

# A EXPANSÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE GUSA DA CST VISANDO OITO MILHÕES DE TONELADAS DE GUSA<sup>1</sup>

*Roney Rezende Gonçalves*<sup>2</sup>

*Jorge Luiz Ribeiro de Oliveira*<sup>3</sup>

*Frederico Godinho Cunha*<sup>4</sup>

*Antônio Marcos Ferreira*<sup>5</sup>

*Carlos Henrique Sampaio d'Andrea*<sup>6</sup>

## **Resumo**

A CST-Arcelor Brasil passa hoje por um processo de expansão irá torná-la a maior Planta Siderúrgica do país. A produção atual da usina, de 5 milhões de toneladas de aço por ano, alcançará 7,5 milhões, com investimentos em praticamente todas as suas unidades. Na área de Produção de Gusa da Usina, que deverá atingir a produção de 8 milhões de toneladas de ferro gusa por ano, houve investimentos em todas as unidades. Investimentos que envolvem o sistema de abastecimento, pátios de minérios e carvão, uma nova Planta de injeção e moagem de carvão pulverizado, a ampliação de produção da Sinterização, a construção da primeira coqueria Heat Recovery do país e de mais um Alto-Forno na usina com inovações que lhe dá níveis flexibilidade operacional ainda desconhecidas no Brasil. Este trabalho apresenta parte da história das expansões pelas quais a CST-Arcelor Brasil já passou após a sua privatização e mostra os principais investimentos realizados na área de produção de gusa, as características dos novos equipamentos, com algumas inovações inéditas no Brasil, e os maiores impactos causados pela expansão.

**Palavras-chave:** Expansão; Coqueria Heat Recovery; Alto-forno.

## THE EXPANSION OF THE IRONMAKING AREA OF CST AIMING EIGHT MILLION ANNUAL TONS OF PIG IRON

### **Abstract**

CST-Arcelor Brasil is going through an expansion process that will make it the largest Steel Plant in the country. Currently the steel production is 5 million tons/year, and it will reach 7,5 million, with investments in almost all units. In the Ironmaking Area of the Plant, that will reach 8 million tons of pig iron, there are investments in all units. Those investments include the supplying system, coal and ore yards, a new pulverizing/injection coal Plant, the increase in the Sinter Plant production, the construction of the first Heat Recovery Coke Plant in Brazil and a construction of a new modern Blast Furnace, with innovations unknown in Brazil. This paper presents part of the history of the expansions for which CST-Arcelor Brasil has already passed since its privatization, and shows the main investments carried through the Ironmaking Area, the characteristics of the new equipment and the most important impacts carried out by the expansion.

**Key words:** Expansion; Heat recovery coke plant, CST Arcelor- Brasil Blast furnaces.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ*

<sup>2</sup> *Gerente da Divisão de Controle Técnico da Área de Gusa da CST – Arcelor Brasil*

<sup>3</sup> *Gerente da Divisão de Altos-Fornos e Sinterização da CST – Arcelor Brasil*

<sup>4</sup> *Especialista de Alto-Forno*

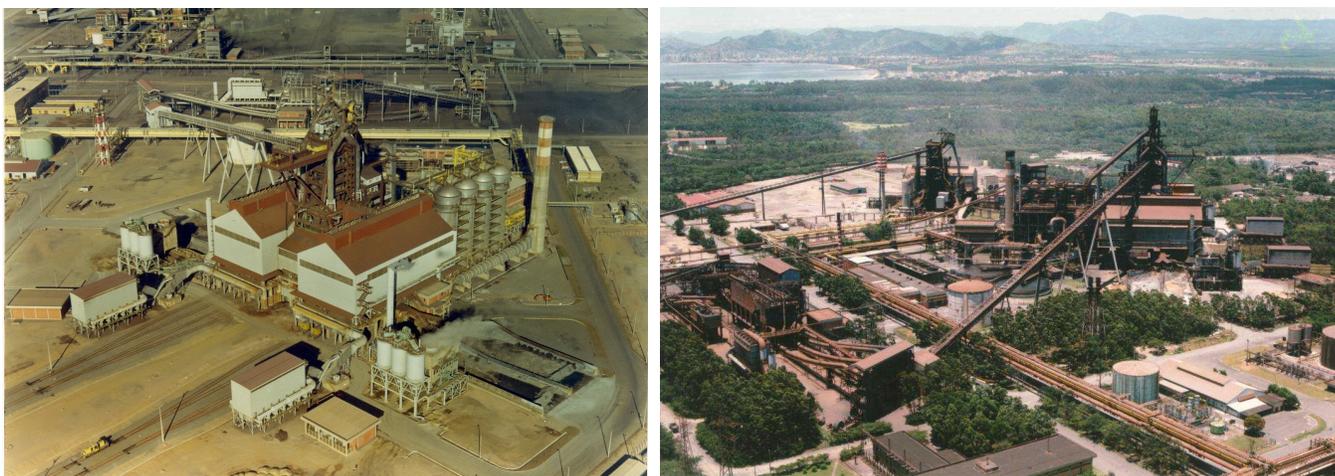
<sup>5</sup> *Especialista de Sinterização*

<sup>6</sup> *Especialista de Coqueria*

## 1 INTRODUÇÃO

A CST – Arcelor Brasil, maior produtora mundial de semi-acabados de aço, foi constituída em junho de 1976, como uma *joint-venture* de controle estatal, com a participação minoritária dos grupos Kawasaki, do Japão, e Ilva (ex-Finsider), da Itália, tendo suas operações começado em novembro de 1983.

No quadro da construção da Companhia Siderúrgica de Tubarão, o governo brasileiro vinha investindo tanto na ampliação quanto na construção de novas usinas, objetivando inicialmente suprir a demanda interna e oportunamente a exportação. A CST foi projetada inicialmente para uma produção de 3.000.000t/ano de aço semi-acabado com a instalação do 1º Alto-Forno (Figura 1). A Usina, na sua implantação, já previa posteriores Expansões visando alcançar as 12.000.000 t/ano de aço para as quais foi projetada.

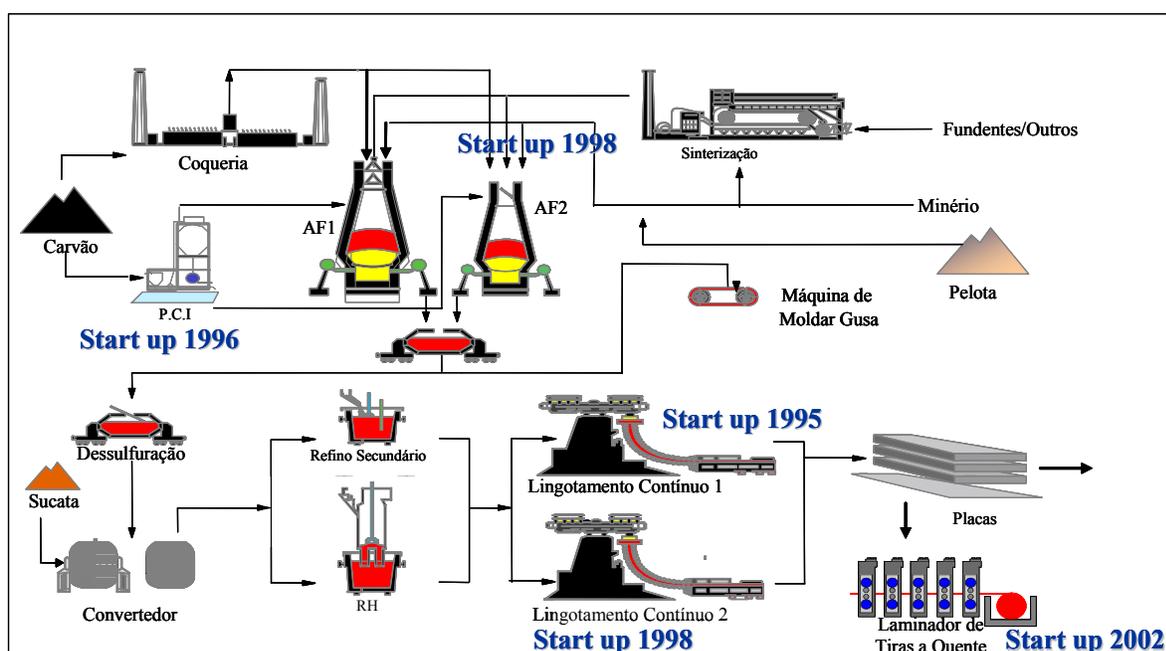


**Figura 1.** Alto-Forno 1 da CST na sua instalação (direita) e foto mais recente dos Altos-Fornos da CST – Arcelor Brasil

Nesse período, a CST criou e consolidou sua liderança no mercado, passando por profundas transformações, intensificadas após a privatização em 1992, quando a Companhia passou a ser controlada por grupos nacionais e estrangeiros. Com um programa de investimentos na ordem de US\$ 1,8 bilhão, até 2002, voltado especialmente para atualização tecnológica, a CST aumentou e enobreceu seu mix de produção, além de realizar melhorias operacionais e ambientais. O primeiro passo para a Fase II do Plano de Expansão da Usina foi a implantação do Lingotamento Contínuo 1, em 1995; seguida pela Planta de PCI 1, em 1996.

A partir desta, foi constatada a viabilidade econômica da implantação de um segundo Alto-Forno aliado a uma série de investimentos paralelos para dar suporte ao mesmo. Não houve, contudo, a necessidade de investimentos numa bateria de coque, em outra Sinterização ou em um novo Convertedor. O excedente de cerca de 30.000 t/ano de coque devido à nova Planta de PCI tornou necessária a construção de um 4º pátio de minério, com um *stack reclaimers* totalmente automatizado. Para suprir uma maior demanda de sinter, foi elaborado e realizado o projeto de alargamento da máquina de sinter, tendo em vista um acréscimo em 15% na produção.

Na aciaria elevou-se de 35 para 45 corridas por dia aumentando a vazão de oxigênio, implementou-se o *slag splash* aumentando assim a vida útil do revestimento, além de introduzir o *sonic meter* para avaliar a formação da escória e construir uma nova dessulfuração e RH. A implementação de uma casa de força e de uma fábrica de oxigênio tornou-se, assim, indispensável. Esta primeira expansão culminou na implantação, em 2002, do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) que incorpora a mais avançada tecnologia disponível no mercado. Já em 2004, a CST consolida a otimização da sua produção para 5 milhões de t/ano, com a finalização da montagem da Central Termelétrica 4 (CTE 4), o que garante também a auto-suficiência energética da CST, mesmo com a operação do LTQ. Abaixo as principais unidades da CST e a aquelas que iniciaram a operação após a privatização.



**Figura 2.** Fluxo Produção da CST e as Unidades implantadas após a privatização.

Tomando-se a área de Redução, além do aumento de produtividade da Sinterização e da Planta de PCI, o mais importante equipamento decorrente desta Expansão foi Alto-Forno 2. Apesar de seu pequeno porte ( $1.550\text{m}^3$ ), suficiente para que continuássemos auto-suficientes em coque, foi considerado um forno moderno que apresentava inovações pioneiras devido à utilização de novas tecnologias desenvolvidas para Altos-Fornos

Dentro dessa evolução, está em andamento o Plano de Expansão de produção de placas de aço para 7,5 milhões de t/ano. A expansão envolve um investimento de cerca de US\$ 1 bilhão, sendo US\$ 600 milhões diretos da CST e US\$ 400 milhões de terceiros, com início da operação previsto para o 2º semestre de 2006.

## 2 A ÁREA DE REDUÇÃO

### 2.1 Coque

A Coqueria da CST-Arcelor Brasil hoje trabalha com um ritmo de 1.800.000t/ano, não tendo condições de suprir a necessidade de coque para a produção de 8 milhões de toneladas de gusa. Para a produção adicional de coque optou-se pela implantação de uma Coqueria Heat Recovery que, por gerar energia elétrica contribui para a auto-suficiência energética da Usina mesmo após às novas unidades previstas na Expansão. Esta é a primeira Planta Heat Recovery a ser implantada no país. Abaixo são mostradas as principais diferenças entre as coquerias.

**Tabela 1.** Diferenças principais entre a Coqueria convencional e a Heat Recovery.

<b>Itens</b>	<b>Coqueria Convencional</b>	<b>Coqueria Heat-recovery</b>
Produção (t/ano)	1.800.000	1.550.000
Tempo de Produção por forno (h)	16	48
Número de fornos	49 x 3	80 x 4
Rendimento Coque / Carvão	76%	72,5%
COG disponível para outros consumidores	Sim (430 m <sup>3</sup> / t. coque) PCI=4400 kcal/ Nm <sup>3</sup>	Não
Alcatrão para venda	Sim	Não
Capacidade Anual de Geração de energia elétrica (Mw)	-	175
Práticas Operacionais	Dominada	Simples (inérita no Brasil)
Qualidade Requerida da Mistura de Carvão	Alta Qualidade	Qualidade normal (maior flexibilidade)
Qualidade Coque	Boa	Boa
<b>Aspectos ambientais</b>		
Vazamento nas Portas e enforamento	Possíveis	Ausente
Resíduo	100% reciclados	Existente
Licor amoniacal	Presente	Ausente

A principal diferença entre esta tecnologia e a Coqueria Convencional é que a matéria volátil proveniente do carvão não é reaproveitada, sendo queimada durante a coqueificação, e parte do calor gerado é utilizado para a produção de vapor e energia elétrica. A combustão é feita no interior destes fornos e os gases provenientes desta descem por canais verticais por uma das paredes e passam sob a soleira do forno para aproveitamento térmico. Estes gases sobem através dos canais na parede oposta e são recolhidos pelo coletor para serem direcionados às caldeiras de recuperação de calor. O ar de combustão é admitido

por orifícios nas portas dos fornos ou em canais sob as soleiras dos fornos. Na figura 3 é mostrado um macro fluxo de descrição do processo.

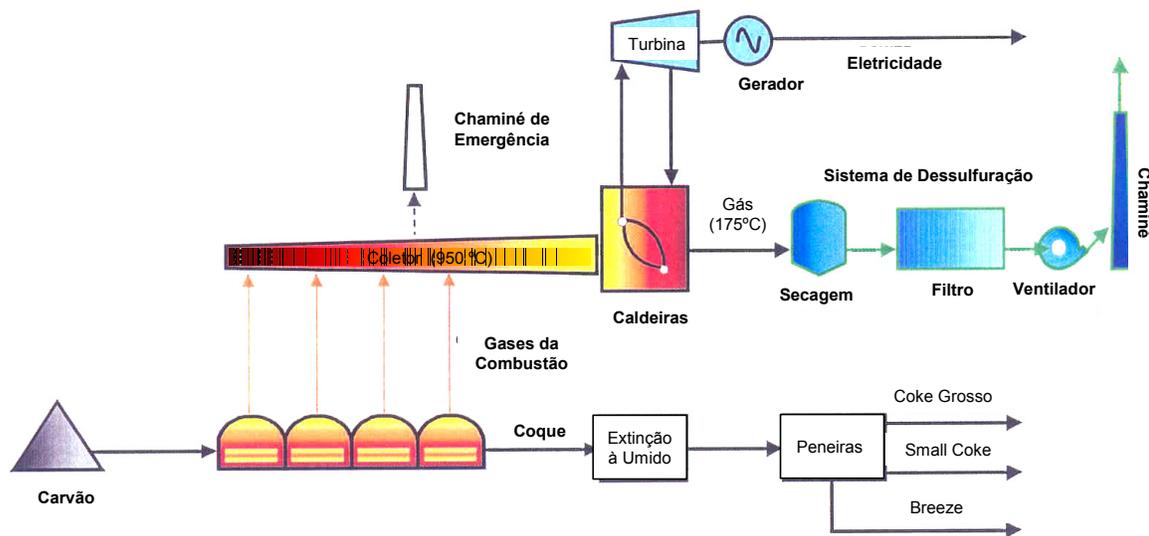


Figura 3. Fluxo Produção da Coqueria Heat Recovery.

A pressão interna dos fornos é negativa, o que garante que não haverá vazamentos pelas portas dos fornos. O  $\text{SO}_2$  contido nos gases será retirado pelo processo de dessulfuração e a emissão terá limites rígidos de enxofre, óxidos nitrosos ou particulados mantendo a Coqueria Heat Recovery em sintonia com os limites internos de emissões da CST-Arcelor Brasil.

## 2.2 Sinter

A Produtividade da Sinterização da CST-Arcelor Brasil deve atingir patamares até então não alcançados para garantir o abastecimento dos três Altos-Fornos. Algumas alterações em seu projeto inicial já foram realizadas visando acréscimo de produtividade.

A primeira etapa desta modernização foi a implantação do ISF (Intensified Sifting Feeder), que é um equipamento que segrega a Matéria-Prima no Leito de modo a aumentar a permeabilidade deste. Além do acréscimo de produtividade adquirido com este equipamento foi feita uma expansão da área útil da Área de Sucção, passando de  $440\text{m}^2$  para  $484\text{m}^2$ .

A produtividade média atual gira em torno de  $37\text{t}/\text{dia}/\text{m}^2$ , enquanto o necessário na Fase 7,5 seria no mínimo  $42\text{t}/\text{dia}/\text{m}^2$ . Para tanto foram avaliadas as alternativas para melhoria de eficiência e elevação da produtividade da Sinterização. O balanço foi feito considerando a redução da participação de sinter na carga metálica dos Altos-Fornos de 75% para, após o *rating up* de todos equipamentos envolvidos na expansão, de aproximadamente 50% da carga metálica. Abaixo, algumas ações em andamento para que seja atingida a produtividade visada:

- A instalação de novo misturador e aumento da capacidade do sistema de adição de - adição de cal acarreta melhoria da permeabilidade e da produtividade através da intensificação da micro-pelotização das partículas finas e o projeto elevará a capacidade de adição de cal fina de 0,8 para 2,0%;
- Possibilitar dosar o pó proveniente do Precipitador Eletrostático diretamente na mistura, ao invés de ser adicionado através do retorno sem dosá-lo,
- Instalação de sistema de controle da altura da camada da mistura a sinterizar,
- Instalação de Calha de Carregamento do Resfriador que tem como objetivo básico segregar o sinter no carregamento para o resfriador, posicionando as partículas mais grossas no fundo dos carros, as partículas finas no meio e as intermediárias na superfície, propiciando maior permeabilidade da carga e favorecendo a troca térmica do sinter com o ar insuflado
- Remodelamento no circuito de preparação de combustíveis sólidos, permitindo um melhor controle granulométrico com adoção de peneiras de elevada eficiência para materiais úmidos e fechamento do circuito de manuseio.

Um ponto importante para a realização dos testes de produtividade é a diferente qualidade química do sinter obtido com alta produtividade. Tais alterações em sua qualidade foram avaliadas de forma a não interferir na qualidade do gusa e da escória obtida nos Altos-Fornos com alteração da composição da carga metálica dos Altos-Fornos.

### **2.3 Altos-fornos**

O Alto-Forno 1 é ainda hoje o maior Alto-Forno do Brasil e, na ocasião de sua construção, foi o primeiro a utilizar staves para refrigeração da carcaça do equipamento. O Alto-Forno 2 trouxe várias inovações tecnológicas que são hoje pré-requisitos nos novos projetos. Toma-se como exemplo o uso de staves de cobre nos Staves de regiões termicamente mais solicitadas; o Bell Less Top somado ao Perfilômetro para maior precisão na distribuição de carga; uso de Sondas de Carga Radar e o pré-aquecedor de ar de combustão dos Regeneradores.

O projeto do Alto-Forno 3 não será diferente em relação às inovações presentes. Projetado para uma produção anual de 2.800.00t/ano utiliza, assim como os Altos-Fornos 1 e 2, injeção de carvão pulverizado e enriquecimento de oxigênio. A produção diária poderá alcançar o ritmo de 8.800t/dia, que será avaliada sob os aspectos de vida útil do equipamento, disponibilidade da Aciaria e combustíveis para o Alto-Forno. O sistema de refrigeração se baseia em *Staves Coolers*, inclusive no Cadinho do forno, que fornece maior proteção aos blocos de carbono, com Staves de cobre na Rampa, Ventre e Cuba Inferior do Alto-Forno. A carga metálica dos Altos-Fornos será alterada profundamente, com a redução de participação de sinter em torno de 75% para 50% e o uso de pelotas em maior proporção em todos os três Altos-Fornos.

As principais características deste Alto-Forno são apresentadas abaixo:

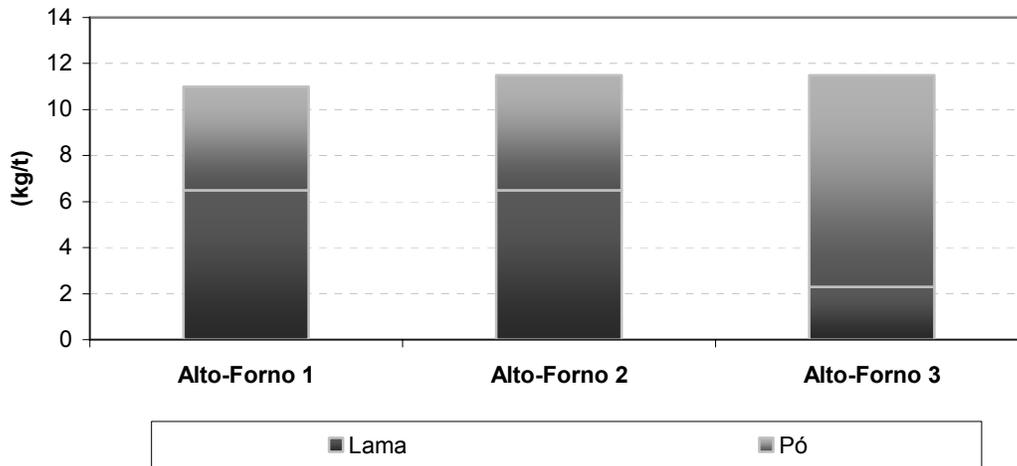
**Tabela 2.** Especificações gerais do Alto-Forno 3 da CST – Arcelor Brasil

<b>1 – Alto-Forno Próprio</b>	<b>Especificações</b>
Tipo	Free Standing
Volume Interno	3.617 m <sup>3</sup>
Volume de Trabalho	3.126 m <sup>3</sup>
Diâmetro do Cadinho	12,5 m
Furos de Gusa	04
Ventaneiras	34
Sistema de Refrigeração	Tubos de Resfriamento (Água desmineralizada) Staves (Água desmineralizada) - 05 linhas com Staves de Cobre
Lança Móvel	5414 mm de curso
<b>2 – Regeneradores</b>	<b>Especificações</b>
Tipo	VAI
Número	3 com Câmara de Combustão Interna + Base Civil
Temperatura de Sopro	1250° C
Área de Aquecimento	69.000 m <sup>2</sup> x 3
<b>3 – Limpeza de Gás</b>	<b>Especificações</b>
Limpeza Primária	Ciclone
Scrubber (PW)	3 elementos
<b>4 – Equipamentos do Carregamento</b>	<b>Especificações</b>
Tipo	Bells Less PW
Tremonhas do Topo	60m <sup>3</sup> x 3
<b>5 – Pressão de Topo</b>	<b>Especificações</b>
Tipo	Scrubber: 3 Elementos
Pressão de Topo	Max 2,5 cm <sup>2</sup>
<b>6 – Casa de Corrida</b>	<b>Especificações</b>
Canhão de Lama	4 Hidráulicos (PW)
Perfuradores	4 Pneumáticos (PW)
Granulação de Escória	INBA (PW) x 02
Capacidade	2.352 t/d

Apresenta como principais diferenças dos Altos-Fornos a Limpeza Primária do Gás, que usa Ciclone no lugar do Balão de Pó e o topo do Alto-Forno, onde foram adotadas três tremonhas.

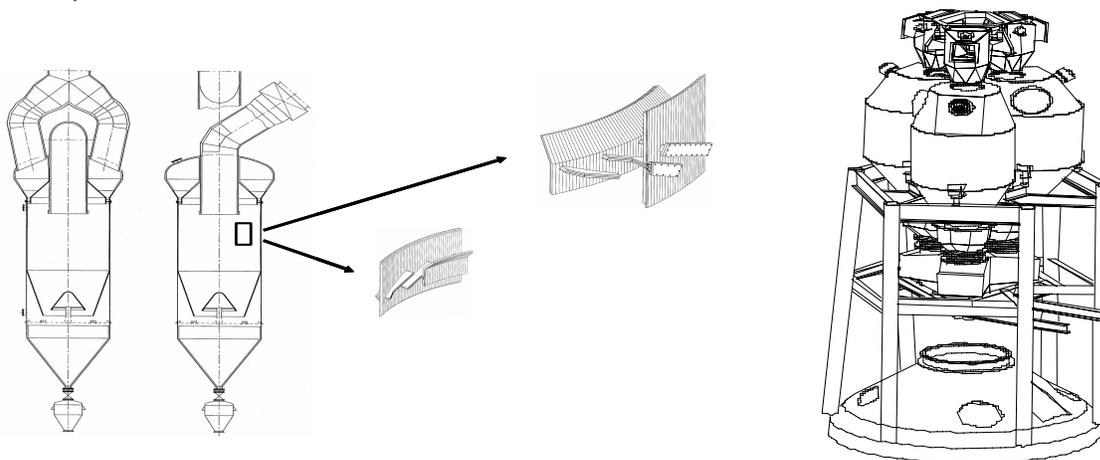
O uso do Ciclone permite maior segurança na descarga do material e uma melhor captação de pó, já que sua eficiência supera 85%. Esta maior geração de pó implica em maior recirculação de co-produtos, já que todo material captado no Ciclone é reaproveitado diretamente na Sinterização, e menor estoque de Lama

de Alto-Forno, que possui considerável teor de zinco e impossibilita o reaproveitamento total deste material. Abaixo, gráfico comparativo da geração específica de pó (totalmente reaproveitado na sinterização) e lama de Alto-Forno (consumo limitado).



**Figura 4.** Comparação entre as gerações específicas de pó e lama nos Altos-Fornos.

As três tremonhas do topo *Bell Less* são a maior inovação deste Alto-Forno. Além de maior disponibilidade para operação e manutenção, possibilita maior flexibilidade operacional com, inclusive, possibilidade de descarga simultânea de mais de uma destas para a distribuição das matérias-primas dentro do Alto-Forno. A possibilidade de recebimento de material em uma das tremonhas enquanto outra descarrega material dentro do Alto-Forno e a terceira esteja já preparada para a descarga, diminui o tempo necessário para preparação do topo e permite o carregamento em mais 'batches'; o que aumenta as possibilidades de carregamento e permite o uso de materiais mais finos no Alto-Forno. A Figura 5 apresenta um desenho esquemático do Ciclone com suas Lâminas Fixas responsáveis pelo movimento do gás no interior do equipamento e das tremonhas no topo do Alto-Forno.



**Figura 5.** Representação do Ciclone com suas Lâminas Fixas e das tremonhas no topo do Alto-Forno 3

Nos regeneradores, foram implantados pré-aquecedores de ar e gás utilizados na combustão dos mesmos, que reaproveitam a fumaça da chaminé do próprio regenerador, recuperando parte do calor com a conseqüente redução do consumo de BFG (Gás de Alto-Forno) e COG (Gás de Coqueria).

Com relação ao meio-ambiente a preocupação é constante. Foi implantado o que existe de mais moderno em sistemas de despoeiramento, com tomadas no topo que são succionadas pelo despoeiramento da casa de corrida e sistemas independentes de despoeiramento de coque e carga metálica, além de despoeiramentos na área de envio de matérias-primas e nos silos de retorno de finos, monitorados continuamente. A coleta do material retido nos sistemas de despoeiramento é a seco, que implica em reaproveitamento de todo pó via Sinterização.

Apresenta ainda um sistema de recuperação do gás de equalização das tremonhas do topo, o qual está diretamente ligado à linha de baixa pressão, reduzindo intensamente o ruído gerado na área e evitando a emissão dos particulados suspensos no gás para a atmosfera.

### **3 CONCLUSÃO**

A Expansão para a Fase 7,5 milhões de toneladas de aço por ano em uma única Planta de uma Usina Siderúrgica exigiu investimentos e planejamento de um porte até então desconhecido no país. Com foco na otimização de processos através de estabilização e desenvolvimento dos atuais equipamentos, matérias-primas, aquisição de novas tecnologias e de novas unidades que nos permitam alcançar os patamares previstos de produção e produtividade, o Projeto de Expansão aplicado à área de Redução está quase concretizado. O desafio da alta produção com qualidade, segurança e respeito ao meio ambiente se torna, cada vez mais, o incentivo de todos que têm trabalhado para a viabilidade desta nova realidade.

### **BIBLIOGRAFIA**

- 1 KLEIN, C. A.; OLIVEIRA, J. L. R.; GUSHIKEN, J. I.; HAYMANN, M. T.; FARIA, J. A. Alto Forno II da CST – Start Up de um Alto-Forno moderno. In: SEMINÁRIO DE MINÉRIO DE FERRO, 29., 1998, Belo Horizonte.