



TENDÊNCIAS DAS ACIARIAS BRASILEIRAS A OXIGÊNIO¹

Celso Dias Barão²

Resumo

Através de pesquisa bibliográfica e contato direto com profissionais da área é feita uma abordagem sobre as tendências das Aciarias a Oxigênio no Brasil, objetivando suscitar uma reflexão sobre as tecnologias implantadas recentemente, analisadas e previstas em novas plantas siderúrgicas. São feitas discussões sobre transporte de gusa entre Alto Forno e Aciaria, dessulfuração de gusa líquido, número de convertedores por Aciaria, refino secundário e abastecimento de cal. Assim, espera-se contribuir na definição de expansões e futuros projetos, evitando erros cometidos no passado, quando da implantação de projetos, que entraram em operação com elevado nível de obsolescência.

Palavras-chave: Converteedor; Expansão; Novo projeto.

TRENDS OF BOF BRAZILIAN STEELMAKING

Abstract

Through literature search and direct contact with area professionals it covers the trends of the Oxygen Steel Plants in Brazil, aiming to provoke a reflection on the technologies deployed recently, analyzed and incorporated in new Steel Plants. Discussions are made on the transport of hot metal between the Blast Furnace and Steelmaking, hot metal desulfurization, the number of converters for Steelmaking, secondary refining and lime supply. Thus, I hope to contribute in the definition of expansions and future projects, avoiding past mistakes, when the implementation of projects that started operations with a high level of obsolescence.

Key words: BOF; Expansions; New project.

- 1 *Contribuição técnica ao 41º Seminário de Aciaria – Internacional, 23 a 26 de maio de 2010, Resende, RJ, Brasil.*
- 2 *Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, MSc., Barão Consultoria Empresarial.*



1 INTRODUÇÃO

Atualmente o parque siderúrgico brasileiro compõe-se de 26 usinas, administradas principalmente por oito grupos empresariais. Para uma capacidade anual em torno de 40 milhões de toneladas de aço, 76% da produção provém de aciarias com fornos básicos a oxigênio e os cinco maiores produtores são responsáveis por 67% da produção.

As Aciarias brasileiras a oxigênio são mostradas na Tabela 1, com as respectivas capacidades produtivas.

Tabela 1: Aciarias brasileiras a oxigênio

Usina	Convertedor (N x capacidade)	Produção anual (Mt)
Arcelor Mittal Inoxidável	1 x 80 t	0,75
Gerdau Açominas	2 x 220 t	4,50
Gerdau Barão de Cocais	1 x 30 t	0,30
Arcelor Mittal J. Monlevade	2 x 100	1,20
Usiminas Cubatão	3 x 170 t	4,50
CSA (início operação 2010)	2 x 330	5,00
CSN	3 x 225 t	5,80
Arcelor Mittal Tubarão	3 x 315 t	7,50
V & M	1 x 75 t	0,60
Usiminas Ipatinga	3 x 80 t	5,00
	2 x 175 t	

A maioria destas Aciarias foi instalada nas décadas de 70 e 80 e, partir de 1994, com a privatização das grandes plantas siderúrgicas, houve uma modernização do parque industrial, visando o enobrecimento da produção. Assim, foram incorporados novos equipamentos e tecnologias que começaram a delinear a tendência para as futuras expansões e para novos complexos para produção de aço.⁽¹⁾

O presente trabalho tem por objetivo suscitar a discussão sobre algumas dessas tendências, que já estão presentes em algumas Aciarias ou são freqüentemente avaliados em novos projetos.

2 TRANSPORTE DE GUSA LÍQUIDO

O transporte de gusa líquido entre o Alto Forno e Aciaria foi caracterizado no passado pelo uso de painéis que abasteciam misturadores, cuja finalidade era homogeneizar a composição química e manter a temperatura através de sistema de aquecimento.

Com o advento do carro torpedo, que permite o transporte de maior quantidade de gusa líquido e, pela sua configuração, reduz a perda de temperatura, esta passou a ser a forma mais utilizada, principalmente nas Usinas de grande porte.

No entanto, atualmente já existe um novo conceito de transporte de gusa do Alto Forno para a Aciaria, por sistema rodoviário que utiliza as painéis de carregamento dos convertedores. A CSA será pioneira na utilização deste sistema no Brasil e, todo novo projeto em discussão, tem avaliado essa possibilidade.



Uma comparação, entre os sistemas de transporte de gusa líquido do Alto Forno para a Aciaria está apresentada na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Comparação entre sistemas de transporte de gusa líquido

VASILHAME	CARRO TORPEDO	PANELA	
		Usado em algumas Plantas	Novo
Condições	Convencional	Usado em algumas Plantas	Novo
Transporte	Ferroviário	Ferroviário	Rodoviário
Locomotiva	Necessária	Necessária	Sem necessidade
Caminhão Especial	Sem necessidade	Sem necessidade	Necessário
Distância entre AF e Aciaria	> 1000 m	> 1000 m	± 200 m
Altura relativa da casa de corrida do AF	0	0	+ 2 m
Área de manutenção de carro torpedo	Necessário	Sem necessidade	Sem necessidade
Área de manutenção de locomotiva	Necessário	Necessário	Sem necessidade
Pesagem do gusa durante corrida do AF	Sem necessidade	Necessário	Necessário
Poço com carro balança na Aciaria	Necessário	Sem necessidade	Sem necessidade
Variação de carga no convertedor	Baixa	Alta	Alta
Equipamento especial para moldagem de gusa	Sem necessidade	Necessário	Necessário

A menor distância entre as unidades de Alto Forno e Aciaria com a provável inexistência de sistema ferroviário dentro das Usinas, tem sido apontados como os grandes méritos deste sistema e, por isso, chamado a atenção dos especialistas. Além disto, a possibilidade de terceirização deste serviço mostra uma vantagem adicional, devido à redução de investimento na implantação do novo projeto.

3 DESSULFURAÇÃO DE GUSA LÍQUIDO

Os processos de dessulfuração de gusa líquido, realizados em Estações entre Alto Forno e Aciaria, têm bons resultados em termos de eficiência e custo operacional e, durante muitos anos, eram quase obrigatórios nas Usinas.

Atualmente é verificada a tendência de levar para dentro da Aciaria o processo de dessulfuração de gusa, para que possa ser direcionada em função da necessidade do aço a ser fabricado. Nas Estações é preciso reduzir o teor de enxofre para o nível mais baixo, pela dificuldade em realizar seu sincronismo com a Aciaria.

Por outro lado, a dessulfuração no carro torpedo tem a eficiência prejudicada pela não completa homogeneização, devido à presença de “zonas mortas” nas suas extremidades. Adicionalmente, a reversão de enxofre, pela passagem de escória para a panela durante a pesagem de gusa, apresenta, com frequência, teores de enxofre na Aciaria acima dos valores obtidos na Estação de Dessulfuração.

Outro fator que influencia na eficiência da dessulfuração em Estação é a quantidade de escória remanescente nos carros torpedo, de tratamentos anteriores e do próprio Alto Forno.

A dessulfuração na panela de carregamento do convertedor passou então a ser uma opção, com excelente eficiência operacional, realizada pela injeção profunda de pós ou agitação mecânica com adição de mistura dessulfurante.

O processo de injeção de pós, na maioria dos casos envolve misturas à base de cal e magnésio, já a dessulfuração por agitação, mais conhecida como KR (Kanbara Reactor) utiliza mistura à base de cal e fluorita.

Na Figura 1 são apresentados esquematicamente os processos de dessulfuração de gusa líquido.

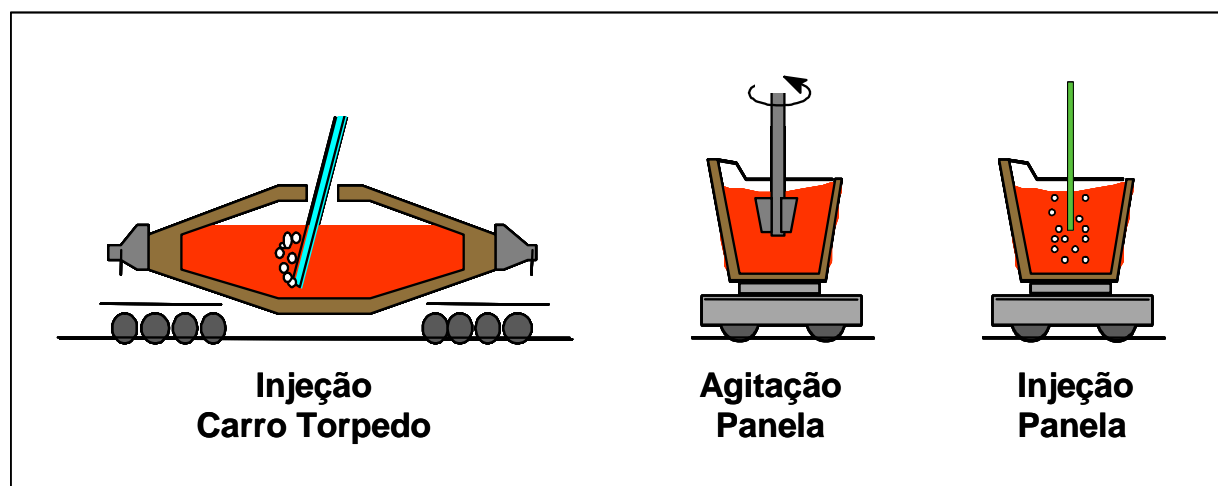


Figura 1: Processos de dessulfuração de gusa líquido.

Desta forma muitos estudos sobre dessulfuração de gusa em panela tem sido realizados e algumas tecnologias sendo implantadas, como a variante da injeção de pós na panela da Usiminas, que consiste na utilização de lança com movimento de rotação em torno de seu eixo, para melhor distribuição de linhas de fluxo, com aumento na taxa de dessulfuração, menor queda de temperatura e redução no tempo de tratamento.^(2,3)

A Tabela 3 apresenta uma comparação entre os processos de dessulfuração de gusa líquido no carro torpedo em Estação entre o Alto Forno e a Aciaria e na panela de carregamento do convertedor, dentro da Aciaria.



Tabela 3: Comparação entre processos de dessulfuração de gusa líquido

Vasilhame		Carro torpedão	Painel de carregamento	
Processo		Injeção	Agitação mecânica	Injeção
Sistema		Lança refratária	Rotor refratário	Lança refratária
Edificação específica		Sim	Não	Não
Limpeza de escória após processo		Não	Sim	Sim
Eficiência da De-S		Média	Alta	Alta
Reversão de S para o aço		Elevada	Baixa	Baixa
Mistura de-S	granulometria	< 1 mm	< 3 mm	< 1 mm
	tipo	CaO e aditivos (CaF ₂ , CaC ₂ , etc.)	CaO e CaF ₂	CaO e Mg
Queda de temperatura		Baixa	Média	Média
Vida da painela de gusa		Alta	Baixa	Baixa
Borda livre		Média	Grande	Média
Teor de S visado (Filosofia do processo)		O nível mais baixo	O especificado para a corrida	O especificado para a corrida

Várias foram as Usinas brasileiras que já adotaram a dessulfuração de gusa líquido em painela dentro da Aciaria e, praticamente, todos os projetos em desenvolvimento estão optando por este processo.

4 QUANTIDADE DE CONVERTEDORES

Em geral, as Aciarias brasileiras foram implantadas, em sua primeira fase, com 2 convertedores, estando sempre um em operação e outro em manutenção ou reserva, operação no sistema 1/2. Isto era necessário, uma vez que a vida do revestimento refratário era muito baixa, menor que 1.000 corridas, e o tempo de troca do revestimento muito elevado. Nestas condições, havia quase sempre um convertedor em manutenção refratária e mecânica, com pouquíssimo tempo de disponibilidade dos dois fornos para a operação.

Nesta configuração era possível dobrar a capacidade da Aciaria com a instalação de apenas mais um convertedor, que operariam no sistema 2/3, com dois em operação e um em manutenção ou reserva.

Porém, com o aumento da vida do revestimento refratário dos convertedores e melhora de eficiência dos equipamentos e nos processos de refratamento, houve uma redução significativa nos tempos de parada dos fornos. Assim, ocorreu um ganho significativo de produtividade nestas Aciarias com dois convertedores, que aliado ao sopro simultâneo permite a operação no sistema 2/2 durante longos períodos.

A partir de então, a instalação de um terceiro convertedor não mais duplica a capacidade e, na maioria das vezes, não consegue nem mesmo o aumento de 50% na produção, como pode ser visto na Figura 2, que mostra a produção média diária das Aciarias brasileiras com 1, 2 e 3 convertedores. A operação 3/3 é muito difícil, devido principalmente, às interferências de movimentação das cargas.

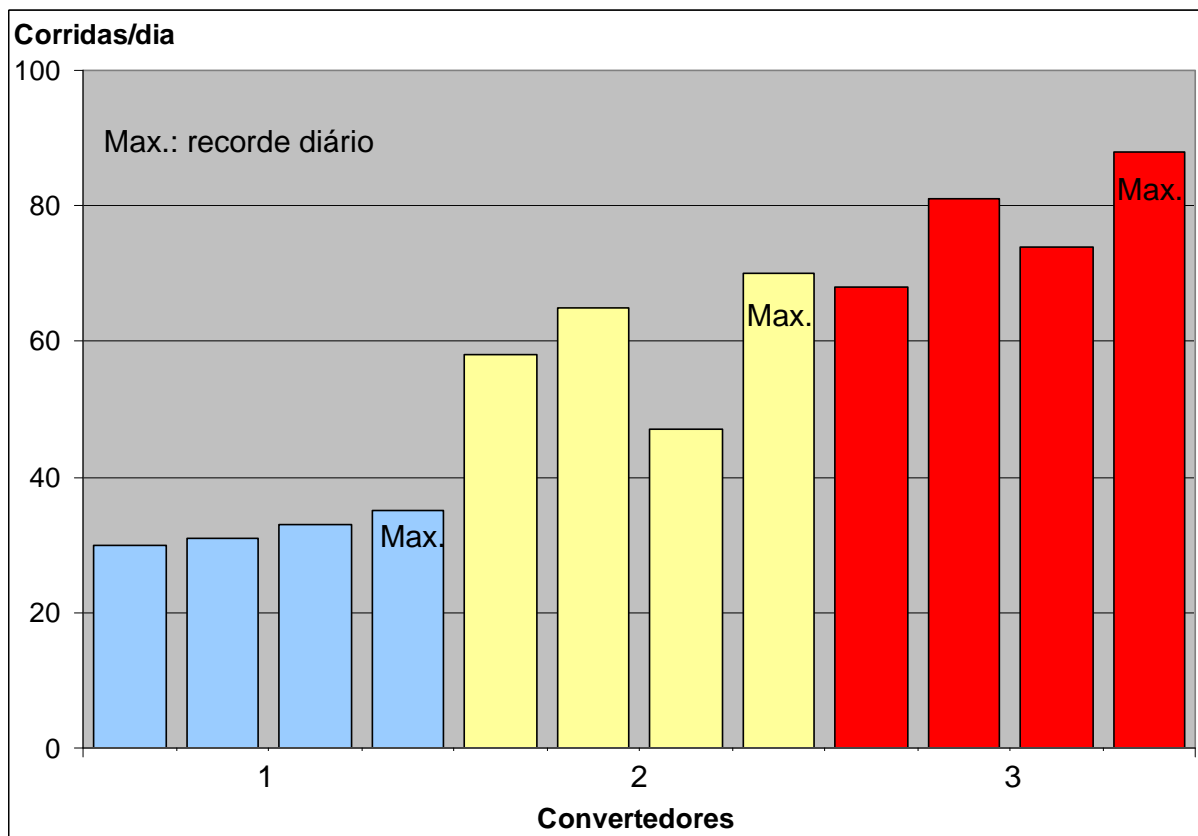


Figura 2: Produção diária.

Assim, a concepção que está sendo adotada na maioria dos novos projetos é instalar apenas dois convertedores por Aciaria e a expansão através da construção de nova unidade.

Em relação a tecnologias, que até bem pouco tempo eram incorporadas aos convertedores para melhoria de produtividade e enobrecimento da qualidade do produto, hoje são partes integrantes do convertedor e, com raríssimas exceções, não são contempladas em novos projetos. Entre outras, destacam-se: sub lança, sopro combinado, retentor de escória e recuperação de gás, que estão presentes na maioria das Aciarias brasileiras (Figura 3).

Outra tendência é a instalação de convertedores de grande porte.

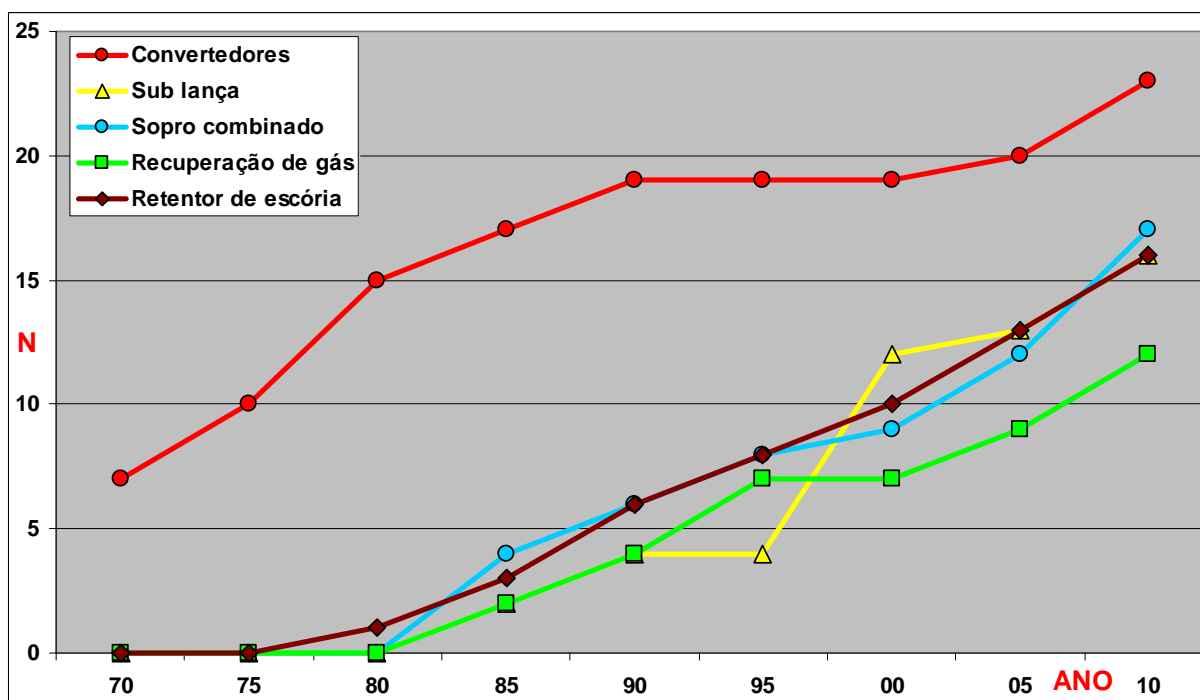


Figura 3: Evolução das tecnologias implantadas nos convertedores.

5 REFINO SECUNDÁRIO

A complexidade do sincronismo operacional entre convertedor e lingotamento contínuo, motivou o aparecimento de estações de tratamento de refino secundário, que pudessem funcionar como pulmão na Aciaria, permitindo o vazamento das corridas, assim que estivessem prontas e possibilitar operar com seqüências longas, mesmo num ciclo operacional de lingotamento contínuo inferior ao do convertedor.

Assim, fica caracterizada a necessidade de uma instalação que tenha mecanismo sincronizador e, dependendo das condições da Aciaria, possua também meios para efetuar aquecimento do aço. Os equipamentos que atendem estas exigências são o Forno Painela e os processos dotados de Aquecimento Químico.

O refino secundário com aquecimento químico começou a despertar grande interesse no Brasil a partir da instalação do IRUT (Injection Refine Up Temperature) na CST e na tabela 4 são mostradas as unidades brasileiras.^(6,7)

Tabela 4: Refino secundário com aquecimento químico

TIPO	EMPRESA	Capacidade	Início
CAS-OB	USIMINAS Ipatinga	180 t	2002
AHF	USIMINAS Cubatão	160 t	2001
	CSA - Companhia Siderúrgica Atlântico	330 t	2010
IR-UT	Arcelor Mittal Tubarão	315 t	1995

A Tabela 5 faz uma comparação entre o Forno Painela e os processos com Aquecimento Químico, à pressão atmosférica, enfatizando alguns dos pontos mais relevantes ao processo de refino secundário.



Tabela 5: Comparação entre tecnologias

Itens	Sem aquecimento	Com aquecimento	
		Elétrico	Químico
Sincronismo	Sim	Sim	Sim
Aquecimento (°C/min.)	0	3 (máx. 4,5)	6 a 8 (máx. 13)
Custo de investimento	0,2	2 a 3	1
Custos operacionais	Muito Baixo	Alto	Baixo
Remoção de escória	Não necessária	Opcional	Não necessária
Tempo de tratamento	Curto	Longo	Curto
Filosofia operacional	- Homogeneização; - Elevada temperatura de vazamento.	- 100% de utilização; - Melhora de qualidade; - Redução da temperatura de vazamento.	- Recuperar corridas com baixas temperaturas.

Considerando apenas a função de aquecimento, é possível notar que os equipamentos com aquecimento químico apresentam menores custos de investimentos e de operação e, portanto, são mais atrativos quando outras funções metalúrgicas não são primordiais ou a Aciaria é dotada de outras unidades de refino secundário que tenham estas funções.

Além destes fatores econômicos, os equipamentos são muito simples e os tempos de tratamento mais curtos, que vem a ser uma inegável vantagem, quando o sincronismo é uma variável significativa.

Outra tendência é a implantação de desgaseificador a vácuo RH, que foi implantado em todas as grandes siderúrgicas brasileiras e está presente em praticamente todos os novos projetos de grande porte.

6 ABASTECIMENTO DE CAL

O aumento da produção e da competitividade do aço produzido no Brasil, fez surgir à terceirização de muitas atividades e mesmo de unidades operacionais.

Este fato é muito evidente em relação às fábricas de oxigênio (FOX), pois os novos projetos e expansões já contemplam a terceirização e, mesmo aquelas Usinas que construíram suas fábricas, em sua maioria, já terceirizou estas instalações.

Da mesma forma, a terceirização já é quase consenso em relação à manutenção refratária, manuseio e tratamento de escória da Aciaria e administração de pátio de sucata entre outros.

Mais recentemente tem-se observado algumas mudanças em relação ao fornecimento de cal, que está deixando de ser próprio, para ser garantido por terceiro, através de instalação no próprio site ou venda direta de cal.

Em função do elevado preço de transporte e dificuldades logísticas a venda direta de cal tem sido mais exaustivamente analisada, pois neste caso a quantidade de material transportado é metade do peso do calcário e, mesmo com os maiores cuidados na armazenagem e transporte de cal, em algumas situações a compra direta de cal é mais compensadora.



Por outro lado, observa-se que as mineradoras estão instalando novos fornos de calcinação, com objetivo de agregar valor ao produto e, conseqüentemente, deixando de ser interessante à venda simplesmente de calcário para calcinar.

Analisando as seis grandes Usinas Siderúrgicas brasileiras vemos uma situação equilibrada, com 2 empresas que possuem mineração própria e produz cal em suas plantas, 2 possuem calcinação própria ou terceirizada e precisam adquirir matéria prima no mercado e outras 2 adquirem toda a sua necessidade de cal no mercado. No entanto, apenas uma delas não compra cal no mercado.

7 OUTRAS TENDÊNCIAS

Além dos pontos já discutidos, deve-se ressaltar alguns outros itens, que são relevantes, mas infelizmente não puderam ser analisados, devido às limitações de tempo e espaço do trabalho técnico, dos quais destacam-se:

- despoeiramento primário a seco;
- incorporação de novos equipamentos e processos aos convertedores, como: sub lança, *slag splashing*, sopro combinado e retentor de escória;
- verticalização de produtores de gusa, com implantação de Aciarias a oxigênio de pequeno porte, abaixo de 1 milhão de toneladas anuais, com apenas um convertedor e facilmente expansíveis para dobrar de capacidade; e
- alternativas de materiais refrigerantes no convertedor, em função da escassez de minério bitolado no mercado.

8 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com a privatização das grandes Usinas Siderúrgicas Brasileiras, foi preciso uma modernização para torná-las competitivas no mercado internacional. Assim, tem-se observado algumas mudanças de comportamento, pela incorporação de novos equipamentos e tecnologias, que vêm moldando uma nova concepção siderúrgica no país. Tem-se notado também uma maior atratividade do país para investimento de grandes grupos siderúrgicos mundiais.

Através de uma análise podem-se observar algumas tendências em relação às Aciarias a oxigênio, como:

- transporte de gusa líquido em panela para carregamento direto do convertedor;
- dessulfuração de gusa dentro da Aciaria na própria panela de carregamento do convertedor;
- implantação de Aciarias com apenas 2 convertedores e expansões através da instalação de nova unidade;
- refino secundário com aquecimento químico;
- refino secundário com desgaseificador a vácuo RH;
- terceirização de atividades ou equipamentos; e
- terceirização da calcinação ou compra direta de cal.

Essas tendências não podem ser consideradas como regra geral, já que cada companhia tem suas características próprias, que são levadas em consideração. No entanto, nas propostas de expansão e de novas siderúrgicas, sem dúvida, estes itens são pautados para análise.



REFERÊNCIAS

- 1 Barão, C.D. e outros: Operação de Refino de Aço. Curso de Fabricação de Aço em Forno Básico a Oxigênio - LD, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - ABM, Vitória - ES, 2008.
- 2 Costa, S. L. S. e outros: Otimização do Processo Cal-Mg de Dessulfuração do Gusa Através do Uso de Lança Rotativa, XXXVII Seminário de Aciaria, Porto Alegre – RS, 2006.
- 3 Kirmse, O. J.: Estudo do Comportamento Metalúrgico do “Reator Kambara” Através de Modelagem Física – Dissertação de Mestrado, REDEMAT/UFOP, 2006.
- 4 Marques, A. A. e outros: Processo KR – 5 Anos de Operação na Gerdau Açominas, XXXIX Seminário de Aciaria, Curitiba – PR, 2007.
- 5 Barão, C. D. e Souza Júnior, J. A.: Evolução da Operação dos Convertedores da CST. Congresso Anual da ABM, São Paulo – SP. 2004.
- 6 Barão C. D., Ferreira J, P., Barbosa R. e Araújo R. L.: Aquecimento Químico na Companhia Siderúrgica de Tubarão – XXVII Seminário Sobre Fusão, Refino e Solidificação de Aço, 1996, Belo Horizonte – MG.
- 7 Campos E. B., Viana J. F. e Araújo T. C. S.: Entrada em Operação da Estação de Ajuste de Composição Química da Usiminas - XXXIV Seminário Sobre Fusão, Refino e Solidificação do Aço, 2003, Belo Horizonte – MG.
- 8 Barão, C. D. e outros: Refino do Aço com Aquecimento Químico. Curso de Refino Secundário, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - ABM, Vitória - ES, 2009.