

EVOLUÇÃO NO CONTROLE DA QUALIDADE DO SINTER PRODUZIDO NA CST/ARCELOR MITTAL¹

*Antônio Marcos Maximiano Ferreira²
Edson Luiz Massanori Harano²
Hugo Guimarães Menezes²
Humberto Luiz Martins de Oliveira²
João Bosco Mendes³
Marcelo Wendling Andrade⁴
Marcos Aurélio Larcher²
Rinaldo Henrique Pedrini³*

Resumo

Considerando que o sinter representa cerca de 70% da carga metálica dos Altos-fornos, tem-se a necessidade de melhorar continuamente o controle da qualidade química, física e metalúrgica do sinter, com o objetivo de reduzir os desvios operacionais dos Altos-Fornos, conseqüentemente o custo do gusa. Para isto, foram adotados alguns índices e ferramentas, que visam direcionar o esforço de todas as equipes, desde os operadores até as gerências, para o desempenho dos processos operacionais, minimizando as dispersões e conseqüentemente, operações mais estáveis e mais econômicas. Portanto, este trabalho visa mostrar as ferramentas desenvolvidas e adotadas no controle da rotina, com foco na estabilidade do processo e conseqüente ganho na qualidade do sinter.

Palavras-chave: Sinter; Qualidade; Redução do desvio padrão; Estabilidade do processo.

EVOLUTION IN THE SINTER QUALITY CONTROL PRODUCED IN CST/ARCELOR MITTAL

Abstract

Considering the importance of sinter product for the Blast Furnace performance, it is crucial to control its chemical, physical and metallurgical properties. To reach and keep results suitable for the consumers were adopted some indices at CST/Arcelor-Mittal Sintering plant, trying to direct the effort of all team, since the operators to managers, focusing the aspects of stability. Therefore, this paper shows the development applied at blending area and improvements in the daily control (in terms of raw material preparation and sintering process), in order to guarantee the limits of sinter quality.

Key words: Sinter quality; Reduction of deviation; Process stability.

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

² *Especialista de Controle Técnico da Área de Gusa – Arcelor Brasil*

³ *Especialista de Produção da Sinterização - Arcelor Brasil*

⁴ *Gerente da Sinterização - Arcelor Brasil*

1 INTRODUÇÃO

Com uma produção superior a 5,0 Mt aço/ano, visando a Fase 7,5 Mt/ano, divididos entre Laminados a Quente e Placas, a CST se destaca no seu setor por produzir aços de elevada qualidade, o que a coloca em posição diferenciada em relação aos seus concorrentes. Este resultado é consequência de uma cadeia produtiva alinhada segundo uma diretriz estratégica, suportada por processos previsíveis e estáveis.

Inseridos neste contexto, a qualidade do gusa produzido nos Altos-Fornos é controlada através de parâmetros, em consonância com as necessidades da área de produção de aço. Por sua vez, para a conquista destes resultados, há todo um esforço conjunto executado através de uma seqüência de processos antecedentes, bem controlados e estáveis, que têm a responsabilidade de garantir a manutenção e melhoria contínua de tais resultados.

A unidade da Sinterização, como parte integrante do processo e responsável por produzir e fornecer a maior parte da carga metálica dos Altos-Fornos, tem além disso, tem como filosofia otimizar o consumo de co-produtos gerados na área interna da usina, observando ainda, oportunidades de aquisição de materiais externos.

Atualmente consome aproximadamente 40 tipos de materiais distintos, os quais cerca de 10% são co-produtos. Logo, há a necessidade de controlar o recebimento e tratamento de cada um desses insumos, visando a qualidade final do sinter, a menor custo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

Durante os 24 anos de operação, a CST sempre buscou a melhoria contínua de processos, a utilização de novas tecnologias, a implementação contínua de sistemas de controle e o comprometimento de todos os empregados próprios e de empresas parceiras sempre foram valores estratégicos da CST na gestão de qualidade dos processos e produtos.

Como fonte de garantia do atendimento das diretrizes corporativas para a área de Produção de Gusa foi adotada como premissa inicial a necessidade de manutenção da estabilidade operacional das áreas envolvidas e seus respectivos produtos. Inicialmente, utilizavam-se como ferramentas de monitoramento de desempenho de qualidade apenas limites de especificação do sinter, os quais correspondiam a itens de tolerância de variação, de modo a incorporar os desvios do processo industrial.

Com a elevação da produtividade ao longo dos anos e a necessidade de manutenção ou até mesmo melhoria da qualidade, visando sempre a expansão do mercado, foram criados indicadores de desempenho, com o objetivo de monitorar a variação da qualidade do sinter, com foco na estabilidade durante o seu consumo nos Altos-Fornos.

2.2 Material e Métodos

A evolução da qualidade do sinter está relacionada ao desenvolvimento em cadeia e de forma contínua do sistema de gestão da qualidade das matérias-primas, promovendo parcerias estratégicas, trabalhando junto aos fornecedores, garantindo a estabilidade

da rotina e dos processos. Algumas ferramentas importantes da Empresa auxiliam na melhoria e manutenção dos resultados, tais como o relato e tratamento de anomalias, cumprimento e aprimoramento dos padrões, diagnóstico do supervisor, aquisição de novas tecnologias, bem como competência profissional.

Baseado no princípio onde o que não é medido, não é controlado, itens de controle foram adotados, visando direcionar o esforço de todas as equipes, desde os operadores até as gerências, para o desempenho dos processos operacionais, minimizando as dispersões e conseqüentemente, operações mais estáveis e mais econômicas.

Visando a evolução da qualidade do sinter, inicialmente utilizou-se o princípio que o controle e a determinação de metas de desempenho fossem testados e estabelecidos.

Em 2001, buscou-se avaliar a evolução da qualidade com a restrição dos limites de variação, onde foi testado e desenvolvido o Índice de Sinter Bom (ISB), indicador que se baseia no controle da qualidade química (Basicidade, SiO₂, Mn e P) e física (Resistência ao impacto, conhecido como Shatter Index e distribuição granulométrica), sendo implementado em janeiro de 2002.

Inicialmente a meta de acerto visada foi em 75%, com revisão para 82% em 2005, após verificação de melhoria na qualidade do sinter, fazendo-se a restrição de alguns parâmetros ao longo deste período.

Na Tabela 1 abaixo são mostrados os limites de especificação do ISB. As metas dos itens abaixo não são fixas, ou seja, variam conforme necessidade de operação dos Altos-Fornos, sendo os limites controlados conforme a abaixo.

Tabela 1: Metas para controle do ISB

METAS	
SiO₂	Valor visado ± 0,08 %
B2	Valor visado ± 0,04 %
Mn	Valor visado ± 0,04 %
P	≤ Valor visado
>50 mm	4 % ≤ Valor ≤ 10 %
<5 mm	≤ 6,5 %
Shatter Index	≥ 90,0 %

Fonte: Padrão interno da CST.

Em 2002 foi testado o Índice de Pilha Boa (IPB), que visa o controle da basicidade por “pacotes” das pilhas homogêneas (PH), ou seja, objetiva reduzir a variação de qualidade entre os pacotes de uma mesma pilha, estendendo o ganho de estabilidade ao sinter produzido.

Este índice foi implantado em abril de 2003 e basicamente estabelece o módulo da diferença da basicidade obtida em cada pacote em relação ao visado. Inicialmente tinha como meta o acerto de 75%, com desvio padrão aceitável de no máximo 0,04.

Em outubro de 2003, foi revisada a meta de acerto para 85%, após verificação do avanço da estabilidade do sistema da blendagem, restringindo também o desvio padrão de 0,04 para 0,03, situação que vigora até atualmente.

Neste período a sistemática de formação de pilhas homogeneizadas baseava-se em planilhas eletrônicas, não existindo nenhuma integração com outros sistemas de dados, impactando em erros em determinadas ocasiões.

Em 2004 foi implementado o Sistema Automatizado da Blendagem, através de um projeto de engenharia, contemplando as necessidades de um modelo integrado de planejamento, execução e acompanhamento de pilhas homogeneizadas, como objetivo não só de melhoria nos aspectos de qualidade, como bem meio ambiente e custos.

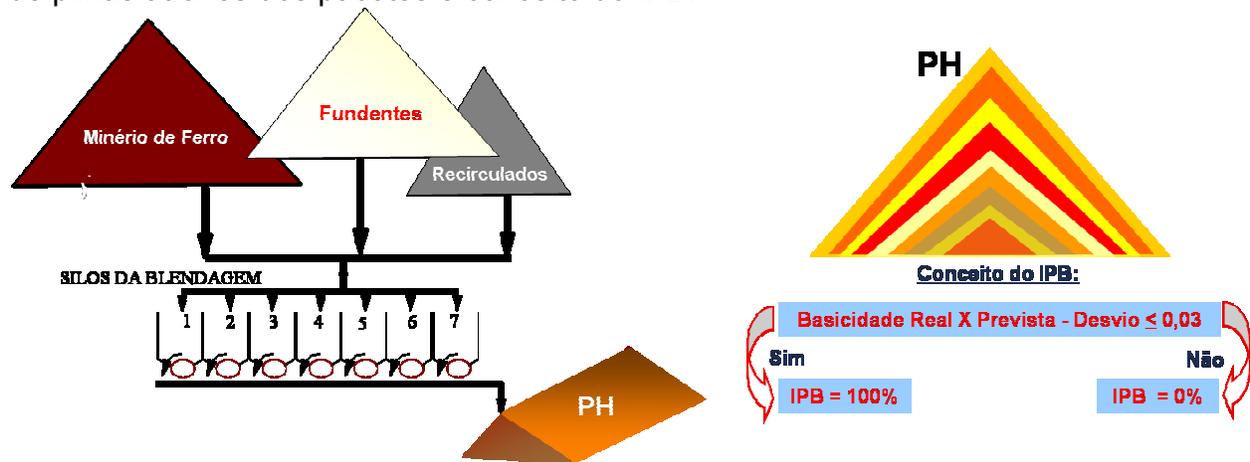
Com o Sistema Automatizado da Blendagem é possível fazer a geração automática dos “pacotes” por qualidade de matéria-prima, visando à estabilidade na formação das pilhas homogeneizadas, armazenando todos os dados históricos. Este sistema foi concebido para realizar os ajustes necessários, de forma automática, durante a formação das pilhas homogeneizadas no sentido de garantir a obtenção da basicidade prevista em cada pacote.

A Blendagem consiste na etapa de homogeneização das matérias-primas a serem consumidas na Sinterização, formando a Pilha Homogeneizada.

A Pilha Homogeneizada (PH) é constituída de minério de ferro fino, fundentes e adições e recirculados, formada em função de uma programação prévia e de acordo com as necessidades de produção e qualidade do sinter, acertada antecipadamente junto ao Alto-Forno.

Os pacotes são partes da pilha homogeneizada, que somados irão conferir à PH a qualidade necessária para a produção do sinter de acordo com as exigências dos Altos-Fornos. São sobrepostos uns aos outros segundo a ordem estabelecida na programação da blendagem para a formação.

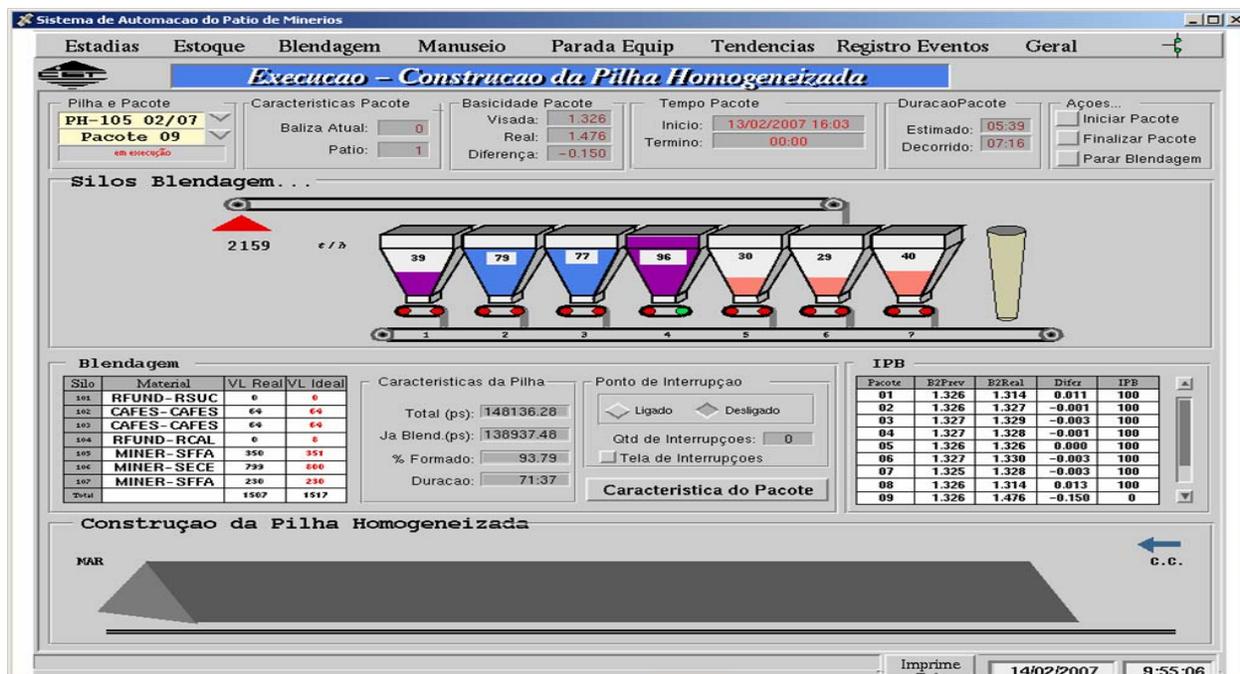
Na Figura 1 abaixo é ilustrado um desenho esquemático da Blendagem e de formação de pilhas através dos pacotes e conceito do IPB.



Fonte: Relatório técnico interno da CST.

Figura 1: Esquema do sistema de formação de pilhas e de formação dos pacotes.

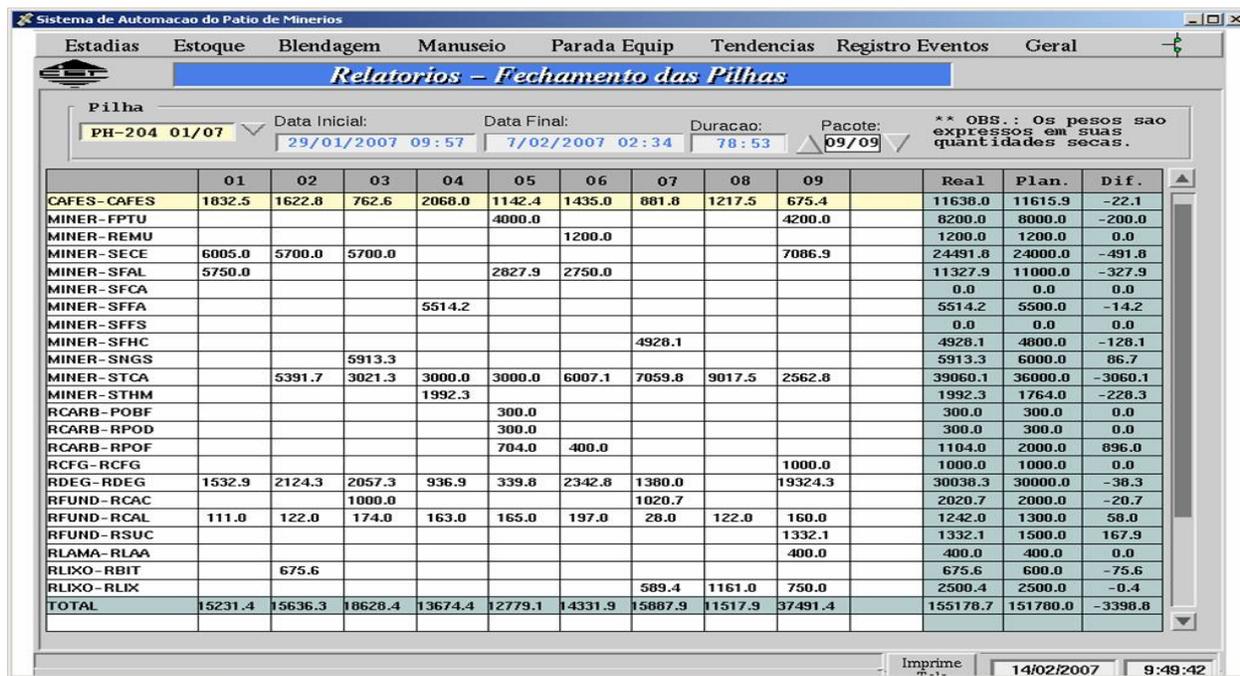
Na Figura 2 é mostrado como é feito o acompanhamento em tempo real da formação da pilha, de forma clara e concisa, a qual ilustra a basicidade real e prevista, tempo de formação do pacote, disponibilidade dos materiais nos silos, quantidade de material na pilha e o Índice de Pilha Boa.



Fonte: Tela do Computador de Processos do Sistema do Pátio de Minérios.

Figura 2: Tela “Execução – Construção da Pilha Homogeneizada”.

Na Figura 3 é mostrada a tela “Relatório – Fechamento de pilhas”, do Sistema Automatizado da Blendagem, pelo Computador de Processos (Procom), assim é possível avaliar a execução da formação das pilhas, conforme o planejado, garantindo na agilidade na obtenção das informações, sendo possível tomar ações corretivas.

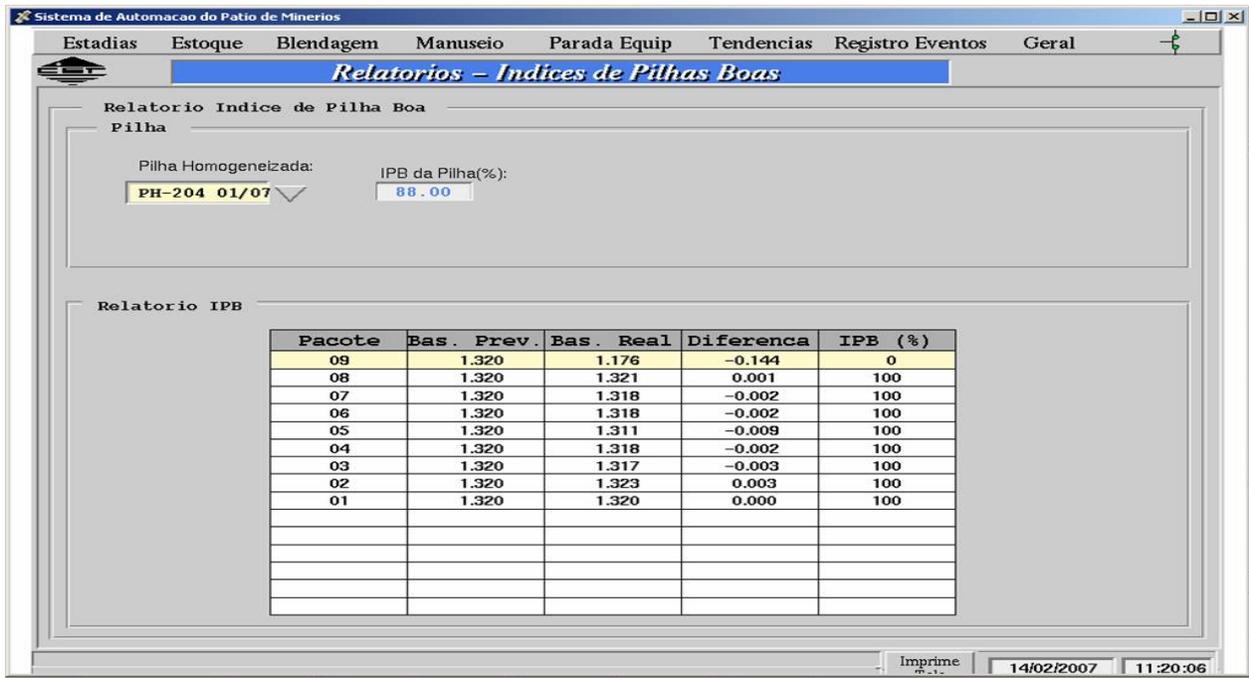


Fonte: Tela do Computador de Processos do Sistema do Pátio de Minérios.

Figura 3: Tela “Relatório – Fechamento de pilhas”

Através do Sistema Automatizado da Blendagem, via Computador de Processos é calculada automaticamente a necessidade de fundente, visando a estabilidade na formação, pela basicidade visada e real.

Na Figura 4 abaixo é mostrada a tela utilizada para o acompanhamento do IPB, sendo possível avaliar a estabilidade durante a formação da pilha.



Fonte: Tela do Computador de Processos do Sistema do Pátio de Minérios.

Figura 4: Tela “Relatórios – Índices de Pilhas Boas”

Na Sinterização, a avaliação da evolução da qualidade química do sinter é feita, conforme citado anteriormente, através do ISB. A cada hora é feita a coleta de um incremento, automaticamente, ao final de seis horas é composta uma amostra, a qual é enviada ao laboratório. Assim, são feitas quatro análises de sinter por dia, às 03, 09, 15 e 21 horas, tendo o peso de 25% no ISB cada uma, com valor máximo é 100% por dia. Durante as trocas de pilhas homogeneizadas, as análises químicas são feitas a cada duas horas.

Quanto à qualidade física, a cada hora é feita uma análise da distribuição granulométrica do sinter e Shatter Index, sendo que a cada três horas é fechada uma média. Para efeito do ISB, a cada análise química é composta simultaneamente com duas médias de análise física, como ilustrado na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Metas para controle do ISB

Qualidade Química		Qualidade Física	
03		00	
		03	
Média 03			
09		06	
		09	
Média 09			
15		12	
		15	
Média 15			
21		18	
		21	
Média 21			

Fonte: Padrão interno da CST.

O princípio do ISB diz que se houver desvio em uma ou mais amostras, conforme mencionado acima, há a perda do valor do ISB do dia, visto que a meta é maior ou igual a 82%, podendo variar de 0 a 100%.

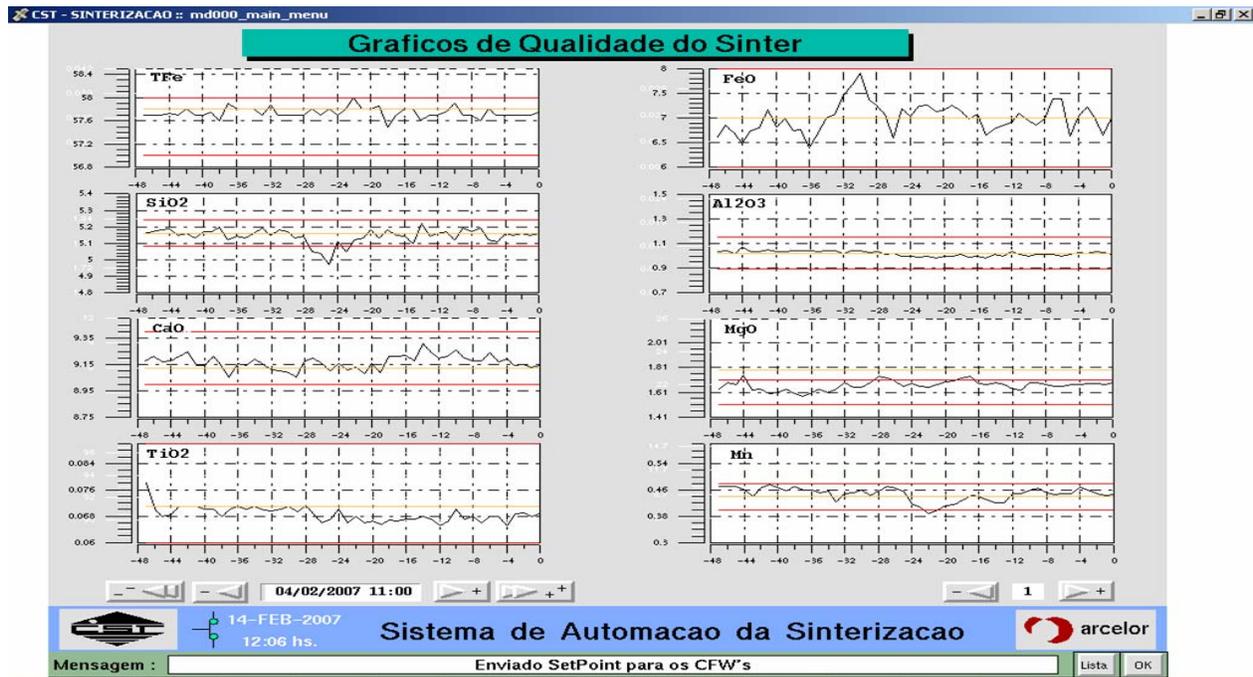
Na figura 5 é ilustrada uma tela do computador de processos “Relatório Diário de Análises do Sinter”, todos os dados de qualidades química e física do sinter.



Fonte: Tela do Computador de Processos da Sinterização.

Figura 5: "Tela "Relatório Diário de Análises do Sinter".

Na Figura 6 é ilustrada na tela “Gráficos de Qualidade do Sinter”, a evolução da qualidade do sinter através de gráficos.

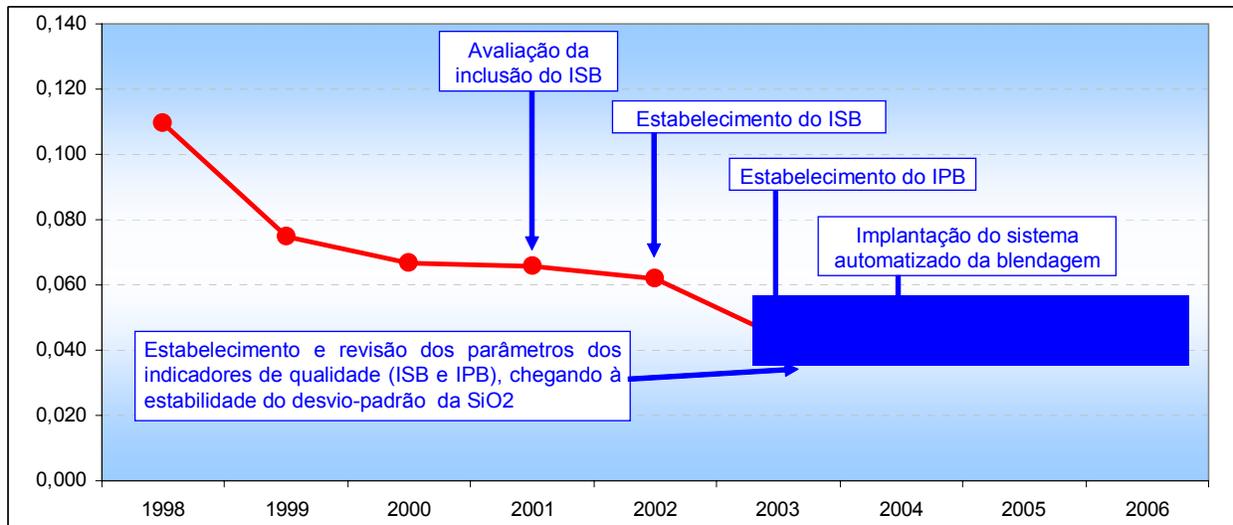


Fonte: Tela do Computador de Processos da Sinterização.

Figura 6: "Tela "Relatório Diário de Análises do Sinter".

2.3 Resultados

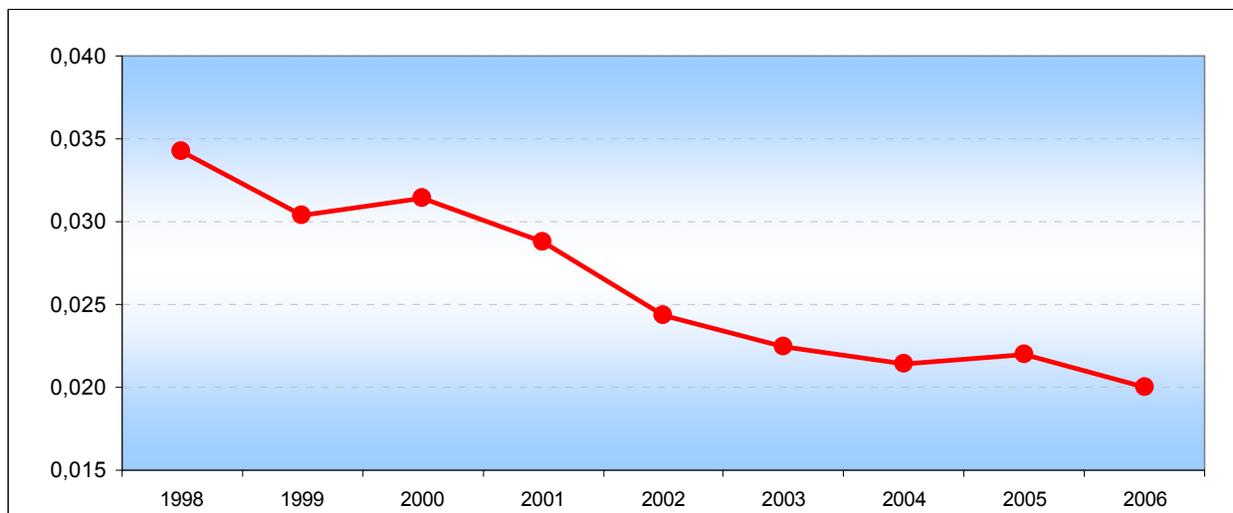
A implementação dos índices de controle, do Sistema Automatizado da Blendagem, além do trabalho conjunto com as manutenções mecânica e elétrica, bem como as contratadas, no que diz respeito a disponibilidade e integridade dos equipamentos geraram resultados bastante expressivos para a estabilidade da qualidade do sinter. Na Figura 7 abaixo é ilustrada a evolução da estabilidade química do sinter, através da redução do desvio-padrão do teor (%) de SiO₂, com a implementação dos controles.



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 7: Evolução do desvio-padrão da SiO₂ do sinter.

Na Figura 8 abaixo é ilustrada a redução do desvio-padrão da basicidade do sinter.



Fonte: Relatório interno da Sinterização da CST.

Figura 8: Evolução do desvio-padrão da basicidade do sinter.

3 CONCLUSÃO

A evolução tecnológica aplicada ao processo de blendagem, associada a criação de metas e índices específicos (Índice de Sinter Bom e Índice de Pilha Boa), bem como suas restrições ao longo dos anos, conferiram ganhos significativos de qualidade, bem como a própria estabilidade ao processo de Sinterização.

A redução da variabilidade química no sinter se deu também durante as trocas de pilhas, trazendo confiabilidade do produto, viabilizando o aumento do consumo de co-produtos, com ganho ambiental e redução de custo.

Nos Altos-Fornos favoreceu em melhor previsão na qualidade da basicidade da escória, com menor consumo de quartzo para correção da basicidade.

A estabilidade da rotina em cada unidade produtiva, tem efeitos progressivos, refletindo diretamente nos nossos resultados, permitindo a CST alcançar patamares de referência.

BIBLIOGRAFIA

- 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 controle de recebimento, manuseio e estocagem de matérias-primas, índices de controle de qualidade do sinter de Alto-Forno.