

REUNIÃO ABERTA SÔBRE “REFRATÁRIOS PARA A SIDERURGIA” (1)

I PARTE

SESSÃO PLENÁRIA E DEBATES

Sob a Presidência do Eng. HÉLIO PENTAGNA GUIMARÃES

H. P. Guimarães (2) — Abrindo os debates e de acôrdo com o roteiro, o primeiro tema é o dos refratários para caçambas e válvulas de aciaria. Proporia, como primeiro item dêsse assunto, a influência do tipo de aço na duração do revestimento das caçambas.

F. Gnoth (3) — É conhecida a influência da qualidade do aço sôbre a duração dos refratários da caçamba. Mas, no caso da Mannesmann, fica muito difícil distinguir essa influência, dada a diversidade de tipos de aço que as caçambas recebem numa campanha. A influência principal que podemos acentuar está na válvula. Nesse caso, nota-se diferença entre corridas efervescentes e acalmadas.

H. P. Guimarães — Ante a falta de contribuições, devemos supor que o assunto «caçambas para aciaria» é matéria já resolvida. Aliás, a última Reunião Aberta da ABM já versou êste assunto. Sôbre a padronização, ficou também resolvido naquela reunião que as usinas e as cerâmicas iriam encabeçar um movimento para padronizar o revestimento das caçambas. (4)

Cláudio de Souza (5) — Não podemos concordar que o assunto seja matéria resolvida, embora admita que o problema atual das panelas (caçambas) de 200 toneladas — usadas em Volta Redonda — seja mais decorrente da adaptação do projeto original às condições atuais de operação dos fornos. Refiro-me, principalmente, à diminuição da espessura das paredes originais. Não podemos, pois, jogar a culpa da ocorrência dêste problema diretamente ao refratário.

H. Schlacher (6) — Queriria saber qual é o consumo, em Volta Redonda, de refratários nas panelas.

(1) Realizada em 16-7-1963 no Anfiteatro da Escola de Engenharia da U.M.G.; XVIII Congresso Anual da ABM.

(2) Membro da ABM e Presidente da Reunião Aberta; Diretor da Magnesita S. A. Materiais Refratários; Belo Horizonte, MG.

(3) Membro da ABM e Engenheiro da C. S. Mannesmann; Belo Horizonte, MG.

(4) Ver Reunião Aberta sôbre «Lingotamento dos Aços»; Belo Horizonte, 1959; ABM-Boletim, volume 16, página 641.

(5) Membro da ABM e Engenheiro da CSN; Volta Redonda, RJ.

(6) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

Cláudio de Souza — O consumo de refratário nas painéis, em Volta Redonda, seria um número que não serviria de orientação a nenhum dos senhores, porque, como disse, as painéis de Volta Redonda fogem completamente às normas e à maneira usual de se fazer. Atualmente, Volta Redonda possui painéis com parede de proteção refratária, de 2,5"; parede de trabalho de 4,5" e, na parte superior, uma parede de trabalho de 3". Havendo nessa painela uma espessura muito fina de refratário, dêle não se pode abusar. Acreditamos gastar bem mais refratário do que o usual, como resultante do projeto. As painéis eram inicialmente para 150 e 180 t, nós as transformamos para 200 t, em sacrifício, porém, de sua parede de proteção e trabalho.

Conseguimos a média de 8,5 corridas por revestimento, com as paredes que já disse, isso em painéis para 200 t. Acredito ser um número relativamente bom.

H. P. Guimarães — Qual foi o problema? Por que os senhores mudaram a capacidade da caçamba?

Cláudio de Souza — Houve três principais problemas: 1.º modificação do projeto dos fornos para 200 toneladas; 2.º já tínhamos as painéis (caçambas) para 150 e 180 toneladas; 3.º capacidade limitada da Ponte Rolante.

H. P. Guimarães — Então, aproveitaram ao máximo a capacidade da painela. Sei que na última Reunião Aberta já foi discutido o assunto da porosidade dos tijolos nas painéis. Aliás, a influência da porosidade na duração do revestimento das caçambas é questão bastante interessante. Alguém gostaria de fazer alguma observação?

P. Bittencourt (7) — A porosidade dos tijolos de caçamba é o ponto crucial da sua duração. Sabemos que quanto menor a porosidade, de modo geral, maior deverá ser a duração do revestimento, uma vez que as características químicas e outros fatores que também têm influência sejam respeitados. No entanto, devemos considerar que há dois tipos distintos de tijolos para caçambas. Um, é o tipo de alto teor de alumina, de alta refratariedade; outro, é o tipo de mais baixa refratariedade, porém, expansivo. No tipo de alta refratariedade, a porosidade, sem dúvida, deve ser bastante baixa, mas, também, as características do ataque no refratário, pela escória, devido à sua refratariedade, devem ter grande influência sobre o seu comportamento. No entanto, os tijolos de baixa refratariedade têm como característica principal essa função de expansão, que tem como finalidade vedar tôdas as juntas da caçamba, e, ao mesmo tempo, devido à sua característica de baixa refratariedade, forma uma espécie de rasura, de proteção vítrea na superfície, o que faz produzir no refratário um ataque mais pronunciado.

H. Schlacher — Gostaria de saber qual a resistência ao choque térmico desses dois tipos de revestimento.

P. Bittencourt — De modo geral, os tijolos, quanto mais densos, têm menos resistência ao choque térmico. É assunto bastante controvertido se realmente a resistência ao choque térmico do refratário na caçamba tenha uma influência muito grande na vida final. Tem sido observado, e diversos autores têm escrito, que é muito comum os refratários nas caçambas se racharem e apresentarem fissuras na primeira carga de aço, e a seguir, devido às rasuras que esses tijolos podem

(7) Congressista.

apresentar, isso será vedado e levado até o fim. Mas, de modo geral, os tijolos de menor refratariedade, mais densos e expansivos, parece que possuem uma resistência térmica ligeiramente inferior aos outros.

H. Schlacher — Na Europa, nas Aciarias Thomas, trabalha-se, normalmente, com tijolos de teor de alumina relativamente baixo, de 32% a 37%, especialmente porque são de vitrificação mais rápida e, também, porque êsses tijolos, ao que parece, resistem melhor ao choque térmico do que os tijolos com alto teor de alumina.

P. Bittencourt — A possibilidade da existência de tijolos de baixa alumina e com baixa resistência térmica, não é eliminada de forma nenhuma. O que eu estava falando, de modo geral, é que, quanto mais denso o refratário, menor deve ser a sua resistência ao choque térmico. Porque é muito comum os tijolos de baixa alumina apresentarem densidade bem mais elevada do que os tijolos comuns. Se fôsse possível a obtenção de características de alta resistência ao choque térmico e, ao mesmo tempo, baixa porosidade, êsses tijolos seriam o ideal.

H. P. Guimarães — Este é o velho problema dos fabricantes de refratários: o de conciliar influências divergentes. Se numa aciaria básica o fator preponderante de destruição do revestimento é o ataque pela escória, deve-se procurar tijolos menos ácidos e menos porosos. Sobre este assunto, seria interessante ouvirmos a experiência da Belgo-Mineira, quanto à diferença que poderia existir entre o comportamento de caçambas no processo LD e no SM. (*)

A. Lima e Silva (8) — Temos, sim, uma diferença. Temos 25 corridas no SM, quando no LD temos entre 32 e 35 corridas, sendo de 30 a 33 a média anual segura. Certamente estão em jôgo vários fatores e o difícil é definir qual o que favorece maior vida ao conversor LD. Primeiro, o ataque químico deve ser menor no LD, porque fazemos uma boa limpeza no início; basculando os fornos, retiramos boa parte da escória. Outrossim, a operação dos nossos LD é bem ritmada; assim as caçambas não sofrem resfriamento tão demorados e o choque térmico, portanto, é menor. Outro aspecto do problema: no LD estamos fundindo a maior parte do aço através de lingotamento indireto. Tínhamos até bem pouco tempo uma porcentagem pequena desses aços, cerca de 35%; agora estamos fundindo até 70%, em grupos de 4 em 4. No lingotamento indireto, o aço permanece mais tempo na caçamba, o que deveria ter influência negativa na vida da caçamba. Enfim, o método de lingotamento, o choque térmico, o sistema ritmado das corridas, — são fatores a considerar na duração do revestimento das caçambas, mas cuja influência específica ainda não pudemos determinar. De qualquer maneira, há uma diferença entre as caçambas do LD e as do SM. E, no nosso caso, o LD leva uma certa vantagem.

H. Richter (9) — Também notámos uma diferença no ataque do revestimento das caçambas SM e LD. A escória do LD ataca muito mais o revestimento, especialmente durante o tempo de espera, antes de começar a fusão. Entretanto, com LD trabalhamos com uma facilidade muito maior. Pode ser uma questão de temperatura.

(8) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

(*) Guimarães, H. P. — «Refratários para conversor LD»; ABM-Boletim, volume 16, página 83.

(9) Membro da ABM e Engenheiro da CSM; Belo Horizonte, MG.

H. P. Guimarães — Gostaria agora de abordar o seguinte aspecto: a vida das caçambas com relação a fatores particulares de operação. Por exemplo, os senhores não engrossam?

H. Richter — Talvez engrossamos um pouco, porque deixamos que desoxide um pouco no forno.

A. Lima e Silva — Em aço efervescente, já tivemos um certo período em que tal aço dava metade das corridas do acalmado.

H. Richter — Aço efervescente, quase não fazemos. Mas, nas corridas de aço acalmado, desoxidamos um pouco.

A. Lima e Silva — E a escória, quando cai na caçamba, é bem líquida? Sempre imaginei que devia ser uma escória mais grossa.

H. Richter — O ataque da escória no LD é bem mais forte do que no SM. Isso provavelmente devido ao maior teor de FeO na escória. A escória é mais fluida; por isso é mais ativa.

A. Lima e Silva — Essa influência é característica. Quando trabalhamos com o SM — porque ainda não tínhamos o LD, — e passávamos do aço efervescente para o acalmado, a duração do revestimento aumentava. É que o tipo de aço tem grande influência sobre a atividade da escória.

H. P. Guimarães — O Eng. Cláudio de Souza poderia nos dizer algo sobre sua experiência com aço efervescente e aço acalmado em Volta Redonda? Qual a porcentagem de aço efervescente vazado na C.S.N.?

Cláudio de Souza — Em 75% a 80% de aço efervescente, preparamos as panelas para certo fim. De modo que não temos nenhum estudo sobre isso.

Gostaria, fora deste assunto, saber se alguém tem alguma experiência com tijolo expansivo. Temos um início de experiência, que demonstrou, para o nosso caso, que o tijolo expansivo apresenta melhores resultados do que outros refratários utilizados, principalmente quanto à faixa de variação de número de corridas por revestimento. Considero muito importante a certeza do número de corridas. Essa faixa é bem pequena em relação às outras.

H. P. Guimarães — Alguém tem experiência de revestimento monolítico em caçamba?

F. V. A. Franceschini ⁽¹⁰⁾ — Gostaria de apresentar algumas observações sobre diversos materiais que têm sido propostos para revestimentos de caçamba.

Tenho a convicção de que, a não ser em casos extremos, realmente não há muita ação de choque térmico em revestimento de caçamba. Recordo-me de uma experiência que fizemos com um material de porosidade extremamente baixa, da ordem de 11%; nesse caso, apenas nesse caso, houve um choque térmico, pelo menos como elemento de redução de vida. Mas, a não ser nesse caso extremo, em muitas outras experiências que têm sido feitas, naturalmente se encontram trincas, po-

(10) Membro da ABM; Diretor da Cia. Cerâmica São Caetano S.A.; São Paulo, SP.

rém, sem que se possa dizer, em hipótese nenhuma, que tenham prejudicado a vida do revestimento.

Temos, de acôrdo com as informações dadas pelo Eng. Paulo Bitencourt, nos preocupado com duas linhas de materiais refratários para caçamba: uma linha de materiais expansivos, com teor de alumina relativamente baixo — aproximadamente 27% — e com uma porosidade média de 17%, aproximadamente, e que têm dado resultados iniciais muito interessantes, especialmente devido a êsse vidramento superficial, e também devido à uniformidade de desgaste que, realmente, são dois pontos considerados nesse caso. Temos feito também outras experiências, com teor de alumina relativamente alto — em torno de 42% — e porosidade de 12% a 14%. Nesse caso, embora a porosidade fôsse baixa, nunca observamos qualquer choque térmico como elemento de redução de vida. Este último material — com 12% a 14% de porosidade e teor de alumina de 42% — tem tido, em alguns casos, uma vida excepcionalmente alta, aliás, confirmando o que se poderia esperar, e sem qualquer indicação em contrário quanto à baixa porosidade, devido ao choque térmico. Um ponto que me chamou a atenção foi a questão da vida favorável, vida prolongada de refratários em caçambas usadas em LD. Gostaria de saber com que periodicidade são usadas essas caçambas; quantas horas de intervalo decorrem entre uma utilização e outra.

A. Lima e Silva — Em Monlevade, o intervalo é de uma a duas horas.

F. Franceschini — Pelo que se pode observar, pelo menos em literatura, talvez o elemento mais importante seja o do péso de escória muito baixo por tonelada de aço. Talvez seja êste um dos elementos mais preponderantes para uma vida mais favorável. Gostaria, também, neste caso, de saber da Mannesmann como se faz a comparação entre forno elétrico e forno LD.

H. Richter — Na Mannesmann, temos mais escória na panela LD do que nas do forno elétrico, porque retiramos escória do forno elétrico no fim. No LD trabalhamos propositadamente com certa quantidade de escória na caçamba, para proteger o aço contra o resfriamento.

F. Franceschini — Tenho a impressão de que deveria haver algum outro elemento preponderante, compensando essa escória. Porque, quando o tempo é pequeno entre uma corrida e outra, em vez de ser fator benéfico — como se lê na literatura americana — a influência seria, pelo contrário, negativa.

Fica contudo claro que, em condições habituais, o choque térmico é desprezível para a caçamba.

Cláudio de Souza — Há uma pergunta sôbre a massa socada em panela, que ficou mais ou menos no ar. O C.S.N. realmente, há três anos, fêz experiências com material socado belga importado. Desanimou-nos a experiência porque o aumento de vida não foi tão grande assim e a dificuldade em socar a panela foi enorme. A operação é muito difícil e demora 24 horas, porque a temperatura tem que subir gradativamente.

H. P. Guimarães — Parece que as aciarias brasileiras não têm grande experiência com revestimentos monolíticos das caçambas. Entretanto, tenho notícia de um ensaio na usina do Rio Grande do Sul. Há aqui alguém que nos possa elucidar a respeito?

F. Franceschini — Poderia citar a experiência da fundição de ferro da Ford Motor do Brasil S.A., que tem utilizado normalmente material silício-aluminoso socado; uma mistura de socagem com 42% de alumina, com resultados muito satisfatórios.

H. P. Guimarães — Se ninguém mais deseja manifestar-se sobre este ponto, podemos passar ao seguinte. (Pausa).

Este outro assunto é de muita atualidade, pois trata das massas de projetar a pistola, conhecidas também por «gunning mixes». Gostaria de pedir ao Eng. Cláudio de Souza que nos dissesse algo a respeito.

Cláudio de Souza — No início deste ano fizemos uma experiência e ficamos animados com o resultado parcial, a ponto de querermos fazer aplicações futuras em outros equipamentos além dos do alto-forno. No princípio do ano, quando estava parado o nosso alto-forno n.º 1, o de n.º 2 sofreu um acidente e teve que parar também. Além dos serviços que teriam que ser feitos em virtude do acidente, notou-se também um desgaste acentuado no setor do cadinho, um pouco para cima, até a rampa, desgaste este verificado em virtude do tempo de serviço. O problema precisava de solução, mas não tínhamos em estoque quantidade muito grande de tijolos e também tínhamos de encarar o fator tempo. Assim, em colaboração com a chefia de operação do alto-forno, tentámos — e naquela época era realmente uma tentativa, pois não sabíamos os resultados — reparar a parte superior do forno, da ventaneira para cima, com material lançado com pistola. Lançámos cerca de 106 t de material, isso para dar uma noção do tamanho, e chegámos somente até a altura do ventre. Para cima, o desgaste não era tão acentuado de forma a pedir novas quantidades, a não ser no setor acima das placas de boca do forno.

A experiência foi feita apenas há sete meses, de modo que não posso dizer que seja conclusiva. Entretanto, atualmente, depois de 7 meses de operação, verificou-se que o material continua lá, o que é animador e fez com que estudássemos aplicações em outros equipamentos, não só com material de reparo a frio, como também a quente. Esta, talvez, seja daqui para o futuro a nova orientação da C.S.N..

H. P. Guimarães — Realmente, o assunto é recente, principalmente no Brasil. Nos Estados Unidos intensificou-se nos últimos anos a aplicação de refratários pelo método de projeção, seja pelo lançamento de concretos refratários, seja pelo lançamento de massas de reparação na manutenção de abóbada básica, de paredes, etc.

Cláudio de Souza — Gostaria de acrescentar, aos que necessitarem de reparos desse tipo, que utilizamos material nacional; não o importamos para fazer a experiência.

J. P. Bartolomeu ⁽¹¹⁾ — Gostaria de aduzir mais o seguinte: ao fazer esse reparo, em Volta Redonda, quatro meses após a operação, tivemos um pequeno acidente. Durante a descarga do forno fizemos um furo no ventre; quando foi lançado o concreto refratário, esse concreto tapou o buraco, o que dava a idéia de que estava perfeita a parede. No entanto, após quatro meses de operação, a camada de concreto rompeu e provocou um ponto quente no forno. Paramos o forno, mas antes de descobrir onde estava o furo, fomos cortando até sermos obrigados a tirar uma placa de resfriamento. Verificámos, então,

(11) Membro da ABM e Engenheiro da CSN; Volta Redonda, RJ.

que o concreto refratário estava perfeito, e era material de fabricação nacional! No resfriador de ventaneira também tivemos cinco ou seis vês o mesmo caso, em todos êles verificou-se que o concreto refratário estava perfeito.

H. P. Guimarães — Foi calculado o custo e êste foi comparado com o de uma reparação convencional?

Cláudio de Souza — Realmente, a economia que êste processo pode trazer para uma firma que o aplique de forma programada, é enorme.

H. P. Guimarães — Se bem entendo, Eng. Bastos, é a primeira vez que a C.S.N. utiliza o «gunning castable» para reparar o alto-forno.

E. Bastos (12) — A prática normal, usada até então, era a de fazer a reparação do alto-forno com tijolos refratários. Mas sabemos que hoje em dia, na maioria das usinas, principalmente americanas, usa-se o material refratário chamado «castable» na reparação do alto-forno. Existem mesmo casos em que a substituição de tijolos refratários por «castable» é quase que completa. Há um alto-forno americano, que foi reparado com «castable» fabricado pela Kaiser Refractories e que está em operação há mais de sete anos.

M. Fonseca Viana (13) — Em Monlevade, fizemos também a aplicação de concreto refratário em forno de reaquecimento de placas. Um dos casos mais interessantes foi o da reparação da abóbada, que caíra numa faixa de talvez 30 cm por 2 a 3 metros de comprimento e que exigiria uma parada de 90 a 100 horas para resfriamento, reparação e reaquecimento. Entretanto, o total entre a parada e o reinício da marcha foi de apenas 18 horas, mediante o seguinte artifício: fizemos uma fôrma de chapas com ferros redondos soldados, colocando-a por dentro do forno, e puxámo-la para dentro da fenda aberta. Prendêmo-la na estrutura, enchendo-a com concreto refratário, com ferro redondo, com grampos, prendendo em tubos. Isso nos economizou bastante tempo. A primeira reparação que fizemos nesse estilo foi há um ano e, posteriormente, executamos algumas reparações parciais aplicando êsse mesmo sistema, com bons resultados.

Antigamente, parávamos o forno e refazíamos grande parte da abóbada, o que é um sistema bastante complicado. O total da parada seria normalmente de 90 a 100 horas. Entretanto, a reparação foi feita em 18 horas, entre a parada e o reinício da marcha. Também aplicamos o mesmo processo em arcos de portas, em revestimentos de portas laterais do enforamento, com excelentes resultados, bem como no caso de refôrço da sola.

Congressista — Gostaria de indagar qual seria o tempo de cura do concreto. Feita a reparação, quantas horas depois é colocado o forno em marcha?

M. Fonseca Viana — Iniciamos o trabalho com o forno ainda quente, contrariamente às recomendações do fabricante. Começamos a reparação com forno parcialmente resfriado e demos início ao aquecimento cêrca de 8 horas depois do término do consêrto. Apesar disso, o resultado foi bom. Houve alguma obediência à recomendação do fabricante, que aconselhava oito horas no mínimo para novamente pôr em marcha o aparelho.

(12) Membro da ABM e Engenheiro da CSN; Volta Redonda, RJ.

(13) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

H. P. Guimarães — Um dos problemas da aplicação do concreto refratário é o da sua cura. A massa pode até explodir se o seu aquecimento não fôr adequado. No equipamento de projeção, em Monlevade e em Volta Redonda, houve algum cuidado especial? Esse equipamento não trouxe preocupação nem problemas?

Cláudio de Souza — Em Volta Redonda utiliza-se u'a máquina especial importada, própria para lançar concreto. Nosso equipamento atual é bom. A massa é entregue ao consumidor sêca. Antes de ser colocada na máquina, deve ser misturada com o máximo de 3% de água no misturador, ou betoneira.

H. Richter — A máquina com que trabalhamos faz a mistura já no tubo. O pó sai sêco do recipiente.

F. Franceschini — Apenas como observação complementar, quero dizer que essa pré-mistura deve ser feita em betoneira imediatamente antes de sua utilização, para que não haja uma quebra parcial da resistência, portanto, um enfraquecimento da resistência mecânica final.

H. P. Guimarães — Pergunto aos presentes se alguém tem alguma experiência sôbre aplicação em fornos elétricos de, por exemplo, massa de reparação de parede, já não do tipo concreto, mas prôpriamente uma massa plástica. Vemos, pela literatura, que nos Estados Unidos, por exemplo, usa-se, para preparação das superfícies quentes, u'a massa fina de projeção. Os representantes da ACESITA poderiam se pronunciar a respeito?

F. W. Lacerda — Já há algum tempo que não estou na ACESITA, mas acho que posso responder em parte à pergunta. Houva época em que se usava essa massa, mas havia sérias dificuldades para a sua importação. O que se passou a usar lá foi u'a massa feita na própria ACESITA, para pequenas reparações, u'a massa de magnesita, convenientemente misturada com outros constituintes. E essa massa para reparação grudava bem. Mas não temos em definitivo uma experiência. Há vários projetos em andamento. Não obtivemos grande rendimento com essa reparação. Mas já fazíamos, por essa época, a parede com blocos de dolomita e, muitas vêzes, tínhamos rendimento de 50 corridas por parede. Ao completar 43 ou 45 corridas, começava a se desgastar bastante, principalmente na linha de escória. Quando não estávamos, ou com o nôvo revestimento pronto, ou com o horário que se queria pré-estabelecer para a parada do forno, trabalhávamos então com aquele tipo de reparação e, assim, conseguimos, por vêzes, adiar a parada de forno por 2 ou 3 dias, sem prejuízo da produção normal.

D. Valles ⁽¹⁴⁾ — Acêrca de projeção de material refratário para reparação a quente, não da categoria dos concretos, foram feitas diversas experiências. Mas preferiria, em vez de relatá-las, pedir aos representantes das diversas emprêsas onde foram feitas experiências dessa categoria, que nos dessem alguma explicação.

Por exemplo, a Belgo-Mineira fêz experiências num misturador para reparação da sua borda. Pediria ao Eng. Lima e Silva que nos esclarecesse alguma coisa sôbre os resultados dessa experiência.

A. Lima e Silva — Tínhamos um misturador cuja abóbada estava em situação um pouco crítica. Não desejavamos, portanto, utilizá-lo

(14) Membro da ABM e Engenheiro da Magnesita S.A.; Belo Horizonte, MG.

naquele período. Precisávamos, talvez, de uns 15 a 20 dias a mais para resolver o nosso problema. Tratava-se de um misturador básico. Na parte do cadinho, em contacto com o gusa e em toda a parte cilíndrica, e nas cabeceiras também, apresentava-se uma abóbada em silico-aluminoso. O nosso problema era a abóbada, que estava perigosa. Temos na Usina uma máquina de projetar que mistura no bico, mas não usamos essa máquina. Utilizamos outra, fornecida pela Magnésita S.A., em que fazemos a mistura no tanque, e usamos uma espécie de barbotina, um material líquido contendo refratário. Assim resolvemos o nosso problema durante aquele período.

Fizemos também experiências na abóbada de sílica, jogando material magnésiano cromo.

Na abóbada propriamente dita não conseguimos sucesso, em parte por inexperiência e também porque ela já estava completamente furada. Entretanto, na parte traseira do forno, que estava fina, conseguimos pleno sucesso.

É nosso desejo continuar aquela experiência, pois isso, às vezes, prolonga o programa de produção do forno, que está, digamos assim, um pouco apertado. No caso em foco, foi uma boa forma de sair do apêrto.

O «Slurry Gun» é o mais indicado, segundo a minha opinião, para locais de difícil acesso, onde a lança tem necessidade de entrar em contacto com o fogo. Neste caso, a lança deve ser refrigerada a água. Quer dizer, será uma camisa de água que vai até o bico da lança e, então, ela poderá penetrar até 3 m. Já vi isso na Europa, onde faziam reparos de paredes de fornos SM. Quer dizer, tudo isso facilita em parte o trabalho quando é necessário pôr a lança em contacto com o fogo. Mas, toda vez que podemos ficar com a lança a um metro só do fogo, é possível trabalhar com material molhado já no tanque de reserva. Este problema parece ser de pequeno relêvo, mas na realidade é importante. Se não houver refrigeração, o material se solda na lança e não sai mais nada. Teríamos ainda a solução de aumentar a quantidade de água ao máximo e jogá-la mais vezes no local a ser reparado.

S. L. Coddington ⁽¹⁵⁾ — Com licença dos Senhores, gostaria de fazer uma observação sobre este tema, e na sua própria língua. Vejo com muito interesse a discussão sobre o «Slurry Gun», que é muito importante em meu país. Quanto à aplicação de cromita nos fornos SM, a maioria dos nossos freguêses está consumindo entre 1 e 2 libras de cromita, ou misturas à base de cromita, por tonelada de aço produzido. Temos visto consumo até de 7 libras, mas este foi um desperdício anormal. Um quilo, mais ou menos, é normal nas siderurgias de aço em nossas indústrias.

Estão consumindo isso nos fornos SM para reparos a quente nas abóbadas básicas.

P. Bittencourt — Gostaria de saber do Eng. Coddington qual o tipo de operação que tem sido mais comumente empregado nos Estados Unidos para a massa de «gunning»: se uma aplicação normal, diária, com a finalidade de preservar o perfil natural da abóbada, ou se uma aplicação intermitente e periódica, somente para tapar buracos.

S. Coddington — Não. É de uso contínuo. Falo de 10 a 12 usinas que estão usando esse processo. Algumas começam do princípio, quando

(15) Representante da General Refractories Inc.; USA.

tem início a capagem. Outras esperam até que tenham 100 a 150 corridas, antes de começar com o «gunning».

Esse processo normal de reparação é para prolongar a vida da abóbada. Qual o aumento de duração da abóbada básica? Esse é um dado difícil de conseguir. Temos verificado um aumento nas capagens dos fornos SM, mas é difícil dizer se isso se deve à operação «gunning». São muitos os fatores; acho que não se pode dizer qual o fator principal.

H. P. Guimarães — De qualquer maneira, os Senhores consideram econômico o processo, tanto que o usam. Qual a capacidade da máquina de lançar, para um forno, digamos, de 200 t?

S. L. Coddington — Lança uma tonelada de cada vez. Depois de refeita a carga, lança-a novamente.

Cláudio de Souza — Os americanos gostam muito de determinar a vida da abóbada através do número de corridas por abóbada unitária. Pergunto se nesse caso, quando lançam o material, se ele entra ou não na determinação de abóbada unitária.

S. L. Coddington — Alguns, sim; outros, não sei. Depende. Sempre, porém, considerando-se a quantidade de cromita que se está usando e a parte da vida unitária.

F. Gnoth — Como o Eng. Diniz Valles pediu que as usinas que fizeram experiências com essa máquina de projeção dessem alguns esclarecimentos, devo dizer que na Mannesmann fizemos experiências no forno elétrico. Entretanto, acho poucas ainda, devido talvez a uma insuficiência da máquina de projeção, ou, ainda porque a mistura tem que ser feita no bico e não na própria máquina. Estamos agora recomençando as experiências e esperamos poder falar sobre o assunto numa próxima oportunidade.

A. Lima e Silva — Na Belgo-Mineira fizemos uma ou duas experiências, sem sucesso, não na forma clássica, de material misturado em um tanque, mas sim com o «Slurry Gun», misturado bem fino e com dolomita granulada. Realmente, não deu resultado, mas tentamos alguma coisa.

H. P. Guimarães — Vamos passar a outro assunto, também de interesse, ainda no tema de massas. É o das solas dos fornos de reaquecimento.

P. Cordeiro ⁽¹⁶⁾ — Usamos em Monlevade fornos pequenos de reaquecimento, com material à base de cromo. Primeiramente, importávamos o material; atualmente estamos empregando material nacional. Estamos satisfeitos, porque até agora os resultados foram interessantes. Temos uma duração da ordem de mais ou menos um ano. Ocorre que, às vezes, fazemos reparação. Mas a duração é bem razoável.

A experiência com material importado foi muito pequena porque foi feita só uma vez; com o nacional, o resultado é tão bom quanto com o importado. No momento temos uma vida mais ou menos normal dos fornos, de 50.000 a 60.000 t. Às vezes ocorre, na parte de enformamento, que os deslizadores estragam. Então, aproveitamos a oportunidade: se a sola naquela zona está muito ruim, fazemos uma reparação ou a

(16) Membro da ABM e Engenheiro da CSBM; Monlevade, MG.

retiramos completamente. Mas a vida normal é de quase um ano, com 50.000 a 60.000 t para os fornos.

M. Ferraz (17) — Posso dizer que na C.S.N. já temos experimentado soleiras plásticas. Já existe experiência americana e brasileira. Trata-se no nosso caso de um tipo mais pesado de operação, de modo que a nossa vida é de 6 meses, correspondendo a 250.000 a 350.000 t. Achamos esse valor ainda muito baixo, tanto que pretendemos experimentar mais material plástico. No momento ainda usamos tijolo à base de cromo-magnesita, mas nossa idéia é ir para uma soleira que a prática de outras usinas tem ensinado, na base de óxido de alumínio. Talvez até o fim do ano já tenhamos experiência neste sentido. Queremos utilizar material nacional e importado, mas no momento não temos dado nenhum da soleira de óxido de alumínio.

A nossa soleira inicial era de material plástico e apresentou um problema de desgaste muito rápido. Depois passamos a utilizar deslizador, mas já nessa época usávamos tijolos na soleira. Experimentamos, posteriormente, material plástico nacional, mas com deslizador. O nosso problema mais difícil, é o de descolar a carepa de soleira.

H. P. Guimarães — O senhor trabalha em temperatura muito elevada?

M. Ferraz — E tórno de 1.200°C a 1.300°C nas soleiras.

O nosso problema é muito mais sério porque a nossa prática é trabalhar com atmosfera oxidante e não redutora, visando a qualidade de produto acabado. Preferimos sacrificar o forno do que a qualidade posterior do aço. Nossa carepa é maior do que normalmente poderia ser adotada. Esta é a técnica que vimos adotada em diversas usinas e nos parece ser a melhor. Mas isso causa problemas sérios à soleira e influi na vida dela porque a limpeza torna-se mais freqüente e com isto há destruição. Por informações que temos, parece que em outros países o uso de óxido de alumínio tem obtido melhores condições quanto à soldabilidade da carepa. Trabalhamos assim há 9 anos. Atravessamos uma fase crítica no produto acabado, principalmente em chapas grossas e em folhas de Flandres. Adotamos a técnica de maior aceitação.

H. P. Guimarães — O Eng. Paulo Cordeiro poderia dizer alguma coisa sobre o seu método para remover a carepa?

P. Cordeiro — Fazemos a remoção da carepa aos domingos, por meios mecânicos; colocamos sempre uma camada superficial de material refratário apropriado, de maneira que, quando a sola vai ficando mais velha, existe maior aderência da carepa. Quando se passa um longo período, a carepa solta-se rapidamente.

H. P. Guimarães — Se bem entendo, o senhor faz a sola própria dita de material plástico de cromo. E coloca por cima dessa sola de cromo, como proteção, uma camada de material granulado, facilmente removível. O granulado não é socado, não é consolidado como o material de cromo; se remove aos domingos.

P. Cordeiro — Exato. Às vezes, a aderência da carepa depende do modo de operação. Há fornos que trabalham melhor do que outros, mas isto é uma função operacional. Às vezes, essa remoção da carepa é mais difícil porque as condições de trabalho do forno não são as melhores.

(17) Membro da ABM e Engenheiro da CSN; Volta Redonda, RJ.

H. P. Guimarães — Em Volta Redonda já se tentou trabalhar com sola falsa?

M. Ferraz — Quando experimentamos material nacional não era aconselhável essa sola falsa. Tive oportunidade de ver isso na Belgo-Mineira, mas pareceu-me que para o nosso caso apresentava certos problemas. Já tínhamos certa experiência porque a nossa soleira de tijolos apresenta, em certos pontos, uma cavidade que preenchemos com material granulado. Quando é feita a limpeza, êsse material tem de ser retirado, com certa dificuldade para nós. Por isto, preferimos a soleira compacta. Sei que na Europa é mais comum êsse tipo. Nos Estados Unidos não se usa sola falsa; ela é compacta, mas na Europa há diversas usinas que usam a falsa. Não é o caso da Inglaterra e da Alemanha — onde se usa a compacta com óxido de alumínio — mas parece que em Luxemburgo êles usam a falsa.

H. P. Guimarães — Podemos perguntar ao representant da General Refractories qual a prática nos EE. UU. Os senhores usam material plástico de cromo?

S. Coddington — «Gunning»? Usamos o método de cromo plástico nas soleiras e nas paredes, até a linha da escória. Notamos também que, com o aumento de temperatura, há desgaste dos lingotes nas soleiras.

M. Ferraz — Hoje em dia, nos Estados Unidos, praticamente todos os fornos e soleiras têm a duração de dois anos. Nesses fornos modernos de 200 t de capacidade, fazem uma limpeza semanal. Não é como ocorre entre nós, que, de dois em dois dias, somos obrigados a fazer a limpeza.

M. Fonseca Viana — Além da experiência nos fornos, a que se referiu o Eng. Paulo Cordeiro, temos também a aplicação dêsse mesmo material à base de cromo. O forno é bastante grande, tem cerca de 9 m de largura, e as condições de operação não são exatamente as mesmas dos outros; são piores. Mas não temos período de vida que possam dar como média, porque existem outros fatores que nos obrigam a fazer ou pequenas reparações ou reparações da sola de cromo. Aproveitamos apenas as paradas do forno.

Existe também outro problema, a que se referiu o nosso colega: o da aderência da carepa, apesar de usarmos granulado. Mas, depois que passou a ser usado o granulado, o resultado foi muito melhor do que sem o seu uso; foi eficiente. Não fôra isso, a situação seria pior. Atua como proteção, evitando que o óxido venha a aderir em escala muito maior do que geralmente acontece.

Outra experiência feita em Monlevade, em diversos fornos, é a de usar o mesmo material, quer dizer — plástico à base de cromo, para a confecção de maçaricos. Estamos usando há muitos meses e tem dado resultados bastante interessantes.

H. P. Guimarães — A prática européia é exatamente essa que o senhor descreveu. Usa-se na Europa material essencialmente à base de cromo em razão da estabilidade de volume do material. O cromo não é mais resistente, digamos, do que a magnesita, ao ataque da carepa. De forma que os europeus usam o cromo pela sua estabilidade absoluta de volume: não contrai nem dilata durante o aquecimento. A sola de cromo é então coberta com uma camada rica de magnesita, que resiste melhor ao ataque.

A. Lima e Silva — Quería saber, primeiro, como Volta Redonda faz, e depois, como a USIMINAS fará a limpeza das soleiras do forno.

L. Parreiros (18) — Nos fornos, usamos soleiras permanentes de magnesita com resultados ótimos. Num dos fornos chegamos a atingir até um ano sem ser preciso limpar a soleira. Isso, nos fornos com moinha de coque, com mais ou menos um pé de altura para acomodação dos lingotes. O sistema normal antigamente era éste. Passamos para aquêlo outro sistema.

J. Geraldo Leal — Gostaria de saber se a Belgo-Mineira usa deslizadores em seus fornos.

P. Cordeiro — Temos dois tipos de fornos: fornos com soleira, onde não usamos deslizadores, e os outros onde usamos.

A. Lima e Silva — Os senhores têm agora o seu nôvo projeto de deslizadores de material refratário?

P. Cordeiro — Êsses deslizadores são apenas para as zonas de enformamento. Entretanto, gostaria de saber de Volta Redonda qual é o seu sistema. Porque nós temos um projeto para um forno nôvo de reauecimento, forno êsse que ainda deve chegar, e vamos usar deslizadores de cerâmica.

M. Ferraz — Nossa experiência é a seguinte: utilizamos tubos refrigerados para os deslizadores. Temos conhecimento da existência de deslizadores refratários, mas não conhecemos ainda no Brasil quem os faça. Sei que na Alemanha já utilizam êsses deslizadores de refratário. A depender de importação, porém, não entraremos por êsse caminho. Nosso terceiro forno, em projeto, será na base de deslizador refrigerado a água.

H. Schlacher — Quería saber quais são as possibilidades da indústria brasileira em fornecer êsses tijolos refratários.

F. Franceschini — Voltaria a perguntar qual a especificação que os senhores têm achado como a mais oportuna para êsses deslizadores de cerâmica.

P. Cordeiro — O deslizador proposto para o forno que estamos adquirindo é dividido em duas partes: uma, na base de carboneto-silício, e a outra, na base de alumínio fundido.

F. Franceschini — Posso esclarecer que a indústria nacional produz tijolos de carboneto de silício da ordem de 90%, e até mais. Sòmente que ainda não há uma experiência de aplicação. Quanto à porosidade, não me recordo bem, mas sei que é baixa; cêrca de 18%.

P. Bittencourt — Se me recordo, êsse material que a Companhia Siderúrgica Nacional gostaria de usar era tipo alemão, de magnalose, à base de magnesita fundida.

M. Ferraz — Não temos conhecimento do uso dêsse material. O que sabemos foi trazido ao nosso conhecimento por engenheiros da Companhia que estiveram na Europa. Não conhecemos o tempo de

(18) Congressista.

vida desse refratário. O conhecimento que temos sobre isso é pouco, de sorte que o seu emprêgo pela Belgo-Mineira nos poderia trazer uma boa experiência. Tivemos informação de que se usava esse tipo de deslizador de refratário, mas não sabemos se, no momento, ainda o utilizam.

J. Costa Lino ⁽¹⁹⁾ — Quanto à COSIPA, o que podemos informar no momento é que os nossos fornos de reaquecimento de placas são do tipo contínuo e pensamos empregar tijolos de magnesita nas soleiras. Os fornos possuem deslizadores metálicos nas soleiras, de aço resistente à oxidação. Nada podemos ainda informar sobre os resultados.

F. W. Lacerda — Eu estava aguardando oportunidade para dizer que na ACESITA os fornos elétricos e os fornos de tarugo ambos têm, há muitos anos, seu revestimento de magnesita, e as vigas são de aço refratário, com uma proporção de aproximadamente 24% de cromo e 12% de níquel. Essas vigas foram colocadas no forno de lingote. Antigamente, fazia-se revestimento que, de certa maneira, comportava-se muito bem.

M. F. Viana — Quería saber se os deslizadores mecânicos utilizados na Companhia Siderúrgica Nacional são de parede dupla.

M. Ferraz — Na parte de entrada são de tubos extra-fortes, de parede dupla. Usamos um vergalhão, por cima, soldado a êle. Antigamente, era um vergalhão comum. Agora, é do tipo 4040. Posso esclarecer também que nas soleiras os nossos tarugos eram de aço-carbono comum. Hoje, utilizamos 3040 ou 4040. Esta a especificação que utilizamos para dar maior vida à soleira e menor desgaste ao tarugo. A razão principal de usarmos essa especificação é que tínhamos um desgaste muito grande na entrada da soleira, e isso nos trazia um problema muito sério. De forma que alongamos cerca de 30 cm para dar uma superposição. Esse tarugo que fica exposto deveria ter uma maior resistência à temperatura do forno, para não se desgastar facilmente.

J. Costa Lino — Os deslizadores metálicos usados nas nossas soleiras são de aço inoxidável, de especificação semelhante ao SAE 30310 e pretendemos empregar tijolos de magnesita. Temos grande desejo de conhecer os resultados dos diferentes tipos de refratários empregados, especialmente os que evitam o colamnto da carepa.

Temos atualmente engenheiros estagiando nas usinas da VOEST, Áustria, os quais têm observado os cuidados especiais que lá dedicam à limpeza da soleira. Há nada menos que 8 tipos de formatos de placas de limpeza, que são periódicamente empregados e que permitem acesso a toda a superfície da soleira. Nas citadas usinas, a despeito de empregarem refratários de alta alumina, que evita o colamento da carepa, fazem a limpeza diária da soleira.

M. Ferraz — Sobre essa placa especial, podemos informar que temos só um tipo, que chamamos de «canoas». É uma peça de aço fundido, feita na nossa fundição. É uma placa escavada por dentro e que permite a limpeza da soleira. Essa placa é muito boa para quando se faz a limpeza nas bordas da soleira. Quando se trata de limpeza no centro da soleira, porém, encontramos um pouco de dificuldade para retirar a carepa. Nesse caso, derrubamos todas as placas e fazemos uma limpeza completa.

(19) Membro da ABM e Engenheiro da COSIPA; São Paulo, SP.

H. P. Guimarães — Acredito que podemos, agora, abordar o tema seguinte, que é «Abóbada básica de fornos Siemens-Martin».

E. Bastos — O que tenho a informar, é que em Volta Redonda, desde há alguns anos, estamos usando abóbadas nos fornos de aço. (*) Inicialmente, fazendo um ligeiro histórico da evolução do sistema de abóbada de sílica para o de abóbada básica, devo dizer que a espessura da abóbada básica ficou condicionada ao volume nas bolsas de escória dos fornos. Já sabíamos que os nossos fornos não deviam ultrapassar de 300 corridas nas campanhas, devido ao grande acúmulo de escória que normalmente se formava nas bolsas. Em razão deste fato, as nossas abóbadas foram projetadas para que, ao fim de 300 corridas, atingissem o limite de vida, compatível com a segurança. Em virtude do exposto, foi adotado em Volta Redonda uma espessura de abóbada de 12 polegadas.

Além disso, na época em que iniciamos nossos estudos, o processo mais usado, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, era o da abóbada suspensa; não sei se todos os senhores estão bem familiarizados com este tipo de abóbada. A abóbada assim construída fazia com que os técnicos dissessem que neste tipo de construção havia mais aço acima do que dentro do cadinho do forno. (Risos). Praticamente, abandonamos esse desenho. Hoje, usamos a abóbada rígida, que é a mais comum na Europa e nos Estados Unidos.

O emprêgo da abóbada básica, em Volta Redonda, possibilitou, em primeiro lugar, o aumento de produção de aço, porque, como é do conhecimento geral, essas abóbadas permitem maior queima de combustível, durante o trabalho da corrida, o que possibilita vaziar corridas mais rápidas, sem entretanto afetar a vida do refratário. Essas abóbadas têm uma duração maior, razão pela qual, é muito comum e frequente, que elas permaneçam em boas condições de operação durante toda a campanha do forno.

Resolvido o problema da abóbada, apareceu o problema da parede da frente do forno, que começou a ser o ponto fraco do mesmo. Foi necessário fazer um estudo metucioso do comportamento da parede da frente e de seus problemas correlatos.

Hoje em dia, temos 8 fornos básicos, sendo os de números 1, 5 e 8 com a antiga abóbada suspensa e os demais com abóbadas rígidas. Nos fornos 6 e 7 usamos oxigênio através da abóbada, com o auxílio das lanças.

Temos, no momento, duas lanças através das abóbadas. Com isso, aumentamos a produção; a disponibilidade dos fornos aumentou, o tempo de reparação diminuiu e os problemas existentes são diferentes dos de antigamente. O primeiro problema que temos é o da transformação das abóbadas suspensas restantes em abóbadas rígidas, já programadas para este ano. O primeiro forno, queremos alterá-lo em Setembro, e o outro logo a seguir, em Novembro, restando apenas o forno número 1, para o ano de 1964.

Estou apenas fazendo um histórico do que aconteceu em Volta Redonda. Não quero alongar-me mais, para que outros possam trazer a sua colaboração e as suas impressões a respeito deste assunto.

H. P. Guimarães — Aprendemos que surgiu, em Volta Redonda, uma dificuldade particular no projeto das abóbadas básicas. Obviamente-

(*) Barbosa, O.; Vieira da Silva — «Produtividade em fornos S.M. básicos da C.S.N.»; ABM-Boletim, volume 16, página 21.

te, uma aciaria projeta-a para o número máximo de corridas. Mas lá havia o problema do dimensionamento das câmaras de escória, que determinavam a parada do forno após 300 corridas.

Além disso, o Eng. Eurico Bastos fez uma referência importante: a de que para se obter da abóbada básica tudo que ela pode dar, é necessário dimensionar de acôrdo o resto do forno, em particular as câmaras e os canais.

A Belgo-Mineira também fez uma experiência com uma abóbada convencional, em sílica, reforçada por tijolos básicos nos pontos de maior desgaste, por exemplo, em cima da parede de trás. Parece-nos que a abóbada de todo forno SM sofre maior desgaste na parede de trás do que na da frente. Seria sem dúvida interessante a todos nós ouvirmos a experiência da Belgo-Mineira a respeito.

A. Lima e Silva — Na parte da abóbada que mais sofre, utilizamos material básico, magnesita-cromo, e obtivemos cêrca de 380 corridas. O resultado foi satisfatório; o forno parou por acúmulo de escória na bolsa, mas a abóbada vai continuar. Vamos fazer dois remendos na parte de sílica. Antes dessa prática notávamos que a abóbada morria em sua parte fraca; não permitia reparos, mas tinha ainda grande parte de sílica útil. Foi com essa intenção que tentamos fazer a recuperação da abóbada, colocando na parte onde ela mais se desgastava um material mais resistente. Parece que conseguimos sucesso, o que veremos pelo consumo específico e pelo seu preço, após 600 corridas.

H. P. Guimarães — Como é sabido, a abóbada básica surgiu na Europa; era de desenho convencional, de tijolos cromo-magnesianos queimados. Na Alemanha e em países ligados à Austria, já se usava êsse tipo de abóbada em 1935. Surgiu depois a abóbada suspensa, a que o Eng. Bastos fez referência, com seus inconvenientes. Finalmente tivemos a abóbada rígida ou fixa, no sentido de que se mantém indeformada durante o aquecimento. Naturalmente, ela tem que se manter indeformada, porque é feita de tijolos quimicamente ligados, tijolos êsses que, a uma temperatura relativamente baixa, perdem o ligante químico.

Se ela se deformar, a linha de esforços desce e os tijolos podem não resistir à compressão. A experiência da Belgo-Mineira é interessante, porque lá não se construiu a estrutura especial, com os macacos que seguram a abóbada no seu perfil original. Não é em verdade uma abóbada homogênea; ela é parcialmente básica, principalmente ao longo da parede de trás. Mas é, sem dúvida, uma forma progressiva de chegar à abóbada básica e de avaliar a conveniência econômica de sua aplicação.

A. Lima e Silva — Creio que essa abóbada mista terá possibilidade, mais ainda se se fizer a parte de sílica em caixões de Kreutzer. Com êles seria talvez possível atingir até 800 corridas.

H. P. Guimarães — O Eng. Lima e Silva disse que está trocando a parte de sílica. Antigamente o senhor tinha desgaste muito acentuado ao longo da parede e nos cantos também, o que era específico na Belgo-Mineira. Êsse seu otimismo prende-se, talvez, à observação de que a parte de sílica tem melhor aproveitamento quando associada aos tijolos básicos?

A. Lima e Silva — Sim. A sílica sempre saiu de serviço ainda espessa, mesmo a não afetada na parte de trás. Antes, a sílica não

podia ficar porque fazíamos 250 corridas e ela se deformava muito; iam a 350 corridas com reparos de 1/3 da parte traseira dos queimadores.

F. Franceschini — Gostaria de saber qual a percentagem do arco que é feita com tijolos básicos nessa experiência.

A. Lima e Silva — É de 35% a 40%; maior na parte traseira e menor na parte da frente.

H. P. Guimarães — A «LAFERSA» está fazendo abóbada com cêrca de 25%. O forno dessa firma, ao contrário do da Belgo-Mineira, não é adaptado; já foi projetado para queimar óleo.

Mais algum esclarecimento sobre este tema? Podemos então passar ao seguinte, «Influência de fatores de operação na duração do revestimento de L-D». Pediria aos representantes da Belgo-Mineira que abrissem os debates.

H. Schlacher — Como primeiro ponto, pode-se discutir a maneira pela qual é feito o aquecimento de um novo revestimento LD, o que é essencial para a campanha que vai iniciar. Outro ponto a ventilar seria o de como a aciaria opera, com que escória trabalha.

Seria interessante salientar o tipo de revestimento, dos quais alguns são sensíveis a choques térmicos; o da sucata fria, por exemplo, também apresenta um certo efeito.

Há ainda o efeito de abrasão, oriundo do carregamento rápido do gusa líquido.

Outro fator é o da frequência das corridas. Um conversor que dá 20 corridas por dia se comporta diferentemente do que dá, digamos 40 corridas. Quando o conversor é operado uma corrida após a outra, provavelmente a duração do revestimento não será tão boa como quando há um intervalo de 10 ou 15 minutos entre as corridas. Também não é aconselhável trabalhar devagar demais. Em Monlevade temos uma faixa certa; contudo notamos que, após uma parada prolongada, o ataque foi maior que o normal, sem quebra contudo de tijolos. (*)

H. Roberto (20) — Quanto à Mannesmann, não podemos dar resultados definitivos acerca de revestimento LD, dado que estamos no momento com apenas cinco campanhas. A duração do tijolo, nessas campanhas, tem sido mais ou menos normal. Temos notado também que a linha de escória tem sido muito atacada. Apesar de modificação já feita durante o processo de sopro, esse ataque continua bem pronunciado. No revestimento LD, temos usado tijolos de magnesita aglomerada a piche.

H. P. Guimarães — Após quantas corridas, a contar da inaugural, Eng. Hans Schlacher, a operação em Monlevade passou a ser considerada normal?

H. Schlacher — Como o senhor sabe, lutamos com muita dificuldade, durante um ano, com os primeiros fornecimentos de dolomita. Tivemos tempo para ganhar a experiência necessária, e quando os for-

(*) Schlacher, H.; Kranjc, A. — «Dolomita calcinada e piche como matérias primas para os revestimentos dos conversores L-D em Monlevade»; ABM-Boletim, volume 18, página 293.

(20) Membro da ABM e Engenheiro da CSM; Belo Horizonte, MG.

necedores de dolomita acharam outras jazidas mais adequadas, entramos nos níveis das campanhas que até agora se mantêm.

E. da Silveira ⁽²¹⁾ — A USIMINAS está com dois conversores, sendo que um com 40 t de corrida e mais um que trabalha fazendo apenas 3 corridas por dia. De modo que não temos tido problemas para carregar. Nossa experiência será talvez interessante sob o ponto de vista do número de corridas por dia, quanto à eficiência do revestimento. No sistema usual, estamos nos utilizando de tijolos de dolomita com piche, sem magnesita. O revestimento consiste de tijolos diretamente em contacto com o banho. Na parte interna do conversor há tijolos de dolomita e massa secada.

Contamos seis horas para secagem dos conversores. A lança varia sua posição verticalmente duas vezes durante essas seis horas, no mínimo. A pressão do oxigênio é relativamente baixa. No primeiro revestimento, observamos o descascamento do tijolo, talvez devido ao choque térmico, talvez devido à hidratação, visto que iniciamos o fabrico dos tijolos dez dias antes do início da secagem. Mas esse primeiro revestimento mesmo assim está-se portando, até agora, de forma a não dar muita preocupação.

Temos observado desgaste mais acentuado na linha de escória. O conversor está sendo aquecido, entre as corridas, por queimador a gás de coqueria. Entre as corridas de um dia para outro, a temperatura é mantida por queimador de gás de coqueria.

H. Roberto — Seria possível a USIMINAS fornecer-nos, mais ou menos, qual o consumo de coque para aquecimento?

E. da Silveira — Durante essas 6 horas, o consumo de coque para aquecimento é de aproximadamente uma tonelada, com oxigênio. Utilizamos, também, madeira. Tenho uma pergunta a fazer: das 5 campanhas da Mannesmann, qual a melhor que se registrou?

H. Roberto — Nossas 5 campanhas foram tôdas quase idênticas. Nas duas primeiras, colocamos junto à carcassa uma feira de tijolos, cuja espessura não me lembro exatamente; talvez da ordem de 75 mm. Em seguida, temos um tijolo da espessura de 80 milímetros; nessas duas primeiras campanhas, promovemos um contacto direto; a primeira deu 132 corridas, e a outra 126. Já nas terceira e quarta corridas, aproveitamos a camada intermediária, porque o desgaste em certa parte é pequeno; ataca mais na parte inferior e na região de escória. Nessas campanhas, dada a precaução, tivemos uma média pouco menor; foi mais ou menos de 112/115 corridas.

A. Polonzyk ⁽²²⁾ — Com referência à dolomita, em Monlevade temos verificado que um dos grandes fatores tem sido a precipitação pluviométrica e umidade do ar. Temos verificado que, quando as chuvas são da ordem de 20 mm, obtemos 280 a 300 corridas por campanha. Quando as precipitações são da ordem de 100 mm, a campanha decresce enormemente.

H. Schlacher — Gostaria de saber dos engenheiros da USIMINAS se notaram em seus conversores maiores um desgaste no fundo. É conhecido que os pequenos conversores, como os da Mannesmann e da Belgo-Mineira, não têm ataque no fundo, enquanto que nos conversores

(21) Membro da ABM e Engenheiro da USIMINAS; Ipatinga, MG.

(22) Membro da ABM e Engenheiro da Belgo-Mineira; Monlevade, MG.

maiores, conforme observei na Áustria, o fundo até agora constitui um problema.

E. da Silveira — Na USIMINAS, no primeiro conversor, temos até agora 40 corridas. Os japoneses não prevêem que venha a existir problema quanto ao fundo. No nosso caso, especificamente nos projetos de primeiros revestimentos, havia uma camada de dolomita no fundo; era dolomita socada, embaixo de tijolos. Em alguns pontos esse revestimento se despregou. No primeiro e no segundo conversores isso não aconteceu.

A. Lima e Silva — Com respeito às observações feitas pelo Eng. Antônio Polonzyk sobre as chuvas, devo dizer que às vezes, no tempo das águas, por precariedade das condições de transporte e mesmo por falta de cuidado dos transportadores, chegamos a receber dolomita molhada. De modo que esse também é um fator importante.

H. P. Guimarães — O seguinte tema a ser abordado versa sobre «Revestimento de fornos elétricos básicos». Pediria ao Dr. Fred Woods Lacerda que abrisse os debates, fazendo um resumo do seu trabalho, já distribuído aos srs. Congressistas. (23)

F. Gnoth — Na Mannesmann, trabalhando com um forno revestido com massa de dolomita socada, misturada com piche, conseguimos mais ou menos resultados que acabam de ser dados. Temos pronto, outrossim, um projeto para passar a trabalhar com blocos de dolomita, e esperamos ser bem sucedidos. Aliás, em experiência feita nesse sentido, com revestimento de blocos de dolomita de dois fabricantes, nossos resultados foram da ordem de 75 corridas, no mínimo, em forno de 40 t.

C. Dias Brosch (24) — Gostaria de saber do Eng. Hans Schlacher se tem alguma experiência com o alcatrão hoje produzido pela Petrobrás.

H. Schlacher — Não temos, mas gostaríamos de experimentar.

M. Kaiser — Em relação ao alcatrão de origem petrolífera, há um problema que não sei se está eliminado; o do excesso de betume, que dá ao piche um teor de carbono fixo maior do que o do piche de origem do carvão mineral. Esse carvão de betume é prejudicial à formação de grafita; depois de queimado o tijolo dentro do conversor, não se produz a cementação.

H. P. Guimarães — Podemos passar ao debate do tema seguinte, que é o da «Aplicação das massas ditas plásticas para soleiras de fornos SM». Pediria à tolerância do Eng. Eurico Bastos para novamente abrir o debate.

E. Bastos — Em 1954, fizemos a primeira soleira de material plástico num forno de Volta Redonda. (*)

A aplicação deste material já é bastante conhecida. Talvez, valesse a pena recordar apenas alguns dos resultados obtidos, relativamente aos atrasos provenientes da reparação de soleiras, que antes da

(23) Publicado neste mesmo Boletim, como II Parte desta Reunião Aberta, sob o título: «Dolomita e sua utilização como refratário na siderurgia».

(24) Membro da ABM e Engenheiro do IPT; São Paulo, SP.

(*) Bastos, Eurico; Braga, Cláudio; Hasek, Mário — «Emprêgo de refratário plástico nas soleiras dos fornos S.M. em Volta Redonda»; ABM-Boletim, volume 15, página 469. Trabalho do XIII Congresso Anual da ABM em 1958.

aplicação do material plástico, totalizavam duas horas ou mais por corrida. O uso do refratário plástico permitiu a eliminação do tempo permitido de reparação de soleira; hoje já temos tido em média, 26, 28 minutos por corrida, e, excepcionalmente, até menos.

Atualmente, estamos fazendo experiências com o refratário plástico nacional que, dentro de certas limitações, ainda um tanto discutíveis, tem propiciado a obtenção de resultados satisfatórios. A grande, a principal razão de ser desse material é, em resumo, permitir aumentar a produção horária dos fornos, principalmente dos de soleira rasa. Com o emprego desse material, tivemos uma grande redução de emprego dos refratários à base de cromo, de dolomita crua e calcinada, e de magnésita. Recentemente, estamos evoluindo para uma nova técnica de reparação de soleira, lançando o material plástico a seco. Ainda não temos resultados conclusivos, porém as primeiras experiências mostraram que é possível a aplicação do material a seco, o que facilita o reparo das soleiras. Com a aplicação desses materiais, temos hoje nos fornos «SM» a possibilidade de fabricar, inclusive, os aços chamados de baixo teor de metalóides, que exigem altas temperaturas de vazamento, e que provocavam grandes desgastes nas soleiras dos fornos.

Não pretendo me alongar mais; queria ainda informar que em Volta Redonda, o refratário plástico está sendo usado no forno elétrico com bons resultados. Muito obrigado.

H. P. Guimarães — Como o Eng. Bastos sintetizou, os chamados materiais plásticos são, na realidade, massas que não têm pega hidráulica e servem para fazer a soleira; fazer a sola como se fazia e ainda se faz com dolomita socada, e servem também para a reparação da sola. Se estou bem informado, tanto o material de confecção da sola, quanto o de reparação, contribui para esse aumento de disponibilidade do forno. De forma que esse material representa, principalmente, uma forma de aumentar a disponibilidade do forno.

Qual o grau de aproveitamento obtido em Volta Redonda, relativamente à capacidade nominal teórica?

E. Bastos — Depende da convenção adotada para a disponibilidade. Usamos em Volta Redonda a convenção americana, na qual o único desconto permitido é o do tempo necessário ao reparo geral do forno. Quer dizer, que os tempos gastos nos remendos, não são deduzidos. A nossa previsão para os fornos admite uma disponibilidade de 92% a 94%. Anteriormente, esta disponibilidade era de 82% a 86%. Mas, não foi só o material de soleira que propiciou a melhoria, pois outros melhoramentos foram introduzidos no forno, inclusive o da abóbada básica, da qual já falamos.

H. P. Guimarães — O forno SM está perdendo terreno para o LD. Gostaria de saber se há alguém que queira salvar o SM e dizer algo a respeito. (*)

F. W. Lacerda — Existem dois gráficos no meu trabalho que foi distribuído, pelos quais se verifica que mesmo nos Estados Unidos, na United States Steel, prevê-se realmente um declínio de produção de aço SM, mas não a ponto de desaparecer tão depressa. Apenas em 1970 a curva de produção de aço pelo SM atingiria o seu máximo. Está na ordem de 1×10^7 ; no Brasil, fizemos um pequeno gráfico no qual aparece a produção total, subindo como se espera e como está pre-

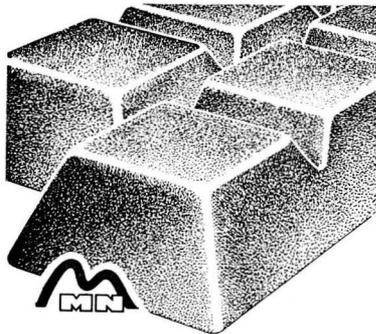
(*) Visconti, Guido — «O desenvolvimento dos fornos S.M. e sua posição na siderurgia moderna»; ABM-Boletim, volume 18, página 891.

visto, tão rapidamente quanto nos Estados Unidos e outros países, a parcela de produção pela qual é responsável o LD. Acredito que tanto quanto nos Estados Unidos, o SM seja ainda um forno muito fácil de manter-se por muitos anos, principalmente num país de economia como a nossa.

E. Bastos — Não quero defender o forno «SM», mas gostaria de dizer que as usinas que possuem esses fornos, para eles tem hoje novas perspectivas de aumento de produção pela transformação de um forno «SM» em dois do tipo «LD, conforme projeto da SUNBEAM, antiga Loftus Engineering Co., que está transformando fornos SM em LD no Canadá e nos Estados Unidos, com o nome de «Dual hearth furnace». A firma MAERZ européia, está fazendo o mesmo, com o nome de «Tandem furnace».

H. P. Guimarães — Essa transformação de um forno SM em dois LD coincide com algo que li faz pouco tempo; seria uma parede vertical que divide em dois o forno, com a instalação de uma lança de oxigênio de cada lado. Isso é um processo de salvamento?

E. Bastos — É um aperfeiçoamento. Estão sendo instalados na WEIRTON, nos Estados Unidos e no Canadá, usando abóbadas básicas.



FERRO-
NIQUEL

(Fe Ni)

PARA LIGAS DE NIQUEL
EM LINGOTES
OU GRANULADO

PRODUZIDO PELA
MORRO DO NIQUEL S.A.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO

BRASIMET

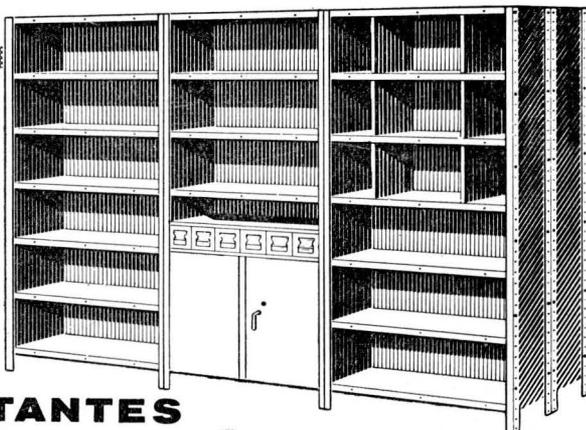
COMERCIO E INDÚSTRIA S. A.

PCA. DA REPUBLICA, 497 - 8.º ANDAR
FONE: 37-3176 - SÃO PAULO - 2
RIO DE JANEIRO: AV. PRES. WILSON, 165
C. P. 1820 - FONES: 52-2160. - 52-2168

ROSANIS

1003

a maneira mais funcional de
armazenar qualquer produto...



**ESTANTES
DES-MON-TÁ-VEIS**

FIEL



- infinita variedade de combinações
- adaptáveis para qualquer recinto

MÓVEIS DE AÇO FIEL S.A.

RUA XAVIER DE TOLEDO, 157 — Tel. 37-7551

FILIAL RIO DE JANEIRO:

RUA NILO PEÇANHA, 26 - 10.º ANDAR
— Telefones: 32-8120 e 42-8818