

REDUÇÃO DA ENTRADA DE AR FALSO NO SISTEMA DE EXAUSTÃO DA MÁQUINA DE SINTER DA ARCELORMITTAL MONLEVADE, UTILIZANDO A METODOLOGIA SEIS SIGMAS ¹

Rubens Moreira Bicalho²
Edinei Silva Miranda²
Carlos Eduardo de Souza²
Glauco Marcelo Rodrigues Fortes²
Evander Caires Damasceno³
José de Castro Silva⁴

Resumo

No processo de sinterização, a entrada de ar falso no sistema de exaustão da máquina de sinter afeta significativamente a produtividade. Este efeito evidencia-se principalmente ao operar em níveis de elevada produtividade. Através da utilização da metodologia seis sigmas, esta contribuição técnica mostra as melhorias realizadas para redução de ar falso, os efeitos na produtividade, bem como a importância de um bom controle da entrada de oxigênio, que é o principal indicador da entrada de ar falso.

Palavras-chave: Sinterização; Ar falso; Oxigênio; Sistema de exaustão.

REDUCTION OF THE AIR LEAKAGE SOURCES AT ARCELORMITTAL MONLEVADE SINTERPLANT APPLYING SIX SIGMA METHODOLOGY

Abstract

The leakage air in sintering machine exhaust affects significantly the sintering process productivity. This effect is especially evident at high productivity levels. This article shows the improvement carried out in order to reduce the leakage air and the effects on productivity, as well as the importance of a good control of the oxygen content in waste gas. The methodology used was six sigmas.

Key words: Sintering; Air leakage; Oxygen; Exhaust system.

¹ Contribuição técnica ao XXXVII Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas da ABM, 18 a 21 de setembro de 2007, em Salvador-BA.

² Empregados da ArcelorMittal Monlevade, João Monlevade – MG

³ Especialista de qualidade da ArcelorMittal, Long Carbon Américas.

⁴ Sócio proprietário da empresa Qualitect, João Monlevade – MG

1 INTRODUÇÃO

A sinterização da ArcelorMittal Monlevade entrou em operação em fevereiro de 1978, com uma capacidade nominal de 1.200.000t/ano e uma produtividade nominal de 30,5 t/m². 24 horas. É uma sinterização contínua, tipo Dwight-Lloyd, fornecida pela Lurgi.

Em meados de 1997, ocorreu uma mudança significativa no uso de combustíveis na sinterização, eliminando-se o uso do carvão vegetal passando a utilizar 100% de coque.

Após 1997, foram realizadas várias melhorias na sinterização visando elevação da produtividade, destacando-se:

- capacitação técnica da equipe através da intensificação de treinamentos;
- uso de maior percentual de sinter feed corretivo e certificação de fornecedores de matérias-primas;
- melhorias em equipamentos (implantação de placa defletora no carregamento da máquina de sinter, troca da barras de grelha, troca das laterais da máquina de sinter, troca dos ciclones, etc).

Estas melhorias permitiram uma elevação da produção de sinter, com sucessivos recordes de produção, ultrapassando 1.500.000 t em 2001, ou seja, 25% acima da capacidade nominal, conforme mostra a Figura 1.

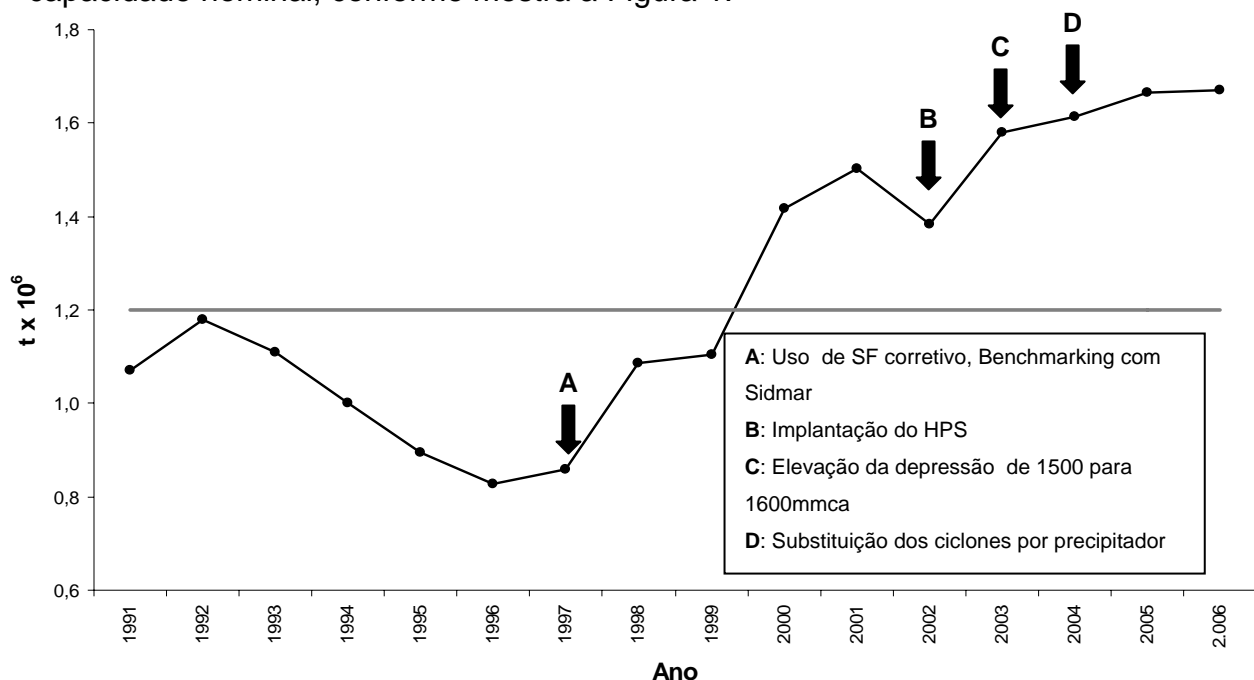


Figura 1 – Produção da sinterização de 1990 a 2005

No final de 2002, visando utilização de 100% de minério próprio da Mina do Andrade, implantou-se o processo HPS (*Hybrid Pelletized Sinter*), tecnologia da JFE (Japão), que tem como princípio a utilização de altos percentuais de pellet feed na mistura a ser sinterizada.

Em meados de 2004, atendendo à legislação ambiental brasileira o sistema de desempoeiramento primário da sinterização foi trocado, eliminando-se os ciclones e implantando o precipitador eletrostático.

Com o objetivo de reduzir a entrada de ar falso na exaustão da máquina de sinter, vários trabalhos foram desenvolvidos a partir de 1997. No entanto algumas altera-

ções no processo como aumento da altura de camada da máquina de sinter, aumento da depressão de 1500 mmca para 1600 mmca e a implantação do precipitador eletrostático levaram a uma maior dificuldade de vedação no sistema de exaustão, propiciando uma maior entrada de ar falso.

Dentro da política de melhoria contínua dos processos produtivos, identificou-se, através do *shake down* de 2004, uma perda significativa de produção na sinterização em função de elevada entrada de ar falso no sistema da exaustão. Esse tema foi então definido como um dos projetos para 2005. O projeto de redução de ar falso foi conduzido através da metodologia seis sigmas que tem como ferramenta básica o PDCA, (*plan, do, check, action*). O período considerado no projeto foi a partir de 2005, eliminando assim todas as interferências significativas de equipamentos e processos, citadas acima.

2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A principal forma de avaliação da entrada de ar falso na exaustão da máquina de sinter é através do teor de oxigênio contido nos gases da exaustão.

Em sinterizações novas, considerando todas as vedações em excelente estado, o percentual de oxigênio esperado é de 13,0 a 13,5%.⁽¹⁾

Os locais de medição usuais são a chaminé do exaustor e na entrada do precipitador eletrostático.

2.1 Histórico

O teor de oxigênio na sinterização começou a ser medido através do aparelho orsat na entrada dos ciclones e na chaminé do exaustor duas vezes por semana, a partir de 2001. Os valores médios de oxigênio situavam-se acima de 15%.

Considerou-se neste trabalho as medições de teor de oxigênio realizadas pelo orsat, a partir de janeiro de 2005 na entrada do precipitador eletrostático. Essas medições mantiveram a periodicidade de duas vezes por semana. A evolução do teor de oxigênio está mostrada na Figura 2.

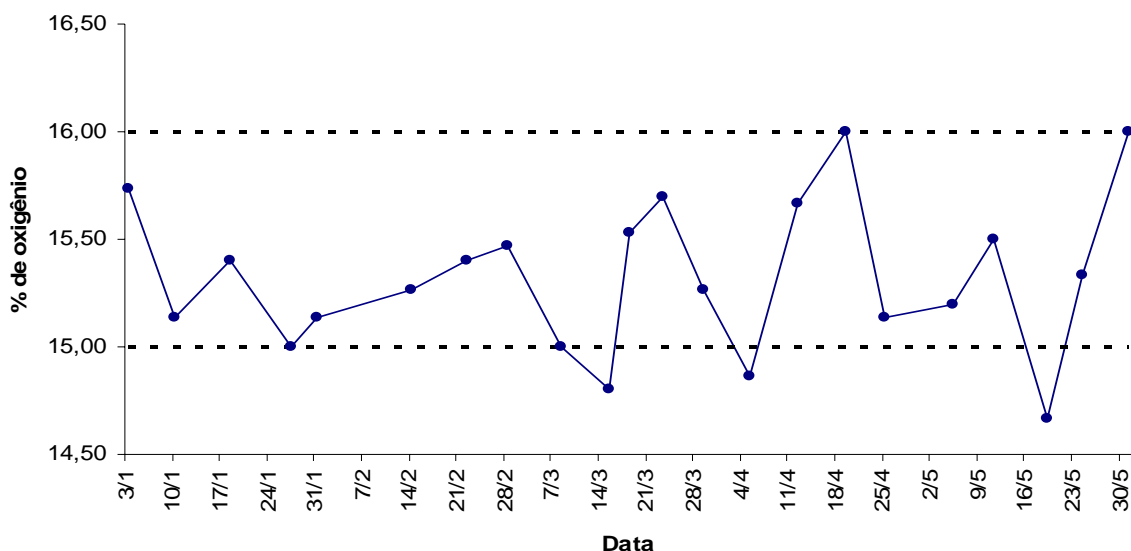


Figura 2 – Teor de oxigênio na entrada do precipitador, janeiro a junho 05 – medição por orsat

2.1 Estabelecimento da Meta

Considerando:

- i - média do período de janeiro a maio de 2005, de 15,21% de oxigênio na entrada do precipitador eletrostático;
- ii - sinterizações novas com 13,00 a 13,50%;
- iii- algumas siderúrgicas brasileiras operando com valores entre 14,00 e 14,50%.

Foi estabelecida a meta de 14,50% a ser alcançada até setembro de 2006.

Com esta meta projetava-se um aumento de produtividade da sinterização de $0,25t/m^2 \cdot 24h$, equivalente ao acréscimo de produção diária de 30t.

3 ANÁLISE DO FENÔMENO

A entrada de ar falso no sistema de exaustão ocorre em todos os equipamentos do circuito entre a máquina de síter e a chaminé, com destaque em:

- carros de grelha da máquina de síter;
- laterais dos carros de grelha;
- réguas de vedação móveis;
- placas de selagem móveis da extremidade da máquina de síter;
- réguas de selagem fixas da máquina de síter;
- estrutura de fixação das caixas de vento;
- caixas de vento;
- duto principal (tubulão);
- válvulas de duplo-cone;
- juntas de expansão;
- precipitador eletrostático;
- transportadores de arraste;
- exaustor principal;
- janelas de inspeção;
- chaminé do exaustor.

Os principais pontos de entrada de ar falso estão representados na Figura 3.

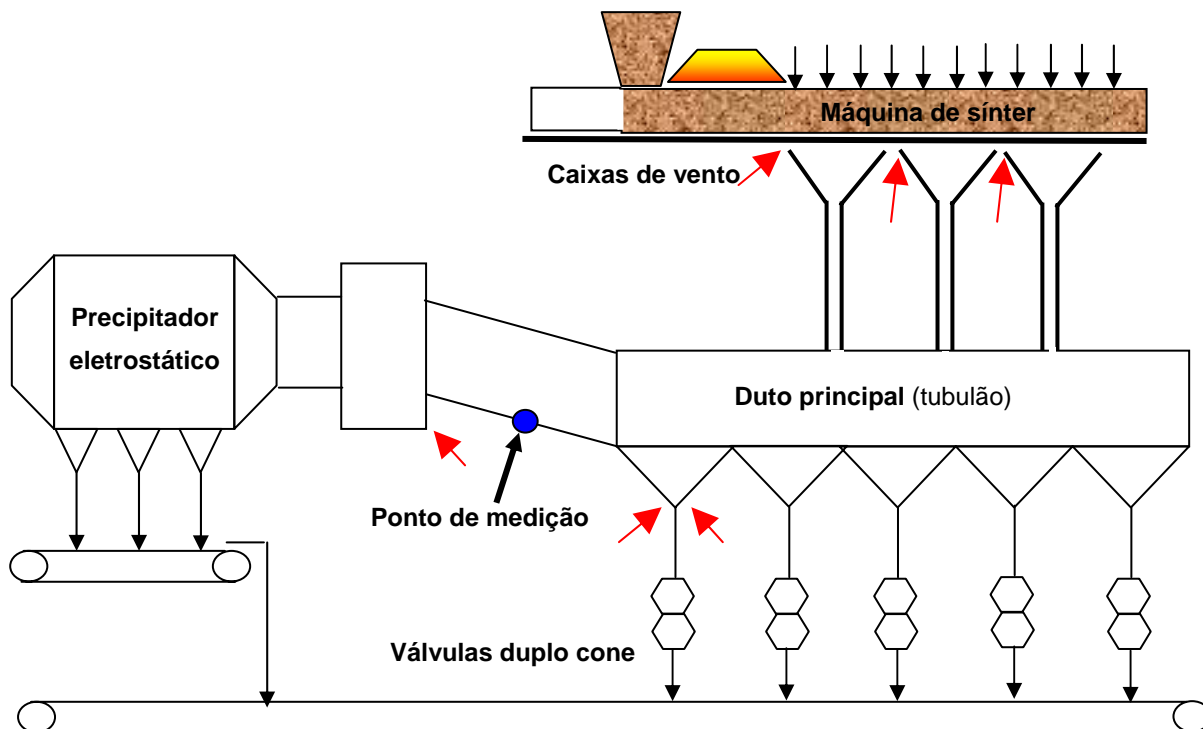


Figura 3 – Demonstração dos pontos de ar falso

4 EXECUÇÃO DAS AÇÕES

O principal foco de atuação na redução de ar falso foi a região compreendida entre a máquina de sinter e a entrada do precipitador eletrostático. As principais ações foram realizadas a partir de outubro de 2005, conforme Figura 4.

ATIVIDADE	CRONOGRAMA 2005 / 2006														
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Trocar réguas da máquina de sinter por réguas com inserção de cerâmica	█														
Nivelar e trocar vigas longitudinais	█														
Testar modelo de lateral monobloco com nova vedação	█		█	█											
Montar 10 novos carros	█														
Trocar placas de selagem móvel das extremidades das caixas de sucção 1 e 12	█														
Adotar política de substituição de 10 carros/mês (média) da máquina de sinter	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Trocar válvulas de duplo cone	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Reforçar a estrutura de apoio dos trilhos da máquina de sinter	█	█													
Implantar monitoramento contínuo de medição de oxigênio na chaminé e entrada do precipitador								█	█	█	█	█	█	█	█

Figura 4 – Cronograma de execução das ações

4.1 Descrição das Principais Ações de Redução de Ar Falso

As principais ações realizadas para redução de ar falso estão descritas as seguir:

4.1.1 Utilização de réguas de selagem com inserção de cerâmica

As réguas convencionais de aço têm vida útil aproximada de um ano. Normalmente, após a troca das réguas constatava-se uma redução significativa na redução de ar falso, contribuindo para a elevação de produtividade. Porém, aproximando-se o final da vida útil, aumentava-se o ar falso, reduzindo a produtividade da sinterização. Este ciclo repetia-se anualmente. Após esta constatação, optou-se pela troca por réguas com inserção de cerâmica. A expectativa de vida útil das réguas é de quatro anos. Após um ano de operação, as novas réguas desgastaram somente 0,5mm.

4.1.2 Nivelamento completo das vigas longitudinais

Outro ponto crítico de entrada de ar falso na máquina de sinter era o desnivelamento das vigas longitudinais de apoio das réguas de selagem. Esse desnivelamento provocava folga entre as réguas móveis do carro e réguas da máquina de sinter. Foi confeccionado um gabarito para verificação do empeno ao longo de toda a esteira, conforme mostra a Figura 5. Com o uso do gabarito percebia-se facilmente o empeno da estrutura. Foi programado então um nivelamento completo da estrutura compreendida entre o forno de ignição e a última caixa de vento. Paralelamente à correção do nivelamento, foi projetado e montado reforço do travamento da estrutura na região das últimas caixas de vento. Essa região, mais susceptível à maior temperatura é a que apresentava maiores deformações.



Figura 5 – Desnivelamento das vigas de apoio das réguas de selagem da máquina de sinter com inserção de cerâmica

4.1.3 Adoção da política de troca anual de todos os carros

Com a aquisição de 10 novos carros o número de carros de grelha reserva aumentou para 22. Com isto foi possível realizar a troca de todos os carros anualmente. Os carros trocados são submetidos a uma desmontagem completa com troca de todas as peças de desgaste que impactam na entrada de ar falso. A reparação de carros de grelha é realizada por uma empresa especializada, que é responsável desde a retirada dos carros na máquina de sinter nas manutenções programadas, a reparação completa dos carros e a montagem dos carros de grelha na máquina de sinter.

Os carros são previamente ajustados na oficina externa e montados na máquina de sinter na mesma seqüência em que foram ajustados.

4.1.4 Troca das válvulas de duplo-cone

As válvulas duplo-cone possuíam acionamento eletromecânico, cuja concepção não permitia ajustes finos de fechamento dos cones. Com essa deficiência no fechamento ocorria então passagem de ar com formação de caminho preferencial com desgaste do cones e sedes propiciando grande entrada de ar falso. Programou-se então a substituição das válvulas por outras de acionamento pneumático com maior precisão no fechamento e melhor vedação cone-anel. Paralelamente à troca das válvulas foram substituídos também os dutos sobre as mesmas. Estes dutos são revestidos internamente visando maior vida útil. As Figuras 6 e 7 mostram os dois tipos de válvulas.



Figura 6 – Válvulas duplo-cone modelo antigo (acionamento eletromecânico)



Figura 7 – Válvulas duplo-cone modelo atual (acionamento pneumático)

4.1.5 Utilização de laterais inteiriças com 600mm de altura

Juntamente com a aquisição de 10 novos carros no mercado nacional, foram compradas também as laterais. As novas laterais inferiores foram fornecidas com altura de 600 mm e comprimento de 1000 mm (toda extensão do carro), conforme figura 8. Foram montadas laterais em 10 carros. Na extremidade das laterais há uma chapa deslizante por gravidade que faz a vedação entre os carros.



Figura 8 – Laterais novas inteiriças.

5 RESULTADOS

A implantação das ações ocorreu em 2005 e 2006.

Os teores de oxigênio medidos através do orsat na entrada do precipitador reduziram de 15,21 para 14,07%, conforme mostra a Figura 9.

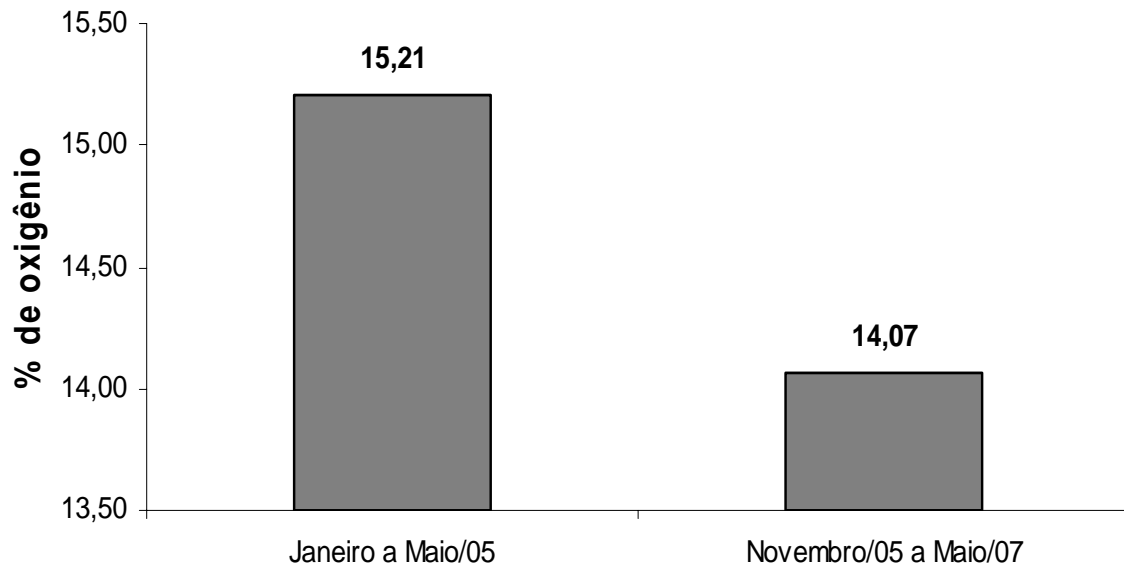


Figura 9 – Teor de oxigênio na entrada do precipitador - medição por orsat

Paralelamente ao trabalho de redução de ar falso e constatado o elevado impacto do mesmo na produtividade, foi contratada uma empresa especializada para otimização e ajustes nos medidores contínuos de oxigênio instalados na entrada do precipitador e na chaminé do exaustor principal. A partir de abril de 2006, o monitoramento passou então a ser realizado pelos medidores contínuos. Os valores nos medidores contínuos têm permanecido entre 13,0 e 13,5% na entrada do precipitador e 14,0 a 14,5% na chaminé do exaustor.

A redução da entrada de ar falso no sistema de exaustão em conjunto com outros projetos contribuiu para a elevação de produtividade da sinterização de 39,59t/m².24h para 40,16t/m².24h, bem como redução do consumo de combustível de 60,3 kg/t para 57,9 kg/t, conforme Figuras 10 e 11.

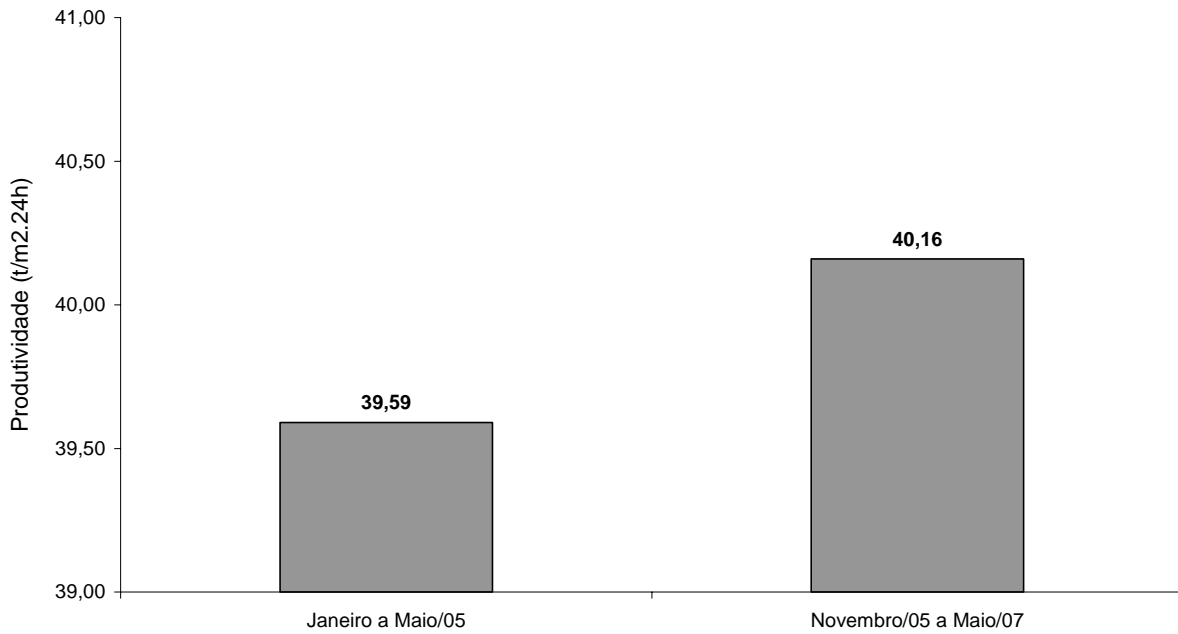


Figura 10 – Produtividade da sinterização 2005 a 2007

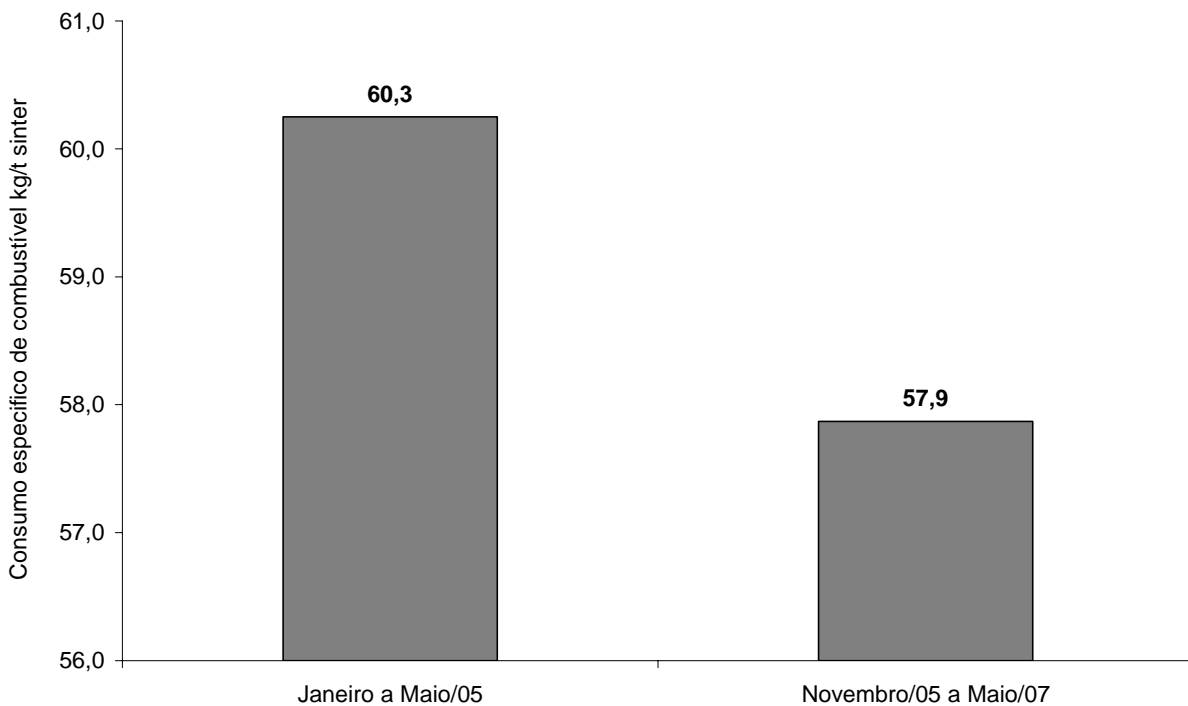


Figura 11 – Consumo de combustível 2005 a 2007 (base úmida)

6 CONCLUSÕES

A redução de ar falso no sistema de exaustão da máquina de sinter da ArcelorMittal Monlevade contribuiu de forma significativa para elevação de produtividade da sinterização

Outro ganho substancial foi a redução de combustível, contribuindo para a redução do custo do sinter.

No entanto o trabalho de redução de ar falso é contínuo, pois à medida que alguns pontos são mais eficazmente vedados, surgem novos, principalmente com a elevação de depressão que é uma tendência para possibilitar elevação de altura de camada e redução de consumo de combustível.

Deve ser considerado que os resultados atuais estão sendo obtidos com 83% dos carros ainda originais da sinterização, que completarão 30 anos em fevereiro de 2008. Este fato reforça a necessidade de empresas de recuperação com a filosofia de melhoria contínua, trabalhando realmente como parceiros. A política atual de recuperação anual de todos os carros tem sido um dos grandes pilares para redução e manutenção de baixos níveis de ar falso na máquina de sinter.

REFERÊNCIAS

- 1 FOURNELLE, Raymond. How is the sintering process controlled? Belgium, n1, p.25, 1993.