criou o interesse de uma investigação sôbre seu aproveitamento como fonte simultânea de magnésio e de potássio. Ponto de partida seria o exame da conveniência da separação prévia entre os dois sais ou do desenho e funcionamento de células eletrolíticas liberadoras do Mg, dando como sub-produto o sal enriquecido em potássio. Temos sido de opinião que deve ser mais favorável (excluída esta recente descoberta) no país a implantação de uma usina Pidgeon, mais flexível ao desenvolvimento da produção e capaz de ser iniciada em menor escala. Algumas pesquisas ou reprodução da operação clássica já têm sido feitas entre nós. Parece de interesse um estudo mais sistemático e alongado da influência das características das matérias primas nacionais disponíveis. Provavelmente surgirá até mesmo um convite à pesquisa científica orientada "interdisciplinar", para explicar, por exemplo, o papel da cristalinidade da dolomita no rendimento do processo; idem para a temperatura de calcinação, etc.

Metais Mais Novos - Para êste grupo, que compreenderia pelo menos metais como o Be, Ti, Ta e Nb, Zr e Hf, V, Th, dispõe o país de recursos minerais importantes em quase todos. Todavia, trata-se de metais de tecnologia extrativa trabalhosa; às vêzes difícil mesmo. O consumo interno é reduzido ou inexistente. A implantação industrial ou será de pequena escala, para consumo interno, ou deverá ser para exportação e, então, encontraremos o problema de introduzir nosso produto num mercado por vêzes dominado por grupos aguerridos e ciosos de suas posições de domínio. Entretanto, a pesquisa de processos economicamente adaptáveis às nossas condições deve ser empreendida.

O nióbio, por exemplo, em que a reserva mineral nacional é enorme, apresenta a necessidade de ampliação das aplicações. Temos o interesse imediato em utilizá-lo como substitutivo de importantes elementos de liga de aço, inexistentes no país. Interesse equivalente existente nas ligas não ferrosas.

Bons resultados encontrados devem ser propagados para ampliação do mercado internacional. Falando-se neste metal, é de se lamentar a resistência dos meios técnicos americanos em aceitarem o nome que os químicos decidiram internacionalmente adotar; lamentar mais ainda que entre nós se troque esse nome por colômbio, que nem é a forma americana.

Para o vanádio cabe estudar processos de tratamento de vanadinita que ocorre em quantidades exploráveis na região de Januária, Minas Gerais.

O zircônio, é outro metal que tem importância crescente. Será indispensável na era nuclear para os reatores de potência, e nas ligas de magnésio, para melhorar a resistência mecânica a quente.

Os minérios de Poços de Caldas contêm misturas de silicato e óxido. Na Escola Politécnica da USP, já se fizeram experiências de tratamento do minério mais complexo para preparação de cloreto. O processo industrial criado por Kroll baseia-se na redução do tetra-cloreto por magnésio.

O titânio é outro metal de uso moderno que combina muito bem um peso específico moderado, ponto de fusão elevado e excelentes resistências mecânica e resistência à corrosão. Sua produção tem variado muito, em função das pesquisas aeronáuticas e espaciais norte-americanas. É o metal que apresenta mais elevada relação resistência/peso e ponto de fusão alto. A matéria prima preferida é o rutilo (óxido de titânio) que, infelizmente, não é abundante entre nós. A própria produção de ilmenita (titanato de ferro) de nossas areias monazíticas parece que será insuficiente para a grande indústria de pigmentos que se constrói na Bahia.

Segundo notícias recentes dos geólogos, há em Minas Gerais perspectivas da existência de enormes reservas minerais de perovskita (titanato de cálcio) para a qual se deverá pesquisar processo de transformação para tornar-se minério de titânio. O Centro Técnico de Aeronáutica no seu Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento projetou e termina a montagem de usina-pilôto para produzir o metal em formas utilizáveis.

O berílio é o melhor metal na combinação de densidade com temperatura de fusão; é apenas 6% mais pesado que o magnésio e tem o dobro de seu ponto de fusão. A resistência mecânica pode ser bem alta, dependendo das condições em que o metal é tratado para a transformação. O óxido puro é excelente refratário.

As ligas Cu-Be têm magníficas propriedades mecânicas e boa

resistência à corrosão. O emprêgo do metal puro adquiriu muito interesse nos reatores nucleares. Todavia, é muito difícil o seu trabalho mecânico, pois o metal fundido apresenta grande dureza e muito baixa ductilidade. Longas pesquisas vieram possibilitar sua transformação mecânica. Outra questão séria é a toxidez do metal, ainda inexplicada em suas manifestações, exigindo especiais cuidados na sua manipulação. Muitos são os processos para sua produção. Pesquisas judiciosas dos mais adequados aos nossos recursos são do maior interesse. Entre nós, o Instituto de Pesquisas Radioativas da U.F.M.G. é a instituição que tem maior experiência de pesquisa para a preparação de óxido e outros compostos.

Concluiremos lembrando de novo que pesquisa realizada adquire valor integral quando vem a ser publicada. Pouco ou nada vale o que fica apenas nas gavetas ou nos arquivos do pesquisador. Muita coisa valiosa se tem feito no país e fica ignorada por falta de publicação adequada.

Belo Horizonte, 2 de dezembro de 1967.

PESQUISA TECNOLÓGICA NO CAMPO DA METALURGIA
DOS METAIS NÃO FERROSOS

Mário Rennó Gomes (1)

DEBATE:

- Presidente da Mesa - Prof. Rennó Gomes, após esta exposição poderá iniciar os debates?
- Rennó - Perfeitamente. Por se tratar de uma Reunião A-
berta como está previsto no Programa, acho que
a contribuição de todos será apreciada não só em
perguntas, mas com o oferecimento de boas idéias
das muitas que devem existir em todo o auditó -
rio.
- Orientador - Inicialmente desejo me congratular com o Prof.
Rennó Gomes pela brilhante conferência "Pesqui-
sa Tecnológica no Campo dos Metais não ferrosos".
A sua conferência nos ilustrou bastante. Uma sé
rie de informações de grande interêsse nos fo-
ram dadas. Vamos iniciar a discussão. Eu pretend
o seguir o próprio roteiro que a conferência a
presenta. Ela pode ser dividida em quatro tópi-
cos principais, retirando o tópico que não se a
bordou, que era o "potencial de recursos mine-
rais brasileiros". Inicialmente, trabalhos já
feitos anteriormente de coordenação de pesqui-
sas, de seus incentivos. No segundo tópico o pro
blema da situação da metalurgia extrativa den-
tro dos demais campos da metalurgia. Em seguida
podemos discutir o problema do "planejamento da
pesquisa", dos órgãos, a etapa inicial da biblio-
grafia, o custeio e a questão de formação pes-
soal e, finalmente, as sugestões que podem, fo-
ram e serão acrescentadas para a indústria bra-
sileira de não ferrosos. O problema é realmente
importante porque o quadro que foi apresentado
inicialmente mostra a situação brasileira no cam

po dos não ferrosos, ainda muito aquém de tôdas as nossas necessidades. De um lado, temos uma produção ainda insuficiente, longe de atingir os índices que o país exige de outro lado, grande parte dessa produção é oriunda de material importado. O caso do cobre seria talvez o mais frizante de todos. O problema tem importância porque sòmente partindo de um estudo metódico, sistemático dos recursos naturais é que poderão ser feitos planos que visem o melhor aproveitamento. Vários setores industriais aqui e em outros paí ses se desenvolverem à custa de um planejamento de pesquisa sistemática. No Brasil, fugindo um pouco do assunto específico, lembraria que a indústria de cimento, hoje uma potencialidade muito grande que cobre tôdas as nossas necessida - des, partiu de uma pesquisa sistemática dos recursos naturais brasileiros. Quer dizer, numa época em que o produto era importado, não havia possibilidade no Brasil. Hoje nossa indústria existe; há muitos anos produz quantidade suficiente para tôdas as necessidades nacionais. De modo que o tema que o Simpósio escolheu e foi dado ao prof. Rennó Gomes, parece realmente muito oportuno que seja debatido. Então inicialmen te, entre os trabalhos preliminares eu gostaria de colocar então aqui em debate se alguém quer dar alguma contribuição especialmente no que toca a essa comissão mista Brasil-EEUU para a Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento. Alguém poderia dar mais esclarecimentos?

Iacham (3)

- Eu gostaria que o Sr. conferencista apresentasse alguns esclarecimentos sôbre o Grupo Misto de que o Sr. tem conhecimento.

Rennó

- Lamentavelmente eu não posso atender a sua pergunta, porque as notícias que eu tive foram através de publicações como o boletim do IBS, por exemplo, que dão poucos detalhes; não estou a

par de como foi constituído e como está trabalhando. Sei que já houve algumas reuniões do grupo no Brasil, creio que com a presença dos americanos; depois os elementos brasileiros se deslocaram para os EEUU. Realmente eu não poderia adiantar mais. Possivelmente aqui no auditório haja quem possa dizer alguma coisa. Suponho que o Dr. Ferri, por exemplo, tem acompanhado os trabalhos.

Ferri (4)

- O meu colega, Dr. Saraiva, poderá dar alguma informação; êle está acompanhando de perto os trabalhos.

Saraiva (5)

- A informação que eu posso dar é a respeito de um projeto de organização de uma instituição para efetuar pesquisas, ou pelo menos unificar pesquisas, ou pelo menos unificar pesquisas no setor de siderurgia. O projeto encontra-se no Banco para um parecer que se refere a organização destinada ao financiamento e estudo desse projeto; o estudo deverá ser feito pelo Battelle que deverá fazer uma visita à siderurgia do país e aos institutos já existentes a fim de unificar todas as instituições que tratam de pesquisas no ramo da siderurgia. Esta informação apenas refere-se ao Instituto Siderúrgico pois é específico este projeto que se acha no BNDE. Por enquanto é a única informação que posso dar.

Rennó

- Creio que esse grupo foi criado com finalidades bastante mais amplas. O Instituto Brasileiro de Siderurgia já vinha realizando estudos nesse sentido e já contratado serviços do Battelle Memorial Institute agregou-se também a esse grupo maior que deve fazer um planejamento para a implantação e desenvolvimento da ciência e tecnologia no país. De modo que os componentes desse grupo, não estou me recordando de todos, são pessoas de setores os mais diversos; um deles é o Prof. Persio Souza Santos, da Universidade de

São Paulo; seu campo é a ciência química inorgânica, especialmente estudo de argilas. É um pesquisador, enfim, que está muito bem colocado no grupo. Mas meu receio é que a indústria de não ferrosos não seja tão considerada quanto seria de desejar porque a siderurgia está muito bem representada, mas não a metalurgia dos não ferrosos; creio que não há ninguém nêsse grupo.

Iacham

- Vou prestar esclarecimento, porque sou do Conselho de Pesquisas e sou membro dêsse grupo. Eu gostaria de saber antes de prestar êsse esclarecimento, se os Srs. estavam a par dos trabalhos do grupo. Estou vendo que estão mais ou menos. Êsse é um grupo misto da National Academy of Science, americana, e do Conselho de Pesquisas. O objetivo é incentivar a pesquisa industrial no Brasil. Êle foi criado para se estudar as condições brasileiras das Universidades e dos Institutos de Pesquisas e as suas relações com a Indústria, e saber o motivo por que não faz pesquisa industrial no Brasil não só no ramo metalúrgico, ferrosos ou não ferrosos siderurgia nos mais variados campos da pesquisa. De química orgânica, até inorgânica, até mecânica, etc., nos campos mais gerais. Êsse grupo se reuniu a primeira vez em abril, no Brasil, com 10 membros americanos, 10 membros brasileiros: os americanos do mais alto gabarito possível, inclusive diretores de Instituições de Pesquisas, e representantes de diversas indústrias americanas, como indústria do vidro; representantes brasileiros nós temos de diversas instituições de Universidades, e temos inclusive um representante de metais não ferrosos, que é o Brig^o. Georges Soares de Moraes; acho que muitas pessoas aqui o conhecem. Eu acho que a especialidade do senhor está muito bem representada nêsse grupo. A segunda reunião foi em agosto, a terceira será em feverei

ro em Belo Horizonte e mais ou menos em maio do ano que vem nós teremos que apresentar um relatório às mais altas autoridades brasileiras informando e sugerindo medidas a serem tomadas no sentido de incentivar as pesquisas industriais. Acho que isso interessa aos presentes. Essas medidas serão não só de ordem fiscal, incentivos fiscais, como reformas nas instituições de pesquisas, reformas em escolas, enfim serão reformas que esperamos sejam acatadas e possam dar início a uma marcha ao desenvolvimento da pesquisa industrial. Aos que tiverem interesse eu poderia depois fornecer os nomes, que não me lembro agora, dos membros brasileiros e dos membros americanos. Mais alguns esclarecimentos, estou às ordens.

Rennó

- Eu queria agradecer êsses esclarecimentos e, sobretudo cancelar a hipótese de que não haveria ninguém dos não ferrosos nêsse grupo, porque o Brigadeiro George S. Moraes trabalhou bastante tempo nêste Centro, estudando muito os não ferrosos; deve ser um bom defensor dos metais não ferrosos no grupo.

Bresciani (6)

- Nêste momento falo em nome do Instituto Roberto Simonsen. Tivemos oportunidade de participar do levantamento feito junto à indústria paulista sôbre o problema de pesquisa tecnológica e êsse levantamento foi feito através do INEP, entidade que o sr. conhece; foi àquela que antes tinha feito o levantamento para o conselho Nacional de Pesquisa. Através da primeira conferência daquele ciclo de conferências sôbre pesquisa tecnológica, proferida pelo Dr. Vicente Chiaverini, foram apresentados exatamente os resultados dêsse levantamento feito dentro do Estado de São Paulo, sôbre o problema de pesquisa tecnológica. Foi publicado no "Estado de São Paulo" um resumo e também foi motivo de comentários na sua secção econômica; quer dizer, foi

profundamente divulgado em São Paulo. Seria interessante que o Conselho Nacional de Pesquisas tomasse conhecimento desse relatório que lhe enviaremos, se já não o fizemos, o que demonstra que não é zero por cento o número de empresas que fazem pesquisas no Estado de São Paulo. A porcentagem é em torno de 20%, infelizmente de uma amostragem não pela especialidade das empresas. São 40.000 empresas, das quais um número muito pequeno são empresas grandes; a grande maioria são empresas pequenas que não têm evidentemente, condições de fazer pesquisas. Mas, assim mesmo, uma porcentagem em torno de 17 a 20% das empresas fazem pesquisas tecnológicas. Evidentemente têm-se que fazer uma ressalva de que nem tudo era pesquisa tecnológica; havia muita superposição com o desenvolvimento do produto. Mas a fronteira é muito difícil de ser definida, principalmente para a indústria mecânica. Na indústria metalúrgica a coisa fica talvez um pouco mais fácil. Mas esse número é realmente ainda muito baixo, e lembramos que precisamos desenvolver nossa própria técnica, nosso "know-how".

Então precisa ser realmente incentivada. Outra observação que eu gostaria de fazer é a seguinte: existe uma entidade que se chama INCRA, entidade internacional que coordena os trabalhos de pesquisas do Cobre. Essa entidade é formada, é financiada podemos dizer, pelos produtores-consumidores de cobre. E é formada no seu Conselho Diretor por pesquisadores das Universidades, por diretores de empresas do Grupo do Cobre, e por homens de venda dos produtos de cobre. A finalidade é exatamente criar novos mercados, desenvolver os atuais, melhorando a utilização e as técnicas de aplicação do cobre. Isto foi dividido em aproximadamente 13 programas de pesquisas, dos quais fazem parte 120 projetos de pesquisa: isso menciono para mostrar que a pesquisa não pode mais ser feita caótica

mente. Deve ser planejada, dentro um programa estabelecido; a INGRA não desenvolve essas pesquisas: ela contrata essas Universidades e Indústrias para fazê-las. Eu acho que no campo dos não ferrosos nós poderíamos já partir de uma programação de acôrdo com as necessidades de estudos bem cuidadosos e êsse programa seria financiado pelos interessados, podemos dizer, indústrias e govêrno e depois seria distribuído às Universidades, aos Institutos de Pesquisas; isto seria uma forma coordenada de pesquisar para evitar superposições, e para haver aproveitamento melhor nos laboratórios. Tomo também a liberdade de dar uma pequena sugestão. Fazemos parte da Comissão Organizadora dêste primeiro Simpósio que tem como um dos motivos especiais, exatamente a criação da Comissão Técnica de não ferrosos, dentro da Associação Brasileira de Metais. Eu acho que essa comissão técnica de não ferrosos poderia assim que formada, (e eu peço aos membros da ABM que assinem esta lista e os que ainda se tornarão, assinem posteriormente) cooperar com o Conselho Nacional de Pesquisas e outras entidades no sentido de ser formado êsse programa e se dar continuidade à pesquisa. Não ficar meramente na bôa vontade de alguns grupos isolados que muitas vêzes se perdem, não continuam, não podem continuar por falta de recursos, falta de incentivos, de pessoal, etc.. Essas foram as observações um pouco longas que gostaria de fazer.

Rennó

- Uma informação: essas conferências serão publicadas?

Bresciani

- Não há dúvida nenhuma. Elas foram tôdas estenografadas e foram enviadas aos conferencistas. Nós já temos uma publicada que é do Dr. Vicente Chiaverin, que foi a la. Esta, me comprometo enviar ao Sr.; as outras não recebemos ainda para datilografar: as do Dr. Tarcysio e do

Dr. Lanari Jr.. Nós iremos reunir tôdas num li
vro e também os debates que houve em seguida às
conferências.

A isto será dada a mais ampla divulgação; isto
evidentemente requer um certo cuidado de revi-
são, impedindo que consigamos fazê-lo em prazo
muito curto.

Iacham

- Eu prestaria mais um esclarecimento. Desde que o nosso grupo se reuniu, nós tivemos conheci-
mento dêsse outro grupo no Estado de São Paulo. Nós nos dirigimos a êsse outro grupo, porque ê
le estaria mais apto a fazer êsse levantamento na indústria, pois não conseguimos fazer êsses levantamentos pedidos pelos americanos. E êsse grupo infelizmente não deu resposta até agora. Dirigimos inclusive um ofício a êsse grupo em agôsto, e sabemos que o relatório já estava pron
to em agôsto, mas até agora não recebemos, por
que nos planejamentos das pesquisas, eu acho essencial que se saiba o que a indústria está fazendo de pesquisa. Do que nós temos conheci-
mento, sômente 20% das indústrias responderam. A definição de pesquisa industrial que nós a--
dotamos no início dos nossos trabalhos é uma definição da UNESCO, muito ampla, inclusive o estudo de adaptação de matéria-prima nacional a processos já conhecidos, nós aceitamos como sen
do pesquisa industrial e também estudos de via
bilidade econômica de novos processos, nós tam
bém consideramos pesquisa industrial. Eu não sei qual foi o critério adotado por êsses gru-
pos de São Paulo, na definição de pesquisa industrial. Mas de qualquer maneira nós gostaría
mos muito de receber êsse relatório porque é uma peça essencial no nosso futuro relatório às autoridades brasileiras. Agora, um outro escla
recimento; no início dos nossos trabalhos, nós nos dirigimos à Federação das Indústrias lá no Rio, infelizmente tivemos uma receptividade mi
uto baixa, apesar das insistências junto aos di

rigentes. Eles nos enviaram um representante que foi a uma reunião e não compareceu mais. Então nós tivemos de usar outros meios para saber o -que é que a indústria está fazendo nêsse campo de pesquisa industrial. Nós temos uma nova maneira pela qual queremos iniciar um diálogo com a indústria, porque nós achamos imprescindível, que as Instituições, os Institutos de Pesquisas, sejam um elo entre a Indústria e a Universidade. E nós temos uma nova idéia: iniciar uma série de reuniões em que serão convidados os industriais, os institutos de pesquisas, representantes de diversos ministérios mais interessados nessa parte de pesquisa, e vamos ver se dessa nova maneira nós conseguimos interessar os industriais na pesquisa industrial.

Fábio H. Mello

- Vamos encaminhar os debates dentro do esquema traçado; estamos tratando dêsses trabalhos anteriores que foram feitos ou estão sendo feitos no Brasil.

E. V. Azevedo (7)

- Por esta informação agora conhecida, existe então um grupo de trabalho brasileiro querendo coordenar os entendimentos entre a empresa e a escola. Eu queria dar conhecimento de que já existe em São Paulo e em Belo Horizonte um organismo filiado à Federação das Indústrias, e que tem tido também certas dificuldades. Esta entidade já existe no Brasil há mais de cinco anos com a denominação de Centro de Integração Empresa-Escola de São Paulo, e, Centro de Integração Empresa-Escola de Minas Gerais. Ambas são filiadas à Federação das Indústrias e estão sentindo dificuldades de coordenação. Este Centro atualmente apenas tem conseguido fazer o contato, fornecer estudantes para fazer estágio, mas está longe daquilo que deseja fazer. Parece pois que existem duas entidades querendo fazer a mesma coisa. Faço parte dêsse Centro de Integração de Minas Gerais; sugeriria

que fôsse feita uma coordenação entre êsses 2 órgãos existentes, oficiais que têm constituição jurídica e que trabalham, um com pouco recurso e outro até com recursos estrangeiros, parece para uma mesma finalidade. Apenas acrescento que o Centro de Integração é um organismo que existe há mais de cinco anos. Era essa informação que eu queria dar.

Walter Ferri

- Eu gostaria apenas de lembrar aos Srs. que estamos na preparação do Plano Trienal do Governo e que existe uma meta específica de desenvolvimento tecnológico. Existe um grupo de trabalho que deve apresentar a formulação, as diretrizes de política até o final dêsse mês; não sei se todos os Srs. estão em contato com êsse grupo. Seria interessante e oportuno que apresentassem as sugestões que poderiam ser incluídas na formulação dêsse plano trienal.

Maj. Valeriano (8)

- Ao Dr. Walter Ferri, eu gostaria de expressar nossa preocupação ou talvez, ignorância sôbre o assunto de coordenação de pesquisas. Vou citar apenas dois exemplos, para configurar a nossa preocupação: a pesquisa mineral no Brasil vem sendo feita por três grandes organismos: a Petrobrás, o Departamento de Produção Mineral, o Departamento de Exploração Mineral. Ao que sabemos todos êsses com ligações laterais sem coordenação na pesquisa, sem que cada um dêles possa oferecer sub-produto ao outro. Por exemplo, a Petrobrás leva uma equipe até o interior do Amazonas, cria condições artificiais de vida naquela região, êsse trabalho é aproveitado sômente pela Petrobrás. Eu perguntaria, por que não haver uma coordenação disso, dêsse trabalho de maneira que o deslocamento de uma equipe especializada no assunto possa ser aproveitada em assuntos correlatos? Mesmo fora do campo da exploração mineral, e aí já interessando talvez o Conselho de Pesquisas, para o pró--

prio campo de integração, porque os nossos técnicos do Instituto de Manguinhos não participam desta equipe? De vez em quando, quando há recursos, o Instituto Manguinhos leva outra equipe, repete às vezes as mesmas façanhas que para nós devem ter o volume relativo de colocar um homem em órbita. Dentro do âmbito militar, já que estamos numa casa militar, temos coisas semelhantes; existem três organismos interessados em pesquisas. Este Centro Técnico, o mais evoluído, o mais avançado, o Instituto de Pesquisas da Marinha, o mais novo, muito bem lançado, e o Instituto Militar de Engenharia, o mais antigo; os três não possuem uma coordenação mesmo dentro do campo das Forças Armadas. As entidades particulares estão também, ao que estão dizendo, em etapas de pesquisas; estão levantando o que se faz em pesquisas. Não me referi aqui ao IPT, porque é o mais antigo de todos, porque vem desenvolvendo uma pesquisa mais racional, como disse o Prof. Rennó, publicando bastante tôdas as suas realizações, de maneira que êle é intimamente ligado à indústria de São Paulo. Fica expressada a preocupação, que pode ser ignorância minha. Não sei se existe essa coordenação no âmbito do Conselho de Pesquisas. No âmbito das Forças Armadas sei que existe, talvez devesse ser maior nas Forças Armadas e talvez seja um assunto de interesse no estabelecimento desse plano trienal.

Ferri

- Ainda dentro do item de "coordenação", na parte de pesquisa mineral, vamos incluir mais um órgão que não foi citado, que é a Superintendência do Desenvolvimento Regional. Depois dos estudos de organização dessas Superintendências e elas passaram a fazer também estudos de recursos minerais; temos casos específicos da SUDENE, da SUDESUL, e agora da SUDAM. O caso da SUDENE no cobre é típico, pesquisando a mesma área em que o DNPM estava pesquisando,

uma duplicação de esforços, criação de novos órgãos, equipamentos de raios-X, todos os equipamentos necessários para pesquisas, sondas etc. Caso mais grave ainda de descoordenação dentro do âmbito federal é o de águas subterrâneas. Vai-se encontrar cerca de 10 órgãos mais ou menos, pesquisando água subterrânea, principalmente no Nordeste, e chegando aos seguintes números: enquanto uma empresa particular fura com uma sonda de 65 a 100 metros por ano, há órgãos do governo que não chegam a furar 15 metros por ano com uma sonda. Os Srs. avaliam a dispersão de recursos, a baixa produtividade dentro do governo. No campo da pesquisa, há necessidade de uma coordenação. O aparelho de Raios-X é um aparelho caro; temos cerca de 20 no Brasil. Se levantarmos o número de análises que é feita por anos nesses aparelhos, nós vamos chegar a conclusão de que é muito baixo esse número: quer dizer, a produtividade desse aparelho é muito baixa. Há necessidade dessa coordenação. Agora, como fazê-la? O instrumento de controle é o orçamento. Para que o orçamento-programa possa ser realmente um instrumento de controle é necessário que sejam apresentados projetos de pesquisas em cada um dos centros de pesquisas, dos órgãos de pesquisas. Mas infelizmente, estamos um pouco atrasados; o orçamento-programa foi implantado há dois ou três anos e ainda não há pessoal preparado para elaboração de projetos ao nível dos diferentes órgãos do governo. Mas a nossa intenção nesses próximos anos é exatamente fazer essa coordenação através do orçamento, dando ou não recursos, quero dizer, evitando uma duplicação de esforços, essa dispersão de objetivos.

Bresciani

- Eu pediria licença para discordar um pouco da orientação. Somos apenas engenheiros ligados aos problemas técnicos; não estamos a par de problemas de planejamento. Mas eu acredito que dever-se-ia caminhar, no sentido contrário. Não os cen

tros deveriam apresentar os planos, mas sim o Govêrno; acredito que o Conselho Nacional de Pesquisas é a entidade mais recomendada, e deveria reunir todos êsses centros de pesquisas e definir, por iniciativa do Govêrno os programas mais convenientes ao desenvolvimento. Aí, automaticamente não haveria necessidade de se cortar programas de se incentivar outros, porque a partir do Govêrno, essa iniciativa já definiria os programas, porque senão voltamos novamente aos Institutos resolvendo, apresentar aquilo que acham mais conveniente em vêz do Govêrno tomar a iniciativa de primeiro fazer um programa de pesquisas de comum acôrdo, consultando os técnicos de todos os institutos de pesquisas, escolas de engenharias, escolas outras. Naturalmente que estou falando em engenharia, porque é o meu campo mas isso existe no âmbito de qualquer campo de pesquisa; está em qualquer campo de pesquisa biológica, de agronomia, etc. Na agricultura, há muita coisa que pode ser feita também portanto, no momento em que êle tomou a iniciativa e aprovou aquêle plano, o financiamento é coisa óbvia; é como que consequência.

Iacham

- Mais um esclarecimento: sendo o órgão nacional que deve cuidar da pesquisa no país e se planejamento é pesquisa, é idéia do Conselho de Pesquisas, reunir em 1968 os Institutos de Tecnologia, os Institutos de Pesquisas e dar uma melhor orientação a essa pesquisa, para que não seja tão dispersa. Êsse esfarrapar dos trabalhos do Conselho de Pesquisas, em 1968: reuniões dos diretores, dos dirigentes, dos institutos de tecnologia e dos institutos de pesquisas de todo o país, essas reuniões serão necessárias para que não haja duplicação desnecessária e dispendiosa e a pesquisa é a parte mais onerosa de todo o investimento. Nessa parte de planejamento do Conselho de Pesquisas eu gostaria de esclarecer o seguinte. Perguntaram pelos meios, pelos recur-

sos. Eu chamaria à atenção do seguinte: num dado estatístico que foi apresentado pelo orador, em 1961 se não me engano, 55% das pesquisas desenvolvidas eram subvencionadas pelo governo. Na recente visita que fizemos a várias instituições de pesquisas nos EEUU, nós pudemos ver que esse número subiu para 70-80%. E isso no Brasil, achamos que será igual ou maior. Não acreditamos que as Indústrias de pronto queiram investir dinheiro em pesquisas apesar de termos certo plano de cooperação lá no Conselho de Pesquisas, e que nós gostaríamos de pedir o apoio da indústria nele. Agora, a forma de como a indústria nos auxiliará, isso ainda dependerá de estudos futuros. De qualquer forma, achamos que o investimento do Governo na pesquisa deve ser superior a esse número de 70%.

Ferri

- Eu só queria fazer uma explicação à proposição levantada. Quanto à orientação global na fase inicial do governo definir quais as pesquisas que devem ser feitas, aonde devem ser feitas, eu acho um pouco prematuro desde que estamos iniciando a coordenação agora. É preferível receber de cada órgão, aquilo que ele deseja fazer, aquilo que ele acha importante fazer; depois de reunidos esses projetos, todos os projetos dos diferentes órgãos podemos então discutir aqueles que deverão ser feitos, aqueles que deverão ser tirados, numa orientação global. Mas nessa fase inicial deve-se proceder ainda de forma indutiva, quer dizer, deixando vir de baixo para cima, vir dos órgãos até o Ministério do Planejamento, até o Conselho Nacional de Pesquisas, então faríamos uma reunião com os diferentes órgãos e discutiríamos as diretrizes gerais. Eu acredito que esse deve ser o trabalho mais importante no âmbito federal com relação a esse grupo que está preparando o Plano Trienal. Não acredito que os órgãos de pesquisas possam fazer um detalhamento suficientemente grande dos projetos que estão de

envolvendo. Só depois de coletados, é uma pesquisa que estamos fazendo, e estamos realmente desorientados com o que está sendo feito no Brasil, depois disso é que poderemos definir alguma coisa.

L. Oliveira Castro (9) - Com relação a êsses problemas de coordenação de pesquisas no Brasil, parece-me que o sistema aventado pelo representante do Ministério do Planejamento não funcionaria pelo menos a médio prazo porque, digamos, o Sr. tem três a quatro órgãos que se propõem a fazer o mesmo trabalho e se o Sr destina recursos apenas a um dêles, o Sr está tendo uma divisão de "know-how", digamos de pessoal pelos três órgãos. Se todos os três órgãos já com capacidade para fazer aquê-le trabalho pudessem ter técnicos em todos a - quêles três ou quatro órgãos que se julgam em condições de realizar aquê-le trabalho, e o Sr. dá recursos a apenas um dêles. Isso a meu ver tem ocorrido no Brasil mas deve ser impedido, porque seria preciso que o Sr não apenas desse recursos a um dêles mas centralizasse êsses homens em um local só. É o que ocorre por exem - plo no setor mineral, que já tem sido aborda - do. O Sr tem às vêzes áreas sendo trabalhadas por três órgãos distintos do Govêrno Federal, digamos a SUDENE, a Petrobrás e o DNPM. Às vêzes são quatro, com a Comissão de Energia tra - balhando em geologia na mesma área. A meu ver existe a orientação do Govêrno com relação a isso que é o Plano Mestre Decenal, para os recur - sos minerais. Mas o Govêrno não impede que os outros órgãos façam êsse trabalho nos mesmos locais. O órgão brasileiro encarregado de fazer pesquisas minerais, é em primeira mão, o Depar - tamento Nacional de Produção Mineral; mas a Petrobrás também é e a Comissão Nacional de Energia Nuclear também, de forma que surge uma sé - rie de superposições extremamente inconvenien - tes que a meu ver devem ser impedidas na medi - da do possível.

Iacham

- Sem querer dizer que nossas condições são semelhantes às dos americanos, que naturalmente não são, eu gostaria de lembrar que a National Science Foundation dá os auxílios para os campos de excelência, que eles chamam de "Fields of excellents" e a idéia do Conselho que crie aqui no Brasil êsses campos de excelências. Isto não quer dizer que não se dêem auxílios para outros que trabalham no mesmo campo, no mesmo assunto do campo de excelência. Mas dar-se-á preferência e auxílio a êsses campos, que serão escolhidos nessas Reuniões que se planeja fazer. Isso não quer dizer que se vai dirigir a pesquisa, porque êsses campos de excelências poderão ser certos grupos que já existem ou que poderão ser criados, especializados em determinado setor de pesquisa, ou já tradicionais ou então que possam vir a ser autoridade num determinado assunto de pesquisa. Isto não quer dizer que não dê auxílio para os outros grupos fazendo a mesma pesquisa. Mas o Conselho de Pesquisas dará, maior auxílio, naturalmente, a êsses campos de excelências. Quer dizer, certos grupos especializados em determinado setor. Eu lembro que o Conselho de Pesquisas são dez setores dos mais variados: matemática, física, química, até ciências sociais, inclusive há a idéia de transformar o setor de ciências sociais em setor sócio-econômico. Quer dizer, são os mais variados setores de pesquisas. Quer dizer, êsses campos de excelência não serão apenas em química, metalurgia, serão nos mais variados campos do conhecimento humano. Êsses campos de excelência serão criados, ou melhor, serão sugeridos e adotados após essas reuniões, não será o resultado de um indivíduo, no seu gabinete, um estudo teórico, de um indivíduo que escolherá êsses campos, de excelência. Êsses campos serão escolhidos nessas reuniões sucessivas com os dirigentes e representantes dos institutos de pesquisas, escolas superiores, etc..

Ove Shirm (10)

- Queria apenas fazer uma sugestão às autoridades aqui presentes e representantes de Ministérios, que uma vez criada a pesquisa aqui no Brasil, deve-se tratar de que seja fácil o acesso ao trabalho que foi realizado através de centros de informações que poderiam editar boletins periódicamente e os distribuir às Federações das Indústrias, para que a indústria possa se informar a respeito.

Oliveira Castro

- Referindo-me também aos campos de excelências, eu perguntaria ao Dr Iacham, do Conselho Nacional de Pesquisas, sobre o problema básico. A meu ver os EEUU possuem recursos suficientes para inverterem simultaneamente em 3, 4, 5, 6 laboratórios e centros de pesquisas, no mesmo setor. Como Dr Mário Rennó acabou de mostrar o que o americano investe em pesquisa é da ordem de grandeza do produto bruto brasileiro, mas nós brasileiros temos que fazer uma economia drástica em diversos setores. Então a meu ver, surgem de início no programa de planejamento de pesquisas no Brasil, duas perguntas: se vai o Conselho Nacional de Pesquisas, subsidiar simultaneamente vários órgãos para os mesmos trabalhos? ou se vai procurar dirigir a formação de centros, digamos, federais ou nacionais de pesquisas localizadas em diversas cidades (não seria naturalmente em uma só) o que me parece de início mais razoável. Que fossem subsidiados preferencialmente, pelo menos por um determinado tempo, a fim de que não tivéssemos um encalhamento de recursos, seja do ponto de vista "know-how", no meu ver o mais importante, porque para se fazer a pesquisa o dinheiro existe; o que não existe é "know-how" para fazê-la. De maneira que eu proponho ao Sr., com a permissão do professor Mário Rennó, essa questão: se isso foi discutido nesse grupo de trabalho, e qual a política do Conselho Nacional de Pesquisas

com relação ao assunto.

Iacham

- É uma pergunta muito difícil de responder porque eu também não posso responder em nome do Conselho Nacional de Pesquisas; lembro que são dezenas de membros do Conselho Deliberativo e a política do Conselho não é tomada por indivíduo. Mas eu posso de maneira geral dar uma idéia do que se pretende fazer. Não posso absolutamente, dar endosso ao que será a política do Conselho. O que eu posso dizer é o seguinte: o que se pretende é escolher grupos, mas êsses grupos não serão necessariamente ligados a entidades nacionais. Num instituto de tecnologia estadual naturalmente terá auxílios, se tiver o grupo de excelência naquele assunto que é julgado de interesse nacional. Inclusive uma escola de engenharia estadual se tiver o grupo de pesquisas num assunto que interesse, será subvencionada. Agora, dar-se-á de preferência, a um número restrito de grupos em cada assunto. Não se pode subdividir demais os casos. Agora, eu quero adiantar o seguinte: a verba do Conselho, para 1968, foi grandemente aumentada; espera-se que seja ainda mais aumentada. Isto é um pouco de otimismo naturalmente, mas há interesse muito grande do Governo em incentivar a pesquisa. Agora, o que nós contamos também é com o auxílio da indústria, ou melhor, esperamos contar com o auxílio da indústria. Isso pode parecer utópico, mas acho que já começamos a sensibilizar os líderes industriais a respeito da pesquisa. Os líderes industriais sentem que é necessário que se criem novos elementos para a pesquisa. Que só comprar o "know-how" estrangeiro não chega, porque logo que êle se adaptar ao Brasil, torna-se obsoleto. Então êles sentem a necessidade; viemos de uma viagem ao Nordeste e vimos que os industriais nordestinos, devido a êsse apoio que tiveram da SUDENE, e outras fontes, sentem necessidade inclu-

sive de dar auxílios, não somente às instituições de pesquisas como também as Universidades. Vimos por exemplo, na Bahia, em Salvador, que o Secretário de Indústria e Comércio da Bahia vai reunir os industriais que vão investir em Aratu que será um futuro centro industrial, nos arredores de Salvador, e espera que êsses industriais o ajudem na criação de um grande instituto estadual de tecnologia em Salvador. Isso naturalmente poderá criar vários campos de excelência lá em Salvador. Eu não quero dizer que só exista um campo de excelência em um determinado assunto. Às vezes pode ter um no norte, um no sul, ou vários no sul, mas naturalmente aí os recursos serão divididos. Não se pode pensar em destruir certas equipes já organizadas dando auxílio só para uma delas.

Bresciani

- Eu gostaria, falando em nome do Instituto Roberto Simonsen, dizer o seguinte: para se conseguir a cooperação da indústria, (eu não falo em auxílio porque eu acho que nós temos que fugir dessa fase de periòdicamente o industrial receber uma fila, desculpem-me o termo mas é o único no momento me ocorre, de pedintes, pedindo dinheiro para pesquisa; não é uma questão de auxílio mas uma questão de consciência e da própria sobrevivência) isto é só possível se as indústrias se reúnem em grupos. Um Industrial ligado a não ferrosos não tem obrigação nenhuma de dar auxílio para produtos alimentares, vamos supor. Não é questão de auxílio; é questão de investimento para a própria sobrevivência diante dos mercados internacionais, uma vez que (há diversos economistas que podem dizê-lo melhor) uma das soluções para a nossa indústria é a exportação. Então, para nós podermos enfrentar êsses mercados exteriores precisamos desenvolver nosso "know-how" adaptando-o às nossas condições, as nossas matérias primas, pessoal, equipamento, etc.. Portanto, eu acho que se tra

ta de reunir indústrias em grupos homogêneos e discutir o assunto e êsse Simpósio é a primeira tentativa particularizando para não ferrosos, porque se fôssem procurar indiscriminadamente falar aos industriais simplesmente e nos dirigirmos à entidade representativa da indústria no global, eu tenho a impressão de que a coisa não vai funcionar. É uma previsão, posso me enganar totalmente, mas acredito que não. Agora, dirigindo-nos à entidade representativa de grupos homogêneos como por exemplo, Instituto Brasileiro de Siderurgia, poder-se-á conseguir algo porque todos êles têm um problema em comum. Um Instituto Brasileiro de Não Ferrosos, algo assim, seria também um órgão com essa finalidade, patronal ou como uma entidade técnica. Essa seria minha observação: da mentalidade de auxílio a fim de despertar consciências. E esta é uma das atividades do Instituto Roberto Simonsen. O IRS tem uma de suas divisões, à qual eu pertenço como Assessor Técnico, que é o Centro de Incentivos a Pesquisas. Êste procura orientar, despertar consciências. E eu gostaria também de lembrar que foi formada há uns meses atrás uma Comissão para estabelecer a Política Tecnológica do Estado de São Paulo, de que os Srs devem ter conhecimento. Essa comissão foi presidida pelo Dr. Hélio Torres e vice-presidida pelo Dr. Vicente Chiaverinni, e que contou entre seus membros, entre outros, o Dr Luiz Correa da Silva; essa comissão está sugerindo exatamente uma série de medidas. Eu soube pelos jornais que o govêrno federal está empenhado em estabelecer uma Política Tecnológica eu não sei como tudo isso é coordenado e a cada instante ouve-se falar que em determinado órgão uma comissão é formada. Precisamos partir para algumas soluções positivas sem criar comissões e mais outras comissões. Já existe uma série de recomendações e que atualmente deu na criação do Centro de Tecnologia do Estado de

São Paulo, que está em fase de regulamentação; isso já foi aprovado pelo Governador mas ainda está em fase de regulamentação. Já existem uma série de recomendações que eu acho muito interessante; porque partiram não somente de profes
sôres universitários, mas também de industriais reunidos e uma série de assuntos em comum.

Ferri

- Quero referendar a opinião do Prof. Mário Renno e do representante da Volkswagen, a respeito da necessidade da divulgação. A indústria só vai realmente prestigiar êsses Institutos de Pesquisas, quando ela perceber que êsses trabalhos são úteis à ela. O trabalho ficar na prateleira do centro de pesquisas não resolve, e dentro do Govêrno, nosso ponto de vista, é que a etapa final dêsses projetos regulamentares é a sua divulgação. Só com a divulgação lançada, nós vamos mais facilmente convencer a indústria. A indústria tem que ser objetiva, prática. O mesmo é o problema de patentes; quantas patentes são registradas por ano no Brasil? A patente é uma pesquisa tecnológica, é o resultado de uma pesquisa tecnológica. Como é que andamos em têrmos de patentes no Brasil? Pouca gente dá no
tícia disso. A patente nos EEUU, em qualquer país mais avançado, é o grande instrumento do profissional liberal. Ele ganha dinheiro com isso; muitos ganham. Fazem disso um meio de desenvolvimento tecnológico. Como é que andam nossas patentes? Quero dizer, a pesquisa individual? Is
so interessa à indústria. Ela vai atrás do téc
nico que tirou a patente, vai atrás dos Centros. A indústria tem um objetivo muito imediato; ela não pode ficar na expectativa do que é bom do que é ruim, ela tem que ver, e isso ela só pode fazer com a divulgação, seja uma divulgação resumida, ou uma divulgação extensa, seja o registro da patente; se interessar ela pode procurar o autor da patente; isso é necessário dinamizar; e não uma preparação sem fim como o

Sr. acabou de dizer, através de grupos, comissões, etc. uma preparação sem fim desse desenvolvimento tecnológico. Incentivar mais o registro de patentes de profissionais liberais, especialmente no campo da metalurgia, no campo da Engenharia.

Homem de Mello

- Gostaria de lembrar, como ressaltou o Prof Renó, o aspecto inicial que é a coleta bibliográfica, quer dizer, saber o que que os outros já fizeram, evitando repetir os mesmos insucessos havidos, ou partindo já de um ponto, de uma etapa já conhecida. Eu gostaria que o Prof Renó abordasse o problema da bibliografia internacional no campo da metalurgia; êle está mais ou menos a par do que é feito pelo American Society for Metals.

Iacham

- Eu endosso inteiramente a sua opinião, faço minhas as suas palavras. Vimos que, nós não podemos contar com a Federação das Indústrias "in totum". Então, como disse no início dos esclarecimentos, planejamos fazer no ano que vem as reuniões com setores industriais, com sindicatos inclusive; já iniciamos as conversações com dois sindicatos: de tintas e vernizes e de resinas sintéticas. Faremos essas reuniões com os industriais, dividindo as indústrias, dividindo as indústrias por setor; achamos que é melhor forma realmente sensibilizar os industriais nos seus setores. Esperamos que êles nos apresentem os seus problemas: é isso que é o essencial. Que os industriais nos apresentem os seus problemas; essa questão de auxílio monetário virá depois, do próprio industrial que verá a necessidade de dar auxílio monetário. Mas não é isso que nós pedimos; pedimos nessas reuniões iniciais que êles nos apresentem os seus problemas. Então vamos ver a maneira de resolver os problemas de ordem técnica, naturalmente; não de ordem financeira ou econômica. Ago-

ra, o segundo esclarecimento: existe um órgão no Conselho Nacional de Pesquisas, o IBBD; êle sempre existiu, mas não cumpria a sua finalidade como deveria cumprir. Êste órgão está encarregado de divulgar, não só pesquisa brasileira mas também pesquisa estrangeira, sempre que solicitada, e no nosso grupo, (sempre que falo grupo é o Grupo Misto) uma das recomendações básicas será essa: dar incentivo a êsse órgão de modo que êle possa corresponder e fazer êsse levantamento; se preciso fôr até um certo levantamento bibliográfico de assuntos que o industrial se interesse em saber; se já foi feito ou se encontra na literatura. Isso nós queremos aplicar não somente aos industriais mas também aos pesquisadores de maneira geral. No momento o IBBD já fêz levantamento das revistas científicas existentes no país. Se alguma pessoa deseja saber em que laboratório, em que instituição êle pode encontrar determinada informação científica, é só pedir ao IBBD. Agora naturalmente uma outra recomendação é que se criem revistas especializadas do mais alto nível científico, e que essas revistas circulem, não importa a forma, mas os resultados das pesquisas sejam divulgadas amplamente através dessas revistas, subvencionadas pelo Conselho Nacional de Pesquisas se preciso fôr.

Rennó

- Eu solicito aqui se acrescente mais alguma coisa a respeito de bibliografia. Por experiência, creio que não poderia trazer muita coisa, mas em todo caso há algumas lembranças. O Dr Iacham acaba de se referir ao IBBD. Pessoalmente não tenho tido experiência com o IBBD, mas creio que realmente êle pode ajudar bastante, e as nossas solicitações poderão ser até motivação para que êle realmente venha a realizar mais, se ainda não fôr suficiente no nosso setor, setor metalúrgico. Nos EEUU, lembrança do Dr Decourt Homem de Melo, a American Society for Metals

realiza um levantamento da bibliografia em metalurgia; êsse levantamento é registrado em fita magnética para computador. Podem ser então adquiridas periòdicamente, parece que de 3 em 3 mēses, as fitas contendo êsses "Abstracts" da literatura internacional em metalurgia. Uma sugestão foi levantada no Congresso da Associação Brasileira de Metais, em Vitória, pelo Eng Jar del Borges Ferreira, hoje vice-presidente da Acesita. O Eng Borges Ferreira já estudara o assunto na Cia Siderúrgica Nacional e agora propuzera que um Instituto como o IBS, ou como o IBBD, talvez também com o apoio da ABM, poderia cogitar de adquirir essas fitas periòdicamente e que, então, um computador especial para isso fôsse implantado no país. Parece-me , pois, que o órgãos adequado para manter êsse computador seria o IBBD. As fitas deveriam cobrir tôda a metalurgia. Será então um material muito conveniente que nos ajudará muito no trabalho de levantamento bibliográfico para pesquisa. Com relação à sugestão também, há poucos momentos do Dr Iacham, sôbre revistas a fazerem a publicação das pesquisas, creio que todos conhecem o que a revista da ABM vem realizando para nós. Mas como membro do Conselho Diretor da ABM, tenho sentido as preocupações financeiras dessa sociedade no sentido de que o volume de material a ser publicado vai crescendo tanto que ela começará a não ter recursos próprios ou não poderá fazer o que ela tem feito, e necessitar transferir essas necessidades financeiras aos seus associados. A ABM tem estabelecido anuidades que dêem para cobrir o custo da revista. Mas certamente ela é uma organização que tem realizado tanto, que merece receber essa ajuda específica, e dar então, maior amplitude ainda a seu periòdico que acho ser o material de informação bibliográfica de trabalho brasileiro melhor que temos até agora; o que está faltando é que muita coisa que se vai

fazendo não é levado à revista da ABM, por exemplo, para que todos os metalurgistas brasileiros a conheçam. A ABM, já tem um certo número de assinantes estrangeiros que se interessam pela pesquisa feita neste país e publicada. Como sugestão ligeira também, não poderia deixar de lembrar, sobre publicações específicas de levantamento bibliográfico internacional um periódico excelente que é o Bulletin Signaletique, publicado na França. São boletins mensais divididos por setores; esse Centro Nacional de Pesquisa Científica da França recebe pedidos de reproduções microfilmadas dos artigos de interesse registrados no Bulletin "Chemical Abstracts" é outro trabalho muito conhecido. No setor específico do Cobre por exemplo, há uma publicação, creio que mensal da Copper Development Association, publicado antes como Copper Abstracts e agora incorporado na revista "Copper" que a associação vem publicando. O International Tin Council, não sei se é exatamente esse o nome, também realiza bastante desse trabalho. Deve ser acrescentada ainda a "Metals Literature" publicada anualmente pela American Society for Metals. Estão aí algumas ligeiras lembranças de orientação bibliográfica excelente que podemos ter; já mencionei também que as publicações do Bureau of Mines, americano são excelentes e os Institutos de Pesquisas e Escolas podem receber gratuitamente os "Reports of Investigation"; algumas outras publicações do USBM são de preço bastante acessível.

Iacham

- Falando em meu nome, não em nome do Conselho de Pesquisas, eu sugeriria que os Srs solicitassem esse auxílio, porque há alguns meses atrás a revista "Cerâmica" (na certa muitos dos Srs conhecem) solicitou e já obteve auxílio do Conselho de Pesquisas para ampliar o seu número de páginas, etc. Então da mesma forma eu sugeriria que os Srs assim o solicitassem, falando em meu no-

me, não no do Conselho de Pesquisas.

Ruy J. Moraes (11)

- Ainda sôbre êsse aspecto de divulgação eu gostaria de levantar um outro ponto de vista de enfocação dêsse problema. Geralmente sempre é discutido, mas o aspecto dominante é recomendativo, sugere-se e mostra-se a conveniência do órgão divulgar. Mas a gente pode enfocar isso de um outro ponto de vista. Se nós considerarmos por exemplo, principalmente no caso do órgão direta ou indiretamente do Govêrno, que êle é sustentado para cumprir atribuições de Pesquisas e Desenvolvimento, talvez fôsse o caso de enfocar êsse problema de divulgação não como uma recomendação, mas talvez como uma determinação. Ou seja: não seria uma determinação lógica, governamental, para todos os institutos, que não sustentados com atribuições de desenvolvimento e de pesquisas que êles teriam não por recomendação, mas por obrigação a divulgação no canal competente? Êsse canal poderia ser um central, muito lato, através do Conselho, mas poderiam existir diversos canais competentes cre denciados. Ôbviamente um ótimo canal seria a ABM; eu perguntaria se o Govêrno não deveria de finir, não uma recomendação, mas uma determinação de que o trabalho do seu órgão é obrigatôriamente concluído por uma publicação e que eventualmente no planejamento de despesas não deve ser previsto não sei se 2 ou 3 ou 5%, que seria uma parcela dos custos dos projetos, para a própria divulgação? Porque dessa forma fi caria bem claro. O órgão recebeu do país, os seus fundos para cumprir uma missão, e êle só terá cumprido essa missão quando êle devolver os resultados disso. Portanto eu sugeriria êsse enfoca me nto de outro ponto de vista: se o Go vêrno não deve definir o dever de publicação ro tineira, pelo menos nos seus órgãos.

Iacham

- O que posso adiantar é o seguinte: o CNP quando concede Bolsas, êle as concede num prazo limitado; se depois de um certo tempo bem curto, dois anos, o indivíduo não publica os seus resultados êle não tem a sua bolsa renovada. Quer dizer, isso obriga o indivíduo a publicar, e para os auxílios é a mesma coisa. Se o Centro de Pesquisas solicita auxílio, naturalmente depois êle apresentará suas contas, mas não basta. Se êle quizer novo auxílio êle tem que publicar os resultados de suas pesquisas, quer dizer, com o auxílio anterior. De modo que no Conselho já existe essa política, essa norma. Só se dá Bolsas, se os interessados publicarem os resultados de suas pesquisas.

Ruy J. de Moraes

- Eu não tinha idéia contrária do Conselho; o que eu estava justamente sugerindo é que isso que o Conselho está muito certo em fazer, seja extendido a qualquer órgão do govêrno que haja a obrigação de divulgar, mesmo que seja assunto de patente, que seja feita a patente, mas a transferência do "know-how" tecnológico do cientista ao país, deve ser obrigatória. Ou seja, estou propondo em discussão e estou recomendando que isto até mesmo seja orientação geral para os órgãos de qualquer Ministério; inclusive isso dá uma aferição de produtividade do órgão, muito interessante, porque, uma sequência de trabalho num órgão, se fôr tôda canalizada para a ABM, por exemplo, dará em pouco tempo de procedimento sistemático, a verdadeira medida do grau de efetividade dêsses órgãos na realização de seus trabalhos. E eu estou sugerindo que seja uma determinação do Govêrno para todos os órgãos de seus ministérios.

H. de Mello

- O ítem abordado me pareceu importante, dentro do capítulo final do Prof Rennó. Êle faz um apanhado sôbre algumas pesquisas que interessariam à indústria brasileira de não ferrosos.

Poderíamos então abordar êsse tema. Antes de co-
meçar, queria apenas que o Prof Rennó confirma-
se naquele Quadro 2 a produção nacional de chum-
bo em 65; se estão os dados realmente corretos,
ou não faltam aí uma dezena de unidade.

Rennó

- Em 1965, 5 mil toneladas. Colhi êsses dados no Anuário Estatístico do Brasil - 1966. (traz os dados estatísticos de 1965) a menos que houvesse um êrro de transcrição dêsses dados. Mas eu me recordo, que em 1965, numa reunião do Simpósio de Metais não Ferrosos em Volta Redonda, foi apresentado um trabalho pelo Eng. Sérgio Barão sôbre a indústria do chumbo. Nessa ocasião êle mostrou que realmente a produção de metal bruto na indústria de chumbo estava diminuindo porque estávamos chegando ao paradoxo de exportar minério e depois importar metal. Isso porque a transformação metalúrgica naturalmente estava onerosa e na Bahia havia mais interêsse, mais facilidade, de exportar o minério e depois importar o metal (transcrição). O número está efetivamente bastante baixo, poderia haver um engano de transcrição mas me recordo que êle realmente desceu bastante em 1965 em relação a 1964 (em revisão o autor confirma os números apresentados). O esquema industrial da Cia Brasileira do Chumbo parece bastante anti-econômico, porque as jazidas de minério de chumbo da Bahia estão no município de Macaúbas, a 50 ou 60 Km do Rio São Francisco na sua margem direita, e o transporte do minério se faz em direção a sudeste até a Rodovia Rio-Bahia e depois para nordeste até atingir o Recôncavo, onde está a usina metalúrgica em Santo Amaro da Purificação. Êste metal vai viajar da Bahia até o Paraná para ser refinado, porque o chumbo de obra, praticamente não tem utilização. A infra-estrutura parece que está mal colocada e deve contribuir para o custo exagerado do metal refinado no país.

Ferri

- Eu queria apresentar uma sugestão, não sei se é a propósito do tema, mas os Srs devem ter notado que depois que foi organizado o IBS, e passaram a coletar constantemente os dados da produção das usinas discriminadas pelo título de "laminados", nós avançamos muito, no maior conhecimento da indústria siderúrgica brasileira. Eu sou responsável no IPEA, pelo setor de Metais Não Ferrosos. Tenho uma grande dificuldade no tocante a dados; essa lembrança decorreu desses dados de chumbo. Nós realizamos uma pesquisa, pesquisa esporádica, realizada para o ano de 63,64 65; foi divulgada pelo Plano Decenal. Há uma coleta não abrangente, regular mas não abrangente feita pelo GEIMET - Grupo Executivo da Indústria Metalúrgica. Recebe dos produtores primários os dados sobre produções mensais e anuais, mas não são abrangentes. São só as empresas que fizeram um projeto aprovado. Então o campo de não ferrosos no Brasil é uma coisa que poderia resultar na criação de um Instituto de Não Ferrosos, parte das necessidades que nós temos é obter informações; não só sobre a parte de produção primária que ainda é deficiente, mas principalmente na linha de semi-acabados. A nossa indústria de cobre é toda ela de semi-acabados; a de alumínio trabalha 50% com metal importado. Então a necessidade de se coletar permanentemente essas informações ajudaria muito, eu creio que a todos nós, não só na parte de planejamento governamental, mas mesmo na parte de conhecimento do setor de não ferrosos no Brasil. Fica a sugestão, eu gostaria imensamente que fôsse criado o Instituto de Metais Não Ferrosos, à semelhança do Instituto Brasileiro de Siderurgia.

Valeriano

- Antes de continuar os debates o Sr permite, Prof Rennó, acrescentar mais umas pesquisas que o Sr sugere a respeito do Berílio. Temos uma instalação pronta, completa, montada, no Estado do Rio,

tentou-se fazê-la funcionar duas vêzes, uma com processo da Titanium Metals Corporation, e posteriormente com modificação feita por alguns químicos, do IPT, e ainda permanece inativa com equipamentos de primeira ordem, caríssimos, bem montados, laboratório químico anexo, com tratamento de água, etc.. Recentemente soubemos que o Brasil colabora maciçamente na exportação do Berílio, (mineral) e não conseguimos ainda produzir o óxido de Berílio de qualidade que permite entrar no mercado internacional, uma vêz que o nosso consumo é praticamente nulo. Essas são as sugestões que apresento.

Stênio Souza (12)

- Em primeiro lugar queria me congratular com o conferencista pela brilhante exposição que acabou de apresentar. Começamos o tópico em discussão sôbre Metalurgia Extrativa. Gostaria de abordar o problema do magnésio. Como foi muito bem ressaltado pelo Exmo Sr Ministro da Aeronáutica, na Conferência inicial de Abertura do Simpósio, o Magnésio é o único metal estrutural da classe dos não ferrosos que não é produzido no Brasil e é um metal que tem um significado todo especial na Indústria Aeronáutica. Gostaria então, em relação ao magnésio perguntar a V.Sa. o que julga em relação a êsse esquecimento do magnésio nas considerações nacionais, se elas são justificadas pelo fato da produção mundial ser superior ao consumo, e gostaria de saber de V.Sa. se tal fato justifica a não inclusão do magnésio nos Planos Decenais do Governo, isto é, nas considerações prioritárias, vamos assim dizer.

Rennó

- Eu não sei as razões pelas quais o magnésio não foi considerado nêsses estudos que foram feitos para o Plano Decenal. É possível que isso tenha ocorrido porque, até bem poucos anos, magnésio não figurava na nossa pauta de importação, ou figurava em quantidades realmente ínfimas. Foi muito recentemente que o consumo do magnésio no

Brasil, deu um salto bastante grande; foi quando a Volkswagen implantou a produção de parte do motor no Brasil. Então o nosso consumo, parece que em 1962, se não me falha a memória, subiu rapidamente, e em 1966, a nossa importação foi de cerca de 2.800 toneladas. Creio que a VW consumiu em 1966, cerca de 2.500 toneladas, não sei se de liga ou de metal na liga. Mas a diferença será pequena porque as ligas de magnésio, como sabe V.Sa., tem pelo menos 90% de Mg. Então foi com essa produção de peças de ligas de magnésio do motor Volkswagen, que nós realmente passamos a ter um consumo que já justifica plenamente a montagem de uma fábrica. E dentro da progressão da fabricação da Volkswagen que vai chegar em 1970 a cerca de 170.000 veículos, vamos então caminhar para cerca de 3.500 ou 4.000 toneladas anuais. Quero lembrar agora que essa tonelagem é aquela em que começaram as fábricas americanas pelo processo Pidgeon de redução pelo silício. As fábricas construídas durante a guerra nos EEUU eram de 4000-4500 toneladas. As usinas mais recentes, a usina ALAMET por exemplo, no Alabama, foi a que entrou em operação em 1958/9, pelo processo Pidgeon; é uma usina que começou com 6000 ton deve estar hoje com 7.000-8.000 toneladas de capacidade. Esta é aproximadamente a capacidade da usina da Dominion Magnesium, no Canadá. De forma que 4000 toneladas será já o metal absorvido pelo mercado daqui a 3 anos. Seria o tempo mínimo para construir uma fábrica. Seria uma tonelagem bem suficiente, me parece, do ponto de vista de escala econômica, pelo menos nos padrões americanos. Vamos encontrar na Europa produções muito menores que parecem justificar, então, a expectativa de condições econômicas para implantação dessa fábrica. Isto falando apenas nesse consumo do motor VW, mas como bem conhece V.Sa. o metal tem também bastante interesse na aviação, de modo que é um outro mercado em potencial para ser incluído nesse levantamento.

Isso é o que eu poderia dizer no momento, com relação ao porque não estar o magnésio nêsse estudo; acho que a palavra de novo caberá ao Dr Ferri; é a pessoa que estaria suscitada dentro dessa pergunta.

Ferri

- O Prof Mário Rennó praticamente respondeu, porque não foi incluído dentro dos metais não ferrosos considerados básicos. Realmente nosso consumo parece ainda pequeno para justificar a instalação de uma usina. Evidentemente que há um interesse direto para a Aeronáutica. Nós temos que ver qual é a programação de produção de aviões no Brasil. Como êle diz, se a VW chegando a produção de 170 mil veículos por ano justificaria então a usina, sem dúvida a Aeronáutica vai se antecipar, ou ela tem uma programação de implantação mais rápida, será outro setor consumidor. Quer dizer, nós temos uma produção, eu vou tentar uma produção porque apenas poderemos desenvolver um setor, consumidor, altamente consumidor, eu tenho a impressão que poucos industriais estariam dispostos a montar uma fábrica, esperando que o mercado consumidor aparecesse. Como há problema de custo de produção muito alto no Brasil, dificilmente poderíamos, além dêsse aspecto de custo de produção ser alto, há uma concorrência internacional muito grande, há um excesso de capacidade instalada conforme o Sr mesmo salientou, não sei se 250 mil toneladas de capacidade instalada logo depois da 2a. guerra e o consumo mundial corre em tórno de 100 mil, 80 mil, no final da guerra caiu para 50 mil. Então nós pensarmos em exportação no momento, acho bastante difícil a situação do custo interno de produção em função da situação do mercado internacional. Isto em parte justifica, mas não explica muito bem porque...

Stênio

- Agradeço os esclarecimentos prestados pelo Dr Ferri. Gostaria finalmente de ouvir do Dr Mário

Rennó, a opinião sôbre o seguinte: a instalação no Brasil de uma indústria de magnésio, que o Sr acabou de dizer, já se justificaria, mas desde que os dados fornecidos pelo Senhor de 2800 toneladas em 66, se levamos em conta o que o Sr acabou de dizer, da fidelidade das informações, que os dados estatísticos nem sempre são muito representativos. Eu gostaria de ouvir de V.Sa., a sua opinião sôbre se a instalação de indústria de magnésio no Brasil geraria um aumento acentuado no consumo do magnésio. Isto é, se nós tivéssemos Mg disponível, as indústrias, no momento montadas e instaladas no Brasil não passariam a usar êsse metal? E em consequência aumentar o seu consumo acentuadamente?

Rennó

- A essa pergunta me parece um pouco difícil ser dada com segurança uma resposta. Já foi lembrado, que há uma capacidade ociosa do de produção metal nas usinas já existentes no mundo. Mas também parece que não se pode negar de que a existência de uma usina no país sempre favorece um pouco o aumento de consumo do metal. Pelo menos deve ter um efeito psicológico favorável. Eu adio que em relação ao magnésio há um excesso de receio sôbre o emprêgo, sôbre a utilização do metal. Êle não é tão fácil de se incendiar como muita gente pensa. Êle pode ser fundido sem dificuldades tecnológicas tão grandes. Acho que é preciso aprender um pouco a trabalhar com o Mg para passar a utilizá-lo sem receios. Mas, naturalmente, é uma tecnologia mais exigente um pouco, na execução do que o alumínio. Seria o metal competidor, com o qual deveríamos fazer algumas comparações. A sua vantagem de pêsso bastante menor, seria a vantagem principal para sua utilização julgo eu. Mas o preço é mais alto. Por isso está havendo um esforço entre os produtores de magnésio para que o preço dêle possa descer, para então, êle tornar-se ser realmente um competidor em preço com o alumínio. Isto é um

tanto sério para quem vem a pensar numa indústria de Mg. O preço atual no mercado americano me parece que é de 35 cents/libra/pêso e há nos EEUU um esquema para redução de preço de venda desse metal na base de mais ou menos 1 cent/ano para ser reduzido até, creio, 31 cents no prazo de 4 ou 5 anos; isto para realmente interessar mais os utilizadores do metal. E é até da gente se espantar um pouco porque na Europa o preço é menor e os próprios produtores americanos entregam metal na Europa por preço menor que esse de 31 cents. Se não me falha a memória, creio que o metal mesmo americano, está sendo oferecido na Europa por 26 ou 26,5 cents. De modo que esse seria realmente um preço para compensar bastante, suponho, largamente, essas diferenças com o alumínio, que custa 24,5 a 25 cents/libra. Esse abaixamento de preço pode realmente encorajar os utilizadores para que se aumente o consumo do metal, aproveitando as vantagens que ele apresenta. Mas ele tem diversas desvantagens como é sabido. Isso também dificulta; não é só a resistência mecânica baixa, como susceptibilidade muito maior à corrosão, que exige proteção e que no alumínio é dispensável. Essas são as considerações que eu queria fazer; não sei se respondi realmente a sua pergunta.

Ferri

- Eu gostaria de acrescentar algumas palavras às explicações do Dr Mario Rennó. É o seguinte: dificilmente uma indústria vai se instalar no Brasil sem pedir proteção tarifária com as condições de custo atualmente existentes. Então o resultado imediato da implantação de uma indústria de magnésio, seria a elevação do preço interno, não a redução. E todos os metais têm uma proteção; alguns com uma proteção alta, dada a situação de custo interno, custos altos, e o mercado é pequeno; não havia economia de escala, o resultado seria exatamente inverso daquilo. Em vez

de nós termos o Mg mais barato no Brasil, seria mais caro.

Edio Vieira

- Já que nós estamos falando no problema de custos, o que nos é muito importante para não pagarmos pelo automóvel mais caro, como disse o Prof Rennó, intervêm a questão de processo de fabricação. Então eu voltaria ao mesmo tema tratado na página 6 de seu trabalho, em que êle considera a viabilidade de processo usando a carnalita em vez do cloreto de Mg. Gostaria que o autor fizesse uma exposição dizendo qual dos dois processos, se usando o óxido de magnésio da dolomita ou da magnesita, ou a carnalita, e se, no caso da carnalita, com o aproveitamento do potássio, seria processo realmente econômico, realmente competidor no mercado internacional. Qual seria a opinião do autor do trabalho?

Rennó

- Tenho bastante simpatia pelo processo Pidgeon que é a redução da dolomita pelo Silício. O processo de utilização da carnalita, tem que conduzir ao processo eletrolítico, e a observação que posso fazer, como professor de todos os metais não ferrosos e não um especialista em magnésio é que a escala de produção das usinas eletrolíticas parece ter sido bem maior ainda do que pelo processo Pidgeon. Diria que uma usina dessa não tem a mesma flexibilidade de ampliação que uma usina Pidgeon. Êste seria um fator bastante importante a ser considerado. Mas na carnalita é possível que se possa encontrar uma vantagem bastante apreciável no cômputo global; é que a carnalita, pode dar o magnésio e dará o potássio. O potássio tem sido a preocupação única dos órgãos que estão cogitando do problema da utilização da carnalita; pelo menos aparentemente. Ontem, o Exmo Ministro das Minas e Energia disse aqui, o Diretor do DNPM também, que estão preocupados só com o potássio por enquanto. Na Alemanha, a carnalita foi o mineral que permitiu o nascimento

da indústria do magnésio no mundo. Muitas células eletrolíticas alemãs trabalhavam separando o Mg e resultava no eletrólito, uma concentração de potássio muito maior, que era então separado, conduzindo ao aproveitamento do potássio. Com êsse aproveitamento simultâneo dos dois metais pode ser que o custo do magnésio possa ser beneficiado no cômputo global. Mas é realmente um estudo a ser feito, estudo bastante delicado, para se chegar a uma conclusão, das possibilidades econômicas, de implantação de uma usina dessa em Sergipe, indústria que vai consumir uma quantidade muito grande de energia, pois as grandes células de Mg consomem 20KWh/Kg de metal. Isto para células grandes, de 80 mil ampères, que operam nos EEUU e operaram na Alemanha. Hoje parece que os russos estão ampliando mais essas células; não tenho notícia de qual matéria prima que estão usando, mas é provável que êsse depósito de sais da Alemanha Oriental esteja sendo a fonte principal. As carnalitas de Stassfurt e Bitterfeld principalmente.

Ciro Bondesan (13)

- Eu queria apenas dar um esclarecimento que é o seguinte: na França existe uma usina operando com 1500 t/ano através do processo eletrolítico. Isso já é um dado interessante. Quanto à questão de consumo de energia, nós temos referência de que os russos estão conseguindo e que nos EEUU também existe uma pesquisa e que utilizam de 150 a 180 mil Amp. Por outro lado nós temos também o seguinte a acrescentar: os russos segundo essas referências estão obtendo 16 KWh/Kg.

Rennó

- Eu estaria tentado até a pedir uma confirmação: se essas 1500 ton. são realmente por processos eletrolíticos ou eletrotérmicos. Isso porque a França desenvolveu recentemente um processo de produção do magnésio a partir da dolomita, por redução pelo Fe-Si, mas em forno elétrico de arco, em que se produz uma escoria de 3 componen-

tes: sílica, cal e alumina. Esse processo parece também bastante interessante desde que se baseie no Fe-Si e na dolomita.

Mijares (14)

- Bem, eu queria dizer que na França há uma usina para 1000 t que parte da dolomita e outra de 1500 por processo eletrolítico, partindo da magnesita.

Coordenador

- A eletrólise no Brasil, poderia ser deixada para o período da tarde onde nós vamos ter um trabalho específico no assunto.

Hertz F. Batista (15)

- Primeiramente queria cumprimentar o Prof Mário Rennó, pela brilhante palestra com toda precisão que lhe é habitual, mesmo nas suas aulas. Eu queria acrescentar aqui, a título de informação o caso da Proberil, que tentaria produzir Berílio por um processo até então nunca utilizado. A Proberil está perto, aqui no Km 112, da Via Dutra, próximo a Resende. Pesquisadores americanos da Titanium desenvolveram em laboratório um processo bastante complexo e construíram aqui no Brasil uma usina e depois a venderam a uma firma constituída com capitais nacionais, etc, que se chamou Proberil. A Comissão Nacional de Energia Nuclear inclusive, prestou a essa firma um auxílio, na época, esperando que se pagasse com óxido de berílio, mas o óxido de berílio não saiu. A comissão dirigiu-se então ao Instituto de Pesquisas Radioativas e fizemos uma série de ensaios de laboratório, tentando ver qual seria a origem do fracasso do processo. O processo usado pela Proberil é um processo em que se faz uma segregação cristalina da bromerita. Usa-se como ponto de partida o berílio, ao qual se mistura uma certa quantidade de dolomita, a metade. Em seguida essa massa é fundida aos 1500° e com resfriamento cuidadoso a hipótese é de formarem-se na massa cristais de bromerita ou óxido de berílio. Nós tentamos o processo em laboratório; tivemos grandes dificuldades; primeiro por lidar com um núme

ro imenso de componentes, SiO_2 , SO_2 , MgO , CO . Um diagrama desses 6 componentes já difícil. Ima gine-se trabalhar com êles. Mas mesmo assim nós fizemos várias experiências em laboratório e verificamos que pesquisas mais apuradas são necessá rias para que êsse processo se tornasse industri al. Então estando o óxido de berílio formado nes sa massa, a solução simples é que tôda ela ou gran de parte formada por dialemita e montesserrita é solúvel em ácido, enquanto que a bromerita e óxi do de berílio não são; então simplesmente um tra tamento por ácido poria como insolúvel o óxido de berílio cristalizado. De uma forma muito elegante, muito bonita, muito boa, porque inclusive não é perigosa, porque os cristais são pequenos mono - cristais. Mas no laboratório, seja lá no IPR ou mesmo na França onde fizemos várias fusões, veri ficamos que a coisa não é simples; primeiro por que o único composto insolúvel formado não é só a bromerita; existem ainda várias espinelas, o silicato de berílio. Não conseguimos nenhum ini bidor para êsses produtos; seria uma pesquisa ul terior que poderia ser feita, procurar um inibi dor da cristalização da espinela por exemplo, mas isso seria uma pesquisa que demandaria mais tem po. Mas a instalação já existe lá; acho mesmo que deva ser aproveitada; nós pensamos ainda em dar outra solução ao problema. Acontece que essa es cória, vamos chamá-la assim, depois de atacada não fornecia só óxido de berílio, ela dava um produto rico apenas em 50% de óxido de berílio, grande parte são formadas por espinelas de magnésio. A sugestão então, uma vez que o consumo de ácido seria elevado, porque se o berílio tem 10% de be rílio, na escória não restaria mais do que 5% . Então o consumo de ácido seria muito volumoso , muito grande. Uma outra sugestão nossa, seria de se estudar um processo físico, uma flotação de ó xido, por exemplo, a fim de se separar, de se con seguir uma concentração da ordem de 30 ou 40% pe lo menos, para então se proceder a um ataque áci

do, seja seletivo, seja total. Nêsse caso nós pensamos que é econômico, mas no estado atual, atacando escórias, de 5% com um consumo de ácido muito grande, para obter um produto que só tem 50%, e que teria que se sujeitar a uma nova purificação desta vez por ácido sulfúrico à temperatura elevada, nós pensamos que talvez não seja econômico. Os dados não são conclusivos, pelo menos é competitivo com os outros processos mais fáceis. A menos que se ache um método de separação dessa bromerita da massa cristalizada, eu acho que o processo não é competitivo com os outros; talvez fôsse econômico aqui porque nós contamos com o minério quase puro, relativamente próximo da Zona da Mata. Ainda outra observação que eu queria fazer é a respeito da fragilidade do berílio de que o Prof. Mário Rennó fala.

Temos entre nós no Brasil (deve ter chegado hoje) Monsieur Cabann do Comissariado de Energia Atômica, da França, uma grande autoridade, um grande metalurgista, que estará conosco em Belo Horizonte, 2a. feira. M. Cabann fêz umas experiências interessantes: Êle gosta muito de fusão por zona; tomou um pequeno lingote de berílio e fêz fusão por zona, purificando até a ordem de 5 ou 6 vezes. E depois de purificar êle simplesmente tomou êsse lingote e o enrolou. Quer dizer, a fragilidade aparente do berílio é devido a pequenas impurezas que êle contém e podem ser eliminadas. É evidente que não será econômico fazer fusão por zona para produzir berílio, a menos em casos especiais. Outra experiência interessante que êle levou a efeito na França, é da adição de certos alcalinos-terroso, ao berílio. Êle conseguiu também uma ductilidade do berílio, com uma liga berílio-cálcio com 0,6% cálcio. É interessante êsse ponto. É comunicação pessoal. Diz êle que não é nem 0,4 nem 0,8; é 0,6. A 0,4 ainda é frágil; a 0,8% também; há um ponto crítico. Agora, quanto ao emprêgo. Mesmo o metal dúctil; assim, como por exemplo, os elementos para o reator francês

foram testados. Verificou o berílio nessas ligas de cálcio a 0,6, tornava-se quebradiço depois de submetido a um fluxo de neutrons da ordem de 10^{22} ndp. São essas as observações que eu tinha a fazer.

Rennó

- Foram muito interessantes as observações do Eng Hertz Freire Batista. Eu queria mencionar que o Eng Batista, do Instituto de Pesquisas Radioativas da Universidade de Minas Gerais, vem estudando já há muitos anos tratamento do berílio no país e depois em visita ao estrangeiro, de modo que ê le conhece bastante seus vários aspectos e o que êle mencionou da baixa ductilidade do metal, problema que vem encontrando alguma solução realmente nos últimos 10 anos.

Valeriano

- Isso se relaciona à pergunta que fiz a respeito da pesquisa sobre Berílio, e acrescentando ao que foi dito aqui a respeito da fragilidade, lembraria aos pesquisadores do Berílio o que já foi conseguido para outros metais semi-hexagonais pelo Prof Gayron da Universidade da Califórnia que através de laminação bem conduzida, com tratamento térmico a fim de obter a menos do controlados grãos um monocristal em chapa, obtendo resultados extremamente satisfatórios de deformação a frio.

- (1) Dr Mário Rennó Gomes
Professor Catedrático de Metalurgia dos
Metais Não Ferrosos na Escola de Engenharia da UFMG
Eng Tecnologista do Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais
- (2) Dr Fábio Décourt Homem de Mello
Secretário Executivo da ABM
- (3) Dr Abrahão Iachan
Membro do Conselho Nacional de Pesquisas

- (4) Walter Ferri da Silveira Horta
Economista - Coordenador do Setor de Metais Não Ferrosos - IPEA
- (5) Raimundo Saraiva
Economista do BNDE
- (6) Ettore Bresciani
Docente da EPUSP e Consultor do CEBRACO
- (7) Édio Vieira de Azevedo
Professor Catedrático de Metalurgia
Física da EEUFMG
- (8) Dalton Linneu Valeriano Alves
Oficial do Exército
Engenheiro Metalurgista
Professor do Curso de Metalurgia do
Instituto Militar de Engenharia
- (9) Luís Oliveira Castro
Vice-Diretor do IPR
- (10) Ove Schirm
Chefe de pesquisas
Engenheiro Eletrônico da
Volkswagen do Brasil
- (11) Ruy Jacques de Moraes
Pesquisador do Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento
IPD/CTA
S. José dos Campos
- (12) Oswaldo Stênio Cardoso de Souza
Membro da ABM - Cap Av Eng Industrial e de Metalurgia - IPD/CTA
S. José dos Campos
- (13) Ciro Bondesan dos Santos
Pesquisador do Depto de Aeronaves - IPD/CTA
S. José dos Campos
- (14) Pedro Mijares Cibrian
Pesquisador do Depto de Materiais - IPD/CTA
S. José dos Campos
- (15) Hertz Freire Batista
Engenheiro Tecnologista do IPR

