

REDUÇÃO DOS DESVIOS DE QUALIDADE CAUSADOS PELOS ROLOS DO FORNO DE RECOZIMENTO NA LZC 1 E 2 DA COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL¹

Emilio Augusto Ferreira Esquerdo²
Reginaldo Cardoso de Lima³
Valdeci Oliveira Carneiro⁴
Wendel Silva Lima⁵

Resumo

Nas linhas de zincagem nº1 e nº2 da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) não existe seção de limpeza, sendo necessário efetuar a limpeza no forno de recozimento, na seção do pré-aquecimento com temperatura acima de 620°C, onde ocorre a volatilização dos fluidos de laminação e impurezas existentes na chapa. Durante o processo de limpeza, ocorre o surgimento do *pick-up* nos rolos do forno. O *pick-up* é a ancoragem da carepa superficial (impurezas) da chapa na superfície do rolo. O *pick-up* ao aderir no corpo do rolo provoca desvios e ocorrências de qualidade na chapa durante o processo de recozimento. Este trabalho busca eliminar o *pick-up* nos rolos do forno para reduzir os desvios e ocorrências de qualidade provocado por ele. Serão abordados os motivos da formação do *pick-up*, bem como os custos operacionais e de manutenção. O trabalho mostrará as ações implantadas como solução e os resultados obtidos. Ao final do trabalho será apresentado.

Palavras-chave: Rolos de forno horizontal; *Pick-up*; Carepa superficial.

REDUCTION OF DEVIATION CAUSED BY QUALITY ROLLS IN THE FURNACE ANNEALING LZC 1 AND 2 OF NATIONAL STEEL COMPANY

Abstract

In galvanizing lines No. 1 and No. 2 of the National Steel Company (CSN) no cleaning section, being necessary to make cleaning the oven annealing, the section of the pre-heating temperature above 620°C, where volatilization occurs fluid lamination and impurities on the plate. During the cleaning process, there is the appearance of the pick-up rollers of the furnace. Pick-up is the anchoring of surface russeting (dross) of the plate on the roller surface. The pick-up to join the body of the roller causes deviations and occurrences of quality on the plate during the annealing process. This work seeks to eliminate the pick-up coils in the furnace to reduce the instances of deviations and quality caused by it. It will examine the reasons for the formation of the pick-up and operational costs and maintenance. The work shows the actions implemented as a solution and results. At the end of the work will be presented to verify the effectiveness and standardization of the deployed solution.

Key words: Horizontal furnace rolls; Pick-up; Superficial corrosion.

¹ Contribuição técnica ao 67^o Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Técnico Eletro-Mecânica, Técnico de Desenvolvimento, GGGL/GRX, CSN, UPV, Volta Redonda, Brasil.

³ Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenheiro de Segurança do Trabalho, ASPS/GST, UPV, Volta Redonda, Brasil.

⁴ Técnico Eletro-Mecânica, Técnico de Desenvolvimento, GGGL/GRZ, CSN, UPV, Volta Redonda, Brasil.

⁵ Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Manutenção, GGGL/GRZ, CSN, UPV, Volta Redonda, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A linha de zincagem nº1 atende com produtos galvanizados os mercados de construção civil e linha branca; e a linha de zincagem nº2 atende os mercados de construção civil, estrutural e automobilístico (não exposto). O processo de galvanização consiste em revestir de zinco uma chapa metálica pela imersão em um banho de zinco fundido.⁽¹⁾ Estas linhas entram em operação LZC-1 (1973) e LZC-2 (1989) e efetuam o processo de recozimento da chapa para atender as propriedades mecânicas exigidas pelo mercado em um forno horizontal.



Figura 1. Esquemático da linha de zincagem e pote de zinco.

As linhas de zincagem nº1 e nº2 não apresentam seção de limpeza, por este motivo a limpeza da chapa, fator primordial para qualidade do processo de galvanização, é efetuado no forno de recozimento, na seção do pré-aquecimento (Figura 2).

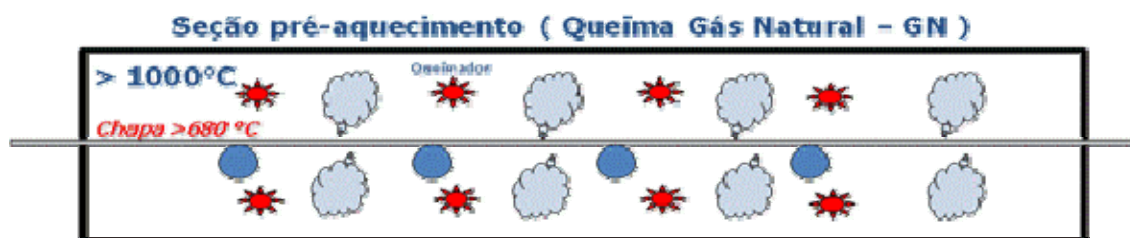


Figura 2. Esquemático do processo de limpeza no forno de recozimento.

Ao aquecer a chapa acima de 680°C, ocorre a volatilização dos fluidos de laminação e impurezas existentes.⁽²⁾

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizado a metodologia de solução de problemas (MSP).

2.1 Identificação do Problema

Devido a necessidade de limpeza no forno de recozimento, ocorre a formação do *pick-up*. O *pick-up* é a formação de carepa superficial devido a corrosão (oxidação) a

alta temperatura por difusão catiônica do metal da chapa processada, na presença do meio corrosivo promovido pela cinzas geradas no processo de limpeza.⁽²⁾

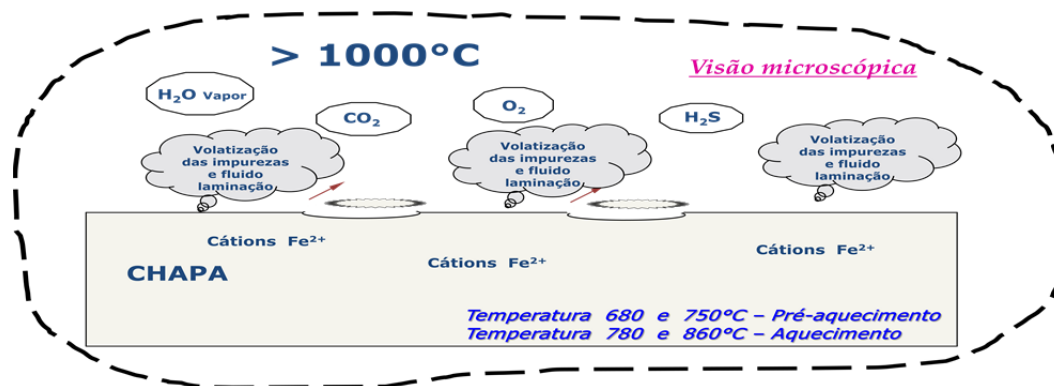


Figura 3. Esquemático da formação do pick-up.

Os rolos do forno tem sua rugosidade superficial aumentada devido a dilatação dos espaços interatômicos do metal, provocado pela elevação da temperatura no corpo do rolo (acima 550°C). Esta dilatação aumenta a área de ancoragem para aderência da carepa superficial (óxidos de ferro – Figura 5).⁽²⁾

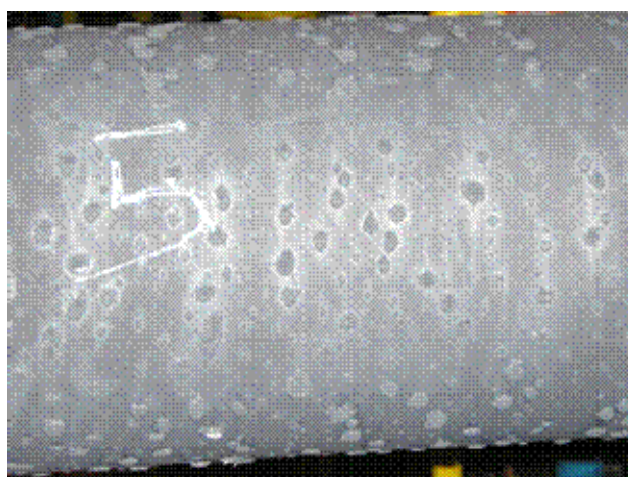


Figura 4. Foto do pick-up no rolo.

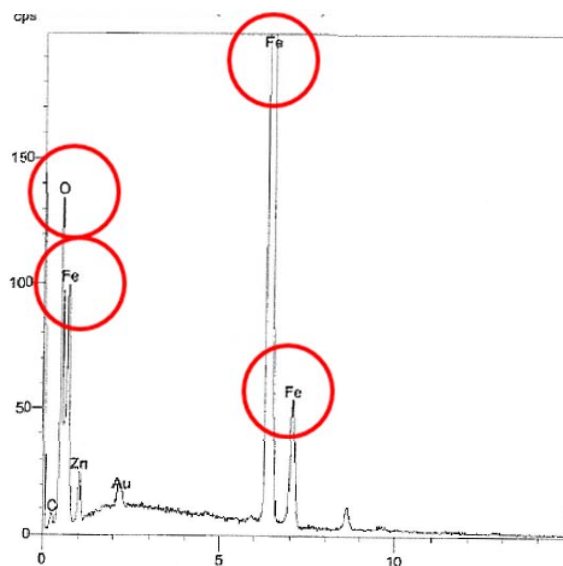


Figura 5. Difratograma da carepa do rolo do pré-aquecimento.

O *pick-up* ao aderir no corpo do rolo provoca depressões na chapa durante o processo de recozimento. Estas depressões causam diversos desvios e ocorrências de qualidade na chapa tais como: DA - depressão (Figura 6); BP - borra esparsa (Figura 7); BC - borra contínua (Figura 7); e MR - marca de rolo (Figura 8); além de fragilizar a chapa promovendo seu arrebitamento no laminador de encruamento nº6 (LE-6).

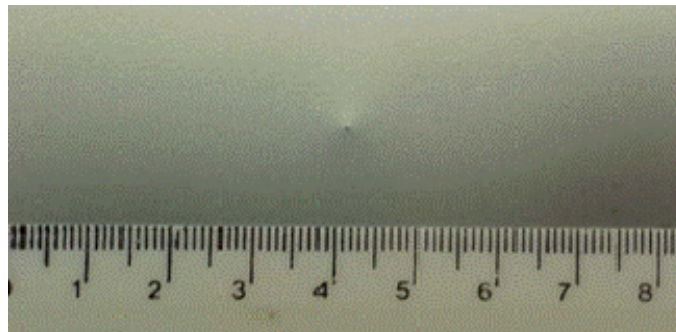


Figura 6. Amostra de depressão.

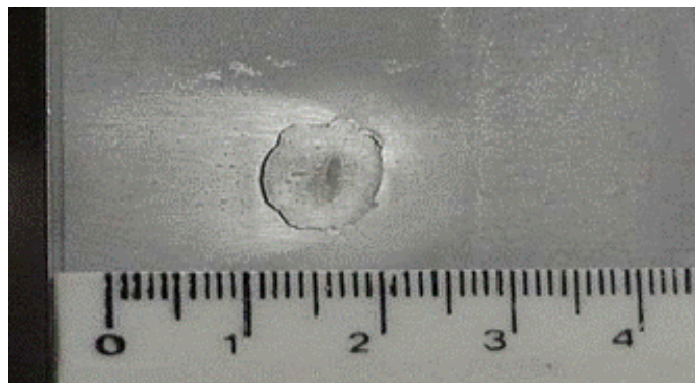


Figura 7. Amostra de borra.

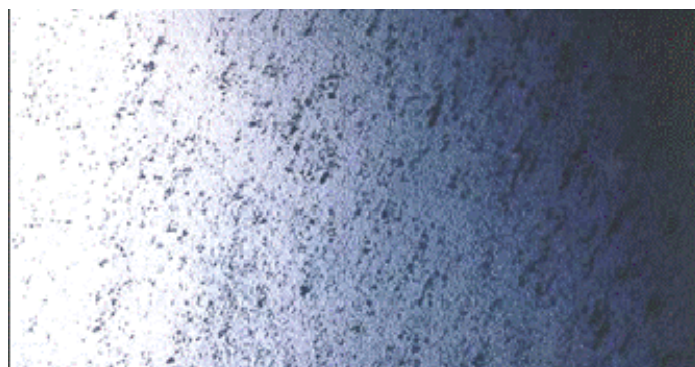


Figura 8. Amostra de marca de rolo.

2.2 Observação

Os rolos que apresentam formação de *pick-up* (agregados de óxidos de ferro na mesa do rolo) são os rolos da seção de pré-aquecimento e aquecimento em ambas linhas. Estes rolos são fabricados em aço inoxidável ASTM A-608-79 Gr. HH30. Os rolos são retirados de operação em função do *pick-up* (Figura 9) e empeno (Figura 10), sendo necessários a troca dos mancais importados a cada intervenção para troca dos rolos, gerando um alto custo de manutenção.



Figura 9. Pick-up no corpo do rolo.



Figura 10. Empeno no corpo do rolo.

Devido a formação do *pick-up* é necessário mensalmente uma parada de linha obrigatória para retirar todos os rolos e efetuar a manutenção, conforme a distribuição:

- LZC-1 – seção de pré-aquecimento: 5 unid., seção de aquecimento: 12 unid.;
- LZC-2 – seção de pré-aquecimento: 7 unid., seção de aquecimento: 18 unid.

Esta atividade consome mão-de-obra e materiais (Figura 11).

Gastos Anuais com rolos pré-aquecimento e aquecimento (Ano 2007)

	Material (*)		Serviço (**)		TOTAL
	Pré-aquecimento (Rolo+Mancal)	Aquecimento (Rolo+Mancal)	Pré-aquecimento (Rolo+Mancal)	Aquecimento (Rolo+Mancal)	
LZC#1	R\$ 249.000,00	R\$ 192.000,00	R\$ 34.000,00	R\$ 77.000,00	R\$ 552.000,00
LZC#2	R\$ 289.000,00	R\$ 220.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 86.000,00	R\$ 625.000,00
	TOTAL(R\$)ANO				R\$ 1.177.000,00

* - Custo com rolo novo/reparado, mancais de rolamento e acessórios.

** - Atividades de preparação, reparo e revisão (Média 460hh) na Manutenção Preventiva Mensal

Figura 11. Gastos anuais com rolos de pré-aquecimento e aquecimento.

Esta atividade de manutenção expõe nossos colaboradores a diversos riscos ocupacionais como calor, fumos metálicos, esforço físico intenso, impacto contra, postura inadequada, arranjo físico inadequado e incêndio e/ou explosão.



Figura 12. Riscos ocupacionais durante atividade de manutenção.

2.3 Análise

Analizados os projetos originais dos rolos do forno Figuras 13 e 14 e as condições operacionais dos rolos, foram detectados as seguintes irregularidades.

2.3.1 Rolos da seção de pré-aquecimento

- A temperatura na mesa do rolo fica entre 470°C a 640°C, dependendo do material processado;
- a refrigeração do rolo é deficiente, devido a baixa vazão e o caminho do fluxo de água não ter obstáculos o que reduz a troca de calor do rolo com a água;
- a tubulação de alimentação e descarga da água de refrigeração é restrita, prejudicando o fluxo. (LZC-1); e
- em toda troca de rolo é necessário substituir os mancais de rolamento e acessórios (elo de corrente, *sprocket*, parafusos, arruelas, juntas etc.).

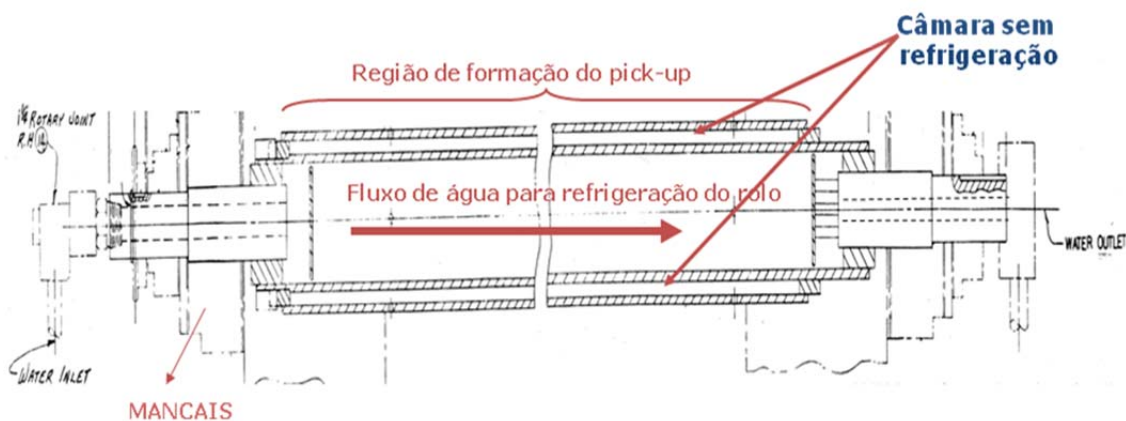


Figura 13. Projeto original do rolo do aquecimento.

2.3.2 Rolos da seção de aquecimento

- A temperatura na mesa do rolo fica entre 590°C a 780°C nos primeiros rolos e reduz para 390°C a 520°C nos demais rolos, dependendo do material processado;
- este rolo não tem refrigeração;
- a intensidade de formação do *pick-up* na mesa dos rolos é maior nos rolos próximos a seção de pré-aquecimento (região maior temperatura); e
- em toda troca de rolo é necessário substituir os mancais de rolamento e acessórios (parafusos, arruelas, juntas etc.).

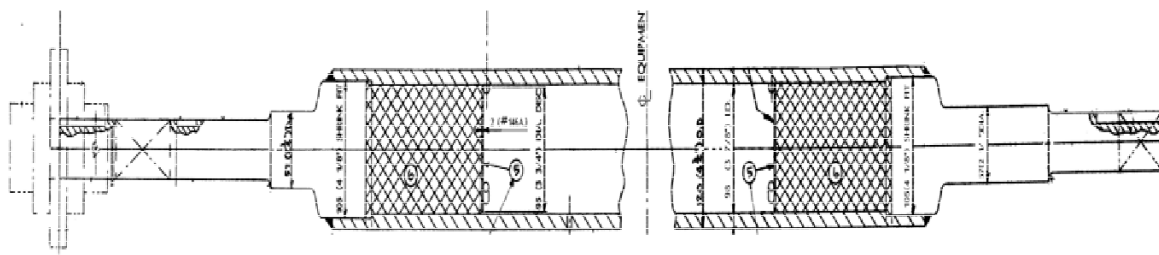


Figura 14. Projeto original do rolo do aquecimento.

2.4 Ação

As soluções propostas para eliminar o *pick-up* e reduzir os gastos com a manutenção dos rolos do forno foram:

- melhorar a refrigeração dos rolos da seção de pré-aquecimento na LZC-1 incluindo uma linha de água crua no forno com tubulação de 3" (Figura 15);
- incluir uma espiral no interior dos rolos seção de pré-aquecimento para forçar a passagem da água por mais tempo no interior do rolo, aumentando assim a troca de calor (Figura 16); e
- projetar um rolo com nova concepção, possibilitando um resfriamento mais eficaz e não permitindo a aderência das carepas (*pick-up*) no corpo do rolo devido sua densidade de cerdas que não possui área suficiente para sua adesão. Rolo escova tecnologia OSBORN (Figura 17).



Figura 15. Ampliação da tubulação de refrigeração da LZC-1.

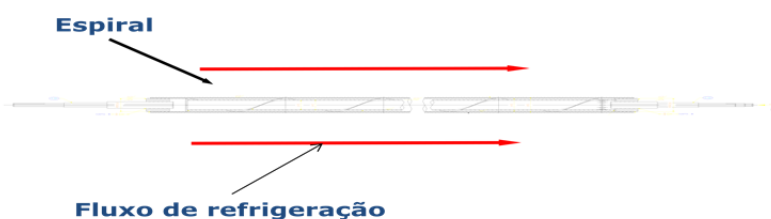


Figura 16. Projeto novo do rolo do pré-aquecimento.

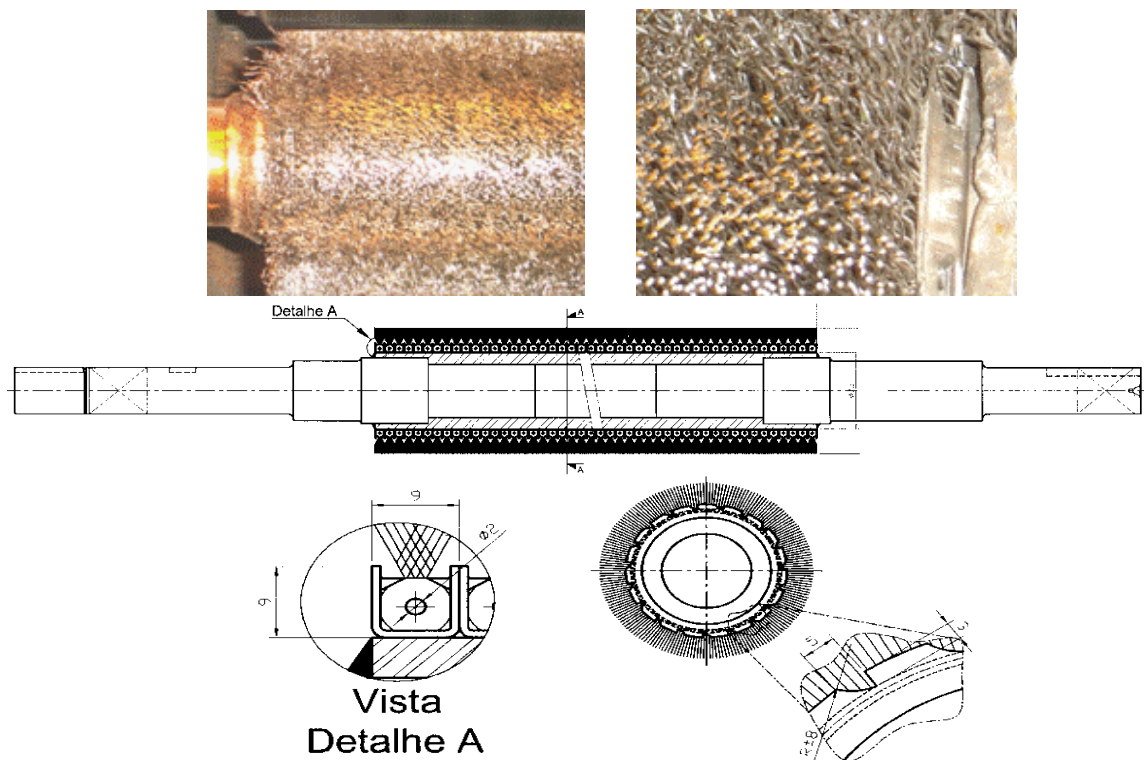


Figura 17. Projeto novo do rolo do aquecimento - OSBORN.

2.5 Verificação

2.5.1 Rolos seção de pré-aquecimento (rolos refrigerados)

Foi instalado um rolo piloto em jun/2007 na LZC-2, e um rolo piloto em set/2007 na LZC-1. Estes rolos foram acompanhados por 9 meses sendo abertos periodicamente para inspeção, onde não foi detectado a formação de *pick-up* na mesa do rolo, constatando a eficácia da solução proposta.

A vida operacional do rolo estimada era de 18 meses, sendo atingida e superada chegando a 26 meses de vida.

A seção do pré-aquecimento da LZC-2 teve todos os rolos trocados (7 unidades) em ago/2008; e estão conforme o projeto modificado não apresentando a formação de *pick-up*.

A seção do pré-aquecimento da LZC-1 teve todos os rolos trocados (5 unidades) em jan/2010; e estão conforme o projeto modificado não apresentando a formação de *pick-up*.

2.5.2 Rolos seção de aquecimento (rolos escovas)

Foi instalado dois rolos pilotos em abr/2008 na LZC-2 e um rolo piloto em dez/2008 na LZC-1. Estes rolos foram acompanhados por 9 meses sendo abertos periodicamente para inspeção, onde não foi detectado a formação de *pick-up* na mesa do rolo, constatando a eficácia da solução proposta.

A vida operacional do rolo estimada era de 18 meses, sendo atingida.

A seção do aquecimento da LZC-2 teve todos os rolos trocados (18 unidades) e mais os dois primeiros rolos da seção de resfriamento em abr/2010; e estão conforme o projeto escova não apresentando a formação de *pick-up*.

A seção do aquecimento da LZC-1 teve todos os rolos trocados (12 unidades) e mais os dois primeiros rolos da seção de resfriamento em out/2010; e estão conforme o projeto escova não apresentando a formação de *pick-up*.

2.6 Padronização

Com a implantação e aprovação do projeto proposto foi feito os procedimentos de padronização do sistema.

Foi criado o plano de manutenção do sistema com atividade de inspeção e manutenção para garantir o funcionamento correto e seguro do sistema. Todas as atividades do plano foram cadastradas no Sistema de Gerenciamento da Manutenção da CSN - SIGMA (Figura 18).

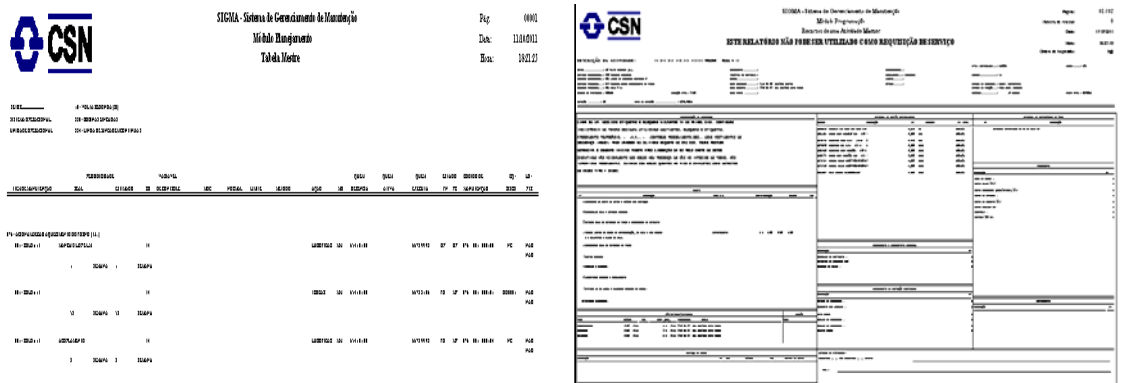


Figura 18. Plano de manutenção SIGMA.

Os desenhos gerados para o sistema foram cadastrados no sistema de documentação técnica da CSN - Cimage (Figura 19), de modo a garantir o registro das alterações realizadas, manter a memória técnica e histórica da CSN e também para consultas futuras.

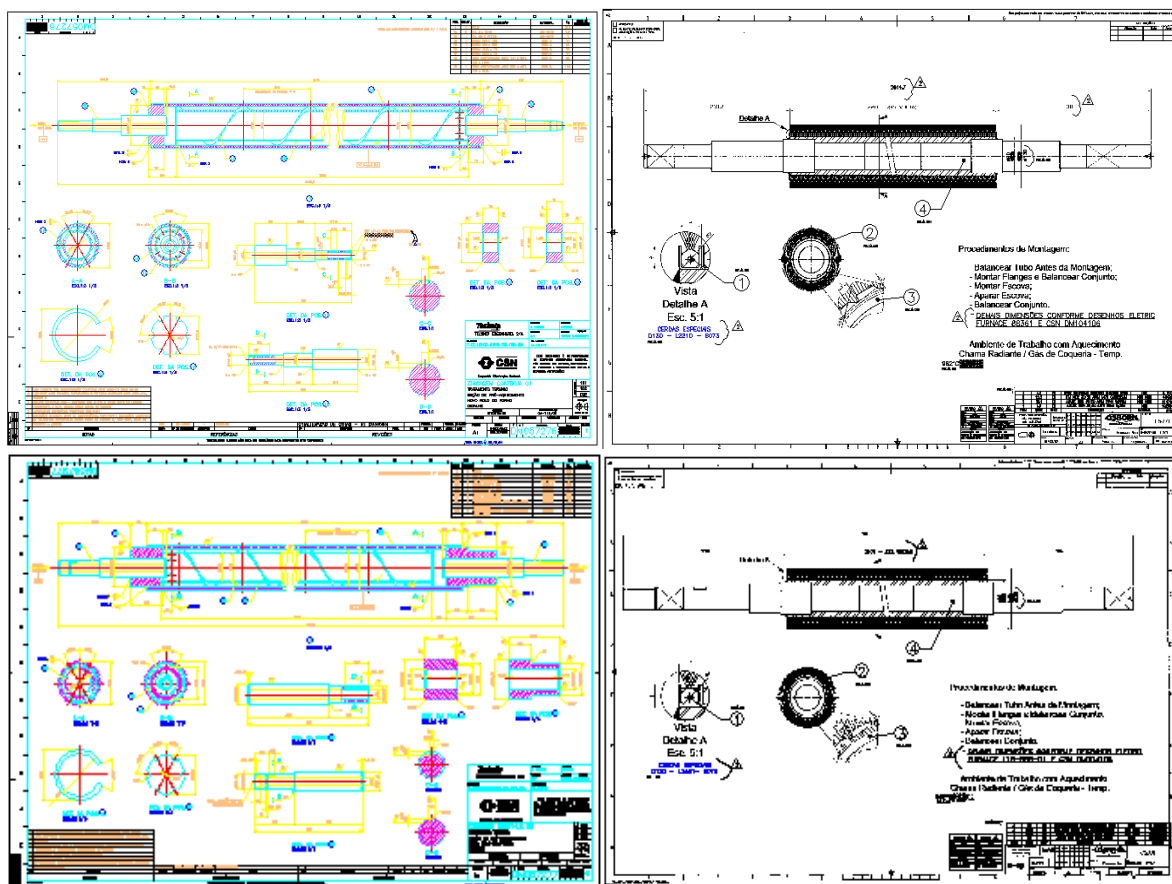
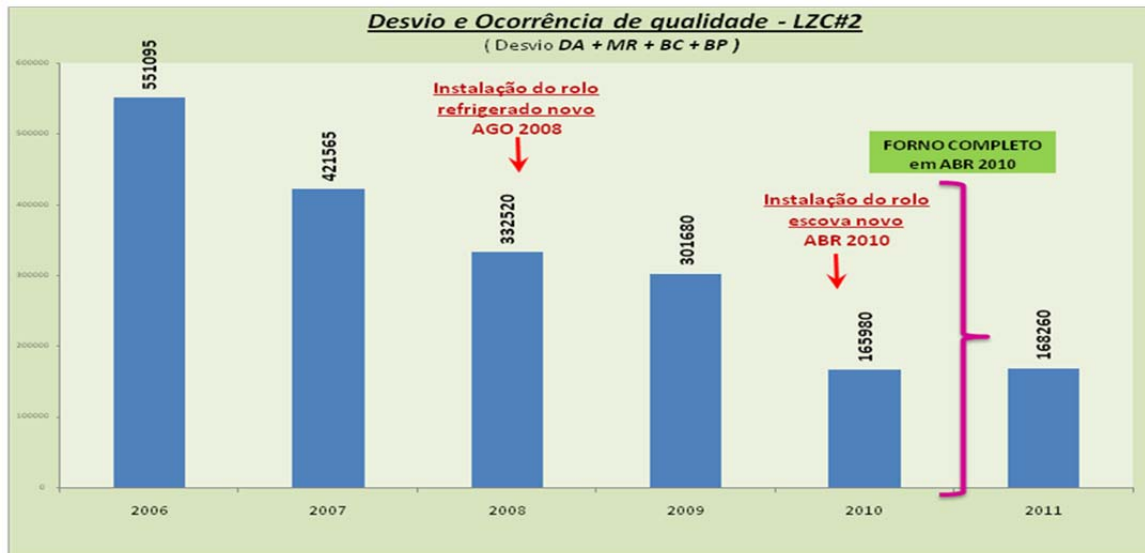


Figura 19. Desenhos mecânicos do sistema.

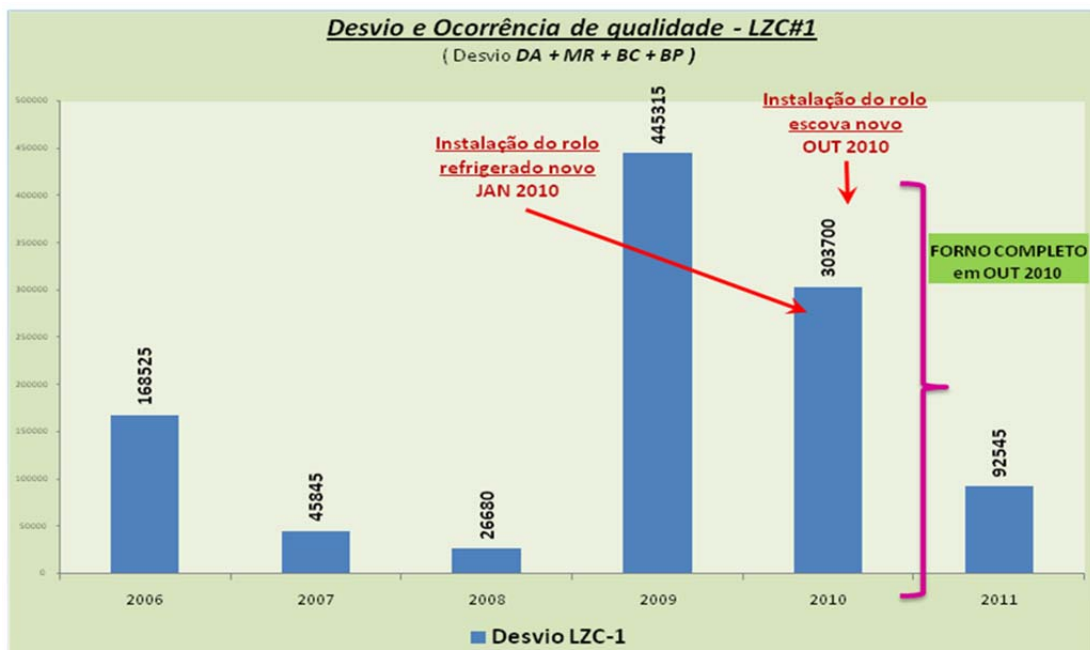
3 RESULTADOS

Após a implantação dos novos rolos foi eliminado o *pick-up* nos fornos de recozimento da LZC-1 e 2 que é o objetivo principal deste trabalho. Os desvios e ocorrência de qualidade descritos neste trabalho tiveram uma redução significativa após implantação da solução (Figuras 20 e 21).



Fonte : GLP – SAP/R3

Figura 20. Desvios e ocorrências de qualidade LZC-2.



Fonte : GLP – SAP/R3

Figura 21. Desvios e ocorrências de qualidade LZC-1 e 2.

Os custos de manutenção anteriores e para implantação deste projeto estão descritos na Figura 22.

Gasto anual com rolos pré-aquecimento e aquecimento (Ano 2007)

	Material (*)		Serviço (**)		TOTAL
	Pré-aquecimento (Rolo +M ancal)	Aquecimento (Rolo +M ancal)	Pré-aquecimento (Rolo +M ancal)	Aquecimento (Rolo +M ancal)	
LZC#1	R\$ 249.000,00	R\$ 192.000,00	R\$ 34.000,00	R\$ 77.000,00	R\$ 552.000,00
LZC#2	R\$ 289.000,00	R\$ 220.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 86.000,00	R\$ 625.000,00
TOTAL(R\$)ANO					R\$ 1.177.000,00

Custo para implantação dos rolos refrigerados e escova (Ano 2010)

	Material (*)		Serviço (**)		TOTAL
	Pré-aquecimento (Rolo +M ancal)	Aquecimento (Rolo +M ancal)	Pré-aquecimento (Rolo +M ancal)	Aquecimento (Rolo +M ancal)	
LZC#1	R\$ 55.105,00	R\$ 252.995,00	R\$ 36.000,00	R\$ 79.000,00	R\$ 423.100,00
LZC#2	R\$ 80.500,00	R\$ 368.400,00	R\$ 33.000,00	R\$ 90.000,00	R\$ 571.900,00
TOTAL(R\$)ANO					R\$ 995.000,00

Figura 22. Custos de manutenção dos rolos do forno LZC-1 e 2.

Os ganhos anuais com a redução de desvios e ocorrências de qualidade foram analisados e homologados pela Assessoria de Projetos Especiais e Custos Industriais – ASSA da Usina Presidente Vargas em Volta Redonda e apresentaram os seguintes valores LZC-1 R\$131.780,00 e LZC-2 R\$84.690,00.

Os ganhos esperados com a eliminação do pick-up nos fornos de recozimento da LZC-1 e LZC-2 foram:

- qualidade do produto: eliminou o *pick-up* no rolo do forno de recozimento da LZC-1 e LZC-2; e reduziu os desvios e ocorrências de qualidade originadas pelo *pick-up*;
- custo: economia de R\$650.624,00/ano com a utilização dos novos rolos; e *payback* \approx 1,5 anos;
- saúde ocupacional/ meio ambiente: reduziu a exposição do colaborador aos riscos durante as manutenções no forno de recozimento da LZC-1 e LZC-2; e
- manutenção: disponibilizou em média, 280 h mensalmente nas MP's da LZC-1 e LZC-2.

4 DISCUSSÃO

Os novos rolos de forno da LZC-1 e LZC-2, além redução dos desvios e ocorrências de qualidade e da economia de materiais e serviços para a manutenção, traz uma nova tecnologia ao processo com a utilização de rolos escovas em forno horizontal, pioneira na América Latina e pioneira mundial para dimensão de diâmetro 130 mm.

5 CONCLUSÃO

Os atuais rolos estão atendendo as necessidades operacionais de qualidade e atenuaram uma atividade de manutenção de alto risco ocupacional e elevado custo. Sendo que esta solução permite num futuro próximo a execução de atividades de manutenção preventiva com um tempo menor, por não necessitar da abertura do forno para a manutenção e conseqüentemente evita o resfriamento do forno de recozimento, o que diminui o tempo da curva de aquecimento para partida de linha. Outro fator importante deste trabalho é a aquisição de conhecimento técnico atualizado para utilização em outras linhas de produção do grupo CSN.

Agradecimentos

Eng. Jose Mario Cury Vilela; Eng. Claudio Henrique Alves de Souza; Jose Arimathea Messias – GEM; Alvim Teixeira de Carvalho – GEM; Supervisor Marcio Batista (Aposentado); Supervisor Marcos Elias (Aposentado); Supervisor Gilberto Xavier; Equipe de Operação da LZC-1 E 2; Equipe de Inspeção da LZC-1 E 2; e Marcelo Corrêa Bueno (Osborn).

REFERÊNCIAS

- 1 ABM - ASSOCIACAO BRASILEIRA DE METALURGIA DOS MATERIAIS; **Zincagem por imersão a quente**. São Paulo: ABM, 1977.
- 2 TEIXEIRA, CHRYSTIAN DE SOUSA, **Formação de carepa nos rolos da seção do pré-heater do forno de tratamento térmico da linha de zincagem contínua número dois da Companhia Siderúrgica Nacional**, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda: 2005.

BIBLIOGRAFIA

- 1 BRADASCHIA, CLOVIS; **Corrosão e tratamentos superficiais dos metais**. São Paulo: ABM, 1971.
- 2 CASTRO, ROSSI; CASTRO; SANTOS - **Caracterização da carepa em aço inoxidável ferrítico ABNT 430 - seminário de laminação - processos e produtos laminados e revestidos**, 2005, Santos, SP. São Paulo: ABM, 2005.