

OTIMIZAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO DO SINTER PRODUTO DA TERNIUM BRASIL E SEU IMPACTO NOS ALTOS-FORNOS*

*Maxwell Pereira Cangani¹
Cristiane Vilma Rocha Galiazz²
Geovane Viturino da Silva³
Rafael dos Santos Aires Pereira⁴*

Resumo

Com a expansão da produção de minério de ferro no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais, a litologia e o perfil de qualidade dos minérios foram alterados significativamente nos últimos anos, para o minério recebido na Ternium Brasil notadamente a partir do segundo semestre de 2014, gerando forte impacto sobre os processos Sinterização e Altos Fornos. Houve uma redução da participação de minérios hematíticos e uma elevação de minérios itabiríticos. Como consequência, houve uma elevação significativa dos teores de sílica, fósforo e alumina no sinter feed e minério granulado. Nesse contexto, surgiu a necessidade de tornar a especificação do sinter produto mais abrangente qualitativamente e mais restritiva do ponto de vista quantitativo, com o objetivo de melhorar a performance e estabilidade dos Altos Fornos, frente ao novo perfil de qualidade dos minérios de ferro.

Palavras-chave: Sinter Produto; Alto-forno; Sinter Feed.

OPTIMIZATION OF THE SINTER PRODUCT SPECIFICATION TERNIUM BRASIL AND ITS IMPACTS IN THE BLAST FURNACE PROCESS

Abstract

With the expansion of iron ore production in the iron ore quadrilateral in Minas Gerais, the lithology and the quality profile of the ores were significantly changed in recent years, to the iron ore received in the Ternium Brasil notably from the second half of 2014, generating a strong impact in the Sintering and Blast Furnace processes. There was a reduction in the share of hematite iron ore and an increase of itabirite iron ore. As a consequence, there was a significant increase of the silica, phosphorus and alumina contents in the sinter feed and granulated ore. In this context, it is necessary change the sinter product specification to be more comprehensive qualitatively and quantitatively more restrictive, in order to improve the performance and stability of the Blast Furnaces, in view of the new quality profile of iron ore.

Keywords: Sinter Product, Blast Furnace, Sinter Feed.

¹ *Engenheiro de Materiais, M.Sc, MBA, Engenheiro de Processo de Sinterização, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

² *Engenheira de Materiais, M.Sc, Coordenadora da Unidade Técnica da Sinterização, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

³ *Engenheiro Metalurgista, M.Sc, Engenheiro de Processo de Alto-Forno, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

⁴ *Engenheiro Químico, Engenheiro de Processo de Alto-Forno, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O controle de processo na Sinterização e qualidade do Sinter Produto são diretamente afetados pela qualidade das matérias-primas consumidas na produção do Sinter.

A tabela 1, mostra os itens de controle de qualidade que compunham o Índice de Sinter Bom (ISB) até novembro de 2016.

Tabela 1. Itens de controle de qualidade do Índice de Sinter Bom (ISB) em 2016

| Parâmetros ISB (até novembro 2016) | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------|--------------|
| | Especificação | Penalidade | Cálculo |
| B2 | média | 20% | média diária |
| σ B2 | $\pm 0,100$ | 20% | diário |
| MgO | $1,95 \pm 0,35$ | 10% | média diária |
| Mn | Meta $\pm 0,20$ | 10% | média diária |
| <5mm | 5,00% máx. | 10% | média diária |
| >50mm | 5,00% máx. | 20% | média diária |

Como podemos observar na tabela acima, os itens de qualidade eram controlados pela média ou desvio padrão diário e não abrangiam elementos deletérios como o fósforo, o mesmo era analisado e apontado diariamente apenas como item de acompanhamento.

Em função da piora de qualidade das matérias-primas e da necessidade de adequação da especificação do Sinter Produto, o presente trabalho teve como objetivo mostrar o impacto da qualidade do Sinter Produto nos Altos-Fornos, definindo uma nova especificação para controle de qualidade e tornando a mesma mais adequada para uma melhor performance dos Altos-Fornos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a definição de quais itens seriam incluídos na nova especificação do Sinter Produto e suas respectivas faixas de controle, foram feitas análises de Capabilidade de Processo com o uso do software estatístico Minitab. Nas avaliações estatísticas, buscou-se definir os limites de controle para cada indicador de qualidade com base em seu Cpk. Pela tabela 2, podemos nos orientar e decidir qual indicador (Cp ou Cpk) devemos usar [1].

Tabela 2. Definição e uso dos índices de Capabilidade de Processo Cp e Cpk.

| Índice | Uso | Definição |
|--------|---|--|
| Cp | O processo está centrado entre os limites de especificação | Taxa de tolerância (a largura dos limites de especificação) à variação atual (tolerância do processo) |
| Cpk | O processo não está centrado entre os limites de especificação, mas cai sobre ou entre eles | Taxa de tolerância (a largura dos limites de especificação) à variação atual, considerando a média do processo relativa ao ponto médio das especificações. |

Pela tabela 3, em função do valor do índice de capacidade, podemos constatar se o processo é capaz, aceitável ou incapaz de atender uma determinada situação ou especificação estabelecida [1].

Tabela 3. Definição se há capacidade no processo em função do valor de Cpk.

| Valores | Avaliação |
|-------------------|-----------|
| Cpk < 1,00 | Incapaz |
| 1,00 ≤ Cpk < 1,30 | Aceitável |
| Cpk ≥ 1,33 | Capaz |

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando otimizar a especificação do Sinter Produto, foram feitas diversas avaliações para verificar a influência de cada parâmetro de qualidade do Sinter Produto sob o processo de Alto Forno. Abaixo, iremos apresentar e discutir cada um deles:

- **SiO₂ (Sílica do Sinter Produto)**

A figura 1, mostra a influência da sílica sob os parâmetros de processo dos Altos-Fornos.

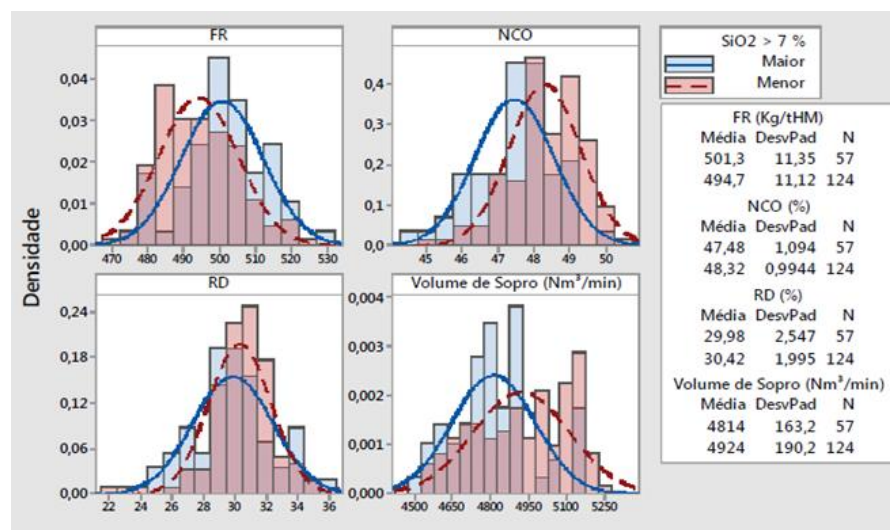


Figura 1: Influência da sílica do Sinter Produto sob os parâmetros de processo do Alto-Forno.

Analisando a figura acima, podemos observar que com a elevação da sílica (> 7,00% SiO₂) houve um aumento do Fuel Rate e piora no rendimento NCO. Por conta disso, foi feita uma análise estatística dos dados de qualidade do Sinter Produto, para definir um limite superior de sílica e incluí-lo como item de controle de qualidade na especificação do Sinter Produto. A figura 2, mostra o histograma da sílica do Sinter Produto para o ano de 2016, onde em função do valor de Cpk e balanço de massa para sílica no Sinter Produto, foi definido o valor máximo de 7,45% SiO₂ no Sinter Produto.

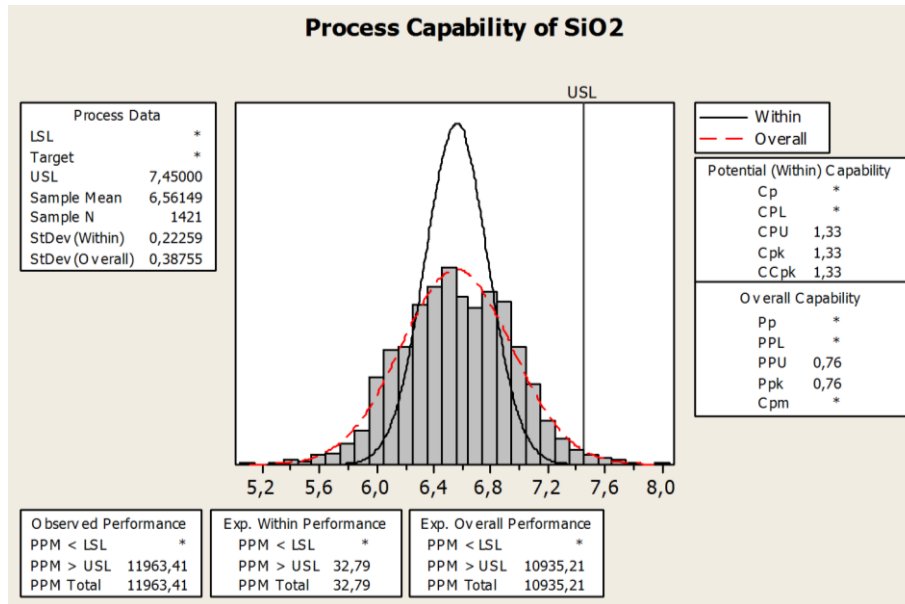


Figura 2: Histograma da sílica do Sinter Produto e Cpk para o limite superior de 7,45% SiO₂.

- **Fração > 50,00 mm (Sinter Produto)**

A figura 3, mostra a influência da fração > 50,00 mm do Sinter Produto sob os parâmetros de processo dos Altos-Fornos.

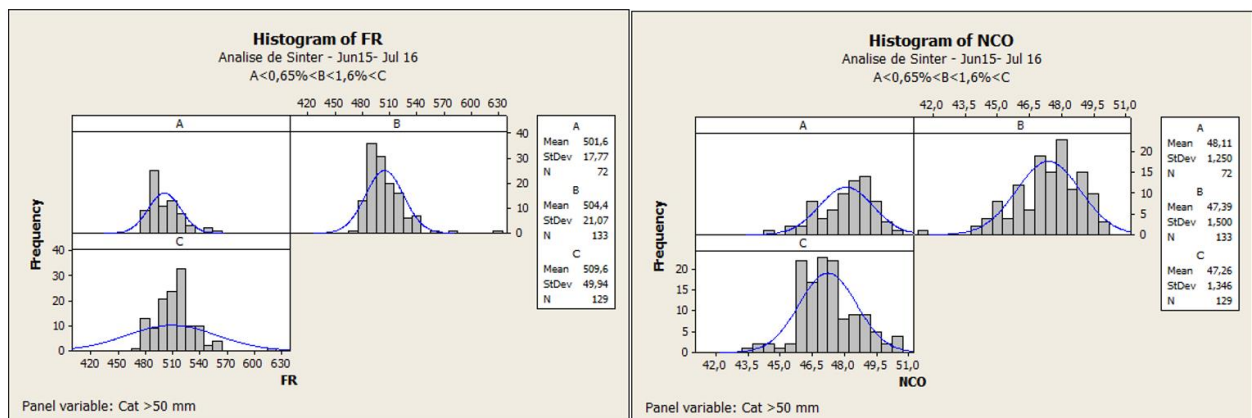


Figura 3: Influência da fração > 50 mm do Sinter Produto sob os parâmetros de processo do Alto-Forno.

Analisando a figura acima, podemos observar que com a elevação da fração > 50,00 mm (A < 0,65% < B < 1,6% < C) do Sinter Produto, houve um aumento do Fuel Rate e piora no rendimento NCO. Por conta disso, foi feita uma análise estatística dos dados de qualidade do Sinter Produto para readequar o limite superior da fração > 50,00 m na especificação do Sinter Produto. A figura 4, mostra o histograma da fração > 50,00 mm do Sinter Produto para o ano de 2016, onde em função do valor de Cpk foi definido o valor máximo de 3,00% para > 50,00 mm no Sinter Produto.

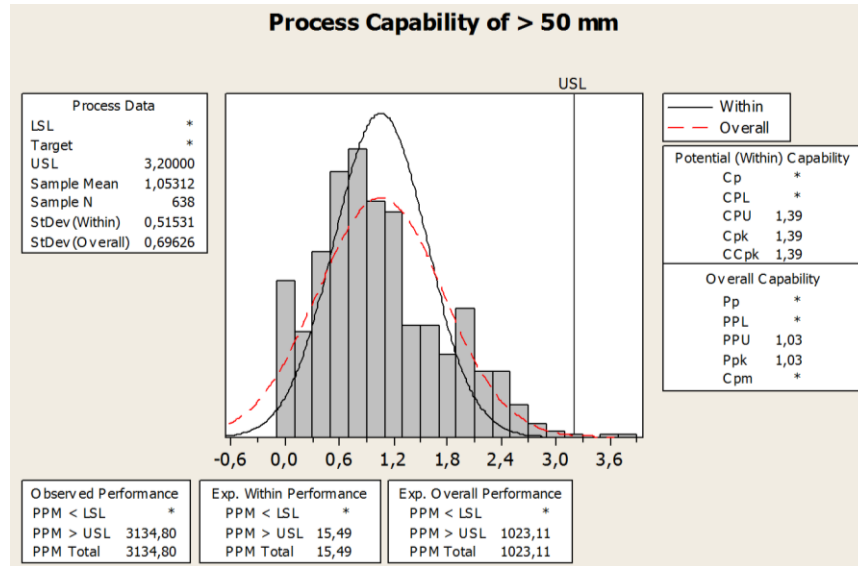


Figura 4: Histograma da fração > 50 mm do Sinter Produto e Cpk para o limite superior de 3,0% (> 50 mm).

- **Fração < 5,00 mm (Sinter Produto)**

A figura 5, mostra a influência da fração < 5,00 mm do Sinter Produto sob os parâmetros de processo dos Altos-Fornos.

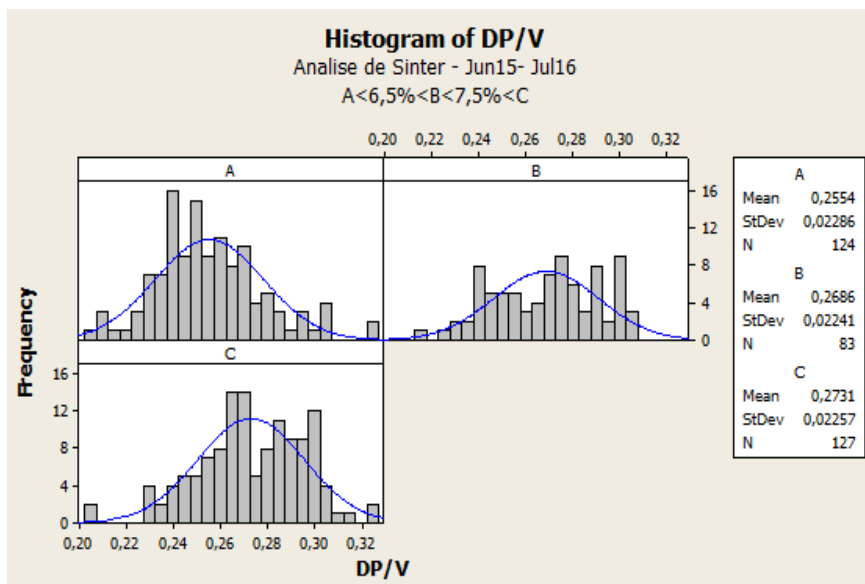


Figura 5: Influência da fração < 5,0 mm do Sinter Produto sob os parâmetros de processo do Alto-Forno.

Analisando a figura acima, podemos observar que com a elevação da fração < 5,00 mm (A < 6,5% < B < 7,5% < C) do Sinter Produto, houve uma piora na permeabilidade (DP/V) dos Altos-Fornos. Por conta disso, foi feito um trabalho para melhorar a eficiência de peneiramento de Sinter Produto no Stock House da

Ternium Brasil, trabalho este que será apresentado na ABM Week 2017 e uma análise estatística dos dados de qualidade do Sinter Produto para readequar o limite superior da fração < 5,00 m na especificação do Sinter Produto. A figura 6, mostra o histograma da fração < 5,00 mm do Sinter Produto para o ano de 2016, onde foi definido o valor máximo de 6,50% para < 5,00 mm.

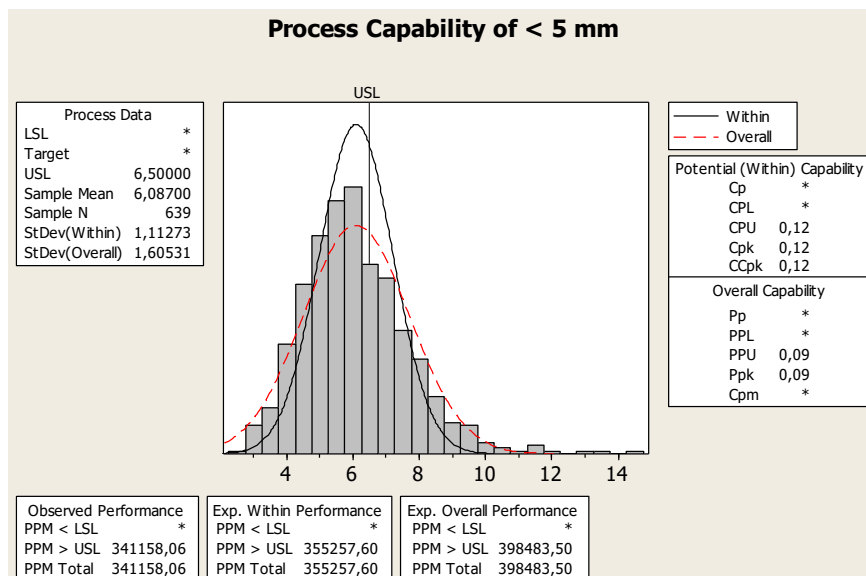


Figura 6: Histograma da fração < 5,00 mm do Sinter Produto e Cpk para o limite superior de 6,50%.

4 CONCLUSÃO

Com a otimização da especificação do Sinter Produto, tabela 4, houve uma melhora na estabilidade e performance dos Altos-Fornos da Ternium Brasil. Adicionalmente, aumentou o desafio para o atendimento de qualidade do Sinter Produto, o que provocou o desenvolvimento de novas alternativas para melhora de qualidade do Sinter produzido, como por exemplo, uso de pellet feed, busca de novos fornecedores de fundentes [2], seleção e aplicação de coprodutos [3], entre outros trabalhos que se encontram em andamento.

Tabela 4: Itens de controle de qualidade do Índice de Sinter Bom (ISB) em 2017.

| Parâmetros ISB (2017) | | | |
|------------------------|-------------------|------------|-------------|
| | Especificação | Penalidade | Cálculo |
| B2 | Meta ± 0,10 | 20% | por amostra |
| MgO | Meta ± 0,30 | 30% | por amostra |
| Mn | Meta ± 0,15 | 20% | por amostra |
| <5mm | 6,5% máx. | 20% | por amostra |
| >50mm | 3,0% máx. | 30% | por amostra |
| P | Meta + 0,020 máx. | 20% | por amostra |
| SiO₂ | 7,45% máx. | 30% | por amostra |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.datalyzer.com.br/>
2. Silveira, W.; Cangani, M.; Galiazzi, C.; Landin, M.; Carvalho, D. Initiatives thyssenkrupp CSA sintering to reduction phosphorus content in hot metal, IAS, 2016, Rosario, Argentina.
3. Cangani, M.; et al. Avaliação da influência do consume de resíduos sobre a eficiência de captação do Precipitador Eletrostático Primário da Sinterização#4 da CSN., ABM Week, 2013, Belo Horizonte, Brasil.