

AÇÕES DE IMPLEMENTAÇÃO E MELHORIAS NA MANUTENÇÃO DOS STAVES DO ALTO-FORNO 3 CSN¹

Wilson de Santana Silva²
Marcio Torres dos Santos³
Waltuildo João Neivas de Castro⁴
Raphael Fortini de Lima⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi projetar incrementar e criar novos métodos de manutenção nos Staves do Alto-forno 3, com objetivo de garantir a integridade física além de conter vazamentos provenientes de falhas nos compensadores, onde os mesmos também estão contemplados no plano de manutenção. O projeto focou normalizar e garantir a plena operação dos Staves, contemplando também uma estratégia de aquisição de sobressalente para futura substituição. Com aplicação do projeto, garantiu operar o Alto-forno de forma plena com sistema de refrigeração existente.

Palavras-chave: Manutenção; Staves; Alto-forno 3.

IMPLEMENTATION ACTIONS AND IMPROVEMENTS IN MAINTENANCE OF STAVES OF BLAST FURNACE 3 CSN

Abstract

The objective of this work was to design, enhance and create new methods of maintenance on Staves of Blast Furnace 3, in order to ensure the physical integrity and to contain leaks from cracks in compensators, where they are also included in the maintenance plan. The projects focused stabilize and ensure the full operation of Staves, contemplating also a strategy of spare purchase for future replacement. With implementation of the project, we assured the fully operation of blast furnace with existing cooling system.

Key words: Maintenance; Staves; Blast furnace.

¹ Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Engenheiro Civil, Engenheiro de Manutenção Sênior, Gerencia de Altos-fornos, CSN, Volta Redonda, R.J, Brasil.

³ Técnico Mecânico, Técnico de Desenvolvimento Especialista, Gerencia de Altos-fornos, CSN, Volta Redonda, R.J, Brasil.

⁴ Técnico Mecânico, Supervisor de Manutenção, Gerencia de Altos-fornos, CSN, Volta Redonda, R.J, Brasil.

⁵ Técnico Metalúrgico, Técnico Desenvolvimento Especialista, Gerencia de Altos-fornos, CSN, Volta Redonda, R.J, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O Alto-forno nº3 da CSN está em sua 3ª campanha, sendo reformado e modernizado em maio de 2001, opera com 38 ventaneiras, possui volume interno útil de 4.237 m³, e quatro furos de gusa, dois em operação e dois em manutenção com produção diária de 9.600 ton./dia.

Ao longo de sua carcaça estão posicionadas internamente e na posição vertical 462 placas de refrigeração distribuídas em 10 filas, estas placas são chamadas de Stave Coller que são responsáveis pela refrigeração da carcaça do Alto-forno utilizando como fluido a água (Figura 1).

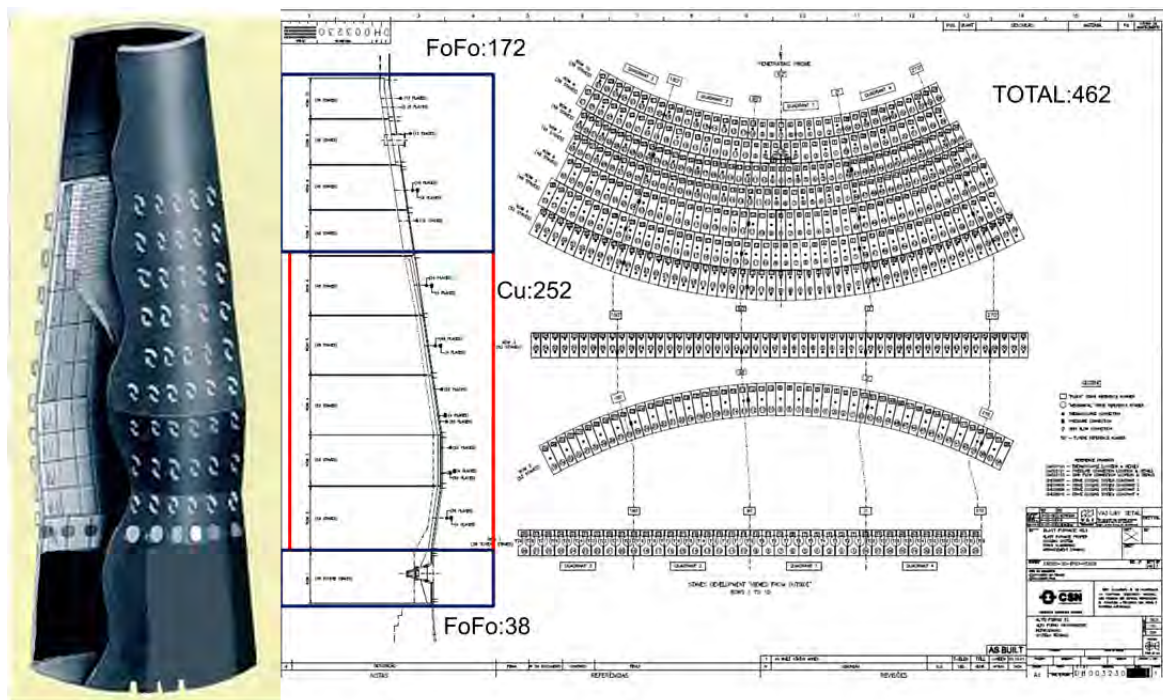


Figura 1. Staves de refrigeração da Carcaça do Alto-forno 3.



Figura 2. Vista interna dos Staves montados no interior de um Alto-forno.

1.2 Definições do Problema

A partir de 2009 começou a se observar pequenas ocorrências indesejáveis nos Staves do Alto-forno 3, como eram de pequena grandeza, foram resolvidas de forma pontual após a falha.

Em 2010 sentimos a necessidade de incrementar planos mais consistentes de manutenção para aumentar a disponibilidade do sistema de refrigeração.

Problemas mais Significativos:

- vazamento nos flexíveis de alimentação de água;
- vazamento de gases pelos compensadores dos Staves de cobre do corpo do Alto-forno 3;
- desalinhamento dos tubos de refrigeração dos Staves de cobre; e
- vazamentos nos flanges de alimentação de água.

1.3 Perdas

- Vazamentos de gases Co e Co₂ na área do Alto-forno colocam em risco de acidente por inalação todos envolvidos na área (Figura 3);
- risco de arrombamento da carcaça com a progressão do vazamento;
- redução da eficiência de refrigeração por vazamento de água no interior do forno (difícil detecção); e
- queima do Stave por quebra da solda do tubo de refrigeração afetando marcha operacional e com perda de produção e ou elevação do custo de produção.



Figura 3. Vazamento de gases pelo compensador.

1.4 Cronograma e Meta

Projeto Master:

MANTER 100% DOS STAVES EM PLENA CAPACIDADE OPERACIONAL ATÉ FINAL DA CAMPANHA DO AF#3.

A meta deste trabalho é eliminar vazamento de gases (CO e CO₂) assim como alinhar os tubos de alimentação de água de entrada e retorno dos Staves devolvendo assim o grau de liberdade, estando o Alto-forno 3 em operação, garantindo uma segurança operacional e física.

Foi elaborado um cronograma buscando a implantação (Figura 4).

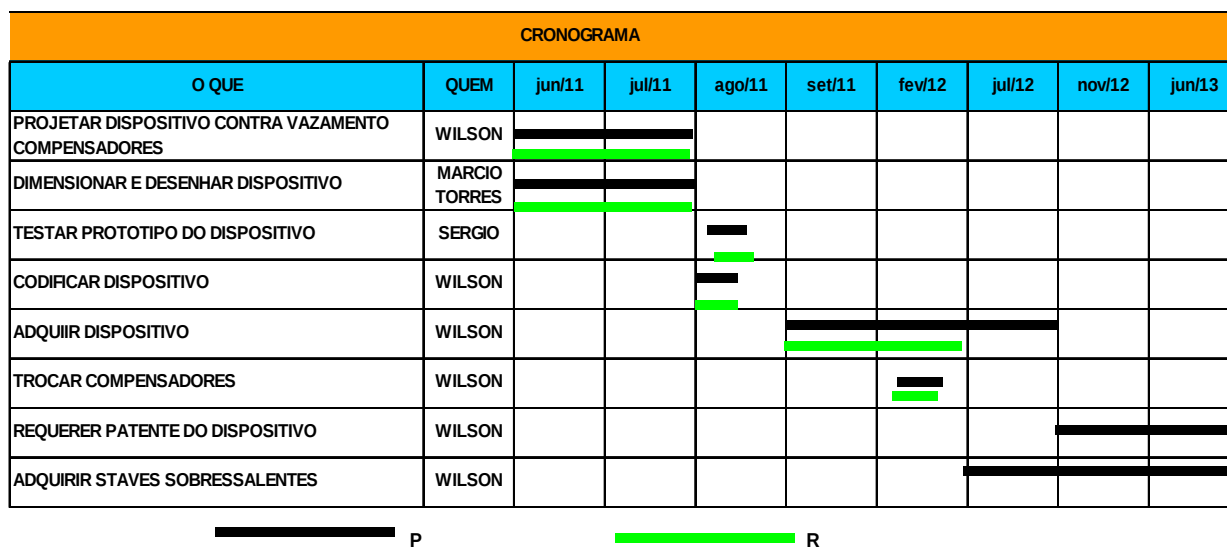


Figura 4. Cronograma de trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODO

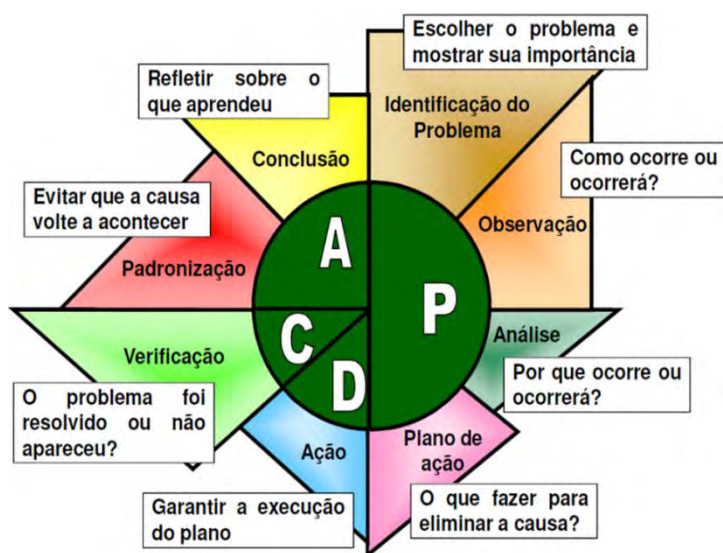


Figura 5. Metodologia PDCA.

2.1 Medida

O levantamento das ocorrências foi feito de forma sistêmica através de relatório diário operacional no período de 2010 a 2011 (Figura 6).

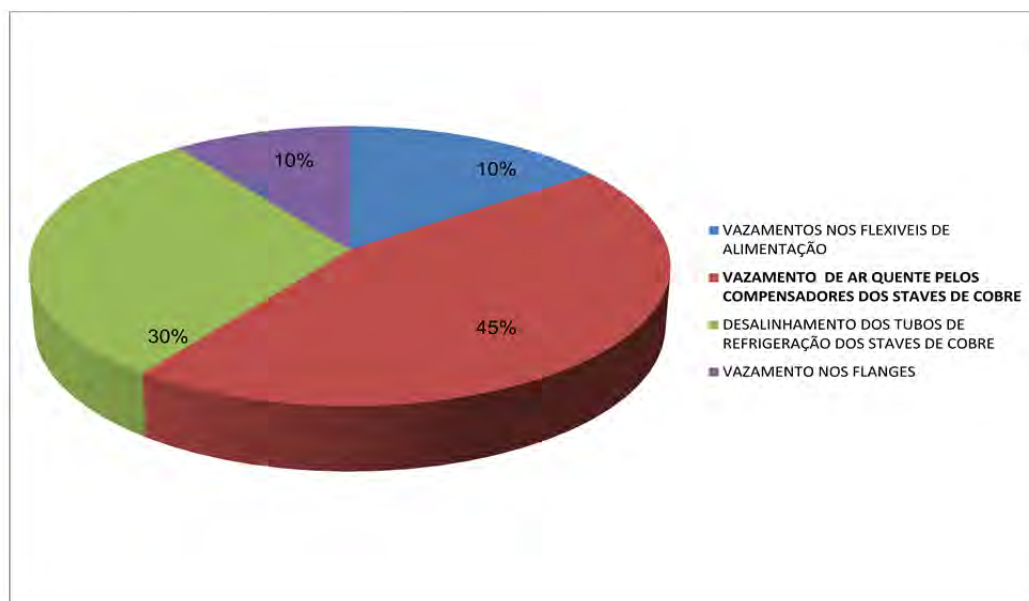


Figura 6. Estratificação.

Problema eleito:

Vazamento de gases pelos compensadores dos Staves de cobre do corpo do Alto-forno 3.

2.2 Análise

2.2.1 Causas mais prováveis

O rompimento ocorrido no material de base do FOLE caracteriza estricção, indicando ocorrência de concentração de tensões durante trabalho (Excesso de deformação). Em função dos resultados metalográficos, a causa fundamental da falha esta mais associada às impregnações de resíduos sólidos encontrados entre as espiras do FOLE que restringe a deformação ao longo do mesmo.

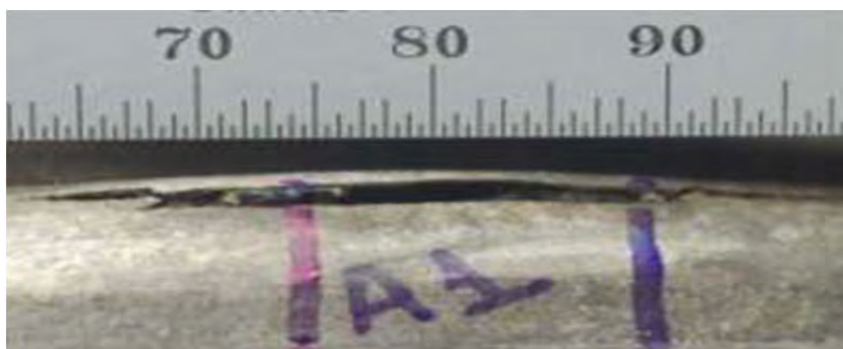


Figura 7. Trinca no fole.



Figura 8. Amostras para análise.

2.3 Mecanismos da Falha

Com a elevação da temperatura na face quente do Staves, o mesmo tende a expandir de forma uniforme, arrastando junto com ele a face fria, porém como o stave está fixado por parafusos, a face quente tem sua propriedade elástica elevada, arrastando consigo a face fria de propriedade elástica inferior.

Quando a temperatura retorna ao equilíbrio, a face quente retorna ao ponto inicial, mas a face fria fica deformada plasticamente, com isso move os tubos para as duas direções (transversal e longitudinal).

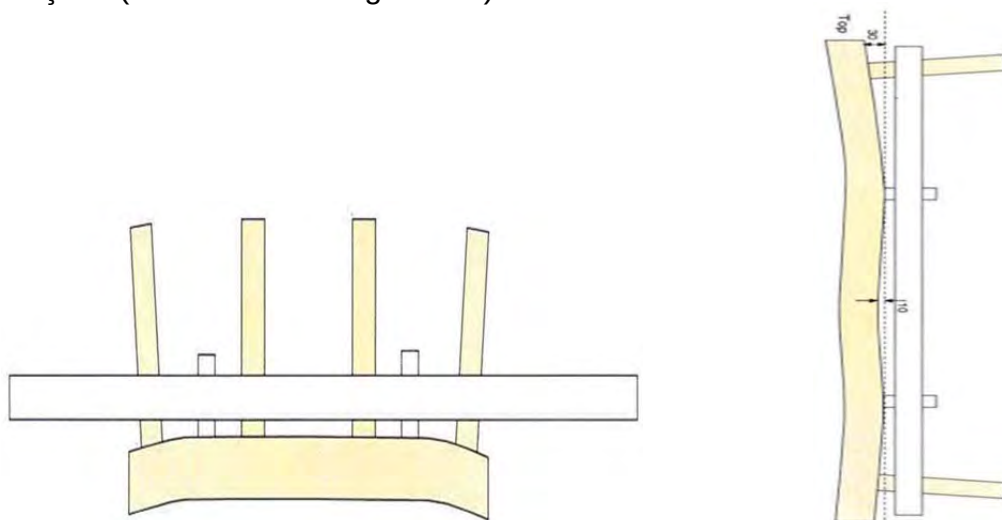


Figura 9. Deformações transversais e longitudinais.

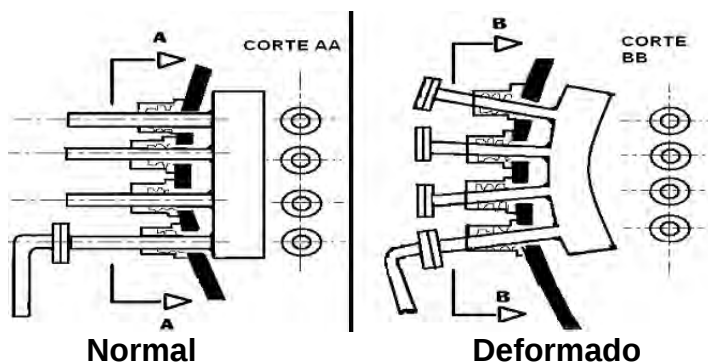


Figura 10. Deformações transversais.

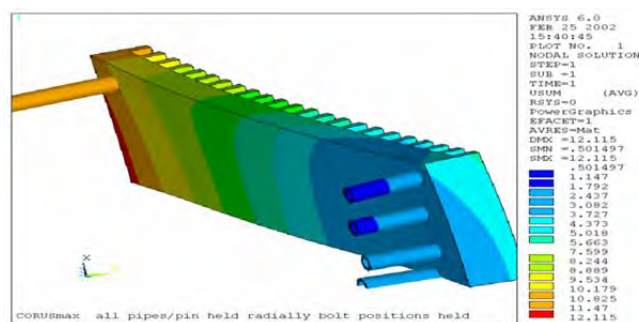


Figura 11. Análise das deformações.

2.4 Riscos Operacionais com Rigidez do Sistema

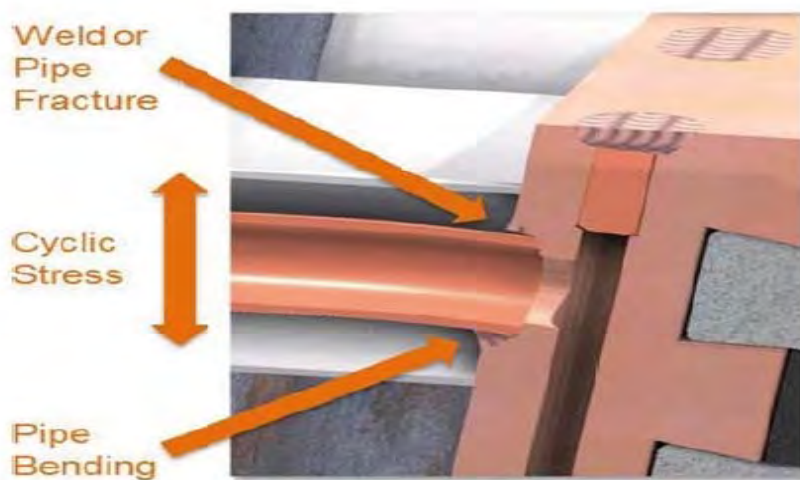


Figura 12. Corte transversal do Stave.

- Vazamento de gás CO e CO₂ na área do Alto-forno (risco acidente por intoxicação);
- risco de arrombamento da carcaça (parada de produção);
- queima do Stave por quebra da solda do tubo de refrigeração (afeta produção); e
- redução da eficiência de refrigeração por vazamento interno e entrada de água no interior do forno.

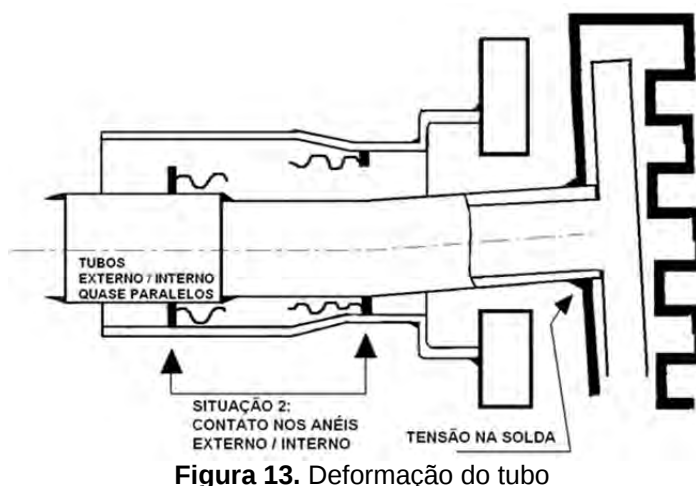


Figura 13. Deformação do tubo

2.5 Recomendações Externas para Contenção de Vazamento de Gases

- Recomendação Siemens (fornecedor do AF 3):
parar alto-forno para troca imediata dos compensadores;
- recomendação Paul Wurth (fornecedor dos Staves):
parar alto-forno para troca imediata dos compensadores;
- recomendação Danielli Corus (assistência técnica):
parar alto-forno para troca imediata dos compensadores;

Argumento comum: Evitar a rigidez do sistema.

3 PLANO DE AÇÃO

Ações de remoção de sintomas e normalização do equipamento:

- projetar, fabricar e implantar dispositivo para conter vazamento nos compensadores durante alto-forno em operação, sem redução de grau de liberdade dos tubos de refrigeração staves;
- adquirir sobressalentes (compensadores e seus componentes);
- planejar troca dos compensadores com alto-forno parado;
- adquirir Staves sobressalentes de forma estratégica.

3.1 Projetar, Fabricar e Implantar Dispositivo para Conter Vazamento nos Compensadores Durante Alto-Forno em Operação, sem Redução de Grau Liberdade dos Tubos de Refrigeração Staves

3.1.1 Projeto

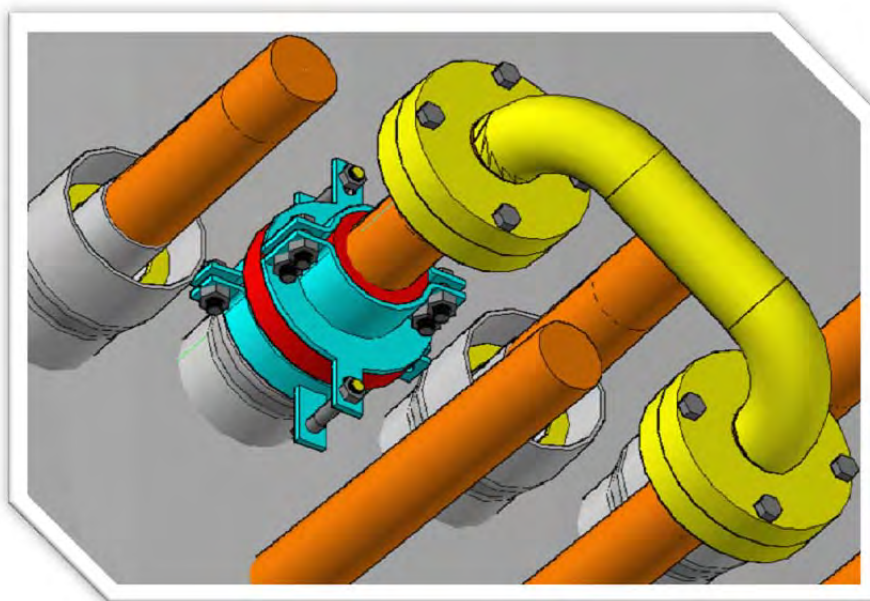


Figura 14. Concepção do Projeto.

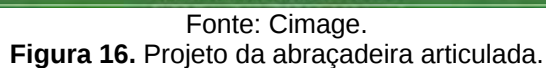
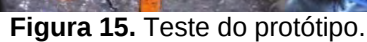


Figura 17. Abraçadeira adquirida no mercado.

3.1.3 Implantação



Figura 18. Instalação no Alto-forno 3 sem necessidade de parada do Alto-forno.

3.1.4 Características

Tabela 1. Solução CSN x outras empresas

EMPRESAS	CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS			
	CONTER VAZAMENTO	GRAU DE LIBERDADE	FACILIDADE DE MONTAGEM	EFICIENCIA
CSN	SIM	SIM	SIM	SIM
OUTRAS	SIM	?	?	?

3.1.5 Requerimento de patente

Solução desenvolvida 100% na CSN.

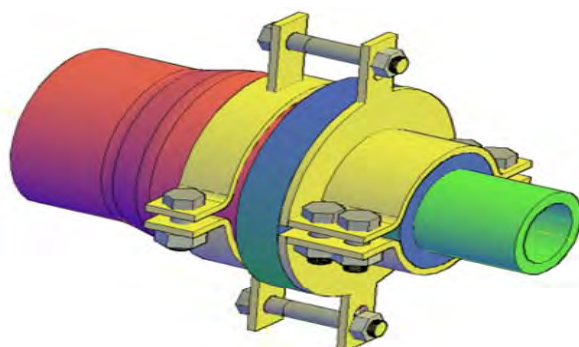


Figura 19. Requerida patente CSN junto ao INPI.

3.2 Substituir Compensadores Durante Parada do Alto-Forno 3 (Ação de Manutenção)

3.2.1 Adquirir novos sobressalentes (compensadores e componentes)



Figura 20. Compensadores sobressalentes para troca com Alto-forno parado.

3.2.2 Planejamento para substituição dos compensadores

- Elaborar procedimento de troca dos compensadores.

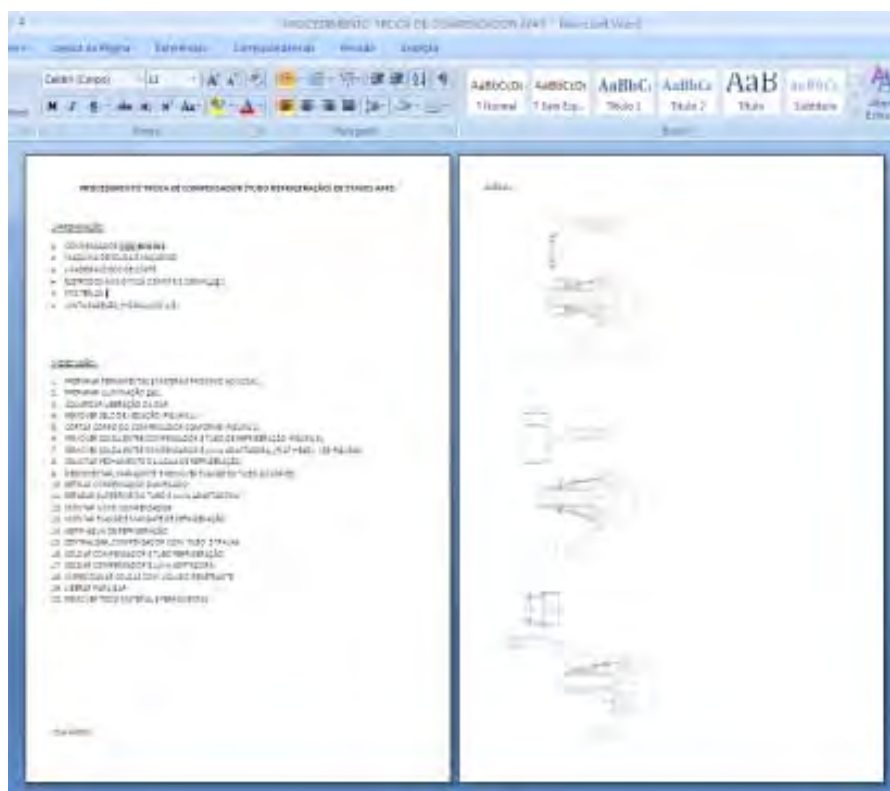


Figura 21. Procedimento de troca.

- Preparar painel de treinamento na oficina



Figura 22. Painel de treinamento.

- Treinar equipe para troca



Figura 23. Reunião com executantes.

- Elaborar cronograma

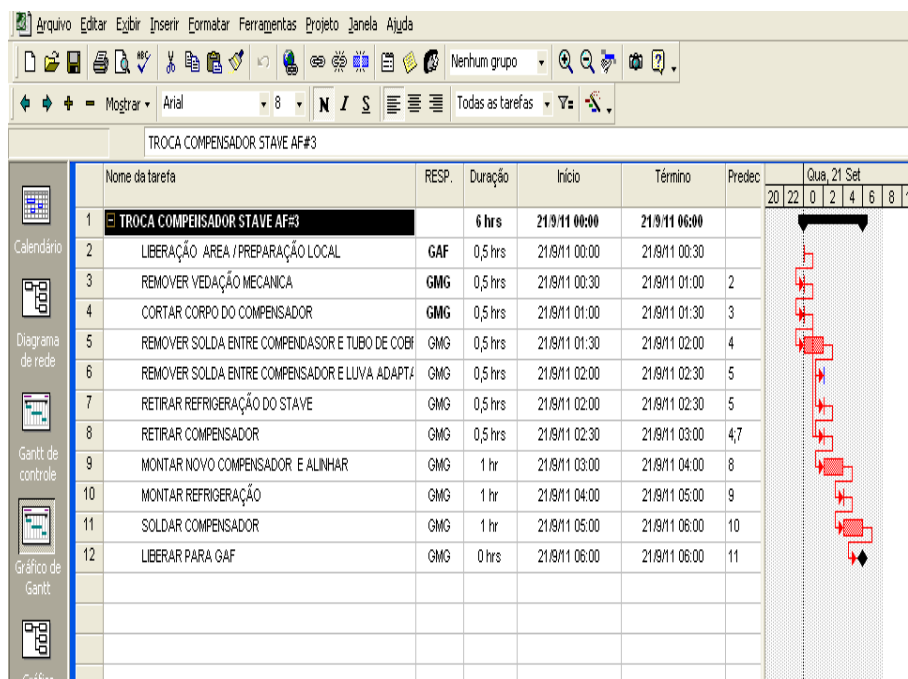


Figura 24. Cronograma.

- Troca dos compensadores com alto-forno parado

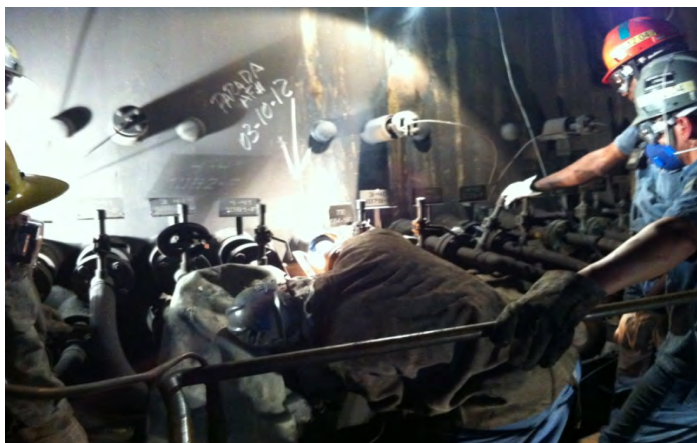


Figura 25. Execução da atividade de troca de compensadores.

3.3 Adquirir Staves Sobressalentes com Ação Estratégica



Figura 26. Staves originais do Alto forno 3.

Emitido a compra de Staves originais utilizados no Alto-forno 3 para garantir a produção, visando possíveis intervenções no reparo parcial programado para 2014. Solicitação de Compra (12 Staves):

- 1 (um) Staves - 1868010040020 - (FILA 3);
- 8 (oito) Staves - 1868010040030 - (FILA 4); e
- (três) Staves - 1868010040040 - (FILA 5) .

4 ANÁLISE FINANCEIRA DO PROJETO

4.1 Perdas com Parada do Alto-Forno

4.1.1 Situação para cálculos

Cálculo baseado em uma eventual falha, onde seria necessário uma (01) parada de 8 horas para troca de cada compensador em emergência e/ou 103 horas para troca de um Staves queimado (vazamento interno).

*Produção diária 9.600 ton/dia;
Margem de lucro bobina à quente.*

- **Cenário 1** – Parada de forno para troca de 1 compensador com vazamento 8 h de parada. R\$ 904.096,00
- **Cenário 2** – Parada de forno para troca de um Staves 103 h de parada (Benchmark mundial). R\$11.640.236,00
(Referencia setembro, 2012)

4.2 Ganhos Tangíveis

- 100% dos Staves em plena capacidade operacional (contribuição para o benchmark sul americano);
- Segurança operacional (sem perda de produção);
- Contribuição para marcha operacional do forno;
- Segurança pessoal de todos os envolvidos que transitam (Vazamento gases CO e CO₂);
- Aumento da produtividade dos operadores e do pessoal de manutenção devido a não necessidade de portar sistema de ar respirável para executar atividade nos locais de vazamento de gases;
- Elevação do moral da equipe por participar de atividade de manutenção inédita no Alto-forno 3; e
- Dispositivo de contenção de vazamento inédito na siderurgia mundial (Pedido de Patente solicitado).

5 PADRONIZAÇÃO

- criados desenho do dispositivo e dos compensadores no sistema CSN;
- criado código no SAP do dispositivo e Compensadores;
- criado RS no Sigma (plano de manutenção);
- criado procedimento para troca; e
- solicitação da patente, junto ao INPI.

6 CONCLUSÃO

Com o projeto foi eliminado o vazamento de gases provenientes do interior do alto-forno através dos compensadores de Staves para a atmosfera.

Foi desenvolvido um dispositivo que promove uma intervenção mais segura para eliminação de vazamentos com o Alto-Forno 3 em operação, mantendo o grau de liberdade nas tubulações de refrigeração dos Staves, com mais segurança e aumentando assim, a longevidade operacional do sistema de refrigeração.

Desenvolveu-se também um plano de manutenção para remoção definitiva dos sintomas em paradas programadas, garantindo operar o Alto-Forno 3 de forma plena com o sistema de refrigeração existente.

BIBLIOGRAFIA

- 1 COPPER COOLING STAVES SPECIFICATION, Siemens VAI, C6585/36/IP50/SD902 (2000)
- 2 PYZDEK, THOMAS , Lean Six Sigma - The Six Sigma Handbook - The Complete Guide For Greenbelts, Blackbelts, And Managers At All Levels, 2Nd Ed (2003)
- 3 MANUAL DE TREINAMENTO OPERACIONAL, CSN- Arquivo Técnico CSN 2011.