

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO MECÂNICO DO SINTER DEVIDO O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SINTERIZAÇÃO¹

*Alessandro Perim Lopes*²

*Erliton Duarte*²

*Hugo Guimarães Menezes*³

*Humberto Luiz Martins de Oliveira*³

*José Cláudio Andrade Cortes*²

*José Luis Lage da Costa*²

*Marcelo Wendling Andrade*⁴

*Mauro Luiz Pedroni*²

Resumo

As características físicas do sinter são extremamente importantes para a performance do Alto-Forno. Considerando o aumento de produtividade da Sinterização da CST/Arcelor-Mittal de 37 t/d/m² para 42 t/dm² em 2007, algumas ações foram executadas no sistema de manuseio de sinter objetivando a redução dos desvios na resistência, (Shatter Index), e distribuição granulométrica do sinter, especialmente a fração menor do que 05 mm do sinter. Os resultados obtidos demonstraram ganhos em termos de qualidade e rendimento.

Palavras-chave: Produtividade; Sinterização.

PRODUCT HANDLING IMPROVEMENTS AT CST/ARCELOR-MITTAL SINTERING PLANT TO SUPPORT ITS PRODUCTIVITY GROWTH

Abstract

The characteristics of sinter are extremely important for the blast furnace performance. Considering the increase of sinter productivity at CST/Arcelor-Mittal Sintering Plant from 37 t/d/m² to 42 t/d/m² in 2007, some actions were carried out at product handling area, in order to reduce deviation in terms of strength (Shatter Index) and size distribution, especially particle size below 5mm. The results obtained demonstrate gains not only in terms of quality, but also in the sinter yield.

Key words: Productivity; Sinter plant.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Supervisor de Sinterização, CST Arcelor Brasil.*

³ *Especialista de Processo de Sinterização, CST Arcelor Brasil.*

⁴ *Gerente de Seção da Sinterização, CST Arcelor Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O papel da Sinterização da CST no processo de expansão da empresa é o fornecimento de uma maior quantidade de Sinter com a qualidade de acordo com as especificações definidas com o cliente Alto-Forno. O projeto de expansão da companhia visa à elevação da produção dos atuais 5,5 milhões de toneladas de aço por ano para 7,5 milhões de toneladas de aço por ano.

Na Sinterização, a elevação da produtividade está sendo feita de forma gradual e contínua, com investimentos realizados em uma nova planta de preparação de combustíveis, novo misturador, novo sistema de alimentação da máquina de Sinter, elevação da porcentagem de cal na mistura a sinterizar, e desenvolvimento de uma nova mistura de minérios.

Em função do maior ritmo de produção, fez-se necessário otimizar o sistema de peneiramento para receber uma massa maior de sinter e garantir a especificação da fração menor do que 5,0 mm.

Foram tomadas várias ações visando à estabilidade operacional, como a adequação do sistema de peneiramento, a melhoria do controle na Estação de Amostragem do Sinter além dos tratamentos estatísticos realizados com foco em avaliar a capacidade do processo em função do aumento gradativo da produtividade da máquina.

Com relação ao Shatter Index, foram estabelecidos novos procedimentos de inspeção e correção de desvios nas amostragens e ensaios automáticos do sinter, revisão do padrão técnico sobre calibração dos ensaios de Shatter Automático e criação de novo padrão operacional de inspeção de todo o circuito da Estação de Amostragem garantindo a confiabilidade dos resultados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Processo de Sinterização

A sinterização é um processo de aglomeração a quente de uma mistura de finos de minérios, coque, fundentes, (portadores de CaO e/ou MgO, por exemplo), e adições, (Minério de Manganês, Ilmenita, entre outros), com dosagens e composições químicas definidas, cujo produto resultante, o sinter, apresenta características químicas, físicas e metalúrgicas compatíveis com as solicitações do Alto-Forno.

2.2 Qualidade Física do Sinter

A especificação técnica exige que do sinter enviado aos Altos-Fornos, seja permitido no máximo 6,0 % de fração menor do que 5,0 mm no produto. Essa quantidade é permitida porque antes do consumo nos Altos-Fornos, o material enviado é novamente peneirado.

Os índices de qualidade física do sinter estão relacionados com as solicitações mecânicas que ele está sujeito no seu transporte para o Alto-Forno e mesmo no interior do reator. A distribuição granulométrica e conseqüentemente o tamanho médio do sinter são variáveis importantes porque irão influir na distribuição dos gases no interior do Alto-Forno, criando assim uma condição específica de marcha com reflexo na produção de gusa.

A fração menor do que 5,0 mm deve ser a menor possível e a resistência mecânica deve ser rigorosamente controlada uma vez que afeta a permeabilidade de carga no Alto-Forno na zona de pré-aquecimento.

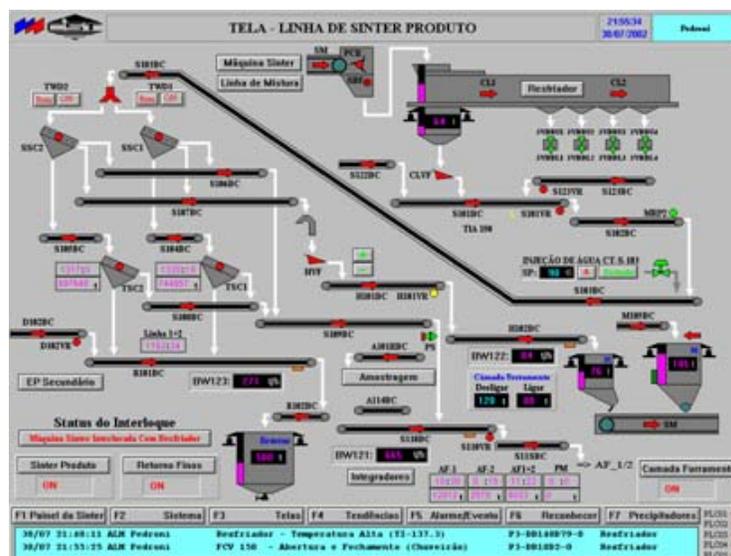
2.3 Peneiramento do Sinter

O tratamento mecânico do sinter tem como objetivo adequá-lo para as exigências especificadas. Ao sair da máquina, o bolo de sinter passa por várias solicitações mecânicas, (quedas, transporte, resfriamento, britagem e peneiramento), provocadas ou não, que irão prepará-lo para ser enviado para o Alto-Forno.

O sistema de peneiramento de sinter da CST é composto por duas linhas. Em cada linha existem duas peneiras em série, a secundária e a terciária. Nas peneiras terciárias são montadas telas com abertura de 4,76 mm por 25 mm. O material retido nessas peneiras é o sinter produto e, o passante, é o retorno de sinter gerado, que é a massa que contém toda a fração menor do que 5,0 mm.

A eficiência do peneiramento está diretamente relacionada com a distribuição do sinter nas linhas. Atualmente a eficiência do peneiramento está prejudicada pelo projeto da calha de alimentação das peneiras que promove uma distribuição irregular da massa, com envio de 65% para a linha 02 e 35 % para a linha 01. A solução definitiva para o problema passa por uma mudança na concepção do projeto da calha, e para minimizar o impacto do excesso de material na linha 02 optou-se operar a linha 02 com aberturas de telas de aberturas maiores em relação à linha 01.

A Figura 1 apresenta a tela do menu da Linha de Sinter Produto do NÍVEL-2, responsável pela otimização e gerenciamento do processo:



Fonte: Tela do Computador de Processos do Sistema da Sinterização.

Figura 1. Tela da Linha de Sinter Produto.

2.3.1 Controle de telas de peneiras terciárias

Visando a otimização de telas das peneiras terciárias, foram adotados novos procedimentos de medições de aberturas das malhas por região da peneira durante as

paradas das linhas para manutenção, possibilitando o conhecimento do fluxo de material nas linhas, bem como as regiões de maiores desgastes.

Cada peneira possui 18 malhas numeradas. Cada área foi dividida em 9 sub áreas. As medições das aberturas das malhas, antes e depois da parada programada, são realizadas com paquímetro, juntamente com inspeção visual para checar possíveis deformações e desgastes, e os resultados são registrados em planilha. Através do monitoramento dos resultados granulométricos da massa retida e passante na peneira, foram estabelecidos parâmetros de controle com as tolerâncias de aberturas das malhas por região da peneira.

A Figura 2 apresenta uma fotografia das malhas das peneiras terciárias durante operação de medições da abertura de malhas com paquímetro:

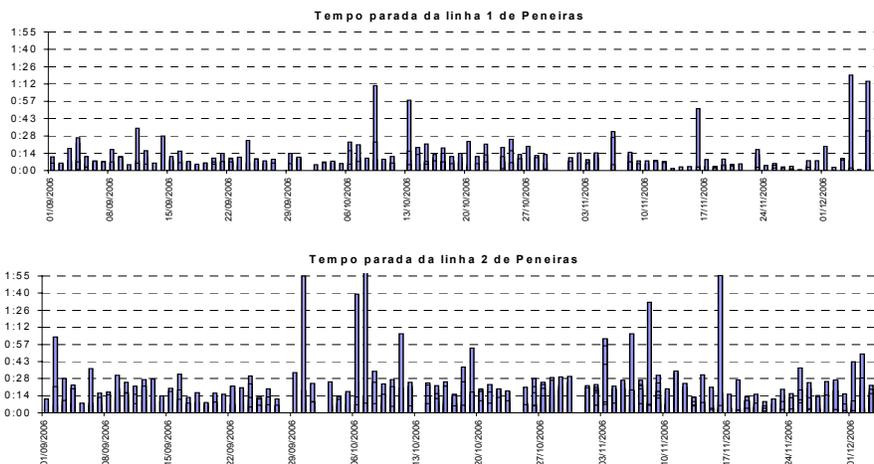


Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 2. Conjunto de malhas da peneira terciária.

2.3.2 Resultados

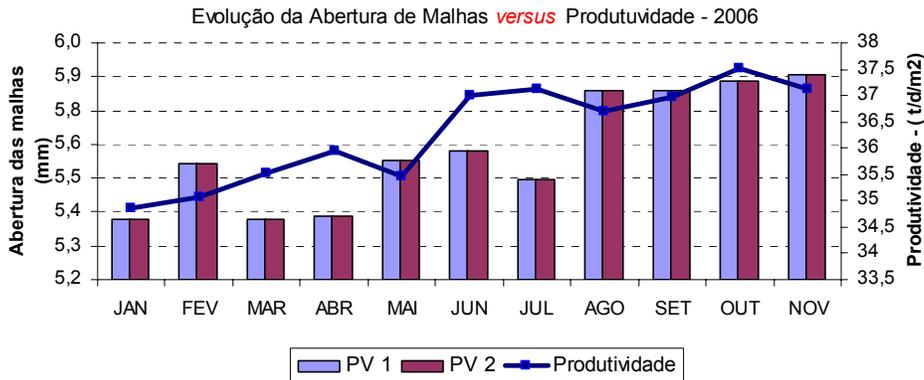
A Figura 3 mostra os gráficos da freqüência das paradas das linhas de peneiras para limpeza e manutenções. Observa-se que a freqüência de paradas da linha 02 para limpeza foi maior que na linha 01, em função do fluxo preferencial de material na linha 02, atribuído à má distribuição do sinter carregado nas peneiras secundárias, prejudicando a eficiência das mesmas. A solução definitiva para o problema passa por mudanças na concepção do projeto da calha de descarga do sinter nas peneiras.



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 3. Gráficos com os tempos de paradas das linhas de peneiras.

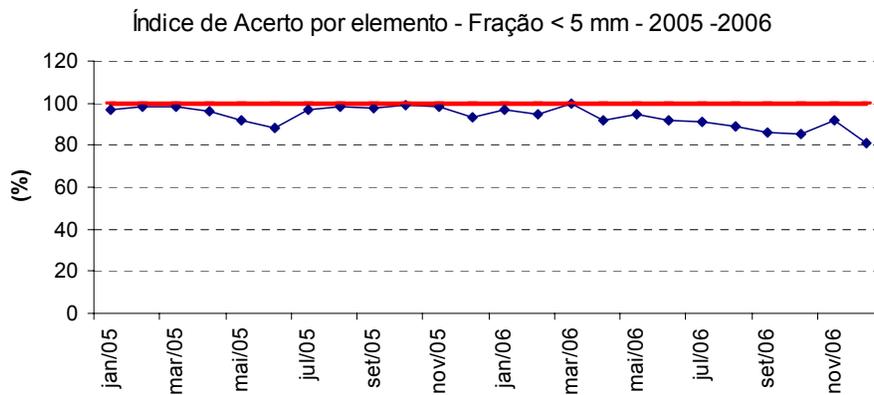
A Figura 4, abaixo, mostra a evolução da produtividade da Sinterização em 2006 e a necessidade de abertura gradativa das malhas do peneiramento terciário:



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 4. Evolução da abertura de malhas em função da produtividade.

A Figura 5, abaixo, mostra que mesmo com todas as ações tomadas, houve uma ligeira queda no percentual de acerto a partir de junho de 2006, mas com índice de acerto superior a 80%. A queda está atribuída ao aumento de produtividade da máquina de sinter e deficiência no sistema de resfriamento, implicando na necessidade de adição de água no resfriador. Para a eliminação desse procedimento será implantado o "Spray System", que é um sistema de injeção de vapores de água, evitando-se adição de água diretamente no sinter e, também, a realização de uma mudança na concepção do projeto da calha de alimentação das peneiras secundárias, além de um detalhamento do projeto da alimentação da peneiras terciárias pela engenharia da CST. Esses projetos estão em andamento e serão implementados ainda em 2007:



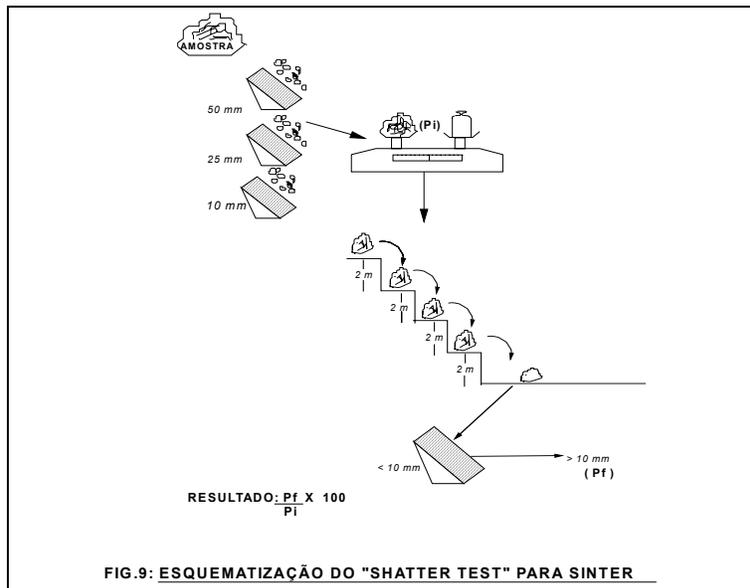
Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 5. Índice de Acerto para os resultados de fração menor do que 5 mm.

2.4 Shatter Index

O "Shatter Index", mede o índice de resistência frio do sinter, visto que o mesmo sofre quedas e entrechoques desde a máquina de sinter até o interior do Alto-Forno. O ensaio tem por finalidade medir a maior ou menor facilidade que tem o sinter de

produzir finos por efeito mecânico, ou seja, quando submetido à quedas sucessivas nos vários pontos de transferência durante o seu manuseio. Serve, portanto, para avaliar a susceptibilidade do sinter de produzir material fino, antes que inicie sua redução, podendo o resultado obtido ser associado à permeabilidade da carga na cuba superior do Alto-Forno. O teste consiste em ensaiar uma amostra de 20 kg do material, devidamente classificada entre 10 e 50 mm e composta segundo a distribuição granulométrica apresentada, num aparelho padronizado, submetendo a amostra a quatro quedas sucessivas de 2 m de altura e determinando-se a porcentagem do material retido na malha de 10 mm. A figura 6 representa o esquema das etapas do ensaio:

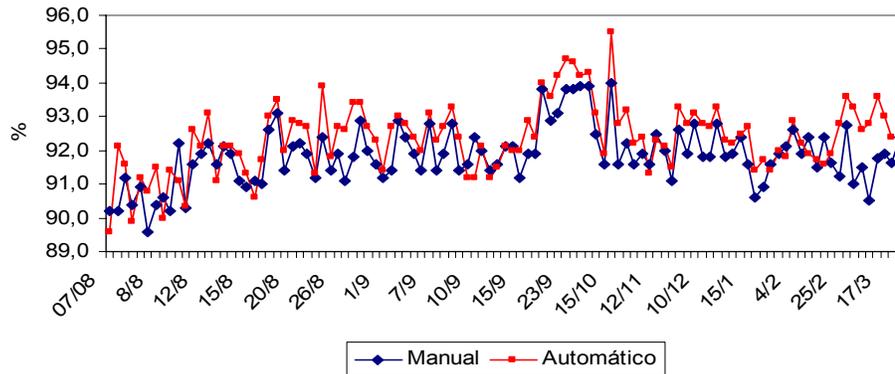


Fonte: Padrão Técnico da Sinterização da CST.

Figura 6. Etapas do ensaio de Shatter Index.

Os ensaios de Shatter Index são realizados de hora em hora, e as coletas das amostras são feitas automaticamente na Estação de Amostragem de Sinter. Semanalmente, são coletadas amostras para realização do comparativo entre Shatter Index manual e automático, visando validar os resultados em automático. O teste em manual é realizado conforme padrão operacional. As ações de controle do Shatter Index visando à redução do número de perdas dos resultados teve início com um "Check list" em toda a Estação de Amostragem de Sinter, na linha do Shatter. As principais ações tomadas culminaram na revisão do procedimento Técnico de Calibração do Shatter Automático pelos resultados do ensaio manual e a criação de um padrão operacional de Inspeção para análise da variação do Shatter Index automático. A Figura 7, abaixo, mostra os resultados comparativos de Shatter automático versus manual. Observa-se que de maneira geral os resultados do Shatter manual acompanham a mesma tendência do shatter automático:

Variação Shatter Index Automático x Manual



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

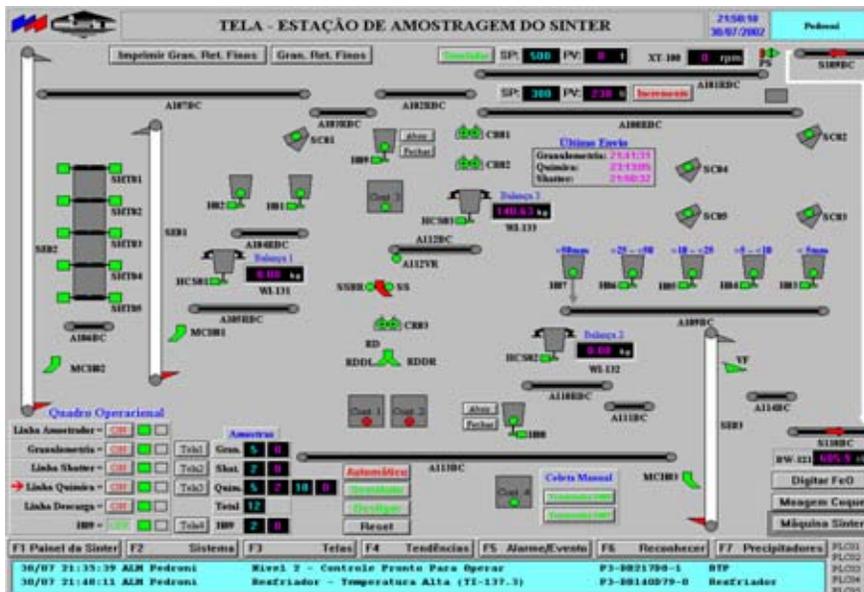
Figura 7. Gráfico da variação do Shatter Index Automático x Manual.

Estudos estatísticos demonstraram que uma diferença de $\pm 1\%$ entre resultados é aceitável, com 80,95% dos resultados dentro da faixa de controle. Foi definido então, que ações devem ser tomadas quando: 04 resultados consecutivos com diferença superior a 1,0% entre o ensaio manual e automático ou 02 resultados com diferença superior a 1,50% forem obtidos. Também, o estudo concluiu que as validações dos resultados do Shatter Automático deverão seguir alguns critérios, como por exemplo: valores médios superiores a 94% ou inferiores a 89%, considerados estatisticamente como causas especiais.

As ações se resumem na realização de um “Check List” em toda a linha, de acordo com os padrões vigentes como:

- Aferição semanal em vez de trimestral da balança do Shatter, (HC S 01).
- Eliminação de retenção de material na calha do amostrador primário evitando a contaminação do incremento.
- Aumento da frequência de funcionamento da peneira 1 em mais 15 segundos no peneiramento inicial.
- Substituição do cilindro pneumático da tremonha 2, (H 02), da linha de Shatter que estava provocando agarramento e contaminação.
- Limpeza rigorosa em todos os turnos na balança 1 do Shatter.

A Figura 8 apresenta a tela do menu da estação de amostragem do sinter do NÍVEL-2, responsável pela otimização e gerenciamento do processo:

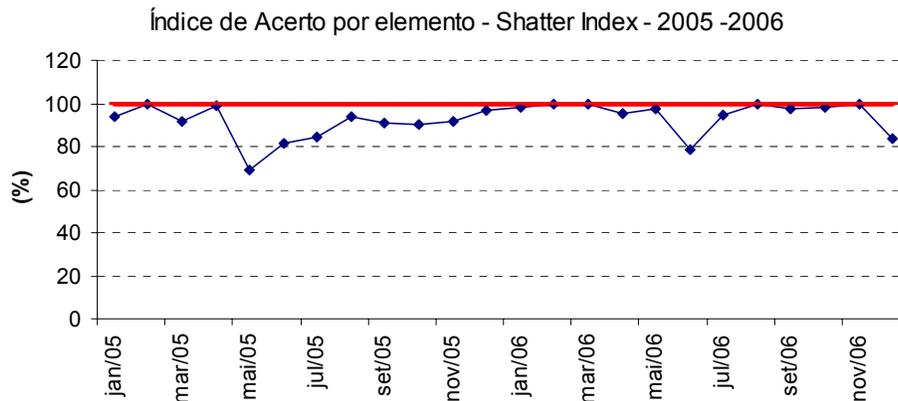


Fonte: Tela do Computador de Processos do Sistema da Sinterização.

Figura 8. Tela da Estação de Amostragem do Sinter.

2.4.1 Resultados

Na Figura 9, abaixo, estão os resultados que evidenciam a redução de perdas de Shatter a partir das ações de controle implementadas. O resultado do mês de junho / 2006 foi afetado pela elevação da produtividade da máquina de sinter. A análise técnica para medir o impacto do aumento da produtividade da máquina nos indicadores de qualidade física demonstrou a necessidade de revisão do limite inferior de especificação desse índice.



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 9. Índice de Acerto para os resultados de Shatter Index.

3 CONCLUSÃO

O conjunto das ações desenvolvidas proporcionou uma série de benefícios ao processo refletindo na estabilidade operacional e na confiabilidade dos resultados, garantindo o Índice de qualidade física do sinter.

As novas práticas de controle da fração menor do que 5 mm proporcionaram aumento de vida útil das malhas das peneiras ocasionando a redução do número de trocas através de rodízio de telas, aumento de tempo de disponibilidade para a produção, e por conseqüência, a redução nas paradas do peneiramento para troca de malhas, maior estabilidade na produção, o que levou ao maior controle da fração menor do que 5,0 mm, maior qualidade do sinter produzido obtendo-se redução de custos.

A adoção das novas práticas de controle do shatter Index contribuiu para a estabilidade da qualidade com ganhos diretos em rendimento.

REFERÊNCIAS

- 1 Harano, E.L.; TAKANO, C.; Mafra, W.L.; CASTRO, J.A. Aglomeração de Minérios de Ferro – Curso de Aglomeração de Minérios da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM – Maio – 2006.
- 2 Padrões Técnicos internos da CST sobre Calibração do Shatter Index Automático pelos Resultados do Shatter Index Manual e Qualidade do Sinter.