

# REUNIÃO ABERTA SÔBRE “OPERAÇÃO DOS ALTOS FORNOS” (\*) (\*\*) (\*\*\*)

## IV PARTE

### DEBATES

Sob orientação do Eng. AMARO L. GUATIMOSIM, Presidente, e dos Professores Dr. F. PINTO DE SOUZA e Dr. ALBERTO BARBOSA DA SILVA

**A. L. Guatimosim** <sup>(1)</sup> — Trataremos em primeiro lugar da preração da carga dos Altos Fornos. Para melhor esquematização, será abordada a princípio a preparação da carga metálica e, em seguida, a “não metálica”. Sôbre esta será apresentada contribuição técnica do Eng. Jadir Portes Bartolomeu, sôbre o coque. O segundo tema será o da análise e contrôle da marcha dos Altos Fornos, e numa terceira parte, veremos novas técnicas usadas nos Altos Fornos. Na análise e contrôle dêsses aparelhos, será apresentado um trabalho de um grupo de engenheiros da USIMINAS, versando sôbre a entrada em operação do alto forno n.º 1 da Usina “Intendente Câmara”.

Iniciando os debates, solicito ao engenheiro de altos fornos da USIMINAS que nos forneça os dados de que disponha sôbre o sinter que tem utilizado, dando detalhes de sua composição química, granulométrica e características físicas.

**J. Barros Cota** <sup>(2)</sup> — Nosso alto forno está trabalhando com 50 a 60% de sua capacidade nominal. Iniciámos a operação em 26 de outubro, com minério de Itabira. Logo no segundo mês de operação, chamou-nos a atenção o excesso de poeiras nos gases e a alta porcentagem de Fe nessas poeiras. Estudando o minério, chegamos a conclusão de que êste

---

(\*) Realizada no XVIII Congresso Anual da ABM, Belo Horizonte, julho de 1963.

(\*\*) As I, II e III partes foram publicadas no Boletim de julho, páginas 357, 375 e 397 dêste volume.

(\*\*\*) Nos debates, há referências ao Curso sôbre “Redução de minérios de ferro”, proferido em Belo Horizonte pelo Prof. Michard, sob os auspícios da ABM. Integraram o curso quatro aulas do Eng. A. L. Guatimosim sôbre «Altos fornos a carvão de madeira», que figuram nas respectivas apostilas.

(1) Membro da ABM e Diretor da Usina de Monlevade da Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira, Monlevade, MG.

(2) Membro da ABM e engenheiro da Usina “Intendente Câmara” da USIMINAS, Ipatinga, MG.

se estilhaçava, a uma temperatura em torno de 400°C. Isto foi constatado em laboratório.

Nesta época tínhamos uma média de 80 kg/t gusa. Com o uso de sinter esta poeira caiu para 10 kg/t de gusa. A granulometria do minério de Itabira era a seguinte, em %:

> 50 mm	50-30	30-16	16-10	10 >
0,89	23,52	44,58	21,00	9,99

O consumo do coque, que estava em torno de 750 kg caiu quando do uso de sinter. Em fevereiro, com 60% de sinter, tivemos um consumo de coque de 655 kg. A partir de março, com 100% de sinter obtivemos os seguintes valores: março 657 kg; abril e maio, para gusa de fundição, tivemos 746 kg/t gusa.

**A. L. Guatimosim** — Quantas frações granulométricas de sinter são enfiadas?

**J. Barros Cota** — Enforamos todo o sinter, sem separação granulométrica. Temos um peneiramento a quente e um a frio, ambos com 5 mm.

**A. L. Guatimosim** — Gostaria de saber se a USIMINAS faz ensaios de estabilidade desse sinter e se existem dados do desgaste eventualmente processado?

**J. Barros Cota** — A resistência mecânica do sinter é testada diariamente. O método de teste usado é o de queda: uma amostra de 20 kg, acima de 10 mm, é deixada cair 4 vezes consecutivas de uma altura de 2 metros sobre uma chapa de aço de 3/16". Após as 4 quedas, o material é passado em uma peneira de 10 mm. A porcentagem retida dá o valor do teste. Exige-se um valor acima de 80%.

**A. L. Guatimosim** — Com referência a essas frações acima de 100 mm, de que ordem são os maiores blocos?

**Hitoshi Suematsu** <sup>(3)</sup> — (através de intérprete) O sinter é peneirado em peneira de 5 mm. Está sendo carregado o que está acima de 5 mm. Limite superior não existe, mas os maiores são britados à saída da máquina sinterizadora. Depois da britagem, é peneirado novamente, separando-se as frações inferiores a 5 mm e carregado logo depois no alto forno. Após esta britagem, não existe praticamente nenhuma fração apreciável maior de 100 mm.

**A. L. Guatimosim** — Fomos informados também de que a Usina de Volta Redonda estava trabalhando com sinter sem peneirar. Poderia o Eng. Jadir Portes nos dar algum esclarecimento a respeito?

**J. Portes Bartolomeu** <sup>(4)</sup> — Realmente, nossa sinterização não está dotada de peneiras, nem para sinter quente nem para sinter frio. Há apenas uma grelha fixa na saída; é nosso pensamento instalar peneiras vibratórias.

(3) Membro da ABM, engenheiro da Usina "Intendente Câmara" da USIMINAS, Ipatinga, MG.

(4) Membro da ABM, engenheiro da C.S.N., Volta Redonda, RJ.

Dou a seguir uma análise média mensal da granulometria de nosso sinter: 5,08 — 14%; 3,81 — 9,6%; 2,5 — 12,6%; 0,95 — 28,3%; 0,63 — 16,6%; 0,31 — 106%; finos 8%.

Não fazemos nenhum ensaio de qualidade. Nestes últimos meses, para efeito de comparação, passamos a calcular o grau de oxidação do sinter. Fizemos também ensaios pelo “tumbler test”, cujos dados não tenho a mão.

O cálculo do grau de oxidação é feito pela seguinte fórmula, de origem japonesa:

$$G. O. = \frac{3 \times Fe \text{ total} - 0,778 \times Fe O}{3 \times Fe \text{ total}} \times 100$$

Em junho último, o G O de nosso sinter foi de 94,7%, o que não é considerado bom. Os japoneses, em artigo no “Proceedings” do AIME, consideram que deva ser no mínimo de 95%. Quando fabricamos sinter auto-fundente, em maio de 1963, não tivemos bons resultados nos altos fornos, o que aliás não deve ser exclusivamente atribuído ao sinter.

O sinter em maio chegou a ter a relação CaO para SiO<sub>2</sub> da ordem de 1,24; o grau de oxidação foi superior a 95%. Atualmente aquela relação é de 0,68 e o sinter tem dado bons resultados. Tenho aqui a análise completa dos dois tipos de sinter:

Fe — 57,04%; SiO<sub>2</sub> — 9,35%; Al 2,03 — 3,15%; CaO — 6,31%; MgO — traços; P — 0,151%; S — 0,029%; Mn — 0,31%; FeO — entre 8 e 13%.

Para o sinter “self-fluxing” temos:

Fe — 58,48%; Si O<sub>2</sub> — 5,96%; Al 2,03 — 3,16%; CaO — 7,40%; S — 0,027%.

No meu entender, a nossa operação é prejudicada não pela qualidade do sinter, mas pela falta de peneiramento. Adicione-se a isso o deficiente peneiramento do minério; nominalmente é considerado acima de 3/8” mas chega a ter até 35% de bitola menor.

**A. L. Guatimosim** — Talvez alguém da Mannesmann pudesse nos esclarecer sobre a marcha de seu alto-forno, com 100% de minério e fornecer-nos alguns dados sobre a granulometria e análise química.

**W. Socio Emrich** (5) — Conforme muitos já sabem, estamos trabalhando com o alto forno em marcha reduzida. O forno foi projetado para dar 500 t/dia, e no máximo temos atingido 350 t, porquanto nossa aciaria não pode receber todo o gusa que produzimos.

Os valores aproximados desses primeiros 50 dias de trabalho podem ser traduzidos nos seguintes números: produção atual: — 320 t/dia em marcha reduzida; escória — 380 a 420 kg/t; volume do vento — 35.000 Nm<sup>3</sup>/h; temperatura do vento 500 a 600°C; temperatura do gás — em torno de 250°C. O consumo de coque obtido, que nos primeiros 20 dias de março deu valores até 680 kg/t, atualmente é de 700 a 720 kg/t.

Quanto a granulometria da carga, principalmente da carga metálica, nada posso garantir, porque não temos ainda estação de peneiramento nem de britagem do minério. Estamos trabalhando com hematita e canga. Fi-

(5) Membro da ABM, Engenheiro da C.S.M., Belo Horizonte, MG.

zemos uma seleção aproximada de  $\frac{1}{2}$ " até 2". Mas os valores em geral que recebemos da nossa mineração são de 10 até 60 a 70 mm.

**F. Pinto de Souza** <sup>(6)</sup> — É interessante assinalar o contraste entre o modo de trabalhar e os resultados alcançados entre a Mannesmann e Usiminas. Com respeito à temperatura do ar, enquanto a Mannesmann opera com 550°C a 600°C, a Usiminas eleva a temperatura do ar a 750°C; o minério utilizado em ambas as Usinas apresenta-se com granulometria semelhante, mas a Usiminas emprega já certa percentagem de sinter na proporção que reputa pelo menos no momento a mais conveniente; o gusa produzido tem em ambas as Usinas teores de silício aproximados. Apesar disso, e assinalando-se que as condições de operação da Usiminas são aparentemente mais vantajosas, obtém um consumo de coque de 750 kg, enquanto a Mannesmann um consumo de coque de 700 a 720 kg. Há alguma explicação a dar?

**W. Soeiro Emrich** — Talvez seja a característica do minério, conforme informou nosso colega Barros Cota. Trabalhamos com hematita de Serra do Curral e a canga também. Não temos experiência com minério de Itabira. Quanto a parte de granulometria, como frisei, ainda não temos possibilidade de fazer um trabalho. Conforme esperamos iniciaremos nos próximos 30 dias.

Classificaremos a hematita em dois tipos: fina e britada, sendo valores aproximados de 10 a 30 mm o primeiro tipo e o segundo de 30 a 50 mm.

**W. Pimentel** <sup>(7)</sup> — Parece-me que o engenheiro Barros Cota falou que, para êsse consumo de coque êle tinha um uso de 60% de sinter.

**J. Barros Cota** — Foi só um mês, em fevereiro, que trabalhamos com 60%. Obtivemos um consumo de coque de 665 kg.

**W. Pimentel** — No caso da Mannesmann, parece-me que é exclusivamente com minério. Aí já há uma diferença.

**W. Soeiro Emrich** — Trabalhamos unicamente com minério na carga, sem adição de sinter. Não temos sinter.

**W. Pimentel** — Aí ficam 720 contra 740.

**J. Barros Cota** — Tivemos 740 para gusa de fundição.

**A. L. Guatimosim** — Na Mannesmann e na C.S.N. foram constatados fenômenos de degradação granulométrica a que se referiu o eng. Barros Cota?

**J. Portes Bartolomeu** — Em Volta Redonda, não constatamos isso. A produção de pó tem sido da ordem de 65 kg/t de gusa, e em novembro, que foi um mês muito bom de operação do forno n.º 2, tivemos apenas 44 kg/t de gusa.

**A. L. Guatimosim** — Pergunto ao eng. Soeiro Emrich se na Mannesmann foram notadas as anomalias verificadas com a marcha do alto forno, nas condições a que o eng. Barros Cota se referiu.

(6) Membro da ABM, Professor de Siderurgia da Escola de Engenharia da U.M.G., Belo Horizonte, MG.

(7) Membro representante da Morro do Níquel S.A. na ABM.

**W. Soeiro Emrich** — Podemos dizer que até agora, em oitenta dias, não temos tido qualquer dificuldade de marcha. Desejo completar a informação. Quando se quis fazer uma comparação entre os resultados da Usiminas e os nossos, a Mesa perguntou-nos se poderíamos dizer quais seriam os motivos. Talvez fôsse bom analisar com um pouco mais de cuidado as duas cargas: a que a Usiminas está usando e aquela que estamos usando. Só falamos sobre minérios. Se não me engano, o eng. Barros Cota informou que não estão usando dolomita na carga do alto forno, ao passo que nós usamos. Além disso, carregamos também uma porcentagem muito razoável de escória de baixos-fornos. O forno, em marcha normal, não tem apresentado engaiolamentos. Os poucos que temos notado são causados por paradas forçadas.

Trabalhamos com coque alemão e de Volta Redonda também. O teor médio de cinzas é de 10 a 14%. Trabalhamos com coque alemão, no princípio, e depois com coque de Volta Redonda. Temos trabalhado também com os dois coques misturados e o forno não sentiu nenhuma variação. Nas medições feitas, temos constatado que as poeiras são da ordem de 30 kg/t.

**J. Portes Bartolomeu** — Usam sucata no alto forno? A sua escória tem quantos por cento de Fe? Outra consideração que precisa ser feita é que, se se sopra menos vento, o **coque-rate** é mais baixo.

**W. Soeiro Emrich** — A nossa escória é a seguinte: MnO — 0,71; SiO<sub>2</sub> 31,58; Al 203 — 19,00; CaO — 34,67; MgO — 12,15; S — 1,426; FeO — 0,36. Esta é a análise média do mês de maio. A escória dos baixos-fornos é a seguinte: MnO — 0,66; SiO<sub>2</sub> — 38,17; Al 203 — 10,02; CaO — 42,69; MgO — 7,63; S — 0,412; FeO — 0,34.

**F. Pinto de Souza** — Temos também notícias que algumas empresas européias, que operaram com minério de Itabira, constataram, em casos esporádicos, certo estilhaçamento do minério, mas tal fato não constituiu ocorrência constante. Seria interessante saber do eng. Barros Cota se a anormalidade assinalada pela Usiminas foi constante ou ocorreu também somente em certas ocasiões.

**J. Barros Cota** — Os ensaios não foram regulares. Fizemos esta constatação quando estávamos passando em revista a sinterização. No início da operação, em novembro, ela foi mais regular; tivemos, com minério um consumo de coque de 677 kg. A partir de dezembro é que piorou a situação do alto forno. Em dezembro e janeiro tivemos 730 e 747 kg respectivamente. Tivemos diferentes partidas de minério e também a diferença de consumo de coque foi grande de um mês para outro.

**F. Pinto de Souza** — A questão levantada pela Usiminas, referente a estilhaçamento do minério e a importância que atribui ao fato, é digna de ser observada com todo o interesse. Foi somente a muito pouco tempo que vi levantado este problema no que diz respeito aos minérios brasileiros. Eventualmente esse acidente já ocorria, mas as irregularidades que ocasionava nos altos fornos eram atribuídas a outros fatores. Também aparentemente a ocorrência não é constante e eventualmente somente certa parte do minério apresenta esta característica. Alertados agora os metalurgistas, o fenômeno poderá ser melhor observado. Tal acidente deverá ocorrer também nos altos fornos que operam com carvão vegetal e seria interessante que as Usinas que operam com este combustível dirigissem sua atenção ao mesmo.

Um fato a assinalar é que sob o efeito de aquecimento quase todos os minérios sofrem um certo fraturamento.

A questão é reconhecer o grau em que temperatura este fraturamento ocorre e o inconveniente que vem ocasionar à marcha do forno. Eventualmente e em grau reduzido tal fenômeno poderá até ser favorável à operação.

**Hitoshi Suematsu** — (através de interprete) — No Japão, fomos informados de que o minério de Itabira era estilhaçável. Já viemos preparados para isto. Ao chegar aqui, observando a qualidade do minério, tive a impressão de que a informação que me fôra prestada no Japão não era procedente e que poderíamos perfeitamente operar só com minério de Itabira. Tanto é que não nos apressamos em ter a Usina de sinterização pronta antes do início do alto forno. Logo após iniciada a operação não tínhamos encontrado problema nenhum. Ao entrar no mês de novembro, comecei a observar, com muita frequência, o fenômeno do engaiolamento e, concomitantemente, passei a notar formações excessivas de poeira que chegavam a dificultar a operação tanto do alto forno como do balão de poeira. No fim do ano passado, pudemos contar com um laboratório de análises; procuramos imediatamente conhecer a composição da poeira retida. Ela acusava 65% de Fe e, no poço de precipitação, 45%. Da observação descrita, chegamos à conclusão de que o engaiolamento que vinha ocorrendo frequentemente deveria ser produto da pulverização do minério dentro do forno.

Passamos então a ensaiar o seguinte: Pegamos amostra do minério pronto para ser carregado no alto forno e fizemos um teste no forno elétrico. No forno, ao elevar-se gradualmente a temperatura, o minério na faixa de 400°C, dilacerava-se muito, em bolhas finas, com ruído. O fenômeno da dilaceração poderia ser atribuído à umidade. Experimentei encharcar o minério em água e repeti o teste. O resultado era semelhante, mas acontecia que metade permanecia inalterável e metade se destruía. Por outro lado, ensaiando com minério absolutamente sêco, o resultado foi o mesmo.

Diante disso, chegamos à conclusão de que a umidade não estava interferindo no fenômeno. Ensaíamos com minério de procedência diferente e chegamos a conclusão de que o minério de Itabira, com alto teor de Fe, 68%, apresentava mais nitidamente o fenômeno. Nos minérios que apresentam alto teor de SiO<sub>2</sub>, assim como o minério de canga, não se observava esse comportamento. A hematita compacta apresenta o fenômeno. Não quero afirmar que todo o minério de alto teor, com mais de 68% de Fe, apresente o mesmo fenômeno. Depende, talvez, da procedência.

**R. Frota Azevedo** (8) — Quando foi examinado o projeto da Usina de Volta Redonda, em 1942 e 1943, fizemos estudo de redução de minério compacto nos Estados Unidos.

Foi mais um teste; não foi propriamente um estudo sistemático. Conseguimos obter hematita compacta que deveria ser de minério exportado e provavelmente não era do Vale do Rio Dóce; pedimos ao Prof. Joseph, que tinha bastante conhecimento sobre o assunto, que fizesse um estudo para o nosso minério. Usando o mesmo sistema adotado para os outros minérios, aliás adotando o hidrogênio como gás redutor, em vez de monóxido de carbono, notou o fenômeno do **fendilhamento**. Prefiro esta expressão à «estilhaçamento». Tendo feito um cubo de cerca de 1 cm de aresta, submeteu-o a elevação de temperatura num ambiente redutor e constatou o fendilhamento; que se esboroava em torno de uma tempe-

---

(8) Membro da ABM e antigo Diretor Industrial da C.S.N., Volta Redonda, RJ.

ratura bastante maior daquela a que o eng. Barros Cota se refere; era cêrca de 800 a 900°C. Aliás, nesta ocasião, isto foi considerado como uma vantagem, porque nosso minério compacto apresenta uma superfície para redução muito restrita, pois sua porosidade é pequena.

Pelo fato de se esboroar e oferecer uma superfície muito maior, o Prof. Joseph concluiu daí que não precisavamos britar o minério com um grau tão elevado; concluindo naquela época — já se passaram 20 anos — que nosso minério poderia ser carregado num alto forno com tamanho máximo de 2". Minha intervenção visa apenas retificar a informação do eng. Jadir Portes, o qual, não estando na Companhia naquele tempo, não sabia dêsse particular. Foi um estudo isolado, mas que se realizou nestas circunstâncias a que acabo de me referir. Pode ser que no alto forno uma operação mais rápida possa causar maior volume de poeira, mas, na época, o estudo do Prof. Joseph foi considerado fator positivo.

**F. Pinto de Souza** — O que o colega informa refere-se realmente a «fendilhamento» ou fraturamento, como assinalámos antes. Entretanto, o que me parece estar a Usiminas registrando é a ocorrência de uma pulverização do minério em consequência de seu aquecimento, ou melhor, um estilhaçamento ou fraturamento a um grau muito elevado.

**A. L. Guatimosim** — Encerrando esta primeira parte do debate, queria dizer que também o Departamento de Contrôlo de Qualidade e Pesquisa da Usina de Monlevade, tratando do problema da redutibilidade do minério da Mina do Andrade, ensaiou cubos talhados de 10 a 30 mm de aresta. Observaram que os cubos **crepitam** ao serem aquecidos, tanto mais facilmente quanto maior for sua aresta.\* Acho que o assunto comportaria ainda bastante debates. Vamos contudo passar em seguida à parte referente a «carga não metálica».

Pediria ao eng. Jadir Portes Bartolomeu, chefe do Departamento de Altos Fornos da C.S.N. que nos apresente um resumo de seu trabalho:

**«Influência da variação dos teores de cinza e de enxôfre do coque na produção dos altos fornos». \*\***

**A. L. Guatimosim** — Gostaria de fazer uma pequena observação no que concerne ao trabalho, lembrando ao eng. Jadir Portes a necessidade de se adotar critérios menos rígidos, não muito ortodoxos, sobre comparação de consumo específico de coque. Embora os anglo-saxões utilizem com frequência a fórmula a que o senhor se refere, em outros países são usados esquemas menos firmes de comparação. Assim, os francêses e belgas têm adotado outros termos de comparação.

Evidentemente, o eng. conhece o «**coque normal**» utilizado na comparação de fornos e de uso corrente na Europa, onde se parte de um coque de determinado teor de carbono fixo, de determinado teor de cinzas e se supõe também que este coque é empregado no forno a uma temperatura de vento que se define. Para o caso do **coque normal**, essa temperatura

(\*) Juvillar, Joaquim Burrel; "Influência do tamanho de grão na velocidade de redução da hematita da Mina do Andrade"; ABM-Boletim, volume 18, página 915.

(\*\*) Publicado na I Parte desta Reunião Aberta, Boletim de julho, página 357 dêste volume.

tomada é de 750°C, deixando de lado, na comparação desses consumos de coque, os fatores inerentes à marcha dos fornos, como o autor do trabalho teve oportunidade de alertar na comparação. O aspecto econômico que o autor deixou de considerar propositadamente, talvez fôsse um ponto dos mais curiosos desta discussão e possivelmente benéfico. É nosso dever também alertar as demais autoridades sobre os rumos que, eventualmente, uma política como esta poderia ter na realização dos nossos negócios.

**W. Soeiro Emrich** — Quando afirmei que não notamos diferença no funcionamento do alto forno com coque de Volta Redonda ou com coque importado, quero observar que estamos com o forno em marcha a 50 dias, período relativamente curto para que se possa constatar qualquer coisa. Portanto, não estou contrariando a opinião do eng. Jadir Portes; só reafirmo que ainda não observamos qualquer diferença com a marcha reduzida do alto forno. Em segundo lugar, observamos também que a granulometria do coque tem uma influência decisiva.

**J. Portes Bartolomeu** — (sem correção) — Não falei disso. Disse que «se se mantiverem constantes tôdas demais as condições atuais». Afirmo ainda que as variações da granulometria têm grande importância.

**W. Soeiro Emrich** — O coque que recebemos da importação sai das coquearias alemãs; é transportado pelo RENO; vai para o porto holandês; é colocado no navio e jogado no Rio de Janeiro no chão. Depois é transportado em vagões pela Central do Brasil e novamente descarregado no nosso pátio. O coque de Volta Redonda, com que temos trabalhado, vem diretamente da coqueria para as nossas instalações. São fatores ponderáveis, que poderemos mais tarde observar. Não tivemos ainda oportunidade de analisá-los.

**R. Frota Azevedo** — Devo congratular-me com o eng. Jadir Portes, apesar de sermos de casa. Acho que o trabalho dele é interessante e provoca discussões. O que vemos é exatamente a grande influência que o coque desempenha no alto forno. Este é um fato, aliás, sabido. Mas acho que, nesta altura, já devemos começar a pensar em não chamar mais «coque nacional» o coque de Volta Redonda e outras coisas. É preciso pensar em mudar um pouco esta terminologia. Podemos fazer um coque nacional tão bom como o importado. É questão de trabalharmos o nosso carvão e produzimos um coque de acordo. Vai custar mais caro. «Coque de Volta Redonda»? Isso não tem muita significação porque, como já foi dito, não há um tipo fixo; é apenas uma simplificação de linguagem. O que se faz necessário é esclarecer um pouco o assunto.

O chamado «coque nacional» não é uma constante imutável. É o resultado da mistura de 40% de determinado carvão nacional com 60% de determinado carvão importado. Vamos deixar o carvão importado de lado. Que ele é bom, não há dúvida, ninguém está pensando em modificá-lo. Mas estes 40% de carvão nacional podem ser muito diferentes. Atualmente, tem 18% de cinzas, 1,7% de enxôfre e outras coisas. Mas podemos lavar mais, beneficiar mais esse carvão e obter um produto com teor de cinza e de enxôfre muito mais baixo, necessariamente mais caro. Mas é possível e talvez compense.

Temos o exemplo dos americanos que quando estavam terminando seus minérios de 50% de Fe, passaram a trabalhar as suas taconitas de 30% de Fe. Depois evoluíram e chegaram à conclusão que o beneficiamento dessas taconitas transformavam estas em minério ideal para altos fornos. Quem sabe, se nós nos aplicarmos ao estudo do carvão nacional, ao seu beneficiamento, poderíamos vir a ter no futuro solução mais adequada, onde o carvão nacional não ficasse tanto no banco dos réus?



O problema é técnico e econômico, mas creio que não podemos culpar, criticar ou condenar de início o carvão nacional como imprestável, porque êle é uma riqueza nacional. Sabemos e todos admitimos que, por necessidade da política econômica nacional, é preciso dinamizar essa riqueza que o país tem, criando emprêgos na região onde ela ocorre. Por isso, não se pode pensar unilateralmente. Chegaríamos à conclusão de que amanhã não iríamos mais usar carvão nacional. Não podemos aceitar essa conclusão. Faz-se necessário aprofundar o estudo do carvão que temos. Podemos vir a descobrir, no futuro, no território nacional, carvão de melhor qualidade.

Podemos pesquisar o carvão que temos, para ver se podemos fazer produto de melhores características e que possa redundar num melhor coque, numa melhor operação de alto forno. Atualmente, com a criação do Instituto Brasileiro de Siderurgia, talvez fôsse essa uma das teses mais importantes a serem abordadas. Queria chamar a atenção do plenário para êsse aspecto.

**Dietrich Witt** (9) — Creio que sempre usaremos carvão nacional. É nossa obrigação aproveitar as riquezas do País. O carvão nacional misturado com carvão americano forma um coque próprio para alto-forno. Nas equações, que o engenheiro Jadir Portes Bartolomeu mostrou no quadro negro, falou apenas em carbono. Sabemos que o carbono pode aparecer em várias formas, dependendo das condições na coqueificação. O que influi nas qualidades do coque e do carbono são o tempo e a temperatura de coqueificação. O alto-forno sente, se o coque o alimenta é fresco ou se foi estocado. No caso de uma estocagem do coque de aproximadamente 6 meses, já se verifica um aumento sensível de coke-rate. Observámos que a «estabilidade» do coque estocado é maior do que do coque fresco.

É possível que no transporte do coque para o pátio e depois da estocagem para o alto-forno, as partes menos resistentes do coque se quebrem, os finos são separados, e o coque que vai para o alto-forno tem maior resistência do que o coque que vem diretamente da coqueria. Também é possível que o coque recém-produzido sofra transformações durante a estocagem devido à umidade que entra em reação com a cinza calcinada provocando o endurecimento desta, processo correspondente ao do endurecimento quando em contato com água. Assim é formado um coque de maior estabilidade, que apresenta outras propriedades no alto-forno.

Devido às dificuldades encontradas em experiências em grande escala com altos-fornos, ainda não foi possível comprovar estas suposições. O tempo de coqueificação também parece ter grande influência. Com coque obtido com um tempo de coqueificação curto (aproximadamente 17 horas) e uma velocidade de coqueificação de 1" por hora, o engenheiro Jadir Portes Bartolomeu conseguiu tirar bons resultados. O tempo de coqueificação sendo mais longo, mais ou menos 24 a 25 horas, é produzido um coque mais grafitado. Nêste caso o carbono forma mais fragita dura, bem cristalizada e menos ativa. Com tempo de coqueificação mais curto o carbono precipitado no coque é mais amorfo e mais ativo, o que é desejável. Assim vemos, que não basta alimentar os fornos da coqueria com uma boa mistura de carvão; notamos que também as condições de coqueificação tem importante influência sôbre as qualidades do coque, que também dependem do estado em que é precipitado o carbono. Para esclarecer estas condições ainda é preciso estudar muito. Assim obteremos o melhor coque possível proveniente de misturas com carvão nacional.

---

(9) Membro da ABM e engenheiro da CSN, Volta Redonda, RJ.

**F. Pinto de Souza** — Desejo fazer mais alguns comentários sobre o tema apresentado pelo Eng. Renato Rodrigues Azevedo e referente à possibilidade de melhorar as características do carvão metalúrgico nacional procedente de Santa Catarina. Acho o tema da mais alta importância. Não somos especialistas no problema de lavagem ou beneficiamento de carvão e, em consequência, sem entrar em detalhes, acreditávamos na palavra definitiva apresentada pelas melhores autoridades no assunto. Até pouco tempo era ponto pacífico a dificuldade de beneficiamento do carvão nacional e o conceito que para melhorar as características da fração conhecida sob a denominação de «carvão metalúrgico» só seria possível à custa em quantidade e qualidade da fração conhecida sob a denominação de «carvão vapor grosso». Reputavam estes técnicos que não convinha, sob o ponto de vista econômico, piorar as características deste produto sob pena do mesmo perder o seu reduzido mercado. Entretanto, ao que estamos informados, o carvão vapor grosso está perdendo rapidamente o seu mercado e eleva-se o estoque não vendável deste produto em Santa Catarina.

Assim, parece-me que o problema deve ser reexaminado e o ponto de vista do Eng. Jadir Portes, sobre a possibilidade de melhorar a qualidade do carvão metalúrgico nacional encarando a questão sob o ponto de vista econômico, é da maior atualidade. Reputamos que seria de alta vantagem se a Companhia Siderúrgica Nacional trouxesse a debates na Associação Brasileira de Metais uma descrição detalhada dos processos ora utilizados para beneficiamento do carvão em Tubarão e das possibilidades de modificação dos sistemas utilizados.

Em discussões recentes em Belo Horizonte sobre o carvão nacional, o problema lamentavelmente derivou para um clima emocional. Discutiu-se muito a permanência do emprêgo do carvão nacional atentando-se a questão da segurança nacional e sua importância estratégica. No meu modo de ver, se economicamente só podemos juntar no máximo 40% de carvão nacional para obtermos um coque capaz de operar racionalmente os nossos altos fornos a questão de segurança nacional está superada.

O conceito de segurança nacional dos povos tem evoluído sensivelmente nos últimos tempos e um exemplo do acima exposto é o apresentado pela Alemanha no que diz respeito a minério de ferro. Aquele país está fechando sucessivamente todas as suas minas de minério de ferro e em breve a sua siderurgia praticamente só operará com minério importado de outros países que oferecem vantagens econômicas superiores. Nota-se assim que aquele país, fechando as suas minas de minério, firmou o conceito que não é mais «segurança nacional» trabalhar com minério pouco econômico, somente para tirá-lo de seu próprio território.

**J. Portes Bartolomeu** — O eng. Dietrich Witt disse que não falei também sobre as propriedades físicas do coque. Afirmar que se se mantiverem constantes todas as propriedades e se se diminuir a quantidade de cinza e enxofre no coque, a relação coque-gusa diminui, e a produção aumenta.

Como foi dito, tivemos em fins do ano passado, a parada do forno n.º 1 para reparos gerais; logo após, tivemos o «break-out» do forno n.º 2. Em consequência, a coqueria passou a trabalhar em ritmo lento, estocando o coque produzido; este foi utilizado logo que os fornos voltaram a funcionar. Ocorreu então que a produção de gusa caiu abaixo da média normal anterior; ficou em torno de 2.450 t/dia. Esta situação durou até o fim do mês passado, quando se esgotou o coque de estoque e a coqueria voltou à sua operação normal.

No início deste mês, sem nenhuma mudança, nem mesmo da análise química do coque, a nossa produção já estava acima de 2.600 t/dia, chegando nesta semana a média de 2.689 t/dia. Nos dois períodos, sinter, minério, sôpro, etc. foram os mesmos; apenas antes utilizávamos coque estocado há bastante tempo.

De acôrdo com o plano «D» da CSN, deveremos produzir 3,5 Mt/ano de aço em lingotes, o que prevê a instalação de mais dois altos fornos, que podem ser operados com sôpro de alta temperatura. Com sôpro de 950°C, com matérias primas beneficiadas e de uniforme composição química (possivelmente pelotas nas cargas dos fornos), com injeção de cêrca 60 kg de óleo/t de gusa, — teremos teoricamente naqueles fornos uma relação coque/gusa da ordem de 590. O que provavelmente acontecerá em Volta Redonda, com 4 fornos utilizando o mesmo coque, é que teremos os de números 1 e 2 com relação coque/gusa de 650 a 700, e os de números 3 e 4, com 590.

**L. Corrêa da Silva** <sup>(10)</sup> — O Sr. provou de maneira cabal que o aumento da porcentagem de carvão nacional na mistura para preparação do coque conduz ao aumento do **coke rate**, e demonstrou com veemência êsse efeito do aumento de porcentagem do carvão nacional. Gostaria de fazer uma pergunta, quase uma provocação: o Sr. acha que se deveria baixar a porcentagem do carvão nacional a menos de 40%? Se acha que não deve, quais seriam as razões?

**J. Portes Bartolomeu** — No meu entender pessoal, a porcentagem de carvão nacional deveria ser tal que permitisse a operação normal de nossas minas, mas sem expandi-las com a única finalidade de fornecer uma quota de 40% a tôdas as novas usinas. É claro que se fôr possível, pela lavabilidade, melhorar êsse carvão, não haveria então objeção a essa expansão.

Nas atuais condições, creio que deveríamos ficar com coque de 20% de carvão nacional, a fim de evitar dificuldades na operação de nossos altos fornos. Há algum tempo, calculei as temperaturas do «liquidus» da escória da rampa, quando utilizados na carga coques de diversas porcentagens de carvão nacional. Nêsses cálculos considerei sempre uma escória final, no cadinho, com temperatura de «liquidus» da ordem de 1320°C. Utilizando as nossas atuais materias primas e coque de 0% de carvão nacional, a temperatura do «liquidus» da escória da rampa seria de 1350°C; para 10% de carvão nacional, seria da ordem de 1380°C; para 20% de carvão nacional, seria de 1500°C; para 30% seria de 1700°C; para 40% seria de 1720°C; para 50% seria de 1750°C. Para êsses cálculos utilizei os diagramas de Devries, do Dr. Gee e de Osborn.

Acredito que se a utilização de 20% de carvão nacional pela CSN, pela USIMINAS, pela MANNESMANN e pela COSIPA desse para manter as minas de carvão em operação normal, seria preferível, nas atuais condições, adotar essa porcentagem. Teríamos então um coque muito próximo, em análise química, do utilizado no Japão; quanto ao S, teríamos 0,61%, quando o da Fuji-Iron, por exemplo, tem 0,44%. As cinzas seriam as mesmas, da ordem de 10%.

Acredito que coque de 20% de carvão nacional seria para nós muito bom. É verdade que a técnica do alto forno nestes últimos anos tem avançado muito; idéias atuais podem de muito ser modificadas num futuro próximo.

---

(10) Membro e Conselheiro da ABM; Doutor em Metalurgia e Professor da Escola Politécnica da U.S.P., São Paulo, SP.

**J. Barros Cota** — Quero dar alguns esclarecimentos ao eng. Jadir Portes. A capacidade nominal do forno da Usiminas, calculada há 6 anos, foi de 700 t. No Japão não há uma fórmula especial para cálculo da produção nominal do forno; eles consideram a relação entre o volume e a produção e adotam um coeficiente. Esta relação para nós, é de 1,3 a 1,4.

**H. Carlos Pfeifer** <sup>(11)</sup> — Em relação à problemática levantada pelo Prof. Pinto de Souza, queria acrescentar que a solução desse problema do carvão foge ao campo restrito da siderurgia, tratando-se do problema de integração econômica; ao se falar em carvão não se deve perder de vista a questão da energia elétrica, de uma indústria química, produção de gases geradores, etc.

Trata-se também de problema de escala de volume em jôgo. Parece que há uma solução bastante feliz no Rio Grande do Sul para esse problema que foi a implantação de uma termo-elétrica, o que representa consumo para o carvão vapor fino. Graças à existência desse consumidor de carvão, há maior rigidez de qualidade e característica em relação à cinza. Assim, a «Aços Finos Piratiny» está em condições de obter economicamente uma fração pequena de carvão com baixo teor de cinza. Nesse caso, portanto, na sua escala, o problema pode ser resolvido devido à existência da termoelétrica. A problemática, em seu conjunto, está se encaminhando para uma solução aceitável economicamente. Isso viria completar o aspecto levantado e também poderia servir de sugestão ao que o eng. Jadir Portes expôs. Encaminhada a outra metade da problemática, talvez para a siderurgia houvesse condições favoráveis, e não nos limitaríamos de antemão aos 20% apontados.

**J. Portes Bartolomeu** — Este é um problema que pode ser estudado; mas, se houver excesso de cinza e enxôfre, a produção dos altos fornos cai. Não devemos nos esquecer também que importar carvão não é um mau negócio, pois seria trazer matéria prima. Nós aqui brigamos porque vai embora minério...

**L. Corrêa da Silva** — Tenho a impressão de que o Sr. já provou que o aumento da porcentagem de carvão nacional para o preparo de coque é indesejável. Creio que 40% seria uma mistura exequível para o momento atual e que muito mais importante é saber o que se pode conseguir no alto forno usando esse carvão que corresponde a 85% de carbono fixo, 13,6% de cinza e 0,4% de enxôfre. Acho que este é o momento para, se possível, usarmos a experiência dos japoneses aqui presentes, para indagar se no Japão são usados coques, tenho certeza que não, com esses teores de enxôfre e de cinza. Em segundo lugar, poderíamos saber dos técnicos da Usiminas qual o consumo específico de coque é possível obter no Japão com carvão desse tipo.

**J. Portes Bartolomeu** — Poderia adiantar um pouco a resposta: se tiverem esse índice, eles teriam que ter outras condições. Se não houver melhoria do beneficiamento do minério, temperatura do sôpro elevada, umidade controlada, pressão no tópo, enriquecimento do ar, redução controlada, sucata na carga, tudo isso, a produção do gusa cai certamente.

**A. L. Guatimosim** — Pergunto ao eng. Jadir Portes se não seria mais lógico começar-se por uma melhoria da carga, fazer isso que é mais ba-

(11) Membro da ABM e engenheiro da Aços Finos Piratiny; Porto Alegre, RS.

rato, antes de se pensar na eliminação parcial do carvão nacional na composição da mistura.

Não seria possível destinar uma parte desse carvão nacional à sinterização? Quer dizer, o Sr. consumiria 40%, em números redondos, de carvão nacional, destinando-se uma parte à sinterização.

**J. Portes Bartolomeu** — Não fizemos essa experiência de carvão na sinterização; provavelmente daria bons resultados. Na minha tese, não estou querendo diminuir a quantidade de carvão nacional no coque. Digo que, já que as condições nacionais exigem a utilização do coque com 40% de carvão nacional, então devemos melhorar todos os outros fatores. Em Volta Redonda já estamos providenciando isso; em setembro ou outubro estaremos injetando óleo no forno n.º 2. Procuramos melhorar a granulometria e o controle químico de todas as matérias primas, inclusive estamos tentando peneirar o nosso sinter para dar melhores resultados. No momento, o que temos a fazer é melhorar todos os outros fatores, todas as outras condições, porque usar menos de 40% de carvão nacional é difícil.

No meu trabalho faço questão de dizer que, se se usar mais carvão nacional, a produção cairá. Fiz ainda um cálculo, e dei um exemplo da produção sob o título: «Capacidade dos altos fornos da C.S.N. no caso da relação coque-gusa ser de 650 kg». Para exemplo, supomos, agora, o caso em que melhorássemos as condições de operação dos nossos altos fornos de modo a obtermos uma relação coque-gusa de 650 kg (que corresponderia, por exemplo, a 526 kg de coque de 100% C, importado, ou 565 kg de coque como o utilizado pela «Fuji-Iron» do Japão) e, além disso, que os fornos trabalhassem com **rice rating** de 96%. Nas condições acima poderíamos produzir nos fornos um total de 2947 t de gusa por dia. Nessas mesmas condições, se o coque utilizado fôsse de 100% de carvão nacional, a produção seria de apenas 2.277 t; e seria de 3.385 t por dia com 0% de carvão nacional.

**Hitoschi Suematsu** — (através de intérprete) — Falarei sobre a qualidade do coque utilizado no Japão. O governo japonês obriga o emprêgo de 40% do produto nacional. A cinza do coque japonês, com 40% de carvão nacional, é da ordem de 10%. Ao passo que no Brasil 40% de carvão nacional apresenta um teor de cinza da ordem de 13,6%. Numa das minas de carvão japonês, situada na ilha de Kyu-Shu, a quantidade de cinza do carvão aproxima-se mais da do carvão brasileiro. Uma indústria siderúrgica exigiu providências do governo para se eximir da utilização desse carvão. Essa mina de carvão foi fechada. Atualmente, todo o coque japonês, utilizado na siderurgia japonesa, tem o teor médio de cinza da ordem de 10%. As siderúrgicas estão restringindo o teor de cinza entre 9 e 10%. Com isso, a média do consumo específico de carvão está no nível de 550 kg em todo o país. Em ocasiões anteriores, quando utilizávamos coque de teor de cinza elevado, da ordem de 14%, o consumo específico de carvão oscilava em torno de 650 kg, que é o resultado atualmente conseguido na Usiminas com 40% de carvão nacional.

**J. Portes Bartolomeu** — Em abril do ano passado, utilizamos em Volta Redonda 30% de carvão nacional. A produção dos nossos dois altos fornos, com um forno menor que o atual, apresentou a média mensal de 2.749 t, contra a média atual, da semana passada, de 2.689. Quando desceu um pouco o carvão nacional a nossa produção foi mais alta. O forno n.º 2, após a parada do forno n.º 1, em novembro do ano passado deu, com 30% de carvão nacional — a média de 1.516 toneladas de gusa por dia.

**W. Soeiro Emrich** — Gostaria de responder à pergunta há pouco feita pelo Sr. Presidente, que indagou se não valeria a pena melhorar as condições da carga e continuar a usar a média atual de carvão nacional. Por acaso, tenho em mãos o «Stahleisen Kalender», de 1962, que apresenta um quadro interessante sobre o consumo de coque em relação ao peso da carga, quer dizer, em relação ao enriquecimento da carga. Cito, para que todos possam observar, uma carga da ordem de 1.700 kg por tonelada de gusa dá o valor médio de 500 kg de coque por tonelada de gusa.

Confirmando a informação do eng. Hitoschi Suematsu, eles têm aqui valores da ordem de 1.750 a 1.800 kg por tonelada, com 550 kg de coque por tonelada.

**A. L. Guatimosim** — Vamos dar prosseguimento à nossa Reunião Aberta. Vamos passar à apreciação do trabalho «Início de operação do alto-forno n.º 1 da Usiminas».

Tem a palavra o eng. Lauro César de Abreu\*.

**J. Portes Bartolomeu** — Gostaria de saber se a secagem do regenerador foi feita com o forno tipo «dutch» ou se foi dentro da própria câmara de combustão, com um fogão.

**L. Cesar de Abreu** (12) — Fizemos num fogão externo, que é apresentado nesta figura, um fogão de secagem ligado ao regenerador por uma das janelas de inspeção. São dadas as dimensões.

**J. Portes Bartolomeu** — Os Srs. fizeram o fogão e foram controlando a temperatura? Aumentaram um termo-par no domo?

**L. Cesar de Abreu** — Sim; e na chaminé. O controle da secagem era feito da seguinte maneira: se a temperatura do domo ou da chaminé estava subindo muito, baixava-se a combustão. Se a do domo subisse, e a da chaminé baixasse, abria-se a válvula desta última.

**J. Portes Bartolomeu** — Como se fez a secagem no forno?

**L. Cesar de Abreu** — A secagem dos regeneradores foi feita com carvão, devido à necessidade da época. Para o segundo alto forno usaremos gás de coqueria.

**J. Portes Bartolomeu** — Verificamos, na apresentação do trabalho, que a secagem dos altos fornos na Usiminas foi feita diferentemente do processo americano, que utilizamos em Volta Redonda. E, note-se, que sem dúvida é muito melhor, porque fazemos a nossa secagem em 7 ou 8 dias. Começamos com temperatura baixa, de 100°C, e depois vamos levantando. Usamos o mesmo sistema de tubos nas ventaneiras e colocamos chapas em baixo do tubo. Fazemos a secagem praticamente da mesma forma e consideramos que ela será completa, quando não se tem mais nenhuma vaporização do refratário externamente. Normalmente, gastamos 7, 8 e até 9 dias. Mas, se demorarmos mais tempo, certamente haverá maior vida do refratário.

(\*) Contribuição publicada no número de «ABM-Boletim» de julho; constitui a II Parte da Reunião Aberta.

(12) Membro da A.B.M., engenheiro da Usina Intendente Câmara da Usiminas — Ipatinga, MG.

Outra pergunta: com quantos dias trabalham com gusa de alto silício?

**L. César de Abreu** — Operamos com gusa acima de 2% de silício, somente nos três primeiros dias. Isso, para não sobrecarregar o reparo das painéis, cuja secção também estava iniciando a operação.

**J. Portes Bartolomeu** — Temos o seguinte conceito a respeito da produção de gusa de alto silício no início da operação: sabemos que uma das finalidades, além da do aquecimento das paredes, é provocar a grafitação no cadinho, para proteger as paredes. Evidentemente, para o cadinho é uma grande proteção. Assim, os americanos consideram, e nós também achamos, que deve ser feita uma grafitação de pelo menos 7 a 8 dias. Qual a opinião da Usiminas?

**L. César de Abreu** — No Japão, a prática é de 2 semanas, com gusa de alto silício. Usamos o prazo citado justamente para não sobrecarregar os reparos das painéis.

**J. Portes Bartolomeu** — A Usiminas acha que isso não iria prejudicar a vida do forno?

**Hitoshi Suematsu** — (através do intérprete) — O conceito firmado no mundo inteiro é o de que durante a primeira semana se produz apenas gusa para fundição com alto silício. O gusa com alto silício forma aderência na painéis. A razão por que a Usiminas limitou apenas a 3 dias a produção de gusa de alto teor de silício residuiu principalmente na inexperience do pessoal de operação. A Usiminas tinha necessidade premente de efetuar o treinamento de seu pessoal. Então, era inconveniente que se produzisse, durante a primeira semana, gusa de alto silício, que cria casca na painéis e requer uma operação adicional que prejudicaria o treinamento. Antes de técnicos japoneses virem para o Brasil, passaram pela Índia, onde visitaram uma Usina siderúrgica nova lá instalada e tiveram oportunidade de observar que aquela Usina havia sido obrigada a retardar o seu trabalho de operação de alto forno devido justamente ao inconveniente da formação de casca na painéis; o pessoal era inexperienced, de modo que foram obrigados a atrasar a sua produção. Assim, esses técnicos vieram para cá já prevenidos contra isso. Outro fator a considerar é o seguinte: como o cadinho do alto forno da Usiminas é de carbono, não havia o inconveniente da deterioração dos tijolos refratários e, por isso mesmo, passamos a produzir imediatamente gusa para aciaria.

**J. Portes Bartolomeu** — No acendimento, os senhores usaram os tubos «Blowing-in» no meio do forno, para obter circulação do gás quente no cadinho? Não? Então, é uma diferença que se poderia experimentar.

Para aquecimento do forno nós utilizamos de um tubo em forma de cruz, mais ou menos, no centro do forno, com mais ou menos 8" de diâmetro, com furos em baixo, colocada de maneira a que os gases circulem e saiam pelo furo de gusa. Acho que é bom, porque provoca uma circulação intensa dos gases quentes no cadinho, aquecendo-o de maneira uniforme.

**A. L. Guatimosim** — Continuaremos dentro do nosso roteiro, a tratar das análises e marcha dos altos fornos. Tenho anotado aqui, a respeito de consultas, algumas comunicações feitas por diversas Usinas sobre ensaios de redutibilidade de minério ou de sinter. Talvez Volta Redonda, Usiminas, ou quem sabe, alguma outra usina, tenha sido encarregada de levar avante tais ensaios.

**Hitoshi Suematsu** — (através do intérprete) — Quanto à redutibilidade do minério brasileiro, fizemos testes no Japão antes de irmos para cá. Através desses testes, tivemos conhecimento da tendência para a pulverização. Naquele país também foram feitos todos os ensaios necessários para a fabricação de sinter, para o que levamos amostras de finos brasileiros. Chegamos à conclusão de que, pelo menos as amostras de finos que recebemos, que consistiam principalmente de hematita, que o fino só de hematita não é sinterizável. O fino, em si, não é sinterizável; porém, mediante a adição de aglutinantes, é possível fabricar ótimo sinter. A Usiminas assim está fazendo, com resultados excelentes.

**A. L. Guatimosim** — O Prof. Corrêa da Silva teria feito, no I.P.T., algum trabalho sobre redutibilidade de minérios para a indústria brasileira?

**L. Corrêa da Silva** — A Cia. Vale do Rio Doce está interessada em que se façam ensaios de redutibilidade. Entretanto, ela vai dar prioridade aos ensaios de pelotização, que serão feitos em futuro próximo.

**A. L. Guatimosim** — Já que sobre esta matéria não há nenhuma comunicação especial a ser feita, vamos passar ao assunto anotado em nosso roteiro, referente à prática de sondagem de cuba nos altos fornos. Os representantes das Usinas aqui presentes teriam alguma comunicação a fazer nesse sentido? Ao que me consta, a Cia. Ferro Brasileiro tem-se preocupado bastante com isso. Finalmente, seria quase um desafio da nossa parte, tentar dar maior divulgação aos dados das Usinas no estabelecimento de balanço de material, balanço térmico, seria mesmo uma tentativa para unificação desses tipos de balanço, para que pudessemos comparar, e, com isso, procurar melhorar a operação. Parece que as Usinas são muito avaras na divulgação desses resultados. No recente curso do Prof. Michard, vimos que muito poucas Usinas dispunham de elementos que pudessem servir de comparação, ou se os tinham não os forneceram.\* Acredito que se trate mais da inexistência desses dados. Nós da Belgo-Mineira, que vinhamos fazendo há bastante tempo estudos sistemáticos sobre o assunto, e os pusemos à disposição dos que por eles se interessavam, gostaríamos de receber de outras Usinas, para poder confrontá-los, dados de operações dos diversos fornos, da maneira mais simples, da maneira mais prática.

**L. Corrêa da Silva** — Perguntaria se não seria exatamente esta a oportunidade de se tentar incluir nas discussões, no momento de serem publicadas, os dados essenciais relativos à Usiminas, à Belgo-Mineira, à Cia. Siderúrgica Nacional e à Mannesmann. Pelo menos estas. Talvez, em lugar de a ABM se limitar a publicar as notas taquigráficas, pudesse haver, por parte de alguns dos senhores, especialistas em altos fornos, a elaboração de padrões, de dados a serem colhidos; esses dados seriam fornecidos por essas empresas e incluídos nas discussões das reuniões abertas.

**A. L. Guatimosim** — É ótima sugestão. Não sei se as Usinas estão em condições de fornecer esses elementos. De nossa parte, já publicamos esses dados uma vez e teremos muito gosto em publicar os recentes que pudermos fornecer.

---

(\*) Michard, Jean; "Redução dos minérios de ferro", curso professado em 1962, em Belo Horizonte, sob o patrocínio da ABM.

(13) Membro da ABM, eng. da CSBM; Belo Horizonte, MG.



**J. Portes Bartolomeu** — Tenho alguns desses dados de operação, mas não se referem a médias anuais representativas. Como disse no próprio trabalho, para comparar seria preciso ter dados completos. O Sr. Presidente está propondo o seguinte: dar todas as informações, para que se possa ter uma idéia de conjunto. É uma sugestão ótima. Se fornecermos todos os dados a respeito, poderíamos fazer comparações de resultados de todos os altos fornos do Brasil. Mesmo que dêssemos essa informação aqui, agora, uma Comissão poderia exigir os dados de nossas Usinas. Seria muito interessante ter a média de cada ano ou de cada mês, com dados completos da operação dos fornos.

**Jaime Araujo** <sup>(13)</sup> — Parece-me ser esta uma tarefa adequada para o Instituto Brasileiro de Siderurgia, recém instalado.

**W. Soeiro Emrich** — De nossa parte, teremos o máximo prazer em fornecer os elementos, mesmo oralmente, se alguém os solicitar.

**F. Pinto de Souza** — Pelo que tenho notícia a Companhia Ferro Brasileiro está obtendo bons resultados na condução do seu novo alto forno, orientando a distribuição de sua carga tendo em conta as temperaturas registradas nos pirômetros instalados nas paredes laterais do forno. Infelizmente não há aqui um representante daquela empresa que possa esclarecer o modo como opera. Pergunto se Volta Redonda, que tem seus fornos equipados com pirômetros instalados no refratário de suas paredes laterais, tem se guiado pelas indicações de temperatura dos mesmos na condução da distribuição da carga.

**J. Portes Bartolomeu** — Temos pirômetros colocados no nosso alto forno n.º 1, e no alto forno n.º 2 os temos em três níveis. Mas, na realidade, não temos tido proveitos muito bons disso. Podemos dizer que toda vez que o alto forno trabalha irregularmente a temperatura cai em todos eles. Então, temos que usar carga de limpeza, até obter temperaturas que consideramos normais para a nossa operação.

**A. L. Guatimosim** — Assim encerramos a segunda parte; passamos à terceira, que versa sobre modernas técnicas de operação. Entre os assuntos que foram levantados, figuram as marchas com 100% de sinter, marchas com pequena quantidade de escória, injeções de «fuel oil» ou de outros combustíveis e altas temperaturas de vento. Acho que seria possível a marcha com 100% de sinter, como já vimos pelo trabalho da Usiminas, que é marcha de início de operação, marcha reduzida, digamos assim.

Não sei se outras Usinas têm experiência nêsse sentido, Monlevade já apresentou essa experiência. Como a nossa preocupação maior é com relação a fornos a coque, temos deixado de lado um pouco a comparação com fornos a carvão vegetal.

**J. Portes Bartolomeu** — Para nós, 50% de sinter na carga é normal. Tentamos operar com 70%, mas houve dificuldades, oriundas talvez do peneiramento e a uma diferença muito grande no sopro em relação ao das demais usinas do Brasil. Trabalhamos com o máximo sopro possível, isto é, 2.500 m<sup>3</sup> por minuto. Soprando apenas 1.500 m<sup>3</sup>, o forno trabalha bem, mas a produção cai.

**C. Guilherme Silva** <sup>(14)</sup> — Gostaria de dar alguns dados que obtive na Cia. Brasileira de Usinas Metalúrgicas, apesar de já não ser mais

(14) Membro da ABM e eng.º. da Cia. Ferro Brasileiro; Caeté, MG.

engenheiro de lá. Fiz comparações dos fornos anteriormente e as mais recentes, com 100% de sinter. Obtive, para três altos fornos, valores médios, sendo um de 100 t diárias de capacidade e os outros dois de 40 t cada um. Quando passamos de zero de sinter na carga a 100%, tivemos um aumento mensal de 1.000 t e uma redução do consumo de carvão de cerca de  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> por tonelada. Em outras palavras, nosso consumo de carvão passou da média de 4,10 m<sup>3</sup> para 3,60 m<sup>3</sup>, aproximadamente. Esses foram os valores médios, somando-se as produções e consumos dos três fornos, já que um trabalha em ferro para aciaria e os outros dois em ferro para fundição. O aumento da produção foi em torno de 20%.

**F. Pinto de Souza** — O resultado alcançado com o emprêgo de sinter na Companhia Brasileira de Usinas Metalúrgicas foi realmente espetacular, mas não pode servir inteiramente de base porquanto anteriormente operava com minério de muito más condições granulométricas e assim o emprêgo de sinter trouxe resultados extraordinários. Nesta Usina, até onde fui informado, encontraram melhores resultados operando com 80% de sinter e 20% de minério do que com 100% de sinter. Atribuo este resultado ao seguinte: os 20% de minério utilizado apresentavam uma granulometria excelente, enquanto que operando com 100% de sinter e visando aproveitá-lo ao máximo utilizavam elevada percentagem de sinter de fina granulação que, mesmo se fôsse de ótima redutibilidade, oferecia ao alto forno pior permeabilidade à passagem dos gases.

**C. G. Silva** — Esses são valores médios em vários anos de marcha; não é valor médio destacado. Entre valores extremos o resultado foi muito melhor. Tomei dados a partir de 1956 até 1962 e é sobre isso que passo falar.

**A. L. Guatimosim** — Temos também as marchas com pequenas quantidades de escória. Ainda recentemente, no Congresso de Luxemburgo, foram relatados resultados obtidos com minérios brasileiros, que com pequenas quantidades de escória produziram marchas de até 150 kg. Isso para nós, que trabalhamos com fornos a carvão vegetal, não representa novidade. Mas os especialistas que trabalham a coque poderiam externar a sua opinião sobre até quanto pretendem reduzir o seu volume de escória. Isso seria consequência da primeira parte dos nossos trabalhos, quando se falou na qualidade das cargas.

**J. Portes Bartolomeu** — Poderíamos também, quando conseguirmos melhorar o nosso minério, reduzir o volume de escória, que no momento é bastante alta. Trabalhamos no ano passado com 470 kg de escória por tonelada de gusa. Mas no início dêste ano, devido a dificuldade quanto ao tipo de coque, fomos obrigados a levantar o nosso volume de escória até 510 kg. Entretanto, tenho a impressão de que se voltássemos a carregar os nossos fornos como antes — com a escória da aciaria, não da aciaria Siemens-Martins como se fazia, e sim beneficiada, isso traria um grande rendimento e poderíamos diminuir a escória, porque a cal e a magnésia entrariam calcinadas, diminuindo a quantidade necessária de coque e, portanto, o teor de enxôfre. Diminuindo a quantidade de enxôfre, o volume da nossa escória também seria diminuído.

**J. B. Cota** — Atualmente, com sinter, estamos com 380 kg de escória.

**W. S. Emrich** — Temos a satisfação de dizer que trabalhamos com 375 a 380 kg de escória por tonelada de gusa, sem sinter. Conseguimos fazer gusa de silício de 0,60 a 0,80, com enxôfre a menos de 0,03.

**J. P. Bartolomeu** — Estou com 740 e, portanto, introduzindo muito mais enxôfre na minha carga.

**W. S. Emrich** — Não chegamos a 650. Digamos, 700 a 720, mais ou menos.

**A. L. Guatimosim** — Em virtude dessas dificuldades, a C.S.N. pensou em fazer experiência com dessulfuração fora do forno?

**J. Portes Bartolomeu** — De fato, pensamos, mas é excessivamente caro. Acho que se aumentarmos o volume de escória, poderemos resolver esse problema. Agora normalmente trabalhamos com silício 0,707. O manganês no gusa é baixo, da ordem de 0,6 a 0,8. Como se sabe, o manganês não dessulfura em ambiente onde há excesso de carbono. A tendência do manganês é, nesse caso, combinar-se com o carbono.

**F. P. de Souza** — Ao que estou informado, antigamente Volta Redonda trabalhava com um gusa contendo 2% de manganês, o que me parecia um pouco elevado. Foram-me dadas diversas explicações para esta prática que, confesso, não me satisfizeram totalmente. Houve então uma modificação de prática em Volta Redonda. Por que?

**J. P. Bartolomeu** — Em 1961, chegamos até 2%. Mas depois, de 1962 para cá, reduzimos. No momento, só colocamos um pouquinho de manganês, porque não o reputo necessário à operação dos altos fornos.

**F. P. de Souza** — Pergunto ao eng. Waldir Soeiro Emrich se na sua Usina também estão trabalhando com baixo teor de manganês.

**W. S. Emrich** — Sim. Trabalhamos com manganês ao redor de 1%.

**A. L. Guatimosim** — Acredito que já podemos encerrar essa parte de escória e passarmos ao assunto de injeção de combustível.

**F. P. de Souza** — Senhor Presidente, eu queria conhecer a opinião dos metalurgistas que estão operando altos fornos a coque com respeito ao teor de alumina na escória. São conhecidas na literatura as práticas americana e européia. Entretanto, também é sabido que na Índia, onde dispõem de minérios com alto teor de alumina, foi desenvolvida uma técnica de operação com escórias aluminosas. Na hipótese da técnica brasileira se desenvolver para operarmos com baixa quantidade de escória por tonelada de gusa, a questão do teor de alumina pode vir apresentar problemas.

**J. Portes Bartolomeu** — Creio que também podemos trabalhar com mais alto teor de alumina na escória. Os japoneses tem trabalhado com coque de 10% de cinzas, mas seu teor de S é muito baixo. Tenho boletins com dados de agosto de 1961, dos altos fornos japoneses, pelos quais o teor de alumina varia de 15 a 21%. A dessulfuração não é muito boa; sua escória é da ordem 1,2%. Há uma maior viscosidade. Quando aumenta a alumina, tenho que baixar a sílica da escória, para haver boa dessulfuração do gusa; caio então na faixa em que a temperatura do «liquidus» é da ordem de 1.350°C. Quer dizer, há temperaturas para fusão, mas não há fluidez necessária para uma boa dessulfuração.

**F. P. de Souza** — Pessoalmente ponho um pouco em dúvida os resultados práticos sobre viscosidade, etc., indicados nos gráficos constantes da literatura, porque os mesmos são obtidos em ensaios realizados com escórias sintéticas, onde não é levada em conta a presença de elementos secundários. Por exemplo, se levarmos estes gráficos referentes a viscosidade à escória usada na Usina Queiroz Junior, onde o teor de alumina eleva-se a 40%, seria constatado que tal escória apresenta tal

viscosidade que não sairia dos fornos. Consta-me que naquela Usina para determinação da viscosidade utiliza de modo rotineiro um viscosímetro cujo emprêgo é conhecido para determinação da viscosidade das escórias em forno Martin.

**J. P. Bartolomeu** — Tenho má dessulfuração quando tenho na escória de 34 a 38% de sílica e alumina da ordem de 15 a 16%. O S da escória cai para 1,2 ou 1,4%. Quando tenho 30% de sílica na escória, a dessulfuração é normalmente boa; o S da escória se eleva até 2% e o do gusa se reduz até 0,02%.

**F. P. Souza** — No meu modo de entender, a questão de realizar a dessulfuração fora do forno é um problema de alto interesse para o Brasil onde, dispondo-se de minérios muito ricos, temos a possibilidade econômica de trabalharmos com baixa quantidade de escória por tonelada de gusa. Este problema não ocorre nos países onde, utilizando minérios mais pobres, têm necessariamente maior quantidade de escória por tonelada de gusa.

**J. Portes Bartolomeu** — Acredito que, quando tivermos as nossas matérias primas bem controladas, com injeção de óleo, etc., venhamos a ter 500 kg de coque/t de gusa; a situação melhorará, porque a cinza do coque tem alta alumina, o que é prejudicial. A temperatura do «líquido» de minha escória primária chega a ser da ordem de 1.700°C, o que significa que ela não seria formada. Quando do acidente do forno N.º 2, não encontramos nenhuma gota de escória na rampa.

Minha escória primária chega a ser da ordem de 1.700°C. Não produziria da mesma forma. No acidente do nosso forno n.º 2, paramos o forno como estava e não encontramos nenhuma gota de escória na rampa. Observei isso pesosalmente.

**C. Dias Brosch** <sup>(15)</sup> — Gostaria de fazer uma comparação com o Prof. Pinto de Souza, lembrando e correlacionando dados apresentados pelo Prof. Tharcysio Damy de Souza Santos, sobre curvas de viscosidade da escória. De fato, êsses diagramas, geralmente, tomam um ponto-padrão de viscosidade, um ponto de escorregamento da escória. Quando se estudam curvas de viscosidade, verificamos a mudança do aspecto dessas curvas.

**J. Portes Bartolomeu** — Pelo trabalho a que me referi, as escórias adrede compostas eram aquecidas eletricamente, até fusão. Em Volta Redonda, enviei amostras de escórias aos laboratórios; pelos gráficos triangulares, as temperaturas de fusão deveriam ser da ordem de 1.370°C, o que os ensaios confirmaram.

**F. P. de Souza** — É de se esperar que a temperatura do líquido sendo de 1.370°C ou 1.400°C a viscosidade seja reduzida pela presença de outros componentes secundários. Eu pessoalmente nunca assisti experiências.

**A. L. Guatimosim** — Deveríamos agora passar ao assunto seguinte: injeção de combustível pelas ventaneiras. Como sabemos, e o Eng. Portes Bartolomeu falou a respeito, Volta Redonda cogita do emprêgo de injeção de óleo pelas ventaneiras. Acredito que, eventualmente, tôdas as usinas estejam cogitando não só da introdução de óleo como de outro tipo de

(15) Membro da ABM e engenheiro do IPT — São Paulo, SP.

injeção a ser feita pelas ventaneiras. Como o tempo está se escoando e há uma comunicação a ser feita pelo eng. Francisco Pinto de Souza, dou por encerrada essa parte.

**F. P. de Souza** — Alguns rapazes desta Escola que retornam de um estágio realizado nos Estados Unidos pretendiam apresentar um trabalho relatando experiências que assistiram referentes a injeção de carvão mineral em altos fornos. Entretanto, só ontem receberam os dados que anotaram e que veio por via marítima, e assim pretendem apresentar o trabalho em comunicação por escrito. Trouxeram entretanto amostras do carvão injetado que pedem oferecer à apreciação dos presentes. Poderão notar a alta granulação deste carvão e convém considerar tratar-se realmente de carvão e não coque.

**J. P. Bartolomeu** — Nos Estados Unidos, utilizam a injeção de carvão nas regiões carboníferas; usam gás natural nas regiões que o têm em excesso ou nas em que êle é mais econômico.

**A. L. Guatimosim** — O trabalho relatado no Congresso de Luxemburgo o foi sob o mesmo aspécto. Entretanto, queríamos ver os aspéctos ordinários da injeção de carvão ou de outros combustíveis. Fomos informados também de que a Mannesmann está fazendo injeção nos seus altos fornos. Pediria que alguém dessa empresa nos relatasse alguma coisa a respeito.

**E. Albert Scharlé** <sup>(16)</sup> — Posso dizer que no momento não está sendo feita injeção nenhuma, mas estão sendo feitos estudos, provavelmente para injeção de óleo combustível, ou gás dos baixos-fornos.

**A. L. Guatimosim** — A USIMINAS também pretende injetar gás de coqueria nos seus altos fornos?

**Hitoshi Suematsu (através de intérprete)** — A USIMINAS planeja efetuar a injeção de óleos pesados. Para isso, já dispõe de todos os desenhos necessários. Porém, não pretendemos por isso em prática desde já, porque a nossa produção de gusa está sendo limitada pela capacidade dos conversores da aciaria.

Apenas para efeito de ilustração, citarei a situação atual do Japão. No ano passado, antes de irmos para o Brasil, visitamos 26 altos-fornos japoneses; encontramos 20 efetuando injeção de óleo. Nos dias atuais, provavelmente, todos êsses altos-fornos estejam recebendo injeção de óleo ou de gás. Resultados obtidos naquêle país indicam que a injeção de um quilo de óleo deve substituir 1,5 kg de coque. Todos os fornos que adotaram a injeção de óleo apresentaram consumo específico de coque inferior a 500 kg. A tendência dominante no Japão, de se adotar a injeção de óleo, deve-se ao fato de se poder dispor de óleo mais barato, proveniente do Oriente Próximo, em vez de depender do carvão americano, que é mais caro.

**E. Bastos** <sup>(17)</sup> — Já estudamos êsse problema e observamos o seguinte: para a injeção de gás se necessita de um grande compressor de gás, que custava, na época, 100 mil dolares. Não sei se os Srs. estão bem

(16) Membro da ABM e engenheiro da C.S.M., Belo Horizonte, MG.

(17) Membro da ABM e engenheiro da C.S.N., Volta Redonda, RJ.

familiarizados com o assunto, mas o gás de coqueria tem pressão bastante inferior aquela em que deve ser injetado. Quer dizer, a grande dificuldade que encontramos foi a questão da pressão, razão pela qual decidimos pela injeção de óleo, que é muito mais fácil e muito mais barato.

**A. L. Guatimosim** — É muito mais barato no balanço geral do processo de insuflação, ou é mais barato como investimento?

**E. Bastos** — É muito mais barato como investimento.

**W. Soeiro Emrich** — Desejo saber do eng. Suematsu, da USIMINAS, qual o aumento médio da produção obtido com injeção de óleo nos 20 fornos que visitou no Japão. Em segundo lugar, indago do Sr. Presidente se a Belgo-Mineira pretende injetar óleo nos fornos de Monlevade.

**A. L. Guatimosim** — Vou responder em primeiro lugar, dando, assim, tempo para a tradução da pergunta feita ao eng. Suematsu. Pretendemos, algum dia, injetar óleo, ou outra coisa. Mas a realidade é que ainda não atingimos essa escala. Temos muita coisa ainda a fazer num alto forno, antes de pensar em injetar. Estou expressando a minha opinião pessoal não a do grupo que trabalha no alto forno, de maneira que não sei o que eles pensam a respeito. Eu faria, primeiramente, uma boa preparação da nossa carga e depois, cuidaria dos outros problemas — e não sei se a injeção de óleo estaria em segundo grau de urgência, para o nosso caso, que considero especial.

**Hitoshi Suematsu** — (através de intérprete) — Respondendo à indagação do eng. Waldir Soeiro Emrich, temos a dizer que com injeção de óleo, por quilo de óleo injetado houve um aumento de 0,12% na produção de gusa de 1,5 kg de consumo de coque. Esclarecendo ainda a não utilização de gás para injeção, temos a dizer que a razão é muito simples: é que a Usiminas não irá produzir gás suficiente para atender a todas as necessidades da aciaria e outras dependências, além do alto forno. E como a injeção de óleo substitui perfeitamente, considero suficiente a injeção de óleo.

**J. P. Bartolomeu** — Em Volta Redonda, foi feito um estudo confidencial pela «Esso», a respeito da nossa injeção de óleo; foram propostas duas soluções para o problema de alto forno: pode-se injetar uma certa quantidade de óleo para economizar coque, ou para ter aumento de produção. Como a pergunta do eng. Waldir Soeiro Emrich visa a saber sobre o aumento de produção, tenho a dizer que em Volta Redonda há casos em que a injeção de óleo, feita com uma certa temperatura de sopro, produz economia de coque, com o aumento de produção correspondente.

**A. L. Guatimosim** — Exatamente prevendo que este assunto seria discutido levantei aqui a questão se alguém utilizara sondagem de cuba, que segundo tudo o que aprendemos ultimamente, é diagnóstico certo para conhecer-se até que ponto devemos insuflar óleo.

**Hitoshi Suematsu** — (através de intérprete) — Se se utilizasse o gás do alto forno, poder-se-ia reduzir o consumo específico de coque para 500 kg, porém, quando chegassemos a esse estágio, a Usina estaria consumindo 700 kg de carvão por tonelada de gusa, e esses 700 kg produziriam apenas 330 m<sup>3</sup> de gás por tonelada de carvão. Então, essa produção de gás seria insuficiente, não atenderia ao consumo da laminação de chapas, etc., e quebraria o balanço térmico.

**A. L. Guatimosim** — Como ponto final das nossas considerações, resta uma: «Altas temperaturas de vento».

Já deixamos de considerar a «alta pressão na güela», porque, ao que consta, não existe aqui qualquer forno previsto para trabalhar em contra pressão. Porquanto, restaria, simplesmente, a título de informação, que alguém relatasse se, no projeto dos «cowpers» construídos, se pretende atingir a temperaturas mais elevadas do que as convencionais; que temperaturas seriam essas; se as usinas aqui representadas têm projetos que prevêem altas temperaturas de vento e se a indústria de refratário nacional está em condições de equipar êsses aparelhos com refratário adequado.

**J. P. Bartolomeu** — Em Volta Redonda, adicionamos mais um regenerador no alto forno n.º 1, para trabalhar com temperaturas de ordem de 900 a 1.000°C, mas no momento ainda não chegaram os queimadores, de modo que está parado. Mas essa é nossa intenção. Para isso, foram feitos algaravizes especiais, mas os primeiros algaravizes feitos não estão resistindo aos choques térmicos.

Pensávamos em fazer o revestimento dos algaravizes com refratários, mas não sabemos exatamente como fazer isso. Gostaria de saber se a USIMINAS tem alguma idéia a respeito do assunto; se, quando ela utilizar temperaturas elevadas, da ordem de 900 a 1.000°C, vão ser usados algaravizes revestidos com refratários.

**J. Barros Cota** — Já são revestidos.

**L. Carlos Andrade** (18) — Atualmente, em Monlevade estamos trabalhando com uma temperatura de vento em tórno de 850°C; resolvemos o problema dos algaravizes também com revestimento de concreto refratário. Para evitar que na parte final dos algaravizes o concreto fugisse, fizemos pequeno ressalto, que serve de proteção. Já que se falou no Congresso de Luxemburgo, quero ainda adiantar que **cowpers** estão sendo projetados para fornecer temperaturas de vento, na saída, de 1.300°C.

**A. L. Guatimosim** — A USIMINAS declarou que a temperatura que pretende usar no seu regenerador é de 900°C. Estamos um pouco surpresos com as temperaturas de vento da Mannesmann. Não sei por que motivo, constava que estava trabalhando com uma temperatura de vento muito elevada. Essa informação não procede.

**J. Portes Bartolomeu** — Pelo que tenho lido, inclusive em trabalhos japoneses, não podemos elevar a temperatura do sôpro independentemente da carga. Se não tivermos carga especial, por exemplo com sinter até 50%, não poderemos ir além de 750°C. Em Volta Redonda, tenho experiência de que o forno não aceita qualquer temperatura do sôpro. Talvez, dado que o Eng. Waldir tem só minério na carga, seja êste o motivo por que tem trabalhado com temperaturas mais baixas. Quanto ao Eng. Alberto Barbosa, não sei com qual temperatura de sôpro êle trabalha. Mas a Mannesmann está com 650°C. Isso ocorre quando não se tem umidade controlada e injeção de óleo.

**A. L. Guatimosim** — O problema foi magistralmente tratado no recente curso do Prof. Michard, patrocinado pela ABM. Como devemos

(18) Membro da ABM — Engenheiro da C.S.B.M., Monlevade, MG.

encerrar logo a Reunião, pergunto se eventualmente alguém poderia dar-nos uma boa notícia sobre refratários.

**F. Azevedo Franceschini** (19) — Estão sendo produzidos refratários para **cowper**, do tipo Gerin. Foram especificados para trabalhar com uma temperatura de vento de cerca de 1.000°C. Nêstes últimos anos, tem havido a preocupação de produzir refratários semi silicosos, 72% de sílica, especialmente para o revestimento da câmara de combustão e do dômo. Os refratários com especificação da ordem de 72% de  $\text{SiO}_2$ , graças à sua excepcional estabilidade dimensional sobre temperaturas elevadas e mesmo com adições progressivas de alcalinos que ocorrem nêstes aparelhos, têm-se mostrado realmente ideais para êsse fim. Em grande parte dos altos fornos norte-americanos e europeus especifica-se: «semi-sílica». Aqui no Brasil já estão sendo aplicados, na CSN; refratários semi-sílica nos **cowpers**. Quanto aos materiais preferidos para **cowpers**, houve também a preocupação de testar materiais de produção nacional, para confrontar com os estrangeiros, antecipando dessa maneira, informações, pelo menos de laboratórios, de vez que os resultados definitivos do uso só poderão ser obtidos dentro de muitos anos.

Acredito que não deverá haver problemas de monta, desde que êsses produtos são comparáveis, sob o ponto de vista de especificações químicas e físicas, com materiais de procedência americana e européia, para essas situações de maior temperatura nos **cowpers**.

**C. Dias Brosch** — Peço licença para antecipar um dos pontos. Não tive oportunidade de fazer perguntas sobre o teste de redutibilidade feito na USIMINAS pelos japoneses. Perguntaria se usam o hidrogênio como redutor e, neste caso, se foi observada correlação entre o índice de redutibilidade e o consumo específico de coque, por exemplo, nos altos fornos.

**Hitoshi Suematsu** — (através de intérprete) — Nos testes de laboratórios, costuma-se usar hidrogênio como redutor. Na prática, a usina «Yawata» utiliza como redutor gás de coqueria, insuflando êsse gás em alto forno. Êsse gás de coqueria continha de 52 a 53% de hidrogênio. Pela análise do gás do tôpo, pode-se deduzir que o hidrogênio daquele gás de coqueria deve ter tido grande ação redutora e portanto, diminuição no consumo de coque. O resultado foi comparável ao caso da injeção de óleo, e o aumento de produção de gusa também tem sido comparável ao caso da injeção de óleo.

**C. Dias Brosch** — Gostaria fôsse esclarecida a segunda parte da minha pergunta: se observou, através de dados de laboratório sobre o uso de vários tipos de minério, uma relação entre graus de redutibilidade dos minérios, e o seu possível comportamento em alto-forno, resultando no maior aproveitamento dêste ou daquele minério.

**A. L. Guatimosim** — No Congresso de Luxemburgo, foi apresentado pelos engenheiros A. Poos e R. Linder um trabalho em que se trata, comparativamente, do processo de «Linder», do processo alemão «Aufheizverfahren» e de um processo desenvolvido pelo C.N.R.M. Êsse trabalho correlaciona os resultados dos ensaios de redutibilidade feitos através dêsses processos e os resultados obtidos na prática. Não sei se os Srs. já têm em mãos a publicação dêsse trabalho, que considero bastante interessante.

---

(19) Membro, Conselheiro da ABM e Professor da E.P.U.S.P.; da Cerâmica São Caetano, São Paulo, SP.



**Hitoshi Suematsu — (através de intérprete) —** Respondendo à indagação do eng. Dias Brosch, devo dizer que sempre fui engenheiro de campo; nunca tive experiência de testes de laboratório. Portanto, como não tenho dados a respeito, prefiro não opinar.

**A. L. Guatimosim —** Acredito que podemos dar por encerrados os debates desta Reunião Aberta.

**W. Soeiro Emrich —** Sr. Presidente, queria, por uma obrigação, agradecer à Mesa diretora destes trabalhos por ter dado oportunidade a todos nós, engenheiros de altos fornos, de discutir, pela primeira vez na história da Associação Brasileira de Metais, a operação de altos-fornos a coque. Nota-se, pelo grande número de colegas aqui presentes, que lotam esta sala, o grande interesse que o assunto despertou.

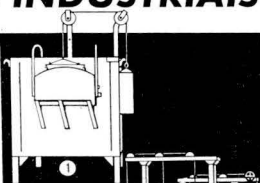


**TRADIÇÃO  
DE EFICIÊNCIA  
TÉCNICA**  
*na fabricação de*

## **FORNOS INDUSTRIAIS**

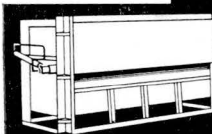
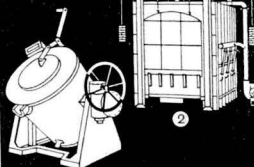
**PARA TRATAMENTOS  
TÉRMICOS**  
figuras 1 e 2

- Têmpera
- Normalização
- Revenido
- Recozimento



**FUSÃO EM  
CADINHO**

Tipos FML  
em cadinhos de grafite  
com aquecimento a óleo,  
fixos ou basculantes.  
Capacidades adequadas  
à produção pretendida.



**FORNOS DE  
FORJA**  
para grande  
produção horária

Para sua completa informação  
peça nosso folheto STT/1/ASS

**SOTITE S.A.** SOCIEDADE  
TERMO  
INDUSTRIAL

Rua Lucas Obes, 1054 - Fone: 63-6337 - São Paulo