

AUMENTO DA OFERTA DE SÍTER NA ARCELORMITTAL MONLEVADE ¹

Efrem Martins Ribeiro ²
Haroldo Lacerda de Brito ²
Glauco Marcelo Rodrigues Fortes ²
Edinei Silva Miranda ²

Resumo

Durante o processo de produção e após estocagem (antes do enforamento), o sinter é peneirado com o objetivo de eliminar finos para adequá-lo ao emprego no Alto-forno. Portanto, a classificação do sinter é uma necessidade do Alto-forno e representa custos para a área de redução por interferir diretamente na produtividade e eficiência da unidade de sinterização, motivos pelos quais deve receber a devida atenção. Neste trabalho, são apresentados os resultados obtidos com a redução da abertura das malhas do peneiramento de sinter na Sinterização e no Alto-forno A (AF-A) da ArcelorMittal Monlevade. Esta redução de abertura de malha foi de 5,00 para 4,00 mm.

Palavras-chave: Sinter; Peneiramento; Redução; Malha.

INCREASING OF THE SINTER SUPPLY AT ARCELORMITTAL MONLEVADE WORKS

Abstract

The sinter is screened at the sinterplant in order to adequate it to the blast furnace size requirement. In consequence, the sinter classification according to the size affects sinter cost, productivity and yield. The results obtained with the sieve reduction from 5.00 to 4.00 mm at the sinterplant and at the blast furnace screening areas have been shown.

Key words: Sinter; Reduction; Screening; Sieve.

¹ *Contribuição técnica ao XXXVII Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 18 a 21 de setembro de 2007, Salvador - BA, Brasil.*

² *Colaboradores da área de redução da ArcelorMittal Monlevade*

1 INTRODUÇÃO

A sinterização da ArcelorMittal Monlevade possui um circuito de tratamento e manuseio de sinter composto de uma parte a “quente” (britador primário, calha extratora, peneira e resfriador) e outra a “frio” (um silo de transferência sob o resfriador, calha extratora, correias transportadoras com chutes de transferência, duas peneiras e um britador secundário). Após peneiramento (a quente e a frio), a fração grossa, o *oversize*, é estocada nos silos do Alto-forno, enquanto a fina ou *undersize* (retorno interno) recircula na própria instalação.

Antes de ser enornado, o sinter estocado é peneirado; a fração grossa *oversize* é carregada no alto-forno e a fração fina “*undersize*”, denominada FRAF, retorna para a sinterização. Para esta classificação, o Alto-forno A dispõe de duas peneiras (PVM01 e PVM02).

A mudança foi feita de modo gradual, começando no peneiramento do AF-A. Em cada área, as substituições das telas foram feitas em duas etapas (50 % cada), só passando para a etapa seguinte, após constatação de nenhum efeito negativo na operação do alto-forno.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados alcançados com a redução da abertura das malhas no peneiramento da sinterização e do AF-A, passando de 5,00 para 4,00 mm.

Salienta-se que na ArcelorMittal Monlevade, a política é a de maximizar o uso de sinter no alto-forno.

2 HISTÓRICO

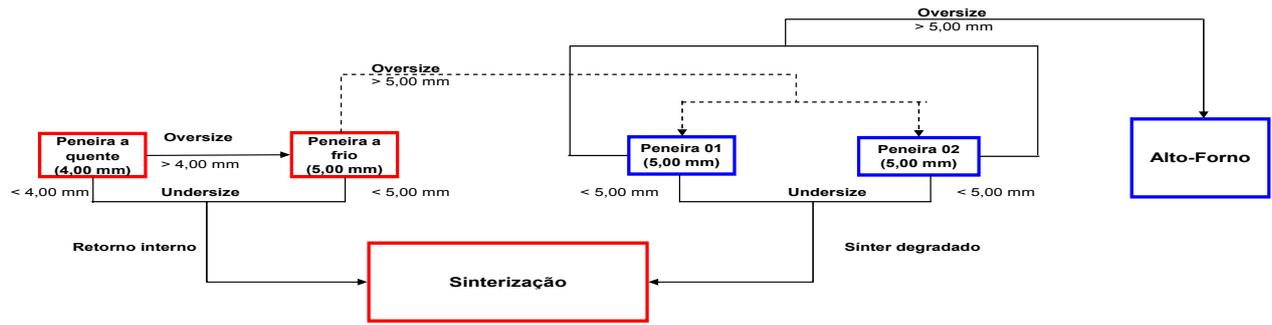
A peneira a frio da sinterização (E7005) entrou em funcionamento em novembro/2002. O elemento peneirador utilizado era de chapa USI AR 360 com malha no tipo gota 3,5 x 5,0 x 40 mm. Decorridos seis meses de operação, iniciou-se a substituição destes elementos devido ao desgaste acentuado. Foram utilizados os elementos de chapa revestida com carbonetos complexos Integra 100 referência Welding Alloys.

No AF-A eram utilizadas telas de poliuretano, abertura quadrada 5,00 mm, as quais foram substituídas por 4,00 mm, mantendo-se mesmos, o formato e o material.

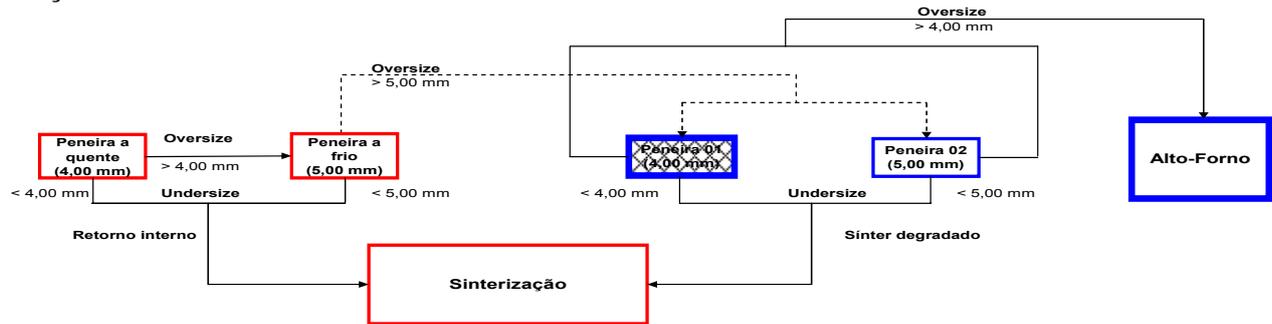
3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Planejamento

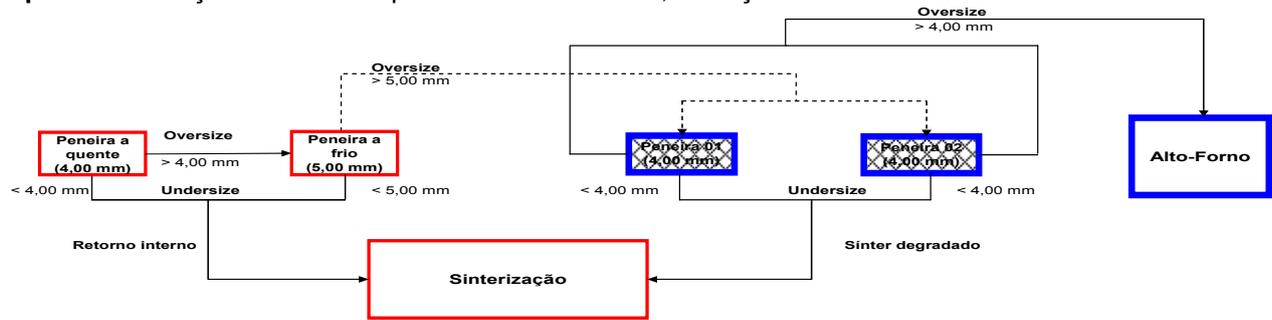
A proposta de redução da abertura das malhas empregadas no peneiramento do AF-A e da sinterização, cujos cálculos foram feitos com base na distribuição granulométrica do retorno interno e do sinter produzido no mês de julho/2005, previa um aumento gradual na disponibilidade diária de sinter, na medida em que fossem substituídas as telas de 5,00 por 4,00 mm nas peneiras do Alto-forno e da sinterização. A Figura 1 apresenta a previsão de elevação da oferta de sinter para cada uma das etapas.



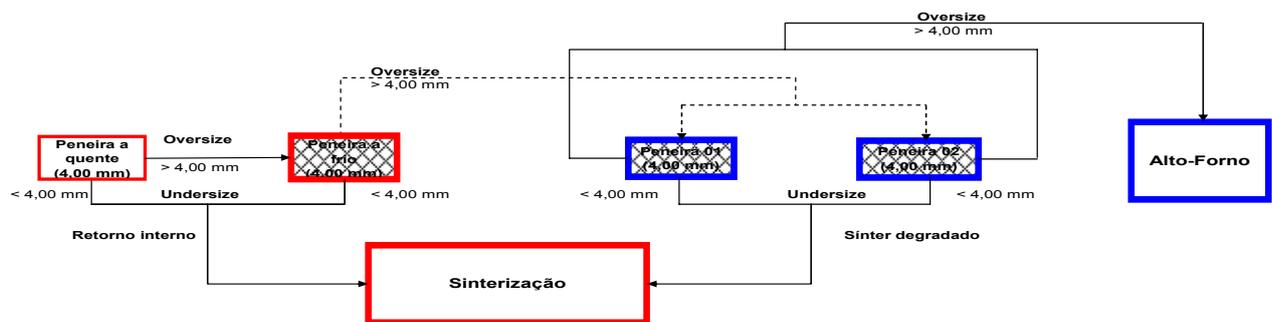
Situação anterior



Etapa 1: substituição de 1 tela no peneiramento do AF-A; elevação da oferta de sinter em + 7.700 t/ano



Etapa 2: substituição das 2 telas no peneiramento do AF-A; elevação da oferta de sinter em + 15.400 t/ano



Etapas 3 e 4: substituição de todas as telas (nas 2 áreas); elevação da oferta de sinter em + 40.000 t/ano

Figura 1. Proposta de substituição das telas de 5,00 por telas de 4,00 mm de abertura

Conforme procedimento adotado na área de redução da ArcelorMittal Monlevade, a introdução de quaisquer modificações em processos, cujo resultado esperado, ainda que positivo, possa apresentar efeitos deletérios, deve ter a aprovação de uma banca técnica, formada por especialistas da área e convidados de outras áreas. Seguindo este procedimento, a proposta de substituição das telas foi apresentada e aprovada por uma banca técnica; para sua implantação, foi elaborado um plano de ação específico (Tabela 1).

Tabela 1. Plano de ação: alteração da abertura das telas das peneiras do AF-A e da Sinterização, passando de 5,00 para 4,00 mm

| Etapa | Ação | O que | Quando |
|--------------|-------------|---|---|
| Todas | 1 | Padronizar a abertura das telas da peneira E3031 em 4,00 mm | Em todas as etapas |
| | 2 | Verificar o efeito nos parâmetros operacionais do AF-A (produção, vazão, pressão, K, DPV, qualidade do gusa) em cada etapa do experimento | Após a substituir a tela de 5,00 mm |
| | 3 | Verificar o rendimento de sinter no AF (sinter enformado/sinter enviado), produção e estoque de sinter, produtividade da MS, consumos específicos de combustível, SFAN, sinter degradado e retorno interno, granulometria do sinter produto e do retorno interno. | Após a substituir a tela de 5,00 mm |
| 1 | 4 | Providenciar telas de poliuretano de abertura 4,00 mm, para substituir as telas da peneira PVM 01 | Após aprovação em banca técnica |
| | 5 | Substituir a tela de 5,00 mm da peneira de sinter PVM 01, por outra de 4,00 mm | Após aquisição das telas |
| | 6 | Incluir a peneira de abertura 4,00 mm na série utilizada para realização do ensaio de granulometria do retorno interno e sinter degradado | Imediato |
| | 7 | Implantar o controle do rendimento do sinter no AF | Imediato |
| | 8 | Providenciar telas de poliuretano de abertura 4,00 mm, para substituir as telas da peneira PVM 02 | Até 15 dias após a substituição da tela da PVM01 |
| 2 | 9 | Substituir a tela de 5,00 mm da peneira de sinter PVM 02, por outra de 4,00 mm | 15 dias após a 1ª modificação |
| | 10 | Providenciar tela de aço (padrão utilizado) com abertura de 4,00 mm, para substituir metade das telas da peneira E7005 | Imediatamente após o período de testes, definido na etapa 2 |
| 3 | 11 | Substituir metade das telas de 5,00 mm da peneira E7005 (Sinterização), por outras de 4,00 mm | Após 15 dias da 2ª modificação |
| | 12 | Providenciar tela de aço (padrão utilizado) com abertura de 4,00 mm, para substituir a outra metade das telas da peneira E7005 | Imediatamente após o período de testes, definido na etapa 3 |
| 4 | 13 | Substituir a outra metade das telas de 5,00 mm da peneira E7005 (Sinterização), por outras de 4,00 mm | Após 15 dias da 3ª modificação |
| | 14 | Manter as peneiras PVM01, PVM02, E3031 e E7005 com telas de abertura 4,00 mm | Após concluídas as etapas 1 a 3, com a aprovação |
| Conclusão | 15 | Avaliar a substituição (substituir) da tela de abertura 5,00 mm, atualmente usada para ensaio com o sinter produto, por outra de 4,00 mm (peneira RENARD) | Após substituição das telas da peneira E7005 (outubro/2005) |

3.2 Execução

Conforme planejado, as substituições das telas foram feitas em etapas, primeiro no peneiramento do AF-A e depois na sinterização. Após substituição das telas de cada peneira, era avaliado o desempenho do alto-forno, antes de substituir as telas da peneira ou da parte seguinte.

A substituição de todas as telas ocorreu entre agosto de 2005 e março de 2006, sendo executada em duas etapas para cada uma das áreas. Na Tabela 2 são apresentadas as trocas e datas.

Tabela 2. Troca das telas das peneiras (5,00 para 4,00 mm)

| Área | Peneira | Data |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| Alto-forno A | 1ª | 12-ago-05 |
| | 2ª | 25-ago-05 |
| Sinterização | Peneira a frio (50 % das telas) | 07-out-05 |
| | Peneira a frio (demais telas) | 15-mar-06 |

3.3 Padronização da Abertura das Malhas

Mantendo-se a rotina, periodicamente, amostras de material passante nas peneiras são enviadas ao laboratório para análise granulométrica. Nas paradas programadas, a manutenção e a operação, conjuntamente, realizam as inspeções dos elementos peneiradores de síter.

Nestas inspeções, são avaliados os elementos com foco na abertura, desgaste e estrutura da peneira e verificada a existência de arrombamentos ou passagem de material por fora da tela.

No laboratório é determinada a % > 4,00 mm no material passante nas telas.

Os valores obtidos nas medições são comparados com o padrão (elementos novos) e verificado se a % > 4,00 mm no material passante está dentro do limite estabelecido.

A decisão quanto à troca de telas é feita em comum acordo entre as áreas de operação e manutenção, com base nos critérios apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Critérios para definição de troca dos elementos peneiradores

| Área | Peneiras | Abertura padrão (mm) | | Padrões para definição de troca | | | |
|--------------|----------|----------------------|-------|---------------------------------|-------|--------------------|--------------------|
| | | Anterior | Atual | Abertura das malhas (mm) | | Granulometria | |
| | | | | Anterior | Atual | Anterior | Atual |
| Sinterização | E3.031 | 4,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 10,0 % > 5,0 mm | 10,0 % > 4,0 mm |
| | E7.005 | 5,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 12,0 % > 5,0 mm | 5,0 % > 4,0 mm |
| Alto-forno | PVM 01 | 5,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 7,0 % > 5,0 mm | 7,0 % > 4,0 mm |
| | PVM 02 | 5,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 7,0 % > 5,0 mm | 7,0 % > 4,0 mm |

4 RESULTADOS

4.1 Redução da Abertura das Peneiras do AF-A

Como parâmetros para avaliação do desempenho do AF-A após a redução da abertura das telas, foram adotados o índice de permeabilidade $\Delta P/V$, a produção diária de gusa e a geração de sínter degradado, tomando-se, como referência, o período imediatamente anterior à troca das telas.

Como mostra a Tabela 4, na fase inicial da execução do trabalho, quando foram substituídas as telas do peneiramento do alto-forno, foi registrada uma elevação do rendimento do sínter enfiado da ordem de 3 pontos percentuais. Esta elevação de rendimento é consequência direta da redução da geração de sínter degradado, redução esta proporcionada pelo aumento no % de sínter < 5,00 mm enfiado de mesma ordem. Em função disto, conforme a previsão, houve um aumento na disponibilidade de sínter em torno de 48 t/dia.

Tabela 4. Parâmetros operacionais do AF-A, após troca das telas

| Etapas | Substituição das telas de 5,00 por telas de 4,00 mm | | | | Alto-Forno | | | | | |
|--------|---|----------|----------------|----------|------------|--|------------------------|--------------------------|--|-----------|
| | Alto-Forno A | | Sinterização | | Situação | * $\Delta P/V$ (10 ³ bar/Nm ³ /min) | Produção diária (t) | Rendimento do sínter (%) | Incremento na disponibilidade diária de sínter (t) | |
| | PVM 1 | PVM 2 | Peneira a frio | | | | | | Previsto | Realizado |
| | | | 50% | 100% | | | | | | |
| I | 12/08/05 | | | | Antes | 0,54 | 3050 | 92,87 | 22 | 24 |
| | | | | | Após | 0,54 | 3090 | 95,00 | | |
| II | | 25/08/05 | | | Antes | 0,54 | 3090 | 95,00 | 44 | 48 |
| | | | | | Após | 0,55 | 3100 | 96,92 | | |
| III | | | 07/10/05 | | Antes | 0,55 | 3060 | 96,64 | 80 | 84 |
| | | | | | Após | 0,55 | 3080 | 98,00 | | |
| IV | | | | 15/03/06 | Antes | 0,54 | 3138 | 97,91 | 115 | 118 |
| | | | | | Após | 0,56 | 3115 | 97,00 | | |

* $\Delta P/V = \frac{P_s - P_t}{V}$ (10³bar/Nm³/min), onde : P_s = pressão de sopro (mbar); P_t = pressão de topo (mbar) e V = vazão de sopro (Nm³/min)

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os índices de permeabilidade e de produção de gusa do alto-forno, obtidos nas diversas etapas de realização do trabalho. Pelos índices apresentados, nota-se que a operação do alto-forno não foi afetada após a redução na abertura das peneiras, passando de 5,00 para 4,00 mm.

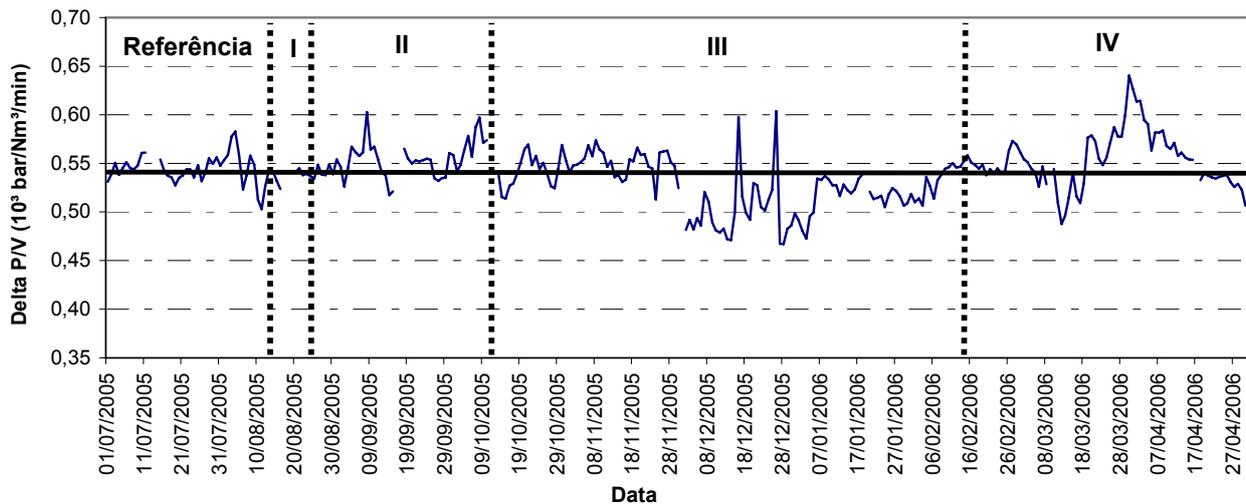


Figura 2 – Evolução da permeabilidade do AF-A com a troca das telas de 5,00 por telas de 4,00 mm

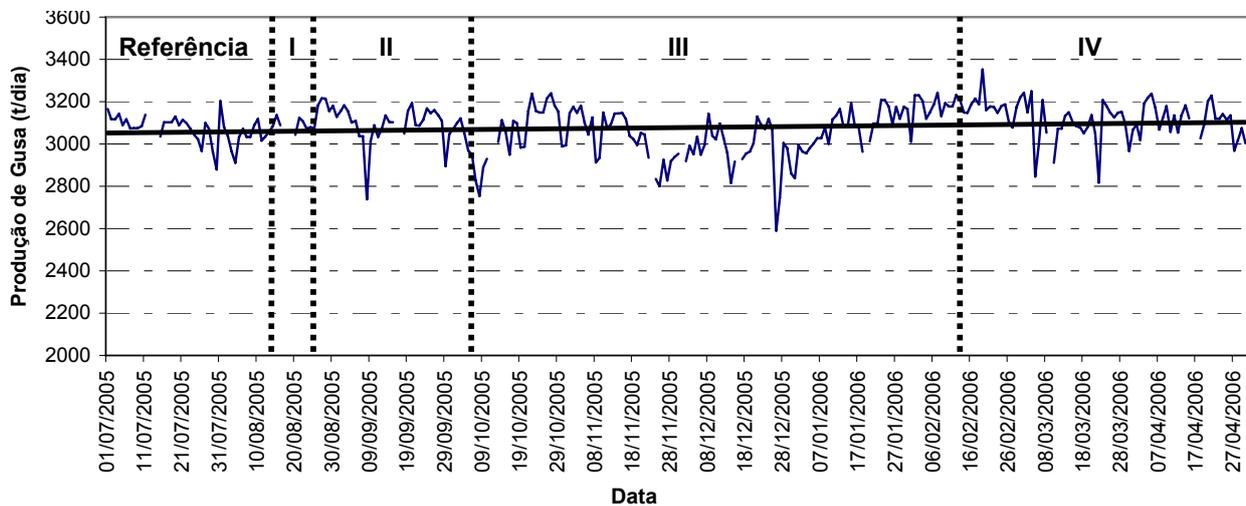


Figura 3 – Evolução da produção diária do AF-A com a troca das telas de 5,00 por telas de 4,00 mm

4.2 Redução da Abertura da Peneira a Frio da Sinterização

Como parâmetros para avaliação do desempenho da sinterização após a redução da abertura das telas, foram adotados os índices de produção, produtividade, consumos específicos de combustível, de FRAF e de retorno interno; granulometria do sinter produto e do retorno interno.

A Tabela 5 apresenta os índices operacionais e de qualidade obtidos pela sinterização, após a redução da abertura das telas da peneira a frio (última etapa).

Tabela 5. Resultados operacionais da sinterização e de qualidade do sínter

| Etapas | Substituição das telas de 5,00 por telas de 4,00 mm | | | | Sinterização | | | | | | | | |
|--------|---|----------|----------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|-----------------|------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Alto-Forno A | | Sinterização | | Incremento na produção diária (t) | Produtividade (t/m ² .dia) | Consumos específicos (kg/t _{sínter}) | | | Granulometria | | | |
| | PVM 1 | PVM 2 | Peneira a frio | | | | Combustível | Retorno interno | FRAF | Sinter | | Retorno interno | |
| | | | 50% | 100% | | | | | | TM (mm) | < 5,00 mm (%) | TM (mm) | > 4,00 mm (%) |
| I | 12/08/05 | | | | ---- | ---- | 65 | 298 | 88 | 17,98 | 5,15 | 2,71 | 16,69 |
| II | | 25/08/05 | | | ---- | ---- | 63 | 291 | 85 | 17,89 | 5,10 | 2,77 | 17,84 |
| III | | | 07/10/05 | | 84 | 0,70 | 66 | 285 | 79 | 18,46 | 6,90 | 2,51 | 9,12 |
| IV | | | | 15/03/06 | 118 | 0,98 | 56 | 227 | 70 | 18,47 | 6,85 | 2,08 | 4,31 |

Como esperado, a inclusão do material na faixa de 4,00 a 5,00 mm no sínter produto contribuiu para uma elevação da produção da sinterização em torno de 118 t/dia (43.000 t/ano), o que representa um ganho de produtividade de 2,5 %.

Por ser influenciada por outros fatores, a redução percentual no consumo específico de combustível (e demais matérias-primas), apresentada após a troca das telas, foi bem maior, mas atribui-se a esta troca um ganho equivalente àquele obtido na produtividade. Os ganhos apresentados foram alcançados sem queda do tamanho médio do sínter.

4.3 Impacto na Produção / Oferta de Sínter para o Alto-forno

A Figura 4 mostra o aumento na oferta diária de sínter com a redução da abertura das telas, nas duas áreas (Alto-forno e sinterização). Os resultados alcançados, acima daqueles previstos, são prova do sucesso da aplicação da idéia.

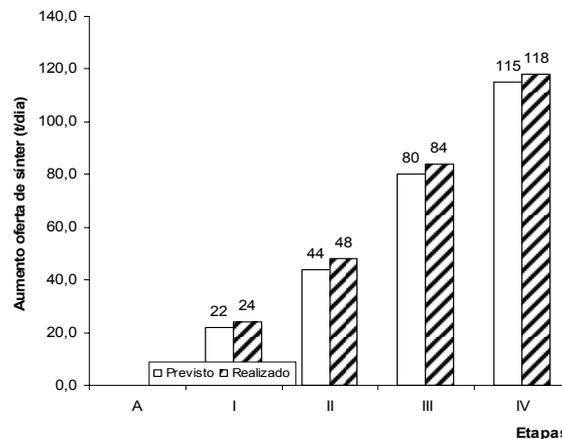


Figura 4. Evolução da oferta diária de sínter com a redução da abertura das telas

5 CONCLUSÃO

A redução da abertura das malhas do peneiramento nas áreas de Alto-forno e sinterização, passando de 5,00 para 4,00 mm, trouxe reflexos positivos nos consumos específicos de matérias-primas, rendimento e produtividade da unidade de sinterização. Isto possibilitou um aumento na oferta de sínter da ordem de 43.000 t/ano, sem afetar a operação do alto-forno.

Face à importância do AF-A para a ArcelorMittal Monlevade (único no fornecimento de gusa e gás), destaca-se o planejamento (realização em etapas) e a sintonia entre as áreas envolvidas como principais fatores responsáveis para o sucesso alcançado.