

REFORMA DA SINTERIZAÇÃO DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Hugo Guimarães Menezes²
Ivan Soella³
João Bosco Mendes⁴
Marcos Eduardo Linhales⁵
Paulo Augusto Vieira Loss⁶
Rafael Sartim⁷
Rinaldo Henrique Pedrini²

Resumo

As exigências por estabilidade e disponibilidade dos equipamentos, otimização dos processos, elevação da produtividade e qualidade objetivando a produção a custos competitivos são continuamente crescentes. Dentro deste contexto, a finalidade deste trabalho é apresentar os itens do escopo relacionados à grande parada para reforma da Sinterização da ArcelorMittal Tubarão realizada em 2012, tendo como principais atividades: Instalação de novo Resfriador, com maior capacidade de resfriamento de sinter, modernização do sistema de controle, com a substituição dos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs) obsoletos, substituição dos dutos de entrada e saída dos Precipitadores Eletrostáticos principais, além das reformas nos equipamentos dos Pátios de Homogeneização, Empilhadeira (*Blending Stacker*), Recuperadora (*Blending Reclaimer*) e Virador de vagões (Car dumper), levando à maior confiabilidade, garantindo a estabilidade operacional da planta de Sinterização.

Palavras-chave: Sinter; Reforma; Escopo; Resfriador e Precipitadores Eletrostáticos.

ARCELORMITTAL SINTER PLANT REVAMP

Abstract

The demands for stability and equipments availability, process optimization, increase of productivity and quality are continuously increasing. The aims of this work is to present the main items of the scope related to the ArcelorMittal Sinter Plant Revamp occurred in 2012, regarding to the activities: New Cooler installation, increasing the cooling capacity, control system modernization by replacing of PLC's, replacing of inlet and outlet Electrostatic Precipitators ducts and equipments of Blending yards: Blending Stacker, Blending Reclaimer and Car dumper, bringing to reliability, ensuring the operational stability of the sintering plant.

Key words: Sinter; Revamp; Scope; Cooler and Electrostatic Precipitators.

¹ Trabalho técnico a ser apresentado no 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas & 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro no período de 01 a 04 de Setembro de 2013 – Belo Horizonte, MG.

² MBA, Engenheiro Metalurgista, Especialista de Controle Técnico de Produção de Gusa e Energia, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

³ MBA, Economista, Especialista de Controle de Processo da Sinterização, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

⁴ MBA, Engenheiro Metalurgista, Gerente de Área da Sinterização e Pátio de Matérias primas, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

⁵ MBA, Engenheiro Mecânico, Gerente de Área da Manutenção da Sinterização e Pátio de Matérias primas, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

⁶ Engenheiro Eletricista, Especialista de Engenharia Elétrica, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

⁷ MSc. Engenharia Mecânica, Especialista de Engenharia Mecânica, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que, fatores tais como integridade dos equipamentos, estabilidade operacional e aspectos relacionados às matérias primas são fatores de suma importância para o processo de sinterização.

A unidade da Sinterização segue, dentro desta filosofia, em a busca constante da excelência na realização de suas atividades, por consequência no seu produto, o *sinter*. A Sinterização está alinhada a este objetivo, visto que o *sinter* é o principal elemento constituinte da carga metálica dos Altos-Fornos, com participação próxima a 70%. Por isso, a estabilidade da planta é fator chave para uma boa performance dos Altos fornos.

Diversas ações vêm sendo realizadas ao longo dos últimos anos, durante as paradas programadas. Porém, após quase 6 anos de operação, desde a realização da última grande reforma da Sinterização, ocorrida em dezembro de 2006, com 15 dias de parada, foi realizada outra intervenção relevante, inédita na Planta, ainda com maior duração, no período de 24/05 a 31/07 de 2012.

A finalidade deste trabalho é apresentar os itens do escopo relacionados à esta reforma, tendo como principais atividades: Instalação de novo Resfriador, com maior capacidade de resfriamento de *sinter*, modernização do sistema de controle, com a substituição dos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs) obsoletos, substituição dos dutos de entrada e saída dos Precipitadores Eletrostáticos principais, além das reformas nos equipamentos dos Pátios de Homogeneização, Empilhadeira / Recuperadora e Virador de vagões, que levaram à maior estabilidade e disponibilidade dos equipamentos.⁽¹⁾

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

No que diz respeito às grandes reformas, a Sinterização da ArcelorMittal Tubarão, com operação iniciada em 1983, passou por três grandes eventos. O primeiro ocorreu em 1997, o segundo em 2006 e o último em 2012.

Em 1997, o escopo foi principalmente o alargamento da Máquina de *sinter*, de 5,0 para 5,5 m de largura, a reforma dos dois Precipitadores Eletrostáticos principais, bem como instalação do terceiro equipamento de despoeiramento dos gases da Sinterização.

Nesta ocasião, a Máquina de *sinter* com o alargamento, passou a ter 484 m² de área de sucção, elevando-se ainda mais a massa de *sinter* a ser resfriada, reduzindo a relação para 0,83 (área de sucção da Máquina de *sinter* / área do Resfriador).⁽¹⁾

Em 2006, foi realizado o projeto de aumento de produtividade, em atendimento à operação do AF#3, projeto o qual contemplou vários itens, tais como, a instalação do novo sistema de preparação de combustíveis e do novo tambor Nodulizador, levando à melhoria no processo de aglomeração e também melhoria no sistema de alimentação da máquina de *sinter*, além da adequação da mistura de minérios, qualidade e quantidade de cal, visando a elevação da produtividade, com o objetivo de atender à carga metálica para os três Altos Fornos. Contudo, em nenhum dos casos citados houve alteração do sistema de resfriamento de *sinter*, no que diz respeito à elevação de área útil.

Já no start up da planta, em 1983, o Resfriador entrou em operação com menor área útil, quando comparado à Máquina de sinter, com a relação de 0,91, com 440 m² área de sucção, contra 400 m² do Resfriador.

Ao longo do tempo, com a elevação da produtividade e a perda de eficiência de resfriamento, tinha-se a necessidade de utilizar água na superfície do leito de sinter no Resfriador, considerando-se ainda a indicação de final de vida útil. Houve muitas falhas e colapsos de rodas e trilhos, acarretando em várias paradas da planta de Sinterização. Mesmo com a utilização de água, este equipamento limitava a produtividade da Sinterização em torno de 34 a 37 t/d/m².

Diante disto, foi traçado ao longo dos anos de 2009 e 2010 o projeto de reforma do Resfriador, a ser realizado em 2012, projeto conectado com a parada do Alto Forno 1. Nesta oportunidade foi realizada a modernização do sistema de controle, com a substituição dos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs) obsoletos, substituição dos dutos de entrada e saída dos Precipitadores Eletrostáticos principais em final de vida útil, além das reformas nos equipamentos dos Pátios de Homogeneização, Empilhadeira (*Blending Stacker*), Recuperadora (*Blending Reclaimer*) e Virador de vagões (*Car dumper*).

2.2 Material e Métodos

Para desenvolver este projeto, foram listadas as necessidades e atividades referentes a esta parada. Foi feita a estimativa do tempo total de parada, considerando-se que o caminho crítico seria a atividade de reforma do Resfriador, substituição dos dutos de entrada e saída dos Precipitadores Eletrostáticos principais e dos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs), estimados inicialmente para 55 dias (35 de reforma + 10 dias de comissionamento + 10 dias de contingência).⁽¹⁾

Abaixo, na Figura 1 a Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

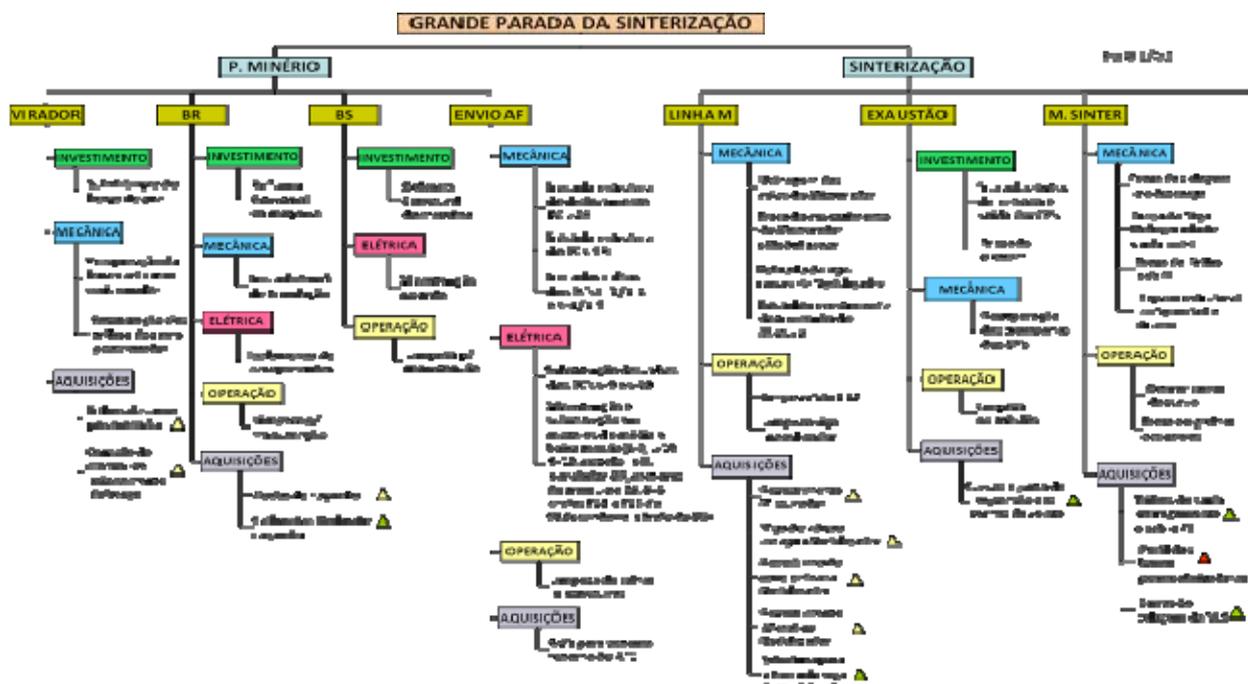


Figura 1. Estrutura Analítica do Projeto (EAP) - Reforma da Sinterização, 2012.

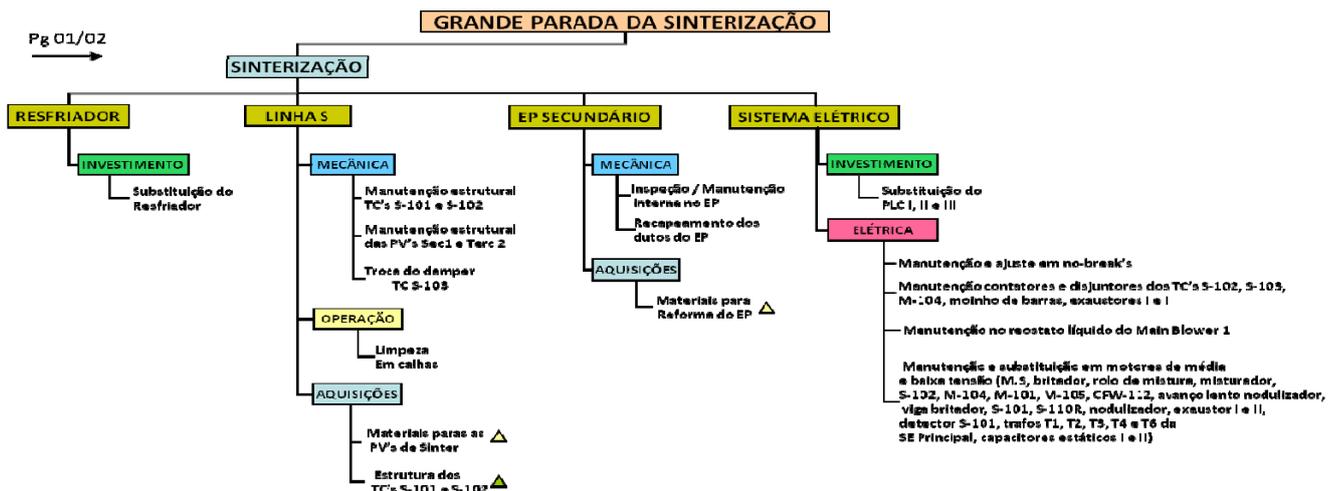


Figura 1. Estrutura Analítica do Projeto (EAP) - Reforma da Sinterização, 2012. (Continuação)

2.2.1 Precipitadores eletrostáticos principais

O projeto de reforma dos Precipitadores eletrostáticos principais foi contemplado em função de indicativo de fim de vida útil, com diversos pontos de corrosão, conforme pode ser visto nas Figuras 2a, 2b e 2c.



Figura 2. Amostras de pontos de corrosão nos dutos de entrada e saída dos Precipitadores

Este projeto foi dividido em duas fases: realização da substituição dos dutos de entrada e saída durante a grande parada da Sinterização, conectado com a parada do AF#1 e em seguida a realização da reforma propriamente dita dos Precipitadores,⁽¹⁾ conforme descrito na Figura 3.

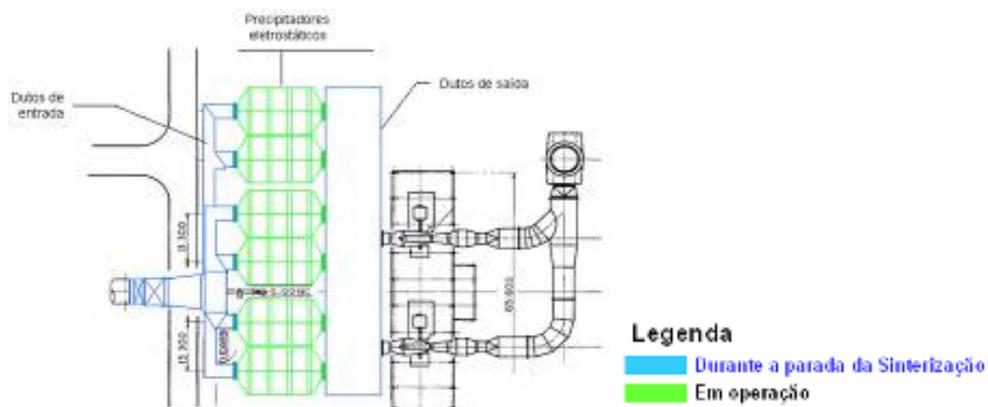


Figura 3. Esboço da reforma dos dutos de entrada e saída dos Precipitadores eletrostáticos.

Para a reforma dos Dutos dos Precipitadores eletrostáticos foi utilizado o realizado o estudo fluidodinâmico computacional (CFD na sigla em inglês para “*Computational Fluid Dynamics*”, com o *Fluent*, da Fluent Inc. – ANSYS, para a simulação numérica, visando a distribuição uniforme do fluxo de gases através dos dutos para os três Precipitadores,⁽²⁾ conforme esboço das Figuras 4a e 4b.

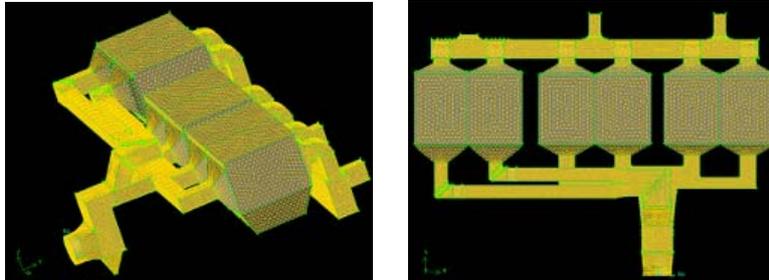


Figura 4. Esboço do estudo fluidodinâmico computacional (CFD). Fonte: Relatório do estudo fluidodinâmico computacional (CFD) da nova configuração dos dutos de entrada dos Precipitadores Eletrostáticos principais, 2010.

Para este caso, foi utilizado como base o relatório de avaliação de balanceamento do fluxo de gases pelos dutos,⁽³⁾ o qual ilustra o desfavorecendo o Precipitador eletrostático 3, após start up em 1997, devido à assimetria dos dutos, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição de vazão por Precipitador eletrostático

MEDIÇÕES DE VAZÃO – PRECIPITADORES PRINCIPAIS					
Entrada dos EP'S					
Pontos de Captação	Vazão (m³/h)	Vazão (Nm³/h)	Temp (°C)	Pe (mmHg)	Velocidade (m/s)
EP - I					
Tramo - A	222, 2	84, 0	122	-146	9, 5
Tramo - B	334, 4	127, 9	122	-146	9, 5
EP - II					
Tramo - A	353, 7	136, 5	119	-146	10, 0
Tramo - B	247, 8	95, 7	118	-146	7, 1
EP - III					
Tramo -A	103, 5	52, 8	116	-146	3, 0
Tramo -B	178, 2	69, 3	116	-146	5, 1

2.2.2 Novo resfriador

Para o projeto de reforma do Resfriador foi definido manter a base civil do equipamento existente e que o aumento da capacidade de resfriamento fosse feito através da elevação da área útil pelo alargamento dos carros, de 3,5 metros para 4,2 metros. Neste caso, também foi utilizado o método de análise fluidodinâmica computacional (CFD),⁽⁴⁾ conforme pode ser visto nas Figuras 5 e 6.

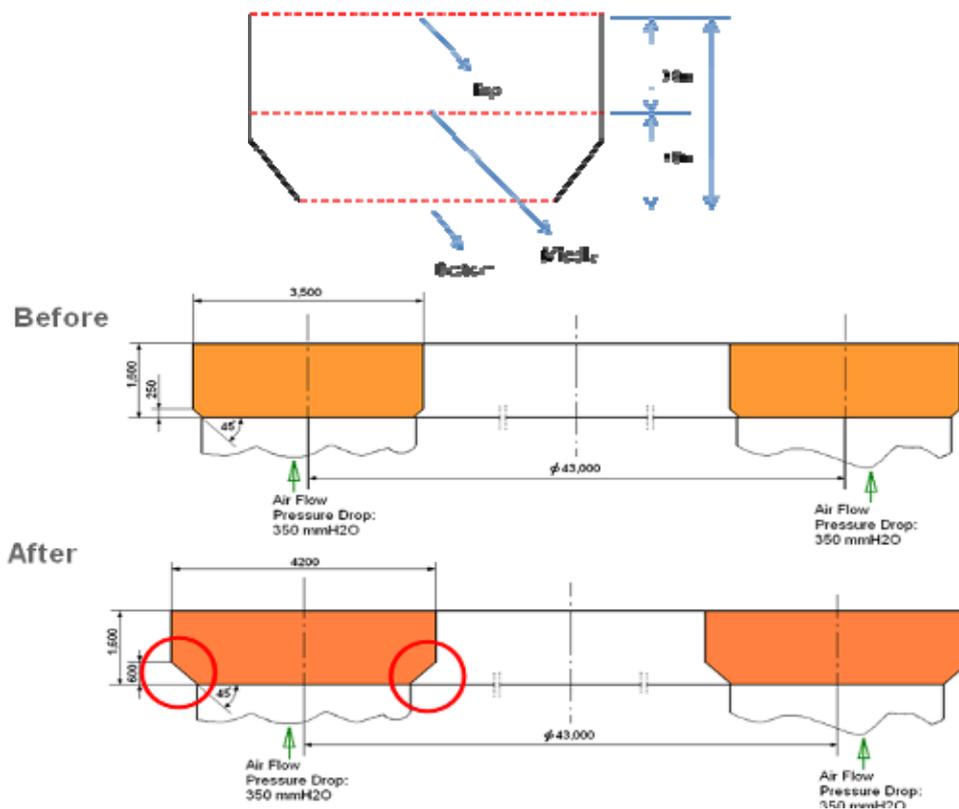


Figura 5. Esboço dimensional do Resfriador, considerando-se antes e depois da reforma. Fonte: Relatório de análise fluidodinâmica computacional (CFD) do novo Resfriador, 2011.

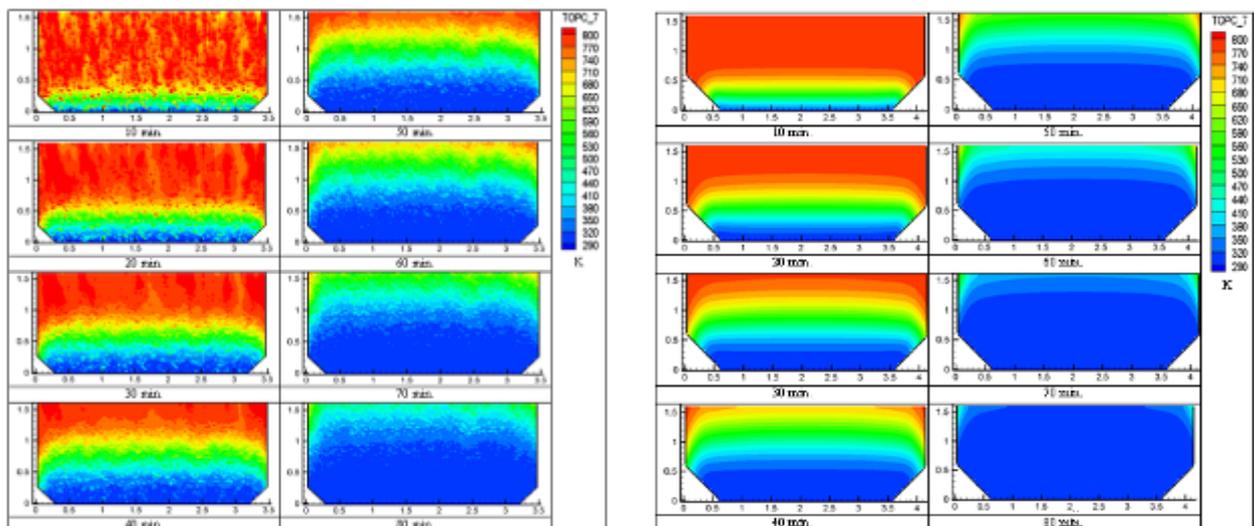


Figura 6. Análise comparativa do estudo de fluidodinâmica para o antigo e o novo Resfriador. Fonte: Relatório de análise fluidodinâmica computacional (CFD) do novo Resfriador, 2011.

O projeto de reforma do Resfriador, na mesma linha dos Precipitadores eletrostáticos principais, foi contemplado em função de indicativo de fim de vida útil, após aproximadamente 29 anos de operação, com diversas ocorrências de falhas e pontos de deficiência, conforme descritos seguir:⁽¹⁾

- Estrutura geral em avançado estado de degradação apresentando deformações, corrosão, trincas generalizadas, desalinhamento e desnivelamento nos trilhos e pistas;

- Selagem em fim de vida útil (borrachas) e dificuldade de ajustes, comprometendo a eficiência de resfriamento;
- Ventiladores operando abaixo da vazão nominal; e
- Trilhos internos e externos com elevada excentricidade gerando cargas axiais nas rodas e ocasionando a quebra de rolamento e deformações na estrutura do equipamento.

Estes itens limitam a produtividade da Sinterização e também levam à maior temperatura de descarga do sinter do Resfriador, elevando o custo operacional, não só pela maior necessidade de intervenções, como também pela necessidade de utilização de correias transportadoras de maior resistência à temperatura e também maior frequência de substituição.⁽⁵⁾

Nas Figuras 7 e 8 são apresentadas as imagens e medições relacionadas às deficiências do Resfriador e o histórico de falhas deste equipamento.⁽⁵⁾

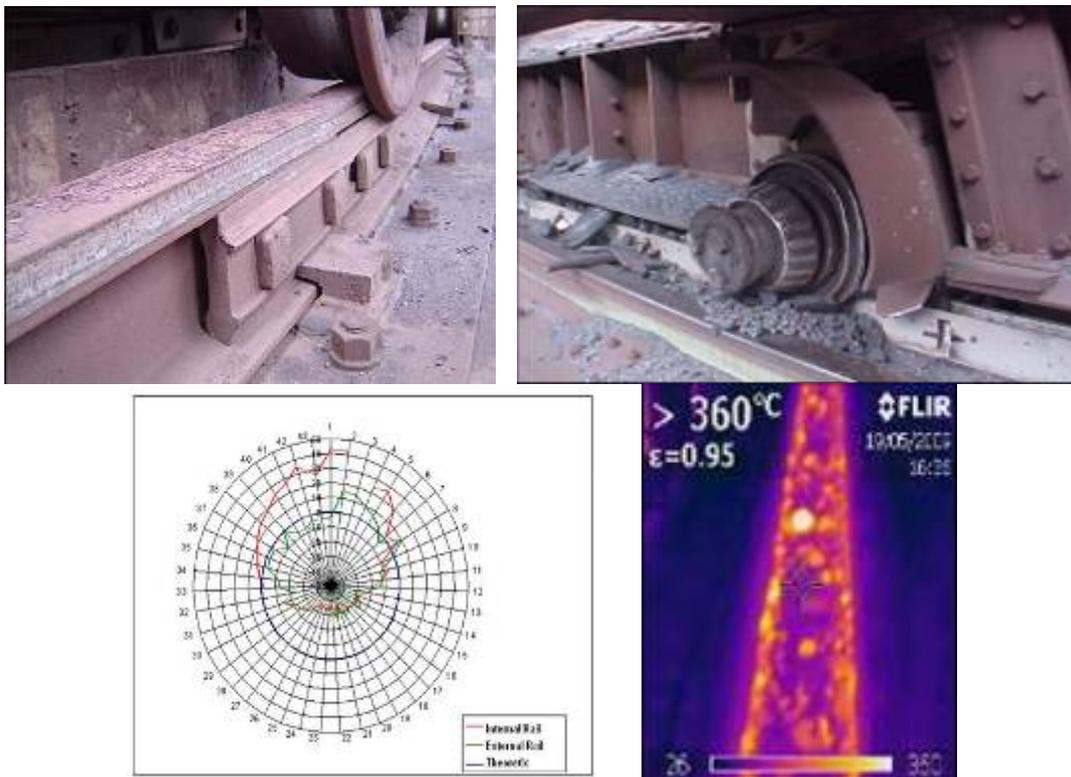


Figura 7. Exemplos de falhas no Resfriador / Deficiência de resfriamento com elevação de temperatura.



Figura 8. Histórico de falhas do Resfriador.

2.3 Escopo – Projeto do Resfriador

- Mecânica:
 - Carros e trilhos novos;
 - 5 novos ventiladores e 12 novos acionamentos;
 - Motores de 1250 kW em substituição aos 5 de 900 kW existentes;
 - Novos dutos dos ventiladores;
 - Nova calha de carregamento da Máquina de sinter para o Resfriador;
 - Nova calha de descarga do Resfriador para o Alimentador vibratório;
- Elétrica: Substituição dos motores dos ventiladores, dos cabos elétricos e do PLC (sistema de controle); e
- Civil: Manutenção mínima necessária.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 9a e 9b, mostram as imagens do Resfriador antes e após a reforma.



Figura 9. Imagens do Resfriador antigo e do novo Resfriador, fornecido pela Paul Wurth.

Tabela 2. Dados principais

Dados principais	
Antes	Depois
Cooling area: 400 m ²	Cooling area: 516,6 m ²
Fans: 5 x 900 kW	Fans: 5 x 1250 kW
Air Flow: 39.000 m ³ /min	Air Flow: 46.800 m ³ /min

A Figura 10 apresenta os resultados de temperaturas máximas e médias do sinter na Correia Transportadora S-102 (linha de sinter produto), durante produção próxima a 1.100 t/h de bolo de sinter, mostrando atender às expectativas, com

temperatura máxima abaixo de 130°C, com picos esporádicos acima deste valor e média abaixo de 40°C, o que afere boa performance do equipamento.⁽⁶⁾

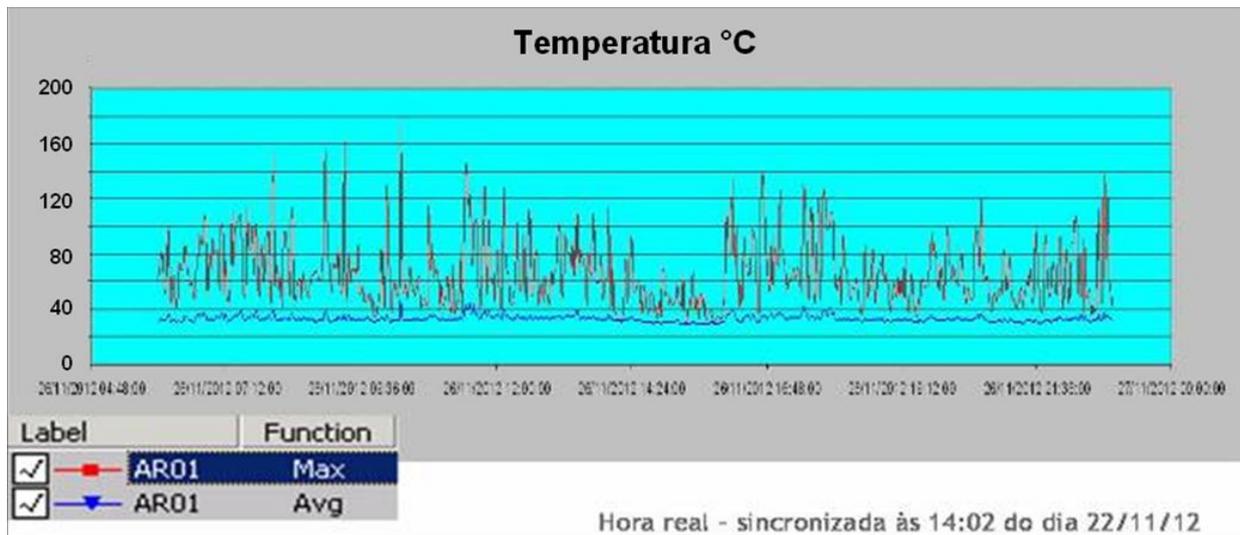


Figura 10. Resultados de temperaturas máximas e médias do sinter na Correia Transportadora S-102.⁽⁶⁾

Com estes resultados teve-se a melhora na eficiência de resfriamento, conseqüentemente o ganho na vida útil das correias transportadoras da linha de sinter produto, as quais antes eram substituídas a cada parada programada (intervalo aproximado de 60 dias), mesmo sendo de propriedade de elevada resistência à temperatura.

As Figuras 11a e 11b a seguir apresentam as imagens dos dutos dos Precipitadores eletrostáticos de antes e depois da reforma.⁽¹⁾



Figura 11. Imagens dos dutos dos Precipitadores eletrostáticos de antes e depois da parada.⁽¹⁾

Com a instalação dos novos dutos de entrada dos Precipitadores eletrostáticos redimensionados, foi possível obter melhor distribuição do fluxo de gases pelo equipamento, levando à melhor eficiência.

Nas Figuras 12 e 13, são apresentadas as imagens da Empilhadeira (*Blending Stacker*) e da Recuperadora (*Blending Reclaimer*) após a reforma.⁽¹⁾



Figura 12. Imagens do BS (*Blending Stacker*) após a reforma.⁽¹⁾



Figura 13. Imagem do BR (*Blending Reclaimer*), após a reforma.⁽¹⁾

Nas Figuras 14a e 14b, são apresentadas as imagens do Virador de vagões antes e depois da parada.⁽¹⁾



Figura 14. Imagens do Virador de vagões antes e depois da reforma.⁽¹⁾

Na Figura 15a é apresentada imagem do revestimento interno do Nodulizador, com desgaste acentuado no revestimento de borracha. Na Figura 15b um desenho esquemático do antigo revestimento com “*lifters*” de borracha.

A Figura 15c mostra a instalação do novo revestimento metálico, com conceito de “caixa de pedra”, o qual o próprio material protege a superfície interna do tambor Nodulizador, evitando o desgaste.

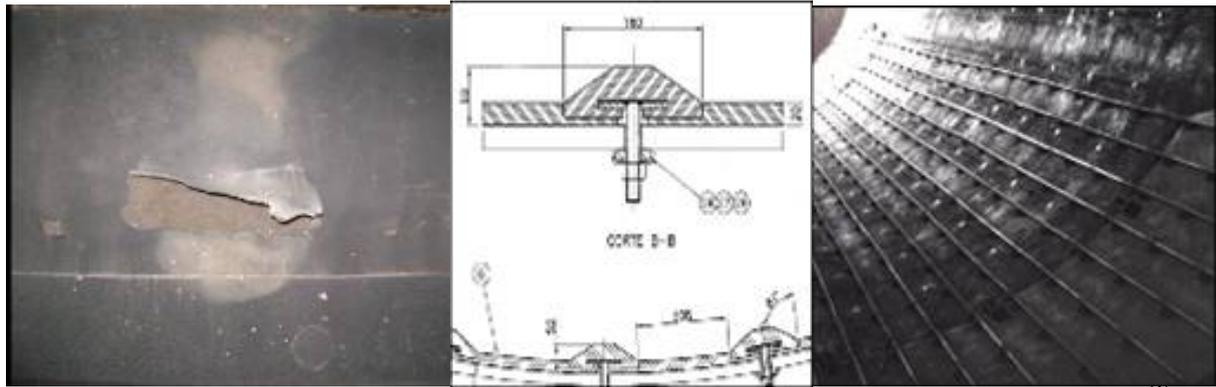


Figura 15. Imagens dos revestimentos internos do Nodulizador antes e depois da reforma.⁽¹⁾

Na Figura 16, são apresentadas imagens relacionadas à atividade de usinagem da pista de rolamento do Misturador, com foco na redução de vibração.

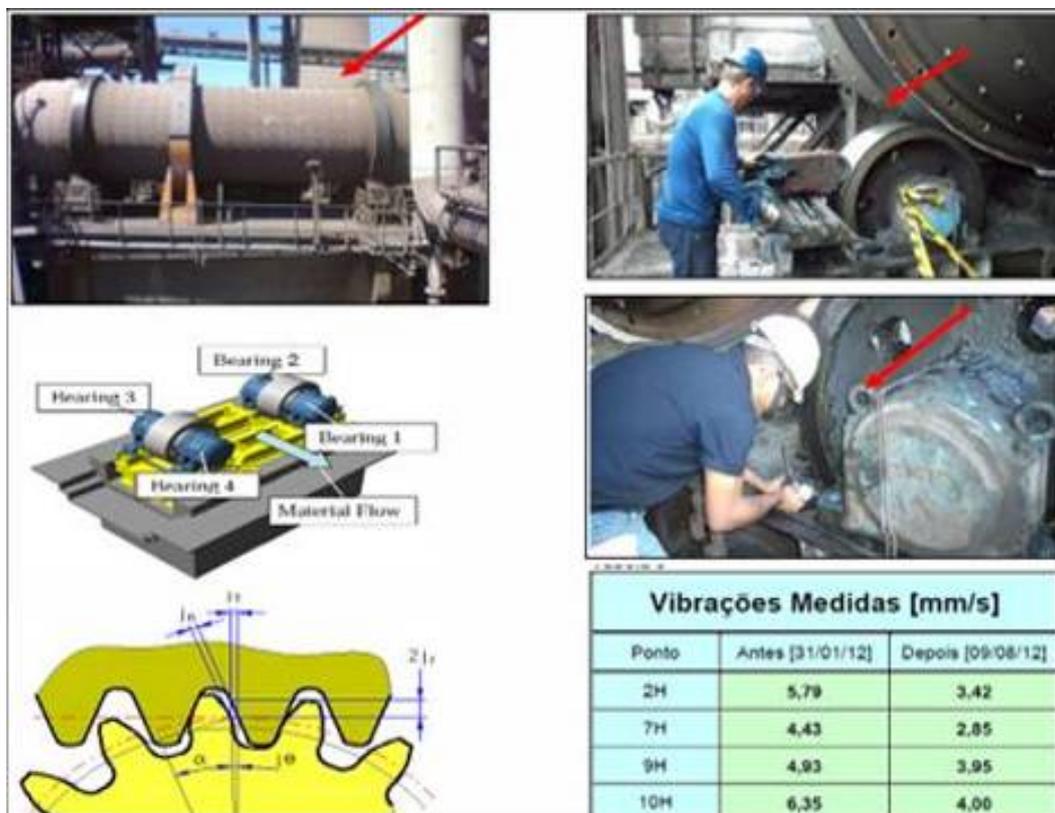


Figura 16. Imagens da usinagem das pistas de rolamento do Misturador.⁽¹⁾

4 CONCLUSÃO

Através das reformas realizadas e melhorias implementadas obteve-se maior confiabilidade dos equipamentos, com melhor estabilidade operacional da planta de Sinterização.

Ressalta-se que, após a reforma do Resfriador, uma atuação inédita na ArcelorMittal Tubarão, foi possível verificar a redução da temperatura de descarga do sinter do Resfriador para as correias da linha de sinter produto, para abaixo de 100°C. Isto foi possível, pois houve além do aumento da área útil do equipamento de 400 para 516,6 m², também a elevação do volume de sopro de ar dos ventiladores de 39.000 para 46.800 m³/min. Com estas ações, houve melhora na eficiência de resfriamento,

consequentemente o ganho na vida útil das correias transportadoras da linha de sinter produto, as quais antes eram substituídas a cada parada programada (intervalo aproximado de 60 dias), mesmo tendo propriedade de elevada resistência à temperatura.

REFERÊNCIAS

- 1 Relatório do Projeto de Reforma da Sinterização, 2012 (Interno ArcelorMittal Tubarão).
- 2 Relatório do estudo fluidodinâmico computacional (CFD) da nova configuração dos dutos de entrada dos Precipitadores Eletrostáticos principais, 2010 (Interno ArcelorMittal Tubarão).
- 3 Relatório de avaliação de balanceamento do fluxo de gases pelos dutos, 2004 (Interno ArcelorMittal Tubarão).
- 4 Relatório de análise fluidodinâmica computacional (CFD) do novo Resfriador, 2011. (Interno ArcelorMittal Tubarão).
- 5 HARANO, E. L. M.; MENDES. J. B.; SOELLA, I.; LIMA L. R.; PEDRINI R. H., "Avaliação da temperatura do Resfriador e correia transportadora do processo de Sinterização da ArcelorMittal Tubarão através de análise termográfica, 40º Seminário de redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas - ABM, Setembro de 2010 – Belo Horizonte, MG.
- 6 Relatório Técnico de conclusão de Plano de Experiência "Avaliação da performance do processo de Sinterização após reforma do Resfriador em 2012", Março, 2013. (Interno ArcelorMittal Tubarão).