

PROJETO INTEGRADO DE ELEVAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA SINTERIZAÇÃO DA ARCELORMITTAL TUBARÃO ¹

Antonio Marcos Maximiano Ferreira ²

Edson Luiz M Harano ²

Marcos Antonio Alves Medeiros ³

João Bosco Mendes ⁴

Roney Gonçalves Rezende ⁵

Resumo

Quando a ArcelorMittal Tubarão decidiu implementar o plano de expansão para aumentar a produção de placas de 5,0 para 7,5 Mt/ano, foi estabelecido um desafio para estudar alternativas para aumentar a produtividade da máquina de sinter de 37,5 t/d/m² para 42,0 t/d/m². O trabalho visa mostrar passo a passo as alternativas avaliadas para otimizar e aumentar a produtividade através dos seguintes pontos: Matérias primas; estabilização e otimização dos equipamentos existentes e busca de novas tecnologias. A metodologia para desenvolvimento do trabalho foi baseada em extensa pesquisa bibliográfica, além de busca de referência (Benchmark) com máquinas de sinterização Japonesas que operam com altos níveis de produtividade.

Palavras-chave: Produtividade; Sinergia, Estabilização.

INTEGRATED PROJECT TO INCREASE THE ARCELORMITTAL TUBARÃO SINTER MACHINE PRODUCTIVITY

Abstract

When ArcelorMittal Tubarão decided to implement the expansion plan to increase the total production of steel from 5,0 to 7,5 tons/year, (Blast Furnace, Converter and Continuous Casting Machine), it was established a challenge to study ways to increase sinter machine productivity from 37,5 t/d/m² to 42 t/d/m². This paper aims to show step by step the alternatives to optimize and increase the productivity through raw materials, present equipments improvements and development of new technologies/equipments. The methodology for development was based on the team experience, bibliographical inquiry and high productivity benchmarking with some Japanese Sinter Plants

Key words: Productivity; Benchmark; Stability

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Especialista de Controle técnico da área de Gusa da ArcelorMittal Tubarão*

³ *Gerente de Seção de Manutenção da Sinterização da ArcelorMittal Tubarão*

⁴ *Gerente de Seção da Sinterização da ArcelorMittal Tubarão*

⁵ *Gerente de Divisão do Controle técnico da área de Gusa ArcelorMittal Tubarão*

1 INTRODUÇÃO

Quando a ArcelorMittal Tubarão decidiu implementar o plano de expansão para aumentar a produção total de aço de 5,5 para 7,5 Mt/ano (Alto Forno, Convertedor e Máquina de Lingotamento Contínuo), foi estabelecido um desafio para se estudar meios de aumentar a produtividade da Máquina de Sinter de 37,5 para 42,0 t/d/m².

Visando a obtenção de informações para o estudo, além das referências bibliográficas, foi realizada missão técnica ao Japão em Setembro de 2003

As verificações obtidas pela missão; as referências bibliográficas além das experiências do time apontaram para aspectos relacionados a matérias primas, melhorias nos equipamentos existentes e o desenvolvimento de novas tecnologias / equipamentos. A partir do qual se traçou um plano de trabalho visando à obtenção do resultado proposto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Referências

Em setembro de 2003 foram realizadas visitas técnicas a 4 plantas de Sinterização com áreas de máquinas maior ou igual a 350 m² e produtividades que variavam de 40,00 a 48,00 t/d/m², estabelecendo referências que eram determinantes para obtenção de resultados de alta produtividade (Quadro 1)

Quadro 1: Quadro resumo dos principais aspectos do “Benchmark” com usinas Japonesas

Benchmark Usinas Japonesas: Produtividade			
A	B	C	D
45,14	48,71	44,64	40,00
Materias Primas			
T. M Mistura (mm)	Cal		Combustível Mix
	Participação (%)	Tamanho (mm)	
> 3,00	From 2,50 to 3,00	100% < 1,00mm	> 70% of Coke
Qualidade Sinter			
Basisidade	CaO (%)	MgO (%)	
> 2,00	> 10,00	<1,20	
Equipamentos			
Preparação Mistura		Sistema de Resfriamento	
Mixer + Nodulizer		Área do resfriador maior que a área da máquina	
Pre - treatmento dos recirculados			

2.2 Fluxogramas de Trabalho

Através das referencias foi estabelecido fluxograma (figura abaixo) considerando e detalhando as principais frentes, ou seja, a matérias primas, melhorias nos equipamentos existentes e o desenvolvimento de novas tecnologias / equipamentos. Gerando formação de times para avaliações de novas matérias primas, avaliações de retorno econômico para detalhamento, especificação, engenharia e implantação de novos equipamentos e melhorias nos existentes.

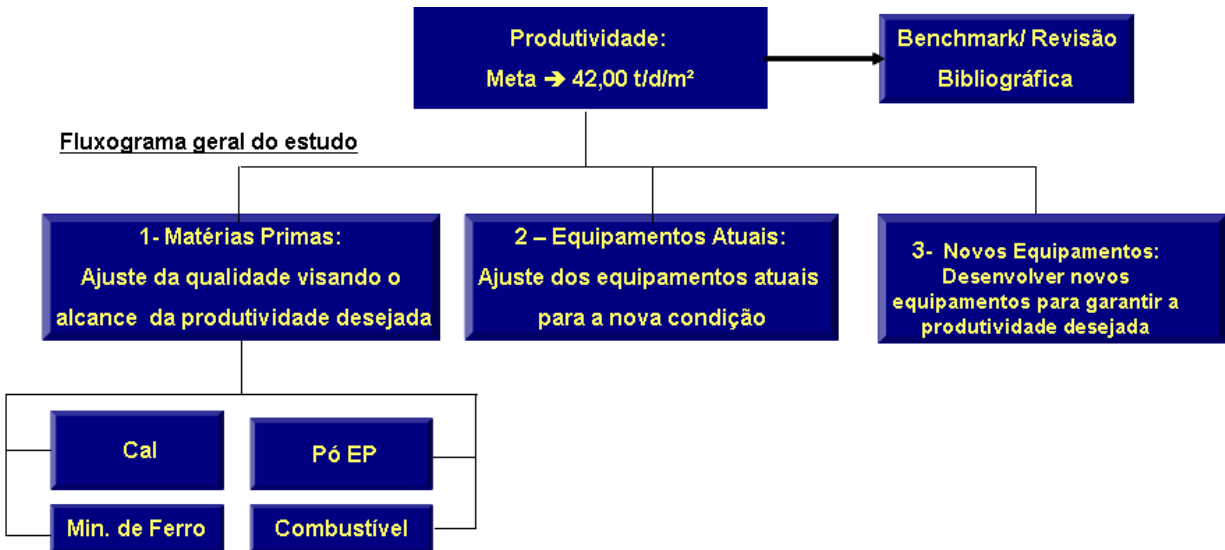


Figura 1: Fluxograma geral do estudo

2.3 Matérias Primas

2.3.1 Cal fina

A adição de cal fina melhora a permeabilidade e conseqüentemente a produtividade através da intensificação da micropelotização dos super finos. Visando o alcance da meta de se produzir 42,00 t/d/m² definiu-se pela utilização de 2,00% de cal na mistura com sua distribuição granulométrica em 100% abaixo de 1,00mm (referencias gráfico abaixo).

Para atender à necessidade da sinterização no que se refere à volume e a granulometria foi ajustado as capacidades dos novos fornos de calcinação e implantado britador no circuito de manuseio (projeto Lhoist), além da instalação de uma nova linha de transporte pneumático, um novo silo bem como o aumento de capacidade de dosagem do sistema como um todo.

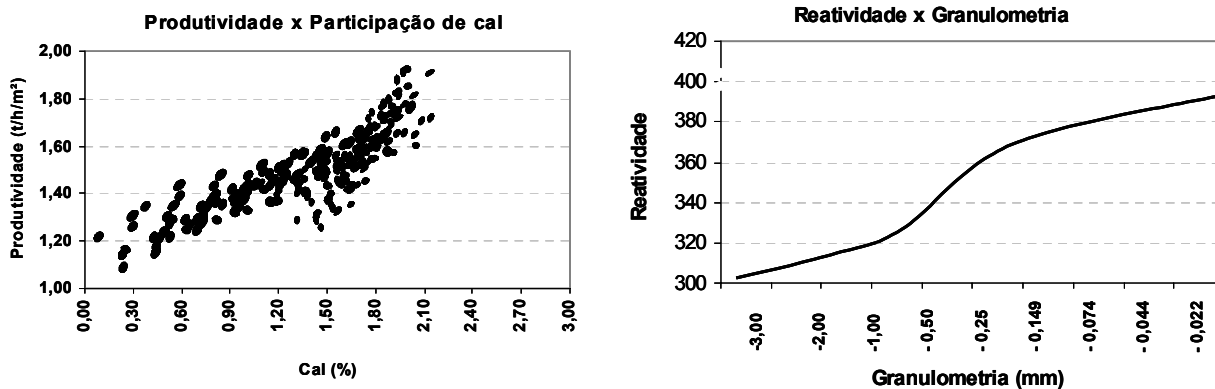


Figura 2 Influencia da participação e da granulometria da cal na produtividade.

2.3.2 Minério de ferro

O desenvolvimento da nova mistura de minérios de ferro foi um trabalho conjunto entre VALE / ARCELORMITTAL TUBARÃO ao longo dos anos de 2005 e 2006. O objetivo deste projeto foi a avaliação de misturas de alto desempenho no que se refere à produtividade. Foram testadas seis diferentes tipos de misturas de minérios (Gráfico abaixo), sempre confrontada com a mistura referencia (Utilizada até 2007), a mistura que apresentou melhor desempenho (Mix IV) obteve ganho de produtividade da ordem de 2,35% ou ~1,2 t/d/m². O ganho de produtividade em questão estava associado à maximização de minérios “Supergênicos” que favorecem à aglomeração a frio, trazendo no entanto elevação da AL₂O₃ e P.

Foram realizados testes industriais com o “MIX IV” em setembro de 2007, que apontaram para ganhos inferiores aos obtidos nos testes em escala piloto.

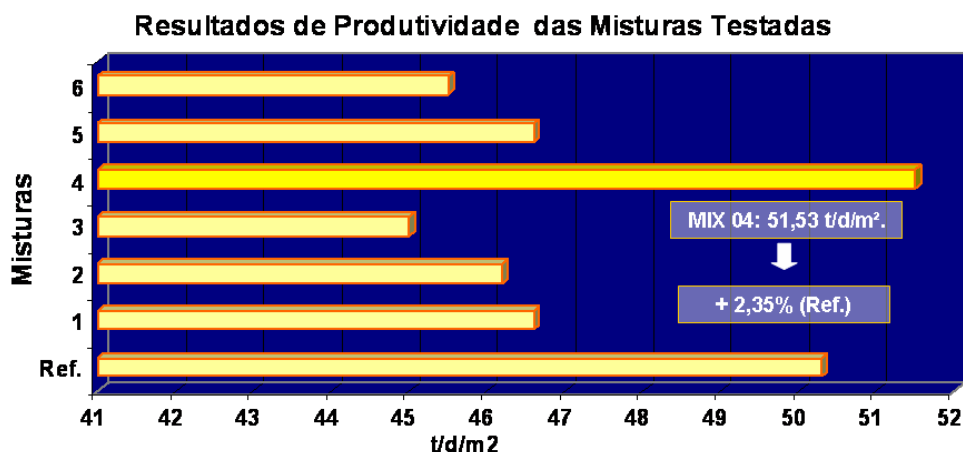


Figura 3: Produtividade das misturas testadas em escala Piloto

2.3.3 Combustíveis sólidos

A estação de preparação e moagem de combustíveis da sinterização foi projetada originalmente (1983) para tratar coque seco de granulometria menor que 25mm, proveniente do sistema de apagamento a seco da coqueria “CDQ”. Esta condição mudou a partir da evolução do consumo de antracitos na sinterização, que determinou

a sua aquisição em um mercado que disponibiliza somente produtos de granulometria extremamente fina e com teores de umidade elevados; condições incompatíveis com o projeto original da planta de moagem, sendo necessário operá-la com altas taxas de alimentação (t/h) e cargas de barras baixas, mudando radicalmente o perfil de operação dos moinhos; afetando conseqüentemente a distribuição granulométrica dos combustíveis sólidos para a sinterização e o desempenho do processo. O Quadro 2 ilustra o efeito da granulometria no processo.

Quadro 2: Influência das diferentes frações granulométricas dos combustíveis no processo de sinterização

GRANULOMETRIA	CARACTERÍSTICAS IDENTIFICADAS NO PROCESSO	EFEITO
Grão grosso (> 3,0 mm)	(1) Geração da queima irregular pela falta de uniformidade da distribuição térmica na camada à sinterizar. (2) Baixa velocidade de sinterização. (3) formação de cascão no fundo do setor	Pela redução de rendimento, ocorre aumento do consumo específico de coque. Impacta negativamente na produtividade
Grão médio (3 - 0,25mm)	(1) Distribuição térmica uniforme. (2) Velocidade de sinterização compatível com as trocas térmicas necessárias ao processo	Eficiência de combustão otimizada, favorecendo as condições de rendimento e produtividade.
Grão fino (< 0,25 mm)	(1) Alta velocidade de sinterização, com transmissão de calor insuficiente ao processo. (2) O coque super-fino fica envolto pelo minério, prejudicando sua combustão.	Aumenta o consumo específico de coque, por perda de rendimento.

Visando a correção da distorção gerada na operação do sistema com o aumento do consumo de antracito no mix de combustíveis, implementou-se o projeto de melhoria no sistema de tratamento de combustíveis. Esta melhoria consistiu em aumento de capacidade do sistema, substituição das atuais peneiras por peneiras de alta eficiência para materiais úmidos e fechamento do circuito após a moagem, com utilização na sinterização somente do *under size* das peneiras. Estas medidas visam à obtenção de produto com altas taxas de concentração na faixa granulométrica entre 0,25 mm e 3,15 mm, que é a mais eficiente para o processo, a figura da abaixo mostra o impacto na qualidade do antracito após o início de operação com circuito fechado.

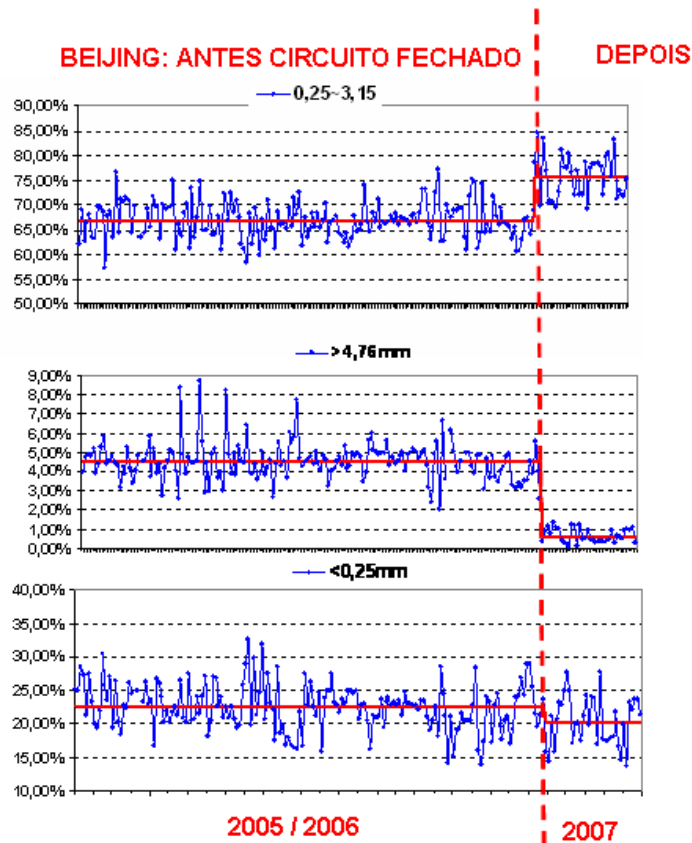


Figura 5: Evolução da distribuição granulométrica do Antracito tratado na nova planta.

Outros dois aspectos importantes que este investimento contemplou foram:

- A possibilidade de utilização e mistura de dois tipos de antracitos de qualidades diferentes e características complementares, com a obtenção de um produto de qualidade conhecida e que atenda às necessidades relativas à produção e meio ambiente.
- Preparação de *small coque* em rota exclusiva para combustíveis eliminando completamente e contaminação dos finos gerados no peneiramento, condição que possibilitou maior estabilidade do processo tendo em vista a eliminação das variações de carbono fixo do coque fino (Anteriormente todo este material era preparado no pátio de minérios).

2.4 Ajuste dos Equipamentos Atuais para a Nova Condição

2.4.1 Calha de descarga para o resfriador

O principal objetivo deste projeto foi a melhoria da distribuição granulométrica do sinter no resfriador, de modo que as partículas grossas do sinter sejam alojadas no fundo dos carros, as partículas finas sobre as grossas e as de tamanho mediano na parte superior, proporcionando uma melhora no fluxo do ar, melhorando a troca térmica, reduzindo assim a temperatura do sinter na descarga. Após a reforma foi possível aumentar a produtividade em aproximadamente 3,5%, a Figura 6 mostra o *lay out* da nova calha.

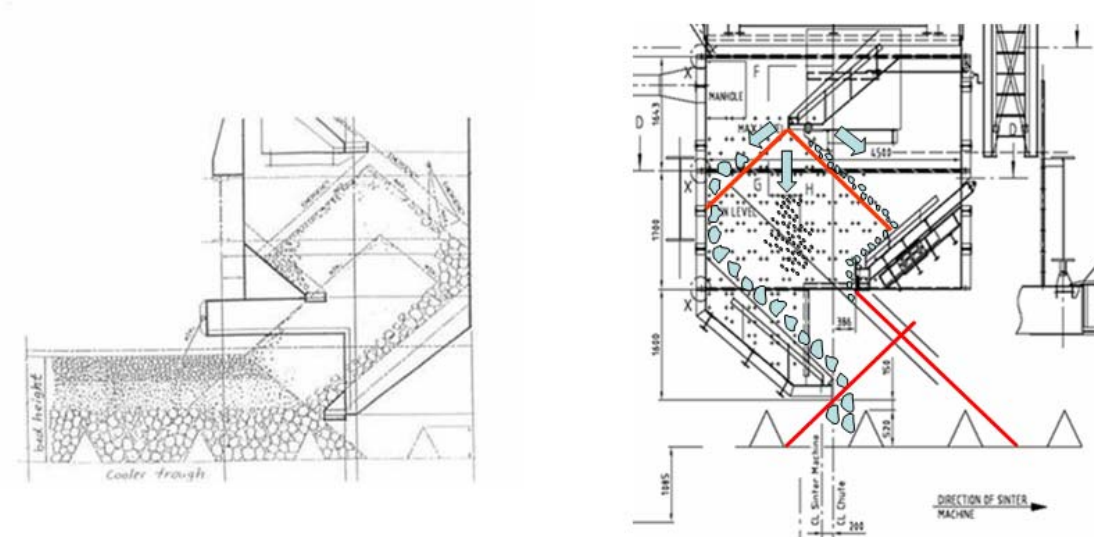


Figura 6: Lay out da nova calha de descarga para o resfriador

2.4.2 Desenvolvimento de correias transportadoras resistentes altas temperaturas

Foi desenvolvido parcerias com fabricantes de correias transportadoras visando pesquisar e desenvolver correias transportadoras resistentes a altas temperaturas e abrasão; dos testes realizados foi selecionado um fabricante de correias que suporta temperaturas médias de 200°C, com picos de temperatura em torno de 400°C e 60 dias de vida útil.

2.5 Desenvolvimento de Novos Equipamentos para Garantir a Produtividade Visada

2.5.1 Melhoria no sistema de preparação da mistura

Para alcançar a produtividade visada com altas taxas de participação de cal e o novo mix de minérios, foi necessário aumentar o tempo de misturamento para garantir o processo de formação de micropelotas.

A melhoria no sistema de misturamento consistiu na instalação de um novo misturador, e a mudança do misturador existente em nodulizador, bem como o aumento de sua capacidade, a figura da abaixo mostra o novo lay out e o impacto desta melhoria no tamanho médio das micropelotas

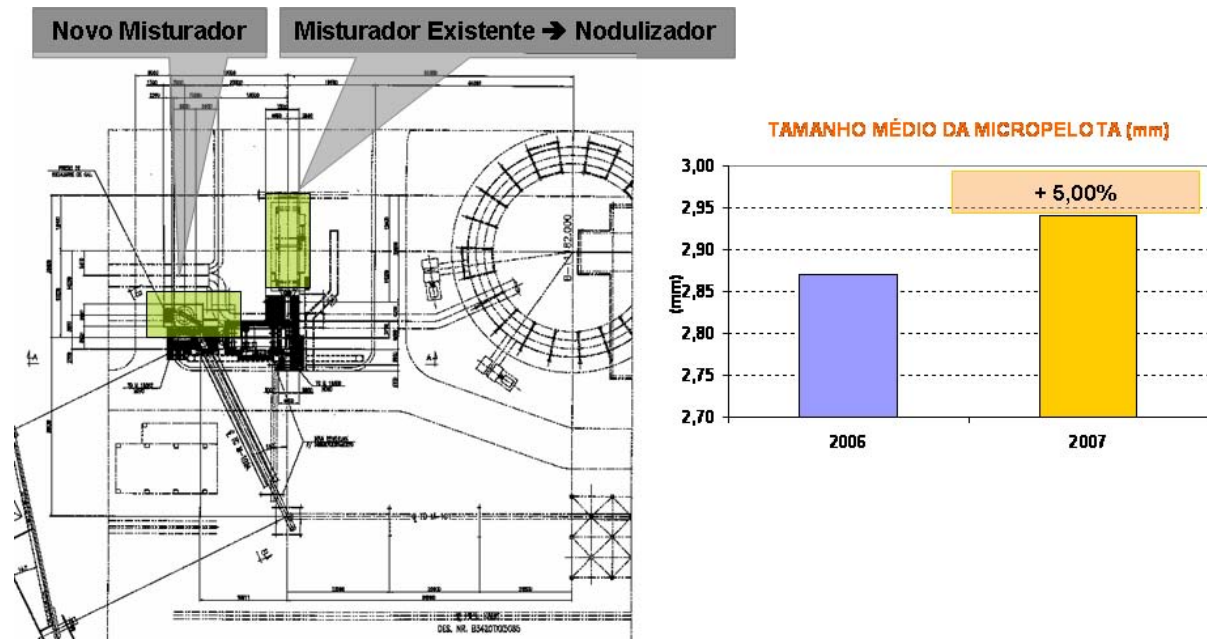


Figura 7: Novo Sistema de Misturamento e evolução do Tamanho Médio das Micropelotas

2.5.2 Sistema de dosagem de poeira do precipitador secundário

Até Jun./2007 os pós gerados nos precipitadores secundários (Despoeiramento da área), em torno de 200 t/d, era recirculado ao processo através dos fins de retorno. Esta condição causava freqüentes variações de permeabilidade da mistura em função das diferenças de comportamento dos dois materiais na dosagem; estas variações traziam instabilidade para o processo e perdas de produtividade. Visando eliminar esta interferência foi implementado um sistema exclusivo para dosagem destes pós que consistiu na instalação de uma linha de transporte pneumático e adaptação do sistema de dosagem de cal existente para dosagem de pó, a Figura 8 mostra o *lay out* do sistema.

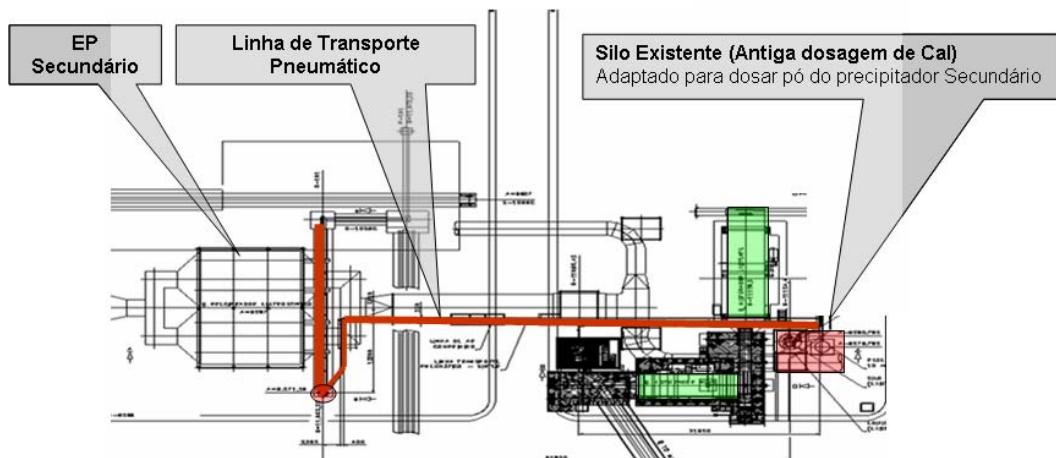


Figura 8: Novo Sistema de Dosagem de Pó do Precipitador Eletrostático Secundário.

2.5.3 Melhorias no sistema de alimentação da maquina de sinter

Um aspecto importante para garantir a estabilidade do processo se refere à estabilidade na alimentação da maquina, principalmente no sentido transversal; esta condição de estabilidade pode ser obtida através de um eficiente sistema de controle de altura da camada e densidade do leito.

A melhoria no sistema de alimentação da maquina de sinter consistiu na instalação de 10 novas comportas em substituição a seis antigas e sensores sônicos para monitorar a altura do leito, otimizando o controle da altura e densidade do leito, a foto da abaixo mostra a configuração do novo sistema.



Figura 9: Novo Sistema de Alimentação da Maquina de Sinter.

3 RESULTADOS E CONCLUSÕES

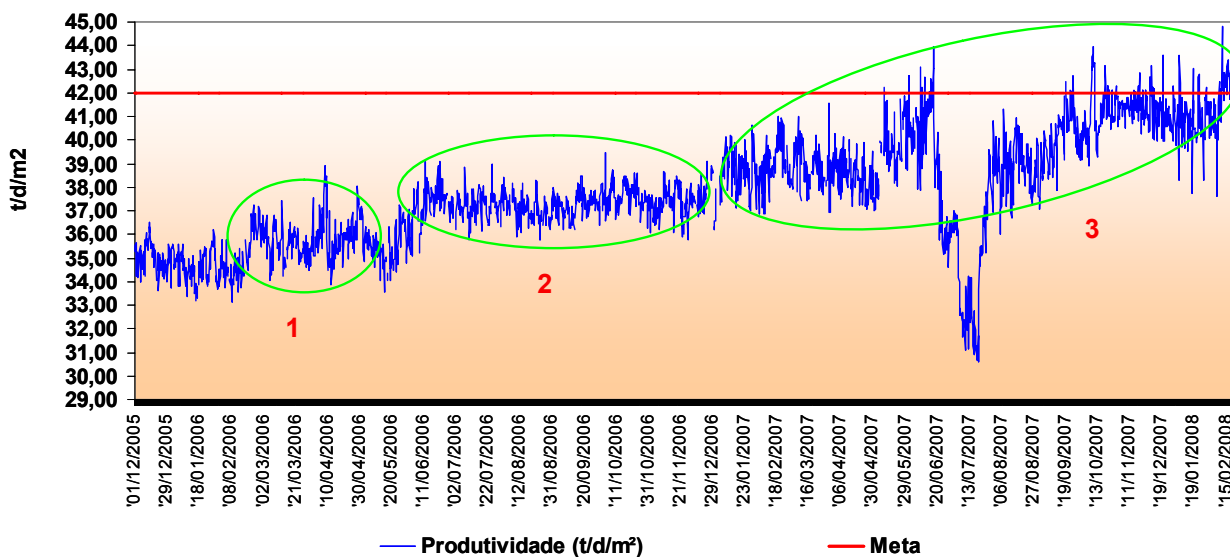


Figura 10: Evolução da Produtividade de 2005 a 2008.

Através dos ajustes nas matérias primas, nos equipamentos existentes além dos investimentos em melhorias e novos equipamentos, foi possível atingir a meta de produtividade proposta (42,00 t/d/m²).

O gráfico da figura acima mostra a evolução da produtividade de 2005 a 2008 e nele os principais eventos são destacados:

1 Implantação da calha na alimentação do resfriador para melhoria na segregação do sinter em Fevereiro / 2006.

2 Através da melhoria de performance do resfriador foi possível aproveitar o desempenho da mesma mistura de minérios aumentando a participação de cal (de 0,80% para 1,80%) visando o aumento da produtividade.

3 Após os investimentos realizados em Dezembro / 2006 os resultados mostraram melhora em termos de permeabilidade e estabilidade, possibilitando a elevação da altura da camada em até 40 mm, redução "Fuel rate" em 1,00 kg/t e aumento da produtividade, alcançando o valor visado de 42,00 t/d/m² em Junho de 2006. (No período compreendido entre o último decêndio de Jun./2007 e Set./2007 o ritmo esteve reduzido em função de atrasos no "BLOW IN" do Alto Forno III.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Hiroshi Obata, Hiroyasu Tkahashi, Masaru Nakamura, et alii – KSC. High Productivity Operation at Chiba N°4 Sinter Plant" - ISIJ International, Vol.31 (1991)
- 2 Nippon Kokan Research Center, - NKK. Development of the Effective Use of Burnt Lime (1985)
- 3 Harano Edson, Ferreira Antonio, Correia Mauro, et alii – ArcelorMittal Tubarão. ISF – Nova Tecnologia no Processo de Sinterização da ArcelorMittal Tubarão" - Contribuição Técnica para XXVI Seminário de Redução de Matérias Primas (1995)
- 4 Padrão Técnico Controle da Qualidade do Combustível para Sinterização - ArcelorMittal Tubarão. Publicação Interna – Revisão n°4 (2007)
- 5 Pimenta Hamilton P. – VALE. "Desenvolvimento de mistura de sinterização e carga metálica para alto-forno de alta performance" (2005)
- 6 Ferreira Antonio, Larcher Marcos, Bosco João, et alii - ArcelorMittal Tubarão "Relatório de Visita Técnica em Usinas Japonesas à Plantas de Sinterização de Alta Performance" (2003)