

# ALGUNS NOVOS PROCESSOS DE METALURGIA DE ESTANHO TENDO EM VISTA AS POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO NO BRASIL (1)

Eng. Tharcisio D. de Souza Santos (2)

## RESUMO

*O autôr mostra inicialmente que, em virtude de se espalhar por diversos distritos, quasi todos ainda de pequena produção, a exploração de cassiterita no Brasil ressurte-se ainda de organização que permita melhores resultados. Em consequência, a metalurgia do estanho no país é feita por processos rotineiros, em muitas pequenas usinas rudimentares. São relativamente elevadas as perdas nessas usinas, o que contribue para tornar caro o produto. Após mostrar que os processos clássicos das grandes usinas de estanho não são aplicáveis ao país, em virtude da grande desproporção de escala, estuda alguns novos desenvolvimentos que, ao seu vêr, permitiriam grande aumento de eficiência, permitindo, de um lado aumentar a produção, e de outro, baixar os preços de custo, por maior aproveitamento do metal.*

## 1. INTRODUÇÃO

De há muitos anos que existe no país uma pequena produção de estanho, que encontra fácil colocação no mercado interno. Novas descobertas feitas nos últimos dez anos têm permitido elevar consideravelmente a produção nacional. Deve ser dito de início que a melhoria é sobretudo referente à quantidade, permanecendo as pequenas usinas que se dedicam ao tratamento dos concentrados praticamente nos mesmos moldes rotineiros. Em virtude da importância que para a economia do país representam os recursos em minérios de estanho, e do já considerável mercado interno, capaz de absorver crca de 2.000 toneladas de metal por ano, já existem condições favoráveis ao estabelecimento da indústria em melhores bases técnicas. Dessa forma, não somente seria possível diminuir as elevadas perdas que ora se verificam,

---

(1) Trabalho apresentado ao 7.º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, C. T. n.º 180, Pôrto Alegre, R.G.S., julho de 1951.

(2) Membro ABM; Professor interino de Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

como também contribuir para baixar os preços de custo incentivando assim e de forma mais direta a mineração da cassiterita.

As principais ocorrências de minérios de estanho no Brasil se situam nos seguintes distritos: 1) Encruzilhada, Rio Grande do Sul; 2) Nordeste da Paraíba; 3) São João d'El Rey, Minas Gerais; 4) Rio Amapari, Território do Amapá, e 5) Itupeva, São Paulo. As jazidas do Rio Grande do Sul são as mais antigas e de longa data vêm sendo exploradas para fornecer algum contingente de estanho metálico à indústria nacional. O distrito mais importante do país no momento é o de São João d'El Rey, cobrindo as ocorrências, nêle espalhadas, área de cêrca de 1.000 km<sup>2</sup>. Não obstante a larga extensão em que têm sido encontradas aluviões com cassiterita nesse distrito, a produção atual apenas teria se elevado, nos três primeiros meses do ano a cêrca de 100 toneladas, o que representa escala de pouco mais de 400 toneladas de metal recuperável por ano. Faltam dados referentes à produção atual dos demais distritos.

As grandes distâncias que separam os distritos e, principalmente, a inexistência de usinas bem aparelhadas que possam receber, em condições vantajosas, a produção de várias minas de um distrito ou de vários distritos, é responsável pelo grande fracionamento da produção do metal e pela consequente ineficiência das usinas.

Constituindo, verdadeiramente, a metalurgia do estanho um dos difíceis capítulos da metalurgia extrativa, não deixa de ser paradoxal que pretendam pequenas unidades, geralmente confiadas a leigos, contribuir, de forma decisiva, para a criação de uma verdadeira indústria extrativa em bases estáveis.

Poucas são as organizações que cuidam da lavra das aluviões ou dos escassos veieiros que vêm sendo trabalhados. Em geral predomina na extração o processo de garimpagem, sem qualquer organização mais estável. Assim, não sòmente os rendimentos per capita são extremamente baixos como, possivelmente, deixam de ser trabalhados, inutilizados definitivamente, ocorrências de teores mais baixo, que poderiam ser lavradas economicamente com melhor organização dos serviços.

Consequência dessa falta de organização no país é a grande flutuação da produção de estanho, que sòmente pode ser aumentada em épocas como a atual, em que, mercê de dificuldades de colocação no exterior de encomendas, como reflexo do temôr de um agravamento da situação internacional no Extremo Oriente, atinge o metal preços verdadeiramente elevados, como há pouco novamente se verificou.

Nesta contribuição o autôr examina a impropriedade de eventual adoção de processos clássicos adotados por grandes usinas, depois de mostrar os resultados em geral precários que são obtidos nas rudimentares usinas do país. Descreve depois alguns recentes progressos na

metalurgia do estanho que, ao seu ver, poderiam permitir elevar a eficiência da produção nacional, contribuindo assim para torná-la mais estável.

## 2. OS PROCESSOS CLASSICOS DE METALURGIA DE ESTANHO

Para quasi todos os concentrados de cassiterita obtidos no país, salvo os da região de Itupeva, São Paulo, por constituirem minérios complexos com um cortejo de acompanhamento de diversas impurezas, pode ser dito que em todos os demais distritos estaníferos nacionais, os concentrados de batêa ou de seleção manual são bastante puros, não introduzindo problemas especiais de remoção prévia de algumas impurezas que, presentes no metal, poderiam determinar maiores dificuldades no processo de refino.

Em consequência, e afora o caso particular citado (e que possivelmente não constituirá o único, quando fôr maior o contingente de concentrados obtidos a partir de minérios primários) não há necessidade das operações preliminares para, por processos de lixiviação, serem eliminados algumas das impurezas que costumam acompanhar tais concentrados.

De há muito que vêm as grandes usinas de estanho do mundo abandonando os fornos de cuba por fornos de reverbero. Fornecem estes escórias mais pobres em estanho, e a redução do teor de estanho das primeiras escórias é conseguida em um, ou no máximo dois tratamentos posteriores, também em fornos de reverbero.

Entretanto é bem sabido — e o autôr não faz muito teve ensejo de adquirir pessoalmente alguma experiência nesse sentido — que os fornos de reverbero sômente podem ser empregados com vantagem acima de uma determinada capacidade mínima e que exigem abastecimento regular de reforma a poderem funcionar por longos períodos de tempo. É verdadeiramente bastante pouco flexível, quanto à economia, o uso do forno de reverbero em instalações que contam com suprimento irregular de minérios.

Dado o fracionamento da produção nacional de estanho, em diversas pequenas instalações em cada um dos distritos apontados, resulta que é inaplicável — como tem demonstrado a experiência — o forno de reverbero.

Daí terem quasi todas as pequenas usinas recorrido a fornos de cuba. Tais fornos, muitas vezes construídos por curiosos, ressentem-se de grandes defeitos, e, tanto pela falta de conhecimento das operações, como pela absoluta inexistência de aparelhos complementares para aumentar a recuperação do metal, correspondem a determinar grandes perdas de metal, tanto em escórias como por perdas nos gases.

Existe geralmente arraigada a idéia de que, pelo fato de ser o estanho metal de baixo ponto de fusão, fácil é a redução da cassiterita, quando o oposto é a realidade.

A escolha da escória exige bons conhecimentos de sua influência sobre o comportamento da carga durante o processo de redução. A escolha das escórias pode ser norteadas pelos mesmos princípios a que já aludiu o autôr em trabalho anterior (1) ressaltando-se entretanto a circunstância de, para evitar a co-redução do óxido ferroso existente na carga, é conveniente apelar para as escórias de baixo teor em FeO e de alto teor em CaO. O cálculo rigoroso das cargas pode ser feito também segundo o método geral já indicado pelo autôr (2).

Muito embora seja baixa a pressão de vapôr do estanho e a do seu óxido mais estável,  $\text{SnO}_2$ , têm sido geralmente esquecido que, na coluna de redução, há redução parcial em primeiro estágio a  $\text{SnO}$ , e que este sub-óxido possui elevada pressão de vapôr, responsável pelas grandes perdas que se verificam nos fornos de cuba destuidos de aparelhos de coleção de poeiras. Em se tratando de minério de tão elevado valôr unitário como o é a cassiterita, é apenas lógico que todas as precauções devam ser tomadas para a recuperação do sub-óxido volatilizado na coluna do forno, bem como — e o que é também geralmente esquecido — sejam recuperadas as partículas finas da carga arremessadas pelos gases ascendentes, por vezes com elevada velocidade, quando existem crostas na coluna de redução.

Muitos dos concentrados produzidos em alguns distritos apresentam-se com elevada proporção de finos, o que constitui condição bem pouco favorável para utilização direta em fornos de cuba, pois que em parte são carreados pelos gases ascendentes. Como evidente, para tais concentrados e para a redução em fornos de cuba, condição imposta tanto pela escala de produção como pela irregularidade dos suprimentos de concentrados às usinas, impõe-se a adoção de processos de sinterização. De resto, a sinterização oferece a vantagem paralela e considerável de assegurar certa redução parcial da carga, o que facilita a ulterior redução na coluna do forno de cuba.

Quanto ao refino do estanho, deve ser reconhecido que, em geral, o metal bruto resultante da redução dos concentrados oriundos dos distritos nacionais já apresenta razoável pureza e que por processos relativamente simples pode ser obtido metal que pode satisfazer a algumas especificações. Entretanto, mesmo nessas condições favoráveis, o metal produzido nessas pequenas instalações tem se mostrado extremamente variável. Em uma mesma usina, em virtude da absoluta falta de meios de contrôle e de pessoal mais afeito à série de operações de refino, resultam metais radicalmente diversos sob o ponto de vista das impurezas que contêm.

Tendo presente a necessidade de se afastar das soluções clássicas adotadas pelas grandes usinas em virtude das condições extremamente diversas como são as que hoje vigoram no país comparadas às dos grandes centros produtores de estanho, julgou o autôr de alguma forma contribuir para a melhoria das iniciativas, de descrevendo alguns

progressos recentes na metalurgia. Em alguns detalhes do problema tem tido oportunidade de ligeira experiência, que descreve em sùmula.

### 3. ALGUNS PROCESSOS RECENTES NA METALURGIA EXTRA-TIVA DO ESTANHO

#### 1. *Fornos de sinterização para concentrados finos*

A necessidade de melhor condicionar as cargas a serem reduzidas em fornos de cuba, principalmente no caso de minérios finos, e afim de melhor homogeneizar a adição dos fundentes necessários para a constituição de uma escória prèviamente escolhida, conduz à necessidade de ser prèviamente sinterizada a carga.

Para a produção de sinter e visto como não contém os concentrados compostos capazes de desenvolver calor por reação com o oxigênio do ar que atravessa, continuamente, a carga a ser sinterizada, há necessidade de apelar para combustível sólido em mistura íntima com a carga de cassiterita e de fundente. Esse combustível é, para a maioria dos distritos estaníferos do país, a moinha de carvão vegetal. Da sinterização resulta também redução parcial, traduzida pela presença de glóbulos de estanho metálico no sinter, principalmente em sua zona inferior. Essa carga, assim «pre-digerida», é reduzida em excelentes condições nos fornos de cuba, contribuindo para menor sulubilidade do óxido de estanho na escória e para diminuir a produção de sub-óxido, ulteriormente oxidado a  $\text{SnO}_2$ , carregados pelos gases.

Os fornos tipo Mace de sinterização prestam-se excelentemente para a produção de sinter de cassiterita. Em uma pequena instalação situada nos arredores do Rio de Janeiro, que inicialmente contava com grande forno de reverbero, abandonado por motivos óbvios, teve o autôr o ensejo de utilizar uma pequena instalação de sinterização, por ele projetada, com excelentes resultados. Da utilização de sinter como carga totalmente auto-fluxada resultaram maior velocidade de redução, melhor redução e menor volume de finos e poeiras (inclusive  $\text{SnO}_2$  oxidado posteriormente a partir de  $\text{SnO}$  volatisado na coluna), a serem recuperados em coletôr de poeiras.

#### 2. *Fornos de redução de camisa d'água*

Em virtude das elevadas temperaturas necessárias para a redução da cassiterita e principalmente do sub-óxido, temperaturas que têm lugar na região inferior da coluna pouco acima da zona de combustão, resulta que os tijolos refratários geralmente empregados são parcialmente escorificados. Nessas condições, não só o revestimento do forno nessas regiões é rapidamente corroído pela escória como pelo  $\text{SnO}_2$ , como também passam à escória os óxidos constituintes do refratário.

aumentando a complexidade do problema de ulterior recuperação do óxido de estanho dissolvido na escória. Por essas considerações, resulta o flagrante o inconveniente de serem utilizados fornos que, nas regiões inferiores da coluna, sejam constituídos por refratário.

A melhor solução para obviar êsse inconveniente reside na adoção de fornos de camisa d'água. Nestes, o revestimento é constituído por uma crosta delgada da própria carga, mantida em equilíbrio pelo gradiente de temperaturas assegurado e controlado pela circulação de água nas camisas. Dessa forma, desaparecem totalmente os inconvenientes apontados e que decorrem do revestimento refratário.

Tais fornos são clássicos na metalurgia do chumbo e do cobre e não parecem ter sido largamente utilizados na metalurgia do estanho, apesar de suas óbvias vantagens sobre os de revestimento refratário.

Dentre os diversos modelos de fornos de camisas de água, cita o autôr, pela experiência pessoal que tem tido, não só em metalurgia de chumbo como também, embora muito menor, na metalurgia de cobre e de estanho, os fornos Mace, de camisas de água e caracterizados pelo emprego de ventaneiras contínuas.

O autôr teve há algum tempo a ocasião de recomendar a adoção de um desses fornos para uma pequena usina, já referida anteriormente. O funcionamento dessa unidade, após algumas alterações de projeto introduzidas pelo autôr, foi dos mais satisfatórios. A operação dessa unidade esteve a cargo do Eng. Christiano Henrique Iahn.

### 3. *Câmaras filtrantes para poeiras*

Em virtude do elevado valor unitário do óxido de estanho, bem como das partículas sólidas da carga que possam ser carregadas mecânicamente pelos gases na coluna do forno, é de evidente interêsse econômico seu aproveitamento completo.

Dentre os diversos aparelhos que podem ser utilizados com variável do êxito, cumpre mencionar aqui de modo especial as câmaras filtrantes automáticas («automatic bag-houses») das quais existem diversos projetos patenteados por algumas firmas e especializadas nos Estados Unidos e em alguns países da Europa.

Na Usina Experimental de Apiaí, primeira usina de chumbo construída no país, e posta em funcionamento pelo autôr em 1940, teve ensejo de utilizar alguns conjuntos da «The Dracco Corporation». Tais câmaras asseguram a filtração dos gases oriundos do topo da coluna do forno de redução, após necessário resfriamento, em sacos de lã; dispositivo grandemente engenhoso permite em um dado instante, por uma determinada duração, cortar a sucção dos gases para vibrar todos os elementos filtrantes, para restabelecer, depois, com a frequência necessária, novamente outro ciclo. Dessa forma, em determinados espaços de tempo podem ser os sacos de lã vibrados para

deixar depositar os finos recolhidos em sua periferia, do qual são assim retirados periódicamente. A eficiência de recuperação nessas instalações que exigem um mínimo de dispêndio de operação, avisinha-se de 98 %.

#### 4. *Redução de concentrados de cassiterita em fornos elétricos*

Notável progresso na redução de concentrados de cassiterita foi recentemente trazido pelo trabalho pioneiro nesse campo devido a The Consolidated Mining and Smelting Company of Canadá, em Trail, Colúmbia Britânica, a maior usina produtora de chumbo e de zinco do mundo.

O concentrado obtido a partir dos resíduos de concentração de minérios de chumbo e de zinco, encerra 67 % de estanho, 10 % ocorrendo como sulfureto de estanho.

Segundo descrição recente (3), o forno elétrico empregado é forno de arco direto de 400 kVA, elítico, de 1800 mm de eixo menor, 2700 mm de eixo maior e 1800 mm de altura total. Emprega revestimento sílico-aluminoso colocado sôbre uma camisa de água inferior, sob a sola, afim de solidificar o estanho que possa penetrar por pequenas fissuras, em virtude de sua extrema fluidez. O forno é tri-fásico e conta com 3 eletrodos de grafita de 200 mm de diâmetro (8"). O transformador possui regulação para a tensão de saída; normalmente a corrente fornecida é de 3000 A e a tensão de 90 V.

O forno trata 7.780 kg de concentrados por dia produzindo cêrca de 5.000 kg de estanho bruto. O consumo de eletrodos é de 6,3 kg/t de estanho bruto; o consumo de energia se eleva a 1.860 kWh/t de estanho bruto.

A carga do forno consta de 400 kg de concentrados, de diâmetro correspondente a 200 mesh, 87 kg de poeiras previamente ustuladas, 50 kg de drosses de liquação, 5 kg de calcáreo e 65 kg de moinha de coque, como redutor. A adoção do coque como redutor deve contribuir para estabilizar o arco elétrico.

As cargas são carregadas no forno periódicamente, com intervalos de cêrca de uma hora cada. A escória permanece no forno até que o teor de  $\text{SnO}_2$  baixe a cêrca de 4,5 %. O ciclo completo, antes da retirada da escória, oscila entre 30 e 33 horas. O estanho é vasado três vezes por dia, sendo encaminhado a panela de liquação, mantida em 350°C; a drosse aqui obtida recircula ao forno elétrico de redução.

Os gases arrastam partículas da carga, bem como sub-óxido e sulfureto de estanho, ambos de apreciável pressão de vapôr. As poeiras são coletadas em aparelho lavador e a lama obtida, contendo cêrca de 13 % S e 63 % Sn, é posteriormente ustulada em pequeno forno de soleira antes de voltar à carga do forno.

A adoção do forno elétrico constitue uma importante inovação na metalurgia do estanho e os dados citados constituem índices de

grande interesse, demonstrativos da grande eficiência desse processo. Como sabido, o forno elétrico oferece a vantagem de ser grandemente flexível quanto à capacidade, ser pouco afetado pelas interrupções de funcionamento (ao contrário do que se verifica nos fornos de reverbero), grandemente económico nas regiões em que se possa contar com energia elétrica a baixos preços, e apresenta sobre os fornos de reverbero e sobre os fornos de cuba a vantagem de não contribuírem para maior arrastamento de partículas da carga uma vez que não existem produtos de combustão.

#### 4. ALGUNS PROGRESSOS NA METALURGIA DE REFINO DO ESTANHO

As obras clássicas sobre a metalurgia do estanho são extremamente falhas quanto aos processos de refino; é realmente surpreendente se verificar a completa ausência de dados de valor quanto aos princípios e quanto aos detalhes dos processos seguidos.

Em 1948 foi descrito (3) o processo utilizado pela Consolidated Mining and Smelting Company of Canadá, em Trail, para a eliminação de ferro no estanho obtido por forno elétrico, por meio de filtração sob pressão em tela de amianto, em baixa temperatura. Esse processo permite, desde que bem ajustada a temperatura, a separação de cristais do composto  $\text{FeSn}_2$  que, por abaixamento de temperatura, se separam do líquido. O trabalho citado mostra que para estanho bruto contendo entre 0.2 e 0.8 % de ferro, é possível baixar o teor a 0.0003 %, mantido o estanho líquido no recinto do filtro a 250°C.

A Jones (4) deve-se o melhor apanhado existente na literatura técnica acessível sobre refino de estanho. Muito embora em seu trabalho considere mais os processos que os fundamentos dos mesmos, encerra valiosas indicações sobre a remoção de diversas impurezas, tais como cobre, arsênico, zinco, alumínio, antimônio e níquel. Os processos utilizados não diferem essencialmente dos processos utilizados para a remoção desses elementos do chumbo e que são examinados pelo autor em um outro trabalho (5).

Faz-se sentir a necessidade de um trabalho mais detalhado acerca de tais processos quando aplicados ao refino do estanho.

#### 5. CONCLUSÕES

1. Para as pequenas usinas de redução de concentrados de cassiterita não é aconselhado o emprego de fornos de reverbero, em virtude de sua reconhecida ineficiência em tais condições.

2. A utilização de fornos de cuba de camisa de água que empreguem sinter de cassiterita parece melhor corresponder às condições de muitas iniciativas do país.



3. Afim de obviar as grandes perdas que se verificam nos gases dos fornos de redução, é sempre recomendável o emprego de câmaras filtrantes que possam recuperar os valores geralmente perdidos.

4. Nas regiões em que se puder contar com energia elétrica a preços moderados e em iniciativas de escala adequada, dever-se-á cogitar da utilização de fornos trifásicos de arco indireto.

5. Os problemas de refino devem ser cuidadosamente estudados à luz dos novos progressos havidos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. SOUZA SANTOS, T. D. DE — **Sôbre a constituição das escórias dos fornos de cuba de redução de sinters de chumbo**, ABM — Boletim da Associação Brasileira de Metais, vol. 2, n.º 4, pgs. 95-117, São Paulo, 1946.
2. SOUZA SANTOS, T. D. DE — **Um método geral para cálculo de cargas de fornos de chumbo**, ABM — Boletim da Associação Brasileira de Metais, vol. 3, n.º 7, pgs. 303-318, São Paulo, 1947.
3. HUTTL, J. B. — **Electric furnace Smelts Sullican Tin Concentrate**, Engineering & Mining Journal, vol. 149, n.º 1, pgs. 60-62, New York, 1948.
4. JONES, E. H. — **Refining of Tin**, The Refining of Non Ferrous Metals, Symposium, pgs. 347-363, Institution of Mining and Metallurgy, Londres, 1950.
5. SOUZA SANTOS, T. D. DE — **Os princípios utilizados nos processos pirometalúrgicos de refino de chumbo**, ABM — Boletim da Associação Brasileira de Metais, vol. 7, n.º 25, São Paulo, 1951.

## DISCUSSÃO (1)

### A INSPECÇÃO DE COMPACIDADE DAS PEÇAS FUNDIDAS (2)

Eng. Paulo G. de Paula Leite (3)

**Presidente:** Prof. Werner Grundig.

**Membros:** Eng. João G. Haenel, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Murilo de O. Marcondes, Quím. Alberto Paulo Ribbe e Eng. Antonio A. da Silva.

**Eng. Paulo Machado Mateus** — Apenas desejava que o autor nos desse uma idéia, com relação às peças que especificou no seu trabalho, do custo das radiografias, incluindo amortização do equipamento.

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — A amortização do aparelhamento só é possível fazer quando existe uma fabricação em série. Não é conveniente a um industrial montar um aparelho de raios-X para inspecionar uma peça ou outra. A fabricação tem que ser em série. A ordem de grandeza do preço de uma aparelhagem de 250 quilovolts, que é precisamente a que nós temos, é de cerca de quatrocentos e poucos mil cruzeiros. Uma radiografia de uma peça como esta a que me referi há pouco, podemos fazer em seis horas de trabalho, tirando várias radiografias — umas nove. Com um aparelho de 220 quilovolts que não é indicado para este caso — e na verdade estamos com aparelho inferior ao que devíamos ter — pode-se trabalhar 3 a 4 horas. O filme para radiografia industrial custa de Cr\$ 7,00 a Cr\$ 8,00 por folha de 20 x 30 cm. Por aí o snr. poderá ter uma idéia. A produção da peça e seu custo, naturalmente, dependem da oficina.

**Eng. Horace A. Hunnicutt (4)** — Nesse trabalho de inspecção, o autor do trabalho pôde determinar falhas na técnica de fundição?

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — Nosso aparelho de radiografia serviu durante muito tempo para aprimorar a técnica de fundição. Trabalhamos em três fases, e a primeira delas foi justamente nesse setor do aprimoramento da técnica de fundição. Uma das peças que acabei de mencionar no meu trabalho, na primeira vez que fundimos saiu com vários defeitos. Aliás, temos radiografias que nem devemos mostrar. Com essas radiografias, o engenheiro encarregado da fundição e engenheiros de outros laboratórios de areia, planejaram a modificação nos canais de subida e de eliminação, tipo de areia, etc. até que se chegou a fazer peças como as que fazemos hoje e que examinamos diariamente, peças sem defeito nenhum. Mas o aparelhamento de raios-X tem sido usado em peças volumosas também. A oficina de fundição foi planejada pelo Dr. Ferruccio Fabriani, com grande visão, e hoje podemos trabalhar com grande segurança nestas peças, devido ao bom equipamento adquirido.

Aparecida S.A.; Sorocaba, SP.

(1) C. T. n.º 151, Comissão B-1. Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n. 22, vol. 7, Janeiro, 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Arsenal de Marinha da Ilha das Cobras, encarregado dos Laboratórios de Raios-X e Ensaios Mecânicos; Rio de Janeiro, DF.

(4) Membro ABM; Engenheiro Mecânico; The International Nickel Co. Inc.; São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, encarregado da Fundição; Rio de Janeiro, DF.

**Eng. Ferruccio Fabriani** <sup>(5)</sup> — Desejava fazer uma pergunta ao autor do trabalho. Qual seria a explicação que o autor daria do critério de usar “ecrans” de chumbo ou “ecrans” intensificadores?

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — Temos aqui o chassis, que nada mais é do que uma caixa. E aqui uma folha de chumbo. O filme então é colocado no chassis tudo em câmara escura, e novamente fechado. O chassis fica protegendo o filme da luz. Na frente do filme temos uma placa de chumbo que tem muita importância. A peça está colocada nesta posição, de forma a ser atravessada pelo feixe de raios-X. Temos alguma reflexão na peça; em muitos casos, o feixe de raios-X muda de direção por flexão na quina da peça e traz dificuldade em se obter perfeição na definição; bolhas e defeitos da peça, como rachaduras, são muito difíceis de verificar. Este feixe, refletido, tem menor intensidade, muito menor do que o feixe direto. Então esse é absorvido pelo filtro de chumbo e não chega a ferir o filme, que é ferido apenas pelo feixe direto. Assim, esta massa de chumbo produz uma radiografia mais nítida do que a produzida pelo tungstato de cálcio, que é colocado também na mesma posição. O tungstato de cálcio quando recebe o feixe de raios-X fica fluorescente e impressiona o filme apenas pela luz. Em geral, o filme também é ferido pelo feixe de raios-X, mas 90 % da imagem é produzida pelas fluorescências do tungstato de cálcio. Temos no tungstato de cálcio menor perfeição de radiografia, não temos contraste tão bom e a definição na radiografia é muito inferior.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Mas, qual é o processo mais rápido e em que casos deveríamos aplicar um ou outro?

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — No caso de peças espessas 9 cm por exemplo — o tungstato de cálcio tem vantagens. Posso fazer uma radiografia dessa posição em 15 minutos. Portanto, reduz muito o tempo de exposição. Mas em compensação, a definição da radiografia é muito inferior. Então, devemos fazer o uso do tungstato de cálcio apenas em radiografias de peças espessas, porque, neste caso, se pode usar sensibilidade até 3 ou 4 % com o tungstato de cálcio, mas, em peças finas não é usado.

**Eng. João Gustavo Haenel** <sup>(6)</sup> — Eu gostaria de saber se o autor tem no Arsenal de Marinha aparelho para inspeção super-sônica. Essa aparelhagem super-sônica não supriria, em muitos casos, um aparelhamento de raio-X?

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — Devo esclarecer que o aparelhamento super-sônico, em geral, é desconhecido para nós. Tenho visto aplicação desses aparelhos em peças pequenas. Ainda não ví, na literatura, o emprêgo de aparelhos super-sônicos em peças fundidas grandes. As peças a que aludí creio que tinham de 1.200 a 1.300 quilos, portanto, peças grandes. Como disse, não ví ainda nenhuma literatura mostrando a aplicação de aparelhos super-sônicos em inspeção de peças grandes. Em linhas gerais, o aparelhamento de raios-X aprovou porque êle nos permite o emprêgo generalizado na inspeção. Em qualquer tipo de inspeção êle pode ser utilizado. Nos casos de percussão, como no caso da roda de trem, por exemplo, para uma pessoa que tem prática, é muito fácil de verificar se a roda está quebrada, utilizando apenas um martelo. Mas, a pessoa que está produzindo, que não tem prática desses ensaios, não o pode fazer assim. Devo confessar que tenho observado êste problema da percussão e tenho

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Chefe Sub-Seção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Seção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

visto pessoas realizando êsses ensaios, e a cada peça percutida se ouve um som diferente. E', na verdade, um problema de prática, e eu confesso que não tenho prática nesse setor.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Seria muito menos custoso. Parece-me que a dificuldade residiria, como o autor apontou, na questão da localização do emissor e do receptor, e seria preciso que houvesse uma superfície bem plana e dimensões bastante grandes. Nas superfícies curvas seria bem mais difícil a colocação do emissor e do receptor.

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — Gostaria de saber se alguma outra instituição, departamento ou oficina em que tenha atuado algum dos colegas presentes usou os raios-X. Tenho tentado encontrar outra pessoa que tenha utilizado os raios-X, na inspeção, mas até agora só sei que há raios-X na Fábrica de Caldeiras, Ciclope, em São Paulo, que está fazendo a radiografia industrial.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** (7) — Eu desejava me referir à Fábrica Nacional de Motores. E' interessante notar que a fábrica usou dois processos. O processo magnaflux, que só revela imperfeições próximas à superfície, e o processo de fluorescência, que se usa principalmente em peças de metais não ferrosos, revela também apenas imperfeições superficiais. Êstes dois processos são correntemente usados na Fábrica Nacional de Motores.

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** — Tive oportunidade de verificar lá a utilização do "magna-zyglo" e do magnaflux, e a aparelhagem de raios-X ainda estava sendo concluída, com a montagem, de um aparelhamento de 250.000 quilovolts. E' praticamente como o nosso, que tem 220.000 quilovolts.

---

(7) Membro ABM; Químico; Comercial e Industrial de Fornos «Werco» Ltda.; Rio de Janeiro, DF.

## DISCUSSÃO (1)

### O PROBLEMA DE GASES NO ALUMÍNIO E EM SUAS LIGAS (2)

Eng. Clovis Bradaschia (3)

**Presidente:** Químico Glacyr Moré.

**Membros:** Eng. Clovis Bradaschia, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. Orlando E. Mueller, Prof. Werner Grundig e Eng. Michel Loeb.

**Químico Glacyr Moré (4)** — Adicionando cloreto também se pode obter a eliminação de gases?

**Eng. Clovis Bradaschia** — Pode. Entretanto, este método é menos eficiente que o do borbulhamento de gases.

**Químico Glacyr Moré** — Pode ocasionar a ruptura do fundo do cadinho?

**Eng. Clovis Bradaschia** — Se o sal não estiver perfeitamente seco, pode.

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Creio que aqui, em Pôrto Alegre, se tem verificado dificuldade em conseguir nitrogênio; o que mais está sendo usado são sais desoxidantes. Aliás, de procedência americana. Na primeira vez que se adiciona, não se mexe no alumínio, justamente pelo fato que o colega apontou. No fim, quando se adiciona a segunda metade, reavivamos bastante o banho, porque somente então é que vem a agir, pois, aí, além dos gases, traz também muita sujeira do banho. Temos tido resultados bastante satisfatórios, quando se fundem peças, principalmente em moldes secos evitando a água da areia verde.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Dêsses produtos já preparados, muitos deles contêm um material qualquer que impede a absorção de umidade. Esses são realmente aconselháveis. Os outros podem ser até contra-producentes pela quantidade de umidade que encerram.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (5)** — Gostaria de observar que tais materiais constituem uma solução fundida de certos sais. Visam sobretudo a incorporação ou dissolução dos óxidos que existem na sucata; não têm, assim apenas função de eliminadores de gases. Sabemos, por experiência própria, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, que muito embora constitua a adição de sais fundidos recurso muito bom para incorporar os óxidos que existam na sucata de alumínio, é praticamente nula sua influência no problema que apontou o dr. Bradaschia, que é a eliminação de hidrogênio.

Há algum tempo, algumas firmas de São Paulo que fabricam pistões de automóveis e que utilizam ligas muito complexas, com níquel,

(1) C. T. n.º 152, Comissão B-4, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 22, Janeiro de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Químico Industrial; Metalúrgica Abramo Eberle S.A.; Caxias do Sul, RGS.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

tentaram esta solução. Pensavam que mediante o emprêgo destes sais pudessem deshidrogenar as ligas, o que não conseguiram. Provavelmente, o senhor se refere a sucatas.

**Eng. Vitor Hugo Michel** — De fato, o caso aí é de observar quando se funde o alumínio em sucata. Este parece que é mais vivo no momento da adição do composto que acabei de mencionar. Pode ser que isto seja só para desoxidar e não para deshidrogenar, mas o fato é que os "pinholes" não aparecem tanto.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Aliás, completando as observações do dr. Tharcisio, o problema ficou resolvido depois com o emprêgo de azoto secado através de uma coluna de sílica-gel.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Outra observação que desejava fazer é que, em geral, chama-se este processo de desoxidação, mas é uma denominação imprópria, porquanto sabemos que o alumínio não dissolve seu óxido em qualquer teor apreciável. Não há oxigênio dissolvido em alumínio de maneira semelhante ao que ocorre em ferro ou em cobre. Assim, não se trata de desoxidação mesmo quando o problema é de eliminação de óxido. O que se faz é a eliminação do óxido de alumínio que existe em dispersão mecânica com o metal. E' apenas um meio de eliminar a maior parte do óxido que determina a formação da drosse.

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** (6) — Eu desejaria perguntar ao dr. Clovis Bradaschia se êle se referia à liga alumínio-silício ou se foram diversos tipos de ligas.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Foram feitas experiências em diversos tipos de ligas tais como alumínio-silício, alumínio-silício-cobre e alumínio-níquel-magnésio-cobre-silício.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Ou seja, das ligas particularmente sensíveis ao hidrogênio.

**Eng. Miguel Siegel** (7) — Eu desejaria perguntar, com relação ao vazamento das ligas de alumínio, quando se transfere o metal do forno para uma panela, se há algum inconveniente mais sério, caso se tomem as devidas precauções para que a panela esteja seca e pre-aquecida.

**Eng. Clovis Bradaschia** — A panela estando seca, não há maiores precauções, a não ser, digamos, um vazamento mais rápido em dias excessivamente úmidos, porque a umidade da atmosfera tem alguma influência apreciável, variável de acôrdo com a liga. No caso de uma liga alumínio-níquel-magnésio, pode influir em muito. E' preciso que o vazamento seja o mais rápido possível, e à temperatura mais baixa possível.

**Eng. Miguel Siegel** — Nesse caso, para evitar isso, uma transferência seria até benéfica?

**Eng. Clovis Bradaschia** — Sim. Mesmo porque os óxidos superficialmente, vão ser emulsionados no meio do banho e levaria mais tempo para sua eliminação. Se fôr vazado rapidamente, poderá haver introdução de óxido nas peças.

**Eng. Miguel Siegel** — Não se aplica o vazamento com colher?

(6) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista; Fábrica do Galeão, Rio de Janeiro, DF.

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Nem a todas as ligas se aplica êsse rigor. A liga alumínio-silício, mais comumente usada, não requer todo êsse rigôr, justamente pelas razões expostas, por ser uma liga eutética. estufa ou por outro qualquer processo.

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** — Quando há êsse cuidado na panela, haverá necessidade de outra proteção, para evitar entradas, por exemplo, de materiais que sejam facilmente atacados pelo alumínio da panela? Na minha fundição, por exemplo, costumamos cobrir com uma camada de cal, que é secada, junto com a panela, dentro da

**Eng. Clovis Bradaschia** — Êsse problema da introdução, na panela, de materiais que sejam facilmente atacados pelo alumínio, não analisei, mas acho que a influência dêle é desprezível, diante de outros fatores.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Se se tomar a precaução devida durante a fusão do metal a absorção de ferro é praticamente desprezível. Em outras palavras, o senhor poderia retirar a carga do forno em uma panela de ferro sem que disso decorresse solubilização apreciável de ferro, mas desde que a temperatura fosse, como é essencial, a mais baixa possível.

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** — No vazamento?

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Tanto para a fusão, como para o vazamento, naturalmente há uma temperatura mínima, que depende de cada peça e também dos requisitos da peça. A regra a se seguir é a seguinte: “mantenha a carga fundida à menor temperatura possível e vase à menor temperatura possível”.

## DISCUSSÃO (1)

### APLICAÇÃO DOS ESTUDOS DOS TEMPOS NAS USINAS SIDERÚRGICAS (2)

Eng. Stanislaw Wislocki (3)

**Presidente:** Eng. Ferruccio Fabriani.

**Membros:** Cap. Eng. Euclides Triches, Eng. Murilo de Oliveira Marcondes, Eng. João Gustavo Haenel, Eng. Antonio A. da Silva e Eng. Horace A. Hunnicutt.

**Eng. Ferruccio Fabriani (4)** — O senhor falou, na página 47, em “organização científica” e, em outros trechos de sua obra, em “racionalização”. Como o senhor vem da Europa, deve saber que os europeus empregam o termo “racionalização” a um conjunto de indústrias. Se o estudo se refere à organização de uma laminação, fala-se em organização científica. Já a racionalização seria o estudo de um conjunto de fábricas como as da bacia de Rhur, por exemplo. Aplicada a esta zona o termo racionalização, quereria dizer o desenvolvimento de certas indústrias, a melhor localização e a mais econômica das mesmas, eliminando as indústrias improdutivas, etc. De fato, em nosso país a racionalização está sendo empregada mais no sentido de planejamento. Embora seja uma questão de nomenclatura, seria bom que ficasse perfeitamente esclarecida.

**Eng. Stanislaw Wislocki** — De fato, em diferentes países se usa diferente nomenclatura. Por exemplo, na Alemanha, nunca ouvi o uso da expressão “organização científica do trabalho”. Em vez disso, falam sempre em “racionalização”. Antes da guerra havia mesmo institutos de racionalização do trabalho, que incluíam tudo, isto é, também o planejamento para uma região, além do estudo dos tempos, para determinar por exemplo o melhor rendimento de uma unidade. No entanto, geralmente, entende-se por racionalização aos planejamentos para obter o melhor resultado de uma unidade. Parece-me que esta nomenclatura ainda não está uniformizada, mas deve sê-lo, porque a normalização científica do trabalho é também a normalização de definições dos produtos e dos métodos.

---

(1) C. T. n.º 153, Comissão A-4, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 22, vol. 7, Janeiro de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Mecânico; Companhia Siderúrgica Nacional Chefe do Departamento de Combustão; Volta Redonda, RJ.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, encarregado da Fundição; Rio de Janeiro, DF.



## DISCUSSÃO (1)

### CONSIDERAÇÕES SÔBRE O FERRO FUNDIDO ACICULAR (2)

**Eng. Lino Afonso de Lacerda Santos (3)**

**Presidente:** Eng. Vicente Chiaverini.

**Membros:** Eng. João Gustavo Haenel, Eng. Raul Cohen, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. Hugo L. Radino e Eng. Michel Loeb.

**Eng. Horace A. Hunnicutt (4)** — Pergunto se o material fundido, relatado na página 62 foi feito no cubilô ou no forno elétrico Detroit?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Foram feitos no Detroit. Mas acho que não haveria dificuldade de se fazer no "cubilô", porque o níquel pode ser posto na carga e não se perde. O molibdênio é sempre uma adição pequena e pode ser feita na panela. Aliás, o níquel também pode ser usado para fazer inoculação na panela.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Fazendo isto no cubilô a dificuldade seria se obter teor de carbono tão baixo.

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Não. E' preciso notar que nos ferros fundidos aciculares pode se usar carbono e silício bem elevados. Se lá falei em 3 % poderia ter falado em 3,2 ou 3,4 % que não haveria inconveniente nenhum. Nos ferros fundidos de alta resistência, pelo contrário, a dificuldade é que o carbono deve ser baixo.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Neste caso, desejando-se usar um carbono mais baixo teríamos que adicionar uma quantidade de sucata de aço em percentagem elevada.

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — No cubilô o carbono tem um ponto de equilíbrio que oscila entre 3,3 e 3,4 %. Êste teor de carbono é perfeitamente adequado para os ferros fundidos aciculares. Se citei 3 % no meu caso é porque no Detroit é facilimo obter êsse valor.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — O senhor adicionou esta sucata de aço para reduzir o teor de carbono?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Sim, talvez tenha feito. Agora, um pouco de aço no cubilô não faz diferença. Sempre que fiz corridas no cubilô usava 10 % de aço.

**Eng. Vicente Chiaverini (5)** — Pode-se usar até mais.

**Eng. Miguel Siegel (6)** — A respeito do teor de carbono, não estou compreendendo bem. Para ferro fundido de alta resistência o carbono normalmente deve ser baixo. E' até desejável que o material no estado

(1) C. T. n.º 154, Comissão A-3, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 22, vol. 7, Janeiro de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Mecânico, The International Nickel, Co. Inc.; São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Assistente de «Materiais de Construção» da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Engenheiro da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, S.P.

fundido dê uma composição branca, porque com a inoculação ela se torna cinzenta. No caso do ferro fundido acicular não há esta exigência?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Não há. Nos ferros fundidos de alta resistência, mesmo ferros fundidos inoculados comuns, ou então o "Ni-tensil", sempre se recomenda fundir o ferro fundido, de modo que ao sair da bica do forno elétrico ou do "cubilô" — seja branco; na inoculação é que se adiciona a quantidade necessária de níquel ou de silício ou de ambos para torná-lo cinzento. Mas neste caso do ferro fundido acicular não há esta exigência. Pode sair cinzento do forno.

**Eng. Vicente Chiaverini** — A necessidade de carbono baixo não é principalmente para os ferros fundidos sem elemento de liga?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Não. Mesmo ferro fundido de alta resistência, mesmo com elementos de liga, como falei, naquele caso de "Ni-tensil" requer que o carbono seja baixo e o silício também baixo. Depois, na última hora, é que se faz a inoculação bem forte e o silício vai a teores elevados. Por exemplo, citei o caso de 2,5 % de carbono e 2,5 % de silício. O máximo que se admite é que o carbono esteja abaixo de 3 %, e o silício com cerca de 2 %. Mas nos ferros aciculares não é preciso. Pode-se ter carbono e silício elevados. O níquel vai ser acrescentado, conforme a secção da peça. O efeito que se visa com o níquel é simplesmente o deslocamento da curva para a direita.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Como deve ser de conhecimento do autor, a produção de aço acicular é objeto de uma patente do senhor Reese, que é citado na sua obra. Nesta patente se encontra uma relação muito pormenorizada entre o tamanho da peça que se deseja fundir e o teor de carbono e de silício. O carbono total de 3,4 % se aplica principalmente para peças mais finas. Quanto mais grossas as peças menor tem que ser o teor de carbono enquanto o teor de silício pode variar (para peças pequenas) até 2,3 % porque a influência do silício não é tão notável como a do carbono. Por exemplo, para as peças de meia polegada o teor de carbono recomendado varia de 2,75 a 3,20 %. No entanto para peças grandes, até 30 polegadas, já a percentagem de carbono tem que ser diminuída até 1,5 % o que traz maiores dificuldades para fundição no cubilô.

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — 1 % no cubilô seria bem difícil. Mas, nessas peças que fiz havia secções de 3 a 6 polegadas e não me preocupei com o silício e o carbono, obtendo ótimos resultados.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Eu falei justamente sobre o que está citado na tabela da patente. Digamos, até 5 polegadas, varia o carbono de 2,2 até 2,7 e o silício, de 1,25 até 2,25.

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Este é um ferro fundido de alta resistência. Agora, outros autores não referem mais a este teor de carbono crítico.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — E, em peças tão grandes, será muito baixo.

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — O gráfico da fig. 5, com estas curvas em S, é tirado do trabalho de Braidwood que não faz referência a teores de carbono tão rigorosos; admite qualquer teor. Todos os autores concordam agora que a vantagem do ferro fundido acicular sobre o ferro fundido de alta resistência é que o carbono e o silício não são críticos, podendo-se usar teores elevados.

**Eng. Miguel Siegel** — Mas, em todo caso, não foram feitas experiências com carbono mais elevado que os citados no trabalho?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Não. Mas tenho produzido ferro acicular normalmente, de modo especial para o caso do estampo, em que não me preocupo com o carbono. Mantenho-o entre 3 e 3,2 %.

**Eng. Miguel Siegel** — No forno Detroit o carbono em torno de 3 % é quase que automático.

Quanto à questão dos canais é que eu não estaria de acordo. Pelo fato de se usar carbono e silício mais elevado, não é preciso cuidar mais dos canais que se utiliza para peças de ferro de alta resistência?

**Eng. Lino A. de Lacerda Santos** — Sem tomar maiores cuidados com os canais e com os maçalotes, consegui ferro fundido de altíssima resistência.

## DISCUSSÃO (1)

### APANHADO SÔBRE CONVERSORES DE SÔPRO LATERAL TENDO EM VISTA SUA UTILIZAÇÃO NO REFINO DE GUSAS BRASILEIROS (2)

**Eng. Tomio Kitice (3)**

**Presidente:** Prof. Tharcisio D. de Souza Santos.

**Membros:** Prof. Gil Motta, Eng. Carlos Dias Brosch, Prof. José do Patrocínio Motta, Prof. Luciano Jacques de Moraes e Eng. Egon Schmiegelow.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (4)** — Não estando presente o seu autor, o dr. Carlos Dias Brosch procurará responder as questões que venham a ser formuladas. Outras questões entretanto, poderão ser respondidas diretamente pelo autor, se enviadas por escrito. Neste caso, o prazo para remessa das discussões vai até 15 de agosto.

**Dr. Theodoro Niemeyer (5)** — O autor, nas conclusões, fala em sôpro lateral de ar.

**Eng. Carlos Dias Brosch (6)** — O trabalho todo se refere ao sôpro de ar, mas, o autor dá ênfase ao sôpro com oxigênio.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Creio, porém, que não é uma alternativa, para se discutir as vantagens do sôpro lateral de ar ou o uso de oxigênio puro.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — O autor admite como processo experimental o do sôpro lateral com oxigênio. Uma observação sôbre a técnica usada na experimentação, é que foi preferido o uso da pressão de oxigênio bem mais baixa do que a preconizada — 0,2 ou 0,1 de atmosfera positiva.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Existem, na literatura, processos que recomendam o sôpro lateral de ar, para conseguir o mesmo efeito que o dr. Heinrich Hellbruegge consegue com oxigênio?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — De fato, no processo Tropenas já se consegue temperatura mais elevada, cuja explicação estaria na oxidação mais seletiva do óxido de ferro, formando aquela nata.

**Dr. Heinrich Hellbruegge (7)** — Quero mencionar que uma das desvantagens com os conversores soprando do lado, com revestimento básico, é o alto teor de ferro na escória. Isso pelas seguintes razões: para poder baixar o teor de fósforo até a quantidade mínima, é necessário que a escória tenha um teor de FeO certo. E' o caso em que

(1) C. T. n.º 155, Comissão B-3, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 22, vol. 7, Janeiro de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Divisão de Metalurgia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Elevadores Atlas S.A. — Fundação de Aço; São Caetano, SP.

(6) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Divisão de Metalurgia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(7) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista, Elevadores Atlas S.A. — Fundação; São Caetano, SP.

o banho do conversor seja o mesmo que o banho Siemens-Martin. O teor de FeO da escória deve ser cerca de 35 % para poder baixar o fósforo, e misturando a escória com esse banho de aço melhor, esse teor pode ser diminuído. Isso, entretanto, não é possível com um conversor de sopro lateral. E' porisso que trabalhamos com pressão forte, para poder misturar bem a escória com o banho. Trabalhando com uma só atmosfera não conseguimos baixar esse teor de FeO da escória e tivemos o mesmo resultado com o conversor de sopro lateral. A razão porque a Mannesman abandonou este processo consiste no alto teor de FeO na escória e pequena durabilidade do revestimento. Seu conversor fez 10 a 12 corridas e precisou ser consertado.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — As considerações do dr. Heinrich Hellbruegge são muito plausíveis, porque esse processo do bocal vertical exige esse efeito físico do contacto da escória com o banho, promovendo a eliminação do fósforo, ao passo que no processo descrito pelo engenheiro Kitice o jacto é leve e mal toca a superfície do banho.

**Eng. Miguel Siegel** (8) — Gostaria de fazer uma pergunta sobre a adição de cal para a eliminação do fósforo. Até que ponto vai a influência desta adição sobre a eliminação do fósforo? Qual a parte que toca à adição de cal e qual a parte que toca ao forte sopro?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Quanto à descrição particular do dr. Hellbruegge parece que não há uma referência específica a este respeito. Talvez alguma explicação particular pudesse nos esclarecer.

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Por exemplo, para eliminar o fósforo de um ferro gusa com 0,25 % de fósforo, precisa-se de 3 % até 4 % de cal, para obter, no fim, aço com 0,030 % mais ou menos de fósforo. Tendo um teor em fósforo de 2 %, como é normal para o processo Thomas, precisam-se 10 % até 12 % de cal. A percentagem de cal necessária só depende do teor de fósforo no ferro gusa. A escória, trabalhando-se com ferro gusa desta análise, pode ser usada para adubos.

**Eng. Miguel Siegel** — A cal é indispensável no processo e dependerá do teor de fósforo?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Sim, sempre que se queira eliminar fósforo, precisa-se de cal, mas também pode-se usar FeO, só que é mais dispendioso.

---

(8) Membro ABM: Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

## DISCUSSÃO (1)

### FUNDAÇÃO DE LIGAS DE COBRE DE ALTA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (2)

**Eng. Clovis Bradaschia (3)**

**Presidente:** Químico Glacyr Moré.

**Membros:** Eng. Clovis Bradaschia, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. Orlando E. Mueller, Prof. Werner Grundig e Eng. Michel Loeb.

**Químico Glacyr Moré (4)** — Eu desejava formular uma pergunta. No caso, como é feita a desoxidação?

**Eng. Clovis Bradaschia** — A desoxidação é feita com cobre-lítio. O cobre-lítio tem uma eficiente ação desoxidante e não fica quase nada de lítio residual.

**Químico Edgard K. de Oliveira (5)** — Quais seriam as percentagens de desoxidantes cobre-lítio e cobre-silício, recomendados pelo autor, nessas ligas?

**Eng. Clovis Bradaschia** — O cobre-silício não é, propriamente, empregado como desoxidante; é um elemento de adição, que também age como desoxidante. Quanto ao cobre-lítio o seu teor é mínimo, digamos, 0,5 % de cobre-lítio tendo cerca de 2 % de lítio.

**Químico Edgard K. de Oliveira** — Qual seria o teor residual?

**Eng. Clovis Bradaschia** — No caso das ligas cobre-cromo, esse teor residual deve ser o mínimo possível, e da ordem de 0,01 %.

**Químico Edgard K. de Oliveira** — Esse cobre-lítio não é comum na praça.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Realmente, não é.

**Químico Edgard K. de Oliveira** — O senhor não poderia recomendar um substituto?

**Eng. Clovis Bradaschia** — O cobre-silício, com cerca de 30 % de silício.

**Químico Edgard K. de Oliveira** — Na fusão inicial do cobre, o autor não recomenda cuidados especiais para evitar a oxidação?

**Eng. Clovis Bradaschia** — Não sei qual seja o seu sistema de fundição. Se for em cadinho, precisa ter cuidado para manter a atmosfera neutra.

**Químico Edgard K. de Oliveira** — Como redutor nós costumamos empregar carvão vegetal mesmo.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Sendo perfeitamente seco, acho correto.

(1) C. T. n.º 156, Comissão B-4, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Químico Industrial, Metalúrgica Abramo Eberle S.A.; Caxias do Sul, RGS.

(5) Membro ABM; Químico Industrial, Siderúrgica Riograndense S.A.; Pôrto Alegre, RGS.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** (6) — Eu gostaria de salientar o grande valor prático que tem o trabalho do engenheiro Clovis Bradaschia e que representa resultado de cêrca de dois anos de experiências nessas ligas. Em certa época, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, fomos instados pelas companhias de montagem de automóveis de São Paulo, para estudar êsse problema, em virtude das dificuldades de importação que tinham na ocasião, dificuldades essas que se agravaram posteriormente. A falta de importação dêsses eletrodos trouxe grandes dificuldades e impunha-se o estudo para eventual suprimento aos interessados. Depois de numerosas experiências, em diversas ligas, conseguiu o Eng. Clovis Bradaschia produzir uma liga que, posteriormente forjada, trefilada e tratada tèrmicamente, veio solucionar o problema. Os resultados na prática de utilização têm sido os melhores possíveis, tanto assim que firmas interessadas deixaram de importá-las, passando a serem supridas pela nossa produção.

**Químico Glacyr Moré** — Quanto ao caso do forjamento, que temperatura aconselha?

**Eng. Clovis Bradaschia** — Sôbre êste problema, era nossa intenção apresentar outro trabalho, mas, não houve tempo. O forjamento tem sido feito à temperatura de 780 a 800 gráus. Aliás, têm sido forjadas e depois estiradas. Estiramento a frio. Como o estiramento encrua, o material é solubilizado para poder continuar o estiramento.

---

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

## DISCUSSÃO (1)

### INTERPRETAÇÃO DOS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE DAS AREIAS DE FUNDAÇÃO (2)

**En. Carlos Dias Brosch (3)**

**Presidente:** Eng. Miguel Siegel.

**Membros:** Snr. Pedro Santana, Eng. Lino A. de Lacerda Santos, Eng. Carlos Burger Jr., Eng. Carlos Dias Brosch e Eng. Venâncio F. Alves.

**Eng. Miguel Siegel (4)** — Antes de entrar em discussão este trabalho, desejo dizer que é altamente suspcioso saber que o I.P.T. vai publicar um trabalho importante sobre essa parte dos ensaios de areia, divulgação esta que será feita não só baseada no que existe no estrangeiro como também em uma larga experiência do I.P.T., o que já faz prevêr que o trabalho será de grande interesse para todos. Por essa razão agradecemos ao eng. Brosch pela valiosa contribuição que está trazendo à A.B.M.

**Eng. Raul Cohen (5)** — Pergunto ao engenheiro Carlos D. Brosch o seguinte: quando definiu a permeabilidade base, disse que a permeabilidade base é a permeabilidade de uma areia base, seca e compacta. Agora, se não me engano, a A.F.A. exige também que a areia base seja isenta de argila.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Aí há, de fato, uma confusão de termos. Realmente, distingue-se permeabilidade base de uma areia de fundação qualquer mesmo de uma areia natural, seca, sem umidade e permeabilidade de uma areia base que é outra cousa. Agradeço, portanto, ao engenheiro Raul Cohen a observação.

**Eng. Raul Cohen** — Quer me parecer que o ensaio, digamos assim, mais característico, é justamente este, da determinação da permeabilidade a seco da areia base.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Sim, de maior significação prática.

**Eng. Miguel Siegel** — Como é que o autor do trabalho justifica do ponto de vista teórico a influência da permeabilidade sobre a fluidez do metal.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — O fenômeno da fluidez, tal como se apresenta, é consequência da perda de calor do metal para a areia. Essa perda de calor é produzida pelas três formas de difusão do calor: a condutibilidade, a radiação e dissipação do calor por corrente de convecção. Qual dos três tipos predomina? Verifica-se que realmente, no caso, são as corrente de convecção. Se se aumenta a porosidade, aumenta a possibilidade de circulação das correntes de convecção e dissipando maior o calor há uma diminuição de fluidez do metal.

(1) C. T. n.º 157, Comissão B-2, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro da Secção de Metais, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre, RGS.



**Eng. Raul Cohen** — Na página 112, logo abaixo da figura 15, está definido o defeito comum chamado “gases”. Queria saber se êsse termo está em uso entre nós.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Não posso dizer, por que não há ainda uma padronização da nomenclatura dos defeitos das peças. Mesmo os americanos não têm uma uniformidade de terminologia. Alguns concordam, outros discordam de alguns termos específicos. Mas, o que é essencial é distinguir os “gases” devidos ao próprio metal. Isso eu considero muito importante, porque tem grande importância prática. Verificámos que ao se efetuar o vazamento com ferro fundido mais frio, provocava-se uma alimentação insuficiente do molde que associado a um regime turbilhonar, resultava em peças apresentando “gases”. Grande era a discussão para se saber se o defeito era causado pela areia ou pelo metal. No caso a causa era em 1.º lugar da temperatura de vazamento e em 2.º lugar do sistema dos canais de alimentação.

**Eng. Raul Cohen** — Os “pin holes”, dos americanos, estariam então incluídos nessa categoria?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Isso já seria diferente. Os “pin holes” são mais relacionados com a superfície. Muitos são decorrentes de uma reação do metal com a umidade da areia. Obedecem a uma certa relação geométrica com a superfície da peça. Não atingem à superfície, mas ficam próximos dela.

**Eng. Raul Cohen** — Sofrendo, nesse caso, influência da umidade?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Aí seria um caso misto. Não é nem só da areia, nem só do metal.

**Eng. Raul Cohen** — Com relação às figuras 7 e 8, porque, num caso foi chamado “estufa” e no outro “forno”. Existe alguma distinção nítida?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Não. Não há distinção. Arbitrariamente, se definiu como estufa aquilo que tivesse por finalidade obter provas secas, a limitadas temperaturas — 300º, digamos, e fornos o que permitisse temperatura superior.

**Eng. Miguel Siegel** — Pergunto isto porque nos Estados Unidos existe uma distinção mas, não sei até que ponto é consagrada pois consideram estufa tudo o que vai até 1000º Fahrenheit e acima disso consideram como forno.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Acho que essa distinção é também arbitrária.

**Eng. Miguel Siegel** — Estufa de secagem para macho seria pois chamada **estufa**.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Quem sabe é de acôrdo com a finalidade?

**Eng. Miguel Siegel** — Aliás, pode-se convencionar de classificá-llos de acôrdo com a finalidade, desde que se destine à secagem propriamente dita. Será **estufa** mas o que se destinar a qualquer outra operação já seria considerado **forno**.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Desde que se destine à secagem, mas sem nenhuma restrição?

**Eng. Miguel Siegel** — Sem restrição.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Bem. Essa nomenclatura poderia ser adotada entre nós. Seria possível, então, fazer uma padronização dos nomes.

## DISCUSSÃO (1)

### COMPARAÇÃO DE DIVERSOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE FERRO GUSA E SUAS POSSIBILIDADES PARA O BRASIL (2)

**Dr. Eng. Heinrich Hellbruegge (3)**

**Presidente:** Prof. Luciano Jacques de Moraes.

**Membros:** Eng. Nero Passos, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Vicente Chiaverini e Dr. Theodoro Niemeyer.

**Eng. Henrique Anawate (4)** — Queria perguntar ao dr. Hellbruegge, tendo êle trabalhado com baixo forno à oxigênio, qual a temperatura conseguida nesse forno quando trabalhou com 75 % de oxigênio?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — A temperatura num forno trabalhando com oxigênio para a produção de gusa é mais alta que num alto forno normal. O calor produzido queimando 1 kg de carvão com ar ou com oxigênio puro é o mesmo. A temperatura depende da quantidade de carvão queimado em relação ao minério. Deixando igual esta relação, a temperatura fica a mesma. A utilização do oxigênio dá a possibilidade de se poder trabalhar com temperatura mais alta do que no alto forno, caso a relação entre combustível e minério seja mudada.

**Um Congressista** — Eu desejava perguntar si seria possível, neste forno, desulfurar melhor que num alto forno?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Trabalhando com a mesma escória que num alto forno, e com a mesma quantidade, a desulfuração é a mesma. Mas, o forno a oxigênio tem possibilidade de trabalhar com escória mais básica, o que exige temperatura mais alta e permite neste caso uma desulfuração melhor.

**Eng. João Gustavo Haenel (5)** — Qual é a capacidade máxima do forno Basset na produção de gusa?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Trabalhou um forno Basset na Espanha e outro em Lisboa, Portugal, produzindo por dia 60 a 80 toneladas; outro forno em Aarlborg, Dinamarca. Êste forno da Dinamarca trabalhou com metade pirita (com 2 a 3 % S) e metade sucata. Trabalhando só com pirita, êste forno produziu 40 toneladas em 24 horas. Gasta êste forno 800 quilos de coque para cada tonelada de gusa. Só usam coque que não dê mais de 10 % de cinzas. Querendo trabalhar com coque que dê mais de 10% de cinza, a quantidade de clinquer

aumenta. O forno só trabalha com uma relação  $\frac{\text{Ca O}}{\text{Si O}_2} = 2,8$ .

(1) C. T. n.º 158, Comissão A-2. Pôrto Alegre. RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, Vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista, Elevadores Atlas S.A. — Função: São Caetano, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Professor interino da Cadeira de Siderurgia da Escola de Engenharia de Pôrto Alegre; RGS.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Chefe Sub-Secção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

No caso em que esta relação baixe, os refratários não resistem e a escória liquidifica. Porisso, quando a percentagem de cinza aumenta também aumenta a produção de clínquer. A qualidade deste clínquer não é tão boa quanto a do clínquer normal. A cor é preta e a resistência é só de 75 %, em média, do clínquer normal. Além da qualidade deste clínquer não ser sempre igual — um dia melhor, outro pior — as perdas de ferro, no clínquer, são de 20 % de gusa. E' necessário moer o clínquer para depois separar o ferro e desta maneira reduzir as perdas para apenas 10 %. O rendimento total do ferro deste forno é 8 % mais do que do outro forno.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Qual a maior capacidade?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Produzia 300 toneladas por dia. Este forno tem um diâmetro de 2,7 metros, exterior. O comprimento do forno é de 80 a 90 metros, mais ou menos.

O forno de Barcelona, na Espanha, trabalhou pouco tempo, alguns meses apenas. Não está mais trabalhando. Quando visitei a usina o forno não estava trabalhando. Só ví funcionando o forno da Dinamarca. Este forno está produzindo ferro gusa com 4 % a 4,5 % de C e 0,10 % de silício.

**Eng. Henrique Anawate** — Qual a temperatura dos gases saídos do baixo forno?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Trabalhando com 75, % de O<sub>2</sub>, é preciso 1,5 metro de altura para baixar a temperatura dos gases a 150 graus. Trabalhando com oxigênio puro, basta um forno de 1 metro de altura.

**Eng. Henrique Anawate** — As experiências feitas na Suécia e na Alemanha foram de caráter semi-industrial?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Na Alemanha, foram de caráter semi-industrial. Fizemos um forno grande, porque nossa opinião é que um pequeno forno não pode mostrar muito. As reações químicas para reduzir minérios são aproximadamente conhecidas. O que não se sabe são as características físicas das matérias primas durante a fusão. Trabalhando-se com um pequeno forno gastar-se-á muito mais carvão do que normalmente e isso muda o comportamento dos materiais, de modo a não se poder tirar conclusões sobre o comportamento dos materiais num forno grande. Essa é a razão porque empregamos muito dinheiro para fazer um forno relativamente grande.

**Um Congressista** — Como foi provado que a redução indireta foi menor?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Foi provado pelo balanço térmico. Na Áustria, um alto forno trabalhou com os mesmos minérios com que trabalhou esse forno. O balanço térmico mostrou que, em comparação com o alto forno austríaco, a redução foi de 11 % mais baixa. O forno austríaco trabalhou com redução indireta de 80 %, o que é muito alto. Foram usados minérios como carbonatos, que se reduzem facilmente. Trabalhando com outros minérios, a redução indireta foi mais ou menos 20 % mais baixa do que ocorre normalmente no alto forno.

**Um Congressista** — Seria possível usar outro combustível a não ser o carvão?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Qual, por exemplo?

**Um Congressista** — Por exemplo, palha de café.

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Não. Não se pode trabalhar com combustíveis em forma de pós, onde há produção de gás, que deve ter a

possibilidade de escapar. Nós experimentámos trabalhar com coque, com 15 % de pó, mas só foi possível trabalhar 3 dias. Depois de 3 dias, o forno estava cheio de coque fino.

**Cap. George Soares de Moraes** <sup>(6)</sup> — Há uma teoria clássica, segundo a qual a eficiência do alto forno aumenta à medida que a redução indireta aumenta. Neste caso, a redução direta toma lugar justamente onde é mais prejudicial, isto é, junto ao cadinho, não somente produzindo um consumo excessivo de carbono, como, também, facilitando e aumentando a reação de solução, que, como todos sabem, é uma reação que não só irá resfriar a zona de fusão, como também diminuir a eficiência térmica do processo. É uma teoria clássica e eu queria perguntar ao professor Hellbruegge, se todo o trabalho de aperfeiçoamento do alto forno é, hoje em dia, dirigido no sentido de aumentar a reação indireta, como pode o autor pregar um processo dirigido no sentido inverso, isto é, num sentido que diminua a eficiência do alto-forno?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Uma redução indireta mais baixa exige consumo maior em combustíveis. Por isso, o forno com oxigênio consome mais combustíveis que o alto forno, mas usa combustíveis de má qualidade, e, porisso, não é anti-econômico, especialmente em casos em que existe a possibilidade de se usar o gás produzido.

**Cap. George Soares de Moraes** — A vantagem básica é a utilização de combustível de baixo teor?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Sempre é necessário ter possibilidade de utilizar o gás que este forno está produzindo.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** <sup>(7)</sup> — Eu pergunto ao dr. Hellbruegge o seguinte: nós temos, no Brasil, em Minas Gerais, uma quantidade tremenda de jacutingas. São minérios finos, hematitas e itabiritos pulverulentos. Estes minérios não poderiam ser usados nestes fornos, no Basset?

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Seria o ideal para o forno Basset. No forno baixo não daria resultado. Também carvão vegetal é ideal para o forno Basset; 200 quilos de carvão no forno Basset podem ser substituídos por óleo, no caso de ser o óleo mais barato.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Isto já seria mais difícil. Bem, então tenho de agradecer ao dr. Heinrich Hellbruegge pelo seu magnífico trabalho e quero dizer que estas pesquisas têm interesse para o Brasil, onde temos dificuldades de combustível. Mesmo o carvão de madeira é difícil de obter. Com relação à energia elétrica, a Companhia Aços Especiais de Itabira já cogitou de colocar futuramente, um forno elétrico para produzir mais ou menos 180 toneladas/dia. Isto é perfeitamente possível, de acordo com os dados do professor Hellbruegge, porque a energia elétrica, lá, é mais barata do que o mínimo preconizado no seu trabalho. Principalmente quando se colocar mais uma unidade geradora; a Companhia já tem 40.000 cavalos instalados e pretende por mais 25.000 a 30.000, o que virá baixar o preço do quilowatt-hora.

---

(6) Membro ABM; Engenheiro Metalúrgico; Chefe da Divisão de Manutenção, Parque de Aeronáutica de São Paulo, SP.

(7) Membro ABM; Companhia Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

## DISCUSSÃO (1)

### ESTUDO DA SINTERIZAÇÃO DE MISTURAS DE PÓS DE COBRE E ESTANHO (2)

Eng. Vicente Chiaverini (3)

**Presidente:** Eng. João Gustavo Haenel

**Membros:** Eng. Vicente Chiaverini, Eng. Raul Cohen, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. Hugo L. Radino e Eng. Michel Loeb.

**Eng. Hugo L. Radino (4)** — O sr. falou na adição de outros elementos nestas misturas. Estes outros elementos acarretarão modificação apreciável?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Esses elementos são grafita e estearato de cálcio. No que se refere à grafita, as variações de volume, densidade e porosidade foram justamente estudadas nos gráficos das figuras n.ºs 20, 21 e 22. Verifica-se, a partir de um certo teor de grafita, maior dilatação, por ex. à medida que aumenta o teor de grafita, mesmo nas pressões mais baixas, já se verifica dilatação. De modo que deve haver alguma outra influência, além do alívio de tensões às pressões mais elevadas. Talvez essa maior dilatação com os teores de grafita mais elevados deva ser atribuída a possíveis reações químicas em que a grafita tome parte, embora essa explicação não pareça inteiramente satisfatória, visto que a grafita provavelmente não participa de qualquer reação em atmosfera de hidrogênio. O fato é que experimentalmente verifica-se essa dilatação. Em relação ao estearato de cálcio, a explicação é mais fácil por se tratar de uma substância que volatiliza durante a sinterização.

**Eng. Hugo L. Radino** — Se se adicionassem outros elementos metálicos a essas ligas? Por ex., zinco ou chumbo?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Esses materiais forçosamente vão afetar, mas eu não realizei experiências a respeito. Quando falei em adição de outros elementos, quis referir-me somente aos comumente encontrados nos mancais porosos auto-lubrificantes que são, hoje em dia, principalmente de bronze e ferro. E' minha intenção, entretanto, estender o estudo a outros materiais e ligas, como latão, que desempenha papel importante na fabricação de determinados tipos de peças para máquinas. Essas peças são feitas a partir de latão em pó, ou de misturas de pós de cobre e zinco, devendo os materiais se comportar diferentemente, em cada caso, na sinterização.

**Eng. João Gustavo Haenel (5)** — Nas micrografias das figs. 15 a 19 relativas a materiais comprimidos a 2,1 t/cm<sup>2</sup>, aparecem maclas que são tanto mais acentuadas quanto maior o tempo de sinterização. Quero

(1) C. T. n.º 159, Comissão A-3, Porto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM N.º 23, vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Assistente de «Materiais de Construção» da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Engenheiro da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Químico Industrial Espectrografista; Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, DF.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Chefe Sub-Secção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

saber se a uma pressão menor, foi notada a presença de maclas e com que intensidade.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Infelizmente não verifiquei tal fato, porque então o trabalho iria longe.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Não foi tirado nenhum aspecto micrográfico desse caso?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Não.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Porque talvez a explicação fôsse a de que as maclas são devidas a um encruamento mais acentuado e com pressões menores talvez não aparecessem.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Nessa questão de tamanho de grão verifiquei um fato que julgo estranho e para o qual não encontrei explicação: o tamanho de grão para tempos mais longos de sinterização foi menor; a experiência foi para sinterização durante 180 minutos, tendo verificado que para esse tempo o grão apresentava-se menor do que para 90 minutos de sinterização.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Aliás, entre 60 e 90 minutos já se nota uma diminuição de tamanho de grão.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Realmente, e essa diminuição acentuou-se a 180 minutos. Por segurança repeti a experiência e obtive o mesmo resultado. Não sei explicar o fenômeno.

**Eng. Baldassare Mattana** (\*) — A diminuição de grão não é favorável às qualidades dos mancais?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Sem dúvida. No tempo de sinterização que é considerado suficiente — 15 minutos — obtém-se uma granulação adequada. Como se vê pela figura n.º 16, a sinterização a 800°C, durante 15 minutos, já permite obter o produto completamente sinterizado.

**Eng. Hugo L. Radino** — Houve alguma diferença entre o se usar cobre oxidado e não oxidado?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Na mistura para mancais utilizei sempre cobre não oxidado, quer importado quer o produzido por nós mesmos. Tive sempre o cuidado, antes de realizar as misturas, de fazer uma redução prévia ao hidrogênio, com o fim de eliminar qualquer vestígio de óxido. O primeiro mancal produzido nos EE.UU. pela General Electric foi fabricado a partir de pó de cobre oxidado, porque durante a sinterização em atmosfera de hidrogênio, o óxido era reduzido deixando os vazios desejados. Como é difícil controlar-se o teor de óxido, isso pode levar a consequências perigosas. Se o teor de óxido for muito elevado, o material pode se expandir na sinterização até sua ruptura. Eu mesmo fiz uma tentativa nesse sentido, não tendo sido bem sucedido.

**Eng. Hugo L. Radino** — Nesse caso será preciso fazer um controle da quantidade de óxido.

**Eng. Vicente Chiaverini** — De fato, mas hoje não se procede mais assim. Nas minhas experiências, utilizei sempre cobre inteiramente reduzido.

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** (7) — Nas figuras 23 e 24 da página 154, o sr. fala em 2% e 4% de grafita. As manchas escuras correspondem à grafita?

(6) Membro ABM; Engenheiro Mecânico e Eletricista; Cia. Ferro Brasileiro S. A. Usina Gorceix, Caeté, MG.

(7) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista, Fábrica do Galeão; Rio de Janeiro, DF.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Grafita e poros.

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** — Recebi, há tempos, na Fábrica do Galeão, um mancal poroso e verifiquei que toda a fratura era escura; no entanto, com o polimento desaparecia o aspecto escuro. Em outras palavras, ficava um material que dava a impressão de ser simplesmente uma liga cobre-estanho.

**Eng. Vicente Chiaverini** — O mancal era mesmo poroso?

**Eng. Maurício S. Carneiro da Cunha** — Sim. Era um mancal de ônibus do tipo auto-lubrificante, porque não tinha lubrificação nenhuma. Estudei o caso, porque tive vontade de reproduzir o material em nossa fábrica.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Esses mancais são muito grandes? Se forem de tamanho razoável, podemos tentar sua fabricação no IPT. No momento, estamos executando alguns milhares para bomba de água dos automóveis Ford.

**Eng. Hugo L. Radino** — Foi feita alguma observação sobre o comportamento do mancal em serviço? Há modificações nas suas propriedades durante o uso?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Não tenho propriamente experiência disso, porque não tenho observado esses mancais em funcionamento durante anos, mas os fabricantes garantem que esses mancais apresentam longa duração. Muitas vezes é necessário realizar-se nova impregnação com óleo. O sistema é realmente interessante. Quando o mancal entra em funcionamento, forma-se uma película lubrificante entre o eixo e o mancal e, ao parar de funcionar, por capilaridade, este óleo é reabsorvido, de maneira que não se perde praticamente óleo algum. Em casos em que se quer levar a montagem a cuidado extremo, pode-se manter o mancal em comunicação com uma câmara de óleo, de maneira que se tem garantia absoluta de perfeita lubrificação.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Ao encerrar os debates quero congratular-me com o colega pela apresentação desse trabalho de metalurgia de pó, que representa mais uma contribuição valiosa desse ramo em nosso meio, que se acrescenta a outros trabalhos seus sobre o mesmo assunto e que já foram sumariados na literatura estrangeira. É realmente, uma contribuição valiosa sob todos os aspectos.

## DISCUSSÃO (1)

### REDUTIBILIDADE DE MINÉRIOS DE FERRO COM ALTO TEOR DE ÓXIDO DE TITÂNIO (2)

**Cap. Eng. George Soares de Moraes (3)**

**Presidente:** Prof. Luciano Jacques de Moraes.

**Membros:** Eng. Nero Passos, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Vicente Chiaverini e Dr. Theodoro Niemeyer.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes (4)** — Nesse processo também se pode empregar minério com teor mais baixo de titânio?

**Cap. George Soares de Moraes** — Nesse sistema, nesse método de análise pode ser aplicado qualquer minério, se se quiser estudar a influência do tamanho da partícula e da temperatura na velocidade de redução do minério.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Principalmente em São Paulo as magnetitas não são muito abundantes e o teor de titânio não é muito elevado; têm uma certa percentagem, mas não chega a 10 %. Também se encontra em Pernambuco, no Território de Guaporé, não falando em Ceará, Goiaz e Minas Gerais e nas areias monazíticas da costa. Estes minérios de que falei, que existem em São Paulo e Santa Catarina não têm um teor alto de titânio, mas talvez apresentem alguma possibilidade de serem aproveitados.

**Cap. George Soares de Moraes** — São quase todos redutíveis até quase 100 %. O que resta saber é se é econômico fazer o tratamento ou se é anti-econômico. Nos Estados Unidos a Jones & Laughlin Steel Corporation está usando uma percentagem de minério titanífero em condições que não chegam a ser econômicas, porque não tem minério melhor. Parece que talvez não seja econômica a extração do ferro deste minério, quando temos outro minério que apresenta melhores condições. Como disse, o Bureau of Mines fez um trabalho em que dizia que o óxido de titânio pode ser reduzido a 1200 graus.

**Eng. Horace A. Hunnicutt (5)** — Pergunto ao colega qual é a percentagem de titânio que é encontrado no ferro gusa, aqui em nosso país?

**Cap. George Soares de Moraes** — Aqui no Brasil não temos quase titânio.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Nem traços, pelo menos?

**Cap. George Soares de Moraes** — Que eu saiba não chega nem a apresentar traços.

---

(1) C. T. n.º 160, Comissão A-2, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, Vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Chefe da Divisão de Manutenção, Parque de Aeronáutica de São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Companhia Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

(5) Membro ABM; Engenheiro Mecânico; The International Nickel Co., São Paulo, SP.



**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Os nossos minérios, excetuando este de São Paulo, Paraná e Minas, não têm, praticamente, titânio.

**Cap. George Soares de Moraes** — Os minérios que têm titânio, no Brasil, não são considerados minérios de ferro.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Alguns são, mas o teor de titânio não é muito alto, aliás a presença de titânio foi um dos motivos por que, na questão do aproveitamento das jazidas de Ipanema, ainda no período colonial surgiram dificuldades. Para lá mandou o Governo uma porção de engenheiros, inclusive estrangeiros, mas que, em face das dificuldades de então, não puderam prosseguir em seus trabalhos.

**Eng. Geraldo Melcher** (6) (discussão escrita) — Tendo realizado uma série de ensaios de redução com aparelhagem semelhante à usada pelo autor, desejamos apresentar alguns comentários sobre o modo pelo qual o problema é encarado no presente trabalho, sobre o método experimental e as conclusões às quais o autor chegou a partir dos resultados obtidos, bem como pedir alguns esclarecimentos adicionais.

Situa o autor o problema como sendo de interesse local americano. Acreditamos, entretanto, que poderá ser também de importância para São Paulo, pois estamos informados que industriais paulistas já se interessaram pelas magnetitas com alto e irregular teor de titânio, que ocorrem na Serra de Paranapiacaba.

Somos de opinião que sob o título genérico de "Redutibilidade de minérios de Ferro" devem ser distinguidos dois problemas bastante diferentes entre si, quer na parte conceitual, quer no método experimental:

1.º — A determinação da redutibilidade de determinado minério, com o fim de comparar os resultados obtidos, com aqueles que foram colhidos com minérios diferentes, por outros pesquisadores. Exige isto uma rigorosa padronização dos métodos de ensaio, pois bastaria variar um dos múltiplos fatores que intervêm no processo de redução, para impossibilitar qualquer confronto entre os resultados de dois experimentadores diferentes. Como ainda não é conhecida quantitativamente a influência dos fatores externos sobre a redução de uma maneira geral, não são admissíveis extrapolações de dados obtidos em condições diversas, para efeito de comparação. Não tem valor a afirmativa de que um minério é mais ou menos redutível do que um outro, se ambos não foram ensaiados em condições rigorosamente iguais.

2.º — A realização de ensaios em condições externas variáveis, com o fim de determinar quantitativamente sua influência sobre a velocidade de redução. É este um assunto extraordinariamente complexo, que exigiria um grande número de ensaios com diferentes minérios, para a sua solução, mesmo parcial. Não se pode, atualmente, pretender imitar o alto forno em aparelhagem experimental deste tipo com o fim de derivar relações práticas de aplicação industrial direta, pelo simples fato de que ainda não são conhecidas com precisão as condições existentes no interior do alto forno. Na realidade, quase todos os fatores, como sejam: natureza, pressão, temperatura e velocidade dos gases redutores são diferentes no alto forno e no aparelho que serviu para estas experiências.

Acreditamos assim, que o presente autor deveria ter seguido rigorosamente o método de Joseph, pois empregando minério britado fino em vez de cubos com arestas de 1,5 cm impossibilitou a comparação da

(6) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; São Paulo, SP.

redutibilidade do minério titanífero com os numerosos minérios ensaiados por Joseph. Não nos parece válida a justificativa de ter-se procurado manter as condições reais de redução (pg. 163). Muito ao contrário, um minério com diâmetro de 0,54 mm é tão fino que terá características muito mais diferentes das reais do que um cubo com 1,5 cm de aresta, uma vez que na prática, o minério tem diâmetro de alguns centímetros. A sugestão da possibilidade de ser o minério fino sintetizado (pg. 165) complica ainda mais o problema. Neste caso é o sinter e não o minério granulado, que deveria ter sido submetido a ensaios de redução.

No parágrafo referente à porosidade (pg. 165), diz o autor que foram tiradas amostras "ao acaso". Seria lógico esperar que fôsse ensaiada uma amostra média.

A pressão (pg. 167) provavelmente foi de 54 mm acima da pressão atmosférica, que deveria ter sido citada. Uma pressão de 54 mm, como foi indicado, corresponderia a grande rarefação da atmosfera redutora.

Teria sido conveniente que o autor indicasse o peso de minério empregado em cada experiência. Sem este elemento não se pode fazer idéia da precisão com que o ensaio foi realizado e perde também o valor a apresentação de outros dados, como o fluxo de gás e do aumento de peso dos tubos em U até ser considerada completa a reação.

Pela nossa experiência, o fator que limita a precisão destes ensaios é a falta de homogeneidade do minério, mesmo quando o aspecto exterior é uniforme. Não há portanto conveniência em exagerar a precisão da experiência além de um certo limite. Para dar uma idéia da concordância entre os resultados de ensaios reiterados, teria sido útil apresentar todas as curvas de redução obtidas. Para deduções posteriores, poderia servir a média calculada dos resultados.

Na apresentação dos resultados (pg. 169), o autor supõe a existência de um ponto único nas curvas de redução para diâmetros muito pequenos. É evidente que a diminuição do diâmetro acarreta aumento da velocidade de redução, porém a inexequibilidade de experiências com partículas tão pequenas e a impossibilidade de então representar o fenômeno gráficamente, a não ser em escala muito mais ampliada, não justifica a suposição de um ponto único.

Na quarta dedução que o autor faz a partir de seus resultados (pg. 171), admite a possibilidade de análise errada do minério. Se isso fôsse o caso, todos outros ensaios também deveriam mostrar discrepâncias entre a quantidade de água absorvida realmente e a calculada a partir do peso de minério e da análise. Pela forma da curva parece mais provável que a redução foi completa, não tendo havido, entretanto, absorção total da água formada.

Em suas deduções sobre o efeito da temperatura (pg. 172), o autor, aparentemente, se situa em contradição com pesquisadores anteriores. Em nossas experiências já havíamos verificado aumento da redutibilidade em função da temperatura, sem que isto fôsse novidade uma vez que, p. ex., Lewis já verificou o mesmo.

O autor considera evidente que não há reação nas vizinhanças ou abaixo de 400°C (pg. 172). No entanto, apresenta um gráfico (fig. 4) pelo qual após 140 minutos mais de 80% do minério foi reduzido.

São, em resumo, as seguintes objeções que apresentamos às conclusões do trabalho (pg. 173):

1. Pelo que foi dito acima, a conclusão de que o minério a 30 mesh teria a granulometria ideal para a redução em alto forno, não nos parece ter fundamento. Qualquer outro experimentador, operando em condições diversas, porém não mais afastadas das reais, poderia chegar a recomendar, p. ex., 10 mesh, apoiando-se em raciocínio idêntico.

2. Não tem suficiente apóio experimental no presente trabalho, a afirmativa de que o minério começa a reduzir-se a aproximadamente 350° C.

3. A continuidade do aumento da velocidade de redução em função da temperatura não deve ser confundida com proporcionalidade. Na representação gráfica da relação entre as duas variáveis obtém-se uma curva e não uma reta.

4. Uma vez que o próprio autor admite a importância da porosidade, sua determinação deveria ter sido feita, pelo menos para apresentar seu valor como elemento informativo, essencial para caracterizar o minério.

5. Quando se fala em poder catalítico, é preciso fazer distinção entre catalizadores adicionados aos gases redutores ou ao leito de fusão e a ganga do minério, que dificilmente poderá ser considerada como catalizador.

6. Não nos parece lícito aplicar o "Reduction Index" ou o "Slope Index" quando as experiências não seguiram rigorosamente as condições padronizadas dos autores que propuseram estes índices.

7. Como em trechos anteriores, o autor põe-se em oposição a pesquisadores anteriores, de uma maneira um pouco vaga. Teria sido suficiente incluir-se entre aqueles que constataram a ausência de aglomeração, sinterização ou escórias na redução de minérios relativamente puros a 800° C, pelo hidrogênio.

Pediríamos ainda alguns esclarecimentos adicionais sobre os seguintes pontos:

1. Quais foram os processos estatísticos a que se refere na pág. 163, a não ser o referente à porosidade que é um fator intrínseco do minério e não uma condição variável?

2. Fala o autor em 3,37 l/min. como velocidade ideal que se intercala entre perda e recuperação do gás (pág. 165). No presente caso, o que entende por perda e se o excesso de H<sub>2</sub> foi queimado, qual a recuperação?

3. O que significa que o SiO<sub>2</sub> pode ser tratado pelo método de Olmer (pág. 166)?

4. De que maneira um exame da constante K mostra que pequenas quantidades de impureza influenciarão muito a velocidade de redução (pág. 166)?

5. Por que os tubos em U foram preenchidos com H<sub>2</sub> antes de ser iniciada a redução (pág. 166)?

6. No que se baseia o autor para afirmar que o fluxo de H<sub>2</sub> a 800° C passa de lamelar a capilar quando a granulometria do minério está abaixo de 30 mesh (pág. 171)?

7. Constando os tempos em todos os gráficos na abcissa, não compreendemos como podem convergir. O ponto em comum de todas as curvas é a origem, i. é., não foi ainda iniciada a reação. Qual a ligação entre a suposta convergência de curvas e a hipótese de realizar-se a reação com máxima rapidez no estado líquido (pág. 172)?

Finalmente, desejamos recomendar ao autor a observância rigorosa das normas usuais na apresentação das referências bibliográficas. Quando um trabalho é consultado em tradução ou através de citação de outro autor, isto sempre deve ser indicado. Já é discutível a prática de Specht e Zappfe de traduzir os títulos originais dos trabalhos consultados para o idioma inglês. Não vemos a razão de serem conservados estes títulos em inglês, num trabalho em língua portuguesa. Deveriam ter sido conservados no original ou então traduzidos para o nosso idioma.

## DISCUSSÃO (1)

### CONSTRUÇÃO DE UM ALTO-FÔRNO PARA FINS EXPERIMENTAIS (2)

**Prof. Amaro Lanari Jr. (3)**

**Presidente:** Prof. Luciano Jacques de Moraes.

**Membros:** Eng. Nero Passos, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Vicente Chiaverini e Dr. Theodoro Niemeyer.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes (4)** — Na ausência do autor o Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, que apresentou o trabalho, responderá aos pedidos de esclarecimentos. E' preferível, no entanto, que sejam as discussões encaminhadas, por escrito, ao autor.

**Cap. George Soares de Moraes (5)** — Já tive experiência com fornos experimentais, no Carnegie Institute of Technology, e quero lembrar que existe a seguinte dificuldade: ao que parece, à primeira vista, êste forno é uma redução sôbre escala de um forno standard, em que tôdas as dimensões foram divididas por um mesmo fator. Na nossa experiência, isto não dá resultado satisfatório. O caso foi o seguinte: reduziu-se as dimensões, mas o gradiente térmico continuou o mesmo. De maneira que os efeitos não serão produzidos na pequena escala. Tivemos que reconstruir o forno, porque não aquecia bastante; o metal líquido se solidificava, e mesmo com a introdução de oxigênio puro não conseguimos sequer uma corrida. E' possível que com várias modificações introduzidas o referido forno, posteriormente, tenha vindo a funcionar. Entretanto, não mais seria térmo de comparação com um alto-forno comercial, pois que as condições já seriam muito modificadas.

**Prof. Tharciso D. de Souza Santos (6)** — Êsse forno não foi construído, baseando-se sômente na redução proporcional das escalas. Nisso, é que residem as dificuldades. O autor do trabalho preocupou-se em obter um projeto que possivelmente funcionará.

**Eng. João Gustavo Haenel (7)** — Apenas queria dizer que o forno que o prof. Lanari pretende fazer é baseado num estudo que já foi feito, e penso que deve ter dado algum resultado. As dificuldades devem ser, de fato, muito grandes mas parece que já houve algum êxito nessas tentativas.

(1) C. T. n.º 161, Comissão A-2, Pôrto Alegre, RJS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Civil; Professor interino da Escola Politécnica de São Paulo; Siderúrgica J. L. Aliperti S.A., Engenheiro Chefe; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Companhia Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

(5) Membro ABM; Engenheiro Metalúrgico; Chefe Divisão de Manutenção, Parque de Aeronáutica de São Paulo, SP.

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, chefe Sub-Secção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — O prof. Lanari baseou-se, nesse trabalho, inicialmente, na experiência obtida em uma contribuição relatada no Journal of the Iron Steel Institute. Os autores ingleses citados por ele depois de introduzir várias modificações conseguiram um forno que funcionou.

**Químico Edgard K. de Oliveira** (8) — Eu desejaria perguntar ao prof. Tharcisio que número de horas trabalharia este forno. Parece que ele falou em uma tonelada em 24 horas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — A capacidade do forno considerado pelo Eng. Lanari é de cerca de 1 tonelada por 24 horas. O forno inglês com um diâmetro um pouco maior do que o projetado teria conseguido trabalhar continuamente por períodos de cerca de uma semana. Mas, segundo mencionam os autores do trabalho citado, isto somente foi conseguido depois de várias modificações.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Quero lembrar que qualquer experiência, qualquer resultado que se obtenha, visando inicialmente o consumo de combustível, é muito interessante, porque quem trabalha em siderurgia sabe a grande dificuldade que há no problema do combustível, na obtenção do carvão que está ficando cada dia mais difícil e mais caro. Digo difícil porque há uma porção de óbices no transporte e no custo da mão de obra. Quero recordar que na Escola Nacional de Minas e Metalurgia, em Ouro Preto, há um parque metalúrgico que foi construído há alguns anos, onde se encontra um pequeno forno de algumas toneladas, feito com este objetivo, mas que não tem funcionado, creio que mais por questões burocráticas de dificuldade de obtenção de verbas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — O forno existente na Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto é excessivamente grande para estudos do gênero a que se propõe o Eng. Lanari. Sua capacidade é de cerca de dez toneladas por dia.

**Eng. Dimitry Pospeloff** (discussão escrita) — O problema de economia de combustível nas usinas siderúrgicas, levantado pelo Eng. Amaro Lanari Jr. é de extraordinária importância, pois:

- 1) baixa o preço de metal; e
- 2) dá a possibilidade de fundir maior quantidade de metal, com quantidade de combustível às vezes limitada, o que é muito importante para o Brasil no presente. Pelo caminho da diminuição do consumo de combustível passou a metalurgia de todos os países do mundo. Noutros países o consumo de combustível por tonelada de gusa foi maior em relação à unidade, mas modernamente apresenta redução considerável. Isto foi conseguido pelos trabalhos científicos e experimentais de Institutos de Pesquisas e das Usinas. Segundo as experiências de usinas metalúrgicas de outros países, a realização da redução do consumo de combustível deve ser dividida em duas partes principais:

- 1) ações práticas, e
- 2) trabalhos científicos e experimentais.

#### Ações práticas

Como demonstra a experiência, para a redução do consumo de combustível por tonelada de gusa, é muito importante a qualidade e o estado físico das matérias primas (especialmente do combustível) que são carregadas no alto-forno. Como indica o Eng. Amaro Lanari

(8) Membro ABM; Químico Industrial; Siderúrgica Riograndense S.A.; Pôrto Alegre, RGS.

Jr., no Brasil todos os altos-fornos, exceto o de Volta Redonda, trabalham com o carvão vegetal. Para o momento a mais importante questão é a da redução do consumo de carvão vegetal por tonelada de gusa.

1 — O carvão vegetal, como combustível de altos-fornos possui qualidades positivas e negativas em comparação com outros combustíveis.

A qualidade negativa do carvão vegetal é sua fragilidade. Isto exige muito baixa percentagem de cinza, enxôfre e fósforo, o que dá a possibilidade de produzir a preço baixo gusas com teor baixo de fósforo e de enxôfre. Para a obtenção de carvão vegetal com baixo teor de cinza, enxôfre e fósforo é necessário tomar as seguintes medidas: classificar a madeira para a preparação de carvão vegetal, segundo a grossura de troncos, pois a percentagem de cinza e fósforo nos troncos é consideravelmente maior, do que nos ramos e principalmente na casca.

A qualidade negativa do carvão vegetal e sua fragilidade. Isto exige que o carvão seja tratado cuidadosamente durante o transporte e que se realizem o menor número possível de descarregamentos, pois em cada descarregamento o carvão fraciona-se muito.

É necessário dizer, que nenhuma medida das citadas acima, é cumprida atualmente, pois

- a) a classificação da madeira, segundo a grossura de troncos não é realizada;
- b) a queima do carvão em medas faz-se muito imperfeitamente; o carvão fica muitas vezes queimado demais, o que produz carvão muito miúdo e frágil;
- c) a classificação depois da queima é imperfeita; nota-se a tendência de dar maior quantidade de carvão, fornecendo o carvão com impurezas, e até às vezes com terra;
- d) o carvão durante o transporte é tratado geralmente com negligência; o carvão é transportado em sacos, os quais durante o trajeto são baldeados diversos vèzes, antes de chegar aos altos-fornos.

Os depósitos de carvão e os dispositivos de carregamento de alto-forno não são sempre próprios para o carvão vegetal. E é claro que nestas condições o carvão vegetal perde as suas qualidades positivas, em comparação com outros combustíveis; assim:

- a) o teor de cinza alcança até 6-10 %, quando na realidade deve ser de 2-3 %;
- b) o teor de fósforo alcança 0,05—0,07 %, quando na realidade deve ser de 0,02—0,03 %.

O carvão assim desvalorizado em volume ou em pêso, é fornecido ao alto-forno; o consumo de tal carvão vai, sem dúvida, ser maior, do que o de carvão bom, pois na quantidade de carvão carregado no alto-forno existe a impureza, a qual é nociva e dificulta o seu funcionamento. Além disso para a escorificação da elevada percentagem de cinza é necessário maior consumo de carvão.

2 — Para a redução do consumo de carvão por tonelada de gusa é também importante o estado físico do minério carregado e das matérias fundentes. Todos êstes materiais devem ser britados e peneirados. Grandes pedaços e pó não devem entrar para o alto-forno. O minério em pó deve ser submetido à sinterização. A redução do consumo de combustível com o uso do minério sinterizado na carga é patente.

Estas medidas não são cumpridas nas muitas usinas. Resultando disso, como escreve o Eng. Amaro Lanari Jr. tem-se no Brasil o consumo de 1.100 kg de carvão vegetal por tonelada de gusa ao passo que na Suécia é de apenas 600 kg. Na Suécia, como também em alguns outros países, a classificação de madeira para a queima, a classificação exata do carvão, o tratamento cuidadoso deste durante o transporte e o carregamento de alto-forno, a atenciosa preparação de materiais de carga são as leis práticas, elaboradas durante dezenas de anos de trabalhos e sempre cumpridas nas usinas. Isto dá possibilidade à Suécia de produzir por preço baixo os conhecidos gusas suécos, livres de fósforo e enxôfre; e os aços de alta qualidade para os diversos fins, que são fabricados até nas pequenas usinas. E' interessante saber que para a produção de gusa com pequeno teor de fósforo, em algumas usinas da Suécia, é usado o tratamento do minério de ferro pelos ácidos para a purificação em fósforo.

#### **O funcionamento de alto-forno com a super-elevação da temperatura do ar**

O funcionamento de alto-forno com alta temperatura de ar não é tão simples, como na teoria. Teoricamente, da elevação da temperatura do ar resulta economia de combustível. Mas na prática acontece que com o aumento da temperatura do ar, a carga deixa de baixar e o funcionamento de alto-forno cessa de ser uniforme. Vimos os altos-fornos que funcionam com a temperatura do ar de 850°—880°C e com a temperatura aproximadamente de 400°C. Como demonstra a prática para o funcionamento de alto-forno com mais alta temperatura, para a economia de combustível é necessário:

1) Antes de tudo, o combustível (carvão vegetal ou coque) de alta qualidade e ao mesmo tempo de uniforme qualidade.

2) Os minérios e as matérias fundentes devem ser também de qualidade uniforme (composição química e estado físico).

Nota-se que durante a fusão de minérios compactos e de difícil redução é mais fácil elevar a temperatura do ar, não havendo neste caso sempre a possibilidade de economia do combustível.

3) O cuidado no trabalho e preparação de cargas para o forno. Até que seja conseguida a aprendizagem de maneira de operar a temperatura do ar elevada, decorrerá muito tempo; especialmente em trabalhos acelerados de alto-forno.

No entretanto, executando-se as condições acima citadas, e com a prática adquirida pelos operários, o trabalho no alto-forno com a temperatura do ar elevada, sem dúvida trará economia do combustível como acontece na América e na Alemanha.

#### **O funcionamento do alto-forno sob alta pressão e com o ar seco em parte**

A prática dos últimos anos demonstra, que o trabalho com a alta pressão dá a possibilidade de aumentar o rendimento do alto-forno e baixar o consumo de combustível por tonelada de gusa, mas para isto é indispensável a execução precisa de todas as condições, indicadas acima, no funcionamento dos altos-fornos a alta temperatura do ar. Estas condições, não sendo atendidas, provocam a interrupção do funcionamento uniforme do alto-forno, tornando-se nulo o efeito desejado. O mesmo devemos dizer do funcionamento do alto-forno com ar seco em parte.

### Medidas científicas e experimentais

Para a redução do consumo de combustível e para as investigações dos meios de trabalho mais econômicos, como também para o melhoramento da qualidade do metal, são necessários diversos trabalhos experimentais, os quais são realizados em todos os países do mundo.

Para os trabalhos científicos e experimentais, o Eng. Amaro Lanari propõe construir um pequeno alto-forno de experiências. Para o país é mais econômico a realização de experiências num pequeno alto-forno, construído para este fim, que possua mão de obra qualificada, dando às usinas os métodos de trabalhos já elaborados ao invés, das usinas terem que realizar as experiências em grandes altos-fornos, nem sempre possuindo os meios técnicos para a completa valorização da experiência e dos resultados do processo.

Mas com as medidas do alto-forno, indicadas no trabalho não concordamos. O alto-forno é pequeno demais, os resultados das experiências não seriam suficientes e não dariam dados necessários para os altos-fornos das usinas. Conhecemos os altos-fornos experimentais de grandes e pequenos tamanhos, que funcionam com o enriquecimento do ar pelo oxigênio, como também sem este. Nos pequenos altos-fornos é muito difícil manter o cadinho suficientemente aquecido durante as irregularidades de funcionamento do alto-forno, o que frequentemente encontramos nos altos-fornos experimentais, devido ao funcionamento não ser contínuo (não existindo depósitos, oficinas para consertos, e peças sobressalentes). De modo que um pequeno conserto a fazer, causa às vezes interrupções de trabalho, resultando que o período de funcionamento uniforme do alto-forno é relativamente curto e esporádico, o que sem dúvida modifica os resultados finais das experiências. Achamos que para o alto-forno de experiências o diâmetro do cadinho não deve ser menor que 800 mm, realizando-se as respectivas modificações de todas as outras medidas. Sem dúvida o preço de construção do referido alto-forno será maior, porém os resultados das experiências vão ser mais exatos. Este alto-forno deve ser construído para funcionar com coque ou com carvão vegetal. Em tempo livre de experiências o alto-forno poderia produzir gusa de diversas qualidades afim de vendê-lo. Com o alto preço do gusa, esta medida baixa consideravelmente o preço de manutenção do alto-forno.

Durante o tempo necessário para a construção do alto-forno especial para as experiências, poderiam as experiências de funcionamento do alto-forno ser realizadas em outra usina, que possua o seu forno a disposição. A adaptação desse alto-forno para a realização das experiências seria economicamente pequena. A experiência do funcionamento do alto-forno em condições normais, isto é, sem enriquecimento do ar pelo oxigênio, sem a secagem da corrente de ar e sem alta pressão, não modificaria o funcionamento normal do alto-forno e a usina não sofreria perdas. Ao contrário, a usina se veria numa posição privilegiada, pois as experiências dariam a possibilidade de regular o alto-forno. Os únicos gastos seriam os empregados nos trabalhos de laboratórios (as análises químicas de gases, do combustível, das matérias primas etc.).

Como experiências iniciais sugeriríamos as seguintes:

1) Experiências de funcionamento do alto-forno nas condições normais:

- a) ensaio do estado do cadinho;
- b) ensaio das condições da cuba;
- c) ensaio do estado da boca;
- d) ensaio de distribuição de matérias primas e de gases no alto-forno, e
- e) ensaio do processo de redução no alto-forno.



Com as experiências indicadas procurar-se-á regularizar o funcionamento do alto-forno afim de obter melhores resultados para a redução do consumo de combustível e de aumento da produção.

2) As mesmas experiências devem ser feitas com carvão bem preparado e com as matérias primas escolhidas.

3) Seguir-se-iam as experiências:

- a) com a corrente do ar secada em parte;
- b) com a corrente do ar enriquecida pelo oxigênio; e
- c) com a pressão aumentada;

as quais seriam realizadas no alto-forno construído para as experiências ou no da usina, que deverá ser então adaptado para este fim.

**Eng Janusz Wscieklica** (discussão escrita) — Quero congratular-me com o Dr. Lanari pelo seu excelente artigo. As bases de funcionamento de alto forno foram expostas de um modo simples e muito claro. Queria discutir aqui apenas três pontos:

1. A respeito do emprêgo da super-pressão o Dr. Lanari diz que o aumento de pressão dificulta a reação  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$  e dá, dêste modo, um contrôlo sôbre a redução direta no forno. Sem dúvida tal é o resultado global da influência da super-pressão. Ora, a meu ver, a troca da posição de equilíbrio da reação  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$  com a pressão — que na figura 1, p. 180 pode ser mostrada abaixando a curva de equilíbrio  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2 \text{CO}$  — é de importância secundária. A maior vantagem da marcha com super-pressão é que, aumentando a concentração molecular do gás redutor ou o número de contatos entre o CO e o minério por unidade de tempo, a redução pode ser efetuada a uma temperatura mais baixa onde a estabilidade de  $\text{CO}_2$  é maior e o excesso de CO necessário para a redução menor.

Isso significa que na fig. 1 a parte esquerda da “curva do alto forno” desce, e a parte direita desta curva sobe. A distância entre a curva  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2 \text{CO}$  e a “do alto forno” diminui na zona interessante à reação de solução de carbono (acima de 900 — 950°C) e a redução direta, apesar de uma atividade de  $\text{CO}_2$  aumentada (devido à sua pressão parcial mais elevada), é, ou pelo menos, pode ser, mais difícil.

2. A respeito do aumento da temperatura do ar, concordo perfeitamente com o Dr. Lanari que as vantagens a obter serão maiores para o forno a coque que para o forno a carvão de madeira. Queria sômente observar que um forno a carvão de madeira sendo muito mais insensível aos finos que o forno a coque e, tendo uma descida de carga mais regular pode aceitar uma temperatura de ar muito mais elevada sem prejuizo do movimento de sua carga.

3. A respeito de secagem de ar queria apenas notar que para um alto forno trabalhando com uma temperatura de ar muito elevada no limite de descida regular da carga, a secagem do ar resultaria nos desarranjos para o forno elevando ainda a temperatura de combustível. Num tal caso pode ser mais interessante, e muito mais barato, ajuntar o vapor da água no ar quente para manter a umidade bem constante e elevá-la de  $\pm 20 \text{ g/m}^3$  por cada 100°C de aumento da temperatura de ar. Supondo que o  $\text{H}_2$  formado participe do total na redução do minério, o vapor de água serve só para absorver o calor na zona da combustão onde êle já existe em excesso das necessidades e para devolvê-lo na cuba onde êle falta. Os resultados com uma tal marcha obtidos na Rússia (1), e no Canadá pela “Dominion Steel and Coal Corp.” (2) são, parece, muito satisfatórios.

(1) TAYLOR, J. — «Influence of Gas/Solid Temperature Differences on Blast Furnace Operations», Journal of the Iron and Steel Institute, February, 1950.

(2) FULTON, L. M. — «Hanging Blast Furnaces», Journal of Metals, March, 1950.

**Resposta escrita do autor:** — Quando se aumenta a pressão no alto-forno, **todas as outras condições permanecendo as mesmas**, o resultado global das alterações físico-químicas introduzidas se traduz simplesmente na modificação da posição da curva representativa da reação  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ .

Sabe-se perfeitamente que as posições das curvas das reações de redução (ou oxidação) dos óxidos de ferro, no diagrama de Chaudron, não são alteradas. Realmente, as pressões parciais dos gases presentes são alteradas, tal como a pressão total, mas as concentrações respectivas (que não se devem confundir com essas pressões parciais) permanecem constantes, **todas as outras condições supostas as mesmas**.

Deve-se ter cuidado, ao estudar, em tese, as condições de marcha do alto-forno, em não se confundirem os princípios gerais e as tendências dos fenômenos com os elementos que caracterizam cada forno particular. A rigor, cada forno reage diferentemente a uma determinada alteração de suas condições de marcha, o que poderia levar a falsas conclusões se se considera apenas o forno e não o fenômeno em si. O emprêgo do sinter resultou várias vezes em fracasso mas daí não se poderia concluir que o sinter é inconveniente.

Cada forno existente é um problema particular e para êle se deve procurar o remédio específico mais eficaz. Isto é, porém, outra questão, a qual compete exclusivamente a cada engenheiro de alto-forno.

Como bem observa o eng. Janusz, a injeção de vapor d'água pode ser remédio mais eficaz que a secagem do ar, em determinadas condições de marcha. Da mesma forma, não se pode garantir que todos os fornos reagirão do mesmo modo diante de uma super-elevação da temperatura do ar.

Por tudo isso é que o autor é cético quanto a resultados absolutos de experiências do tipo da que propôs. Em sua opinião, a procura de elementos quantitativos extrapoláveis seria pura utopia. A natureza, o sentido e a importância dos fenômenos devem ser apreciados simplesmente por meio de resultados qualitativos relacionando diferentes condições de marcha. Não importa, por isso, que as dimensões do pequeno alto-forno proposto sejam muito menores que as normais. É sabido, das experiências de Saunders, que êsse pequeno forno pode trabalhar em regime de marcha contínua. Desde que o tempo de passagem das cargas seja próximo do normal, podem-se, evidentemente, comparar os resultados de marchas diferentes: marcha normal com diferentes minérios "in natura", marcha normal com sinter, marcha com minério "in natura" e super-pressão, marcha com sinter e super-pressão, etc. etc. A comparação dessas diferentes marchas entre si fornecerá dados suficientes para uma apreciação prática dos resultados.

Esses dados se referirão evidentemente ao pequeno alto-forno, e só a êle, mas não serão menos úteis, por êsse fato, se o que se procura são, como não poderiam deixar de ser, apenas relações qualitativas ligando essas diferentes condições de marcha.

## DISCUSSÃO (1)

### INTERPRETAÇÃO DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DAS AREIAS DE FUNDIÇÃO (2)

Eng. Carlos Dias Brosch (3)

**Presidente:** Eng. Miguel Siegel.

**Membros:** Snr. Pedro Santana, Eng. Lino A. de Lacerda Santos, Eng. Carlos Burger Jr., Eng. Carlos Dias Brosch e Eng. Venâncio F. Alves.

**Snr. Pedro Santana (4)** — Não compreendi bem o caso dos machos soprados.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Isso corresponderia, talvez, ao termo inglês, ou seja o mais comum — “Core Blower”, isto é, uma máquina que funciona por meio de um jacto de ar comprimido que impulsiona a areia. É uma máquina muito usada nos Estados Unidos. Aliás, parece-me também que na Alemanha essa máquina já era bastante usada, há cerca de 30 anos.

**Eng. Miguel Siegel (5)** — Aqui no Brasil existem, pelo menos 10 máquinas de soprar machos.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Só?

**Eng. Miguel Siegel** — Pelo menos. Deve ter mais.

**Snr. Lybio A. Maciel (6)** — Tenho impressão que no sul não temos dessas máquinas.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Em São Paulo sei da existência de dez.

**Eng. Raul Cohen (7)** — Na página 201 está figurado o diagrama deformação-resistência de areias de fundição. Sobre a interpretação desse diagrama é que desejo um esclarecimento do colega. Qual é a área desse diagrama que indica o emprêgo satisfatório da areia para moldagem? É toda a zona que está limitada pelas linhas externas?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — É a limitada pela curva externa e a reta. Uma espécie de quadrilátero, excetuando-se esse triângulo inferior (DEF).

**Eng. Raul Cohen** — A faixa central BG-CH seria a faixa melhor aplicável?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Em um trabalho especializado, um autor americano estabeleceu que essa era a faixa melhor aplicável às

(1) C. T. n.º 162, Comissão B-2, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, vol. 7, abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgia; Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Assistente-técnico Siderúrgica Riograndense S.A.; Pôrto Alegre, RGS.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

(6) Membro ABM; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; Pôrto Alegre, RGS.

(7) Membro ABM; Engenheiro da Secção de Metais, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre, RGS.

areias com carvão. Na parte à direita deste segmento, seriam aplicáveis as areias com alta plasticidade, e na parte esquerda areias com argilla, sem carvão.

**Eng. Raul Cohen** — Aliás, eu desejava esclarecer que as areias que temos usado no SENAI caem justamente dentro dessa faixa à direita da faixa central.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Contém dextrina?

**Eng. Raul Cohen** — Contém dextrina e bentonita. São de alta plasticidade e baixa resistência.

**Eng. Miguel Siegel** — Vou, então, fazer uma pergunta sobre a figura 7. O defeito que figura foi atribuído à baixa resistência. Isso não é combinado com a dilatação?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — E' um molde a verde. O fenômeno ocorre no momento da moldagem, não tendo relação com as altas temperaturas.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Esta unidade de medida que usa aqui, representa polegada quadrada? Qual é o critério que está sendo adotado atualmente? E' esta medida inglesa ou métrica?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — A métrica, é usada nos trabalhos científicos.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Mas na linguagem prática, lá em São Paulo, está sendo usada a inglesa.

**Eng. Raul Cohen** — Nossos aparelhos são todos feitos para observação dos resultados em unidades inglesas.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Mas, há uma tendência a se utilizar a unidade métrica.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Tendência oficial há, mas na vida industrial acho que não.

**Eng. Miguel Siegel** — Talvez eu possa esclarecer.

Começou-se a utilizar essa unidade métrica no I.P.T. em certificados oficiais devido à Lei Metrológica. Entretanto, em linguagem de fundição a usada é a outra. Parece-me, mesmo, que até hoje, onde não se cita expresamente as unidades usam-se simplesmente unidades A.F.S.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Perguntei justamente porque nós, aqui no sul, usamos mais os centímetros quadrados em determinadas medidas de resistência. Ou usamos  $\text{kg/mm}^2$  ou  $\text{kg/cm}^2$ .

Essas bentonitas sódicas ou cálcicas apresentam cores diversas? Nota-se, por exemplo, vamos dizer, a olho nú?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Varia um pouco com a origem da rocha. De um modo geral, porém, pode-se afirmar que as bentonitas cálcicas são mais escuras. Há uma certa tendência para o verde, ao passo que a bentonita sódica é mais tendente ao branco. Há certos tipos completamente brancos e outros que pendem às tonalidades claras amareladas ou creme.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Aqui, os consumidores de bentonita, os fundidores do nosso mercado, especificam sempre se se trata de bentonita sódica ou cálcica e compra-se bentonita uma vez dum tipo, outra vez de outro. Daí a razão porque muitos fundidores desconfiam, dizendo que a bentonita não é uma, mas outra. Nunca obtivemos uma especificação. Não sei se o senhor já obteve alguma especificação nítida, a respeito. Poderia o senhor nos esclarecer?

**Eng. Raul Cohen** — Eu poderia tentar explicar, dizendo que o tipo de bentonita varia com o fornecedor: na fundição do SENAI temos usado bentonita comprada de um mesmo fornecedor e ela tem sido sempre a mesma. E' uma bentonita amarelada que pelas suas características pode-se afixar que se trata duma bentonita sódica.

**Snr. Lybio A. Maciel** — Aqui já houve discussão, mais de uma vez, por causa da bentonita. Uma metalúrgica local comprou diversas vezes pequenas quantidades de bentonita que não foi considerada boa. Em vista de seu trabalho tenho impressão que seria útil fazer-se uma distinção entre as duas bentonitas.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Uma forma de fazer o ensaio químico de laboratório serai a denominada dos ions permutáveis. E' um método já padronizado nos Estados Unidos, mediante a dissolução de oxalato de amônio. Faz-se a lavagem e filtragem da bentonita. Adicionado o ion amônio êle vai agir sobre os ions permutáveis e se pode distinguir, então, se se trata de bentonita cálcica ou sódica. Esse método não é difícil. No I.P.T. já se fez, mesmo para se ter um índice indireto da plasticidade da argila. E' o que se chama de capacidade de sorção das argilas.

Também existe um outro método, utilizando-se um "indicador" orgânico que serve para distinguir a bentonita sódica da bentonita cálcica por meio de uma reação de toque. E' um método mais expedito, proporcionando uma solução rápida, de fácil execução nas indústrias metalúrgicas pequenas que não dispõem de laboratórios mais completos.

**Eng. Miguel Siegel** — E êsse indicador, o colega poderia precisar melhor?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Oportunamente eu poderei precisar melhor no que consiste êsse indicador que só acusa a coloração azul para a bentonita sódica.

## DISCUSSÃO (1)

### CONSTRUÇÃO DA SOLA E CONSUMO DE MAGNESITA NACIONAL EM UM FORNO ELÉTRICO A ARCO (2)

Eng. Antonio Augusto Silva (3)

**Presidente:** Prof. Tharcisio D. de Souza Santos

**Membros:** Prof. Gil Motta, Eng. Carlos Dias Brosch, Prof. José do Patrocínio Motta, Prof. Luciano Jacques de Moraes e Eng. Egon Schmiegelow.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (4)** — Eu gostaria de observar que os excelentes resultados que vem obtendo essa usina, muito bem relatados pelo autor, correspondem a uma economia apreciável sobre a praxe antiga, conforme êle salientou.

E' de salientar que os números de consumo que tem obtido essa usina correspondem a valores melhores até que os que vêm sendo obtidos nos Estados Unidos, por exemplo, o que constitui para nós motivo de justa satisfação.

Em segundo lugar, desejaria fazer alguns comentários acerca da prática da utilização de zircônio nas soleiras de fornos de aço. Se nós remontarmos à época da guerra, em que, em virtude da dificuldade de obtenção de magnesita estrangeira, se recorreu ao emprêgo de zircônio, reconhecemos que, naquela ocasião, enquanto perduravam tais dificuldades, o processo tinha perfeita justificação. Entretanto, sabemos nós que as reservas brasileiras de zircônio são muito mais escasas do que tem sido apregoado por aí, e até com o crescente interêsse que vem tendo a metalurgia do zircônio, em virtude de trabalhos realizados principalmente nos Estados Unidos, que tornarão possivelmente o zircônio metal de algum interêsse industrial, é uma verdadeira pena que se venha utilizar um minério tão bom em uma aplicação relativamente tão pouco nobre, como é essa das soleiras. Se existissem razões ponderáveis, como as que existiram durante a guerra, esta questão poderia passar a segundo plano, mas, agora que temos suprimento de magnesita nacional e excelente dolomita, que permitem até um dispêndio, em cruzeiros por tonelada, menor do que quando se usava o zircônio, seria recomendável que as usinas que ainda o vêm utilizando, fizessem os melhores esforços no sentido de eliminar êsse consumo de zircônio. Está em discussão o trabalho.

**Eng. Carlos Dias Brosch (5)** — Eu queria um esclarecimento em relação a um dos dados fornecidos pelo autor. O autor falou em 7,5% de inclinação e mais adiante, inclinação de 30°.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A de 7,5% se refere à inclinação dos tijolos da parede em relação à chapa do forno, na parte superior, pois é recomendação prática que se deixe os tijolos ultrapassarem

(1) C. T. N.º 163. Comissão B-3. Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 23, vol. 7, Abril de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil e Industrial Metalúrgico; Indústria Metalúrgica N. S. da Aparecida, Sorocaba, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

1 1/2" acima da chapa e que tenha em 13 1/2" uma inclinação de 1" para melhor fechamento da abóbada.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** (6) — A magnesita usada foi sob a forma de tijolos?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Usamos tijolos de magnesita para o fundo e primeiras fiadas de parede. Usamos magnesita calcinada, para socamento da sola.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Adquiriram magnesita calcinada? Como todos sabem, nós temos grandes reservas de magnesita no Brasil. E' de todo interesse o emprêgo desse material que temos na Bahia e no Ceará. Em São Paulo, usam magnesita do Ceará. O emprêgo dessa magnesita está sendo muito incrementado nas nossas usinas. A Acesita está empregando tijolos de magnesita. E' uma questão interessante. Ao mesmo tempo que economizamos minérios de zircônio, que é considerado mineral estratégico, e até há tendência do Governo proibir ou controlar os negócios externos com este metal, economizamos este material e empregamos matéria-prima mais abundante no país.

**Dr. Theodoro Niemeyer** (7) — Eu queria dizer, em primeiro lugar, que essa comunicação do engenheiro Antonio Augusto da Silva constitui uma iniciativa muito louvável por parte de uma indústria, comunicar, detalhadamente, a técnica e o preparo de aço. Temos observado, no passado, que esses números de consumo eram conservados mais ou menos como segrêdo de indústria, em prejuizo do nosso progresso. Queria dizer, também, que concordo inteiramente com o autor em usar números de consumo total, para avaliação dos gastos. Em muitas comunicações verbais, temos visto que informam só quantidades de quilos gastos para o consêrto, deixando de lado a parte para confecção de solas novas, ou consertos mais substanciais. O critério da estatística é muito importante e sempre devem ser dados os consumos mensais em toneladas, incluindo todos os consertos grandes e quaisquer acidentes, para se ter um contrôle da situação. No passado, davam quadros que não eram bem representativos. Quero confirmar a observação do autor de que o consumo de zircônio é extraordinariamente elevado. E' a primeira vez que ouço a confirmação de uma usina nacional, igual à nossa, em que o consumo chegou a ser da ordem de 90 quilos por tonelada. Muitas outras usinas informavam que gastavam apenas 20, 30 ou 40 quilos de zircônio, e nós verificamos que a nossa usina é que estava trabalhando em piores condições, sem uma explicação para isso. Já houve época em que o nosso consumo foi de 90 quilos, e, ultimamente, 100, antes da mudança de nossas solas; a média de consumo de zircônio foi de 70 quilos por tonelada. No ano passado, começamos a mudar, fazendo experiências para substituir as solas de zircônio por outro material, em vista do custo elevado. Primeiramente, fizemos experiências com dolomita nacional. Durante o curso deste ano, chegamos a resultados satisfatórios, usando dolomita calcinada. Ao contrário do que fez o autor, passamos a substituir todo o revestimento do forno por dolomita. Abandonamos não só a sola de zircônio como também os tijolos de sílica, na parede lateral, e passamos a fazer um socamento monolítico nos fornos elétricos. Temos constatado que nos últimos dois meses o consumo já baixou de trinta quilos aproximadamente de dolomita, por tonelada de aço produzido na boca do forno, incluindo nisto o consêrto da parede,

(6) Membro ABM; Cia. Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

(7) Membro ABM; Elevadores Atlas S. A. — Fundação de Aço; São Caetano, SP.

da sola e de todo o trabalho de revestimento. Para uma comparação dos dados econômicos seria necessário somar aos dados que o autor acabou de fornecer o custo dos tijolos de sílica das paredes laterais.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A indústria trabalhou até o mês de abril com 70% da capacidade do seu forno. Até essa época tínhamos um consumo de vinte quilos de tijolos de sílica por tonelada de aço. Pois bem, nos meses de maio e junho começamos a trabalhar em plena capacidade e, em junho, atingimos praticamente a capacidade total do forno, e este consumo caiu para aproximadamente quinze quilos por tonelada de aço. Mas, esperamos baixá-lo para dez quilos por tonelada.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Qual o número de corridas que suporta normalmente uma parede de sílica no seu forno?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Trabalhando descontinuadamente, quando tínhamos trinta corridas era muito. Agora já tivemos um arquinho, com 60 corridas e, mudando o arquinho e aproveitando o resto do revestimento, conseguimos obter 120 corridas. E a tendência é diminuir. No mês de junho tivemos um consumo elevado de magnésita porque queríamos diminuir o consumo de tijolos que estávamos tendo na linha de escória e tentamos fazer um caldeamento na linha de escória. Infelizmente, o forneiro não fez o serviço como devia e não ficou satisfatório. Vamos fazer este mês um novo caldeamento para reduzir o consumo de tijolos na linha de escória.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Queria ainda contribuir com outra informação para se obter um melhor rendimento do forno por tonelada. Foi feita uma tentativa de fazer uma parede lateral monolítica de zircônio. Esta experiência nos convenceu mais do que qualquer outra de que a refratariedade decantada do zircônio é, na realidade, inferior ao que imaginávamos. Esta parede escorreu de tal maneira que foi preciso interromper as operações do forno depois de cinco ou seis dias e remover esta parede lateral de zircônio. Fizemos uma tentativa de socar a parede com magnésita, mas não deu resultados satisfatórios devido a rachas e destacamentos. Pudemos concluir que a dolomita calcinada usada numa sola inteiramente nova e a parede com dolomita calcinada têm dado resultados satisfatórios, produzindo menor despesa por tonelada.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Os senhores usam duas cubas?

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Já deixamos de usar.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Qual o número de corridas que consegue com o revestimento monolítico?

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Uma parede lateral é consertada cada fim de semana. Nós deixamos o resto da dolomita na parede. A perda por sinterização e escorrimento é mais ou menos de um terço até a metade da espessura do revestimento. A espessura é igual ao antigo revestimento de tijolos de sílica. Cada semana fazemos mais ou menos 25 a 30 corridas. Colocamos uma forma chata e socamos a dolomita calcinada com pixe e assim aproveitamos a parede.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Quer dizer que esse consumo de 30 kg/t que o sr. dá é incluindo esta reparação a frio?

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Inclusive a reparação a frio das paredes laterais. Nós usamos dolomita britada e misturada com pixe, que é aplicada a quente e depois sinterizada. Os consertos são feitos com dolomita e pixe e temos observado que no fundo da sola quase não fazemos mais consertos. Somente na linha de escória. A refratariedade



dessa dolomita é muitíssimo superior à refratariedade do zircônio, e quase não observamos mais aqueles buracos que apareciam na sola com o uso do zircônio.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — O tempo de reparação é grande?

**Dr. Theodoro Niemeyer** — O tempo é até menor que com o zircônio. Nós temos semanalmente uma parada de uma turma, de 8 horas, aos domingos. Aproveitamos esse tempo para reparação, sem perda da produção.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — São oito horas?

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Oito horas. Para um conserto maior nos lados gastamos umas 12 horas.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Eu tenho um esclarecimento a pedir. O engenheiro Antonio Augusto da Silva está ao par de quanto custaria o quilo de tijolo de sílica usado nessas paredes? Tem idéia do consumo durante a corrida?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — E' da ordem de 2 a 3 cruzeiros o kg. E o consumo por tonelada é atualmente de 15 kg/t.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** <sup>(8)</sup> — Quero só mencionar que a qualidade da dolomita aqui no Brasil é melhor que a normalmente utilizada na Europa. Eu nunca trabalhei lá na Europa com dolomita de qualidade tão boa como a nossa. A dolomita que usamos na Europa, normalmente tem um teor de SiO<sub>2</sub> até 2% e aqui o teor é mais baixo. A refratariedade é melhor, também.

**Eng. Ignácio C. Plangg** <sup>(9)</sup> — Para mim foi muito interessante ouvir alguma coisa sobre este assunto. Praticamente só trabalhei com óxido de zircônio até hoje e levo daqui um dos maiores ensinamentos, que vou imediatamente pôr em prática, como fez a Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida, de São Paulo.

O consumo de zircônio citado coincide mais ou menos com o nosso, ainda que tenhamos tido um consumo um pouco mais reduzido. Talvez porque temos um forno elétrico pequeno, para 800 kg. Já temos substituído as paredes laterais também, por vários outros refratários. Os melhores resultados que obtivemos foram com uma massa de sílica socada; isso tem dado melhor resultado, além da vantagem de nós mesmos podermos produzir essa massa. Não precisamos depender de terceiros. Melhores resultados que com essa massa não vejo possibilidade de obter, nem com dolomita. Para nós essa circunstância é importante, porque os caminhos através dos quais nos chega essa matéria são um tanto demorados, um tanto incertos. Quanto mais para o sul, maior a incerteza e a dificuldade neste sentido. Mas, a soleira com zircônio nos últimos anos tem dado resultados muito bons, enquanto não conhecíamos coisa melhor. A soleira base sustenta centenas de corridas, e só os consertos superficiais precisam ser mantidos em condições. Mas, a soleira de fundo faz um ano inteiro que não foi removida. O resultado não é tão anti-econômico, mas conhecendo coisa melhor e podendo poupar um minério que tem melhores aplicações naturalmente, vamos nos suprir de magnesita.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A duração de solas, em São Paulo, é de 3 a 4 mil corridas. Essa dificuldade que o senhor encontrou de estar tão longe dos centros de beneficiamento da magnesita não é

(8) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista; Elevadores Atlas S. A. — Fundação; São Caetano, SP.

(9) Membro ABM; Engenheiro Eletrotécnico; Indústria de Electro Aços Plangg Ltda., Diretor-Presidente; Novo Hamburgo, RGS.

irremovível. Na primeira compra que fizemos, em nossa indústria, baseamos o consumo em 20 quilos por tonelada. Compramos 50 toneladas, sendo 10 de mais baixo teor de MgO. O senhor pode ficar sossegado, pois, tendo feito a sola do forno de aço e dos fornos de aquecimento da laminação, temos ainda 35 toneladas em estoque, após um ano de trabalho.

**Eng. Ignácio C. Plangg** — A dolomita calcinada precisa ser usada fresca?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Usamos crua. Vem da pedreira, britamos e pomos dentro do forno. No entretanto, dolomita calcinada vem em tambores fechados. Cabe agora expôr os resultados que foram obtidos trabalhando com dolomita calcinada em caráter experimental. Foi usada durante quinze dias numa produção que totalizou 340.8 t.

No quadro seguinte vê-se, em confronto, os consumos nas 341.5 t, imediatamente antes e depois do uso da dolomita calcinada de procedência nacional.

Consumos em 341.5 t imediatamente após o uso da dolomita sinterizada			Consumos em 340.8 t durante o uso da dolomita sinterizada			Consumos em 341.5 t imediatamente antes do uso da dolomita sinterizada			
Magne-sita kg/t	Dolomi-ta crua kg/t	Tempo de rep. min.	Mag-nesita kg/t	Dolomi-ta crua kg/t	Dolomi-ta sint. kg/t	Tempo rep. min.	Magne-sita kg/t	Dolomi-ta crua kg/t	Tempo rep. min.
0,7	26,4	29	0,4	7,2	14,6	28	2,6	28,3	32
Cr\$ 10,70			Cr\$ 29,60			Cr\$ 15,10			

O tempo de reparação que se tinha em média até fins de abril, antes ainda das 341.5 t que precederam ao uso da dolomita sinterizada era de 20 minutos.

Naquela época por circunstâncias foi-se obrigado a alterar posições dos forneiros e com êstes sem prática o tempo de reparação subiu, mas agora no fim de junho já se nota novamente o seu decréscimo. Nestes dois últimos meses os consumos foram:

Mês	Magnesita calcinada kg/t	Dolomita crua kg/t	Dolomita sinterizada kg/t	Produção (kg)
Maio	1,4	16,6	14,6	647.453
Junho	1,9	27,8	—	700.300

Êstes foram os últimos dados que tivemos.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Onde se obtém a dolomita?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A dolomita é duplamente calcinada, vem da Magnesita S. A. E a dolomita crua compramos da Sociedade São Paulo de Mineração Ltda. — com jazidas próximas a Sorocaba ou em Bom Jesus de Pirapora.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — E o teor de magnésia?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Cêrca de 30%.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — A magnesita calcinada é dos arredores de Sorocaba?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Essa, não. Creio que é dos arredores da Serra das Eguas.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Na região de Sorocaba e no Vale do Paraíba, há abundantes depósitos de dolomita, assim como em Minas Gerais, na serra e na região de Ouro Preto. Mas, há pouco tempo eu trouxe amostras da região de Paulo Afonso, de dolomitas magníficas daquela região, onde poderão ser estabelecidas indústrias, mesmo nos arredores de Paulo Afonso. Estavam lá fazendo estudos para uma fábrica de cimento, mas os calcários eram dolomitas e a empresa interessada desistiu de montar a fábrica. De um modo geral, há dois tipos de dolomita: há uma vermelha, que é a preferida pelas indústrias siderúrgicas e há outra cinzenta clara.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Nós usamos a cinzenta.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Eles preferem a dolomita vermelha, porque, parece, tem um pouco mais de ferro e o teor de sílica é mais baixo. Eles preferem a vermelha, embora o preço geralmente seja um pouco mais alto. Eu desejava saber se o sr. tem alguns dados a este respeito.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — O único dado que tenho é o do custo. Fica, na indústria, cerca de Cr\$ 150,00, a tonelada.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Em São Paulo, na região do Vale do Paraíba, Guaratinguetá, as dolomitas de lá são calcários brancos cristalinos; os de São Paulo são cinzentos.

Achei muito interessante essa sua contribuição, que resulta numa economia, no aproveitamento de material abundante, em economia dos nossos depósitos de zircônio.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — O sr. pode informar qual o consumo nesses dois meses, além do refratário da abóbada?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — E' justamente um dos melhores consumos que já tivemos de refratários. A produção aumentou, e o consumo baixou para 15 kg/t.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — E o de tijolos?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Sem a abóbada, deve ser da ordem de 10 quilos por tonelada.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Eu queria fazer uma pergunta a respeito do consumo de magnesita e dolomita crua: o sr. aplicou êsses materiais misturados ou a magnesita é aplicada em certos casos e em outros só a dolomita?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Nós sempre aplicamos magnesita na sola e dolomita crua no contórno, um independente do outro.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Os senhores usam magnesita preparada com silicato?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Só com melaço. A aplicação tem sido rara; passamos cinco dias ou mais sem colocar uma grama sequer no forno. O nosso consumo maior de magnesita é para reparações em baixo do canal porque usamos dolomita para tapá-lo; quando ferve dá um buraco e por segurança fechamos êste buraco com magnesita e por cima colocamos dolomita.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — A dolomita crua é aplicada com algum ligante?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Só com melaço.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Qual a granulometria?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Nós usamos a parte que passa na peneira 4, que é retida na peneira 8. Retiramos 50% dessa parte e 50% do resto que passa na peneira 8. Ficamos na proporção de 50:50.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — O despreendimento de gás carbônico, dessa dolomita crua ao ser adicionada, não produz destacamentos dessa dolomita colocada na linha da escória?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Não temos notado. As reparações são grandes quando os forneiros fogem às nossas determinações.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Os consertos colocados na linha de escória ficam em boas condições?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Ficam sempre em ótimas condições. Quando as determinações não são cumpridas, aí sim, as restaurações são grandes.

Queria pedir uma informação. E' sobre o gun-mix. Gostaria de obter uma explicação. Gostaria de saber se algum dos congressistas trabalhou ou teve notícias mais adiantadas da aplicação desse material por máquina.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Máquina para consertar a quente? Não vale a pena comprar. Só para forno grande, como Siemens-Martin. Para um pequeno forno não compensa.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Queria dar uma contribuição, na parte relativa à matéria-prima, mencionada pelo dr. Luciano J. de Moraes, no que se refere aos minérios de dolomita crua. A especificação para uso em forno elétrico exige que a dolomita não seja excessivamente pura, isto é, tenha um teor da ordem de 3% a 6% de sílica. Parece que 5% é o teor aconselhável para se promover certa sinterização; acontece que o minério do vale da Paraíba é puro, dando resultados inferiores ao minério de São Paulo, próximo a Pirapora. Eu queria pedir um esclarecimento ao dr. Piza. Parece que êle viu na Suíça um forno de revestimento monolítico, feito de dolomita. Eu pergunto se se tratava de dolomita calcinada.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** <sup>(10)</sup> — Dolomita calcinada. Era feito de maneira semelhante à que o dr. Niemeyer citou há pouco: dolomita calcinada, tendo cerca de 5% de sílica.

**Eng. Egon Schmiegelow** <sup>(11)</sup> — Desde que começamos a trabalhar na Cobrasma só temos usado magnesita. A nossa produção lá é muito variada. Produzimos inicialmente aço para peças e usamos o processo das duas escórias. Provavelmente os senhores usam uma escória só.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Usamos também duas escórias e fazemos todos os aços ao carbono, principalmente em torno de 0,6%.

**Eng. Egon Schmiegelow** — Para a produção de peças temos de usar aço mais quente, o que afeta a sola.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Não acredito que tirassem o aço mais quente do que nós. A nossa carga sai quente de verdade, pois fundimos lingotes de 5" e de 4" em todas as corridas.

**Eng. Egon Schmiegelow** — O excedente da capacidade do forno é para a produção de lingotes.

(10) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(11) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Companhia Brasileira de Material Ferroviário, Cobrasma; São Paulo, SP.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Com a carga de ferro fundido, mesmo quente, praticamente não fazemos reparações. Gostaria de perguntar ao senhor qual o consumo de magnesita que têm, trabalhando só com magnesita.

**Eng. Egon Schmiegelow** — Há tempos atrás tivemos um problema muito grave, pois a magnesita que recebíamos era muito fusível. Mais tarde, tivemos que fazer uma mistura de magnesita de diversas origens, aliás, fornecidas pela própria Magnesita S. A., para obtermos uma qualidade que fosse menos fusível e com teor mais elevado de magnésia. Com isto reduzimos muito o consumo da magnesita, pois havia um desgaste de magnesita que se tornava fluida na linha de escória.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Qual o consumo na melhor época?

**Eng. Egon Schmiegelow** — A melhor época é a atual. Não estou bem ao par dêsse consumo, mas é mais elevado do que o mostrado aqui.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — O consumo que tem a melhor usina de São Paulo é de 12 quilos por tonelada, segundo estou informado.

**Eng. Egon Schmiegelow** — Acho que nós andamos mais ou menos pelos 10 quilos, mas usamos exclusivamente magnesita.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Acredito que a qualidade da magnesita seja importante mas o resultado satisfatório da sua aplicação depende da prática do forneiro.

**Eng. Egon Schmiegelow** — A influência do operário é muito importante. Temos lá mesmo estabelecido um prêmio inversamente proporcional ao consumo de magnesita e temos obtido resultados surpreendentes.

**Um Congressista** — Um esclarecimento. Esse tipo de reparação inclui a carga?

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Sim, a carga se faz em cinco minutos no máximo e considero que tempo de reparação útil é aquele que vai desde quando o forno é desligado até o término da reparação.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Esta pergunta referiu-se ao tempo de reparação considerado; (se ia do forno desligado ao forno ligado, inclusive a carga do forno).

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — O tempo de reparação considerado na tabela é aquele em que vai desde o fim do vazamento até o início da fusão seguinte.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Essa magnesita fusível recebem de onde? Será da Magnesita S. A. ou do Ceará?

**Eng. Egon Schmiegelow** — Do Ceará e também da Magnesita S. A.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Porque há dois tipos. Se não foi da magnesita ferruginosa, deve ter sido da branca.

**Eng. Egon Schmiegelow** — Existem três tipos. Nós usamos primeiro misturando o MM com LB, mas para nós foi também muito fusível e então usamos quase 2/3 da número 10 e 1/3 da MM.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A propósito acho que os maiores desperdícios acontecem porque a reparação não é feita com tempera-

tura adequada e a magnesita colocada não sinterizando em temperaturas baixas, sai já no carregamento. Portanto não levamos em consideração esta questão de fusibilidade para as magnesitas que usamos pois, tanto com o tipo MM, como LB, fazemos qualquer reparação e com sucesso.

Certa vez aconteceu que ao chegarmos à fábrica um forneiro viera nos dizer que a "massa" não pegava e estava alarmado com o consumo da noite que fôra de 150 kg. Fomos verificar e constatamos que não havia uma inclinação adequada junto ao canal e isto não permitia o vazamento de todo o aço; o buraco que dava era pouco abaixo do canal e o forneiro perdia meia hora para tirar o aço e quando ia fazer a reparação o forno estava frio; trabalhara assim erradamente a noite tôda.

Fizemos o seguinte: mandamos que não se fizesse limpeza, pois não havia necessidade, e colocamos a magnesita no tempo mais rápido possível com o forno quente. Após vaziar a corrida que fôra feita em seguida, verificamos que a "massa" não saíra.

**Eng. Egon Schmiegelow** — Também há a questão da escória residual.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — A escória deve ser tirada fora, o mais depressa possível.

**Eng. Dimitry Pospeloff** (discussão escrita) — O trabalho do eng. Antonio Augusto da Silva é muito interessante para as usinas, mas nele não são indicados todos os dados que permitiriam usar êste método.

Indica o autor que para o socamento da sola devem ser usadas magnesita com 75% de MgO e para o caldeamento da base de contorno a magnesita de 85% de MgO. Não ficou claro, se a usina teve a possibilidade de receber de outra firma a magnesita de duas qualidades (de 75% de MgO e de 85% MgO), ou se a magnesita com 75% de MgO foi obtida na usina por meio de mistura de magnesita de 85% de MgO com a escória básica ou com outros materiais.

A operação de socamento de sola pelas camadas de mistura de magnesita com água e a pintura sômente destas camadas com a solução de silicato de sódio (1:4), é pouco comum. Geralmente para o socamento de sola é usada a mistura de magnesita ou dolomita com matérias pegajosas: silicato de sódio, alcatrão de coque pesado etc. Para a estabilidade da sola e das paredes do forno é muito importante a composição química de escória, com a qual funciona o forno. Mas no trabalho estas indicações são omitidas.

Se não é possível indicar os dados das análises químicas da primeira e da última escórias, seria interessante saber o que foi empregado para tornar a escória menos densa: fluorspato ou bauxita. Também são importantes os dados sôbre a estabilidade das paredes do forno de tijolos de magnesita, pois o gasto das paredes causa dificuldades no trabalho e gastos supérfluos.

Seria muito importante, se o Eng. Antonio Augusto da Silva publicasse as indicações que faltam, como também, se as usinas, que produzem tijolos de magnesita indicassem os dados técnicos completos sôbre a produção dêstes tijolos, e da magnesita calcinada como:

- 1) a análise química completa, em porcentagem, de MgO, CaO, FeO, SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; e
- 2) o estado físico (porosidade, resistência de partículas e sua densidade).

A publicação dêstes dados técnicos pelas usinas que produzem tijolos de magnesita facilitaria consideravelmente a colaboração de usinas metalúrgicas e de usinas que produzem os materiais refratários.

São muito interessantes as indicações sobre o consumo de zircônio por tonelada de aço, quando o forno funcionou com o revestimento de zirconita. E' necessário dizer que as opiniões de especialistas metalúrgicos brasileiros, sobre o revestimento do forno elétrico são diferentes no presente. Segundo a opinião de alguns o revestimento básico com a sola de magnesita ou dolomita é pouco estável, devido à qualidade insuficientemente alta da magnesita nacional e dos tijolos de magnesita, e preferem o revestimento de zircônio. Os outros acham o revestimento de zircônio pouco estável, especialmente no trabalho com as escórias básicas.

Em que consiste a principal causa da diversidade de opiniões? O revestimento de zircônio é usado no Brasil já há muitos anos e as usinas estão acostumadas a este. Além disso a preparação do revestimento do zircônio e o funcionamento de forno com este revestimento são mais simples, as fusões são mais rápidas, os aços obtidos são mais fluidos (como os de fornos ácidos), o que é muito importante à fundição. As abóbodas duram mais tempo do que nos fornos com o revestimento básico. Devido a estas qualidades positivas muitas usinas preferem o revestimento de zircônio. Os resultados das experiências de laboratórios publicados na literatura, mostram que o zircônio pode ser considerado como matéria neutra, e os fornos com tal revestimento deveriam funcionar igualmente com as escórias básicas e ácidas; o que não acontece na prática. O revestimento de zircônio é pouco estável com as escórias básicas. Segundo a opinião de alguns metalurgistas, que trabalham há muitos anos no Brasil, o revestimento de zircônio nos anos anteriores era mais estável nos trabalhos com as escórias básicas. A causa possível pode ser a menor pureza de zircônio fornecido no momento.

Devido ao constante crescimento de demandas de melhores qualidades de aços, as usinas serão obrigadas a trabalhar com os revestimentos básicos nos fornos elétricos, principalmente as usinas que produzem o aço para a laminação.

Relativamente a isto a experiência da usina "Indústria Metalúrgica N. S. de Aparecida", com a aplicação de magnesita nacional, merece muita atenção. Também é muito valiosa a colaboração da "Magnesita S. A." e de usinas metalúrgicas, pois o complicado problema da produção de magnesita nacional de alta qualidade e de tijolos de magnesita, que satisficam as exigências dos metalurgistas brasileiros, pode ser resolvido somente pela colaboração dos especialistas de materiais refratários e de especialistas de metalurgia, como acontece noutros países.

**Resposta escrita do autor** — Sobre a crítica feita ao trabalho pelo eng. Dimitry Pospeloff o autor tem a dizer que a dissertação foi feita sobre um processo de socamento de sola seguida de uma relação de consumos para comparações e deste modo, escaparia ao escôpo do trabalho qualquer consideração sobre qualidade ou tipo de magnesita.

Além disto, é do conhecimento de todos que fazem aços em fornos elétricos no Brasil, que a magnesita de 75% de MgO ou seja o tipo MM da "Magnesita S. A." é magnesita preparada para socamento de sola a frio, como alguns produtos similares estrangeiros e a LB ou seja de 85% de MgO é aconselhada para reparações a quente.

Como a composição da magnesita MM deve obedecer uma fórmula para uso exclusivo do fabricante e também como no trabalho não devia aparecer mais do que a menção de sua mistura com água, não foi feita menção dos elementos reclamados pelo eng. Dimitry.

Sobre os dados da estabilidade ou duração da parede foi feita menção na discussão durante o Congresso, pois só naquela época o autor pôde ter elementos que servissem para comparações.

Quanto aos dados da composição das magnesitas como os dos tijolos de magnesita é uma questão do fabricante fornecer ou não.

Pelo mesmo princípio já acima exposto não se cogitou sobre o tipo de escória usada, pois no trabalho está claro qual o aço que é feito e daí não ser difícil se concluir qual a escória usada nas duas fases. Em resposta ao que o eng. Dimitry argumenta sobre o uso do zircônio o autor só tem a dizer que a prática é condenada e acha mesmo que o seu uso para este fim deve ser proibido, ainda mais se sabendo que só os depósitos da Serra das Eguas estão avaliados em 750 milhões de toneladas e que a qualidade desta magnesita é de primeira, como observamos na prática, ao contrário da suposição do eng. Popeloff.



## DISCUSSÃO (1)

### A PRODUÇÃO DE FERRO ESPONJA EM RECIPIENTES METÁLICOS (2)

Eng. Fernando A. de Toledo Piza (3)

**Presidente:** Prof. Luciano Jacques de Moraes

**Membros:** Eng. Nero Passos, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Vicente Chiaverini e Dr. Theodoro Niemeyer.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes (4)** — De onde são essas hematitas que têm alto teor de fósforo?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Nós compramos de uma firma de São Paulo. De fato, achei bastante alto esse teor.

**Dr. Theodoro Niemeyer (5)** — Queria perguntar se o senhor chegou a determinar a quantidade total de carvão necessária para o trabalho?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Vê-se na tabela.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — E a percentagem do peso em relação ao esponja?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Isto foi bastante variável. O consumo foi de cerca de 64 a 65 % do peso da esponja produzida.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Qual o excesso de carvão necessário além do carvão da redução?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Acho que pode ser reduzido bastante, porque a moinha que utilizei queimou muito, havendo uma perda bastante grande. A prova é que com a utilização do coque, o consumo foi bastante menor. São dados muito preliminares, porque feitos em pequenos fornos elétricos. Agora pretendo construir um forno com câmara de mais ou menos 2m<sup>3</sup>, e com esse forno poderei, então, ter dados mais precisos sobre o custo.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Queria ainda perguntar como foi medido o consumo de carvão.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Pesei o carvão inicial, depois pesei o carvão resultante, e verifiquei o consumo de carvão.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Pela diferença?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Pela diferença, calculei a percentagem. É um dado muito preliminar, devido ao pequeno número de experiências. Produzi cerca de 500 quilos de esponja.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — A quantidade de carvão adicionado é consideravelmente maior?

(1) C. T. n.º 164, Comissão A-2, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM, n.º 24, vol. 7, Julho, 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Companhia Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

(5) Membro ABM; Elevadores Atlas S.A., Fundação de Aço; São Caetano, SP.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — E' da ordem do pêso do minério.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — O consumo pode-se considerar quase como sendo êste, porquanto o carvão resultante não pode ser empregado como redutor.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Poderá ser usado para outros fins, talvez aquecer o forno com um maçarico de carvão pulverizado.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Foi usado sempre carvão granulado, ou moinha de carvão, em alguns casos?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Utilizámos, nas primeiras experiências, carvão granulado, mas nas experiências posteriores usamos moinha de carvão.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Mesmo que esta moinha pudesse ser utilizada, representa um valor comercial tão baixo que não pesaria no custo total.

**Eng. Henrique Anawate** (6) — O Senhor conseguiu verificar qual a percentagem de minério não reduzido, utilizando êste novo ciclo de 24 horas?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Forneço neste trabalho uma análise do esponja obtido, por onde se pode verificar a percentagem de minério não reduzido.

**Eng. Clovis Bradaschia** (7) — Desejaria saber quais as dimensões dos potes refratários utilizados na Suécia.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — São potes bem maiores, com 40 a 45 centímetros de diâmetro.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Estamos diante de um problema semelhante ao do alto-forno, em que se quer reduzir o tamanho dos potes. Para o emprêgo em maior escala, teríamos de utilizar potes de maiores dimensões e o ciclo não seria talvez de 24 horas.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Poderiam ser utilizados êstes potes de 300 milímetros de diâmetro em escala industrial, porque a altura não importa. Poderiam ser potes de 300 milímetros por um metro de altura.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Neste caso seriam perfeitamente aplicáveis?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Sim, porque o diâmetro do pote está na dimensão que pretendo utilizar no forno industrial. Naturalmente, se o pote fôr muito pequeno, o ciclo poderá ser menor.

**Eng. Clovis Bradaschia** — Se alterarmos as dimensões dos potes, altera-se o problema.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Não é aconselhável aumentar o diâmetro do pote, porquanto teremos ciclos maiores. Porisso, procurei fazer potes de 300 milímetros de diâmetro, utilizáveis em escala industrial.

**Eng. Clovis Bradaschia** — O autor do trabalho poderia dar o custo das instalações para uma produção de cinco toneladas?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Não tenho uma idéa do custo das instalações. Isso só depois de experiências posteriores. O forno fixo que pretendo fazer talvez apresente um rendimento térmico bai-

(6) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Professor interino da Cadeira de Siderurgia da Escola de Engenharia de Pôrto Alegre, RGS.

(7) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

xo, mas em compensação a instalação é de baixo custo. Em grande parte das indústrias de São Paulo, e no Brasil, é muito mais importante às vezes o custo das instalações do que o próprio rendimento. Talvez seja interessante este tipo de forno, para pequenos depósitos de minério. Eu creio que neste forno, apesar do rendimento baixo, pode-se ter a esponja por preço da ordem de Cr\$ 1,30 a 1,50 o quilo. Não é preço superior ao preço do gusa em São Paulo.

**Um Congressista** — Qual seria a produção básica de uma instalação mais econômica?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Isso somente dados posteriores podem dizer. Calculo uma produção de 240 kg de esponja por m<sup>3</sup> de câmara por dia. Uma série de fornos de 30 m<sup>3</sup> poderá produzir sete toneladas diárias cada. Agora, não tenho idéia do consumo de combustível. Somente quem trabalha em fornos desse tipo poderá ter uma idéia do consumo de combustível desses fornos.

**Dr. Heinrich Hellbruegge** (8) — O senhor levou em conta o consumo de energia para fornecer ao forno?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Não levei em conta, porque utilizei forno de tratamento térmico onde o consumo de energia é muito grande. Pretendo fazer um forno aquecido a lenha, de tipo simples, que possa ser construído em qualquer lugar, junto a jazidas pequenas; um forno de baixo custo, em que o maior capital será representado pelos cadinhos.

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — O senhor tem uma idéia de quantas quilo-calorias seriam necessárias por tonelada ou quilo?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Para o aquecimento não tenho a menor idéia.

**Dr. Heinrich Hellbruegge** — Gostaria de fazer uma comparação entre estes dados e os de produção de ferro gusa.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Não tenho dados. Mas, há dados da Hôganas de que não disponho de momento.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — Pediria ao Eng. Piza que realizasse mais experiências para verificar a influência do diâmetro do pote sobre o ciclo, porque tenho a impressão de que este fator é fundamental.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Não há dúvida. Mas, pode-se perfeitamente ter uma produção de caráter industrial com potes de 30 centímetros de diâmetro.

**Eng. Antonio A. da Silva** (9) — Não se pode comparar com as condições da Suécia, 50 % maiores.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Acho que não há necessidade de aumentar as dimensões dos cadinhos. Pode-se obter uma produção bem razoável com cadinhos desse tipo.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Parece que o autor fez ensaios com jacutinga; obteve bons resultados?

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Sim, tenho obtido ótimos esponjas, que têm sido utilizados na produção de ferro sinterizado, com resultados satisfatórios.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Seria interessante se desse resultado porque temos muita jacutinga que pode ser utilizada.

**Eng. Fernando A. de Toledo Piza** — Nós pedimos uma amostra, exatamente com esse intuito.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — A Cia. Aços Especiais Itabira fez uma remessa de algumas toneladas para experiência, para a Suécia, mas não recebeu ainda os resultados.

(8) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista, Elevadores Atlas S.A. — Fundação; São Caetano, SP.

(9) Membro ABM; Engenheiro Civil e Industrial Metalúrgico; Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida S.A.; Sorocaba, SP.

## DISCUSSÃO (1)

### ESTUDO COMPARATIVO DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS DOS AÇOS E SUAS DEFINIÇÕES (2)

**Prof. Werner Grundig (3)**

**Presidente:** Prof. Tharcisio D. de Souza Santos

**Membros:** Eng. João Baptista Perlott, Sr. Lybio A. Maciel, Eng. Jarbas O. Nascimento, Eng. Raul Cohen e Sr. Eric Cindric

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (4)** — Está aberta a discussão em torno do trabalho apresentado pelo prof. Werner Grundig. Antes que se inicie o debate, contudo desejo salientar a circunstância de não ter sido possível, em virtude da sobrecarga de trabalho da tipografia, encarregada da publicação do ABM-Boletim, a impressão prévia do trabalho referido, como seria desejável. Entretanto, a despeito da dificuldade de se porem os Srs. Congressistas ao par dos detalhes do trabalho, a forma clara com que o autor apresentou os pontos principais do seu trabalho, em grande parte obviará este inconveniente. Desejo ainda aproveitar o ensejo para apresentar ao prof. Werner Grundig os cumprimentos pela tarefa a que se impôs, de tentar, na base dos conhecimentos modernos, sistematizar em português as definições das diversas operações. Em virtude da grande especialização verificada ultimamente, resultou uma série de termos mal enquadrados no nosso idioma, do que se originou uma certa dificuldade na boa apreensão da definição dos tratamentos térmicos; o trabalho do prof. Werner Grundig, talvez com ligeiras modificações, poderá servir, como excelente base para a compreensão mais clara destas definições, atualmente muito pouco precisas.

**Eng. Vicente Chiaverini (5)** — Desejo fazer algumas perguntas ao prof. Werner Grundig. Em primeiro lugar, gostaria de saber se os tratamentos conhecidos como "austêmpera" e "martêmpera" foram incluídos, na sua definição, na parte de têmpera ou de beneficiamento.

**Prof. Werner Grundig** — No trabalho apresentado distinguimos nitidamente os tratamentos, conhecidos como "austêmpera" dos de "martêmpera" e isto porque na "austêmpera" é a austenita transformada em uma estrutura de revenido e na "martêmpera" em estrutura martensítica, própria de peças temperadas.

**Eng. Vicente Chiaverini** — A minha pergunta é esta: qual o tratamento correspondente a "martempering"; qual a definição ou o termo em português que corresponde a "martempering". Entendo que o termo

(1) C. T. n.º 165, Comissão A-1, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM N.º 24, vol. 7, Julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil, Professor Catedrático da Universidade do Rio Grande do Sul e chefe da Secção de Metais do Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre, RGS.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, engenheiro chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Assistente de «Materiais de Construção» da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Engenheiro da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

“martêmpera” não apresenta inconveniente. E' um termo curto e suficientemente claro. Parece que a definição que o senhor consigna é “têmpera em banho quente”, é exato?

**Prof. Werner Grundig** — Exatamente. “Têmpera em banho quente” é o termo usado neste trabalho e corresponde ao que os americanos chamam de “martempering”. A definição é a seguinte: “Esfriamento de peça de aço aquecido a temperatura acima ou dentro da zona de transformação ( $AC_3$  —  $AC_1$ ) em um banho quente de temperatura superior a de formação de martensita, mantendo-a nele até ser praticamente uniforme a temperatura em tôda ela, e seguido de esfriamento final de modo que ocorra formação de martensita”.

**Eng. Vicente Chiaverini** — Queria agora fazer esta outra observação: não estou de acôrdo com a inclusão no seu trabalho da “têmpera a frio”, visto ser um tratamento mecânico realizado à temperatura ambiente e, na minha opinião, não é suficiente a modificação da estrutura para que um tratamento que a isso leve seja considerado tratamento térmico.

**Prof. Werner Grundig** — Neste particular é necessário um pequeno esclarecimento. De fato, relutei muito em incluir a expressão “têmpera a frio” nesta ordem de conceitos. Decidi, entretanto, incluí-la e procuro justificar minha decisão:

E' sabido, que todos os materiais metálicos de pouca dureza podem ser endurecidos à temperatura ambiente por deformações plásticas. Êste processo, conhecido por encruamento, é largamente empregado na indústria para endurecer metais e ligas que não experimentam transformação alotrópica capaz de provocar seu endurecimento por têmpera por transformação. O encruamento, evidentemente, não corresponde à “têmpera a frio” e não pode ser chamado de tratamento térmico, pois o decorrente endurecimento provém do bloqueio de planos de escorregamento e não de mudança de fases.

Há, de outro lado, um outro processo de endurecimento, que ocorre também a temperatura ambiente e é causado, entretanto, pela transformação da austenita em martensita, estrutura característica de peças temperadas.

Os aços austeníticos, como sejam os de alto manganês usados na fabricação de carcassas de britadores podem servir de exemplo. E' neles mantida a estrutura austenítica à temperatura ambiente por conveniente tratamento térmico, que consiste em esfriá-los rapidamente de certa temperatura. Êstes aços assim térmicamente tratados, são de relativa baixa dureza; quando são martelados, por exemplo, endurecem nessas regiões e acusam dureza da ordem de aços temperados. Êste endurecimento é explicado pela formação de martensita a partir da austenita obtida por tratamento térmico.

São estas as razões que me levaram a enquadrar êste último processo de endurecimento entre os tratamentos térmicos, visto ser o critério único adotado neste trabalho para a definição de todos os tratamentos térmicos o da natureza da microestrutura resultante.

**Sr. Eric Cindric** (6) — Pediria ao prof. Grundig a gentileza de ler novamente a definição de “têmpera a frio”.

**Prof. Werner Grundig** — A definição apresentada é a seguinte: “Têmpera: esfriamento de peça de aço aquecido a temperatura acima ou dentro da zona de transformação ( $AC_3$  —  $AC_1$ ) com velocidade tal, que determine estrutura essencialmente martensítica.

(6) Membro ABM; Brasimet S. A., Secção de Aço e Tratamentos Térmicos; São Paulo, SP.

Nota: em aços austeníticos pode ser formada martensita também por decomposição de austenita, se forem trabalhados a frio; tal endurecimento é chamado de **têmpera a frio**".

**Eng. Jarbas O. Nascimento** (7) — No sentido de tornar êste conceito mais claro, sugeriria ao prof. Grundig, sem desmerecer de alguma forma o trabalho executado e realizado, que, no decorrer destas definições e das explicações correlatas, fossem citados exemplos, exemplos típicos. Não conheço o texto do trabalho, mas tenho a impressão que seria bastante interessante para a divulgação ser mais clara a inclusão de exemplos típicos.

**Prof. Werner Grundig** — O que foi feito no texto.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — Não conheço, como declarei, detalhes do trabalho, razão pela qual fiz esta pequena observação.

**Sr. Eric Cindric** — Peço ao prof. Grundig para ler novamente a definição de "têmpera interrompida".

**Prof. Werner Grundig** — "Têmpera interrompida": Esfriamento de aço, aquecido a temperatura acima ou dentro da zona de transformação ( $AC_2$  —  $AC_1$ ), em dois meios de têmpera, processado de forma tal, que no segundo meio ocorre transformação de martensita.

**Dr. Theodoro Niemeyer** (8) — O autor definiu a têmpera como um processo que visa a obtenção de martensita. Para esclarecer melhor uma idéia básica, pergunto, se, neste caso, estariam excluídos os processos que visam fazer o que os americanos chamam de "water-quench" de aços austeníticos. Este é um termo que tem dado margem a muita confusão nos trabalhos práticos da indústria. Pergunto se o autor recomenda o termo "têmpera" ou qual a denominação que deve ser adotada.

**Prof. Werner Grundig** — Não, êste tratamento térmico não convém ser chamado de têmpera, é simplesmente um esfriamento rápido com o fim prático de ser mantida a estrutura austenítica e não sendo visados nem a formação de martensita, nem o endurecimento.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — E qual seria o termo genérico para classificar êste tipo de tratamento?

**Prof. Werner Grundig** — Esfriamento rápido, simplesmente, responderia ao "quenching", em inglês, e ao "Abschrecken", em alemão.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — A têmpera, acho que deve sempre significar austenitização e depois uma transformação martensítica. Quando não ocorrer esta transformação martensítica, chamar-se-ia simplesmente solubilização, que é o termo mais geral possível. Desta forma, se reservaria o nome de têmpera apenas para os processos que incluíssem uma transformação a baixa temperatura com formação de martensita. Na metalurgia de certas ligas não-ferrosas existem muitos outros casos análogos, em certas transformações eutóides e de formação de estruturas do tipo martensítico. Neste caso se esclareceria a questão da têmpera: reservar-se-ia, portanto, o nome têmpera exclusivamente aos tratamentos de austenitização que correspondessem à formação de martensita. Para os demais casos utilizar-se-ia um nome mais genérico, que seria o de solubilização.

**Prof. Werner Grundig** — Esta sugestão é muito interessante.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Ficaria mais geral.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — Dividir-se-iam os campos.

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil, Braço S. A.; São Paulo, SP.

(8) Membro ABM; Elevadores Atlas S. A. — Fundação; São Caetano, SP.

## DISCUSSÃO (1)

### ESTUDO SÔBRE A CALAGEM POR PRESSÃO (2) (SHRINKAGE-FIT)

Eng. Ferruccio Fabriani (3)

**Presidente:** Prof. Werner Grundig.

**Membros:** Eng. João G. Haenel, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Murilo de O. Marcondes, Quím. Alberto Paulo Ribbe e Eng. Antonio A. da Silva.

**Prof. Werner Grundig (4)** — Infelizmente, não tive oportunidade de ouvir tôda a exposição, mas observei o gráfico, e gostaria de saber se a distribuição das tensões em estruturas dêsse tipo obedece ao conhecido teorema de Lamé. Gostaria de perguntar, já que o autor citou a possibilidade de ocorrerem deformações permanentes na face interna dêsses tubos, qual seria a real distribuição das tensões elásticas depois que apareceram deformações permanentes na face interna.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Ao professor Werner Grundig desejei dizer que êsse é um problema estudado e que aparece na literatura, vamos dizer, relativa à fabricação de canhões modernos. Falando com um oficial que estudou muito o assunto, e um dos mais capazes no Brasil, êle expôs o assunto do modo como expliquei aos senhores. Posso adiantar o que penso a respeito.

A explicação deriva da consideração da fig. 3 do trabalho. Se em vez de cilindros superpostos tivermos  $n$  cilindros, poderemos considerar que as ordenadas iniciais e finais (em  $R = c$  e  $R = a$ ) são as mesmas figuradas em traço cheio e que entre elas aparecem  $(n - 1)$  degraus como em  $R = b$ . No caso de ser feita a auto-fretagem, o cilindro, em  $R = a$  sofre uma deformação permanente, de modo que teremos  $-\sigma_t$  em  $R = a$  e  $+\sigma'_t$  em  $R = b$ . Em resumo, o diagrama de tensões seria representado pelas ordenadas (traço cheio)  $+\sigma'_t$  em  $R = c$  e  $-\sigma_t$  em  $R = a$ , e, entre os dois extremos, por uma curva contínua que cortasse o eixo das abcissas em um certo e determinado ponto.

**Prof. Werner Grundig** — Quer me parecer que esta taxa de compressão não é uniforme.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Disse neste estudo que é como se fossem vãos cilindros justapostos. O processo de tornar a aquecer e ajustar um ao outro é interessante até 2, 3, 4 cilindros. No caso da outro fretagem temos  $n$  cilindros, inúmeros cilindros virtuais superpostos. No entanto, trata-se de um só, não havendo necessidade de tanto incremento sucessivo.

**Prof. Werner Grundig** — Está claro que aumentando a espessura cada vez mais, chega-se a certo ponto em que a pressão determina

(1) C. T. n.º 166, Comissão A-1, Pôrto Alegre, R. G. S.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 24, vol. 7, julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, Encarregado da Fundação; Rio de Janeiro, DF.

(4) Membro ABM; Professor catedrático da Universidade do Rio Grande do Sul e chefe da Secção de Metais do Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul; Pôrto Alegre, RGS.

uma tensão na face interna que supera já a coesão do material. Portanto, a solução seria procurar reduzir estas perdas de tensão, para maior rendimento do material. Este coeficiente de aproveitamento ou rendimento do material, a diferença percentual entre as tensões máxima e mínima que aparecem nas superfícies interna e externa, respectivamente, esta diferença percentual cresce à medida que cresce a espessura. Não é solução aumentar a espessura, porque sempre se chegará a um ponto em que é superada a resistência mecânica na face interna mais sollicitada. Talvez fôsse possível reduzir esta perda de tensão e obter o melhor aproveitamento do material, sob o ponto de vista de resistência.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Já pre-estabelecemos condições mecânicas favoráveis, que seriam como eu já lhe havia dito. Suponhamos, por exemplo, dois cilindros. Seria a combinação de uma taxa de tração eventual com outra de compressão pre-existente em  $R = a$  (fig. 3), daí resultando uma taxa bem menor de tração que o material suportaria com mais segurança, em  $R = a$ .

**Prof. Werner Grundig** — Tomaria a liberdade de fazer mais uma pergunta: se foi estudada também a ação da elevação da temperatura, porque no caso de um canhão, em que o aquecimento ocorre, há evidentemente a deformação do material, e esta tensão viscosa também tem a tendência de reduzir esta tensão máxima.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Na parte referente à artilharia creio que deve ter sido estudado, porquanto à medida que se aquece o munição da culatra temos também menor vedamento aos gases, e portanto, a eficiência dos tiros vai diminuindo. Assim, existe uma certa cadência permissível de tiros, que é um detalhe técnico de artilharia, do qual não estou bem ao par. Qualquer canhão tem certa cadência de tiros, fora da qual a alça de mira não adianta mais. No caso da parte mecânica propriamente dita, é preciso levar em conta a eventual elevação da temperatura. Por exemplo: esta grande camisa — que se vê na fotografia 1 — se esta grande bucha de bronze se aquece por efeito de atrito com o mancal, é evidente que haverá uma dilatação, e portanto uma pressão  $p'$  menor do que  $p$ .

Tenho a impressão de que a elevação máxima permissível da temperatura não deve implicar numa reestruturação do material, no sentido de nivelar melhor a distribuição das tensões, caso em que ficaria anulada a fretagem.

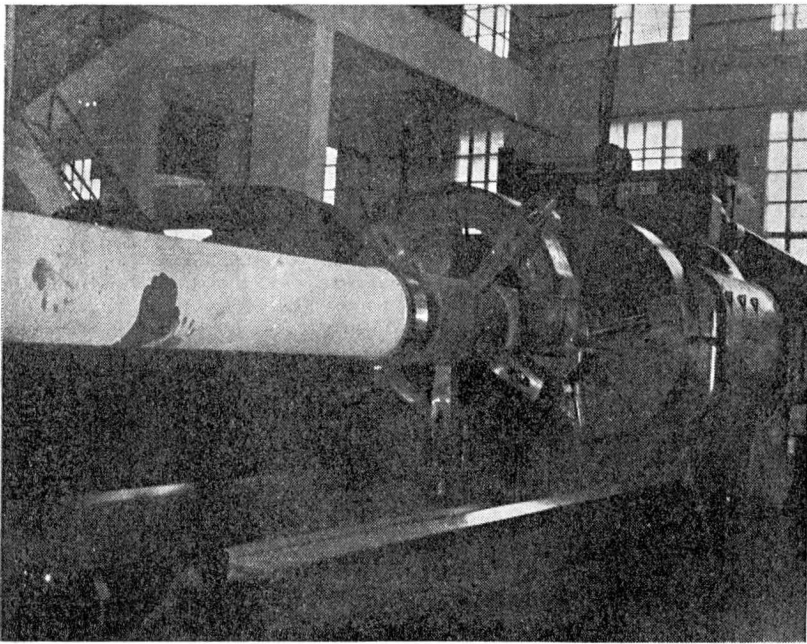
**Eng. João Gustavo Haenel** <sup>(5)</sup> — Desejava dizer ao engenheiro Fabriani, no que diz respeito à nomenclatura usada, que tenho a impressão de que o termo "distensão" daria origem a uma confusão. O que usamos correspondente a "stress" é de fato "tensão". Mas, correspondente a "strain" não seria distensão, mas sim "deformação". A uma deformação de tração poderíamos chamar de alongamento e a uma deformação de compressão poderíamos chamar de encurtamento.

Quanto a uma pergunta do professor Werner Grundig, relativamente a uma deformação viscosa, desejaria saber se ele se referia a um fenômeno de fluência?

**Prof. Werner Grundig** — Essa deformação viscosa ocorre sob tensões constantes. Já que existe sempre essa tensão induzida, é possível que ocorra deformação viscosa, tanto mais fácil quanto mais alta a temperatura.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, chefe Sub-Secção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.





Fotografia 1

**Eng. João Gustavo Haenel** — Poderia haver deformação viscosa mesmo à temperatura ambiente. De fato, é um fenômeno muitas vezes pouco conhecido que existe essa deformação viscosa à temperatura ambiente, desde que as tensões sejam suficientemente elevadas. Nós estamos fazendo no I.P.T., de São Paulo, uma pesquisa sobre deformação viscosa em arame para concreto protendido e talvez possamos apresentar os resultados no 8.º Congresso.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Andei procurando um termo para poder traduzir “stress” e “strain”. Em inglês, “strain” deriva ao que parece de “stress”. Em português, temos usado tensão. A raiz seria a mesma no caso de ser usado o termo distensão. Usei o termo porisso, e como que propus que fôsse discutido o assunto nesta sessão. A raiz é a mesma. Temos, então, tensão para “stress” e distensão para “strain”. Creio ser preferível um nome simples como distensão a um complexo como deformação unitária.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Eu proporia que se dissesse “deformação total”, quando não fôsse unitária.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Hoje em dia, tratando de resistência de materiais, os técnicos usam universalmente o termo tensão, servindo para tração e compressão. Seria uma proposta para homogeneidade, ficando de um lado, tensão e distensão para “stress” e “strain”, e de outro lado esforços e deformações de qualquer tipo que fossem, totais, não unitários.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Tomando o próprio argumento do engenheiro Ferruccio Fabriani, a minha impressão é de que os termos “stress” e “strain” são por demais parecidos, quando sabemos que “stress” e “strain” são consequência um do outro, mas representam

fenômenos físicos diferentes. Haveria conveniência em que fossem de raízes diferentes.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Os engenheiros americanos não se queixam disto. Torna-se fácil o enunciado da fundamental lei de Hooke, dizendo que tensão sobre distensão consequente é igual ao módulo de elasticidade. Depois de examinar várias palavras em Cândido Figueiredo e em outros dicionários, como o Webster, cheguei a essa idéia que foi assim proposta no trabalho, como contribuição.

**Eng. Ivo A. Cauduro Piccoli** (6) — Nesta questão de terminologia já têm surgido diversas questões. Vou citar apenas um fato. Um aparelho da SKF foi traduzido por polia-esticadora. Com grande discussão e oposição, o termo ficou consagrado. Depois de certo tempo surgiu agora uma polia-esticadora com polia normal, e não houve mais possibilidade de tradução. Isto pode parecer coisa sem importância, mas, na prática, na aplicação, torna-se confuso, impossível de interpretar. A pessoa que compra, não sendo um técnico, sendo apenas um freguês, fica confusa, não entendendo nada, por deficiência de terminologia. A minha preocupação é que os técnicos no assunto escolham um nome que seja completamente diferente até, mas que fique figurando no glossário, que se faça depois uma discussão definindo o termo, fazendo a tradução nos idiomas mais comuns: inglês, francês e alemão. Não adianta nada estarmos agora preocupados com Cândido de Figueiredo e outros. A solução é resolver, denominar certo fenômeno com tal nome que daí por diante deve ficar consagrado. Naturalmente, serão consultados os que trabalham em laboratório de resistência dos materiais, que são mais doutos e capazes de achar um termo que defina o fenômeno, para que nós outros o venhamos, depois, a empregar.

A minha proposição é que se faça, depois de cada discussão, na publicação do Boletim, um glossário dos termos empregados, definindo os termos. Porque uns traduzem de uma forma, enquanto que outros pensam de outro modo sobre o mesmo termo, e na literatura, depois, temos uma variedade enorme de termos, estabelecendo-se uma evidente confusão. Muitas vezes um mesmo termo, empregado por vários técnicos, tem significado diferente.

**Prof. Werner Grundig** — E' muito interessante a sugestão do dr. Ivo Piccoli. Seria conveniente que se apresentasse já uma proposta de definição do conceito da teoria de resistência de materiais.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Na qualidade de secretário da A.B.M., lembro que a Associação tem uma comissão para elaboração do dicionário técnico. Os trabalhos desta comissão, depois de paralizados por algum tempo, foram reiniciados, tendo sido dividida a tarefa em vários setores. Foi feito um apelo a vários colegas especialistas em cada setor, para que apresentassem os termos em suas especialidades. Devido aos trabalhos do Congresso, a comissão interrompeu o serviço por dois meses, mas, agora, vai reiniciá-lo novamente, acrescentando 500 termos aos 300 já empregados. No setor do tratamento mecânico foram apresentados cerca de 100 termos. No setor da resistência dos materiais vamos pedir ao dr. Ferruccio Fabriani que apresente alguns termos, e assim a A.B.M. espera até o fim do ano publicar a primeira edição do seu vocabulário de termos técnicos. Estamos aguardando que sejam colecionados mil termos, que esperamos publicar

(6) Membro ABM; Professor de Física e de Máquinas e Motores da Escola Técnica Federal de Indústria Química e Têxtil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial — SENAI e chefe da Divisão de Bolsas do mesmo Serviço; Rio de Janeiro, DF.

num rascúculo, como primeira edição de um vocabulário técnico. De dois em dois anos, seria reeditado com os acréscimos obtidos nesse período. Penso que assim a A.B.M. satisfará o pedido do engenheiro Ivo Piccoli.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — O que acho é que esta questão da nomenclatura não fica adstrita apenas à tradução mais favorável. Tenho observado maiores vantagens quando se consideram pares ou ternos de palavras associadas em certa especialidade. Acho um pouco problemático, fora disso, propôr traduções. Nesse trabalho que me tomou algum tempo, surgiu essa consideração relativa aos termos "stress" e "strain", e quis simplificar. Acredito na oportunidade do termo "distensão". Sei que vulgarmente o significado é diferente: diz-se, por exemplo, distender um músculo, mas também vulgarmente não se aplica tensão senão ao estado de tração. Acho que o conjunto é que deve dar o significado. De sorte que seria relativamente fácil haver um encontro de idéias e estabelecermos definitivamente como vamos chamar, porque o hábito é uma grande coisa. Se começarmos a chamar de deformação, nunca mais poderemos mudar. A minha sugestão é no sentido de agrupar os termos num conjunto especializado, como êsse de tensão-distensão-estrição.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Penso que a discussão desta questão ficaria melhor na Comissão de Termos Técnicos, porque requer um pouco de tempo, e talvez fôsse preferível entregarmos êsse assunto à referida Comissão.

**Eng. Ivo A. Cauduro Piccoli** — A questão, segundo me parece, está perfeitamente esclarecida. Estas sugestões devem ser encaminhadas à Comissão. Só não concordo é que os termos sejam publicados antes de uma crítica. Acho que antes da publicação, deveríamos mimeografar as decisões e enviá-las aos sócios, aos interessados, que fariam suas críticas, porque a idéia de muitos sobre certas particularidades seria muito melhor. Assim, com a opinião dos técnicos em determinados assuntos, justificariamos perfeitamente a escolha dos termos.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Esta é precisamente a orientação que a Comissão deliberou adotar.

**Eng. Paulo G. de Paula Leite** (7) — Sômente com relação aos termos tensão e distensão queria fazer uma pergunta. Tensão é traduzido por "stress" e distensão por "strain". Mas distensão vem de distender, de alongar. Então estamos traduzindo "strain", que é uma palavra geral, para deformação. Tanto serve "strain" para compressão como para tração. Parece que distensão ficaria particularizada apenas no caso de tração. Acho que deformação seria bem a palavra, porque teria o significado geral.

**Cel. Sila Soares** — Pediria permissão para perguntar ao engenheiro Fabriani o seguinte: referiu-se êle a um limite de cadência de tiros dêstes canhões e uma conseqüente elevação de temperatura. Parece que falou também em uma dificuldade de vedação na culatra. Eu perguntaria se êste limite de cadência é decorrente dessa dificuldade de vedação?

**Eng. Ferruccio Fabriani** — O senhor é oficial e, por conseguinte, conhece esta parte de artilharia. Nós gostaríamos de ouvir sua expli-

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil; Arsenal de Marinha da Ilha das Cobras, encarregado dos Laboratórios de Raios-X e Ensaios Mecânicos; Rio de Janeiro, DF.

cação mais doura. O professor Werner Grundig me perguntou se eu conhecia o efeito da elevação da temperatura. Apesar da auto-fregagem, temos para um aumento de temperatura, um aumento proporcional da câmara de expansão dos gases. Portanto, se a câmara aumenta, quer me parecer que há escape de gases e não chegaremos a obter o mesmo índice de compressão que tínhamos normalmnte. Assim, acho que o limite, a cadência de tiros pode ser feita de tal modo que a temperatura em ascensão não importe em deformação nociva ou modificação da estrutura do material.

**Cel. Sila Soares** — Esta distensão da câmara, da parte interna da culatra é que devia permitir o escape de gases, na sua compressão pela distensão maior do metal de que é feito o estojo?

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Há o anel de vedamento. A diferença está em que o cobre tem a possibilidade de expansão necessária para que haja vedamento, pois me parece que a granada entra fria e não se permite que aqueça o suficiente.

**Cel. Sila Soares** — Acho que não é esse anel que vai vedar. Mas, o senhor está com a razão, pois me escapou isso. A munição quando é introduzida no canhão, o tubo está quente, mas não é o anel que vai fazer a vedação, e sim o estojo que está na culatra, que, realmente, está frio.

## DISCUSSÃO (1)

### ESTUDO DE PROPRIEDADES DE AÇOS SINTERIZADOS (2)

Eng. Vicente Chiaverini (3)

Eng. Carlos de Revorêdo Barros (4)

**Presidente:** Eng. João Gustavo Haenel.

**Membros:** Eng. Vicente Chiaverini, Eng. Raul Cohen, Eng. Fernando A. de Toledo Piza, Eng. Hugo L. Radino e Eng. Michel Loeb.

**Eng. Jarbas O. Nascimento (5)** — Gostaria de saber dos autores que apresentaram tão interessante trabalho sobre sinterização de pós ferrosos, quais os métodos utilizados na dosagem do carbono nesse tipo de materiais sinterizados.

**Eng. Vicente Chiaverini** — A diferença de dosagem do carbono entre um aço fabricado pelos processos convencionais e o aço obtido por sinterização a partir de misturas de pó e grafita reside principalmente na conveniência de se determinar, no último caso, também o teor de carbono livre, o que serve de controle na operação de sinterização. Pelo exame do trabalho, pode-se verificar que tivemos o cuidado, nos resultados das análises químicas dos produtos sinterizados, de mencionar sempre o carbono livre ao lado do combinado.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — A porcentagem de carbono livre é proporcional ao tempo de sinterização?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Ao tempo e à temperatura.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — No gráfico da figura n.º 9, os resultados do material temperado e revenido, depois de apenas sinterização, sem re-compressão final, são superiores aos resultados obtidos com a re-compressão. Não deveria haver uma variação no sentido inverso?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Realmente. Entretanto, como tivemos o cuidado de salientar no decorrer da exposição, nem sempre trabalhamos nas melhores condições, não só no que se refere à moldação dos corpos de prova, como também no que diz respeito à re-compressão final, sobretudo devido à pressa que tínhamos em apresentar esta primeira contribuição relativa a aços sinterizados. Devido a essas falhas, obtinha-se frequentemente, na compressão, corpos de prova com variações de espessura de uma extremidade a outra, consequência em geral da má distribuição do pó na matriz. O enchimento da matriz, para obter-se uma boa distribuição de pó no seu interior, não é simples. Quando essa operação não é feita com todo o cuidado, surgem as diferenças citadas, o que pode influir consideravelmente nos resultados finais.

(1) C. T. n.º 167, Comissão A-3, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 24, vol. 7, julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Assistente de «Materiais de Construção» da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Engenheiro da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Químico; Divisão de Metalurgia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil; Brazaço S.A.; São Paulo, SP.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — Outra pergunta, esta mais de ordem prática. Qual o tamanho máximo de peças produzidas por metalurgia de pó?

**Eng. Vicente Chiaverini** — O tamanho da peça é uma das limitações do processo, porque vai depender da capacidade da prensa. Hoje já se consegue produzir tipos de peças com cerca de um metro, ou mesmo mais, de diâmetro; mas são casos especiais.

**Eng. Maurício S. C. da Cunha** (6) — Em que condições foram realizados os tratamentos térmicos citados?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Sempre utilizei atmosfera controlada, para evitar oxidação do material, a qual, mesmo que o teor de carbono fosse baixo, seria maior nos produtos sinterizados que nos aços produzidos pelos processos convencionais. Utilizei um forno em que o resfriamento é muito lento: esse é, aliás, o motivo pelo qual uma das micrografias referentes a aço de alto teor de carbono recozido, mostra uma estrutura coalescida. O tratamento visado tinha sido o recozimento, mas como o resfriamento foi lento demais, e tratando-se de aço de alto carbono, resultou a estrutura coalescida que a micrografia da fig. 11 mostra.

**Eng. João Gustavo Haenel** (7) — Com relação aos aspectos micrográficos, gostaria de obter alguns esclarecimentos sobre certas micrografias apresentadas no trabalho que parecem um tanto estranhas. Por que a micrografia da fig. 6 mostra áreas brancas alongadas?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Essas áreas são certamente de ferrita; a disposição alongada pode ser causada por uma maior concentração de ferrita em certas áreas alongadas, devido talvez a uma mistura não muito perfeita de ferro e grafita em pó.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — Em relação à questão do efeito de tratamentos sobre esses produtos ferrosos sinterizados, queria perguntar se há efeitos direcionais na estrutura do material, em consequência de tratamentos mecânicos e térmicos após compressão e sinterização?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Deve haver. Entretanto a única coisa que encontrei em literatura foi o efeito de certos forjamentos e laminções em pós de ferro puro, de diferentes origens. Dêsse estudo fiz um resumo na tabela 2, não tendo sido nessa tabela incluídos os resultados relativos a esses tratamentos mecânicos. Por outro lado, não encontrei aspectos micrográficos.

**Eng. Jarbas O. Nascimento** — Acho que seria de grande interesse um estudo nesse sentido.

**Eng. Vicente Chiaverini** — De acordo. Nesse sentido, aliás, pretendo iniciar um extenso trabalho, abordando todas essas questões e encarando misturas diferentes de ferro e grafita.

**Eng. João Gustavo Haenel** — O autor tem em mira alguma aplicação prática, no futuro, de aço sinterizado?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Até o momento, tem o IPT algumas solicitações no sentido de se estudar a possibilidade de produção de peças de forma simplificada para armas e para fechaduras. Há difi-

(6) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista; Fábrica do Galeão; Rio de Janeiro, DF.

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Chefe Sub-Secção de Ensaios Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

culdade de atender aos interessados, devido ao equipamento de que dispomos não ser o mais indicado para certas peças. Entretanto, acredito que o grau de desenvolvimento atingido atualmente pelo Brasil permite encarar-se a possibilidade da produção seriada de determinados tipos de peças de ferro e aço sinterizado. Este trabalho teve em mira, sobretudo, abordar o problema e mostrar ao mesmo tempo que dispomos de excelente matéria-prima.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Do ponto de vista econômico, tem o autor já alguma idéia da relação de preço entre, por exemplo, uma peça de fechadura feita por metalurgia de pó ou feita pelos processos usuais?

**Eng. Vicente Chiaverini** — Difícil é dar uma resposta satisfatória, sobretudo se me basear nas instalações existentes no IPT. Creio, entretanto, que em condições de produção seriada, com instalação adequada, o preço deverá ser inferior. Partindo-se, como podemos fazê-lo, de uma matéria prima excelente e de baixo preço de custo e podendo-se simplificar perfeitamente a questão de atmosfera protetora durante a operação da sinterização, acredito que o processo competirá vantajosamente com os processos convencionais desde que, evidentemente, se tenha uma produção razoável.

## DISCUSSÃO (1)

### CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUALIDADE E OS MÉTODOS DE ENSAIOS DE ENXADAS (2)

**Eng. João Gustavo Haenel** (3)

**Eng. Rubens Lima Pereira** (4)

**Presidente:** Eng. Ferruccio Fabriani.

**Membros:** Cap. Eng. Euclides Triches, Eng. Murilo de Oliveira Marcondes, Eng. Antonio Augusto da Silva, Eng. Horace A. Hunnicutt, Eng. Baldassare Mattana.

**Cap. Eng. George Soares de Moraes** (5) — O eng. Haenel deve saber que os americanos possuem uma máquina para testar sapatos. E' uma roda na ponta da qual é calçado um sapato para se comprovar a vida do mesmo, a sua durabilidade. Pergunto se não seria interessante estudar um teste semelhante para estudar a enxada já que o senhor diz que faz falta um teste prático. Não se poderia suprir esta deficiência?

**Eng. João Gustavo Haenel** — Já pensamos, no I.P.T., em construir uma máquina para ensaio de enxadas. Seria uma máquina que imitasse a função de carpa, que entrasse no solo e dele fôsse sendo retirada sucessivas vezes. Mas não nos decidimos ainda a construí-la porque não sabemos se terá grande valor prático, já que, na realidade, o uso da enxada nem sempre é feito pela forma em que deveria sê-lo. O ensaio de uma enxada de determinada marca, que é muito dura, poderia dar excelentes resultados nesta máquina, mas, no entanto, se o agricultor procurar tirar tocos com a enxada, ela quebraria. Ora, seria preciso imaginar dentro dessa máquina uns tocos para que a enxada encontrasse resistência e pudesse talvez quebrar ou trincar. Em face disso, não sabemos se não é mais aconselhável fazermos ensaios reais da utilização das enxadas no campo. Esta foi a razão que não nos animou a construir uma máquina mais ou menos nos moldes da que descreveu o engenheiro Moraes. As enxadas, nós sabemos, são empregadas para os mais variados fins e nos solos os mais diversos.

**Cap. Eng. George Soares de Moraes** — Não conheço muito bem as especificações para enxadas, mas acho que seria interessante se fizesse um desenho, um gráfico, mostrando qual seria a enxada ideal, com relação à dureza das suas diversas partes.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Conforme o engenheiro George Moraes sabe, a ABNT vai ter uma reunião, em setembro, de cuja pauta consta a especificação de enxadas. E' nossa intenção, nessa ocasião, apresentar um estudo com gráficos a respeito do assunto. Contamos

(1) C. T. n.º 168, Comissão A-4, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 24, vol. 7, julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Chefe Sub-Secção de Ensaio Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro Metalúrgico; Fôrça Aérea Brasileira, Chefe Divisão de Manutenção; Parque de Aeronáutica de São Paulo, SP.



com a colaboração do engenheiro George Moraes e dos demais interessados, aos quais solicitamos apresentarem sugestões para melhoria das especificações que, no momento, não são das melhores.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** (6) — O senhor diz que tem dificuldade em obter enxadas para exame, por falta de cooperação. Perguntaria qual o plano que tem para a divulgação dêste trabalho. Sòmente a sua publicação no órgão da ABM?

**Eng. João Gustavo Haenel** — Por enquanto apenas tivemos tempo de imprimir o trabalho e distribuí-lo hoje. Como esclareci, foi êle entregue à Superintendência do I.P.T., que vai decidir qual o destino que deve ao mesmo ser dado. Autorizou, entretanto, a sua publicação no boletim da ABM, com as restrições que salientei de início. Evidentemente, está nas cogitações da Superintendência fazer uma divulgação maior, não se sabe por qual forma. Aliás, pediríamos que os interessados sugerissem algo sòbre a sua publicação, ou fizessem objeções, afim de que pudéssemos melhor estudar o problema e, depois, sugerir medidas para a melhoria da qualidade dêste útil instrumento agrícola.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — Parece lógico que deveria ser dada integral cooperação por parte de tôdas associações de classe. Poder-se-ia obter a cooperação de uma cooperativa para um ensaio em grande escala, controlado pela direção da mesma. Far-se-ia, durante um espaço de tempo determinado, um contròle do uso e duração das enxadas distribuídas aos seus associados.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Seria realmente valiosa uma cooperação dessa natureza. Necessitamos da colaboração dos consumidores, principalmente através um órgão de classe. Esta cooperação seria ótima, da maneira sugerida pelo engenheiro Hunnicutt. Inicialmente, como apontamos em nosso trabalho, poderiam nos auxiliar se enviassem amostras defeituosas.

Acontece que uma vez terminado o nosso trabalho inicial, nós fizemos outra verificação, que dará margem a outro trabalho. E' que verificámos, no depósito de enxadas usadas da Prefeitura — onde, aliás, encontramos uma única marca de enxada nacional e infelizmente não encontramos nenhuma enxada estrangeira — verificamos, como dizia, uma cousa curiosa. Embora uma das alegações mais frequentes contra as enxadas nacionais fôsse a de que elas abrem, esfoliam, sai o calço da base, num exame de 97 enxadas, encontramos apenas 6 esfoliadas. No entanto, encontramos 53 com um defeito que muito nos surpreendeu, porque não poderia ocorrer se a enxada fôsse usada como enxada. Chegamos assim à conclusão de que estão sendo usadas de outra maneira, pois encontramos 15 com trinca na posição A (fig. 1) e 38 com trincas na posição B (fig. 1), isto é, na parte não utilizável da enxada. Parece que a estão usando como alavanca para destocar, mas nunca como enxada, em face do local em que se apresenta o defeito. Depois desta verificação, chegamos à conclusão de que devemos fazer outro trabalho para verificar quais são as condições em que estão sendo utilizadas as enxadas no Brasil e que, talvez, fôsse necessário modificar o desenho da enxada. Talvez o desenho não seja indicado para o uso a que se destina êste instrumento no Brasil. E' um pro-

(6) Membro ABM; Engenheiro Mecânico; The International Nickel Co. Inc.; São Paulo, SP.

blema novo. E' um problema do qual não tínhamos idéia e do qual nunca tínhamos ouvido falar.

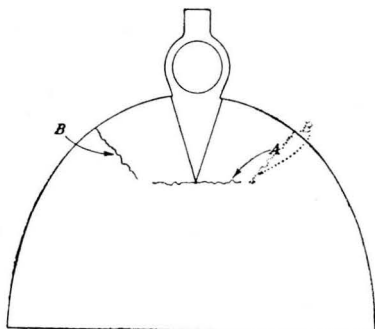


FIG. 1

**Eng. Baldassare Mattana** (7) — Se isso se dá com as enxadas da Prefeitura, não se dá no uso da agricultura. E' que os empregados da Prefeitura trabalham nos passeios das ruas, onde encontram pedras e materiais pesados e, então, usam a enxada como alavanca, razão justamente pela qual quebram no local indicado. Isto constatamos na extração do minério. Quando é material leve usa-se enxada, entretanto, quando o material é pesado usa-se a pá e mesmo esta costuma quebrar, se usada como alavanca.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Deveríamos usar dois tipos, a enxada-enxada e a enxada-alavanca...

**Eng. Baldassare Mattana** — Não, devemos é usar outra ferramenta que não a enxada. A enxada não está sendo empregada para o fim a que se destina. Se fôsse, para aquêle fim, modificado o modelo atual, a enxada tornar-se-ia muito pesada e não teria aceitação por parte dos lavradores, devido ao peso.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Exatamente. Como disse, espero receber enxadas das associações de lavradores, mostrando como e onde rompem no trabalho do campo. O que pude fazer, em São Paulo, foi ir ao depósito da Prefeitura, que é onde havia enxadas em quantidade, e lá verifiquei o que relatei e muito me surpreendeu. Agora, as enxadas usadas no campo é que deveriam ser examinadas para verificar qual o defeito que as inutiliza. As enxadas que examinamos não estavam sendo usadas para o fim para que foram criadas. Para aquêle outro fim deveríamos criar outro tipo, mais espêsso aqui ou ali, isto é, modificar o projeto de fabricação.

**Eng. Baldassare Mattana** — No reflorestamento, o inconveniente que se nos tem anteposto é justamente a fragilidade do calço, porque é onde abre, inutilizando a enxada.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Em grande quantidade?

**Eng. Baldassare Mattana** — Exatamente.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Precisaria ser investigada qual a marca e o tipo. Como disse, na Prefeitura êste defeito foi mínimo e as provas que fiz parecem indicar que não é êste o defeito primordial das enxadas nacionais.

**Eng. Baldassare Mattana** — Reclamamos diretamente ao fabrican-

(7) Membro ABM; Engenheiro Mecânico e Eletricista; Companhia Ferro Brasileiro S.A., Usina Gorceix; Caeté, MG.

te e êste nos disse que talvez tivesse sido uma remessa do início da fabricação.

**Eng. João Gustavo Haenel** — E' possível que seja realmente a explicação.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** <sup>(8)</sup> — Queria esclarecer, já que foi afirmado que não há enxadas nacionais feitas com lâminas de chapa e olhal fundido, que já vi algumas. Tenho amostras, mas, infelizmente, não as trouxe.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Realmente, encontrei algumas. Eu já as vi. O senhor tem razão. Sei até qual a marca, mas é uma fabricação pequena que, praticamente, não pesa na produção nacional. Deve ser cousa da ordem de zero e pouco por cento.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** — Agora, quanto à idéia do engenheiro Haenel, de ser introduzida nas especificações brasileiras novamente a especificação da enxada inteira, acho muito interessante. Poderíamos pleitear do I.P.T. que entrasse com o seu péso para prestigiar a idéia.

**Eng. João Gustavo Haenel** — A maior responsabilidade pela retirada das enxadas inteiriças da especificação cabe aos próprios fabricantes. Eles é que, não sei por que razão, a pediram. Não me foi possível estar presente à reunião em que isto foi decidido e, por tal motivo, não pude me opor a esta medida. Como foram os fabricantes que pediram a retirada, também eles agora deveriam pedir a inclusão à ABNT.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** — Seria interessante, no caso da enxada calçada, especificar um mínimo para o calço, porque ficaram as especificações muito vagas, não dando o mínimo ou o máximo. A enxada com calço fino deve cortar muito melhor, nos serviços de carpa do que uma enxada com calço grosso. E então seria imprescindível a mudança da escala de dureza, para contrôlo daquelas.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Nesta parte é absolutamente imprescindível a prova prática. A única maneira de decidir qual a dureza mínima ou máxima do calço é tomar vários tipos, pôr em uso, e ver qual o melhor. Fora disso, a única coisa que se pode alegar é o respeito à tradição. Dizem que a enxada de tal marca foi sempre boa e como ela tem tal espessura de calço, devemos fazer igual. E' um método muito primário, mas é o único — fora êste estudo mais intensivo e sistemático, que permitiria determinar de maneira prática qual o tipo de espessura mínima e máxima ideal — e parece que é a êle que os fabricantes estão recorrendo.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** — Quanto à questão da dureza especificada pela ABNT, de fato, o nosso ponto de vista é o de que deve ser média, que é a que tem dado melhores resultados. Mesmo, não é aconselhável que a parte temperada das enxadas seja muito grande, para evitar o entortamento; também não devem ser muito duras.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** <sup>(9)</sup> — Quero antes de mais nada, felicitar o eng. Haenel pelo trabalho que apresentou e que julgo muito interessante. Aproveito, também, a oportunidade para expor alguns dados sôbre uma das maiores indústrias de enxadas do Brasil.

(8) Membro ABM; Engenheiro Eletricista; Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida S.A.; Sorocaba, SP.

(9) Membro ABM; Engenheiro Civil e Industrial Metalúrgico; Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida S. A.; Sorocaba, SP.

O eng. Haenel certamente examinou cerca de 100 peças. Pois bem, nós podemos dar os resultados de experiências de 3 anos, tempo em que realizamos aproximadamente 21.000 ensaios.

Naturalmente, com o intuito de elevar o padrão de qualidade das enxadas de sua fabricação, esta indústria metalúrgica, que é a Nossa Senhora Aparecida e que iniciou a campanha de qualidade em 1946, com fabricação do próprio aço em seu forno elétrico e em agosto de 1948 deu início aos estudos para o tratamento térmico em banho de sal de suas enxadas obtendo, assim, um material de primeira qualidade.

Devido à falta de experiência, porém, foi trabalhando paulatinamente até fins de 1948. Mas, já em 1949, todas as peças de sua fabricação foram tratadas em banho de sal, tendo sido abandonado o tratamento em sêbo, que era antiquado.

Para dar uma idéia dos benefícios que trouxe este novo tratamento, vou dar uns dados sobre a rejeição dos produtos nessa indústria. No início, essa rejeição era a ordem de 47,5 %, incluindo aí os 3 primeiros meses de experiência dos tratamentos térmicos. No tempo em que submetíamos as enxadas aos banhos de sêbo, a rejeição era da ordem de 65 %. Em 1949, essa rejeição caiu em média para 9,1 %. Em 1950, foi de 1,6 % e, em 1951, até junho, era de 2,4 %. Agora, é interessante acentuar que nos anos de 1949 e 1950 a nossa produção era de enxadas inteiriças e, em 1951, passamos ao incremento da produção de enxadas calçadas. A este respeito temos dados interessantes. Nos diversos meses do corrente ano, até junho, as rejeições foram as seguintes:

Mês	Enxadas calçadas examinadas	Rejeição %
Janeiro	381	4,8
Fevereiro	315	1,3
Março	298	7,0
Abril	349	3,9
Maior	414	6,1
Junho	341	3,5

Mês	Enxadas inteiriças examinadas	Rejeição %
Janeiro	434	0,5
Fevereiro	278	0,7
Março	296	0,7
Abril	440	0,0
Maior	466	0,6
Junho	450	0,2

Estes seis primeiros meses, portanto, nos dão uma rejeição da ordem de 4,5 % para as enxadas calçadas e de 0,5 % para as enxadas inteiriças. Isso mostra o alto índice de qualidade do nosso produto.

O interessante é o ensaio que a indústria adota para a enxada calçada e que é mais severo que o da ABNT. Em cada lote de 100 peças, duas são submetidas a ensaios em três zonas. Nós examinamos no meio e nas duas extremidades, ao passo que a ABNT examina no terço médio a 2 cms de gume. A nossa rejeição é considerada nessas

três zonas. No entretanto, nesta percentagem de 4,6 % em 475 enxadas examinadas, 1,7 corresponde a enxadas entre 30 e 45 Rockwell C e estas não acreditamos sejam más ferramentas.

Apesar da experiência que a indústria possui em seus métodos de trabalho e no controle rigoroso de serviços e tratamentos notou que as vezes apareciam pontos moles nas enxadas tratadas. Isto nos levou a experimentar outro ensaio ou seja, passamos a usar para as enxadas que apresentavam baixas durezas em determinada zona, a escala Rockwell A e a dureza encontrada correspondia na escala C a dureza que se enquadrava na especificação. Diante do resultado cortávamos a enxada e verificávamos por ataque de iodo da superfície polida que o calço naquela zona era realmente fino. Nós temos uma conexão que mostra Rockwell C 58 numa extremidade, no meio 20 C e 58 na outra extremidade. Não poderia esta enxada ser rejeitada, como seria se fosse examinada num Instituto Tecnológico. Então fizemos outro ensaio e achamos no meio 75 Rockwell A ou seja 49 C e não 20 C como tínhamos. Pelos processos que a indústria nacional em grande escala ainda usa para forjar suas enxadas, este fato leva as vezes o seu produto a rejeição pois as normas brasileiras são rígidas e só determinam dureza Rockwell C. Como o engenheiro Haenel apresentou este trabalho, nós poderemos estudar melhor o assunto, pois estamos em desacordo em alguns pontos, ou, pelo menos, poderíamos entrar em discussão a respeito, mesmo porque, o engenheiro Haenel acha que o Rockwell C seria determinante na rejeição de uma enxada com esse calço. Acho que precisamos mudar o ponto de vista.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Respondendo ao pedido de esclarecimento do engenheiro Antonio A. da Silva, quero dizer, em primeiro lugar, que está claro que o número de ensaios feitos no IPT é pequeno para dar uma conclusão genérica. No entanto, pelas tabelas que constam do estudo verifica-se que o trabalho de examinar 100 exemplares foi muito grande, e se fossemos examinar 1.000 amostras, o tempo necessário para completar o estudo seria tão grande que os resultados não seriam mais oportunos. Preferimos, por isso, fazer um estudo sobre menor número de enxadas compradas no comércio, representativas de cada marca, e dar uma contribuição ainda em tempo e não daqui a três anos, quando o problema poderia não estar mais em foco. É claro que uma indústria que fabrica milhares de enxadas tem possibilidade maior de cooperar de maneira decisiva para o estudo estatístico da qualidade das enxadas.

Em segundo lugar, quer me parecer que o número de ensaios de dureza feitos na indústria — 2 % — ainda é muito pequeno. Talvez se devesse fazer uma percentagem maior de ensaios.

Em terceiro lugar, o engenheiro Antônio Augusto da Silva diz que encontrou dureza Rockwell C 20 no centro e depois fez ensaio de dureza com a escala A e, obtendo número de dureza maior, isto indica que esta enxada não pode ser rejeitada. Acho que esta afirmação é passível de discussão. Quero dizer, não sei, como digo no trabalho, se será necessário que a escala C indique uma dureza dentro das especificações para evitar que se aceite uma enxada com calço fino, cujas consequências, em serviço, não posso avaliar. Mas, evidentemente, se a enxada tiver uma espessura de calço uniforme, temos certeza que ela se comporta bem e se a espessura for insuficiente, não sabemos o que poderá acontecer. De maneira que o ensaio de dureza permite descartar a espessura insuficiente de calço.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Não fiz menção ao número de ensaios com o intuito de crítica. Só disse que a nossa experiência é baseada em 20.000 peças. Em segundo lugar, nós achamos que a especificação é muito rígida, mandam examinar um ponto e dizem “re-

jeita". Deve ser mais geral a especificação, principalmente para a indústria nacional, que emprega meios muito antiquados. Não é possível ter um rendimento maior quem depende da habilidade de um operador, que, no caso, é o ferreiro. Essas normas precisam ser mais gerais e mandar examinar em três pontos. Nós tratamos a nossa lâmina em toda a parte caldeada. Se a enxada tem um ponto mau, isto é, se uma martelada a espicha num ponto dando menor espessura, não pode ser rejeitada, porque tem mais 6 ou 7 cm de parte tratada.

**Eng. João Gustavo Haenel** — E' preciso saber se é um ponto ou uma zona. Uma martelada pode pegar tôda esta faixa. Não há dúvida que as objeções mostram que são necessários estudos práticos.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — De acôrdo. E que as especificações precisam ser modificadas. Ainda mais, conforme disse o engenheiro Murilo, também achamos bastante elevadas as especificações de dureza, mesmo porque a enxada é quebradiça pelo processo que usamos, acima dos 55 Rockwell C. Não quero criticar uma enxada calçada estrangeira que reputamos de boa qualidade, mas tendo examinado algumas, a dureza que encontramos, em média foi de 40 Rockwell C, ainda com a agravante de que enquanto as especificações brasileiras mandam que tratamento térmico se obtenha por um têrço da altura da enxada ou seja da ordem de 6 cm, todas as enxadas estrangeiras que examinamos não têm mais que 2 cm tratados.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Isto não coincide com as nossas observações.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — No seu trabalho não tem isto, mas tivemos oportunidade de verificar várias vezes, em tôdas as enxadas estrangeiras que examinamos.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Pelo nosso trabalho, a altura do calço é de 7 cm e de faixa tratada também 7 cm.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Em verdade, temos atualmente verificado que estas enxadas, apesar de tudo, têm grande aceitação mas nós acreditamos que a faixa mais curta seria prejudicial ao lavrador, que teria que manda-la constantemente ao ferreiro. Em todo caso seria um caso a considerar.

**Eng. Ferrucio Fabriani** <sup>(10)</sup> — Desejo ponderar ao engenheiro Antonio Augusto da Silva — acho que o trabalho é muito partinente, porque é de alta importância e põe em alto plano a produção nacional — que em cada linha de fabricação deveria haver um grande cuidado em zelar pela qualidade do artigo.

Pelas suas palavras estou vendo que seria de todo interêsse que, na próxima reunião da ABNT, o IPT comparecesse afim de colaborar com seus esclarecimentos. Colaborarão no sentido de que as especificações não fossem rígidas, no sentido de ser especificada uma enxada apenas, a melhor de tôdas. Entendo que se poderia fabricar uma linha que, pelos ensaios feitos, fôsse classificada como a melhor, obtendo, em consequência, um preço melhor. Já outra linha teria especificações um pouco menos rígidas e seria de preço também menor.

Esta a sugestão que tinha a fazer e queria ouvir a sua opinião a respeito.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — E' difícil, na indústria, fazer êste exame, pois teríamos que examinar enxada por enxada e, sendo a nossa produção de 4.000 peças por dia, seria isso difícil.

(10) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, Encarregado da Fundação; Rio de Janeiro, DF.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Com dureza Rockwell C não seria possível? Tenho informação que nos Estados Unidos assim se procede, mesmo para grandes quantidades.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Entendemos que com a mudança do processo se consiga elevar bastante o índice de qualidade das enxadas caçadas, porque acreditamos que com o processo de laminação o calço fique uniforme. Com o tratamento que temos, já definido, acreditamos que o índice de rejeição venha a cair e é neste sentido que o engenheiro Murilo já está estudando a mudança do processo. Esperamos, que em breve possamos modificar completamente o sistema. Aí não precisaremos mais depender do operário especializado.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Neste caso, então, o senhor estaria de acôrdo em que a especificação é razoável.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Não. Não estou de acôrdo com a especificação neste particular de dureza. Como diz o engenheiro Haenel, há enxadas feitas por êste processo (de laminação) com durezas diferentes na faixa tratada.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Mas já se explicou que é devido às diferenças na espessura.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — Creio que se deve achar pontos moles nas extremidades, pelo processo de laminação pois no meio o calço é mais grosso e suscetível de maior dureza para carga de 150 kg.

E no caso do Instituto ter que rejeitar, que faça uma macrografia, que é um estudo rápido. Porque o Instituto rejeita — eu não tenho a E - 40b, mas tenho esta última especificação de 26/11/49, que diz unicamente “que a dureza na faixa tratada deve ser entre 45 e 65 RC a dois centímetros do gume” e a dureza da parte não temperada não deve ser superior a 15 Rockwell C. O fato a observar é que as enxadas nacionais são feitas, ou eram até há pouco, pelo processo de forjamento a martelo de mola.

**Cap. Eng. Euclides Triches** <sup>(11)</sup> — A propósito dêste aparelho para exame de enxadas, quero esclarecer que no Arsenal de Guerra foi empregado um e estou de acôrdo com o eng. Haenel, em que êle não poderá traduzir os resultados da lavoura. Embora seja muito engenhoso, êste aparelho não preenche as finalidades a que se destina.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Agradecemos a contribuição do Cap. Euclides Triches, que vem ao encontro da nossa suposição.

Ao Eng. Antonio Augusto da Silva quero dizer que temos duas alternativas. Uma, procurar estudar uma espessura de calço mínimo, nas condições de fabricação atual, por ensaios práticos; a outra, esperar que a indústria esteja aparelhada a fazer enxadas por um processo que não dependa da habilidade do operador. Isto naturalmente, levaria muito tempo e muito dinheiro, que talvez viessem a ser justificados e talvez não.

Ao que sei, na Inglaterra ainda se fabricam pelo processo antigo e a sua qualidade ainda depende da habilidade do operador. E' verdade que, na Inglaterra, o mister de fabricar enxadas é uma tradição que passa de pai para filho, o que não acontece em nosso país.

(11) Membro ABM; Capitão, Engenheiro Metalurgista; Metalúrgica Triches: Caxias do Sul, RGS.

Enfim, o problema apresenta duas facetas: ou eliminar as irregularidades inerentes ao operador, ou então procurar rejeitar tôdas as enxadas que o operador não consiga fazer da maneira melhor possível.

**Eng. Antonio Augusto da Silva** — O eng. Haenel disse que a enxada estrangeira é feita por processo semelhante ao nosso. Ora, o eng. Murilo teve ocasião de dizer que a enxada estrangeira não é feita como o eng. Haenel pensa. E' feita espalmada na frente e, depois, laminada. Justamente na parte do calço, onde deveria ser martelada, é laminada e a frente deve ter um calço uniforme.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Carecemos completamente de informações sôbre como é feita a enxada na Inglaterra, pois que isto é guardado com um segredo. Não há publicações ou trabalhos na literatura que mostrem o processo de fabricação dessas enxadas, mas supomos que o método nacional seja uma transplantação do método inglês. Talvez, a indústria inglesa tenha evoluído. Não sabemos qual a situação atual da fabricação de enxadas na Inglaterra.



## DISCUSSÃO (1)

### A LIMPEZA PRÉVIA — PROBLEMA DA INDÚSTRIA METALÚRGICA (2)

Químico Alberto Paulo Ribbe (3)

**Presidente:** Prof. Werner Grundig.

**Membros:** Eng. João G. Haenel, Eng. Stanislaw Wislocki, Eng. Murilo de O. Marcondes, Quím. Alberto Paulo Ribbe e Eng. Antonio A. da Silva.

**Prof. Werner Grundig (4)** — Antes de iniciar a discussão do trabalho apresentado, gostaria de felicitar o autor do mesmo, pois no seu trabalho abordou de um lado as bases físico-químicas da adsorção e remoção de substâncias estranhas e, de outro lado, são apresentadas, também, soluções práticas para a remoção dessas substâncias, envolvendo em consequência uma série de problemas de grande importância econômica para a preservação de metais. Está em discussão o trabalho apresentado pelo químico Alberto Paulo Ribbe.

**Eng. Ivo A. Cauduro Piccoli (5)** — Endossando as palavras do nosso presidente, felicito o autor do trabalho pela aula de tecnologia que nos deu, abordando assuntos de grande importância para a indústria, não só sob o ponto de vista técnico, como sob o ponto de vista econômico. Temos um problema muito sério, que é a falta de vulgarização destes conhecimentos e a sua difusão, para que estes processos se tornem conhecidos também nas oficinas. Quem está lidando todos os dias na indústria é que sente a necessidade da divulgação destes conhecimentos, e até agora ainda não tinha tido oportunidade de ver uma condensação completa de todos os problemas, como esta que acaba de fazer o colega Ribbe. Felicito-o sinceramente pelo seu magnífico trabalho.

**Eng. Ferruccio Fabriani (6)** — Além de enaltecer a proficiência demonstrada pelo autor, desejava perguntar, quando o autor se refere a uma adesão física inter-molecular ou inter-atômica, se não existem também fatores físicos inerentes ao material depositado que justificam deposições compostas. Por exemplo, uma peça decapada é coberta de cobre e depois de níquel; deve haver talvez, a meu ver, uma razão física entre estes três metais: o de base, o cobre e o níquel. O cobre talvez como camada que respeita melhor as condições físicas intermediárias entre o níquel, ou cromo e o material de base. De sorte que pediria uma explicação: por que razão se usam ligas interpostas?

(1) C. T. n.º 169, Comissão B-1, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim n. 24, vol. 7, Julho, 1951.

(3) Membro ABM; Químico; Comercial e Industrial de Fornos «Werco» Ltda.; Rio de Janeiro, DF.

(4) Membro ABM; Professor catedrático da Universidade do Rio Grande do Sul; Chefe da Seção de Metais, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul; Pôrto Alegre, RGS.

(5) Membro ABM; Professor de Física e de Máquinas e Motores da Escola Técnica Federal de Indústria Química e Textil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial — SENAI e Chefe da Divisão de Bolsas do mesmo Serviço; Rio de Janeiro, DF.

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, encarregado da Fundição; Rio de Janeiro, DF.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — No caso comum, usa-se cobre-níquel-cromo, por uma questão de economia de níquel ou para facilitar a obtenção de alto lustro, o que, na tecnologia da fabricação, corresponde a uma redução apreciável de mão de obra de polimento. O cobre, em galvanotécnica, é depositado em dois tipos de banho, que são os ácidos e os alcalinos. No banho de cobre ácido dá-se inicialmente uma deposição por imersão, quer dizer, se tenho um metal perfeitamente limpo e o coloco num banho de cobre ácido, o cobre se deposita por "imersão" isto é sem diferença de potencial externo. Há uma troca — deposita-se cobre e dissolve-se ferro. Esta ação é instantânea e não se prolonga. Haverá assim uma camada finíssima de cobre. Esta camada depositada por "imersão" é uma camada muito fraca. Ela não é, aderente e não dá aderência a depósitos subsequentes. Se, pois, se imerge uma peça de ferro num banho de cobre ácido, níquelando-a depois, a camada de níquel, desprender-se-á à primeira solicitação mecânica. Por isso é usado o banho de cobre alcalino. No banho de cobre alcalino os ions de cobre estão como que disfarçados num complexo, e a cada momento a concentração de cobre junto à superfície metálica é tão baixa que o cobre não se deposita por imersão, e sim apenas sob a pressão de uma diferença de potencial elétrico aplicado. Isto garante depósitos espessos e fortemente aderentes. Como o cobre é muito dútil, é mais facilmente polível do que o aço e o níquel, de modo que permite esconderem-se as imperfeições superficiais do aço pelo polimento com menor trabalho, do que se se o fizesse diretamente no aço, ou sobre aço níquelado. Em seguida faz-se a cromagem, cuja finalidade é apenas decorativa. Não sei se cheguei a responder a pergunta?

**Eng. Ferruccio Fabriani** — A minha pergunta é se há razões econômicas ou só de ordem física para usar o cobre.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** (7) — Sem entrar na parte teórica do assunto, quero dizer que a International Nickel Co. Inc. tem feito experiências, e estudado o problema da corrosão com base no cobre, e chegou à conclusão de que a camada de cobre não era necessária. A camada de níquel, mais grossa, daria melhor resultado. Ademais, na presente situação, temos que ponderar que o níquel não está à disposição para esses fins em que é mais indicado. Estamos recomendando o uso do cobre para economia do níquel, mas, o serviço não é tão bom como com uma camada mais espessa de níquel.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Estou a par desses estudos e tenho feito algumas aplicações práticas. Isto é um aspecto, vamos dizer, apenas da corrosão. Existe esse aspecto do cobre ser muito mais polível que o aço, e até certo ponto que o níquel. Os grandes fabricantes de automóveis têm especificações bastante rígidas quanto às deposições, e justamente esses estudos da International Nickel têm suscitado algumas discussões nos Estados Unidos. Em geral a espessura para paracheque é mais ou menos um milésimo e meio de polegada, espessura total, sendo que quasi um milésimo de polegada será níquel. Eu me lembro de ter visto uma apreciação de um engenheiro da General Motors sobre esta questão do cobre-níquel-cromo; eles verificaram que não podem corroborar inteiramente as experiências realizadas em laboratórios, que é o caso da deficiência, da perniciosidade do cobre. Em todo o caso tem-se verificado que a virtude do cobre não é propriamente a resistência à corrosão, neste caso. Ligado a isto, pergunta-se o porquê da corrosão. O cobre se torna catódico em rela-

(7) Membro ABM; Engenheiro Mecânico; The International Nickel Co. Inc.; São Paulo, SP.

ção ao ferro, de maneira que num ambiente corrosivo é o ferro que se dissolve, até chega a estimular a corrosão do ferro. Com relação ao níquel o caso é o mesmo. Principalmente em depósitos muitos finos, que têm porosidades, isto é quasi inevitável. Por isto se faz a especificação da espessura do depósito a ser usado. Citei o caso da General Motors, que usa um milésimo e meio de polegada de espessura total.

**Químico Edgard K. de Oliveira** (8) — Com relação à aderência do depósito de níquel e ferro fundido, o senhor declarou que muitas vezes a aderência é maior do que a própria resistência do ferro fundido. Existe um modo de medir esta aderência?

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Existe sim, é o chamado teste de Ollard, modificado por Rohel. Niquela-se um cilindro de determinado diâmetro, que caiba numa matriz com furo de diâmetro ligeiramente superior ao do cilindro, de forma que, com o depósito, e estando exatamente centrados o cilindro e o furo da matriz, o depósito de níquel venha a impedir o deslissamento do cilindro para dentro da excavação. Aplica-se então, ao cilindro apoiado sobre a matriz, um choque por meio de um martelete com curso e peso determinados, e obter-se-á, assim, a aderência em libras por polegada quadrada. No caso da adesão ser inferior à coesão de ambos os metais, destacar-se-á um anel de níquel às vezes intato.

**Eng. Ivo A. Cauduro Piccoli** — Desejava saber sobre a questão da superfície mais favorável que apresentaria o cobre em determinadas funções. Aí há uma coisa que gostaria que fosse esclarecida. Certas peças vão ter determinado trabalho, e uma vez niqueladas deviam ter sobre a superfície um material mais dútil. Neste ponto, queria que o autor desse um esclarecimento. Se o cobre não é mais econômico.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Essa é quase uma função lubrificadora. Em geral, esse cobre não se usa como base para acabamentos posteriores. Nesta mesma linha está o processo de fosfatização. Forma-se um chamado depósito de conversão. A parte superior do metal é convertida em fosfatos. Esses fosfatos têm capacidade muito grande de absorção de óleos, e têm elasticidade suficientemente grande, de maneira que no processo de repuxagem, a peça é automaticamente lubrificada, com maior redução dos atritos.

**Eng. Miguel Siegel** (9) — Realmente, concordo com as observações já feitas sobre a excelência do trabalho, porque o autor vem prestar um serviço, já que se tem constatado a falta de conhecimentos nesse setor, e esclarecer uma série de problemas que enfrentam principalmente as pequenas indústrias, sem grandes recursos técnicos, além das grandes indústrias, evidentemente, que utilizarão esse tipo de limpeza. O título, porém, é que me parece um pouco geral demais, pois, fiquei na dúvida se se tratava de limpeza de peças ou de limpeza de indústrias. Verifico que se trata de limpeza de peças.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Não me havia ocorrido isso.

**Eng. Miguel Siegel** — Talvez fosse conveniente esclarecer no título. E' a sugestão que queria apresentar.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** (10) — Gostaria que o autor me esclarecesse, devido ao interesse que há em ferramentas para o repuxamento, qual é a dificuldade de aplicação do cromo duro.

(8) Membro ABM; Químico Industrial; Siderúrgica Riograndense S.A.; Pôrto Alegre, RGS.

(9) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

(10) Membro ABM; Engenheiro Eletricista; Indústria Metalúrgica N. S. da Aparecida S. A., Sorocaba, S. P.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — A dificuldade é ser o poder de cobertura muito pequeno. É o chamado poder de cobertura ou de penetração. Se nós temos uma peça com determinada conformação e colocamos um anodo num determinado ponto, vamos obter um depósito de cromo neste local, e não vamos obter nenhum depósito noutra local.

A cromagem é, provavelmente, o caso mais delicado nesta questão especial de distribuição de corrente. Para se contornar esta dificuldade, é preciso estudar-se para cada caso um sistema de distribuição de anodos. Inicialmente deve seguir-se da melhor maneira possível a superfície da peça. Às vezes, parece até ilógico. Trabalha-se numa determinada peça, tendo tantas dificuldades, para enfim encontrar um anodo de uma conformação que quase não guarda relação com a peça. No caso do eixo de manivela de avião a parte a ser recuperada é onde há maior desgaste. Então o eixo é retificado. Quer dizer, homogeneiza-se a sua dimensão e em seguida se coloca num banho de cromo. O anodo que com muito trabalho se desenvolveu para este tipo de operação é muito complexo, de chumbo, porque se observou que com um anodo cilíndrico se obtinha uma espessura extraordinária num ponto, enquanto que noutra parte, era quase nula. Com este tipo de anodo, meio inclinado, quase apontando para uma extremidade, conseguiu-se uma deposição bem homogênea em toda a superfície.

Outro problema é o que se refere à parte estriada. A parte estriada tem de ser cromada em toda a sua extensão. Justamente esta deficiência de cobertura do banho torna este problema extremamente difícil; e só mesmo com um anodo que de certa maneira reduz a distância, sem aumentar demasiadamente a intensidade da corrente nestes pontos, é que foi possível fazer-se uma deposição uniforme do cromo. Mas a cromagem tem tido grande aplicação. Lembro-me que, em 1947, a Pratt & Whitney introduziu a cromagem, não apenas para recuperação, como também primeiro acabamento de certas ferramentas de precisão.

Antigamente, usava-se a cromagem apenas para recuperação. No caso da cromagem dura há, também, uma coisa que é de importância, e que muita gente esquece. É que há limitação na espessura que pode ser empregada. Geralmente, para superfícies como estas do eixo de manivela, a fricção é estática, e como espessura máxima recomenda-se 10 milésimos de cromo duro acabado. Acima disso não é recomendado. À medida que a espessura aumenta, aumenta a fragilidade. Dizia-se que essa fragilidade era consequência de uma absorção de hidrogênio, mas, verificou-se que, com o recozimento, a 300°C, também a propriedade do cromo, relativamente à dureza, sofre.

**Eng. Miguel Siegel** — Desejaria saber se existe algum método para remover o grafite aderente em peças, como por exemplo fundidas em areias com facimento de grafite?

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — O senhor acaba de tocar num problema que foi dos mais difíceis. Existe um processo. Aliás, é a coisa mais simples do mundo. É a soda cáustica. Uma solução de soda cáustica, a cerca de 3 %, a quente, usada anódicamente. Parece que esta foi a única solução encontrada para remover grafita.

**Eng. Miguel Siegel** — E as peças podem ser depois esmaltadas a fogo?

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Antes de se fazer a esmaltação há necessidade de remover a areia aderente, e isso se faz convenientemente com uma solução de ácido fluorídrico. É o que tem melhor

aprovado. É comum encontrar-se depois dessa decapagem uma espécie de induto escuro sobre a peça. No caso da esmaltação a fogo pode ser removido manualmente, ou por tamboração.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — No caso do cromo duro, temos sempre como base o aço. Há uma deposição sobre o aço. Se houvesse um material interposto, haveria maior possibilidade de deposição sobre o cobre?

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — De fato o cobre permite uma deposição melhor.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Sendo pois o cobre superior ao aço.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — Aí está um fator mecânico importante. O cobre é mais dútil e, sendo o depósito de cromo muito frágil, esta ductilidade seria suficiente para provocar uma fratura do cromo sob esforço.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Nos casos de cromo duro não se usa cobre por isto.

**Químico Alberto Paulo Ribbe** — O que se usa, para economizar cromo, é níquel duro. A International Nickel Co. Inc. tem um trabalho muito interessante sobre o aproveitamento do níquel duro na recuperação de peças. A espessura da camada de níquel pode ir até 30 a 40 milésimos, e depois faz-se o faceamento, com cromo duro.

## DISCUSSÃO (1)

### AREIAS-BASE PARA AS FUNDIÇÕES DO RIO GRANDE DO SUL (2)

Eng. Raul Cohen (3)

**Presidente:** Eng. Miguel Siegel

**Membros:** Snr. Pedro Santana, Eng. Lino A. de Lacerda Santos, Eng. Carlos Burger Jr., Eng. Carlos Dias Brosch e Eng. Venâncio F. Alves.

**Eng. Miguel Siegel (4)** — Antes de declarar aberta a discussão desejo dizer que é extremamente louvável que tenha sido apresentado um trabalho desta natureza, num ambiente que se está industrializando, como é o Estado do Rio Grande do Sul. Tenho a certeza de que o estudo ora apresentado ajudará muitíssimo aos fundidores na procura de novas fontes de fornecimento de areias, assim como nas novas técnicas de preparação de areia, contribuindo para a melhoria dos produtos que estão elaborando.

Isso demonstra, mais uma vez, a possibilidade evidente de em laboratório se realizarem estudos que tenham por fim o fator econômico, como aliás foi apontado no trabalho do engenheiro Raul Cohen.

**Eng. Carlos Dias Brosch (5)** — Verifiquei no final do § 5, a seguinte afirmação: "Nessas condições, o preço de custo de kg de areia, posta na fundição é da ordem de Cr \$ 0,10 a Cr \$ 0,12, o que é bem razoável". Naturalmente, isso se refere ao custo do transporte, não é verdade??

**Eng. Raul Cohen** — Exatamente. A propósito, gostaria de saber do colega qual é o preço do quilo da areia de São Vicente, que sei é usada pelo I.P.T. Pergunto o preço posta na fundição.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Posta na fundição, o preço é de Cr \$ .. 132,00 a Cr \$ 135,00 por tonelada. Ela vinha custando Cr \$ 125,00. Depois houve um pequeno aumento atingindo a Cr \$ 135,00 ou seja Cr \$ .. 0,135 / kg.

**Snr Pedro Santana (6)** — A respeito do transporte dessas areias da Lagoa dos Barros, eu posso dizer que durante os anos que o vimos fazendo temos sempre encontrado grande facilidade em fazer o transporte porque há, mesmo, grande boa vontade dos proprietários desses caminhões, que fazem até questão de trazê-las, e a preço baixo. A extração de areia, da Lagoa dos Barros, não custa nada. Somente é pago o carregamento.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Mas, estas terras são terras devolutas, ou são propriedade particular?

(1) C. T. n.º 170, Comissão B-2, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 24, vol. 7, julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro da Secção de Metais, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre, RGS.

(4) Membro ABM; Engenheiro Mecânico e Civil; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda., Diretor; São Paulo, SP.

(5) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

(6) Membro ABM; Assistente Técnico Siderúrgica Riograndense S.A.; Pôrto Alegre, RGS.

**Snr. Pedro Santana** — Sôbre isso não tenho muita certeza. Não sei exatamente se a margem da Lagoa dos Barros pertence ao Governô ou se é propriedade particular. Sei, apenas, e seguramente, que a terra pode ser livremente tirada.

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Pediria ao colega Raul Cohen informar a respeito da argila e a procedência da bentonita?

**Eng. Raul Cohen** — Nós usamos a bentonita americana, importada.

**Eng. Miguel Siegel** — Desejo fazer uma pergunta ao colega, justamente sôbre a extração da areia. Uma das dificuldades que nós temos encontrado em São Paulo e no Rio de Janeiro no que tange à possibilidade de exploração das areias é serem os focos exploráveis limitados. Interessa saber si aqui há, realmente, essa facilidade de exploração, como disse o snr. Santana. Desejaria saber se essa liberdade existe em tôda parte ou si é só limitada aos lugares mais afastados.

**Eng. Raul Cohen** — Eu desejaria responder, como seria de seu desejo, à sua pergunta. Entretanto, devo apenas dizer que ao que me parece a dificuldade apontada, ao menos atualmente, não tem sido encontrada. Não temos tido o menor obstáculo para a extração dessas areias. Até agora ninguém apareceu que se tivesse declarado dono de uma determinada jazida, e mesmo quer me parecer que as areias de lagoas e margens de rios, assim como as do próprio mar não são de propriedades particulares, mas sim do Governô.

**Químico Léo Engel Pagetti** — A não ser essa areia especial do Saco dos Navegantes.

**Eng. Miguel Siegel** — Mas, já existe uma exploração cormercial?

**Químico Léo Engel Pagetti** — O proprietário deixa que tirem as terras.

**Eng. José do Patrocínio Mota** (7) — Em relação ao Código de Minas, qual é o comportamento? O Código de Minas não faz caso omisso? Seria o mesmo caso do granito, que não exige formalidade alguma? Quer me parecer que seria o caso de se enquadrar neste caso. Sendo jazidas simples, de materiais comuns como o granito, não é necessário que se preencha nenhuma formalidade. Na verdade fica a questão do interesse que se tem que dar ao proprietário.

**Snr. Lybio A. Maciel** (8) — Eu desejaria ponderar, a propósito dessa questão de se poder ou não tirar areias das margens de rios ou lagoas, que há a questão dos terrenos de marinha. São considerados terrenos de marinha tanto as margens de lagoas como de rios, daí possivelmente, a razão de se poder retirar as areias livremente. Quanto às areias de Navegantes e Palmares, são realmente, exploradas pelos próprios proprietários dos terrenos. Temos tido ocasião de comprar e verificarmos que a areia é que é vendida, e não o transporte. Noutros casos, o que se vende é o transporte, incluindo a areia.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Em São Paulo é diferente. Em terrenos de marinha a exploração é proibida, e se é obrigado a retirar a areia de uma faixa mais afastada. Além disso, para serem retiradas essas areias é indispensável uma licença do Departamento da Produção Mineral, através de um pedido de pesquisa. Verificou-se até questão juri-

---

(7) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da cadeira de Geofísica e Exploração de Minas da Escola de Engenharia e Engenheiro Chefe dos Serviços de Mineração de Camdiota (R.G.S.); Pôrto Alegre, RGS.

(8) Membro ABM; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; Pôrto Alegre, RGS.

dicas em torno da exploração pelos interessados. Devido ao maior interesse econômico dessas areias próximas a São Paulo, de São Vicente chegam a subir até oitocentos vagões por mês. Sendo vagões de 40 toneladas, tem-se um total de 32.000 toneladas mensais.

**Snr. Lybio A. Maciel** — E' provável que também aqui, quando começarmos a explorar, seja necessário uma licença.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Na exposição de seu trabalho, o dr. Raul Cohen lamentou que na prática industrial não se possa alcançar a temperatura desejável de 200 a 205° centígrados.

Como contribuição paralela a este trabalho, em que vem se tratando da areia-base, devo informar que uma pequena adição de elementos de sais oxidantes, como nitrato de sódio, na forma de salitre do Chile, já dá uma diferença muito grande, baixando a temperatura necessária para o cozimento; isto é tanto verdade para as areias de faceamento como para as areias de macho.

**Eng. Raul Cohen** — E poderia ainda o colega me informar se baixando ao mesmo a temperatura para o cozimento, qual seria a temperatura necessária então?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Depende de cada caso particular, mas pode-se baixar de duas a três dezenas de graus centígrados.

**Eng. Raul Cohen** — E sem prejuizo algum?

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Sem prejuizo, sim. Até pelo contrário, com vantagens porque há casos em que o cozimento é mais homogêneo no centro, sobretudo porque o seu processo se dá principalmente por efeito de oxidação na mistura da areia.

**Eng. Raul Cohen** — Muito obrigado pela informação e vamos ver se aproveitamos sua sugestão na fundição do SENAI.

**Eng. Miguel Siegel** — Desejo saber se não foram feitos ensaios de durabilidade das areias.

**Eng. Raul Cohen** — Não Esses ensaios de durabilidade não foram feitos, porque não houve maior interesse.

**Eng. Miguel Siegel** — Quanto ao método de ensaio de sinterização, e à referência do engenheiro Raul Cohen a uma determinada areia de Lagoa dos Barros que tem um ponto de sinterização abaixo de 125°, se não me engano. O que desejo saber é se isso se refere ao ponto inicial de sinterização ou se se trata de uma sinterização franca?

**Eng. Raul Cohen** — Ao ponto inicial, ao ponto "A".

**Eng. Miguel Siegel** — E poderia haver grãos de feldspato misturados na areia?

**Eng. Raul Cohen** — Não creio, porque é uma areia bastante clara, pura, o que pela análise química pode ser visto. No quadro n.º 2 não houve, de fato, dosagem destes elementos.

**Eng. Miguel Siegel** — Não sei se o Eng. Brosch tem verificado isso, porque já observei que o ponto "A" de sinterização é incerto quando a areia contém pequena quantidade de feldspato, que adere àquela temperatura do ponto inicial.

Parece-me que o ponto de sinterização franca é o que define melhor a areia.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Perfeitamente.



**Eng. Raul Cohen** — Nós atribuímos êste fato ao teor um pouco mais elevado de sais fundentes, como óxido de cálcio, magnésio, cloretos de sódio e potássio, e mesmo esta fusão incipiente que se manifestou foi somente na areia fina, nos grãos pequenos.

**Eng. Miguel Siegel** — Peço a opinião do engenheiro Brosch sobre estas areias, de um modo geral.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Acho que o trabalho do engenheiro Raul Cohen está muito bem fundamentado, por se alicerçar nos aspectos geológicos que têm caráter de maior generalidade, e à pesquisa das amostras apresentadas.

Agora, quanto aos ensaios tecnológicos, embora não haja padronização por parte das associações americanas, ou mesmo inglesas, os três, ensaios de areia, tidos como fundamentais, talvez pudessem se apresentados aqui somente como um, que seria o granulométrico. Os outros dois, tidos também como fundamentais, e dada as características relacionadas com a importância prática do uso da areia e sua durabilidade, como disse o Eng. Miguel Siegel, e sobre a expansibilidade da areia, como referiu o eng. Raul Cohen, expansibilidade esta que tem sido responsável por uma série de danos que temos observado, devo dizer que êste ensaio de expansibilidade, embora sobre êle nem todos tenham sido acordos, temos feito diversos, com bons resultados.

**Eng. Raul Cohen** — Creio que há certas areias dentre as examinadas que apresentam tendência grande para expansão. Infelizmente, não dispomos de aparelhagem para êsses ensaios, e a improvisação se tornou difícil, porquanto o trabalho foi feito um tanto às pressas.

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Na Metalúrgica Wallig temos feito experiências com essas areias sintéticas e se tem notado, principalmente, que são facilmente lavadas. Mas, isso talvez não seja defeito da areia. Nessas areias não temos encontrado êsses defeitos que estão sendo apontados, especialmente quanto à expansão. E' mais um defeito da falta de aglomerante.

**Eng. Raul Cohen** — Que aglomerante usam?

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Usamos a bentonita africana.

**Eng. Raul Cohen** — Não conheço essa bentonita.

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Ela não é 100 % bentonita. Deve possuir uma pequena porcentagem de matérias orgânicas, porque à primeira fusão a peça geralmente resiste bem, mas, já na segunda fusão é preciso, pois, fazer um controle prático dessa bentonita, e julgamos que seja o caso de existirem matérias orgânicas queimando durante a fusão.

**Eng. Raul Cohen** — Sempre alguma parte queima. Na Metalúrgica Wallig a areia sintética é usada somente para determinadas peças?

**Eng. Vitor Hugo Michel** — Nós empregamos areia sintética mais para peças médias.

## DISCUSSÃO (1)

### TRANSFORMAÇÃO DE GUSA EM AÇO PELO PROCESSO DO CONVERSOR COM OXIGÊNIO (2)

**Dr. Eng. Heinrich Hellbrugge (3)**

**Presidente:** Prof. Tharcisio D. de Souza Santos

**Membros:** Prof. Gil Motta, Eng. Carlos Dias Brosch, Prof. José do Patrocínio Motta, Prof. Luciano Jacques de Moraes e Eng. Egon Schmiegelow.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (4)** — Agradeço ao engenheiro Heinrich Hellbrugge, pela excelente apresentação que fez de seu trabalho “Transformação do gusa em aço pelo processo do conversor com oxigênio”. Este trabalho é particularmente interessante entre nós, pelas razões que salientou o autor, de faltarem, em geral, no Brasil, minérios de ferro que produzam gusa conveniente ao processo Thomas. Os nossos minérios, com raras exceções, possuem teores de fósforo tais que os gusas não se prestam para refino em conversor, quer ácido, quer básico. As considerações feitas pelo autor a respeito da economia que resultaria da não utilização dos fornos Siemens-Martin, em virtude da difícil acessibilidade aos combustíveis de alto valor unitário que são empregados, mostra que se tornaria a utilização dos conversores com oxigênio particularmente interessante em nosso meio. O autor tem uma experiência apreciável na conversão destes gusas com oxigênio, como consequência de seus trabalhos feitos inicialmente com o professor Durrer, na Alemanha, e posteriormente, na Suíça e na Áustria. Particularmente interessante é o relato que fez de experiência que, embora de caráter preliminar, feita no Paraná, na firma dos Irmãos Mueller. Eu gostaria de perguntar ao autor alguns detalhes acerca de seu trabalho. Em primeiro lugar, na página 399 refere-se o autor à circunstância de que, acima de 35% de oxigênio no conversor normal, existem dificuldades com os refratários. Eu perguntaria se estas dificuldades se referem à questão do fundo ou da parede dos refratários?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Soprando oxigênio pelo fundo forma-se, em primeiro lugar, sempre FeO. Este FeO ataca o fundo e vai destruí-lo rapidamente. Trabalhando só com 21% de oxigênio do ar o nitrogênio levanta o banho e o FeO não destrói tão rapidamente este fundo, como trabalhando só com oxigênio. É uma questão econômica.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Mais adiante o senhor se refere à questão da utilização de fundo resfriado por água. Isto foi experimentado?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim, foi experimentado. O cano pelo qual passava o oxigênio era resfriado com água e o fundo não foi des-

(1) C. T. n.º 171, Comissão B-3, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim n.º 24, vol. 7, Julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Metalurgista, Elevadores Atlas S. A. — Fundição; São Caetano, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil; Professor interino da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Engenheiro Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

truido. A água tira muito calor e a vantagem de economizar calor com o conversor a oxigênio é perdida mas é tecnicamente possível trabalhar com um fundo resfriado à água.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Não surgiram explosões?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Nas experiências feitas, a água não foi bombada mas tirada por sucção.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Mesmo assim, a ruptura do tubo não determinaria explosão?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim, haveria uma explosão, em proporções menores do que se a água fosse comprimida.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — A possibilidade de explosão existiria da mesma forma, com ruptura de um tubo.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Mas tal não aconteceu.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Mais adiante, o sr. fez referência aos trabalhos executados em 1938 e aludiu à redução das dificuldades, que haviam inicialmente, quanto à vida do bocal, por falta de cuidado na rotação do conversor.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Com o basculamento do conversor o bocal foi atingido pelo aço, em virtude do movimento que fez o banho.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Qual a situação do bocal em relação ao banho?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — A distância ao banho é de mais ou menos 10 cm. O oxigênio sai com uma pressão de 8 até 12 atmosferas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — E o bocal é introduzido perpendicularmente ao banho?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim e depois de acabar a corrida tira-se fora esse bocal.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — O bocal é resfriado por água?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim. A durabilidade do bocal é indefinida. Não será destruído.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Apesar de não existir nenhum contacto direto entre os gases e o banho, o sr. teria tido uma eficiência de 95%?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim. A velocidade do oxigênio saindo é maior que a velocidade do som. A velocidade do oxigênio é tão grande que vai até o fundo.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — De que ordem de grandeza é o diâmetro interno do bocal de introdução do oxigênio?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Isso depende da quantidade de oxigênio que se quer introduzir.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Esse conversor é de que capacidade?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Nós trabalhamos num conversor de 15 toneladas com um tubo de diâmetro de 18 mm interno.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — E os tempos de sobragem nesse conversor são da ordem de 12 e 15 minutos?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Pode ser mais rápido; o tempo depende só da quantidade de sucata que deve ser derretida. No caso em que a quantidade de sucata seja maior que 50 %, o tempo de sobragem deve ser aumentado.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Quando o sr. se refere a sucata, refere-se a sucata de aço ou sucata de gusa?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Consignei na tabela onde usamos ferro gusa ou sucata de aço.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Na experiência que o sr. fez na firma dos Irmãos Mueller, em Curitiba, o conversor era de duas toneladas e meia de capacidade?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Foram carregados 850 quilos de gusa.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Nesse pequeno conversor dos Irmãos Mueller, o senhor fez a introdução do oxigênio por cima? Que diâmetro tinha o bocal de introdução?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim, foi por cima. Tinha 8 milímetros de diâmetro.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Resfriado por água?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim.

**Eng. Miguel Siegel** <sup>(5)</sup> — Cheguei um pouco atrasado e peço desculpas por não ter ouvido tôda a exposição. Queria um esclarecimento a respeito do teor mínimo de fósforo. O teor de fósforo do nosso gusa é relativamente baixo para o conversor Thomas e alto para o conversor básico. Mesmo não se aproveitando escórias altas em fósforo, como se faz no conversor Thomas, normal, é economicamente interessante assim mesmo?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Especialmente neste caso é interessante, porque êste processo elimina as dificuldades existentes, tendo-se um ferro que não serve para Bessemer nem para Thomas. Êste processo serve para qualquer tipo de ferro gusa. Qualquer tipo pode ser transformado em aço p. ex. gusa com 5% de silício e também com 0,20% de silício. Qualquer teor de fósforo, também. Em caso que haja calor a mais, êste calor também pode ser usado para derreter sucata, e quando falte a sucata, usa-se minério para resfriar o banho

**Eng. Miguel Siegel** — No seu caso, adicionou silício?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Trabalhando com um gusa de 0,150% a 0,200% P em conversor normal, sem enriquecimento de oxigênio, adicionamos Si. Com esta análise, um gusa não pode ser transformado em aço em um conversor normal, sem adicionar ferro-silício ou alumínio ou também fósforo para dar calor.

**Eng. Miguel Siegel** — Neste caso se torna anti-econômico?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim, o teor de silício tem de ser no mínimo de 0,7%.

**Eng. Miguel Siegel** — No caso de fósforo da ordem de 0,25% significa que o senhor tira normalmente um aço com fósforo elevado no conversor básico?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Normalmente no conversor básico.

**Eng. Miguel Siegel** — No caso do conversor ácido, tendo uma perda de 20%, o que é excessiva, teria fósforo da ordem de 0,30% no fim do sôpro?

(5) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Equipamentos Industriais «Eisa» Ltda.; Diretor; São Paulo, SP.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — 0,30%.

**Eng. Miguel Siegel** — O senhor acha prática a utilização do processo com escória reativa como este processo Perrin para eliminação do P? Já foi experimentado para o caso de gusas com este teor?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim. Tênicamente é possível tirar este fósforo, trabalhando conforme o processo Perrin, isto é, com escória líquida. Mas o seu custo é muito alto. Em substituição a este processo foi desenvolvido outro na França, o processo Giraud, que está substituindo esta escória líquida do de Perrin por uma escória sólida. Mas para liquidificar esta escória precisa-se de muito calor. Trabalhamos muito tempo com este processo Giraud.

**Eng. Miguel Siegel** — Mas, tênicamente, permite reduzir o fósforo inicialmente de 0,30% para valores razoáveis, inferiores a 0,1%?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Trabalhando com composição de escória certa, sim.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** <sup>(6)</sup> — Eu quero, voltando às considerações do prof. Tharcisio sobre o teor dos minérios, salientar que realmente os minérios de ferro de Minas de um modo geral têm um teor de fósforo bastante alto, mas em alguns pontos, como em Itabira, as hematitas são notáveis pela sua pureza, pelo seu baixo teor em fósforo, até o limite de 0,02%. Nós sabemos que o limite Bessemer é de 0,045%. Mas, baseado nisto, na pureza dos minérios de ferro em Itabira foi que a Acesita montou o seu conjunto Bessemer. Mas com o funcionamento do alto forno que exige minérios mais redutíveis que as hematitas temos a dificuldade em manter baixo o teor de fósforo. Empregou-se um pouco de carga de hematita e canga. Com isso baixa também o teor em fósforo do gusa. Mas, descobrimos também que uma das causas de se elevar o teor em fósforo do gusa está no teor de fósforo do carvão de madeira. Verificou-se que o do vale do Rio Doce tem mais fósforo que o do Sertão de Minas. E' aliás, natural, porque as terras são melhores em algumas zonas e devem ter mais fósforo. Também verificou-se que a moinha de carvão fino contém mais fósforo e isso talvez se explique porque a moinha corresponde mais à casca e na casca é onde há mais circulação de seiva e deve haver maior concentração de fósforo. Eliminando-se os finos pode-se obter gusa melhor. Esta é uma das razões pela qual a Acesita não tem muito entusiasmo pelo emprêgo da sinterização que aproveita os finos do carvão. Vai aumentar o teor de fósforo no gusa, que terá de ser eliminado no forno elétrico, conseqüentemente, gastando mais energia e encarecendo o produto. Pretendemos usar os finos do carvão na produção de gases para aquecimento.

Acho a comunicação do engenheiro Hellbrugge muito interessante para o Brasil, porque a maioria dos minérios é de baixo teor de fósforo e, por isso, merece esse trabalho todos os nossos aplausos.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — A Acesita por exemplo precisa de um processo Duplex porque transforma o gusa com alto teor em fósforo em aço em conversor Bessemer e refina depois em forno elétrico. Essas 2 fases poderiam ser feitas com um conversor a oxigênio, evitando o processo em forno elétrico.

**Dr. Theodoro Niemeyer** <sup>(7)</sup> — Eu queria perguntar ao dr. Hellbrugge. Caso a Acesita não encontrasse essas dificuldades com fós-

(6) Membro ABM; Companhia Aços Especiais Itabira, Diretor; Rio de Janeiro, DF.

(7) Membro ABM; Elevadores Atlas S. A. — Fundação de Aço; São Caetano, SP.

foro, se utilizando minérios de baixo teor de fósforo para produzir, portanto, gusa tipo Bessemer, se também nesse caso um conversor a oxigênio teria vantagem sobre o processo Bessemer?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sempre há vantagem porque este processo economiza calor. A Acesita por exemplo terá uma laminação e produzirá mais ou menos 25% de sucata própria. Esses 25% de sucata própria poderiam ser usados nesse conversor e não se precisaria de fornos elétricos. Só para aços altamente ligados se usariam fornos elétricos. Nós produzimos, conforme mostra a tabela, aços-liga com mais ou menos 1 a 2% de cromo e 2% de manganês diretamente no conversor. Especialmente para a Acesita, que irá produzir aço inoxidável 18-8 esse processo tem importância porque o aço do conversor é baixo em carbono. Fundido num pequeno forno elétrico as ligas e misturando na panela com o aço do conversor o teor de C continuará ainda baixo.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — No caso de uma comparação entre o processo Bessemer e o conversor a oxigênio, não deveria ser considerada também a questão da qualidade do aço com relação ao teor de nitrogênio? Porque o autor referiu-se que uma das características do aço Bessemer é o seu alto teor em nitrogênio (0,012 e 0,015%) que é uma das causas de qualidade inferior do aço Bessemer em relação ao Siemens-Martin. De maneira que se o gusa for soprado, no conversor a oxigênio, parece, pela explicação do autor, que resulta aço de uma outra categoria do ponto de vista da qualidade.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Fazendo uma comparação entre o aço do conversor com oxigênio, e o do conversor Bessemer, parece resultar melhor qualidade com a utilização daquele. Mas trabalhando com Duplex, com Bessemer e forno elétrico, provavelmente vai eliminar-se um pouco de nitrogênio neste último.

**Dr. Theodoro Niemeyer** — De maneira que com o conversor a oxigênio o senhor é de opinião que seria dispensável o refino no forno elétrico para produção de aço do tipo Siemens-Martin?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Certo. Além disso, já foi provado que esse processo permite produzir diretamente aços-liga com as mesmas características do Siemens-Martin.

**Eng. Carlos Dias Brosch** <sup>(8)</sup> — Desejava fazer uma pergunta com relação a um detalhe do conversor. O autor refere que o bocal fica na altura de dez centímetros, e que o jacto, com a velocidade, provoca uma certa perfuração na sola. Pergunto se essa alta velocidade não ocasiona alteração na parede e se aquele argumento dado pelo sr. Mueller, de que uma maior altura poderia ser aproveitada dentro do conversor não implicaria em se evitar esse turbilhonamento e penetração do jacto até o fundo? Isso é essencial ao processo?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Seria possível que o oxigênio entrasse o mais baixo possível e se misturasse com o banho. O rendimento do oxigênio e o consumo diminuem. Mencionei o rendimento de 95%. Subindo o bocal, o rendimento do oxigênio vai baixar.

**Eng. Carlos Dias Brosch** — Maior altura no banho obrigaria a maior pressão do oxigênio?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Isso não é necessário. Com a pressão de 10 a 12 atmosferas, a penetração do oxigênio no banho é suficiente para dar ótimo rendimento deste.

(8) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgia; Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

**Eng. Miguel Siegel** — Aliás, desejava fazer duas perguntas. Uma de ordem econômica, e outra de ordem técnica. A de índole econômica é a seguinte: o dr. Heinrich Hellbrugge já pensou em algum processo para obtenção barata de oxigênio, aqui no Brasil?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — O preço do oxigênio em garrafas não pode ser comparado com o preço do oxigênio obtido nas grandes instalações com uma pureza de 98%. Um metro cúbico de oxigênio exige o consumo de 0,6 quilowatt-hora.

**Eng. Miguel Siegel** — Cada usina tem de fabricar seu próprio oxigênio?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Sim.

**Eng. Miguel Siegel** — Pelo que vi, em literatura, há um limite abaixo do qual isto não é mais econômico. E' preciso que a instalação produza pelo menos uma certa quantidade de oxigênio para que seja econômico. Não sei se é verdade.

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Só conheço estas publicações da Linde, que publica custos mostrando que o preço do oxigênio depende da quantidade. Abaixo de uma certa quantidade o custo aumenta.

**Eng. Miguel Siegel** — Naturalmente o senhor está se referindo à questão da utilização destes conversores em usinas integradas que tenham alto-forno. Ou isto se aplica ao caso de usinas que tenham de fundir previamente o material em cubilô?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Este processo tem vantagens só nos casos em que a produção de aço é baseada em ferro gusa, especialmente no caso de uma usina que enforne mais ou menos 70% de ferro gusa. Este processo permite usar 30 até 40% de sucata, e o restante de gusa. Em usinas nas quais metade, ou só 30% do aço é produzido a partir de gusa não é possível trabalhar com este processo.

**Eng. Miguel Siegel** — A usina já precisa dispôr deste ferro gusa líquido normalmente?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — Volta Redonda, por exemplo, dispõe de 70% de gusa líquido e 30% de sucata. Com este processo poderia usar toda esta sucata. No caso em que a usina produzisse aço com 50% de sucata e 50% de ferro gusa seria necessário trabalhar com fornos Siemens-Martin, para derreter a sucata.

**Eng. Miguel Siegel** — Este conversor com oxigênio permite um controle mais exato do que o conversor normal de sopragem lateral?

**Dr. Heinrich Hellbrugge** — As possibilidades de controle são as mesmas.

## DISCUSSÃO (1)

### PRINCÍPIOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE PEÇAS FORJADAS E SUA APLICAÇÃO AS CONDIÇÕES BRASILEIRAS (2)

Eng. Stefan J. B. Podgorski (3)

**Presidente:** Eng. Ferruccio Fabriani

**Membros:** Cap. Eng. Euclides Triches, Eng. Murilo de Oliveira Marcondes, Eng. João Gustavo Haenel, Eng. Antonio A. da Silva e Eng. Horace A. Hunnicutt.

**Eng. Ferruccio Fabriani (4)** — A mesa agradece ao eng. João Gustavo Haenel a gentileza de ter feito o relato do trabalho apresentado pelo eng. Stefan Podgorski e declara aberta a discussão.

Eu desejo ponderar o seguinte. O autor fala em diversos fatores que tornam este objetivo um tanto difícil. Ora, o autor não menciona o equipamento, que também representa uma cifra ponderável. E mais adiante diz que o método americano não seria exequível entre nós, porque seria para o forjamento de grande número de peças. Parece que só um número razoável de peças poderia justificar um programa técnico de forjamento porquanto o custo dos materiais, dos equipamentos, das matrizes, é bastante elevado. Pediria ao autor que fizesse uma consideração sobre, como não havendo grande série de peças a produzir seria, ainda assim, econômico o processo de forjar com estampo fechado.

**Eng. Stefan J. B. Podgorski** — Para contornar o alto custo da matriz para um número restrito de peças é que preconizo o uso de "inserts" numa única matriz acabadora e o uso abundante de pré-forjamento em marteletes. Está claro que a produtividade será bem menor. Em vez de se poder fazer 600 peças por hora far-se-á apenas 100.

**Eng. Horace A. Hunnicutt (5)** — Tenho duas perguntas que não são relacionadas com a parte técnica do trabalho. É que o estudo do eng. Podgorski me faz lembrar um trabalho semelhante apresentado, há dois anos atrás, no 1.º Congresso Pan-Americano de Engenharia em Quitandinha, e que teve recomendação de ser publicado nos anais daquele conclave. Já são passados dois anos e eu não vi a sua publicação. Nem sei se foi publicado. Desejo saber se alguém pode me informar algo sobre o destino dado a esse trabalho. Recomendamos a sua divulgação por ser de interesse de grande número de oficinas e de companhias que têm forjamento por aquele processo.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Quem é o autor?

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — É o Sr. R. W. Harrison. É um trabalho de grande valor e deve ser divulgado.

(1) C. T. n.º 173, Comissão A-4, Pôrto Alegre, RGS.

(2) Publicado no Boletim ABM n.º 24, vol. 7, Julho de 1951.

(3) Membro ABM; Engenheiro Mecânico, Gerente de Forjaço S/A; São Paulo, SP.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, Ilha das Cobras, encarregado da Fundação; Rio de Janeiro, DF.

(5) Membro ABM; Engenheiro Mecânico, The International Nickel Co. Inc.; São Paulo, SP.



**Eng. João Gustavo Haenel** (6) — Eu tenho uma cópia deste trabalho, que não foi publicado, porque os anais daquele Congresso, não sei por que razão, ainda não saíram. A sua publicação em uma de nossas revistas seria muito interessante.

**Eng. Horace A. Hunnicutt** — A outra pergunta que desejava fazer é se existe aqui o equipamento a que o autor faz menção, o swaging, na fabricação de elementos de resistência tipo "cal-rod" que exige o "swaging" para fazer a compressão do cloreto de magnésio que entra dentro do tubo, como isolante elétrico.

Eu pergunto se existe alguma instalação de "swaging" aqui no Brasil que possa ser explorada comercialmente. Sei que o IPT tem, mas não sei se aceita encomendas comerciais para isto.

**Eng. João Gustavo Haenel** — O IPT tem um martelo rotativo que, de fato, pode fazer "swaging" até 12,7 mm. Dentro destes limites o IPT aceitaria prazerosamente contribuir com a indústria nacional, fazendo qualquer tipo de encomenda dentro das suas possibilidades.

Corroborando a tese do eng. Podgorski, quero lembrar o seguinte: não se avalia, às vezes, devidamente a influência do custo da matriz sobre o custo unitário da peça. Uma matriz de forjamento do tamanho mencionado pelo eng. Podgorski custa certamente, com a impressão dos blocos, coisa da ordem dos Cr\$ 20.000,00. Se fizermos 1.000 peças, representa isso Cr\$ 20,00 para uma peça que leve apenas Cr\$ 1,00 ou 2,00 de aço. Se em vez de 1.000, tivermos que fazer 10.000 já o custo da matriz por unidade representará Cr\$ 2,00. Mas se forem 50.000 peças, representará Cr\$ 0,40 por unidade. Por aí se vê que a quantidade é elemento essencial para este processo de forjamento, razão porque acho que o processo seria viável para pedidos da ordem de vinte mil peças, em que o custo da matriz representaria, por unidade, cerca de Cr\$ 1,00, embora nos Estados Unidos seria realizado por muito menos.

Acredito que, agora, no Brasil se terá facilmente pedidos da ordem de 10.000 a 15.000 peças, de vez que a indústria de automóveis está se desenvolvendo de maneira surpreendente. Embora não seja provável que se tenha pedidos de 50.000 peças, de uma só vez, penso que serão possíveis pedidos de 10.000 peças anuais e esta matriz poderá ser guardada para uso futuro, para reprodução dessas peças. Mas não é suficiente considerar apenas o investimento relativo ao equipamento de forjar. É necessário que se encare também a maior dificuldade que existe e que reside na usinagem da matriz. Não há oficinas especializadas capazes de fazer tais matrizes. Por experiência própria, verifiquei que não só as grandes oficinas mecânicas desconhecem o que é uma matriz de forjamento, como não estão habilitadas, pelo equipamento de que dispõe, a produzir esta peça de maneira rápida e econômica. Uma peça de automovel, por exemplo, é necessário, é conveniente que seja feita em matriz de aço já temperado e não em matriz de aço não temperado, com usinagem relativamente fácil para ser depois temperada, com o risco de se perder a matriz.

Nos Estados Unidos é feita a impressão no bloco já temperado, revenido à dureza final e levado à dureza de cerca de 40 Rockwell C. Para isto é necessária uma máquina apropriada, com potência suficiente para escavar com rapidez este aço de elevada dureza. No Brasil, não temos oficinas que façam isto. O preço da excavação da im-

---

(6) Membro ABM; Engenheiro Civil; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Chefe Sub-Secção de Ensaços Mecânicos de Metais e Sub-Secção de Tratamentos Mecânicos; São Paulo, SP.

pressão em um bloco de dureza média, de 30 a 40 Rockwell C, é simplesmente proibitivo. Como nossas máquinas são de potência insuficiente, apenas desbastam, sem tirar cavacos grandes do material. Portanto, ao se pensar em implantar uma indústria de forjados, deve-se considerar o investimento de uma oficina completa para manufatura de matrizes, sem o que o seu sucesso estará comprometido. Parece, aliás, que é a intenção do engenheiro Podgorski, inverter grande capital na instalação de uma oficina de matrizes. Seria da maior conveniência se esta oficina pudesse cooperar com outras forjarias que dispõem de martelos pequenos. Isto poderia vir a ampliar o nosso parque manufatureiro, que não dispõe de capital suficiente para investir na manufatura das matrizes.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Tenho a impressão de que não há discordância entre as palavras do eng. Haenel e as que eu tinha referido, porquanto as condições principais, figuradas na página 442 que eram normalmente elevadas, devido a matérias primas etc., estão todas orientadas com base na falta de matrizeiros para a confecção de matrizes.

Agora, o processo que o eng. Podgorski expõe também não elimina a necessidade de matrizeiros. Portanto, ainda está de pé esta necessidade.

**Eng. João Gustavo Haenel** — O processo preconizado pelo eng. Podgorski apresenta duas grandes vantagens: primeiro, elimina a série de impressões pré-forjadas que são caras; segundo, com a técnica de "inserts" contorna a dificuldade que há na obtenção de grandes blocos forjados de aços liga, que a nossa indústria ainda não está aparelhada a fornecer. É mais ou menos impossível se obter aço liga cromo-níquel-molibdênio com as dimensões de 50 x 40 x 30 cm, porquanto para isso é preciso partir de lingotes de grandes dimensões, que a nossa indústria de aços finos ainda não tem capacidade para produzir, pois seria necessário o uso de prensas de forjamento de que não dispomos. Entretanto, o "insert" permite à indústria local manufaturar estes aços em dimensões menores nas forjas de que dispomos e inseri-los num bloco de aço comum, que pode ser fabricado nas grandes usinas siderúrgicas.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — As palavras do engenheiro João Gustavo Haenel esclareceram bastante bem a questão e acho que as minhas observações estão de pé. Se tivéssemos onde projetar as matrizes poderiam os centros industriais brasileiros adquirir máquinas, de forma a fazer as matrizes completas aqui. Creio que a maior dificuldade reside no projeto das matrizes e não tanto na sua execução propriamente dita. Pergunto ao engenheiro Haenel se ainda tem esta dúvida, além dos pedidos de certa importância.

**Eng. João Gustavo Haenel** — A situação parece ser esta. A parte difícil é o projeto da matriz, que requer longa experiência. Muitas vezes o engenheiro que projetou não sabe porque o fez de determinado modo, mas esse projeto dá certo. O mais se resume na aquisição de máquinas e equipamento adequados.

**Eng. Carlos D. Brosch** (7) — Em relação ao custo de usinagem, seja da matriz, seja do "insert", eventualmente não se poderia reduzir o seu custo fazendo uma peça semi-fundida com relêvo aproximado da forma final?

Faço esta pergunta lembrando-me do que vimos na visita que fizemos à firma Abramo Eberle & Cia. Evidentemente se o trabalho

(7) Membro AEM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgia; São Paulo, SP.

de escavação for em menor proporção, não tendo que escavar toda espessura, mas partindo de desenho aproximado do perfil final, teremos bastante reduzido este custo.

**Eng. Stefan J. B. Podgorski** — A matriz fundida não suportará o impacto do martelo.

**Eng. João Gustavo Haenel** — Quero esclarecer, em primeiro lugar, que parece lógico que um bloco que vai sofrer tantos impactos deve ser forjado nos três sentidos.

Em segundo lugar, para forjar certas peças a que o engenheiro Brosch se refere, podem ser usadas matrizes de aço carbono, talvez até fundidas, que poderiam ser mais facilmente obtidas. Para fazer uma tesoura, por exemplo, não é necessária muita precisão, é possível uma tolerância relativamente grande, mas uma peça para automovel precisa ser bem exata. Dois milímetros a mais no primeiro caso não significa nada, ao passo que numa peça de automovel torna-la-ia indesejável.

Em terceiro lugar, no IPT já tentamos fazer matrizes fundidas, mas elas não têm dado o resultado esperado. Tentamos fazer as matrizes não de aço, mas de ferro fundido especial, um ferro fundido cromomolibdênio, muito tenaz, de alta dureza, que, portanto, poderia ser indicado, mas o acabamento da peça não satisfaz. À medida que vão se fazendo as peças, a impressão vai descascando, sem que trinque, sem que apresente rupturas; a impressão vai piorando e não é possível um acabamento satisfatório em matrizes desse gênero.

**Eng. Ferruccio Fabriani** — Resumindo a questão, acho que é caso comprovado na prática que a matriz fundida não serve. Não se sabe exatamente por que, mas não serve.

**Eng. Murilo de Oliveira Marcondes** <sup>(8)</sup> — Posso trazer um esclarecimento ao eng. Carlos Brosch. Na Europa usa-se fazer matrizes não muito pesadas, nem de muita precisão, imprimindo nelas uma peça de aço temperado que tem a forma da peça acabada, como, por exemplo, chaves de boca, lâminas de faca etc. Quando se faz a matriz, com uma peça de aço modelo, abre-se essa matriz a quente. Naturalmente o acabamento e a precisão não são iguais ao de uma matriz feita a máquina.

---

(8) Membro ABM; Engenheiro Eletricista; Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida S. A.; Sorocaba, SP.

## REUNIÃO ESPECIAL SÔBRE "APROVEITAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS DE COBRE E ESTANHO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (1) (2)

**Presidente:** Prof. Eng. Tharcisio D. de Souza Santos

**Membros:** Prof. José do Patrocínio Motta, Prof. Henrique Anawate, Prof. Werner Grundig, Prof. Dr. Arquimedes Pereira Guimarães, Eng. Ferrucio Fabriani, Cel. Sila Mattos, Prof. Dr. Paulo Nogueira, Eng. Vicente Chiaverini, Prof. Fritz Zürn, Prof. Raul Cohen, Eng. Luciano Jacques de Moraes e Dep. Dr. Mário de Lima Beck.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos (2)** — A Associação Brasileira de Metais tem a satisfação, neste sétimo Congresso Anual, de promover esta reunião especial para debater o aproveitamento de certos recursos minerais, que, todos sabemos, são de importância para o Estado do Rio Grande do Sul e para a Nação.

Os objetivos que tivemos ao realizar esta reunião especial, formando um "simposium" ao qual estão presentes profissionais de diversas regiões do país e que reúne diversas especialidades, são os de fazer com que cada um possa trazer a sua colaboração para o maior aproveitamento desses recursos minerais.

Esperamos que dêste trabalho possam resultar, em particular, algumas idéias mais claras sôbre as linhas a serem adotadas no desenvolvimento dêste programa.

Atendendo a uma sugestão que nos foi feita pelo engenheiro Henrique Anawate e que me pareceu muito acertada, acharia preferível que começássemos por apresentar os trabalhos, já que êles se referem ao mesmo assunto, para depois ser iniciada, em seguida, a discussão global sôbre os mesmos.

Já ouvimos a exposição do professor Fritz Zürn, feita na sala ao lado. Assim, irão ser apresentados, agora, os trabalhos seguintes e depois faremos sua discussão em conjunto.

Tenho o prazer de convidar para fazer parte da Mesa o Deputado à Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, Dr. Mário de Lima Beck, que neste momento dá entrada no recinto. Convido também para fazer parte da Mesa o Eng. Luciano Jacques de Moraes, que acaba de chegar, e que além de ser nosso vice-presidente, representa o Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral.

O primeiro trabalho foi apresentado pelo Prof. Fritz Zürn, na sala ao lado, por depender de projeção de dispositivos.

O segundo trabalho programado para esta tarde é de autoria do professor Nero Passos, sob o título "Metalurgia do Cobre". Infelizmente, por motivo de força maior, não pôde êle comparecer a esta reunião, motivo pelo qual o seu trabalho não será apresentado. Esperamos, no entanto, poder receber a sua contribuição, a fim de que possa ser incluída no boletim da ABM para fazer parte dêste conjunto.

(1) Realizada em Pôrto Alegre na tarde do dia 6 de julho de 1951, durante o 7.º Congresso Anual da ABM.

(2) Presidente da Associação Brasileira de Metais; Professor interino de Metalurgia dos Metais não-ferrosos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Eng. Chefe da Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP.

(3) Nesta Reunião foram apresentadas e discutidas as C. T. n.º 181, Prof. Fritz Zürn, C. T. n.º 179, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos, e C. T. n.º 180, Prof. Tharcisio D. de Souza Santos.

Os dois trabalhos seguintes são de minha autoria, e deles farei uma apresentação rápida.

São os seguintes: "Evolução dos processos de metalurgia do cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil" e "Alguns novos processos de metalurgia de estanho tendo em vista sua possibilidade no Brasil".

Vamos iniciar agora a discussão dos três trabalhos apresentados a esta reunião especial. Pediria a cada um dos congressistas que desejar discutir os trabalhos, que o faça da forma mais clara possível, a fim de que a taquigrafia possa registrar com a devida fidelidade todos os detalhes desta discussão.

**Prof. José do Patrocínio Motta** (4) — Desêjo expressar a satisfação com que ouvi os diversos trabalhos apresentados, apesar de não ser metalurgista e sim minerador. As partes que mais me interessam, sobretudo nos trabalhos do prof. Tharcisio D. de Souza Santos, são as que se relacionam com as jazidas e com a metalurgia. Na parte de jazidas, foi ressaltado não só por êle, como pelo prof. Zürn, que elas não só são reduzidas como mal situadas geograficamente. Aliás, tôda a nossa geografia é muito ingrata. Entretanto, quanto ao teor não são das piores, não é verdade? Relativamente ao zoneamento e à pesquisa, realmente as jazidas sedimentares são mais fáceis de pesquisar, sobretudo aquelas em que trabalho e que são de carvão, porque tendo a dimensão horizontal notavelmente preponderante, a relação geográfica e geológica é muito fácil. Mas as jazidas metálicas sejam as de origem magmática sejam as oriundas de certos processos de enriquecimento, são mais difíceis de pesquisar. O prof. Tharcisio D. de Souza Santos frisou um detalhe que me impressionou, não de hoje, mas já de 1949, quando assisti a uma discussão no Centro Morais Rego e fiz uma pergunta a êle, que agora vou repetir. Em primeiro lugar, a pesquisa tem que definir, geológica e geograficamente o valor das jazidas, porque a definição geográfica e geo-econômica da jazida imprime feição a uma indústria metalúrgica, parece que isto é verdade. Agora, se a pesquisa das jazidas de cobre jamais será exequível e concludente a priori por uma pesquisa geológica de superfície, mas só se for conduzida paralelamente à lavra, parece-me que o único modo de nós — e pediria esclarecimentos — definirmos as nossas jazidas será o Poder Público ou algum órgão de competência e autonomia financeira promover a mineração das mesmas. Só assim se poderá defini-las. Citarei o caso de Rio Tinto, que é explorado há quase 3 mil anos, segundo diz a lenda, e que está em exploração até hoje. E torno a repetir, sòmente o Poder Público poderá possibilitar que seja levada a efeito essa mineração das nossas jazidas. Do contrário, nunca teremos um conhecimento das nossas jazidas de cobre. Esta a conclusão a que cheguei.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — As observações do prof. José do Patrocínio Motta são muito justas. O razoável seria que precedesse a qualquer desenvolvimento de industrialização, um conhecimento, o maior e melhor possível, sôbre as reservas sôbre os tipos de minérios, sôbre a natureza das gangas, etc. Entretanto, sabemos todos, por amarga experiência, que, aqui no Brasil, esta orientação que seria teoricamente a melhor possível, é, no mais das vezes, utópica. Nenhum desenvolvimento industrial do Brasil, neste setor, nem mesmo auxiliado pelo Poder Público, tem podido determinar as reservas, na medida em que são necessárias para um início de desenvolvimento.

(4) Membro ABM; Engenheiro Civil, Professor interino da cadeira de Geofísica e Exploração de Minas da Escola de Engenharia e engenheiro chefe dos Serviços de Mineração de Candiota; Pôrto Alegre, RGS.

O que nós temos observado, nas regiões onde ocorrem tais tipos de recursos minerais, é que somente conduzindo a lavra paralelamente ao trabalho de desenvolvimento (determinação de reservas adicionais), é que se permite a constituição de reservas ponderáveis. Isto parece, até certo ponto, "o carro adiante dos bois". Nós todos sabemos disto. Mas é que, em tais tipos de jazidas, absolutamente precários são os resultados das prospeções mormente quando conduzidas somente por meio de sondagens.

Temos assistido na região de Apiaí os maiores fracassos das sondagens como meio único de determinar reservas de minérios de chumbo. Os resultados obtidos, ao se querer determinar grupos de minérios por meio de sondagens, têm sido quase sempre negativos. Na mina de Furnas, foi realizado entre 1938 e 1942, um exaustivo programa de sondagens na zona de minério oxidado e os resultados obtidos foram positivamente desanimadores. Não se encontraram veios ou os que foram encontrados eram de tal forma delgados que a companhia que estava realizando esse trabalho desistiu de qualquer plano de lavra e vendeu a mina.

Mais recentemente, um nosso jovem colega, meu ex-aluno, teve o bom senso de tentar uma pesquisa direta por galerias. Tendo mapeado bem o veio, pensou que, a menos que tivesse havido falha, da qual não encontrou nenhuma evidência, o mesmo deveria estar localizado em uma determinada região, e, muito embora as sondagens não houvessem revelado minério, acabou ele por galerias de prospecção, encontrando o veio. Desta forma, determinou com um trabalho feito em pouco mais de quatro meses e no qual não dispendeu mais que cerca de Cr\$ 100.000,00, uma reserva de 50.000 toneladas de minério de chumbo a 20%. Serve este exemplo, e muitos outros análogos, para mostra que neste tipo de jazida a melhor indicação sobre as reservas é a fornecida por um trabalho de prospecção por galerias, conduzido paralelamente ao processo de lavra.

Naturalmente, é necessário que tenha sido determinada, de início, uma reserva mínima que autorize este começo de lavra; isto é óbvio. Como salientou muito bem o prof. José do Patrocínio Motta, no Brasil, a determinação destas reservas quase que só pode ser feita pelo poder público. Poucas são as iniciativas privadas que têm recursos financeiros para a fase quase aventureira de desenvolvimento mineiro, que à da determinação das primeiras reservas. Para isto é necessário que o poder público auxilie a indústria mineral — e isso tem sido feito. O certo é que, desde que seja reconhecida a existência de uma reserva que dê para o início de exploração e desde que essa exploração conte com a parte de industrialização (metalurgia e refino no caso), parece-me que essa organização é a única que pode estimular, ulteriormente, a determinação das reservas adicionais. Este é o ponto que devemos discutir e a respeito do qual devemos chegar a uma solução definitiva. Porque, a outra alternativa — determinar primeiro uma grande reserva necessária para amortizar uma instalação em longo prazo — corresponde a deixar a indústria mineral de metais não-ferrosos no Brasil, por mais cem anos talvez, no pé em que se encontra.

**Prof. José do Patrocínio Motta** — Em qualquer jazida de cobre, sobretudo onde está se praticando a lavra, sendo que se possa considerar uma pesquisa semi-industrial, se não for feito isso de modo continuado, nós recuaremos mesmo e ficaremos 100 ou 200 anos parados neste sentido. Quais das nossas minas que estão sendo tocadas, vamos dizer, a lavra para manter a pesquisa em dia? A de Seival está parada, não é mesmo?

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — No momento acho que todas as jazidas de cobre...

**Prof. José do Patrocínio Motta** — Não estão sendo mineradas, não é verdade?

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — ... estão paralisadas, infelizmente. Entretanto, eu estou pessoalmente convencido de que é perfeitamente possível, no momento, cuidar de produzir cobre aqui no Rio Grande do Sul, em Itapeva, e na Bahia. Com o que se sabe sobre as reservas existentes, já existe assegurado um mínimo que permite uma instalação modesta, desde que bem concebida e bem administrada. Esse início de funcionamento ligado a determinações adicionais de reservas que são, evidentemente, imprescindíveis, mesmo nesta parte inicial, permitirá possivelmente a constituição de grandes reservas.

**Dr. Mário de Lima Beck** (5) — O senhor conhece as reservas apuradas nas jazidas de cobre do Camaquã? Porque se conhece desejaria perguntar se elas justificariam a adoção do critério que o senhor aconselha. Creio que...

**Prof. Fritz Zürn** — São 280.000 toneladas com 3,8% de cobre, ao mínimo.

**Dr. Mário de Lima Beck** — Isso justificaria o prosseguimento dos trabalhos dos minérios ou da metalurgia na mina do Camaquã? Seria esta reserva suficiente?

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Penso que sim.

**Dr. Mário de Lima Beck** — Quero estar de acordo com o senhor porque sou um dos que têm criticado muito o abandono em que se deixou a mina do Seival, assim como a do Camaquã. Por isso pergunto se poderíamos ter razão em justificar a exploração dessa mina, diante de uma reserva daquela natureza.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Penso, como o senhor, que os níveis de reserva que se conhecem em Camaquã e Seival — para não considerar as outras ocorrências — reserva provada de 280.000 t de minério de 3,8% e reserva inferida de 1.000.000 t de minério da ordem de 2,5% são satisfatórios para um início de funcionamento de uma metalurgia de cobre.

**Dr. Mário de Lima Beck** — Foram reservas provadas?

**Prof. Fritz Zürn** — Sim, provadas.

**Dr. Mário de Lima Beck** — Pelo que parece, o senhor acha que não se pode fazer ainda o que se chamaria uma mineração clássica e, sim, apenas em escala menor.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Exatamente.

**Dr. Mário de Lima Beck** — Quase que uma mineração, vamos dizer, um pouco "crioula", orientada racionalmente.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — O senhor se refere à parte de metalurgia?

**Dr. Mário de Lima Beck** — Não me refiro à mineração e, consequentemente, à metalurgia.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Quanto à extração, poderia ser, e conviria que fôsse, desde já bem abordado um programa, por exemplo, da ordem de 200 toneladas de minério por dia, que corresponderia 6,5 a 7 toneladas de cobre diárias. Conviria que assim fôsse.

Agora, na parte de metalurgia, insistiria na adoção de processos que fossem...

**Dr. Mário de Lima Beck** — Como foi apontado.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Exatamente.

(5) Deputado à Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RGS.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — A pergunta que vou fazer já foi respondida, em parte, pelo prof. Tharcisio D. de Souza Santos, em resposta que deu ao prof. José do Patrocínio Motta. Trata-se do seguinte: é preciso, naturalmente, que haja um estudo prévio da região para se ter uma reserva mínima ou que comporte uma instalação industrial de tratamento, mesmo uma instalação piloto. A partir daí já poderá ser feito um início de lavra e um início de tratamento do minério, para ser depois a instalação ampliada, dependendo do resultado d'êste trabalho, e consistiria em fazer a mineração, enfim, orientar a mineração, fazer galerias, poços, etc., seja o que for indicado, conforme o caso, aliado à sondagem. Queria salientar que a sondagem é um dos métodos auxiliares de prospecção, mas não é o único, e deve ser feito combinado com outros, como poços, galerias, etc. E' sempre necessário verificar por poços e galerias o trabalho subterrâneo ou a céu aberto, conforme o caso. De sorte que deve se procurar verificar a reserva da jazida, antes de ampliar o serviço. Mas estou de acôrdo em que se deva fazer um trabalho de lavra inicial com uma usina...

**Dr. Mário de Lima Beck** — Aliás, é uma das exigências do Código de Minas.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Agora, outra coisa. Aqui no Brasil, como não temos bastante capital e como as companhias não dispõem de reservas suficientes para pesquisas, como ocorre no estrangeiro, onde, em geral, as companhias de mineração separam parte de suas reservas para pesquisas e novos investimentos — se der resultado, bem; se não der, já contam com aquilo — mas no Brasil, como não temos, conforme dizia, elementos para isso, devido à falta de capitais, é o Governo que se incumbe dessa tarefa. Entretanto, infelizmente, o Governo não tem tido, como é notório — e não estou criticando o Governo — não tem tido a continuidade que seria de desejar neste setor. Muitas vezes, uma administração começa a fazer o estudo das jazidas de determinada região, mas, depois, é substituída e já passa para outro setor. Isso, infelizmente, tem acontecido em nosso país.

Voltando ao caso das jazidas de cobre de Caraiba, que o prof. Tharcisio D. de Souza Santos citou, segundo estudos feitos pelo Departamento da Produção Mineral, estudos êstes que, parece-me, não estão concluídos ainda, as reservas são grandes, contudo o minério é considerado baixo. Há certas zonas de minérios mais ricos, mas a mineração de cobre ali é muito difícil, no momento, porque a região não dispõe de elementos. Ali não há água, não há transporte, não há combustível, lenha, não há energia. Quanto ao transporte mesmo, só o Governo é que poderia resolver, mas isto sempre é demorado. Por outro lado, no que diz respeito à água, a construção de açudes, nessa região, não resolveria o problema, pois que se tem verificado que essa zona é das que têm tendência para a formação de eflorescências salinas, de sorte que as águas d'esses açudes se tornariam salgadas em pouco tempo, não podendo, portanto, ser usadas. Por estudos ali feitos pelo Departamento de Obras Contra as Sêcas, ficou provado que essa região não se presta para a açudagem. Por isso, ter-se-ia que trazer água do rio São Francisco e, para tanto, precisaríamos de energia, pois que se teria que bombear água até certo ponto e levá-la para aquela região. E' possível que mais adiante, quando a região estiver mais desenvolvida, depois da industrialização da cachoeira de Paulo Afonso, isso se possa conseguir, mas, por enquanto, a situação é muito precária.

Estou plenamente de acôrdo com o que disseram o prof. Tharcisio D. de Souza Santos e o prof. José do Patrocínio Motta, que, logo que



possível, se deve iniciar uma lavra em escala modesta e continuar o trabalho de prospecção.

Era o que tinha a dizer.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Respondendo às palavras do prof. Luciano Jacques de Moraes, desejo dizer que concordo inteiramente em que o problema das reservas de cobre da Bahia oferece dificuldades muito grandes, de momento. Atualmente, no Brasil, as reservas de cobre com que se pode contar são as localizadas em um distrito do Rio Grande do Sul e as de Itapeva, sendo que nessa região, possivelmente, existirão inúmeras outras jazidas, pois que vários outros afloramentos são aí conhecidos.

**Eng. Henrique Anawate** (7) — Queria mencionar aqui um fato citado pelo eng. João Dahne da Companhia Brasileira de Cobre, por ocasião da realização de um "simposium", na Escola de Engenharia, sobre o problema do cobre, no Rio Grande do Sul. Nessa ocasião o eng. Dahne fez um apanhado geral muito interessante, sobre este assunto e só lamentamos que ele não pudesse estar aqui presente, pois que, sendo quem está minerando o cobre no Rio Grande do Sul, nos poderia trazer grandes esclarecimentos.

Uma das coisas que o eng. Dahne nos disse, que poderá causar surpresa, e que é até uma contradição a tudo o que se disse até agora, é que a mineração do cobre aqui no Rio Grande do Sul, só é possível em tempos de guerra, quando os preços são altos. Ora, isto já vem trazer um pequeno impecilho ao problema da lavra continuada, como processo de conhecimento mais profundo das nossas reservas. De acordo com este ponto de vista, a companhia a que pertence o eng. Dahne está realmente iniciando a lavra de minério de cobre, porque, como todos sabemos, há grande necessidade desse metal para nossas indústrias o que compensa sua obtenção mesmo com um custo de extração um pouco mais elevado. Essa companhia está ligada à firma Pignatari, de São Paulo, e tem em mente a obtenção dos concentrados de cobre aqui de Camaquã e Seival. Outro detalhe citado pelo eng. Dahne e a respeito do qual gostaria que o prof. Zürn nos informasse alguma coisa que tenha podido verificar a respeito, é o seguinte: em Seival, parte dos minérios de cobre são oxidados e na concentração que é feita há perda de cobre na forma oxidada, que não pode ser recuperada pelos processos usados e parece-me, segundo informou o eng. Dahne, que este "tailing" está servindo para atêrro, não tem sido aproveitado. Gostaria que o prof. Zürn que percorreu esta região, nos informasse o que observou a respeito porque é realmente interessante, de vez que se está jogando cobre fora.

**Prof. Fritz Zürn** — Um terço destas perdas em cobre de Seival é devida à oxidação da azurita e da malaquita. Talvez fôsse possível sulfuretar estes minerais oxidados por sulfureto de sódio, antes da flutuação. Mas, se já falei sobre este assunto, seria melhor obter o cobre do Seival por ustulações cloretantes, talvez adicionando um pouco de cloreto de sódio e, depois, lixiviando com ácido sulfúrico tudo junto. Agora, quando vai em produção, perde-se um terço do cobre, acusando as análises 0,8% nos resíduos.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Com referência a esta questão, gostaria de observar que, de fato, é extremamente difícil a concentração de minérios de cobre, mas não me deixa de causar uma certa estranheza a solução que tem sido pensada pelo prof. Zürn, de fazer uma ustulação, possivelmente cloretante, do minério; sabemos que a operação de ustulação é uma operação cara e só pode ser aplicada a concentrados, e não a minérios de baixo teor. O razoável então,

(7) Membro ABM: Engenheiro de Minas e Metalurgista; Professor interino da Cadeira de Siderurgia da Escola de Engenharia de Porto Alegre, RGS.

seria que se concentrasse os sulfuretos, já que êles podem ser facilmente ativáveis no processo de flutuação e tratar os minérios oxidados, resíduos da flutuação de sulfuretos, que contêm cobre na forma de carbonatos, pelos processos de hidro-metalurgia. A idéia de se ustular um minério de baixo teor diretamente parece extremamente cara e difícil. Só se ustulam concentrados ou minérios muito ricos. Um minério de baixo teor — e quando digo baixo teor me refiro a menos que 10% — não pode ser ustulado diretamente. Então, a solução é muito simples, concentra-se o que se pode concentrar, os sulfuretos, e êstes concentrados seguem qualquer dos caminhos, inclusive poderiam ser êstes ustulados e lixiviados.

**Prof. Fritz Zürn** — Posso dizer que na Alemanha lixiviam-se minérios pobres desta maneira como disse, ustulando-se e depois lixiviando-se. As piritas pré-ustuladas do Rio Tinto têm, mais ou menos, 1 a 2% de cobre e pouco enxôfre e ganha-se assim o cobre e depois, lixiviando com cianeto, também os metais nobres em grande escala.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Em todo caso, a prática de todas as grandes usinas de cobre dêste Continente, as do Chile, Perú, México, Estados Unidos e Canadá, é bem inversa neste particular.

**Prof. Fritz Zürn** — Também Chuquicamata?

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Também em Chuquicamata. O minério dessa grande mina é quase todo êle oxidado. É tratado por ácido sulfúrico diluído (em grande parte procedente das células), sem qualquer ustulação prévia.

Estas observações correspondem aos aspectos que encarei em meu trabalho: a necessidade do cuidadoso estudo antes das decisões a respeito de processos, sem se atentar muito às soluções clássicas, porque tão diversas são as nossas condições locais que, possivelmente, a simples transplantação de técnicas alheias pode produzir dificuldades irremediáveis.

**Prof. Henrique Anawate** — Quanto ao aproveitamento dêstes minérios oxidados, não resta dúvida que pode ser estudada uma solução adequada. As nossas reservas são pequenas e as dificuldades de extração são grandes e quando esta é feita, ainda se joga fora ou se perde grande percentagem do produto, o que é de se estranhar. Ao eng. Dahne disse que o Departamento de Minas da Escola estava à sua disposição para estudar a recuperação dêsse cobre, dentro da forma mais fácil, que seria a hidro-metalurgia do cobre. Não foi ainda estudado nada neste sentido e é possível que se faça, futuramente, um estudo a respeito. Daríamos assim uma cooperação à altura.

Outro detalhe que queria citar é o da falta de cooperação dos institutos relacionados com a nossa indústria mineira. Não quero culpar nenhum deles, mas apenas acentuar que os nossos institutos, principalmente a Diretoria da Produção Mineral, que está mais ligado a êste problema, estão absolutamente impedidos de dar qualquer colaboração à iniciativa particular. Não estranho que o Governo não tenha feito pesquisas e não tenha dado a mínima colaboração. As demais instituições também estão à margem do problema. Temos travado uma luta muito grande na Escola de Engenharia, depois que foi instalado o curso de Minas em Pôrto Alegre, no sentido de adaptar à Escola uma série de laboratórios semi-industriais para pesquisa de minérios e, por mais incrível que pareça, temos encontrado muitas dificuldades. Todos sabem da história do laboratório de tratamento de minérios que foi apresentado à Escola pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, por intermédio do dr. Nero Passos, e que só após dois anos conseguimos trazer das minas de Lavras onde se encontrava encostado. Isso vem mostrar uma parte das dificuldades.

**Prof. Paulo Nogueira** (8) — Desejaria prestar ainda alguns esclarecimentos sobre as minas de cobre do Estado. Parece-me que o prof. Henrique Anawate solicitou do prof. Zürn um esclarecimento e o assunto derivou para o terreno da metalurgia, embora comportasse ainda algum esclarecimento, alguma discussão, sobre o problema da pesquisa das jazidas minerais no Rio Grande do Sul. Tendo estado colateralmente situado por ocasião da pesquisa das nossas jazidas de cobre, porque estive dentro do setor das pesquisas de carvão, acompanhei de perto estes trabalhos e posso trazer aos srs. congressistas alguma história e alguns esclarecimentos sobre os mesmos. Mais ainda, estes trabalhos foram iniciados quando era diretor do Departamento Nacional da Produção Mineral o prof. Luciano Jacques de Moraes, aqui presente. Vamos recordar também aqui que a pesquisa das jazidas de cobre e outras do Rio Grande do Sul foi feita em feliz colaboração do serviço público federal com o estadual. Devo lembrar que trabalhamos com sondas e técnicos do serviço federal. Pôde o serviço federal, naquela ocasião, trabalhar até com verbas da Diretoria de Produção Mineral do Estado e foi cumprido interessante programa de conhecimento das reservas de cobre aqui no Rio Grande do Sul. E' sabido que as reservas no Rio Grande do Sul, comparativamente com o resto do país, representam tanto quanto conhecemos até o momento, mais do que 2/3 da reserva total de cobre existente no Brasil.

Atacamos aquele programa iniciando a pesquisa pela mina do Camaquã. Vou esclarecer, pesquisar uma mina tem um sentido diferente de pesquisar uma jazida. Camaquã já era uma mina aberta, já tinha sido lavrada com sucesso pelos belgas e, então, o problema era outro. Tratava-se apenas de determinar reservas adicionais, prolongamentos de filões; seria apenas uma suplementação, porque o plano da lavra anteriormente feito era um plano corretamente conduzido pelos belgas. Então eles deixaram aqui para o Rio Grande do Sul já uma mina aberta, com galerias de escoamento e com um plano de lavras já pronto. Portanto, o problema de Camaquã, insisto, é um problema apenas de continuação de lavras, com reservas já determinadas, da ordem de 280.000 toneladas, teor em volta de 3,8% de cobre, segundo os dados que foram publicados em relatório oficial do DNPM, da autoria do técnico oficial do DNPM, da autoria do técnico Joaquim Homem da Costa Filho, "Pesquisa da Jazida do Camaquã". Este problema da mina do Camaquã foi tomado em primeiro lugar porque é uma mina representativa em todo o conjunto de minas e jazidas conhecidas no país. Respondo até certo ponto à pergunta formulada pelo ilustre deputado Mário de Lima Beck, se uma mina seria, na fase de início, na fase de "starting", capaz de levar à frente este problema do cobre no país.

Pareceu à Diretoria da Produção Mineral e aos técnicos incumbidos da sua pesquisa, da sua apreciação, aos diretores encarregados da supervisão da geologia econômica relativa a estes depósitos, que esta mina seria capaz de arrastar o problema e com reservas adicionais dessa própria jazida e ainda de outras que foram tomadas em consideração. Mais ainda, na ocasião em que foi proposto este problema do cobre, foi proposto também um problema paralelo a ele, de abrir as minas de carvão de Hulha Negra, que era o ponto da estrada de ferro mais próximo do conjunto de jazidas de cobre do Rio Grande do Sul, para, nestas minas de carvão, serem localizadas usinas termoelétricas que pudessem, com carvão à boca da mina, produzir eletri-

---

(8) Professor de Geologia, Escola de Engenharia da Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RGS.

cidade por baixo preço de custo. Naquele tempo parecia racional fazer a metalurgia de cobre em Hulha Negra, Estado do Rio Grande do Sul, por estas e outras razões que em continuação vou expor. Rio Negro foi o ponto por onde passaram os concentrados da Companhia Belga, por onde passou a mate cupriferá da Companhia Belga. Èle dista em volta de 94 km das jazidas do Camaquã e, conforme disse, é a mais interessante destas jazidas. Jazida não, é uma mina aberta. Custaria hoje muito dinheiro abrir uma mina nas condições em que está aquela, de modo que é uma mina extraordinariamente interessante. Ela está na iminência de novamente retomar os seus trabalhos e não depende de traçagem, não depende de pesquisa, de nenhuma condução dos trabalhos da mina do Camaquã. Depende das instalações de superfície, então seja, completar as instalações de superfície com energia e britadores para fazer os concentrados da mina do Camaquã. Parecia racional, naquela época, que devido a esta posição geográfica feliz dos depósitos de carvão de Hulha Negra fôsse este trabalhado para produzir energia elétrica para se fazer a metalurgia do cobre em Rio Negro. Mais ainda, era pensamento dos orientadores do problema que, além da metalurgia do cobre, se devesse fazer a recuperação do enxofre contido nos minérios que são piritosos — (os da mina de Camaquã) — e usar carvão também piritoso. E mais ainda, sendo o Rio Negro uma zona que poderia, eventualmente, produzir sulfato de cobre, em que estava interessada a Companhia Eletroquímica, que, parece, foi uma pioneira nesta questão da metalurgia do cobre aqui no Rio Grande do Sul, embora seu sucesso tenha sido limitado e os resultados obtidos não tenham sido animadores, no entanto, a companhia, que atualmente ainda produz sulfato de cobre, pensava instalar esta indústria em Rio Negro. Então, a mina de carvão de Rio Negro foi aberta tendo em vista esta finalidade, produzir energia elétrica a baixo custo, à boca da mina e aí ser feita a metalurgia de cobre. Foi então que capitalistas de São Paulo se propuseram a tomar conta do problema industrial e solicitaram ao Governô do Rio Grande do Sul assistência técnica para o estudo das jazidas. Èste estudo realmente foi feito, conforme havia sido solicitado. Tão completo foi èle que, agora, passados tantos anos, os trabalhos são retomados tendo por base aqueles estudos.

Tivemos oportunidade de ouvir do sr. Presidente da Companhia Brasileira de Cobre, aqui no sul, dr. Dahne, que engenheiros especializados, vindos da Itália para tratar do problema da metalurgia do cobre, a ser instalada talvez, em Utinga, São Paulo, queriam tomar dados sôbre estas jazidas de cobre do Rio Grande do Sul, especialmente as de Camaquã. Èstes engenheiros seguiram para lá, tomaram alguma amostragem e procuraram obter dados sôbre essa mina. Três meses depois, quando regressaram, o dr. Dahne usando de franqueza, perguntou-lhes como em apenas três meses tinham podido realizar o trabalho que, em alguns anos fôra realizado por profissionais experimentados dos Serviços Federal e Estadual. Então, êsses engenheiros italianos responderam que os estudos por èles feitos eram mais para fins de metalurgia, pois, no que dizia respeito à mineração, as jazidas tinham sido corretamente pesquisadas pelos técnicos nacionais. Os teores haviam sido dados, as condições de jazimento haviam já sido reveladas, as condições de gênese dessas jazidas foram feitas e tudo isto em dados exatos e seguros, demonstrando, assim, o resultado feliz da cooperação de serviços federais e estaduais.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Isto mostra, o que acaba de ser exposto pelo prof. Paulo Nogueira, que aqui houve uma cooperação muito bem feita, e que deu bom resultado, entre os governos estadual e federal.

Pelos estudos então realizados, ficou provado que havia uma reserva que garantia a exploração das jazidas, principalmente as de Camaquã. No entanto, de lá para cá, nada foi feito no sentido de explorar essas jazidas, a não ser apenas verificações.

**Prof. Paulo Nogueira** — Precisamente.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — De sorte que se não foi avante o programa de industrialização do cobre, não foi, neste caso, pela falta de prospecção e estudos, porque numa mina já fôra feita alguma coisa que garantisse o mínimo, como falei de início. Nós observamos em tôda parte do mundo, na África do Sul, onde já estive, em outros países, em Morro Velho, por exemplo, em Minas Gerais, minas com mais de 100 anos, sempre estão fazendo novos estudos de "development", que mostrem a existência de novas reservas. Mas nem isto podia ser feito desde o início, seria anti-econômico. Vão trabalhando e, ao mesmo tempo, fazendo prospecção com galerias e determinando novas reservas. Toma-se o relatório de uma companhia da África do Sul, por exemplo, e todos os anos se vê "NOVAS RESERVAS — aumentamos nossas reservas em tanto... etc." Bem, de sorte que o estudo feito vem já garantir êste mínimo de tonelagem para permitir a lavra das jazidas. Agora, no estado atual dos estudos geológicos do Brasil, parece, a menos que se trata de regiões novas e longínquas do interior do Brasil, que o que se deve fazer é um estudo minucioso, uma prospecção minuciosa e detalhada da região, levando em conta a estrutura geológica, a determinação das jazidas, tanto quanto possível. Um exemplo que dou para isso é o que está se fazendo em Minas Gerais, nas jazidas de minas de ferro. É um trabalho de cooperação entre o serviço geológico dos Estados Unidos e o Governo Federal. Estão fazendo um trabalho muito minucioso, de modo a determinar as reservas das jazidas de ferro daquele Estado e, ao mesmo tempo, os tipos de minério. Nós sabemos que a abundância é enorme, mas, agora, queremos tratar de industrializar e precisamos saber o que pode ser exportado, o que pode ser trabalhado no país, e, no caso de exportação, quais as jazidas que permitem financiar a construção de estradas e outros meios necessários para levar avante o empreendimento.

**Prof. Paulo Nogueira** — A mim é particularmente agradável agradecer a colaboração que constitui a exposição feita pelo prof. Luciano Jacques de Moraes. É, então, à guisa de explicação, algumas objeções feitas sobre esta questão da mineração, sobre esta questão da pesquisa das jazidas minerais aqui no Rio Grande do Sul. Realmente, houve muito serviço feito no campo que não está em relatórios publicados. Resulta disso muita pergunta que se dependesse de nossa vontade, gostaríamos que êstes trabalhos executados fossem ainda títulos daqueles que aqui no Rio Grande do Sul nos ajudariam a desbravar o problema da pesquisa das jazidas de cobre. Vamos lembrar, de passagem, que ao fundador da Diretoria de Produção Mineral, Emílio Alves Teixeira, o Rio Grande do Sul deve por certo a maioria dos trabalhos de pesquisas feitas em seu território, além da fundação daquela Diretoria, assim como deve o mapa geológico existente e as publicações, algumas das quais, por estarem esgotadas, infelizmente não podem ser fornecidas, mas que existem, sendo muitas delas inéditas. Porém, a maioria dessas publicações está em poder da companhia interessada, no momento, na lavra dessas jazidas de cobre, que, assim, poderá realizá-la contando com dados julgados seguros, ao menos para a fase de início.

Essas reservas de 280.000 toneladas, previstas por estudos realizados, foram grandemente aumentadas com o estudo de mais 5 outras jazidas; as de Serro do Martins, que foi estudada pelo dr. Alceu Fábio

Barbosa, atualmente professor em São Paulo; as jazidas dos Andradas, de baixo teor; a jazida Primavera e as do Seival e Camaquã.

Foi iniciado ainda o estudo das jazidas de Volta Grande, que são jazidas com bastante calcopirita, minério piritoso, tendo também bastante ouro. Chegamos, quanto a elas, à conclusão de que a quantidade de enxofre existente nesses minérios de cobre, paga o seu transporte até São Paulo e que a quantidade de ouro existente nesses concentrados, paga a sua mineração.

Não estou preparado devidamente para apresentar uma exposição ordenada sobre este assunto. Porém, se os presentes desejarem mais algum esclarecimento estou às ordens para prestá-los.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Agradeço a excelente contribuição que acaba de ser prestada pelo prof. Paulo Nogueira e pelo prof. Luciano Jacques de Moraes, em torno da questão das reservas de minério de cobre, das minas e jazidas do Rio Grande do Sul.

Já conhecíamos todos esses estudos, através dos trabalhos publicados pela Diretoria da Produção Mineral do Estado do Rio Grande do Sul e pelo Departamento Nacional da Produção Mineral.

Não sei se teria havido inicialmente algum mal entendido no que diz respeito às reservas de cobre: de que alguém tenha erroneamente inferido que as reservas tivessem sido insuficientemente determinadas. Ninguém nesta reunião disse isso e, de resto, sabemos que o trabalho de pesquisa foi muito bem conduzido e que as reservas são ponderáveis. O que disse de início, entretanto, e desejo frisar mais uma vez, é que se trata de reservas que, na escala de grandes minas, são pequenas. Isto é ponto pacífico. Mas disse que essas reservas já permitem, inegavelmente, seu aproveitamento econômico e que o prosseguimento da determinação de reservas somente pode ser feito à custa de trabalho paralelo de utilização. E neste sentido estão concordando as opiniões deste simposium.

**Prof. Paulo Nogueira** — Quando estudamos estas jazidas vimos a pequenez destas reservas e, então, imaginamos que a metalurgia do cobre tivesse de ser feita nos seguintes termos: um terço dos minérios produzidos aqui no Brasil com dois terços de minérios importados.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Teria isso sido muito bom.

**Prof. Paulo Nogueira** — O problema tinha sido posto nestes termos, naquela época. Hoje talvez seja outro. Estou fazendo história. E' de 1939 a 1945 a data do que eu disse.

**Prof. José do Patrocínio Motta** — O dr. Paulo Nogueira fez uma observação muito interessante para mim. E' que a Produção Mineral do Estado considerou que estas jazidas poderiam arrastar o problema, quer dizer, poderiam torcer a base do problema. E' justamente isso o que eu lamentei e parece que ficou de pé nesta reunião, que não tem havido recursos, meios, de se estar permanentemente trabalhando nestas jazidas. Como disse inicialmente o prof. Luciano Jacques de Moraes, as reservas anualmente são relatadas, fazendo novos subsídios, novas regiões de enriquecimento e de reservas para o futuro. Aliás o único modo de se aceitar, por exemplo, o caso do Rio Tinto, que há 30 séculos vem sendo minerado, é, como disse o prof. Tharcisio D. de Souza Santos, pelo trabalho continuado. Isso é que é de se lamentar, que aqui não seja feito o mesmo. Não se atribui culpa a ninguém, mas é realmente uma coisa que fica de pé. Eu creio que se possa solucionar a questão pelo restabelecimento do trabalho nas bases em que fóra delineado. Este é o meu ponto de vista.

**Eng. Clovis Bradaschia** <sup>(9)</sup> — Parece que o problema da mineração e da continuidade de exploração das minas está em obter meios

(9) Membro ABM; Engenheiro de Minas e Metalurgista; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Metalurgista; São Paulo, SP.

para isso. Ora, o problema do cobre no Brasil me parece um problema todo peculiar nosso e que exige uma solução nossa. Uma primeira visão do problema nos indica que havendo minério de cobre na Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul, nem por isso devemos ter pequenas usinas pilotos espalhadas pelo país. Eu penso que deveria haver uma usina em São Paulo, para fazer a metalurgia do cobre, por ser lá o maior centro consumidor, e dos outros Estados viriam os concentrados. A concentração seria feita em cada uma das minas ou numa estação única em cada Estado e, assim, teríamos uma solução econômica e poderia haver continuidade na exploração dessas minas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — E' exato. As considerações do engenheiro Clovis Bradaschia são certamente muito pertinentes. Entretanto, é possível que não se deva ser muito rígido. Parece óbvio que o refino deve ser feito numa refinaria central. Esse é o sistema adotado na grande indústria de cobre dos Estados Unidos e do Canadá. Diversas grandes usinas de metalurgia enviam o cobre blister às refinarias centrais. Estas ficam assim abastecidas, não por uma, mas por várias usinas de metalurgia que produzem cobre blister. Nessas condições, e pelo aumento da escala, podem conduzir o refino muito mais economicamente que em refinaria que constituisse extensão de cada usina de mate. Por isso, parece que aqui no Brasil o refino deveria também ser feito em uma refinaria central, bem localizada em relação aos centros de consumo. Quanto à questão da metalurgia de produção inicial, ela é, entretanto, bastante flexível e só um estudo mais acurado do problema permitiria se ter a melhor solução. E' possível que em alguns casos melhor seja exportar o concentrado e em outros casos, enviar à uma usina central o mate; em outros ainda seria preferível remeter o cobre blister; em outros casos, o cobre preto; em outros, um cobre de cementação ou óxido de cobre, se resultar do processo de lixiviação por carbonato de amônio. Não devemos ter assim no delineamento nenhum "parti-pris". A solução melhor é a que for mais econômica e capaz de ser atacada em melhor escala. Isto é quase aciano, mas deve ser sempre lembrado porque, muitas vezes, circunstâncias várias fazem com que se perca de vista estes pontos, tão essenciais do problema.

A hora está bastante adiantada e temos que abordar ainda alguns outros assuntos, principalmente o da metalurgia do estanho.

**Prof. Henrique Anawate** — Como vamos encerrar o debate sobre o cobre, quero antes sintetizar a situação atual da mineração do cobre no Rio Grande do Sul. A Cia. Brasileira de Cobre está reiniciando os seus trabalhos em mineração com o propósito de obter, 1.000 toneladas de concentrados mensais, devendo a metalurgia posterior ser realizada em São Paulo, quase de acordo com a sugestão do eng. Clovis Bradaschia. Por outro lado, a Diretoria da Produção Mineral, de alguns anos para cá, sem verba nenhuma, não tem podido efetuar novas pesquisas, como era de se desejar. Acredito que a possibilidade de descoberta de novas jazidas e de aumento de nossas reservas de cobre, principalmente no Rio Grande do Sul, está condicionada à abertura das novas rodovias que estão sendo construídas neste setor. Após a abertura destas rodovias, talvez pela maior facilidade que se tiver em chegar a estes locais, é possível que tenhamos uma nova fase de pesquisas e descoberta de novas jazidas de cobre. Do contrário, será difícil, a começar pela primeira dificuldade, que é se chegar ao local.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Uma palavra ainda. Estou de pleno acordo com a sugestão feita pelo Eng. Clovis Bradaschia. Já há muito tempo, em relatório do Departamento de Produção Mineral, tivemos oportunidade de recomendar a instalação de uma usina central na região de São Paulo, recebendo minérios ou concentrados ou outros

produtos de várias regiões do país, inclusive até importados. Esta seria a solução recomendada aqui pelo prof. Tharcisio D. de Souza Santos, a exemplo do que acontece em outros países. Nos Estados Unidos, já vi, por exemplo, em Tacoma, Washington, usinas de recebimento de concentrados de toda costa do Pacífico.

Bem, agora quero falar no caso especial de Caraiba. Conviria, talvez, que a ABM fizesse ver ao Governo a conveniência de nós aproveitarmos os seus minérios, que são de grande necessidade para o país. Como disse, o seu aproveitamento é muito difícil e depende de uma porção de medidas que são mais da órbita governamental. Como o Governo, de acordo com a Constituição, pode utilizar verbas naquela região, para o Plano de São Francisco e para as obras contra a seca, poderia resolver estes problemas, o do transporte, de água, de energia e outros que surgissem, e, ao mesmo tempo, realizar estudos mais completos das jazidas e ensaios dos minérios que viessem a facilitar o aproveitamento daquelas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — As considerações do prof. Luciano Jacques de Moraes são das mais justas e folgo em registrar que esta idéia de uma usina de cobre mais centralizada, que é evidentemente muito razoável, já havia sido por ele, há anos atrás, considerada, quando diretor do Departamento da Produção Mineral. Quanto à segunda sugestão do prof. Luciano Jacques de Moraes, de virem a ser feitos os estudos e trabalhos necessários para o aproveitamento do cobre das jazidas de Caraiba, é efetivamente muito oportuno porquanto a Comissão do Vale do São Francisco dispõe de uma verba constitucional que poderia ser utilizada, com real proveito para a região e para o país, no desenvolvimento desse recurso mineral, que — ninguém sabe, mas é possível se prever — no futuro poderá ter um incremento muito maior do que autorizam agora as primeiras esperanças. Nós todos não devemos esquecer que todos os distritos que hoje são grandes distritos minerais não o foram desde o início. Não há exemplo no mundo de se ter topado com uma grande massa de minério que a natureza deu, por privilégio, a este País ou a esta região. “As minas”, dizem com um pouco de exagero os americanos, “não são descobertas; mas fazem-se”. Relevando o exagero, deve-se reconhecer que os grandes distritos minerais do mundo foram revelados a custa de trabalho, pois que inicialmente eram muito pequenos.

Nós, que conhecemos o distrito de Butte, em Montana, o maior distrito isolado de cobre do mundo, e que conhecemos a sua história, sabemos que, no passado, na fase inicial, não passava de um conjunto de afloramentos, talvez menos interessantes do que muitos dos nossos. Foram o trabalho, a continuidade e a industrialização, criando um clima favorável para a exploração, que transformaram o distrito de Butte no que é ele hoje. E muitos outros Butte existem pelo mundo afora, não só de cobre, como também de muitos outros metais. Não devemos, assim, exatamente por estarmos dando os primeiros passos na indústria da metalurgia extrativa dos metais não ferrosos, nos impressionar muito com as dificuldades que inegavelmente temos deparado em nosso país. Nada é fácil, mas devemos lembrar que também não o foi em outros países.

Como devemos cumprir o que está programado, proporia que passassemos a discutir algumas questões referentes ao estanho. Terminado o simposium, iremos ouvir a exposição do prof. Galeno Pianta sobre petrografia dos carvões do sul.

Vamos passar, então, a discutir questões relativas ao estanho.

**Prof. Henrique Anawate** — Desêjo dizer, com relação aos problemas do estanho, que este assunto foi tão bem apresentado pelos professores Fritz Zürn e Tharcisio D. de Souza Santos, que não precisa



mais ser debatido. Apenas quero frisar, mais uma vez, que a metalurgia do estanho, no Rio Grande do Sul, não passa de uma metalurgia de fundo de quintal. Tenho tido oportunidade de conversar com alguns mineradores, aqui em Pôrto Alegre, de maneira que o que vou dizer eu conheço de oitiva.

Realmente, a perda de estanho nas escórias é grande e elles não dão pelo fato, porquanto a metalurgia de estanho só é feita em maior escala nas ocasiões em que os preços são mais elevados que os atuais.

Quanto à solução aventada nos trabalhos apresentados pelo prof. Tharcisio D. de Souza Santos e pelo prof. Fritz Zürn, devo dizer que acredito que seria necessária uma attitude mais drástica de parte do Estado. E' uma opinião apenas. Não digo que seja a única solução.

Há possibilidade de o Estado, digamos, por intermédio do Departamento da Produção Mineral, centralizar em suas mãos a metalurgia do estanho, obrigando a todos os mineradores a fornecer os seus minérios ao Departamento, que faria a metalurgia, como acontece no Estado de São Paulo, com a usina de chumbo de Apiaí, em que o I.P.T., praticamente, apenas entra com a parte técnica, se não me engano revertendo o produto proporcionalmente aos mineradores, de acôrdo com as quotas de minério fornecidas.

E' um pouco difficil adotarmos aqui esta solução, porque temos diversos mineradores de estanho que, por ser esta uma metalurgia muito fácil, não querem abrir mão das suas prerrogativas. E' difficil comprar minério dos produtores, dos garimpeiros, e fazer metalurgia aqui em Pôrto Alegre. Os altos preços compensam certos prejuizos, de forma que não há possibilidade de uma grande indústria, nem de uma moderada indústria aqui. Creio que é uma sugestão difficil, mas creio que será o caminho mais viável dentro do esquema apresentado nos dois trabalhos até o momento.

**Prof. Paulo Nogueira** — Quanto ao problema da mineração do estanho, abordado pelo prof. Zürn, que exhibiu algumas fotografias da região de Encruzilhada, é fácil de ver por elas que a lavra do estanho aqui é um problema, vamos usar o termo, não de garimpagem, é de fussiação. Cabe este termo perfeitamente na lavra do estanho. Quem passou por lá ou viajou por Encruzilhada, tem nítida impressão e visão do acêrto da expressão empregada — "fussiação". E este processo já é secular e, então, estamos dentro do processo adotado de mineração que não chega a ser garimpagem, mas catação e feita de uma maneira extraordinária. De tal forma que fica difficil fazer a pesquisa de jazidas de estanho. Profissionais experimentados que trabalham na Produção Mineral realizaram pesquisa de algumas jazidas citadas e a Diretoria não ficou alheia à pesquisa destes aluviões e filões estaníferos, embora a pesquisa de jazidas de filões de estanho seja pesquisa cara e o que estava à vista eram recursos minerais que não apresentavam grande porte para neles ser invertida a maior parte dos recursos de que dispúnhamos para a mineração. Dest'arte, o problema de mineração no Rio Grande do Sul está mesmo de acôrdo com o problema da metalurgia, conforme está sendo conduzido — primitivo.

**Prof. Henrique Anawate** — Acho que, ao contrário, o problema metalúrgico é que é primitivo, de acôrdo com a mineração.

**Prof. Paulo Nogueira** — Ou isto.

**Prof. Luciano Jacques de Moraes** — Como foi acentuado pelo prof. Tharcisio D. de Souza Santos, os processos de tratamento dos minérios de estanho aqui no Brasil, são os mais primitivos possíveis e se realizam com grandes perdas de estanho, como já mostrou. Agora, em São João Del Rey, é a mesma coisa. A metalurgia é de fundo de quintal. São muito numerosas as pequenas instalações, forninhas, etc., que empregam estes processos primitivos. Entretanto, o Govêrno de Minas,

na parte orientada pelo Dr. Djalma Guimarães, do Instituto de Tecnologia Industrial, procurou colocar naquela região uma instalação maior, que pudesse tratar os minérios mediante pagamento. Cada produtor levaria o seu minério, pagaria uma certa quantia e obteria o produto já tratado. No entanto, está encontrando muita dificuldade por parte da população que, em geral, não quer saber dessa cooperação. E' o egoísmo, a desconfiança. Cada um quer tratar o seu próprio minério. Bem, são estas as dificuldades.

Em relação ao minério de estanho, em São João Del Rey, há um depósito muito importante. Como sabem, lá existem grandes jazidas. Uma, por exemplo, é um grande veio de pegmatito de alguns quilômetros de comprimento e espessura e largura de algumas dezenas de metros. Foi verificado pelo dr. Djalma Guimarães e seus auxiliares, nos estudos de geologia econômica da região, que existem lá também, em relativa abundância, minérios rádio-ativos, entre os quais o chamado djalmaita. Há todo interesse no aproveitamento desses minérios e, em se tratando de jazidas de pegmatito com caulim, com material caolinizado, poderia ser feita a sua extração, lavagem e concentração, com recuperação do estanho e do mineral rádio-ativo. Talvez assim pudesse ser racionalizado este trabalho de minerais e poderia dar uma base para que a indústria se desenvolvesse e se fixassem novas normas.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — Agradecendo os esclarecimentos prestados pelo prof. Paulo Nogueira e pelo dr. Luciano Jacques de Moraes, desejaria agora e de forma especial, ampliar as considerações muito judiciosas feitas pelo prof. Henrique Anawate a respeito. Parece que a forma de incrementar mais ativamente a metalurgia do estanho — convenientemente amparada e auxiliada no que fôr possível, como fôr possível e na intensidade que fôr possível, pelos trabalhos de prospeção a cargo da Diretoria de Produção Mineral do Estado, com a colaboração do Departamento da Produção Mineral, — seria a instalação pelo Estado, possivelmente numa cooperação entre a Diretoria de Produção Mineral e o Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, de uma instalação central, modesta poderia ser, que estivesse habilitada a tratar com alta eficiência os concentrados da região. Eu não pensaria em nenhuma medida restritiva de, por exemplo, proibir o tratamento dos minérios em outras instalações; pensaria nisso que toca ao bolso de cada um: o preço. Uma instalação nestas condições, operada pelo Estado, que comprasse os minérios, segundo uma base a ser estabelecida, faria com que a produção de estanho se desenvolvesse no Estado, estou certo, de maneira muito apreciável. De um lado, seria uma escola prática de metalurgia na região e não tornaria impossível que a iniciativa privada fizesse coisas iguais, ou até melhores do que ela. De outro lado, isso corresponderia a cortar inteiramente a possibilidade de funcionamento destas instalações que são precárias, pois que se, numa usina daquelas, preço mais alto pudesse ser obtido do que o equivalente pela redução em usinas velhas, evidentemente o minerador, o garimpeiro, bastante esperto que é, irá colocar o seu minério onde rende mais. Isso é profundamente humano e temos que esperar que esse plano funcione muito bem. Seria desta forma uma contribuição valiosa que o poder público, pelos seus órgãos, pelo Instituto Tecnológico e pela Diretoria da Produção Mineral, prestaria ao Estado do Rio Grande do Sul e ao país, permitindo um grande desenvolvimento da indústria do estanho. Sabemos todos que isto não é muito fácil, que exige tempo e exige constância, mas não parece de forma nenhuma um problema tão difícil que não devesse, pelo menos, ser tentado.

A respeito da observação que fez o prof. Luciano Jacques de Moraes sobre as dificuldades que teriam sido encontradas em Minas Ge-

rais neste esquema de tratamento, é possível que elas decorram dessa natural desconfiança que têm os pequenos produtores de um tratamento pelo Estado. Mas isso, tenho a impressão, seria inteiramente obviado pela solução de compra, em que poder-se-ia adquirir os concentrados numa base que guardasse certa relação com o valor do metal no mercado, e desta forma, cada minerador ou garimpeiro trocando logo por cruzeiros os seus saquinhos de cassiterita, em pouco tempo ter-se-ia dado um grande incentivo à produção. Uma usina pequena que fôsse, mas bem instalada, moderna, sem nada destes processos rotineiros de forno chinês, de bambu armado com barro, soprado por ventilador, perdendo boa parte do estanho na fumaça e nas escórias, permitiria um incentivo direto à mineração, estou certo, e dentro de pouco tempo aumentaria grandemente a produção da região.

**Prof. Paulo Nogueira** — As quantidades de estanho aqui no Rio Grande do Sul são bastante limitadas e nelas já estiveram empenhados vários ativos mineradores, os quais pediram até assistência do Governo — que lhes foi prestada — mas todos eles obtiveram resultados negativos na avaliação dos volumes existentes em minério de estanho no Rio Grande do Sul.

**Prof. Henrique Anawate** — A observação tem cabimento. Apenas o seguinte, que esta usina central iria substituir as diversas usinas, isto é, os diversos fornos atualmente fazendo a redução, e o incremento da garimpagem, da procura do estanho continuaria talvez com mais intensidade, em razão dos altos preços.

Se se quisesse pôr em execução a idéia, parece-me que aceita pelo dr. Tharcisio D. de Souza Santos, acredito que traria, de momento, um problema: qual o instituto que poderia dar a sua colaboração?

Gostaria de tornar pública uma idéia que venho levantando em Pôrto Alegre e que, quem sabe, daqui a alguns anos, venha a ser realizada. Trata-se da modificação da organização da Diretoria da Produção Mineral do Rio Grande do Sul, que está subordinada à Secretaria da Agricultura e que não tem tido recursos nem verbas para nada, tanto que os técnicos do Departamento estão impedidos de qualquer mobilidade. Talvez desse bom resultado adotarmos aqui a fórmula seguida em Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, em que o Departamento da Produção Mineral está estreitamente ligado ao Instituto de Tecnologia Industrial. Esta tem sido, ao que parece, uma solução felicíssima e que tem possibilitado trabalhos em quantidade, tanto de pesquisas minerais, como de tratamento de minérios e em breve, também de metalurgia. O que tenho podido observar é que com esta orientação, o Instituto de Tecnologia Industrial tem feito pesquisas até no Amapá, quando nós aqui não podemos sequer fazer pesquisas dentro de casa. Devo acentuar ainda que Minas Gerais não está em condição superior ao Rio Grande do Sul.

Esta é a idéia que defendo.

**Prof. Paulo Nogueira** — Seria um ponto de vista racional, mas se encontram também aí dificuldades. Inicialmente, a Diretoria de Produção Mineral foi organizada para aplicar no Rio Grande do Sul em seu território, o Código de Minas, que prevê até, em um de seus artigos, a atribuição de funções legais à referida Diretoria, atribuição esta que já tivemos uma vez, e que foi dada também aos governos dos Estados de São Paulo e de Minas Gerais, mas que foi revogada. Assim, colocar esta Diretoria em função legal e, depois, dar-lhe um departamento de natureza industrial, creio que seria um assunto a ser cogitado pelo poder público. Mas, para isto, se carece de uma lei que crie esta sua obrigação.

**Prof. Henrique Anawate** — E' uma questão de modificar o que parece que não está sendo eficiente.

O Departamento da Produção Mineral pode continuar a ter aqui a sua parte administrativa, enquanto que a parte ativa estaria ligada ao próprio Estado, em colaboração com o Governo Federal, em outra forma que não a Secretaria da Agricultura.

O Estado de São Paulo também tem este mesmo problema e nós sabemos que o Instituto Geográfico e Geológico de hoje, em São Paulo, não é o que foi o Serviço Geológico antigo. O prof. Luciano Jacques de Moraes conheceu perfeitamente este problema.

Há outros impecilhos que poderiam impedir a realização de uma idéia como esta que apresentamos, mas não esta questão administrativa relativa à Diretoria da Produção Mineral. Enfim, creio que é uma idéia realizável para daqui a alguns anos. Naturalmente, ainda tem que ser amadurecida, mas é, do meu ponto de vista, uma forma de se alcançar uma solução para certos problemas aqui do Estado.

Era o que desejava dizer.

**Prof. Tharcisio D. de Souza Santos** — As considerações feitas pelo Prof. Henrique Anawate e as ponderações do Prof. Paulo Nogueira merecem toda a atenção, originadas que foram das idéias de contribuir para o desenvolvimento da indústria mineral do Estado do Rio Grande do Sul. Estou certo de que estas contribuições, como muitas outras trazidas a este simposium, virão a ser aproveitadas no futuro.

A Associação Brasileira de Metais, ao encerrar este simposium, deseja agradecer a cada um dos participantes pelo brilho de sua colaboração, e, pelo seu Presidente, formula seus melhores votos no sentido de, em reuniões próximas, aqui ou em outros pontos do nosso país, serem continuados trabalhos da natureza dos deste simposium e que visam, pela ampla troca de informações e de pontos de vista de especialistas, constituir uma base de conhecimento que possa ser de real utilidade para o progresso da metalurgia brasileira. Está encerrado este simposium.

## NOTICIÁRIO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METAIS

### SÉTIMO CONGRESSO ANUAL DA A. B. M.

#### SUA REALIZAÇÃO EM PÔRTO ALEGRE, DE 2 A 7 DE JULHO AS CONFERÊNCIAS ANUAIS PRONUNCIADAS — AS VISITAS A INDÚSTRIAS E EMPRESAS DE MINERAÇÃO GAUCHAS

A Associação Brasileira de Metais realizou, com grande êxito, um dos seus melhores Congressos Anuais, nos dias 2 a 7 de julho p. p. em Pôrto Alegre.

Era essa a primeira vez que a A.B.M. se reunia no Sul do país. Atendendo ao crescimento da Secção Regional do Rio Grande do Sul, que já conta com 80 sócios, decidiu o Conselho Diretor da Associação fazer realizar o 7.º Congresso em Pôrto Alegre e essa iniciativa foi das mais felizes.

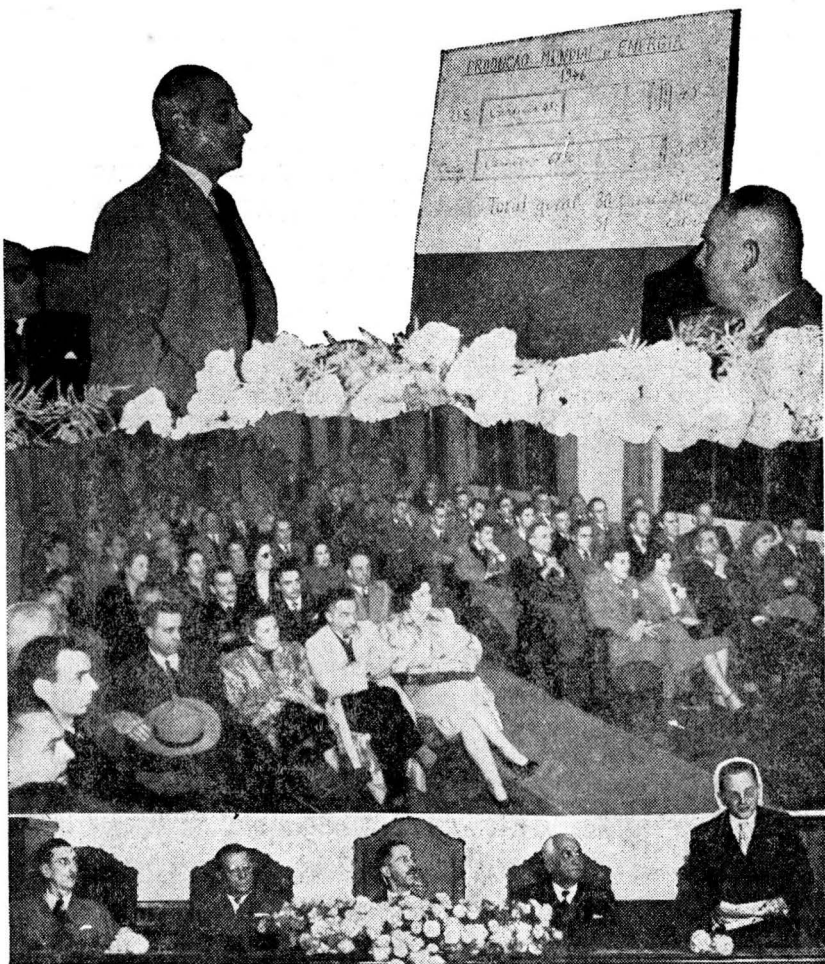
Graças à dedicação dos colegas da Secção Regional do Rio Grande do Sul, que não mediram esforços para assegurar aos seus consócios de outros Estados uma organização impecável, decorreu o Congresso sob seus diversos aspectos, técnicos, científico e social, num ambiente de grande entusiasmo.

Participaram do Congresso uma centena de sócios, muitos acompanhados de suas famílias. Aliás vem se notando que, à medida que passam os anos, maior é o número de Congressistas que se fazem acompanhar de suas esposas contribuindo desta forma para o maior brilhantismo da parte social do programa e, contribuindo para estabelecer amistosas relações pessoais entre membros de um mesmo grupo técnico, espalhado por todo o Brasil.

Compareceram a Pôrto Alegre, sócios dos seguintes Estados da Federação: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Bahia e Pernambuco.

Além dos sócios que compareceram em caráter individual, fizeram-se representar as seguintes instituições ou firmas: Instituto Nacional de Tecnologia, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Instituto Tecnológico da Bahia, pelo seu Diretor Prof. Dr. Arquimedes Guimarães, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, de São Paulo, pelo seu Superintendente Prof. Dr. F. H. J. Maffei e 8 engenheiros, Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, Instituto de Engenharia de São Paulo, Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul, Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul, SENAI do Rio de Janeiro, SENAI do Rio Grande Sul, Arsenal de Marinha, Siderúrgica Riograndese, General Motors do Brasil,

Cia. Eletroquímica Brasileira, Companhia Brasileira de Material Ferroviário, Elevadores Atlas, Companhia Aços Especiais Itabira, Parque de Aeronáutica de São Paulo, Indústria Metalúrgica N. S. Aparecida, Cia. Ferro Brasileiro, Importadora e Exportadora de Metais Brasimet S/A,



Ao alto: O prof. José Baptista Pereira ao pronunciar a 7a. Conferência Anual, por ocasião da instalação solene do certame. No centro: Inteiramente lotado pelos congressistas o salão nobre da Soc. de Eng. do R. G. do Sul. Em baixo: O prof. Werner Grundig ao proferir a 7a. Conferência Científica da A.B.M.

Consórcio Administrador de Mineração do Carvão, Departamento Autônomo do Carvão Mineral do Rio Grande do Sul, Centro de Indústria Fabril do Rio Grande do Sul e o Grêmio dos Estudantes de Minas e Metalurgia da Universidade do Rio Grande do Sul.

## INSTALAÇÃO DO CONGRESSO E SÉTIMA CONFERÊNCIA ANUAL

No dia 2 de julho, às 21 h, no salão nobre da Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul, e com a presença do representante do Governador do Estado, do Exmo. Prefeito de Pôrto Alegre, do representante do Presidente da Assembléia Legislativa do Estado, do Prof. Dr. Alexandre Rosa, Magnífico Reitor da Universidade do Rio Grande do Sul, do Prof. Dr. Lelis Espartel, Diretor da Escola de Engenharia do Rio Grande e outras autoridades, foi instalado solenemente o 7.º Congres-



Ao alto: O prof. Tharcisio D. de Souza Santos apresenta um trabalho na comissão B-4. Constituindo a mesa, os engenheiros Fernando A. de Toledo Piza, Glacyr Moré e Clovis Bradaschia. Em baixo: Grupo de congressistas presentes a uma das sessões técnicas.

so pelo Presidente Tharcisio D. de Souza Santos, que pronunciou as seguintes palavras:

«Pela sétima vez, reunem-se metalurgistas brasileiros em congresso, para apresentação de contribuições técnicas, para ampla troca de informações sôbre os trabalhos apresentados, para ouvir eminentes nomes da engenharia trazer o testemunho de sua experiência, e para em visitas bem programadas, se por em contacto com as realizações de maior vulto nas indústrias metalúrgicas.

Tivemos nós êste ano a grata oportunidade de realizar êste congresso no Estado do Rio Grande do Sul, nesta bela cidade de Pôrto Alegre,

possibilitada pelos esforços dispendidos por denodado grupo de consócios. Agrandecendo-lhes a excelente colaboração prestada, quero também encarecer a valiosa cooperação que, sob forma múltiplas, recebeu esta Associação das autoridades do poder público estadual. Bem compreendendo o significado de reuniões técnicas como esta, a Assembléia Legislativa do Estado consignou adequada dotação, que muito contribuiu para o êxito dêste certame, pelo que somos agradecidos.

Atingimos como nação o limiar de um ciclo de rápido progresso no caminho da industrialização. Estou informado que, no Estado do



Ao alto: o dr. Heinrich Hellbrugge apresenta seu trabalho perante a Comissão B-3. Presidindo os trabalhos, da esquerda para a direita: prof. José do Patrocínio Motta, prof. Tharcisio D. de Souza Santos, prof. Gil Motta e eng. Carlos D. Brosch. Em baixo: Outro aspecto de uma das sessões técnicas.

Rio Grande do Sul, pela ação da elite de sua iniciativa privada e bem compreendida pela clarividência de seus governos, tal progresso tem atingido índices que constituem motivo de orgulho para todos nós.

Grande é, senhores, a tarefa que, no progresso técnico de uma nação, cabe a Associações profissionais, com a Associação Brasileira de Metais dentre tantas outras em diversos setores da engenharia. Em todos os países que atingiram grande estágio de desenvolvimento técnico e industrial, encontram-se pujantes associações profissionais que, no correr dos anos, por meio de suas publicações, de seus congressos, de suas reuniões



abertas, e pelo contacto que estabelecem assim entre responsáveis pelo planeamento, pelo projeto, pela realização, pela operação e pelo comércio dos produtos — contribuem, de assinalada forma, ao progresso industrial, encontram-se pujantes associações profissionais que, no correr dos anos, esta Associação conta já com quasi novecentos sócios. Não fôra o progresso havido nos últimos anos e o generalizado interêsse que têm os técnicos e a indústria nacional, em participar de seus trabalhos, poder-se-ia acaso antecipar, há sete anos atrás, tão encorajador surto de desenvolvimento?

Em épocas como a que atravessa o mundo atualmente, não é desnecessário frisar a proeminência da técnica no desenvolvimento de uma nação e na conquista de melhores padrões de vida. No que toca ao nosso país começamos agora a presenciar acelerada evolução, industrial, muito embora, e em muitos setores, marcadas sejam ainda as deficiências. A criação de uma indústria à altura das necessidades da nossa civilização, eis a tarefa que se nos impõe e aos que nos sucederem.



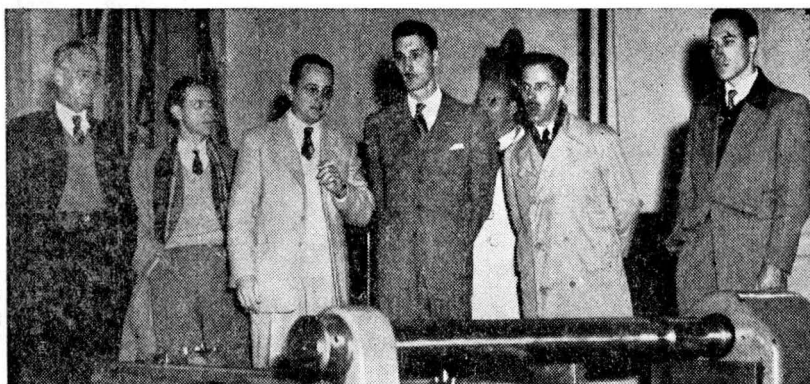
Aspecto da mesa que presidiu a Reunião Especial sôbre «Recursos Minerais de Cobre e Estanho do Estado do Rio Grande do Sul».

No campo da indústria mineral de materiais metálicos, apresenta o Brasil alguns aspectos muito especiais. De um lado, amplos recursos de minérios de ferro que já fornecem apreciável contingente para as necessidades do país, e amplos recursos de minérios de metais especiais, que, por não serem ainda aqui consumidos em escala apreciável, destinam-se sobretudo à satisfação de mercados externos; de outro, escassos recursos de minérios de metais não ferrosos, exceto de alumínio. Pouco sabemos sôbre os recursos dos minérios dêste grupo, mas tudo o que conhecemos a pouco monta. Com o crescimento do mercado interno e com já ponderável indústria de transformação, já atingimos níveis de consumo para diversos metais que já autorizam cuidar da exploração, bem como da

intensificação da pesquisa dos nossos recursos minerais, para a garantia e estabilidade das nossas necessidades.

Não somos daqueles que colocam com razão primeira da industrialização, considerada sob seus mais amplos aspectos, a auto-suficiência. Os erros a que no passado conduziram essa atitude e as soluções artificiais que gera, entretanto, agora que tão grande restrições cerceiam o acesso a êsses bens de consumo essenciais que são os metais, dever-se-ia deixar de considerar as soluções que possam ser econômicas de utilização de nossos recursos, mórmente para aqueles que já são consumidos em apreciável escala.

Muito progrediu no país a siderurgia: em curto espaço de tempo passamos de 100.000 às vizinhanças do primeiro milhão de toneladas de aço por ano; ao mesmo tempo, progrediram grandemente as fundições de ferro e de aço e já temos implantada a indústria de aços especiais. Pena é que ainda o mesmo não se possa dizer da indústria primária de metais não-ferrosos, que sòmente agora parece despertada. Mas, a vitalidade da iniciativa privada nacional, bem amparada pela compreensão que do problema tem demonstrado o poder público, constitue garantia



Em visita ao Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, o prof. Tharcisio D. de Souza Santos, presidente da A.B.M., e eng. João Gustavo Haenel, diretor-secretário, apreciam o laboratório de Ensaios Mecânicos. Da esquerda para a direita: prof. João Baptista Perlott, diretor do ITERS, eng. Raul Cohen, prof. Werner Grundig, eng. J. G. Haenel, prof. T. D. S. Santos e eng. Albino Ebling.

suficiente para que possamos depositar nossas melhores esperanças para um futuro próximo.

Seja-me permitido referir agora, e de maneira especial, ao papel que cabe, no quadro da evolução das indústrias do Estado, e assim, à sua importante contribuição para a nação, ao vosso Instituto Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul. Ao trabalho de pesquisa tecnológica e de desenvolvimento, de transplantação e de adaptação de técnicas alheias às condições particulares do meio — e na realidade às condições peculiares de cada região, tão diversificada são elas no país — cabe preponde-

rante papel na evolução industrial e no fortalecimento econômico. Essa asserção só recentemente vem sendo devidamente compreendida, não somente aqui no Brasil com também em outras partes do mundo. Nem outra é a tendência, fora e aqui, que a de prestigiando, amparando e estimulando centros de formação técnica, como as nossas escolas de engenharia e nossos institutos de pesquisas, contribuir diretamente para aprimorar métodos e processos e para colocar ao serviço da coletividade os recursos que a Providência nos deu.

Manifestando o pensamento dos metalurgistas brasileiros, bem representados neste Congresso, desejo servir-me da oportunidade para enunciar a necessidade de continuado apoio ao ensino da engenharia e às pesquisas tecnológicas por parte do poder público, da iniciativa privada e das entidades de classe.

\* \* \*

Como de vèzes anteriores, a Associação Brasileira de Metais rea-



O eng. Glacyr Moré presta esclarecimentos a um grupo de congressistas na visita à Metalúrgica Abramo Eberle S. A., em Caxias do Sul.

liza, na solenidade da instalação de seu Congresso Anual uma conferência, para trazer aos seus participantes a experiência de uma personalidade de relêvo na engenharia e na economia nacional.

Dá-nos êste ano a honra de proferir a Sétima Conferência Anual uma das personalidades que mais profícua ação tem desenvolvido, sob formas múltiplas, não somente no âmbito estadual como no da nação; o Prof. Eng.º José Baptista Pereira.

Conhecemo-lo todos como técnico com larga folha de serviços prestados à coletividade, ao seu Estado e à Nação: Professor Catedrático de Tecnologia Inorgânica na Escola de Engenharia da Universidade do Rio Grande do Sul, fundador do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem, orientador de importantes trabalhos de desenvolvimento da

indústria de carvão em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, ex-Secretário da Viação e de Obras Públicas, organizador do Departamento Autônomo do Carvão, ex-Presidente do Conselho Rodoviário Nacional, Membro do Conselho Nacional de Pesquisas.

Grande é, reconhecidamente, sua autoridade em muitos setores da engenharia e não menor na indústria mineral do carvão, assunto que bem escolheu para a conferência Anual que teremos agora o prazer de ouvir.

Tem a palavra o Prof. Baptista Pereira».

Foi em seguida pronunciada a brilhante Sétima Conferência Anual pelo Prof. José Baptista Pereira, professor da Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul e Membro do Conselho Nacional de Pesquisas, tendo por título «O carvão nacional e sua aplicação na metalurgia». O conferencista situou o problema das nossas pequenas reservas de carvão, no



Outro aspecto das instalações da Metalúrgica Abramo Eberle S. A.

conjunto de produção mundial e em relação às possibilidades de aproveitamento no nossa economia, ressaltando que para certa aplicação a utilização do carvão é função exclusiva do preço de calorías. Assim, na Alemanha, possuidora de antracitos de primeira qualidade é grande o emprêgo de linhito, desde que sua fácil extração torne o preço da caloría gerada pelo combustível inferior, comparativo com o da caloría gerada pelo antracito.

#### SÉTIMA CONFERÊNCIA CIENTÍFICA

No dia 4 de julho às 21 h, no salão nobre da Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul, ante numerosa assistência, foi pronunciada pelo Prof. Werner Grundig, da Universidade do Rio Grande do Sul e

Chefe da Secção de Metais do Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, a Sétima Conferência Científica «Considerações de ordem metalúrgica com base no equilíbrio químico».

Em brilhante exposição, o conferencista passou em revista os últimos desenvolvimentos alcançados na Siderurgia, tendo sempre em vista sua aplicação às nossas condições. Como que completando a exposição do Prof. Baptista Pereira, o Prof. Grundig focalizou entre outros, o problema da redução de minérios de ferro em fornos baixos, a oxigênio, permitindo pois a utilização de combustíveis de baixa qualidade como o são os carvão brasileiros.

Desta maneira, as duas Conferências formaram um conjunto concatenado e harmonioso visando resolver de maneira técnica e objetiva o problema do nosso desenvolvimento industrial, apoiando-o sôbre uma siderurgia independente de matérias primas estrangeiras.

A Sétima Conferência Científica, saiu publicada, na íntegra, no n.º 24 do Boletim da Associação Brasileira de Metais.



Grupo de congressistas em frente à nova fundição da Metalúrgica Wallig S. A.

### SESSÕES TÉCNICAS

Foram realizadas 8 sessões técnicas em salas da Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul, nos dias 2, 4 e 6 de julho.

A ordem de apresentação dos trabalhos foi a seguinte:

Dia 2 de julho — Segunda-feira

#### *Comissão A-1*

Trabalhos:

8,30 h — «Estudo comparativo dos tratamentos térmicos dos aços e suas definições», do Prof. Werner Grundig.

- 9,10 h — «Estudo de cementação do aço SAE 3312 em sais fundidos», dos Engos. Vicente Chiaverini e Alberto A. Arantes.  
 9,50 h — «Ligas inoxidáveis empregadas na cirurgia traumatológica e ortopédica», do Sr. Lybio A. Maciel.

*Comissão B-1*

Trabalhos:

- 8,30 h — «A inspeção de compacidade das peças fundidas», do Eng. Paulo G. de Paula Leite.  
 9,50 h — «Estudo sôbre a calagem por pressão (Shrinkage-fit)», do Eng. Ferruccio Fabriani.  
 10,30 h — «A limpeza — Problema da indústria metalúrgica», do Químico Alberto Paulo Ribbe.

*Comissão A-2*

Trabalhos:

- 15,00 h — «Construção de um alto-forno para fins experimentais», do Prof. Amaro Lanari Jr.



Aspecto tirado na nova fundição de Metalúrgica Wallig S. A.

- 15,40 h — «Comparação de diversos processos de produção de ferro gusa e suas possibilidades para o Brasil», do Dr. Eng. Heinrich Hellbrugge.  
 16,20 h — «A fabricação de ferro esponja em potes metálicos», do Eng. Fernando A. de Toledo Piza.  
 17,00 h — «Redutibilidade de minério de ferro com alto teor de óxido de titânio», do Eng. George Soares de Moraes.

*Comissão B-2*

Trabalhos:

- 15,00 h — «Areias-base para as fundições do Rio Grande do Sul», do Eng. Raul Cohen.

- 15,40 h — «Interpretação dos ensaios de permeabilidade das areias de fundição», do Eng. Carlos D. Brosch.
- 16,20 h — «Interpretação dos ensaios de resistência das areias de fundição». do Eng. Carlos D. Brosch.
- 17,00 h — «Sôbre a petrografia do carvão de Santa Catarina» (camada «Barro Branco»), do Quím. Galeno Pianta.

Dia 4 de julho — Quinta-feira

*Comissão A-3*

Trabalhos:

- 8,30 h — «Estudo da sinterização de misturas de pós de cobre e estanho», do Eng. Vicente Chiaverini.
- 9,15 h — «Estudo de propriedades de aços sinterizados», dos Engos. Vicente Chiaverini e Carlos R. Barros.
- 10,00 h — «Considerações sôbre o ferro fundido acicular», do Eng. Lino A. de Lacerda Santos.



O Sr. João Wallig, presidente da Metalúrgica Wallig, mostrando a maquete das novas instalações, já construídas em parte, e em execução outra parte, aos congressistas da A.B.M.

*Comissão B-3*

Trabalhos:

- 8,30 h — «O uso de oxigênio nos conversores», do Dr. Eng. Heinrich Hellbrugge.
- 9,10 h — «Apanhado sôbre conversores de sôpro lateral, tendo em vista sua utilização no refino de gusas brasileiras», do Eng. Tomio Kitice.
- 9,50 h — «Construção da sola e consumo de magnesita nacional em um forno elétrico a arco», do Eng. Antonio Augusto da Silva.

- 10,30 h — «Bases de cálculo e escolha da carga nos fornos Siemens-Martin básicos, para produção de aço comum. II», do Eng. Piotr Krynicki.

Dia 6 de julho — Sexta-feira

*Comissão A-4*

Trabalhos:

- 8,30 h — «Aplicação dos estudos dos tempos nas usinas siderúrgicas», do Eng. Stanislaw Wislocki.  
 9,10 h — «Considerações sobre a qualidade e os métodos de enxadas», dos Engos. João G. Haenel e Rubens Lima Pereira.



O eng. Athos, acompanha o presidente da A.B.M., prof. Tharcisio D. de Souza Santos e o prof. Henrique Anawate, numa das galerias da mina.

- 9,50 h — «Princípios usados na produção de peças forjadas», do Eng. Stefan J. B. Podgorski.  
 10,30 h — «Fundição sob pressão», do Eng. Renato Refinetti.

*Comissão B-4*

Trabalhos:

- 8,30 h — «Os princípios utilizados nos processos de refino de chumbo», do Prof. Tharcisio D. de Souza Santos.  
 9,10 h — «Fundição de ligas de cobre de alta condutividade elétrica», do Eng. Clovis Bradaschia.



9,50 h — «O problema de gases no alumínio e suas «ligas», do Eng. Clovis Bradaschia.

10,30 h — «As terras raras — Suas aplicações», do Prof. Othon H. Leonardos.

Em tôdas as sessões técnicas foram travados, após apresentação dos trabalhos, interessantes debates, visando a complementação e a elucidação dos pontos julgados de maior interêsse, e todos êsses debates, que foram taquigrafados e gravados em fio magnético, são publicados neste Boletim da Associação Brasileira de Metais.

### REUNIÃO ESPECIAL SÔBRE «APROVEITAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS DE COBRE E ESTANHO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Na sexta-feira, dia 6 de julho, às 15 horas, no salão nobre da Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul teve lugar a Reunião Especial sôbre «Aproveitamento dos recursos minerais de cobre e estanho do Estado do Rio Grande do Sul».



Aspecto do churrasco oferecido aos congressistas da A.B.M., pelo CADEM, em Butiá.

Sob a presidência do Prof. Tharcisio D. de Souza Santos foram apresentados os seguintes trabalhos:

«Aproveitamento dos recursos minerais de cobre, estanho, tungstênio e ouro do Rio Grande do Sul», do Prof. Fritz Zürn.

«Evolução dos processos de metalurgia do cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil», do Prof. Tharcisio D. de Souza Santos.

«Alguns novos processos de metalurgia de estanho tendo em vista sua possibilidade no Brasil», do Prof. Tharcisio D. de Souza Santos.

Êsses trabalhos deram origem à parte mais importante da Reunião, qual, seja, um debate ordenado e concatenado sôbre os assuntos progra-

mados para a reunião, visando um maior conhecimento de nossas possibilidades no setor da Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos, que é neste Boletim publicado.

### EXCURSÃO A CAXIAS DO SUL

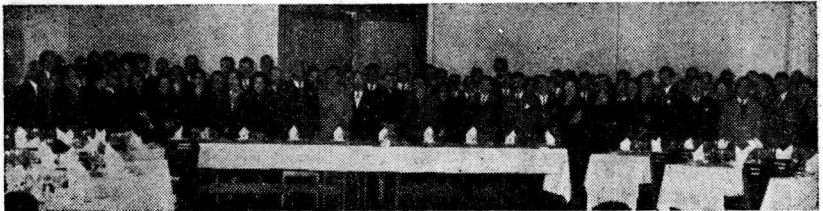
No dia 3 de julho, três confortáveis ônibus conduziram mais de uma centena de congressistas e suas famílias, a Caxias do Sul.

O programa constou das seguintes visitas:

*Metalúrgica Abramo Eberle S/A* — Foi visitada com grande interesse a Metalúrgica Abramo Eberle S/A, uma das mais diversificadas indústrias do país. Fabricando desde medalhas, artigos religiosos e talheres, até prensas, motores elétricos e peças de automóveis, num total de 15.000 produtos diferentes, emprega a firma 1.300 pessoas.

Os congressistas foram recebidos pela Diretoria e corpo técnico da firma, chefiados pelo Dr. José Eberle, Diretor-Presidente, Eng. Glacyr Moré e Dr. Humberto Bassanesi.

Foram detidamente examinadas pelos congressistas as múltiplas secções de fabricação e acabamento, a grande central elétrica, os laboratórios, a secção de engenharia, a forjaria e a fundição, acompanhados de engenheiros da firma, que lhes forneceram tôdas as explicações desejadas.



Grupo tirado antes do jantar de confraternização

Às 13 horas foi oferecido pela Metalúrgica Abramo Eberle um almoço aos congressistas, tendo saudado os participantes do certame o Dr. Humberto Bassanesi.

Agradeceu, em nome da A.B.M. o seu vice-presidente, Prof. Luciano J. de Moraes, que externou sua admiração pela grandiosa organização industrial que acaba de conhecer.

Foi oferecida aos presentes, pela Metalúrgica Abramo Eberle, um livro, «O Milagre da Montanha» e medalha, comemorativa do cinquentenário da firma.

À tarde os congressistas foram divididos em dois grupos: um se dirigiu à «Moselle» e outro às «Indústrias Michielon» onde recebidos pelas suas diretorias tiveram oportunidade de se inteirarem dos processos de fabricação de vinhos e de champanhas bem como de provar os excelentes produtos ali fabricados.

O Dr. Luiz Michielon fez ainda visitar aos congressistas a indústria de fabricação mecanizada de garrafas, com a qual conseguiu integrar a sua indústria.

## EXCURSÃO AS MINAS DO CONSÓRCIO ADMINISTRADOR DAS EMPRESAS DE MINERAÇÃO

No dia 5 de julho, novamente deixaram Pôrto Alegre os congressistas da A.B.M. para, em 3 ônibus, se dirigirem a Butiá e S. Jerônimo.

Acompanhados do Prof. Bernardo Geisel, consultor do CADEM, fizeram os congressistas esplendida viagem, atravessando o Guaíba de balsa, e percorrendo as planícies gauchas, para visitarem em S. Jerônimo o exelente serviço de assistência social do CADEM. Recebidos pelos engenheiros da firma, chefiado pelo Eng. Fernando Lacourt, visitaram rapidamente as escolas profissionais, hospitais e centros de diversões que o CADEM construiu para seus operários.

Prosseguindo viagem para Butiá, aí tiveram oportunidade de fazer uma descida às minas, percorrer as galerias e verificar os métodos de extração mecanizada de carvão, o que para a maioria constituiu uma novidade muito apreciada.

Foram também visitadas as modernas instalações de tratamento do carvão.

Em seguida foi oferecida aos presentes pelo CADEM um magnífico e típico churrasco riograndense, ao ar livre, acompanhado por música regional, que deu à excursão uma nota pitoresca e alegre.

## VISITA À METALÚRGICA WALLIG S/A

No dia 4, às 14 horas foi feita a visita programada à Metalúrgica Wallig S/A.

Nessa progressista indústria, que fabrica principalmente fogões, de todos os tipos, mas também possui uma linha de fabricação de pregos e camas hospitalares, tiveram os congressistas oportunidade de verificar os resultados de uma judiciosa política de expansão industrial.

A visita à magnífica nova fundição, mecanizada, permite prevêr o que será a nova indústria Wallig, cuja maquete foi apreciada pelos congressistas e que deverá estar concluída em menos de 18 meses.

A visita às instalações mais antigas onde são fabricados os fogões mostrou a eficiência da produção organizada, da racional divisão dos serviços e da disciplina de trabalho sobre o rendimento do operário.

Após demorada visita por tôdas as secções foi oferecido aos congressistas magnífico coquetel, durante o qual saudou a A.B.M. em nome da Metalúrgica Wallig o Eng. Manoel Luiz Leão, agradecendo a homenagem, em nome da Associação, o seu presidente Tharcisio D. de Souza Santos.

## JANTAR DE CONFRATERNIZAÇÃO E ENCERRAMENTO DO CONGRESSO

No dia 6 de julho, às 21 h teve lugar no Clube Comercial de Pôrto Alegre o jantar-dançante de confraternização.

A êle se fizeram representar as autoridades estaduais e compareceram cêrca de uma centena de pessoas.

O Presidente Tharcisio D. de Souza Santos pronunciou breve alocução, em que passou em revista os trabalhos do Congresso, salientando o brilhantismo de que se revestiu, em boa parte devido à colaboração prestada pela Comissão Organizadora e por entidades privadas e govêrno do Estado do Rio Grande do Sul.

A animada reunião social prolongou-se até altas horas da noite.

No dia 7, às 10,30 horas, na Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul, reuniu-se, em 2.<sup>a</sup> convocação, a 7.<sup>a</sup> Assembléia Geral Ordinária, cuja ata foi publicada no «A.B.M. Noticiário», n.º 30 incluído na «Mineração e Metalurgia» n.º 93.

## E R R A T A

### ESTUDO SÔBRE A CALAGEM POR PRESSÃO

**Eng. Ferruccio Fabriani**

(ABM-Boletim n.º 24, vol. 7, Julho de 1951)

pg. 322, linha 28 leia-se: ..... na razão  $(1-k) : 1$  envés de  $(1-k) :$   
ou

pg. 323, última linha, leia-se:  $\epsilon_x'' = \frac{\sigma_y}{E}$

pg. 325, inverta-se a ordem das linhas 1 e 2.

pg. 331, as fórmulas (31a), (31b), (32a) e (32b) dão os valores de  $u$  e não  $\mu$ ; linha 11, leia-se .... de  $u$  pelas duas equações em vés de.... de  $\mu$  ....

pg. 332, linha 10, leia-se: fazendo  $\frac{\mu}{E} - \frac{\mu'}{E'} = 0$

$$\text{linha 11, leia-se: } \frac{p}{E} \frac{n^2+1}{n^2-1} + \frac{p}{E} \frac{n'^2+1}{n'^2-1} = \frac{\delta}{b} = \epsilon \quad (34)$$

pg. 335, linha 10, leia-se:  $E = 22 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

linha 11, leia-se: Seja  $p = 750 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} \text{linha 27, na equação (37) leia-se: } \tau_{\max} &= p \cdot \frac{n^2}{n^2-1} = \\ &= 750 \times \frac{1,8^2}{1,8^2-1} \end{aligned}$$

pg. 336, linha 14, leia-se:  $d_i' = \frac{d + d_i}{2} = 1,4''$

pg. 337, linha 7, na equação (43), leia-se:

$$\frac{1}{1000} = p \left( \frac{1,9}{10^6} + \frac{1}{22 \times 10^5} \right)$$

última linha, na equação (46) leia-se:

$$\epsilon_{adm} \geq \frac{p_i}{E} (\xi + u)$$

- pg. 338, linha 19, leia-se:  $\therefore \epsilon_{adm} \quad 0,00095$
- pg. 340, linha 8, leia-se: 3 — Se o cilindro .... em vez de 2 — Se o cilindro
- pg. 341, linha 29, leia-se:  $P \simeq 3210 \text{ lb}$   
linha 30, leia-se: 2 — Chamando de Md .... em vez de 18 — Chamando de Md .....
- pg. 343, linha 29, leia-se:  $t_1$  a temperatura final .....
- pg. 344, linha 5, acrescentar (70a)  
linha 7, acrescentar (70b)  
linha 11, leia-se: .... interferência de 0,25 mm em vez de ..  
interferência de 0,5 mm.
- linha 18, leia-se: ..... mm/mm/100°C
- linha 24, leia-se: ..... num cilindro de parede c — a em vez de ..... num cilindro de parede e — a.

## ÍNDICE ALFABÉTICO

### VOLUME 7 — 1951

- A inspeção de compacidade de peças fundidas, 5  
Discussão, 582
- A limpeza prévia, Problema da indústria metalúrgica, 366  
Discussão, 653
- As terras raras: seus minérios e suas aplicações, 494  
Discussão, 519
- Aço pelo processo do conversor com oxigênio, Transformação de gusa, 396  
Discussão, 662
- Aço SAE 3312, Estudo da cementação em sais fundidos, 447  
Discussão, 469
- Aços, Estudo comparativo dos tratamentos térmicos e suas definições, 283  
Discussão, 632
- Aços comuns, Bases de cálculo e escolha das cargas nos fornos Siemens-Martin básicos para produção de (II), 471
- Aços sinterizados, Estudo de propriedades de, 346  
Discussão, 641
- Alguns novos processos de metalurgia de estanho tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 573  
Discussão, 672
- Alto forno para fins experimentais, Construção de um, 176  
Discussão, 608
- Alumínio, O problema de gases no alumínio e em suas ligas, 20  
Discussão, 585
- Apanhado sobre conversores de sopro lateral tendo em vista sua utilização no refino de gusas brasileiros, 66  
Discussão, 592
- Aplicação dos estudos dos tempos nas usinas siderúrgicas, 37  
Discussão, 588
- Aproveitamento dos recursos minerais de cobre e estanho do Estado do Rio Grande do Sul, Reunião especial sobre, 672
- Arautes, Alberto A., 447**
- Areias-base para as fundições do Rio Grande do Sul, 378  
Discussão, 658
- Areias de fundição, Interpretação dos ensaios de permeabilidade das, 98  
Discussão, 596
- Areias de fundição, Interpretação dos ensaios de resistência das, 193  
Discussão, 615
- Barros, Carlos R., 346**  
Bases de cálculo e escolha das cargas dos fornos Siemens-Martins básicos para produção de aço comum (II), 471

- Bradaschia, Clovis**, 20, 87
- Brosch, Carlos D.**, 98, 193
- Calagem por pressão (Shrinkage fit), Estudo sobre a, 321  
Discussão, 635
- Cálculo e escolha das cargas nos fornos Siemens-Martin básicos para produção de aço comum (II), Bases de, 471
- Cargas nos fornos Siemens-Martin básicos para produção de aço comum (II), Bases de cálculo das, 471
- Cementação do aço SAE 3312 em sais fundidos, Estudo da, 447  
Discussão, 469
- Chiaverini, Vicente**, 133, 346, 447
- Chumbo, Os princípios utilizados nos processos pirometalúrgicos de refino de, 527  
Discussão, 559
- Cirurgia traumatológica e ortopédica, Ligas empregadas na, 520  
Discussão, 523
- Cobre, Evolução dos processos de metalurgia de cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 560  
Discussão, 672
- Cobre e estanho, Estudo da sinterização de pós de, 133  
Discussão, 601
- Cobre e estanho do Est. do Rio Grande do Sul, Reunião especial sobre aproveitamento dos recursos minerais de, 672  
Discussão, 672
- Cobre de alta de condutividade elétrica, Fundição de ligas de, 87  
Discussão, 594
- Cohen, Raul**, 378
- Compacidade de peças fundidas, A inspeção de, 5  
Discussão, 582
- Comparação de diversos processos de produção de gusa e suas possibilidades para o Brasil, 119  
Discussão, 598
- Condutividade elétrica, Fundição de ligas de cobre de alta, 87  
Discussão, 594
- Considerações de ordem metalúrgica com base no equilíbrio químico, 221
- Considerações sobre o ferro fundido acicular, 49  
Discussão, 589
- Considerações sobre a qualidade e os métodos de ensaios de enxadas, 247  
Discussão, 644
- Construção da sola e consumo de magnesita nacional num forno elétrico a arco, 207  
Discussão, 618
- Construção de um alto forno para fins experimentais, 176  
Discussão, 608
- Consumo de magnesita nacional num forno elétrico a arco, Construção da sola e, 207  
Discussão, 618
- Conversor com oxigênio, Transformação de gusa em aço pelo processo do, 396



## Discussão, 662

Conversores de sôpro lateral, Apanhado sôbre conversores de sôpro lateral tendo em vista sua utilização no refino de gusas brasileiros, 66

## Discussão, 592

## Diagramas de equilíbrio

chumbo-alumínio	Pb-Al	fig. 22 prancha 3
chumbo-prata	Pb-Ag	fig. 6 prancha 1
chumbo-arsênico	Pb-As	fig. 7 prancha 1
chumbo-ouro	Pb-Au	fig. 12 prancha 2
chumbo-bário	Pb-Ba	fig. 13 prancha 2
chumbo-bismuto	Pb-Bi	fig. 8 prancha 1
chumbo-cálcio	Pb-Ca	fig. 26 prancha 3
chumbo-cadmio	Pb-Cd	fig. 2 prancha 1
chumbo-cobre	Pb-Cu	fig. 10 prancha 1
chumbo-ferro	Pb-Fe	fig. 1 prancha 1
chumbo-germânio	Pb-Ge	fig. 20 prancha 2
chumbo-mercúrio	Pb-Hg	fig. 3 prancha 1
chumbo-índio	Pb-In	fig. 9 prancha 1
chumbo-potássio	Pb-K	fig. 19 prancha 2
chumbo-lantânio	Pb-La	fig. 27 prancha 3
chumbo-lítio	Pb-Li	fig. 14 prancha 2
chumbo-magnésio	Pb-Mg	fig. 15 prancha 2
chumbo-manganês	Pb-Mn	fig. 23 prancha 3
chumbo-sódio	Pb-Na	fig. 16 prancha 2
chumbo-níquel	Pb-Ni	fig. 24 prancha 3
chumbo-paládio	Pb-Pd	fig. 17 prancha 2
chumbo-platina	Pb-Pt	fig. 18 prancha 2
chumbo-enxofre	Pb-S	fig. 30 prancha 3
chumbo-antimônio	Pb-Sb	fig. 4 prancha 1
chumbo-selênio	Pb-Se	fig. 31 prancha 1
chumbo-estanho	Pb-Sn	fig. 5 prancha 1
chumbo-estrôncio	Pb-Sr	fig. 28 prancha 3
chumbo-telúrio	Pb-Te	fig. 29 prancha 3
chumbo-tálio	Pb-Tl	fig. 21 prancha 3
chumbo-tungsteno	Pb-W	fig. 25 prancha 3
chumbo-zinco	Pb-Zn	fig. 11 prancha 2

## Discussão:

A inspeção de compacidade das peças fundidas, 582

A limpeza — Problema da indústria metalúrgica, 653

As terras raras: seus minérios e suas aplicações, 519

Alguns novos processos de metalurgia de estanho tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 672

Apanhado sôbre conversores de sôpro lateral tendo em vista sua utilização no refino de gusas brasileiros, 592

Aplicação dos estudos dos tempos nas usinas siderúrgicas, 588

Areias-base para as fundições do Rio Grande do Sul, 658

Comparação de diversos processos de produção de ferro gusa e suas possibilidades para o Brasil, 598

Considerações sôbre o ferro fundido acicular, 589

Considerações sôbre a qualidade e os métodos de ensaios de enxadadas, 644

- Construção de um alto forno para fins experimentais, 608
- Construção da sola e consumo de magnesita nacional em um forno elétrico a arco, 618
- Estudo da sinterização de misturas de pós de cobre e estanho, 601
- Estudo da cementação do aço SAE 3312 em sais fundidos, 469
- Estudo comparativo dos tratamentos térmicos dos aços e suas definições, 632
- Estudo de propriedades de aços sinterizados, 641
- Estudo sobre a calagem por pressão (Shrinkage Fit), 635
- Evolução dos processos de metalurgia extrativa de cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 672
- Fundição de ligas de cobre de alta condutividade elétrica, 594
- Interpretação dos ensaios de permeabilidade das areias de fundição, 596
- Interpretação dos ensaios de resistência das areias de fundição, 615
- Ligas inoxidáveis empregadas na cirurgia traumatológica e ortopédica, 523
- O problema de gases no alumínio e em suas ligas, 585
- Os princípios utilizados nos processos piro-metalúrgicos de refino de chumbo, 559
- Princípios utilizados na produção de peças forjadas e sua aplicação às condições brasileiras, 668
- Produção de ferro esponja em recipientes metálicos, 629
- Redutibilidade de minérios de ferro com alto teor de óxido de titânio, 604
- Reunião especial sobre "Aproveitamento dos recursos minerais de cobre e estanho do Estado do Rio Grande do Sul", 672
- Transformação de gusa em aço pelo processo do conversor com oxigênio, 662
- Ensaio de enxadas, Considerações sobre a qualidade e os métodos de, 247
- Discussão, 644
- Ensaio de permeabilidade das areias de fundição, Interpretação dos, 98
- Discussão, 596
- Ensaio de resistência das areias de fundição, Interpretação dos, 193
- Discussão, 615
- Equilíbrio químico, Considerações de ordem metalúrgica com base no, 221
- Esponja em recipientes metálicos, Produção de ferro, 240
- Discussão, 629
- Estanho, Estudo da sinterização de pós de cobre e, 133
- Discussão, 601
- Estanho, Alguns novos processos de metalurgia de estanho tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 573
- Discussão, 672
- Estanho do Estado do Rio Grande do Sul, Reunião especial sobre aproveitamento de recursos minerais de cobre e, 672
- Discussão, 672
- Estudo comparativo dos tratamentos térmicos dos aços e suas definições, 283
- Discussão, 632
- Estudo da sinterização de misturas de pós de cobre e estanho, 133
- Discussão, 601
- Estudo de propriedade dos aços sinterizados, 346

- Discussão, 641
- Estudo da cementação do aço SAE 3312 em sais fundidos, 447  
Discussão, 469
- Estudo dos tempos nas usinas siderúrgicas, Aplicação do, 37  
Discussão, 588
- Estudo sobre a calagem por pressão (shrinkage fit), 321  
Discussão, 635
- Evolução dos processos de metalurgia extrativa de cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, 560  
Discussão, 672
- Fabriani, Ferruccio**, 321
- Ferro esponja em recipientes metálicos, Produção de, 240  
Discussão, 629
- Ferro fundido acicular, Considerações sobre o, 49  
Discussão, 589
- Ferro gusa, Comparação dos diversos processos de produção de ferro gusa e suas possibilidades para o Brasil, 119  
Discussão, 598
- Forno elétrico a arco, Construção da sola e consumo de magnesita nacional em um, 207  
Discussão, 618
- Fornos Siemens-Martin básicos para produção de aço comum (II), Bases de cálculo e escolha das cargas nos, 471
- Fundição de ligas de cobre de alta condutividade elétrica, 87  
Discussão, 594
- Fundição sob pressão, 409
- Fundições do Rio Grande do Sul, Areias base para as, 378  
Discussão, 658
- Gases no alumínio e em suas ligas, O problema de, 20  
Discussão, 585
- Grundig Werner**, 221, 283
- Gusas brasileiros, Apanhado sobre conversores de sópro lateral tendo em vista sua utilização no refino de, 66  
Discussão, 592
- Haenel, João Gustavo**, 147
- Hellbrugge, Heinrich**, 119, 396
- Indústria metalúrgica, A limpeza — Problemas da, 366  
Discussão, 653
- Inspeção de compatidade de peças fundidas, A, 5  
Discussão, 582
- Interpretação dos ensaios de permeabilidade das areias de fundição, 98  
Discussão, 596
- Interpretação dos ensaios de resistência das areias de fundição, 193  
Discussão, 615
- Kitice, Tomio**, 66
- Krynicky, Piotr**, 471
- Lanari Jr. Amaro**, 176
- Leite, Paulo G. de Paula**, 5
- Leonardos, Othon H.**, 494
- Ligas de cobre de alta condutividade elétrica, Fundição de, 87  
Discussão, 594
- Ligas inoxidáveis empregadas na cirurgia traumatológica e ortopédica, 520

- Discussão, 523
- Maciel, Lybio Antunes.** 520
- Magnesita nacional em forno elétrico a arco, Construção da sola e consumo de, 207
- Discussão, 618
- Metalurgia extrativa de cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, Evolução dos processos de, 560
- 
- Discussão, 672
- Metalurgia do estanho tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, Alguns novos processos de, 573
- Discussão, 672
- Métodos de ensaios de enxadas, Considerações sobre a qualidade e, 247
- Discussão, 644
- Minerais de cobre e estanho do Est. do Rio Grande do Sul, Reunião Especial sobre aproveitamento dos recursos, 672
- Discussão, 672
- Minérios de ferro com alto teor de óxido de titânio, Redutibilidade de, 161
- Discussão, 604
- Misturas de pós de cobre e estanho, Estudo da sinterização de, 133
- Discussão, 601
- Moraes, George Soares de.** 161
- Noticiário da Associação Brasileira de Metais, 74, 214, 689
- O problema de gases no alumínio e suas ligas, 20
- Discussão, 585
- Os princípios utilizados nos processos pirometalúrgicos de refino de chumbo, 527
- Discussão, 559
- Peças forjadas e suas aplicações às condições brasileiras, Princípios utilizados na produção de, 427
- Discussão, 668
- Peças fundidas, A inspeção de compacidade das, 5
- Discussão, 582
- Pereira, Rubens Lima.** 247
- Permeabilidade das areias de fundição, Interpretação dos ensaios de, 98
- Discussão, 596
- Podgorski, Stefan J. B.**, 427
- Princípios utilizados nos processos pirometalúrgicos de refino de chumbo, Os, 527
- Discussão, 559
- Princípios utilizados na produção de peças forjadas e sua aplicação às condições brasileiras, 427
- Discussão, 668
- Processo do conversor com oxigênio, Transformação de gusa em aço pelo, 396
- Discussão, 662
- Processos de produção de ferro gusa e suas possibilidades para o Brasil, 119
- Discussão, 598
- Processos de metalurgia extrativa de cobre tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, Evolução dos, 560
- Discussão, 672
- Processos de metalurgia do estanho tendo em vista as possibilidades de aplicação no Brasil, Alguns novos, 573

- Discussão, 672
- Processos pirometalúrgicos de refino de chumbo, Os princípios utilizados nos, 527
- Discussão, 559
- Produção de aço comum (II), Bases de cálculo e escolha das cargas dos fornos Siemens-Martin básicos para, 471
- Produção de peças forjadas e sua aplicação às condições brasileiras, Princípios utilizados na, 427
- Discussão, 668
- Produção de ferro gusa e suas possibilidades para o Brasil, Comparação de diversos processos de, 119
- Discussão, 598
- Produção de ferro esponja em recipientes metálicos, 240
- Discussão, 629
- Propriedades de aços sinterizados, Estudo de, 346
- Discussão, 641
- Recursos minerais de cobre e estanho do Est. do Rio Grande do Sul, Reunião especial sobre aproveitamento dos, 672
- Discussão, 672
- Redutibilidade de minérios de ferro com alto teor de óxido de titânio, 161
- Discussão, 604
- Refinetti, Renato**, 409
- Refino de chumbo, Os princípios utilizados nos processos pirometalúrgicos de, 527
- Discussão, 559
- Refino de gusas brasileiros, Apanhado sobre conversores de sopro lateral tendo em vista sua utilização no, 66
- Discussão, 592
- Resistência das areias de fundição, Interpretação dos ensaios de, 193
- Discussão, 615
- Reunião especial sobre aproveitamento dos recursos minerais de cobre e estanho do Estado do Rio Grande do Sul, 672
- Discussão, 672
- Ribbe, Alberto Paulo**, 366
- Sais fundidos, Estudo da cementação do aço SAE, 3312 em, 447
- Discussão, 469
- Santos, Lino Afonso de Lacerda**, 49
- Santos, Tharcisio D. de Souza**, 527, 560, 573
- Silva, Antonio Augusto da**, 207
- Sinterização de misturas de pós de cobre e estanho, Estudo da, 133
- Discussão, 601
- Tempos nas usinas siderúrgicas, Aplicação dos estudos dos, 37
- Discussão, 588
- Terras raras: seus minérios e suas aplicações, As, 494
- Discussão, 519
- Transformação de gusa em aço pelo processo do conversor com oxigênio, 396
- Discussão, 662
- Tratamentos térmicos dos aços e suas definições, Estudo comparativo dos, 283
- Discussão, 632
- Wislock, Stanislaw**, 37

