

OS REFRAATÓRIOS E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA
DA SIDERURGIA (x)

Carlos R.Valente da Cruz (xx)

É de conhecimento de todos o quanto o desenvolvimento do setor de refratários depende do comportamento do setor siderúrgico, pois no Brasil, como nos outros países industrializados nos quais a siderúrgica representa uma atividade importante, aproximadamente 60 % dos refratários produzidos são consumidos na produção de aço.

À semelhança também do que vem ocorrendo nesses países, onde, devido à recessão econômica, o setor siderúrgico vem restringindo a sua atividade com reflexos na produção de refratários, também no nosso país, após quase duas dezenas de anos de expansão, a produção de refratários sofreu uma acentuada redução em consequência da diminuição das atividades industriais, mormente no setor siderúrgico.

Devido a estas circunstâncias, o debate sobre as tendências dos refratários no nosso país é extremamente oportuno.

(x) Contribuição Técnica ao Seminário da COREF da ABM, em Vitória - E.S., Outubro de 1982

(xx) Membro da ABM, Engenheiro Civil, Diretor das Indústrias Brasileiras de Artigos Refratários S/A - IBAR

Em 1960 o professor F. Franceschini como conferencista oficial no XV Congresso da ABM, nos deu um bem detalhado e profundo estudo do que nessa altura representava a indústria de refratário no nosso país(1).

Nestes decorridos 22 anos não só a indústria nacional de refratários teve uma notável evolução mas, principalmente, a indústria siderúrgica expandiu-se, multiplicando por sete a sua produção e ao mesmo tempo adotando os mais modernos processos siderúrgicos fazendo com que, tanto em qualidade como em produtividade, as nossas modernas usinas possam hoje hombrear honrosamente com as dos países mais avançados neste setor.

Como decorrência desta evolução dos refratários e da introdução de novos desenvolvimentos tecnológicos na indústria siderúrgica, o consumo específico não tem deixado de diminuir de ano para ano, apresentando hoje um consumo médio de 27 kg de refratário/tonelada de aço, tendo algumas usinas integradas consumos abaixo de 12 kg/t. Evolução semelhante ocorreu também em outros países, notadamente no Japão onde em 1979 o consumo médio atingiu 15 kg/t (2).

A entrada em operação de novas usinas siderúrgicas integradas e de porte, como Cia. Siderúrgica de Tubarão e Açominas, nas quais foram instalados os mais modernos equipamentos e que apresentarão sem dúvida baixos índices de consumos de refratários, fará com que, sõ por esse fato, o consumo médio nacional baixe para 23 kg/t.

Tentemos agora analisar a evolução da tecnologia refratária que, no nosso país, não tem sido diferente da de outros países, levando-se em consideração a natural defasagem no tempo.

Na sua fase inicial a tecnologia de refratários dedicou-se ao estudo de matérias primas naturais, seu preparo prévio e beneficiamento. Quase simultaneamente a produção de refratários estudou as suas diversas operações básicas como moagem, misturas, prensagem e queimas. Em face de crescentes exigências de uso dos refratários grande atenção foi dada ao estudo das características dos diversos tipos de refratários, através de ensaios físicos e químicos, ensaios a quente, ensaios simulados de destruição, etc.

As cada vez mais severas condições de uso esgotaram em muitos casos o potencial de desempenho dos refratários à base de matérias primas naturais, o que fez com que estudos fossem feitos de produção de matérias primas sintéticas e da sua utilização na fabricação de refratários.

Simultaneamente a este desenvolvimento novos processos siderúrgicos foram desenvolvidos, com maiores índices de produtividade e exigindo refratários que pudessem resistir às condições ambientais cada vez mais agressivas. Foram estes novos processos siderúrgicos que provocaram e estão provocando profundos impactos no setor de refratários e são eles que certamente comandarão a sua evolução futura.

Entre os novos processos que já hoje no nosso país estão estimulando a pesquisa de refratários mais adequados às novas condições a que estarão sujeitos, destacaremos:

dessulfuração,
lingotamento contínuo,
metalurgia na caçamba

Passemos agora a fazer uma análise mais detalhada destes impactos começando pelo alto forno.

Quando o Prof. F. Franceschini apresentou o seu já citado trabalho, os altos fornos da CSN faziam uma reforma de revestimento refratário a cada 1.000.000 de toneladas de gusa produzidos. Já temos atualmente altos fornos que atingirão 15.000.000 t sem troca de revestimento.

Estudo de revestimento refratário, levando em consideração os sistemas de refrigeração, as características técnicas dos refratários indicados e os parâmetros operacionais, permitem estabelecer com grande precisão as isotérmicas desde a superfície em contato com a carga até à carcaça metálica do forno e os deslocamentos desta isotérmicas ao longo da vida do revestimento. Dessa forma pode-se definir com razoável precisão as linhas de congelamento naquelas zonas onde líquidos já ocorrem, como seja, desde a média cuba onde já há formação de escória, até o cadinho onde o gusa se concentra. Altos fornos projetados com base nestas considerações e com a utilização de adequados controles operacionais no que refira à carga,

tipo de marcha, regularidade nas corridas, etc., mostraram que o desempenho dos refratários de carbono e grafite na soleira e cadinho e os diferentes tipos de refratários do sistema sílica-alumina utilizados no restante do revestimento comprovaram as hipóteses de trabalho no desenvolvimento dos seus projetos. No entanto a região de baixa cuba e ventre apresentaram um desgaste ainda pronunciado e não balanceado com o das outras zonas. Atualmente o emprego de refratários de carbeto de silício ligado a nitreto, em revestimentos compostos de vários tipos com refratários sílico-aluminosos de baixa porosidade conjugado com refrigeração adequada parece ser a solução. Este tipo de refratário de carbeto de silício já é fabricado no nosso país. É óbvio que nestes casos não são as especificações de refratários têm que ser devidamente estabelecidas mas também os limites das variações dos seus diferentes parâmetros técnicos devem ser previamente definidos, limitando a valores razoáveis com o apuro dos projetos o "risco de comprador".

Estes conceitos já vêm sendo paulatinamente adotados no nosso país, mas até agora os projetos dos revestimentos refratários têm sido desenvolvidos fora do país. Temos a convicção de que o detalhamento dos estudos que basearam os projetos que estamos recebendo não têm sido dado a conhecer aos nossos técnicos, impedindo-os de fazer a constatação se as campanhas correspondem às hipóteses e métodos de cálculo adotados. Se não estivermos enganados, ficará difícil a nacionalização destes projetos.

No entanto, estes novos projetos de alto forno, aliados a mais precisos e numerosos controles de operação, farão certamente com que 20.000.000 t de produção, sem interrupção para a troca de revestimento refratário, seja meta perfeitamente admissível desde já, com refratários nacionais, com exceção dos de grafite e carbono, cuja nacionalização ainda não está sendo cogitada.

Na ala de corrida o uso de massas de tamponamento do furo de corrida e de canais de corrida à base de piche, tem os seus dias contados, certamente. Estes materiais já estão sendo substituídos, não são no Japão, como em outros países, por produtos à base de resinas fenólicas como massas de tamponamento que têm um tempo de endurecimento muito mais curto (2) e por concretos vibrados altamente tixo trópicos (3) como revestimento dos canais de corrida. Estes dois tipos de materiais não despreendem fumos, os quais, quando utilizam materiais à base de piche, tornam as condições ambientais extremamente penosas. Estes novos produtos ainda não são fabricados no nosso país.

Nos fornos elétricos a introdução de caixas de refrigeração, iniciada no nosso país há 5 anos tem tido excelente aceitação. Hoje todos os novos fornos elétricos são equipados com estas caixas, cobrindo uma área de aproximadamente 65% das paredes acima da linha de escória. Estas caixas com campanhas mínimas previstas de 1500 corridas, tornam a linha de escória a zona crítica cujas campanhas precisam

ser aumentadas. Refratários de magnésia-cromita de liga direta e refratários de magnesita impregnada com piche juntamente com a sua manutenção por projeção pneumática de misturas à base de magnesita são utilizados normalmente entre nós. No Japão novos refratários de magnésia-carbono têm apresentado campanhas superiores (3).

Estes refratários, ligados com resinas fenólicas, têm teor de C até 30% e utilizam magnésias sinterizadas de alta pureza ou grãos de magnésia eletrofundidas. Estes tijolos baseados em grãos eletrofundidos têm apresentado melhor resultado. Algumas experiências têm sido feitas entre nós com o intuito de conseguir este tipo de material. Estamos convencidos de que, quando o mercado justificar, o nosso país se lançará na fabricação deste tipo de grão, para a qual temos condições para produzir um material competitivo, pois temos matéria-prima abundante e eletricidade a custo mais baixo do que países como o Japão e Estados Unidos.

As abóbadas que entre nós são ainda feitas com refratários aluminosos também começam a receber caixas de refrigeração e dentro em breve certamente apenas a área do delta utilizará refratários. Experiências em curso tentam demonstrar a viabilidade de abóbada totalmente refrigerada, o que certamente ocorrerá em curto prazo.

O emprego de válvula no centro da sola do forno elétrico, dispensando a bica de corrida e não mais necessitando de basculamento, permi-

tirá a utilização de caixas de refrigeração em 100% da área da parede acima da linha de escória. Fabricantes de fornos elétricos já incluem na sua propaganda este tipo de forno.

A metalurgia na caçamba tem contribuído grandemente para a redução do consumo específico de refratário pois o tempo de permanência do aço nos fornos de aciaria se reduz substancialmente. É o caso do forno elétrico, que tende a ser somente equipamento de fusão.

Quando o pré-tratamento do gusa líquido incluir a dessiliconização, o panorama do revestimento do convertedor a oxigênio (LD) sofrerá profunda alteração. Este processo, que já vem sendo utilizado em escala experimental no Japão (4) facilitará o desempenho dos refratários no LD pela eliminação quase total da escória. Para estas novas condições, o tipo de refratário adequado, que será básico e de magnesita entre nós, terá de ser novamente equacionado.

O tipo de revestimento refratário de caçambas de aço está atualmente sofrendo a influência de tres fatores:- válvulas deslizantes, lingotamento contínuo e metalurgia na caçamba.

A válvula deslizante, cuja utilização está se divulgando cada vez mais, além de eliminar uma ponderável quantidade de refratários correspondente ao varão de comando e ao tampão, eliminou a necessidade de arrefecimento para troca da válvula, permitindo a utilização de refratários mais sensíveis ao choque térmico como os aluminosos e os básicos. O lingotamento contínuo também é processo de uso cres-

cente, havendo mesmo a previsão de que no fim da presente década 90% do aço produzido no mundo será lingotado por este meio.

O lingotamento contínuo exigirá o emprego cada vez maior de insuflação de gás, para homogeneização e eliminação de inclusões não metálicas tanto endógenas como exógenas, o que provoca condições mais agressivas para o revestimento refratário das caçambas. O tempo mais prolongado de vazamento aliado à necessidade de temperaturas mais altas de aço também concorrem para o aumento destas condições agressivas.

Nestas condições os refratários aluminosos têm campanhas proporcionais aos seus teores de alumina, desde que os problemas de choque térmico sejam equacionados. Há no entanto um fator econômico na escolha do teor de alumina, pois os seus custos são crescentes com a elevação deste seu teor.

Quando se faz a metalurgia na caçamba, os refratários do seu revestimento que vêm sendo utilizados no Japão e na Europa são predominantemente de dolomita. No nosso país, os refratários de magnesita e magnesita-cromo estão sendo utilizados e novos tipos de refratários desta classe certamente serão em breve experimentados. Como temos abundância de magnesita de boa qualidade, os refratários de dolomita muito provavelmente não serão desenvolvidos entre nós.

Equipamentos importantes do setor siderúrgico como coquerias, não apresentam perspectivas de utilização de novos tipos de refratários.

A indústria nacional de refratários está comprovadamente aparelhada para fornecer nas quantidades e qualidades exigidas todos os refratários utilizados na sua construção.

Na válvula de gaveta os refratários utilizados vão sendo paulatinamente nacionalizados e os seus trabalhos de pesquisa e desenvolvimento prosseguem, o que nos dá a certeza de que num curto prazo a sua importação será eliminada.

Esta rápida visão que podemos delinear como perspectivas futuras dos materiais refratários pode sofrer, sem dúvida, alterações dado o dinamismo do setor siderúrgico no seu desenvolvimento tecnológico. Já agora as primeiras experiências de aplicação de maçaricos de plamas em fornos elétricos (5) altos fornos (6) e equipamentos de redução direta (7) estão apresentando animadores resultados que certamente terão repercussão na tecnologia siderúrgica.

A indústria nacional de refratários, sempre pronta a colaborar com a indústria siderúrgica, está certa que continuará a responder a contento a todos os desafios que lhe têm sido lançados. Apesar de muitas vezes, quantidades substanciais de refratários terem sido importados desnecessariamente, como foi o caso recente da Cia. Siderúrgica de Tubarão.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - FRANCESCHINI, FELIPE J.V. de A. - A indústria Nacional de Refratários; suas realizações e perspectivas ante nosso surto siderúrgico.
XV Congresso da A.B.M. - S. Paulo - Julho 1960.
- 2 - OCHIAI, T. et alteri - Resin-bonded Taphole mixes for blast furnaces.
Sprechsaal 1979, 112(10), 755
- 3 - HAYASHI, T. - Current Trends in Refractories Technology in Japan.
Taikabutsu Overseas, Vol. 1, nº 1 (1980), II
- 4 - HAYANO, K. - Novas Tecnologias de Convertedor
XXXVII Congresso da A.B.M. - Reunião Aberta
Rio de Janeiro - Julho 1982
- 5 - LUGSCHEIDER, W. - High Power Plasma Furnace For Economical Products of Special Steels.
Seminário COAÇO-COREF da A.B.M. - Rio de Janeiro, 1981
- 6 - FEY, M.G. et alteri - Thermal Plasma Systems For Industrial Processes. Industrial Energy Conservation Technology Conference
Houston, USA, April 1982
- 7 - MATHISSON, G. - Plasmared - The low-energy coal-based direct reduction process. Iron and Steel Engineer, May 1982

