

REUNIÃO ABERTA

S Ó B R E

PRÁTICAS DE LINGOTAMENTO ⁽¹⁾

Presidente da Mesa: *Eng. José Rossi Junior*

Membros da Mesa: *Engs. Gil Guatemosim e
Renato F. R. Azevedo*

J. Rossi Junior ⁽²⁾ — Para orientar os debates e dadas como dispensáveis considerações gerais sôbre o importante tema, procurarei orientar os debates em tôrno dos oito tópicos seguintes, desdobráveis quando o caso: Terminologia; Caçambas; Lingoteiras; Lingotamento direto e indireto; Cabeças quentes; Estripamento; Qualidade dos lingotes e Economia.

Abro os debates sôbre o primeiro item:

1 — TERMINOLOGIA

Todo o Plenário, que naturalmente conhece diferentes usinas, deve ter observado que, nas práticas de lingotamento, variam muito as designações correntemente aplicadas. De modo que, aproveitando esta oportunidade, gostaria de lembrar a conveniência de se nomear uma Comissão que ficaria incumbida, até a realização do próximo Congresso, de organizar uma terminologia homogênea para os têrmos técnicos de lingotamento.

Citarei, a título ilustrativo, alguns exemplos de têrmos que não estão ainda bem definidos. O que vem a ser *vazamento*, *lingotamento* ou *lingotagem*? Temos usado êsses têrmos com diferentes acepções, sem restrição de sentido. Em São Paulo é comum chamar-se de *vazamento* a operação de enchimento das lingoteiras. Nós, em ACESITA, achamos que quando há "*vazamento*" nos lingotes é porque o aço está vazando por baixo da lingoteira. Outro têrmo é o que se refere, por exemplo, à válvula da caçamba. Uns chamam-na de *válvula*, própria-mente dita, outros de *bucha*. Na ACESITA é comum dizer-se *vazador*. Na BELGO-MINEIRA agora é *válvula*, mas antigamente era *buzeta*. Outro têrmo que ainda não se definiu é o lingotamento *em placa* ou *pelo fundo*. Os têrmos *panela* e *caçamba* também pedem definição.

(1) Realizada por ocasião do XIV Congresso Anual da ABM; Belo Horizonte, julho 1959.

(2) Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista e Diretor Industrial da Cia. Aços Especiais Itabira, Acesita, MG.

Trata-se de uma sugestão. Gostaria de saber se o Plenário concorda com a nomeação de uma comissão da ABM que fique incumbida de padronizar, no decorrer deste ano, os termos de lingotamento.

R. F. Azevedo (3) — Acho a idéia muito boa, porque quanto mais falarmos na mesma língua, melhores possibilidades teremos de nos entender. Não só quanto à Metalurgia, como quanto às outras técnicas que estão em contacto conosco, como a de refratários.

J. Rossi Junior — Além dos termos correspondentes a peças e equipamentos, em muitos casos a própria definição de certos conceitos se faz necessária. Que vem a ser *temperatura de corrida*? Alguns tomam-na como temperatura do primeiro jato saído do lingotamento. Pode ser também a última temperatura, ou a tomada no forno antes da corrida.

Gostaria que o Eng. Renato Azevedo sugerisse nomes que poderiam ser indicados para a "Comissão de Padronização de Terminologia", lembrando a conveniência de nela participarem representantes das diferentes regiões.

R. F. Azevedo — Poderíamos deixar registrado este desejo, que parece ser unânime; a ABM, levando em consideração esta necessidade, entraria em contacto com as diferentes Secções Regionais, que designariam representantes especializados no setor. Constituídos em Comissão, preparariam um trabalho preliminar, o qual seria submetido à apreciação dos demais.

Na Cia. Siderúrgica Nacional, quando começámos os trabalhos de montagens em 1942, notámos essa necessidade e elaborámos um glossário inglês-português, o qual foi publicado em "ABM-Boletim" e prestou bons serviços (*).

J. Rossi Junior — No futuro poderemos mesmo chegar a um dicionário de termos técnicos e de seus equivalentes noutras línguas. No momento, entretanto, julgo preferível restringirmo-nos à unificação de termos e conceitos das práticas nacionais, apenas em português.

R. F. Azevedo — O objetivo é este: chegarmos a um dicionário. Se atacarmos o problema gradualmente, deveremos lá chegar. Essas tentativas podem ser simultâneas: assim, enquanto um grupo de elementos de aciaria pode fazer a parte de lingotamento, outro, de alto forno, pode atacar seu setor.

J. Rossi Junior — A questão da terminologia, portanto, parece não haver suscitado debates, havendo opinião unânime.

(3) Presidente da ABM e Diretor Industrial da Usina de Volta Redonda da CSN; Volta Redonda, RJ.

(*) Ver: Companhia Siderúrgica Nacional — "Vocabulário Técnico de termos empregados em usinas siderúrgicas" — "ABM-Boletim", número 2, volume 2; número 3, volume 2; número 4, volume 2; número 5, volume 3. Ver ainda: "Vocabulário Técnico: definições de termos empregados em metalurgia" — "ABM-Boletim", volume 5, páginas 211, 230, 242 e 699.

2 — CAÇAMBAS

Entramos num assunto de importância no lingotamento, que é a questão de *caçambas*; sugiro dividi-lo em duas partes: *revestimento das caçambas*; *tampões e válvulas*.

Quanto ao *revestimento das caçambas*, é possível considerá-lo quanto à espessura e quanto à forma e dimensões das peças refratárias aplicadas.

No tocante aos *tampões e válvulas* seria oportuno tentar uma padronização de tipos e dimensões, que ainda não existe em nossa indústria siderúrgica. Importante também discutir a questão da refratariedade relativa entre tampão e válvula.

Hélio Guimarães (4) — Como representante de uma fábrica de refratários, talvez fôsse mais interessante que nos manifestássemos sobre a influência da espessura do refratário no seu comportamento. Acreditamos que o assunto seria abordado com mais propriedade pelos que trabalham nas aciarias e que podem, por isso mesmo, mencionar as espessuras. Temos a fabricação de caçambas padronizadas.

G. Visconti (5) — A espessura do revestimento de nossas caçambas é de 4,5 polegadas na parte superior e 6,75 polegadas na parte inferior. A capacidade das caçambas em questão é de 30 t para as caçambas da aciaria LD e 40 t para as da SM.

R. F. Azevedo — Em Volta Redonda usamos duas camadas de refratários. A parte interna resiste de 8 a 10 corridas.

Fritz Gnoth (6) — Quando começamos a nossa aciaria, importamos tijolos (juntamente com a primeira remessa do material de estrutura metálica) para as caçambas de 25 t. Adquirimos depois tijolos refratários da *São Caetano* e da *Magnesita*, e estudamos quais os que mais se aproximavam dos que importamos da Alemanha. Encontramos no Brasil os tipos de tijolos habituais da Belgo-Mineira. Praticamente nós temos melhores experiências com estes. São de 4,5 polegadas e estão suportando de 30 a 35 corridas. Normalmente, a camisa de 30 mm junto à chapa fica e o revestimento de desgaste é renovado com tijolos tipo CA 1 até CA 9.

J. Rossi Junior — É interessante observar, logo de início, que variam bastante as práticas adotadas nas usinas nacionais. Gostaria de ouvir o depoimento do Eng. Penha Cysne, da Acesita.

J. P. Cysne (7) — O nosso revestimento é ainda mais grosso no fundo. Começa com 4½" e chega no fundo com um bloco de 9 polegadas e mais a placa que serve de camisa para o revestimento. Nós não fazemos barreamento algum. A placa de uma polegada é feita em Acesita mesmo. Como trabalhamos somente com duas escórias nos for-

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

(5) Membro da ABM; Engenheiro da Usina de Monlevade da CSBM; Monlevade, MG.

(6) Membro da ABM; Engenheiro da Cia. Siderúrgica Mannesmann; Belo Horizonte, MG.

(7) Membro da ABM; Engenheiro da Cia. Aços Especiais Itabira; Acesita MG.

nos elétricos, a vida do refratário da çaçamba é possivelmente afetada pela maior agressividade da escória redutora.

J. Rossi Junior — Parece que há uma dupla corrente quanto à espessura de revestimento a ser adotada. Há possibilidade de adotar um revestimento menos espesso, com vida mais curta, ou mais espesso, com vida prolongada. Naturalmente o melhor revestimento será o que redunde em maior economia.

A economia no consumo de refratários de çaçamba por tonelada de aço tem um significado muito relativo. Nas çaçambas barreadas, por exemplo, êsse consumo tem que ser decisivamente menor. Fica, porém, comprometida a pureza do aço, quanto a inclusões não metálicas, com apreciável repercussão sôbre a economia geral. O Eng. Guimarães tem alguma observação mais a respeito do revestimento de çaçambas?

H. Guimarães — Na prática usual o revestimento, em média, é de 2,5 a 3 polegadas, para çaçambas de 20 t. Os índices apontados são os melhores, mas entendemos a média em torno de 16 a 17.

J. Rossi Junior — Há mais alguém que deseja manifestar sua opinião, ou que pudesse, pelo menos, dar um critério mais ilustrativo de qual a espessura a ser adotada?

J. Wscieklica ⁽⁸⁾ — Também se faz oportuna a questão da temperatura do aço vazado na çaçamba, mas creio que seria um outro tópico dos debates.

Fritz Gnoth — Acho que é difícil fazer-se uma padronização da espessura da çaçamba, porque existem diversos tipos de aço, de aciaria, de escória e diversos metais.

J. Rossi Junior — Não me referi à padronização, mas a um possível critério, para adotar um revestimento mais ou menos espesso.

Hans Schlacher ⁽⁹⁾ — Alguém tem experiência sôbre revestimentos socados?

J. Rossi Junior — Essa prática é bastante difundida na Europa; mas, mesmo ali variam bastante as opiniões. Posso citar um exemplo: vi, em duas alas de uma mesma aciaria, e apenas com administrações diferentes, duas práticas opostas: çaçambas monolíticas e çaçambas revestidas de tijolos. Isso para fornos que faziam o mesmo tipo de aço.

Os prós e contras a respeito do revestimento na aciaria a que me referi eram os seguintes: os que eram favoráveis ao revestimento monolítico diziam que o mesmo era mais barato, com "areia" e mão-de-obra. Já os outros achavam que o revestimento monolítico fica muito na dependência do esmero com que é executado, podendo apresentar deficiências localizadas que inutilizam a panela inteira. Com tijolos, em geral, isso não ocorre.

R. F. Azevedo — O Engenheiro-Chefe de nossa aciaria ficou bem impressionado com o uso de revestimentos monolíticos, que viu na Bélgica e norte da França.

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

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

G. Visconti — Estudamos êsse assunto e vimos êsse sistema de socar caçambas na Europa. O fundo da caçamba é de tijolos; na parte superior há duas camadas de tijolos para resistir ao ataque da escória. O preço da importação (incluindo impôsto alfandegário) é duas vêzes maior do que o preço de revestimento feito com tijolos de chamote nacionais. A resistência do revestimento de caçambas socadas a que me referi é de 25 a 30% superior.

J. Rossi Junior — Nas aciarias da Alemanha, a «areia» para socamento de caçambas é importada e custa cêrca de 110 marcos por tonelada, ao passo que o tijolo custa aproximadamente 170 marcos por tonelada.

Fritz Gnoth — Gostaríamos de falar de experiências que tivemos com êsse material da Alemanha. Dizem que suportou o mesmo número de corridas que os tijolos de lá.

J. Rossi Junior — Como já disse, êsses revestimentos são mais baratos, muito interessantes, mas exigem mão-de-obra especializada. Um ponto da caçamba mal socado pode inutilizar todo o revestimento. A duração da caçamba era a mesma nas duas práticas — de 12 a 15 corridas. Quanto ao desgaste, porém, não consegui obter números exatos.

Orlando Barbosa ⁽¹⁰⁾ — Voltando ao revestimento de painéis com tijolos, acho que sua vida é definida pelo desgaste do material refratário e, também, pela estrutura de assentamento dos tijolos. O término de vida do revestimento da panela deve ser determinado, ao mesmo tempo, pelos dois fatores acima: desgaste dos tijolos e falhas na estrutura. A espessura do revestimento que assegure êsses fatores, fixadas as características dos tijolos, deve ser a mais econômica.

Hélio Guimarães — O preço do revestimento da caçamba é hoje em dia da ordem de Cr\$ 7,00/kg de tijolo. O revestimento a que o Dr. Fritz se referiu é fruto de uma padronização com a Belgo-Mineira e, também, com as usinas de Divinópolis. Com relação aos materiais de revestimento monolítico, o mais vantajoso e o que mais tem sido aprovado é o material belga; seu custo é da ordem de US\$ 80,00/t, o que representa Cr\$ 12.000,00/t na origem. Aqui, isso representaria o dôbro, ou seja três vêzes mais que o tijolo. Para uma conclusão sôbre o assunto, poderia dizer que o material deveria ser fabricado no Brasil, ou então abandonada a idéia, porque êle não tem duração três vêzes maior.

R. F. Azevedo — Posso adiantar que o nosso Engenheiro de aciaria trouxe informações de resultados práticos que confirmam, em parte, a informação do representante da Magnesita. A vida dos revestimentos é, de um modo geral, dupla. Temos dados experimentais de várias aciarias da França.

J. Rossi Junior — Êsses dados são bem superiores aos que obtive na Alemanha. A informação que lá obtive foi de que a duração era idêntica para os dois tipos de revestimento.

R. F. Azevedo — Temos intenção de experimentar, em nossas painéis de 200 t, o material belga.

(10) Membro da ABM; Engenheiro da Usina de Volta Redonda da CSN; Volta Redonda, RJ.

J. Wscieklica — Os dois materiais examinados têm o mesmo ligante?

R. F. Azevedo — Examinámos o material belga e verificamos ser uma areia natural.

H. P. Guimarães — Pela nossa análise, tem quase 4% de perda ao fogo. Como parece não ter água, creio tratar-se de uma substância orgânica que lhe é adicionada.

J. Rossi Junior — Seria o caso de levantarmos um outro problema, uma vez que a "areia" importada custa mais caro que o tijolo nacional. Seria exequível obter um material para socamento com areias ou misturas nacionais, em condições econômicas?

Hélio P. Guimarães — Estamos estudando êsse problema, com o intuito de obter material mais barato e talvez melhor.

Fritz Gnoth — Considero fator importante, nesta tendência na Europa e nos Estados Unidos do uso de caçambas com revestimento monolítico, a questão da mão-de-obra. Em relação a êles, a nossa não é tão especializada. Pelo que creio que ainda é mais barato o uso de tijolos refratários.

J. Rossi Junior — Penso que poderemos passar agora a discutir as características técnicas dos refratários (tijolos) aplicados no revestimento de caçambas: teor de alumina, refratariedade, porosidade e outros dados específicos. Gostaria de ouvir, neste particular, a opinião de Volta Redonda, porque sei que, desde há muito, mantém estreita colaboração com fabricantes de refratários, especialmente com a Cerâmica São Caetano, tentando introduzir novos tipos de refratários para caçambas. Refiro-me a tijolos.

Fritz Gnoth — O especialista da Mannesmann, que fêz alguns testes nas diversas fábricas, não está presente. Posso dizer que a porosidade tem uma certa influência. Os primeiros tijolos, importados, são prensados a seco; com êles até agora conseguimos os melhores resultados. Não recebemos ainda os novos tijolos.

J. Rossi Junior — Penso que caberia agora ouvir os fabricantes de refratários.

H. P. Guimarães — No que todo mundo concorda é que o refratário deve ser de baixa porosidade. Aliás, estamos realizando experiências na Mannesmann com refratários de baixa porosidade, enquanto que os nossos refratários comuns são da ordem de 24 a 25% de porosidade. Sobre o teor de alumina não há acôrdo. Há escolas, principalmente a inglesa, que acreditam em refratários de baixo teor de alumina. A refratariedade dos tijolos na caçamba parece que não é essencial. Passa a sê-lo acima de um certo limite.

Felippe J. V. A. Francheschini ⁽¹¹⁾ — O que se pode ler na literatura especializada é que são usados refratários com composições as mais variadas.

(11) Membro da ABM; Engenheiro da Cerâmica São Caetano S.A.; São Paulo.

As propriedades físicas, muitas vezes, são tanto ou muito mais importantes do que a composição química.

Em vários países, utilizam-se correntemente materiais com 42% ou mais e outros de baixíssimo teor de alumina; uns de refratariedade muito elevada e outros de baixa refratariedade. Assim, sobre o assunto, existe a maior discrepância de opiniões.

Parece de consenso unânime que a espessura tem uma importância muito grande sobre a vida do revestimento. Quando se passa de um revestimento de 4,5 polegadas para outro revestimento de 3 polegadas, para utilizá-los até 1 polegada em média, de espessura, tem-se redução na percentagem do material realmente aproveitado, de 78% para 67%. Parece haver coincidência de opiniões sobre a capital importância da porosidade. Quanto aos refratários expansivos, dos quais tanto se fala, muitas vezes são de baixa refratariedade. Eles têm a propriedade de, aquecidos pelo banho metálico, terem uma certa expansão superficial, fechando as juntas que, muitas vezes, são caminhos preferenciais de ataque. É muito possível que não seja somente esta a razão do seu sucesso, havendo outras razões ainda mal evidenciadas.

R. F. Azevedo — O Dr. Franceschini pensa que se poderia obter vitrificação na panela? Seria um efeito muito desejável.

F. Franceschini — Parece que a «vitrificação» superficial dos refratários não seja essencial. Temos visto algumas caçambas apresentarem um aspecto muito liso e uniforme no seu interior e, nem por isso, se desgastarem menos rapidamente. Fôra de dúvida é que a homogeneidade do material refratário é essencial para um bom resultado. Se tal não se der haverá pontos preferenciais de ataque que comprometem a vida de todo o revestimento.

R. F. Azevedo — Para os metalurgistas não é somente o problema econômico que tem importância. Há o problema da própria qualidade do aço, a qual pode ser alterada por um desgaste excessivo da panela. Isso é muito importante. Quanto maior fôr o desgaste, maior será a possibilidade de inclusões não metálicas.

F. Franceschini — Eventualmente essa possibilidade dependerá não só do volume desgastado mas também da forma pela qual se comportam os grãos que se desprendam dos refratários.

G. Visconti — O fator determinante da vida dos revestimentos é a sua porosidade. Trabalhamos com tijolos de argila de cerca de 38% de alumina. O aquecimento rápido da caçamba pode estragar a superfície do tijolo. As caçambas em uso não podem ser resfriadas bruscamente.

J. Penha Cysne — Concordo com tudo que foi dito. Quanto mais baixa é a porosidade e maior fôr a refratariedade, tanto melhor. Nós temos experiência com tijolos da Cerâmica São Caetano S.A., marca "AA"; da Magnesita S.A., marca "RO" e já usámos os de João Pinheiro, de refratariedade mais baixa. Parece que todos estes refratários são próprios para caçambas.

J. Rossi Junior — Parece que, realmente, o assunto de qualidade de refratários para caçambas é controvertido. Há resultados semelhantes com refratários diferentes.

L. Barzaghi ⁽¹²⁾ — Penso que a influência da porosidade na vida dos refratários de caçamba mereça ser melhor realçada. Recentemente, participando do V Congresso da Associação Brasileira de Cerâmica, tive a oportunidade de relatar um trabalho (*), feito na Inglaterra, na Usina de Abbey da Steel Co. of Wales, realizado com a intenção de verificar a correlação entre a vida dos refratários nas caçambas da usina e seus característicos determinados em laboratório. Os estudos estatísticos incluíram 1.999 revestimentos em caçambas de 200 a 300 toneladas. Os característicos determinados foram a porosidade, a resistência ao choque térmico, a permeabilidade, e o teor em Al_2O_3 . A porosidade mostrou correlação nítida com a vida do refratário, confirmando a conveniência de empregar refratários de baixa porosidade. O teor em Al_2O_3 mostrou ter uma influência de interpretação bem mais complexa e menos segura; os demais resultados de ensaios não puderam ser correlacionados com a vida do revestimento. Essas experiências incluíram 12 marcas diversas de refratários, mas nenhum do tipo conhecido como expansivo.

J. Rossi Junior — Penso que agora poderíamos passar para um assunto que certamente apresenta o maior interesse prático: o da possibilidade de padronizar a *forma* e as *dimensões* das peças refratárias aplicadas nas caçambas. Gostaria de ouvir a opinião do Eng. Franceschini sobre essa possibilidade.

F. Franceschini — Acho de toda oportunidade o tema da Presidência, porque um dos problemas com que lutam os fabricantes de refratários nacionais é justamente o da falta de padronização. No Brasil, de um modo geral, usam-se as medidas de tijolos habituais nos Estados Unidos, isto é, tijolos *retos*, *arcos* e *cunhas* de 9 por 4,5 polegadas, ou o equivalente em milímetros. Para substituir as *aduelas*, que são peças curvas de difícil fabricação mecanizada, tem-se utilizado *arcos* especiais de 2½" ou 3" de espessura e sempre com as mesmas dimensões básicas de 9"×4,5". O emprêgo dessas peças nos revestimentos das caçambas, é habitual na Cia. Siderúrgica Nacional e em muitas outras usinas, mas não está tendo aceitação geral, especialmente em Minas Gerais, onde se usam também peças maiores, o que não parece muito consoante com as tendências modernas, inclusive para mais facilmente ser conseguida baixa porosidade.

J. Rossi Junior — O senhor julga ser o padrão básico de 9"×4,5"×3" o mais conveniente para caçambas?

F. Franceschini — Sem dúvida alguma, para os revestimentos de 3" ou de 4,5" de espessura; para os revestimentos de 6" poderá ser usado o padrão de 9"×6"×3".

Mauro Mariano Silva ⁽¹³⁾ — A discussão está girando em torno de uma panela circular, empregando-se *aduelas*; como as painéis da Aciaria de Volta Redonda são aproximadamente elípticas, usamos *arcos* e tijolos *retos*.

(12) Membro da ABM; Licenciado em Química pela FFCL da USP; da Cerâmica São Caetano; São Paulo.

(*) G. M. Workman — Assessment of ladle firebrick quality and performance Trans. Brit. Ceram. Soc., 57(9), 551-572 (1958). Ver também *Cerâmica*, 5(18), 11-17 (1959).

(13) Membro da ABM; Engenheiro da Usina de Volta Redonda, da CSN, Volta Redonda, RJ.

J. Rossi Junior — Mesmo que seja circular, sempre será necessário recorrer a uma mistura de *arcos* e tijolos *retos*.

F. Franceschini — Ainda há o problema da conicidade das painelas, que pode ser atendida, intercalando-se *retos* e *radiais*, para os revestimentos de 3" de espessura ou *arcos*, *retos* e *cunhas* para os de 4,5" ou 6".

J. Rossi Junior — Em resumo, o que pensa o Eng. Franceschini quanto à possibilidade de padronizar algumas formas e dimensões para tijolos de caçamba?

F. Franceschini — Parece assunto dos mais oportunos e relativamente simples, desde que se faça um esforço em comum.

Hélio Guimarães — Na verdade, Volta Redonda já tem, podemos dizer, uma padronização, pois que reveste a painela com um número relativamente pequeno de tijolos. Aqui em Minas já existe uma padronização, em parte diferente, dentro da qual estão a Mannesmann, bem como a Belgo-Mineira e outras. Poder-se-ia constituir na ABM uma comissão de padronização do revestimento da painela, pròpriamente dito, uma vez que estamos chegando à conclusão, pelo menos em Minas, da necessidade da padronização. Não sei como é encarado o assunto em São Paulo.

F. Franceschini — De um modo geral há também em São Paulo uma tendência muito forte para a padronização, que sempre temos procurado estimular, para benefício comum.

J. Rossi Junior — No caso de organizar-se uma comissão, seria para padronizar todos os refratários de lingotamento?

Hélio Guimarães — Acho que se padronizássemos luvas, tampões, válvulas e revestimento da painela, já teríamos dado um grande passo.

J. Rossi Junior — Tenho a impressão de que poderíamos simplificar muito o problema se, de início, adotássemos uma padronização estrangeira. Com pequenas variantes, tôdas as aciarias trabalhariam dentro de uma mesma especificação. Não seria possível adotar, por exemplo, a Norma alemã?

Hélio Guimarães — Quanto às luvas não vejo problema na sua padronização, que seria muito fácil. Quanto aos tampões já é mais difícil, porque depende da fixação desejada; o mesmo se dá com as válvulas. Essa comissão proporia uma padronização de comum acôrdo com os fabricantes de refratários para as usinas operarem.

J. Rossi Junior — A Acesita, como tôdas as usinas, tem problemas de suprimento de refratários. De modo que, não raramente, já tem recorrido a outras usinas para empréstimo ou troca de refratários em horas difíceis. Desejaríamos padronizar dentro daquilo que já temos mais ou menos padronizado em nosso caso particular; mas, procurando-nos aproximar da Norma alemã, já temos conseguido com a Mannesmann uma uniformidade bastante grande de refratários para lingotamento.

Hélio Guimarães — É possível padronizar, mas padronização simples não existe. Tem que cobrir um grande campo.

J. Rossi Junior — Vamos ouvir a opinião do representante da Manesmann.

Fritz Gnoth — Acho mais fácil, como disse o Dr. Hélio, começarmos com um ou dois itens e, depois, formar uma Comissão. Começar com as luvas e depois passar para as caçambas; muitas usinas gostarão dessa padronização. Mais tarde, então, padronizaremos outros materiais.

J. Rossi Junior — Não seria melhor que os fabricantes apresentassem questionários aos consumidores, abordando o assunto?

F. Franceschini — Com relação às luvas, já fizemos essa experiência. Alguns meses atrás tínhamos 27 tipos de luvas em fabricação. Não era possível continuar nessa situação e fizemos uma tentativa de padronização que foi proposta a todos que nos consultavam para novos pedidos. Encontramos quase sempre pronta aceitação dos padrões propostos.

Em outros casos foi-nos difícil convencer os consumidores de que para eles era indiferente colocar algumas luvas a mais ou a menos, ou alterar um pouco o seu diâmetro.

A questão do comprimento máximo das luvas, para as usinas não tem maior importância, mas para os fabricantes, dependendo do equipamento disponível, é essencial para a fabricação mecanizada. De um modo geral houve boa aceitação das nossas propostas. Deveríamos fazer inicialmente somente a padronização das peças de maior consumo, deixando as demais para outra ocasião.

G. Visconti — Estudei a padronização dos refratários e pude constatar que há muitos tipos de tijolos standardizados na Europa e nos Estados Unidos. A experiência desses produtores de aço nos pode ser de grande valia. Mas a padronização é, em última análise, assunto da competência dos consumidores de tijolos, porque cada siderúrgica tem suas características próprias, seja no método de lingotagem, tipo de caçamba, etc., seja na construção de fornos, que exigem dimensões especiais para os tijolos. A contribuição das fábricas de tijolos limita-se à qualidade do produto e constância das dimensões dos refratários.

F. Franceschini — A padronização dos formatos e dimensões dos refratários é um assunto já estudado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, Secção Regional de São Paulo e publicado como Anteprojeto de Normas para receber sugestões, sob o título "Padronização de Peças Refratárias de Faces Planas P-PB-24" (*).

G. Visconti — Acho muito difícil padronizar certos tijolos no Brasil. Por exemplo, existem aciarias produzindo lingotes de 1 a 8 t, com fornos de capacidade de 10 a 200 t. Destas diferenças decorrem grandes dificuldades na standardização, porque as dimensões dos tijolos têm que se conformar às condições da produção.

J. Rossi Junior — Seria possível, por exemplo, padronizar as dimensões externas da secção dos canais, digamos, em 80×80. Só com isso já seria obtida grande vantagem para os fabricantes e os consumidores.

(*) V. Boletim da Associação Brasileira de Normas Técnicas; janeiro-fevereiro 1957.

Qual seria o processo mais viável para se chegar a um entrosamento entre os consumidores e os fabricantes de refratários? Partindo a iniciativa dos consumidores ou dos fabricantes? Seria viável uma proposição conjunta, partindo dos fabricantes?

Mauro M. Silva — Quero lembrar que existe uma Comissão de Refratários dentro da ABNT, que estuda justamente o que estamos discutindo aqui. Essa Comissão começou a estudar métodos para o ensaio de refratários, normas de dimensões e, se não me engano, agora está na parte de especificações. Acredito que qualquer iniciativa sobre normalização deva ser encaminhada através da ABNT, que é entidade oficial, de âmbito nacional, com 30 anos de vida.

J. Rossi Junior — Compareci a diversas reuniões dessa Associação, e lá não se falava nesses casos particulares.

J. Rossi Junior — O Dr. Renato Azevedo acha viável a sugestão que já formulei?

R. F. Azevedo — Acho-a viável. Perfeitamente possível, como nós acabamos de verificar com respeito à terminologia. É uma atividade que está perfeitamente dentro dos objetivos desta Associação, mesmo como colaboração para a ABNT.

F. Franceschini — A Comissão de Refratários da ABM poderia congregar os fabricantes de refratários e propor uma padronização, solicitando depois a crítica dos consumidores.

J. Rossi Junior — Há alguma sugestão mais oportuna? Algum dos presentes deseja dizer mais alguma coisa a respeito?

J. Penha Cysne — A Acesita, sob a influência dos alemães, começou a aplicação de refratários com especificações da DIN. Esse problema citado há pouco (o de que usinas diferentes talvez não pudessem usar uma mesma especificação) creio que não existe, porque estão previstas nas especificações formas muito variáveis.

J. Rossi Junior — Creio que, quanto à tentativa de padronização, já foi dito o suficiente. Quero passar agora à parte relativa aos tampões e válvulas, principiando pelas características de qualidade. Gostaria que o Eng. Penha Cysne desse algumas informações a respeito.

J. Penha Cysne — Atualmente, temos a tendência de passar para a grafita e de termos o tampão sempre mais refratário do que a válvula. A última partida de válvulas que recebemos, por uma questão comercial, era de alta refratariedade e tivemos dificuldades, porque o tampão não fechava bem. A válvula sendo altamente refratária não se amolda ao tampão durante o lingotamento.

J. Rossi Junior — A Mannesmann não tem confiança nos tampões de fabricação nacional?

Fritz Gnoth — Temos confiança, dado que estamos fazendo experiências com eles. A primeira experiência não deu muito certo, mas com tampões de grafita da Magnesita S.A. temos tido bons resultados.

J. Rossi Junior — Com relação a tampões e válvulas, há outro aspecto que há muitos anos vem sendo debatido. Trata-se da refratarie-

dade relativa de ambas as peças. Gostaria de saber se, a esta altura, já existe unidade de pensamento.

F. Franceschini — Há opiniões discrepantes. Trabalhos americanos mostram que, de um modo geral, há válvulas tanto de alta como de baixa refratariedade. Algumas trabalham num estado quase termo-plástico.

J. Rossi Junior — Já se definiu, pelo menos, que o tampão deve ser mais refratário?

F. Franceschini — Não se fala em tampões de baixa refratariedade. Mas fala-se de válvulas de baixa refratariedade, porém não como uma condição necessária.

J. Rossi Junior — A Magnesita S.A. poderia prestar algum esclarecimento a respeito das qualidades dos tampões silico-aluminosos ou de grafita?

Hélio P. Guimarães — Não existe um consenso firmado. Em geral a válvula é menos refratária que o tampão. Quanto à composição, é variável. O tampão de grafita dá maior margem de segurança.

J. Rossi Junior — Volta Redonda tem alguma experiência a esse respeito?

R. Frota Azevedo — Começamos com uma panela menor, de 6 t. Nela temos obtido bons resultados com esses tampões nacionais de grafita.

J. Rossi Junior — Quanto à questão tampões e válvulas, a Belgo-Mineira não tem alguma experiência específica?

A. Primorac — Posso afirmar que em Sabará fabricamos os tampões e válvulas.

3 — LINGOTEIRAS

J. Rossi Junior — Creio que podemos passar ao terceiro tópico dos nossos debates: lingoteiras. Dividimo-lo em três itens: 1) quanto à forma, tipo e dimensões; 2) quanto à vida; 3) quanto à preparação e temperatura de uso.

Na discussão da *forma* de lingoteira a ser adotada, parece-me indispensável lembrar que a escolha depende, antes de tudo, da qualidade do aço. Quanto às *dimensões*, ficam na dependência das demais instalações da usina, pois são estas que definem o tamanho do lingote e, conseqüentemente, as dimensões internas principais da lingoteira. Trata-se de discutir, portanto, não as dimensões absolutas, e sim as dimensões relativas. Assim, seria oportuno comparar dados de conicidade e esbeltez interna da lingoteira, este último índice sendo definido pela relação entre a altura e o maior diâmetro (ou lado) do corpo do lingote. Finalmente, seria interessante discutir o peso da lingoteira relativamente ao lingote.

Volta Redonda poderia apresentar algum esclarecimento a respeito desse assunto?

W. Kryvickyj (14) — Falando sobre «vida das lingoteiras», necessário é em primeiro lugar estabelecer porque a lingoteira é sucutada por fenda ou por queima. Definida a razão do sucatamento, preciso é estabelecer o tipo de ferro fundido para a lingoteira, sua espessura e conicidade. Nossa experiência e também o trabalho que apresentámos hoje, mostram que o principal problema é o da grafitização do ferro fundido empregado (*). Em caso da lingoteira ter sido sucutada devido a trincas ou fendas, necessário se torna maior grafitização do ferro fundido. Por outro lado, se a lingoteira é sucutada por queima, então menos grafitizado deve ser o ferro.

O problema da espessura é função da grafitização, isto porque no caso de ser empregado material menos grafitizado, necessário se torna maior espessura, e vice-versa.

Também a conicidade deve ser adequada: 2 a 3% para facilitar o estripamento.

Outro problema que muito influi na vida das lingoteiras é o das tensões internas. Quando vazadas, há grandes choques térmicos, os quais desenvolvem enormes tensões internas nas paredes das lingoteiras. Também em conseqüência do crescimento do ferro fundido, temos ainda maiores tensões internas. No entanto, a adequada microestrutura do ferro fundido pode absorver parte das tensões desenvolvidas, aumentando conseqüentemente a vida das lingoteiras.

Finalmente, muito favorecem a maior vida, as condições das paredes internas, as quais devem ser bem lisas.

J. Rossi Junior — Gostaria de saber se em Volta Redonda, onde fazem um número relativamente pequeno de tipos de aço, foram para eles estudadas espessuras diferentes de parede das lingoteiras, e qual o efeito disso sobre o consumo.

W. Kryvickyj — Nós temos, praticamente, as mesmas espessuras em nossas lingoteiras. Variando a espessura, é necessário pensar nas possíveis variações do material empregado.

J. Rossi Junior — Qual a relação entre o peso da lingoteira e o peso do lingote?

E. Grees — Em torno de 1,3. Depende do tamanho do lingote; para os maiores, menor relação.

G. Visconti — Na Belgo-Mineira fundimos em lingoteiras de vários pesos. A nossa média da relação citada é de 1,1. O maior desgaste de nossas lingoteiras é devido mais a queimaduras do que a rachaduras. Quanto à conicidade, cada lado tem 2%; são bastante cônicas para se retirar o lingote de 3 toneladas. Não foi verificada nenhuma influência maléfica dessa conicidade sobre o lingote.

Fritz Gnoth — Na CSN temos um só tipo de lingoteira, a que chamamos de 400 quadrado. A conicidade é 2,3% e a relação entre lingote e lingoteira é, mais ou menos, 1,1. A altura do lingote é de 1.630 mm e o diâmetro é de 400 mm.

(14) Membro da ABM; da Fundação da Usina de Volta Redonda da CSN; Volta Redonda, RJ.

(*) Ver neste "ABM-Boletim": "Fabricação de lingoteiras na CSN", por W. Kryvickyj e Hélio M. Haydt.

J. Rossi Junior — O que corresponde a uma esbeltez de 4,1. A respeito posso fornecer alguns dados ilustrativos: em ACESITA, para lingotes de 640 kg, esbeltez de 4,0. Na «Deutsche Edelstahl Werke», para lingotes de 1.000, 1.500 e 9.000 kg, índices de esbeltez de 3,0, 2,3 e 1,6, respectivamente.

Fritz Gnoth — Achamos que tem grande influência essa relação; temos fundido lingotes mais curtos para melhorá-los. Achamos que uma relação de 3,8 é muito alta para um lingote de menos de 1.600 quilos.

J. Rossi Junior — Poderemos passar para um novo item relativo a lingoteiras, que é o de seu consumo específico. Rogo a respeito informações.

G. Visconti — Nosso consumo de lingoteira por tonelada de lingote é de 8 a 12 quilos por tonelada. Todas as lingoteiras são «Big end Down».

Hélio M. Haydt — O nosso consumo em Volta Redonda é da ordem de 15 a 19 kg/t, dependendo do tipo de lingoteira e, também, do tipo de aço que é vazado.

J. Rossi Junior — É interessante êsse consumo muito baixo apresentado pela Belgo-Mineira, o que não é normal para lingotes grandes. É surpreendente a variação do consumo de lingoteiras, mesmo em práticas semelhantes.

Fritz Gnoth — Na Europa as usinas estão usando fornos-poços em que não se precisa olhar para a superfície do lingote como nós. Êsse consumo de lingoteira vai baixar ainda mais com a limpeza da superfície do lingote com oxigênio.

J. Rossi Junior — No caso de Von Roll (Suíça), utilizam lingoteiras fechadas na parte superior, para lingotes «big end down», obtendo consumo de 12 kg/t. Na usina de Belval (Luxemburgo), também para lingotes «big end down», o consumo é de 10 kg/t, sendo a relação de pesos lingoteira/lingote igual a 1,07. Essa relação tem grande influência sobre o consumo.

Hélio M. Haydt — Eu poderia dizer que a relação para as lingoteiras inglesas é da ordem de 0,97; para as lingoteiras francesas é da ordem de 1,20, para lingotes de cerca de 4 t (ver «Lingotières françaises»; Fonderie, outubro 1954).

J. Rossi Junior — Seria oportuno esclarecer que o consumo de lingoteiras depende muitíssimo da perfeição do acabamento interno da parede e do método de lingotamento.

F. R. Azevedo — A vida da lingoteira depende não só do método com que é fabricada, como também do modo como é usada. Duas lingoteiras gêmeas podem ter durações diferentes.

J. Rossi Junior — É interessante observar que, se por um lado os lingotes pequenos são produzidos em lingoteiras relativamente mais pesadas (o que implicaria em maior consumo destas), por outro lado o regime térmico a que as lingoteiras são submetidas nesse caso é menos severo, implicando em menor consumo. Os dois fatores mais ou menos se compensam. No caso de aços especiais, o consumo é bem maior que

no caso de aços comuns; há dados os mais variáveis a esse respeito, atingindo valores de 30 quilos ou mais por tonelada.

G. Visconti — Na Europa há uma prática de resfriar o aço muito quente, por exemplo, o aço ao silício para chapas de transformadores e dinamos, usando para isso duas caçambas. Essas caçambas trabalham de tal modo que uma recebe o aço do forno e o transfere à segunda.

J. Rossi Junior — Creio que essa prática não tem relação direta com o rendimento da lingoteira. Em geral, essa passagem de uma caçamba para outra é feita com a finalidade de obter-se maior homogeneidade de composição, por exemplo, no caso de aços silícios.

G. Visconti — Realmente a homogeneização é também uma vantagem que decorre da prática de duas caçambas; o resfriamento do aço parece ser, porém, a finalidade precipua.

J. Rossi Junior — Eu gostaria de citar alguns dados qualitativos: lingotes retangulares apresentam maior consumo de lingoteiras que lingotes quadrados ou redondos; lingotes pequenos dão maior consumo que lingotes grandes; lingotamento direto (por cima) conduz a maior consumo que lingotamento indireto (por baixo em placa); aços de baixo teor de carbono apresentam maior consumo de lingoteira que aços de alto carbono. Essas informações foram obtidas numa grande usina de aços especiais da Alemanha, mas não se aplicam a todos os casos.

São muitos os fatores que influem sobre a «vida útil» ou consumo das lingoteiras. Os principais são os seguintes: 1) composição e estrutura; 2) tipo e dimensões; 3) defeitos de fundição. Há também fatores indiretos: maneira de lingotamento, tempo de permanência do lingote no molde e temperatura do aço. Gostaria de ouvir opiniões quanto ao primeiro fator citado, ou seja, composição e estrutura.

W. Krywickj — A composição das lingoteiras varia; importante é possuírem microestrutura adequada ao serviço. Em caso de lingoteiras sucataadas por trincas, é bom ter estrutura de ferrita; em caso de lingoteiras terminarem a vida por queima é bom ter estrutura de perlita, que é mais resistente ao calor. A relação entre a quantidade de ferrita e perlita depende das condições de trabalho e da termodinâmica do lingotamento. Fora disso, é muito importante a grafita: quando pequena, é muito boa em casos de lingoteiras que acabam a vida por trincas; grafita grande é boa em casos de lingoteiras terminarem as suas vidas por queima.

É necessário escolher a composição química para garantir a vida maior da lingoteira, para obter estrutura necessária, relação entre ferrita e perlita, tamanho da grafita necessária para as condições termodinâmicas do lingotamento. Essas condições mudam de uma usina para outra; mas creio que em primeiro lugar deve ser escolhida a microestrutura adequada.

Hélio M. Haydt — Numa publicação do IRSID, S. Dufлот cita o caso de uma aciaria francesa que chegou a obter o dobro de vida com a diminuição do tempo de permanência do lingote na lingoteira (*).

(*) Dufлот et Derot — "Enquête sur les lingotières meplates de plus de 3 tonnes"; Publicações números 195, 196 e 197 do "Institut de Recherches de la Siderurgie"; 1959.

R. F. Azevedo — Em Volta Redonda, o tempo de permanência tem sido ditado pelo tipo de aço, sendo a vida da lingoteira considerada em segundo plano em relação à qualidade do produto.

W. Kryvickyj — Nossa experiência mostrou no ferro fundido de lingoteira forte tendência para o crescimento, o qual, em amostras de 200 mm, chegou algumas vezes a 11 mm. É notório que o crescimento ocasiona o aparecimento de fortes tensões internas, as quais variam de acôrdo com o tempo de permanência do lingote na lingoteira. Quanto maior a permanência, maior o crescimento, maiores as tensões e portanto menor a vida da peça.

R. F. Azevedo — É um fato que observamos em Volta Redonda, quando começamos a produzir um novo tipo de lingoteiras: um número menor de lingoteiras ou um maior número horas entre dois lingotamentos sucessivos. A vida aí é mais extensa. Num ciclo normal a vida aumenta.

J. Rossi Junior — O Eng. Penha Cysne quer prestar algum esclarecimento quanto à temperatura do aço em relação ao consumo das lingoteiras?

J. Penha Cysne — Tivemos um consumo mínimo de lingoteiras, de 12 quilos por tonelada. Com aços de liga com silício, tivemos 30 quilos por tonelada. Isso prova que a qualidade do aço influencia muito. Quanto a esse tempo de permanência, acho que, sem dúvida, tem grande influência. Temos lingoteiras «big end up» que apresentam dificuldades maiores no «estripamento»; sua vida resulta menor.

G. Visconti — O lingote fica o mais breve possível dentro da lingoteira: essa é a nossa intenção. A permanência do lingote na lingoteira é realmente um fator muito importante; se fica mais tempo, a lingoteira tem menos durabilidade.

J. Rossi Junior — Perguntaria se a fundição de lingoteiras na Belgo-Mineira é própria ou se as lingoteiras são adquiridas. Essas que dão consumo de 8 a 10 kg por tonelada de lingote, por exemplo, são de fabricação própria ou são adquiridas de terceiros?

G. Visconti — São compradas no País. Acrescento que na nova aciaria LD possuímos grelhas para o resfriamento das lingoteiras.

J. Rossi Junior — No caso de lingotes pequenos é feito um aquecimento prévio das lingoteiras?

G. Visconti — Após o estripamento, as lingoteiras são resfriadas pela simples circulação do ar. Não fazemos aquecimento prévio.

J. Rossi Junior — Agora seria interessante analisar a temperatura de uso das lingoteiras. As usinas alemãs, com pintura de melaço, recomendam temperatura de 80 a 100°C, para que o melaço não queime. Adotam a mesma temperatura para a pintura de alcatrão. Quando a pintura é feita com grafita, a temperatura é mais baixa, da ordem de 80°C.

Em ACESITA temos prática um pouco diferente, com alcatrão: usámo-lo com temperatura mais alta, de 150 até 200°C. Com melaço não vamos além de 100°C.

Gostaria que o Eng. Penha Cysne acrescentasse algumas informações.

J. Penha Cysne — Nós usamos alcatrão RT 12 da CSN. Já usamos outras pinturas, como misturas de peixe e também colas. Gostaria de saber os resultados da Mannesmann com o emprêgo de colas.

Fritz Gnoth — Nós estamos usando colas asfálticas da Shell a 50% e 50% de óleo das máquinas de laminar.

J. Rossi Junior — Não usam melaço? Para melhor superfície de lingote a pintura mais indicada parece ser a do melaço, embora ofereça maiores dificuldades práticas. Quando bem aplicada, é a que tem dado melhores resultados.

Edmundo Grees — Eu disse que nossa temperatura é entre 100 a 200°C e que usamos alcatrão. Os resultados não são tão bons como poderíamos esperar. Dá bom «estripamento», mas não tem grande influência sobre a superfície do lingote. Experimentamos outras pinturas, mas os resultados não foram satisfatórios.

J. Rossi Junior — Em Volta Redonda causou-me muito boa impressão a superfície interna das lingoteiras.

Hélio M. Haydt — Talvez fôsse interessante acrescentar que as nossas lingoteiras são retiradas do trabalho logo que o lingote agarra na lingoteira, antes que esta precise ser quebrada. Não levamos a lingoteira até o fim de sua vida; depois de um certo período de uso são submetidas à inspeção e retiradas do trabalho. Faz-se isso em função da superfície do lingote.

F. R. Azevedo — Acredito que possamos melhorar ainda, principalmente agora que, com os novos equipamentos da expansão, teremos oportunidade de dar tratamento melhor à lingoteira, durante o seu uso. Dado que já atingimos um grau perfeitamente aceitável de produção, temos possibilidade de dar melhor tratamento às lingoteiras na aciaria. A aciaria cresceu muito, ficando sobrecarregado êsse setor. Na expansão que estamos executando, as nossas instalações estão sendo ampliadas. Com um melhor tratamento, irão melhorar nossos índices de consumo em quilos por tonelada de lingotes.

Edmundo Grees — Pediria para acrescentar que nesses últimos sete meses a vida das lingoteiras na CSN cresceu um pouco por causa da temperatura de vazamento das corridas de aço, que é controlada. A CSN deveria ter apresentado a respeito um trabalho, o qual não chegou a ser concluído em tempo.

R. F. Azevedo — De fato, no Congresso passado, Volta Redonda apresentou um trabalho preliminar sobre pirometria; com essa técnica temos aperfeiçoado as condições de vazamento (*).

(*) E. Grees; M. L. Hasek; S. W. Balbi; E. P. Sousa e O. L. Barbosa — "Médidas da temperatura do banho na fabricação do aço em fornos SM"; "ABM-Boletim", volume 14, página 517.

4 — LINGOTAMENTO DIRETO E INDIRETO

J. Rossi Junior — Os debates poderão agora passar para o problema de *lingotamento direto e indireto*. O critério de escolha depende, nesse caso, do número de lingotes da corrida, ou melhor, do tempo de lingotamento, o qual não deve exceder de certos limites.

R. F. Azevedo — Em Volta Redonda olhamos esse problema por outro prisma. O tamanho do lingote é determinado mais pelo tamanho do laminador.

J. Rossi Junior — Para uma caçamba de tamanho médio, qual o tempo maior de lingotamento que se poderia aceitar? Há usinas que fazem o lingotamento em 30 minutos, outras em 50 minutos ou mais. Volta Redonda tem alguma observação especial a respeito?

R. F. Azevedo — O problema não é de Volta Redonda; é das aciarias.

J. Rossi Junior — Realmente, mas a duração do lingotamento aí é maior. A Belgo-Mineira tem alguma informação a respeito?

G. Visconti — Uma caçamba maior dá um lingotamento em menos de uma hora. Fundimos em caçambas de 40 e 30 toneladas.

J. Penha Cysne — Muitas vezes fundimos, em média, 45 lingotes, por cima, em 45 minutos a 1 hora. Passamos a fundir por baixo, porque havia dificuldades com refratários, principalmente tampões. Nós não conseguimos bons resultados no lingotamento direto.

E. P. Lozano ⁽¹⁵⁾ — Na Usina de Mogi das Cruzes usamos até há pouco o sistema de fundição direta. Como não temos ainda laminador «blooming» na usina, nossos lingotes são muito pequenos, de 250 kg; para nossos fornos de 50 toneladas temos que fundir uma grande quantidade deles. Já fundimos até 220 lingotes numa corrida, sem nenhuma dificuldade. Hoje passamos a fundir por fundição indireta para os produtos que se destinam à fábrica de tubos, isso para obtermos assim uma melhor superfície do lingote, mas não por dificuldade no fundir grande número de lingotes.

J. Rossi Junior — São 200 operações de fechamento de tampão numa corrida? É um resultado excepcional. Conviria obter agora algumas informações sobre a velocidade de subida do metal líquido na lingoteira, em função do tipo de aço. Posso iniciar dizendo que nossas experiências em ACESITA mostram que, para aço de baixo carbono, velocidades acima de 50 cm por minuto são as mais indicadas. Para aços de médio e de alto carbono, as velocidades melhores se situam entre 20 e 50 cm/min. A Belgo-Mineira poderia dizer alguma coisa com relação ao assunto?

G. Visconti — É muito difícil responder, dado que varia conforme o comportamento do aço durante a lingotagem. Desejamos obter uma velocidade tal que, ao atingir o aço acalmado a altura desejada do lin-

(15) Membro da ABM; Engenheiro da Mineração Geral do Brasil Ltda.; São Paulo.

gote, tenhamos formado uma película sólida na parte superior do metal. O moldador é obrigado a controlar a velocidade tendo em vista a obtenção desta camada sólida. Verificámos que nossa velocidade de lingotagem para aço acalmado varia de 0,3 a 0,5 m por minuto.

Fritz Gnoth — Na CSM estamos observando mais ou menos a mesma técnica. A nossa velocidade de fundição é menor; é de mais ou menos 20 centímetros por minuto. Varia de acôrdo com o tipo de aço e de sua temperatura.

J. Rossi Junior — Ponto do problema que seria interessante assinalar é o das lingoteiras «mestras». Este termo também exige uma padronização. Há tipos bipartidos e outros inteiriços. Gostaria de ouvir a opinião da Mannesmann.

Fritz Gnoth — Nós chamamos «funil». Trabalhamos com inteiriço, luvas e areia sêca em volta.

G. Visconti — Nosso sistema de trabalho é o mesmo que o indicado pelo Sr. Gnoth. Quanto à denominação em Monlevade usamos também o termo «mastro».

J. Rossi Junior — Parece agora que nesse ponto não há divergência, mas até há dois anos atrás eram comuns práticas com «mestras» bipartidas que comportavam o enchimento com argamassa. Hoje parece que tais práticas estão eliminadas.

Passemos a um novo item: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DOS LINGOTES. Qual o processo adotado nas diferentes usinas para identificar cada lingote?

Hélio M. Haydt — Em Volta Redonda as lingoteiras são numeradas bem como os carros que as transportam.

G. Visconti — Na Belgo-Mineira cada lingoteira é numerada e cada lingote é identificado pelo número da corrida.

Fritz Gnoth — Na Mannesmann só as corridas são identificadas. Em casos de experiências nós classificamos a 1ª, 2ª e 3ª placas.

5 — CABEÇAS QUENTES

J. Rossi Junior — Vejamos agora as «cabeças quentes». Seria interessante ter aqui alguns dados sôbre o pêso do massalote relativamente ao pêso total. O Eng. Renato Azevedo teria algo a dizer sôbre êsse assunto?

R. F. Azevedo — Nós temos 12% do pêso total. Nos aços de mais alto carbono nós temos usado 15%. Na laminação, quando se corta o massalote, temos 12%; no resfriar êsse pêso baixa a 10 e 8% às vêzes.

Fritz Gnoth — Nós temos cabeça quente sômente para aço de alto carbono. O resto fazemos com cabeça de pressão ou cabeça d'água. É de 10%, mais ou menos, o volume para aço de alto carbono.

J. Rossi Junior — Com êsse pêso de apenas 10% não há ocorrência de rechupes?

Fritz Gnoth — Acontece, mas é questão de fundição. Se o aço é quente demais ou frio demais, acontece. A primeira placa é fundida bem devagar e barreada no fim.

J. Rossi Junior — Poderia dizer mais alguma coisa sobre o uso de material termogêneo?

Fritz Gnoth — Isso é um segredo nosso; não estou autorizado a revelá-lo.

J. Rossi Junior — O nosso segredo poderemos revelar. Estamos usando massa à base de ferro-silício e alumínio, que nos conduziu a bons resultados.

G. Visconti — No momento estamos usando cabeças d'água. Usamos também cabeças quentes com 15% de peso do lingote, mas somente em caso de necessidade.

J. Rossi Junior — Quanto ao consumo de exotérmico alguém mais possui dados?

Hélio Guimarães — Até agora não vi no Brasil material refratário e, ao mesmo tempo, isolante. Seria bom para pormos nas cabeças quentes.

F. Franceschini — Respondendo ao Dr. Hélio devo dizer que já estão sendo fabricados refratários isolantes no País, mas não conheço a sua utilização em cabeças quentes. Não tenho nenhuma referência sobre esse assunto. Os senhores, conhecendo práticas alemãs, talvez possam dizer algo a respeito.

H. Guimarães — Estou falando em isolante, porque pode-se entrar com um pouco de silício em um segundo bloco como material isolante. Essas experiências não foram feitas.

F. Franceschini — Eventualmente, o uso da palha de arroz é satisfatório para fazer o isolamento.

6 — ESTRIPAMENTO

J. Rossi Junior — Entrando nesse assunto, volta a questão da terminologia. Há algum termo brasileiro para essa operação? Fala-se às vezes em *desmoldagem*, mas o significado não é específico. A respeito de estripamento, talvez fôsse interessante comparar alguns dados, por exemplo, a força do estripador em função do peso do lingote. Há alguma informação a ser prestada?

Mauro Mariano da Silva — Relacionada com a velocidade não temos dados. Para lingotes até 10 t, o nosso estripador tem 200 t de força.

J. Rossi Junior — Esse número parece relativamente pequeno, pois tenho ciência de que, para lingotes menores, esse número seria maior. Mesmo quando o lingote fica preso na lingotaria, êle faz o arrancamento?

M. M. Silva — Esse caso não é comum, pois foi esclarecido anteriormente que as nossas lingoteiras são retiradas de serviço antes do fim da vida, em função da superfície dos lingotes. Assim, a potência do nosso estripador tem sido suficiente.

G. Visconti — Na CSBM estripamos mais ou menos 250 a 300 lingoteiras por dia. A força do «estriper» é de cerca de 130 t.

Fritz Gnoth — Não temos estripador na Mannesmann. Temos dois cabos e suspendemos a lingoteira por cima.

7 — QUALIDADE DOS LINGOTES

J. Rossi Junior — Ao falar em qualidade, é preciso antes de tudo pensar nos defeitos superficiais: trincas, projeções e um defeito muito comum chamado «colarinho». Há também o recobrimento verificado no vasamento direto, chamado «parede», «tubo» ou «camisa». Gostaria de ouvir, de uma maneira geral, qual é a experiência das usinas em relação a esses defeitos superficiais.

Edmundo Grees — Devido a retirada da lingoteira antes do fim da vida, a superfície de nossos lingotes é boa. O problema maior que temos é em trilhos em que, devido ser uma lingoteira mais alta, o enchimento não elimina esses defeitos. Estamos com projeto de fazer uso desse revestimento com placa de papelão para eliminá-lo. Um enchimento mais lento da lingoteira é bom para evitar certos defeitos. Quanto aos aços efervescentes e semi-acalmados temos poucos problemas. O vasamento é sempre por cima. Temos algumas escamas.

J. Rossi Junior — Houve correlação entre esses defeitos e a velocidade de subida?

Edmundo Grees — Começamos a trabalhar com válvula maior; tiramos a válvula de 1,5 polegadas e usamos, agora, a de 2 polegadas. Para todos os tipos, a velocidade de subida maior melhora realmente.

G. Visconti — Nosso rendimento em Monlevade é bom; quanto à qualidade, notamos apenas os defeitos comuns de lingotagem.

J. Rossi Junior — Infelizmente, parece que tem razão Chester quando diz que, na aciaria, o aço é ouro no forno, prata na caçamba e sucata na fossa.

J. Penha Cysne — O maior problema que temos é o decorrente do uso de grande número de lingoteiras queimadas, que dão lingotes de má superfície. No vasamento por baixo, costuma o refratário ser desgastado e a escória resultante prega-se à parede do lingote. Procuramos ter durante o lingotamento uma camada limpa junto à lingoteira. Se fôr mantida será difícil haver defeitos na superfície.

Fazemos depois uma espécie de limpeza do lingote. Muito superficial, mas fazêmo-la.

G. Visconti — Falando sobre defeitos, somos de opinião que devemos usar uma cola menos viscosa, porque a de maior viscosidade pode provocar bolhas na superfície.

J. Rossi Junior — E quanto aos defeitos internos do lingote? Volta Redonda tem algum esclarecimento a prestar?

Edmundo Grees — No caso de aços-liga, usamos os macelotes para diminuir ou eliminar a «bolsa» de contração. Nos aços acalmados, aumentamos a altura da lingoteira e usamos o artifício de jogar água no tópo do lingote, trazendo êsse vazio do lingote para cima?

J. Rossi Junior — E quanto à segregação?

W. Kreyvickyj — A segregação depende da temperatura do vasoamento. Quando esta é normal, a segregação é menor; quando maior, a segregação é maior. Em geral a segregação se dá no aço semi-acalmado.

G. Visconti — É natural que o aço apresente uma segregação grande quando efervescente. Vasamos aço de baixo carbono, a 0,06; se queremos segregação menor devemos produzir o aço acalmado.

Fritz Gnoth — Na CSM temos primeiramente o pré-lingote com os mesmos resultados de Volta Redonda. Depende da fusão do lingote. Às vezes, em tempo de chuva, quando recebemos ferro silício e o material é molhado, notamos um milímetro, até dois, de bolhas na superfície do lingote. Com os aços acalmados não temos nenhuma dificuldade.

J. Penha Cysne — Depende do aço que está sendo fabricado. Quanto ao rechupe, temos encontrado dificuldades algumas vezes; quanto à segregação não temos tido problema. Temos problema, e até agora insolúvel, que é o da limpeza externa: são trincas capilares que somente o magnaflux revela. Temos observado tais riscos também no interior das barras laminadas, nas provas de torneamento em escada.

J. Rossi Junior — Êsse problema é geral. Basta citar, por exemplo, o que acontece numa grande aciaria européia, quando produz aço para pinos de pistão: das corridas produzidas, 20% são aproveitados para essa finalidade; outros 80% são aproveitados em outras aplicações.

Fritz Gnoth — A vantagem da cabeça d'água é principalmente um pré-lingote limpo e não um pré-lingote com escória, com carbono de propriedade isotérmica que se põe dentro, na cabeça do lingote. Essa cabeça d'água é para aços até 0,30% de carbono.

8 — ECONOMIA

J. Rossi Junior — Finalmente passemos ao último tópico dos nossos debates, o que diz respeito à *economia* no lingotamento. Alguns itens que merecem referência especial são os seguintes: mão-de-obra; refratários de caçambas; lingoteiras e rendimento de lingotamento.

Gostaria de ouvir dos representantes das diferentes usinas quais são os dados técnicos de que dispõem no momento a respeito do consumo de refratários e de mão-de-obra empregada.

Fritz Gnoth — É um tema muito complexo. A estimativa nós a fazemos, mas para uma estimativa claramente dividida não temos aqui

dados. Temos a percentagem de sucata da aciaria que é pesada na saída. Há material bom que sai e há sucata que sai, tudo pesado.

J. Rossi Junior — Quanto ao consumo específico de refratários, não tem idéia? Qual o consumo de canais sobre o peso de lingotes?

Fritz Gnoth — São 300 quilos por corrida de 25 toneladas, mais o funil, isto é, mais 60 quilos de funil. Ao todo 420 quilos, mais ou menos.

J. Rossi Junior — Em ACESITA temos cerca de 3%.

Fritz Gnoth — Nós temos um pouco mais, porque às vezes fundimos mais um lingote de reserva.

M. Mariano da Silva — Quanto a consumo de refratários em Volta Redonda, infelizmente aqui não temos dados.

O. Barbosa — Posso informar que em Volta Redonda o cascão formado na panela é em média de 3 kg/t de aço. Em 1958 tivemos, para 780 mil toneladas, 4 mil toneladas de lingotes não completos; a nossa perda é muito baixa. Quanto ao consumo de refratários aqui não posuo os números exatos. O número médio de corridas que suporta um revestimento é de 9.

J. Rossi Junior — Em ACESITA temos cerca de 4% de perdas sobre o total bruto, sendo que 3% são canais.

O. Barbosa — Temos perdas nos vasamentos devido a quantidade vasada ultrapassar a capacidade da caçamba.

R. F. Azevedo — Aliás o Eng. Orlando Barbosa apresentou neste Congresso um trabalho em que, entre outros, aborda êsse assunto: o da vantagem de se carregar o forno um pouco além da capacidade da panela (*).

J. Rossi Junior — Qual a definição adotada em Volta Redonda para "*rendimento do lingotamento*"? É a relação entre o peso de lingotes bons e o peso de aço líquido na caçamba, ou peso metálico carregado no forno?

O. Barbosa — É o total lingotado dividido pelo carregado no forno, incluindo a ponta. Isso, considerando a carga metálica. Essa carga inclui sucata, ferro gusa, minério e elementos de liga.

Fritz Gnoth — Na Mannesmann varia de acôrdo com a percentagem de Duplex que estamos usando. Praticamente, de 89 a 91%.

Temos oportunidade de saber o rendimento do Duplex. Nós pesamos o aço Bessemer mais a sucata que temos na fossa e podemos calcular muito bem o rendimento do Duplex que entra no forno elétrico.

J. Penha Cysne — Em ACESITA fazemos a mesma coisa. A carga do forno elétrico é calculada em função do rendimento em corridas de aço Bessemer lingotado. Normalmente o rendimento que tomamos por

(*) O. Barbosa e Lacy V. Silva — "Investigações sobre produtividade em fornos SM básicos"; "ABM-Boletim", volume 16.

base de cálculo da carga do forno elétrico é de 87% no Bessemer. O metal lingotado é calculado na produção do forno.

Temos como rendimento nos fornos elétricos de 96 a 98%. Lingotes sobre pêso de carga, cêrca de 92%.

J. Rossi Junior — Ante o adiantado da hora e ao encerrar esta sessão, desejo manifestar meu contentamento por verificar que um assunto de interêsse prático suscitou debates de real proveito nesta reunião, dando ensejo aos representantes das principais usinas siderúrgicas do País de trocar opiniões e dados informativos de utilidade.

Agradeço a todos os presentes a colaboração prestada. E felicito a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METAIS, na pessoa de seu Presidente, Eng. Renato Frota Azevedo, pela feliz lembrança de incluir no programa do seu XIV Congresso Anual esta Reunião Aberta para debate de tão importante assunto.