

DESENVOLVIMENTOS DE CILINDROS DO LTQ NA ARCELORMITTAL TUBARÃO: NOVOS MATERIAIS E EXTENSÃO DAS CAMPANHAS DE LAMINAÇÃO¹

*José Geraldo de Carvalho²
Bruno Bastos da Silva Murad³
Denílson de Aquino Souza⁴
Aislan Francisco Costa Leite⁴*

Resumo

A evolução dos cilindros do LTQ baseia-se na estabilização operacional da laminação, no aprimoramento dos métodos de inspeção e no controle de cilindros, que possibilitam a utilização de cilindros fabricados em materiais mais resistentes ao desgaste e a extensão das campanhas de laminação sem perdas de qualidade em relação ao produto laminado. Além disto, um projeto de extensão das campanhas dos cilindros de encosto foi desenvolvido com base na metodologia 6-Sigma e na adoção de perfis CVC nos cilindros com monitoramento dos níveis de encruamento após sua utilização. Desta forma, foi possível reduzir o tempo destinado às paradas para a troca de cilindros, aumentando o índice de trabalho do LTQ e, conseqüentemente, sua produção.

Palavras-chave: Cilindros de trabalho; Cilindros de encosto; Novos materiais; Extensão de campanhas; Perfil CVC.

THE HSM ROLL DEVELOPMENT: NEW MATERIALS AND CAMPAIGN EXTENSION

Abstract

The evolution of HSM Rolls is grounded on the operational stabilization, on the inspection methods improvements and on the follow up of every single roll, which allows the use of new roll materials, less prone to wear and surface degradation, and the extension of its campaigns, without any effect on the quality of the final product. Beside that, a project aiming the extension of backup rolls was carried out based on the 6-sigma philosophy and on the implementation of a CVC profile, allied to follow up of the work hardening after its use. The final result was the decrease of the mill shutdown due to roll changes, increase the HSM's work index and its production.

Key words: Work rolls; Backup rolls; New materials; Campaign extension; CVC profile.

¹ *Contribuição técnica ao 45º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 21 a 24 de outubro de 2008, Ipojuca - Porto de Gainhas - PE*

² *Gerente de Área de Oficina de Cilindros (IABO)*

³ *Especialista de Processo – Gerência de Produção de Bobinas e Chapas de Aço (IAB)*

⁴ *Especialista de Processo – Gerência Técnica de Produção de Bobinas e Placas (IAT)*

1 INTRODUÇÃO

1.1 O Laminador de Tiras a Quente

O Laminador de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão corresponde a um projeto compacto, com 321 m de comprimento e capacidade nominal para 2.000.000 t/ano. A produtividade máxima da linha, limitada pelo forno, é de 400 t/h e as dimensões permitidas são de 700 a 1880 mm de largura e 1,20 a 19,00 mm de espessura.⁽¹⁾

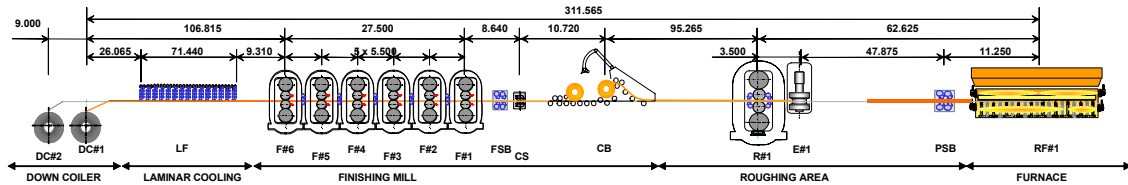


Figura 1: Diagrama esquemático do Laminador de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão.⁽²⁾

Um diferencial do equipamento em relação à grande maioria dos projetos é o *coil box*, uma estação de bobinamento do esboço, que, além minimizar as diferenças de temperatura entre o topo e a base do esboço, reduz o comprimento da linha, favorecendo o processamento de material com baixa espessura ($\leq 2,00$ mm).⁽²⁾

Desde o início de seu funcionamento, o LTQ vem apresentando evolução contínua em termos de volume de produção e qualidade. Considerando a produção realizada em 2006 (Figura 2), o LTQ vem operando 41% acima da capacidade nominal.

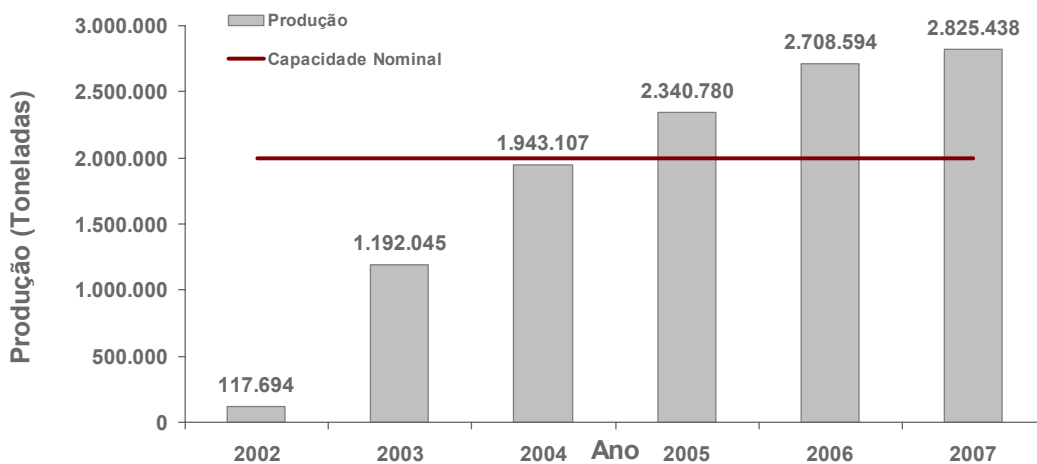


Figura 2: Evolução da Produção desde o *start up* (2002).

1.2 A Oficina de Cilindros

A Oficina de Cilindros da ArcelorMittal Tubarão localiza-se no galpão anexo ao Laminador de Tiras a Quente, em uma área de 6.000 m² e seus principais processos são:

- Retificação de cilindros e pinch rolls para os processos produtivos do LTQ e Laminador de Acabamento;
- Retificação de lâminas para os processos produtivos do LTQ, Laminador de Acabamento (HSPL) e Linha de Tesoura (CDL);
- Inspeção e manutenção de mancais e componentes; e
- Gestão dos bicos de descarepação e refrigeração do LTQ

Os equipamentos principais disponíveis na oficina são:

- 1 Retífica de lâminas “planas”;
- 2 Retíficas CNC de Cilindros de Trabalho do Trem Acabador do LTQ;
- 1 Retífica Universal CNC para os cilindros, pinch rolls e lâminas rotativas; e
- 1 Torno CNC para usinagem de cilindros verticais do laminador de desbaste e cilindros com trincas profundas.

Para a movimentação de cargas suspensas, existem 3 pontes rolantes com capacidades de 25 t, 100 t e 50 t, que, visando a otimização do fluxo de cargas na Oficina de Cilindros, opera de acordo com conceito de “células de produção”.

Paralelamente, um forte planejamento de controle, inspeção e lubrificação de mancais é realizado para garantir a disponibilidade dos componentes, aumentar sua vida útil e reduzir os custos a eles associados.

2 DESENVOLVIMENTO DE CILINDROS NA ARCELORMITTAL TUBARÃO

O desenvolvimento de cilindros baseia-se na estabilização operacional da laminação e no aprimoramento dos métodos de inspeção e controle de cilindros, que possibilitam a utilização de cilindros fabricados em materiais mais resistentes ao desgaste e a extensão das campanhas de laminação sem perdas de qualidade em relação ao produto laminado.

As diretrizes estabelecidas pela Alta Direção são desdobradas em ações pertinentes a cada nível hierárquico, onde destacam-se as ferramentas de gestão da rotina e o papel do executante, na base da estrutura.

A gestão dos processos na ArcelorMittal Tubarão pode ser resumida na Figura 3.

Como ferramentas de gestão, destacam-se:

- Padronização das atividades
- Treinamentos
- Gestão das anomalias operacionais (registro e tratamento)
- Diagnóstico das tarefas críticas
- Análise preliminar de riscos
- Acompanhamento dos resultados dos cilindros

Inspeção por ensaios não-destrutivos (END) em 100% dos cilindros retificados (manual e automática)

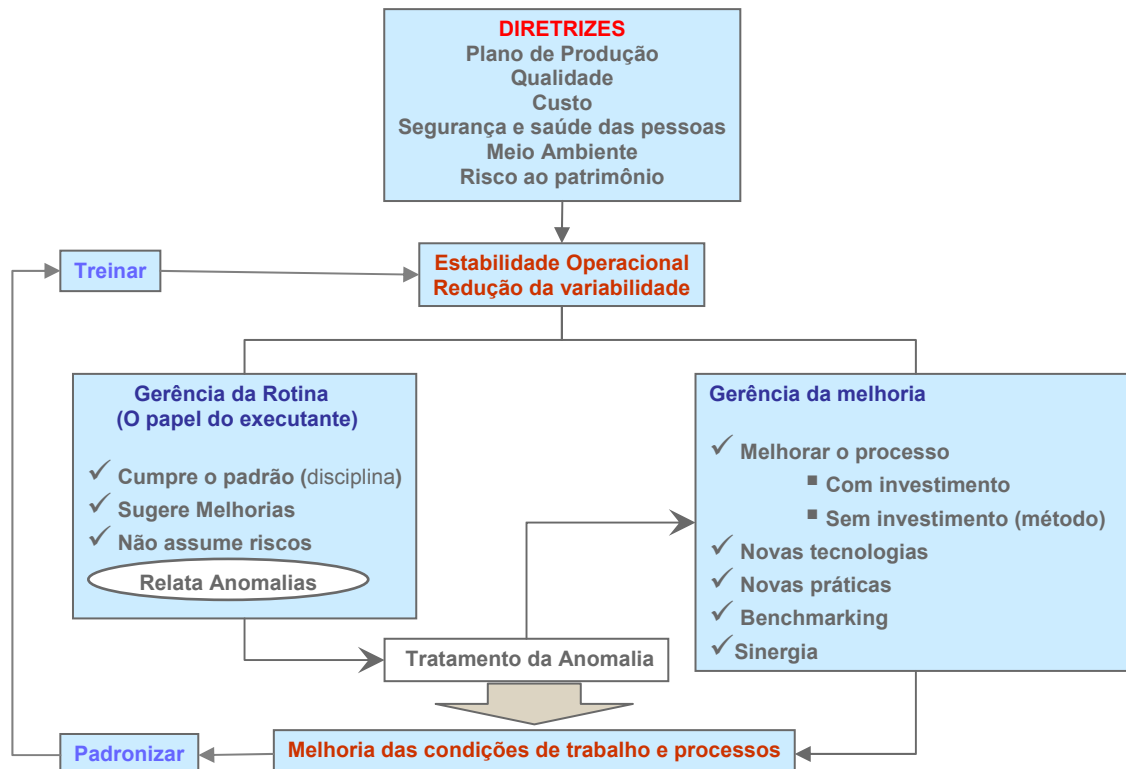


Figura 3: Fluxograma esquemático da gestão de processos na ArcelorMittal Tubarão.

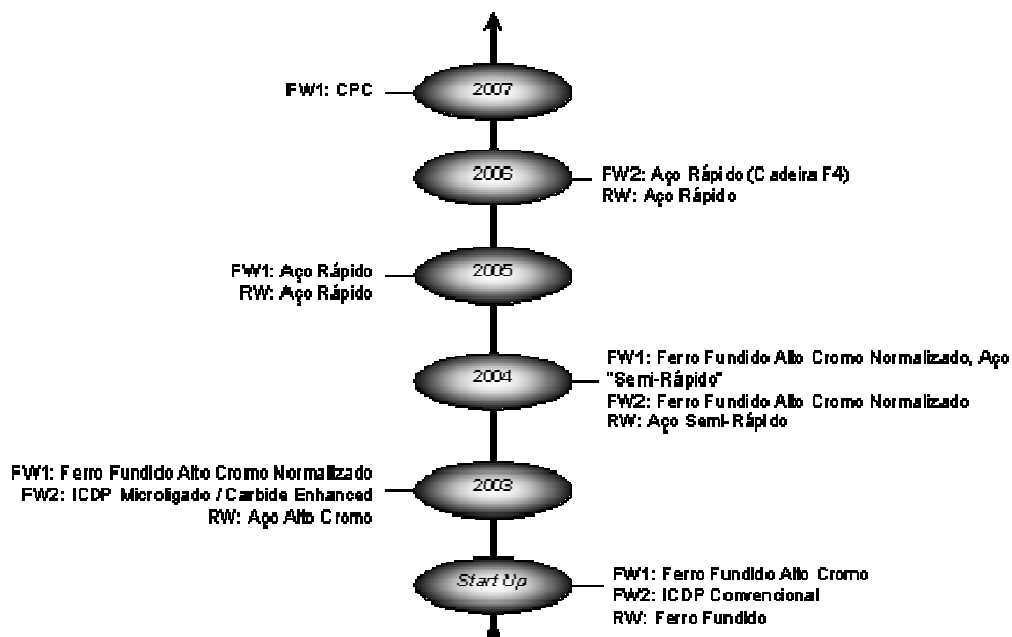
3 A EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS DE CILINDROS DE TRABALHO DO LTQ

Desde o *start up* em 2002, os materiais de cilindros de trabalho do LTQ evoluem (Figura 4) visando a redução do custo específico de cilindros através do maior desempenho, aumento da disponibilidade da linha para a produção através do aumento das campanhas e o atendimento às maiores exigências de qualidade e dificuldade do mix produzido.

Inicialmente, o principal objetivo do desenvolvimento de novos materiais para cilindros de trabalho das cadeiras FW1 (cadeiras F1-F3) do trem acabador foi a redução da ocorrência de carepa em faixa que prejudicava a laminação de materiais de maior requisitos de qualidade superficial. O primeiro passo foi a utilização de cilindros fabricados em ferro fundido com um menor teor de cromo e tratamento diferenciado. Com a utilização de cilindros fabricados em HSS a partir de 2005, deu-se início uma nova etapa no desenvolvimento de cilindros FW1.

Por fim, em 2007, iniciaram-se os testes com os cilindros HSS fabricados pelo processo CPC (*Continuous Pouring Process for Cladding*), cujo excelente aspecto superficial após a laminação e resistência ao desgaste superior aos dos cilindros HSS fabricados pelo processo de centrifugação permitem o atingimento de até 6 campanhas sem retificação na cadeira F1.

A Figura 5 ilustra a evolução do desempenho dos cilindros FW1.



Legenda: FW1 = Cilindros de trabalho do trem acabador (cadeiras F1-F3); FW2 = Cilindros de trabalho do trem acabador (cadeiras F4-F6); RW = Cilindros de trabalho do laminador de desbaste

Figura 4: A evolução de materiais de cilindros de trabalho do L.T.Q. ⁽¹⁾

Em relação aos cilindros de trabalho das cadeiras FW2 (cadeiras F4-F6) do trem acabador, a substituição dos cilindros fabricados em ferro fundido ICDP convencional pelos ICDP microligados (*Carbide Enhanced*) representaram uma redução considerável na ocorrência de carepa de cilindros e no desgaste após cada campanha.

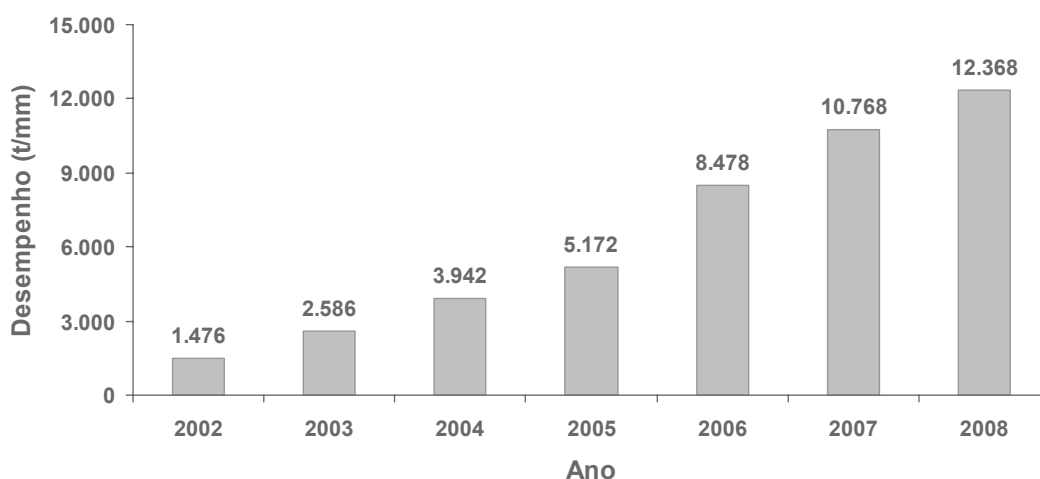


Figura 5: Evolução do desempenho de Cilindros FW1.

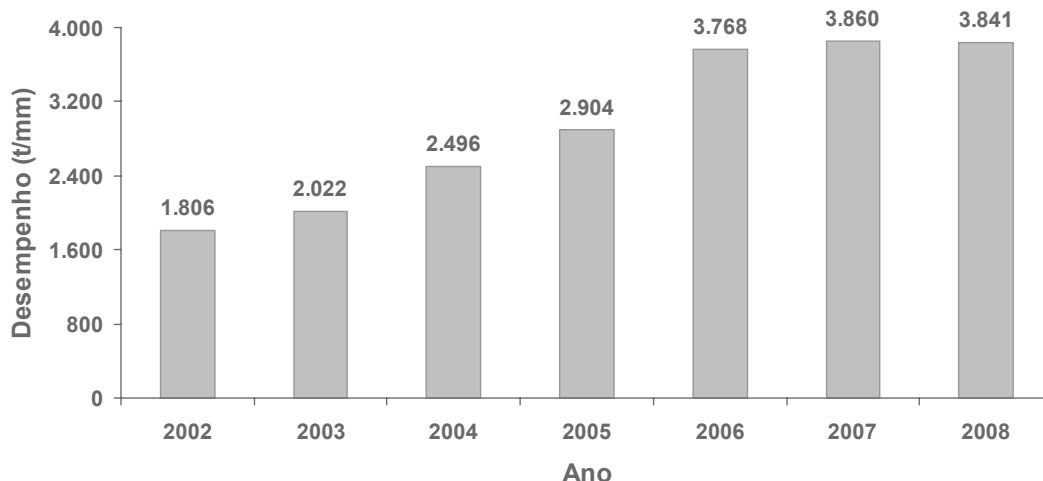


Figura 6: Evolução do desempenho de cilindros FW2.

A substituição dos originais por outros de maior resistência ao desgaste e a estabilização operacional também possibilitaram o aumento das campanhas dos cilindros sem perdas na qualidade do produto final e, conseqüentemente, o índice de trabalho do LTQ (Figura 7).

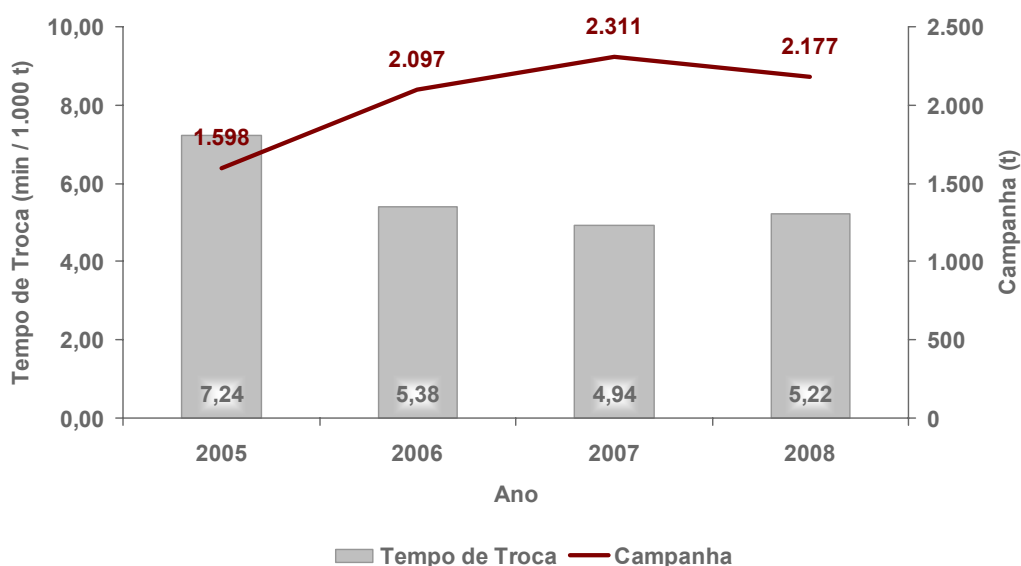


Figura 7: Evolução das campanhas de cilindros de trabalho do trem acabador.

Finalmente, desde 2003, quando se iniciou a substituição dos cilindros de trabalho do laminador de desbaste fabricados em ferro fundido pelos fabricados em aço alto cromo, o desempenho mostra uma evolução com a utilização de cilindros fabricados em aço rápido e semi-rápido. Estes cilindros, entretanto, apresentam maior susceptibilidade à propagação de trincas, o que justifica a ligeira queda de desempenho registrada no ano de 2005 em relação a 2004 (Figura 8).

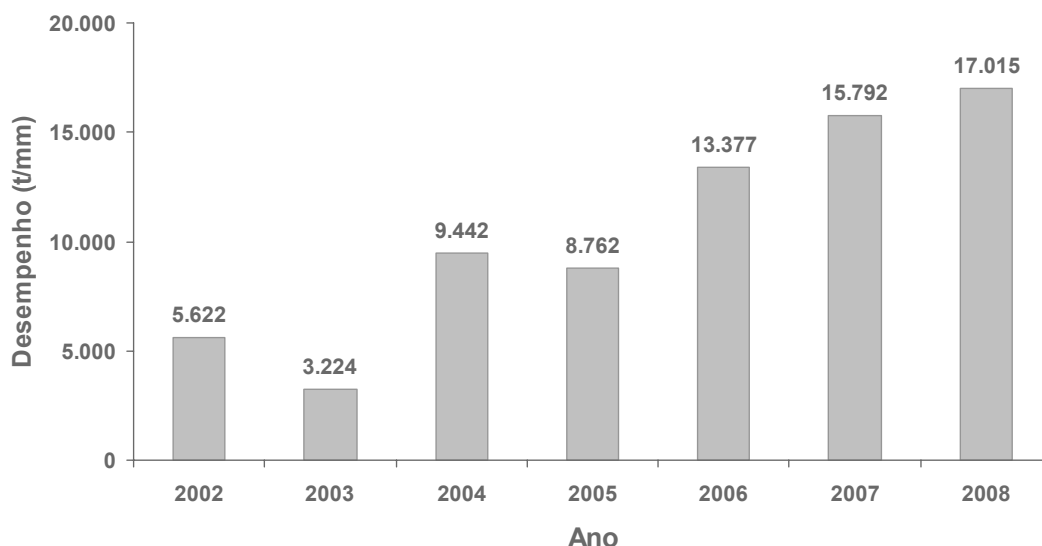


Figura 8: Evolução do desempenho de cilindros RW.

Considerando a resistência ao desgaste dos cilindros RW utilizados, já foram registradas para os cilindros HSS (G3) campanhas 89% maiores em relação aos cilindros fabricados em aço alto cromo (Figura 9). Desta forma, evidencia-se um potencial de redução no índice de paradas destinadas a trocas de cilindros de trabalho do laminador de desbaste.

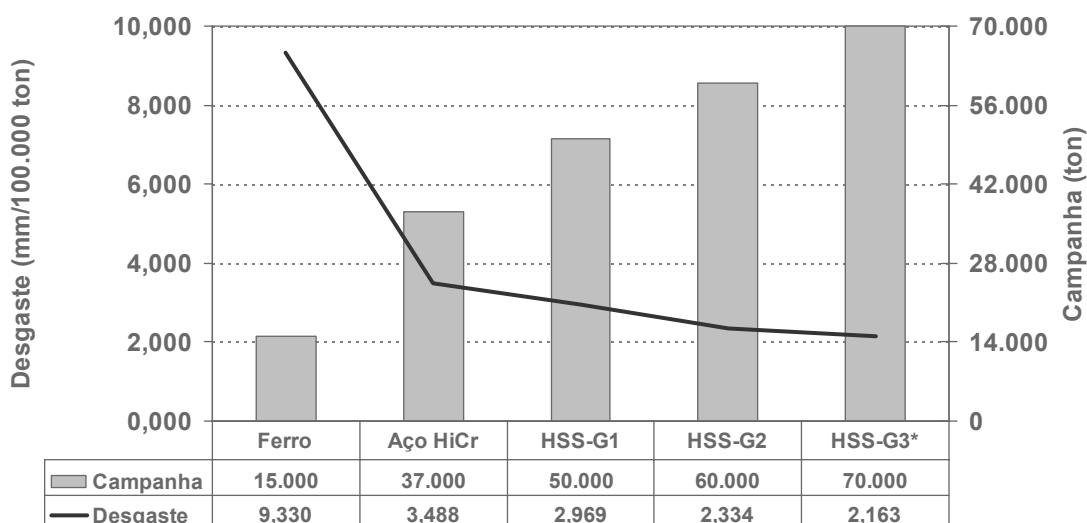


Figura 9: Evolução das campanhas e do desgaste de cilindros RW em função do material.

4 A EXTENSÃO DAS CAMPANHAS DOS CILINDROS DE ENCOSTO¹

Em 2005, um projeto 6 σ tinha como objetivo a extensão das campanhas dos cilindros de encosto visando o aumento do índice de trabalho do LTQ e de sua produção. Este estudo baseava-se principalmente na análise do encruamento dos cilindros em função de sua campanha, considerando um limite de 3 ± 1 HSc², sem alteração dos perfis dos cilindros de encosto.

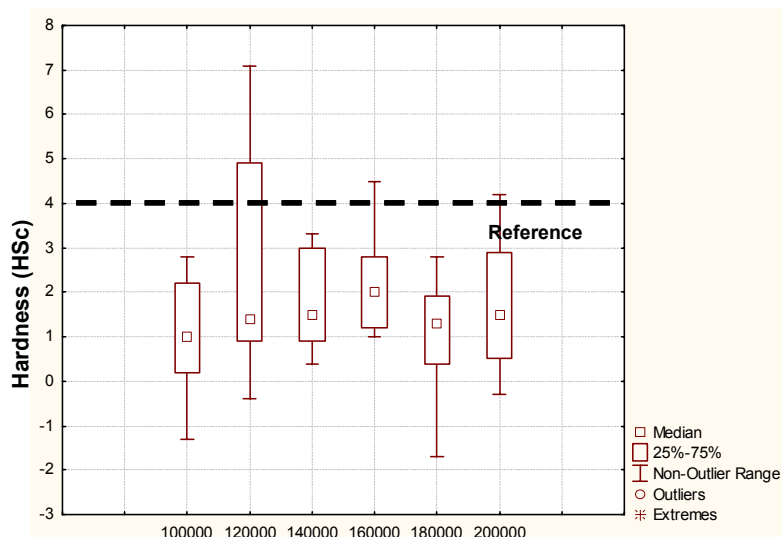


Figura 10: Encruamento dos cilindros de encosto em função se sua campanha.

Em termos de segurança operacional, 75% dos valores medidos encontravam-se abaixo do limite estabelecido como referência (3 HSc). Desta forma, era possível estender as campanhas até o limite de 200.000 toneladas por campanha (Figura 10).

Entretanto, o perfil CVC dos cilindros de trabalho do trem acabador favorecia a existência de uma área de concentração de tensão nos cilindros de encosto com perfil paralelo e alívio de bordas em duplo raio.

Assim, como as campanhas dos cilindros de encosto encontravam-se em seu limite e nenhuma extensão se fazia possível, a ArcelorMittal Tubarão consultou a SMS Demag e solicitou o cálculo de um perfil CVC para os cilindros de encosto.

Apesar das diferenças entre os perfis dos cilindros de trabalho das cadeiras F1-F3 e F4-F6, o novo perfil dos cilindros de encosto deveria ser único visando a flexibilização da programação dos cilindros e a evitar o aumento do estoque de cilindros. Além disto, o alívio em duplo raio foi mantido sem modificações.

Os testes se iniciaram em Janeiro de 2007 e a nova curva foi implantada seguindo um cronograma que contemplava uma nova cadeira a cada campanha, da F1 para a F6.

Os resultados mostraram uma redução media de 27% no encruamento dos cilindros (diferença entre os valores de dureza medidos antes e após a laminação) e um aumento do desempenho total (em toneladas por milímetro) de 41%.

Tabela 1: Variação percentual do encruamento e do desempenho em função da implantação do perfil CVC nos cilindros de encosto do trem acabador.

Item	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Média
Encruamento	-11	-55	-11	-3	-52	-26	-27
Desempenho Total	+17	+40	+88	+17	+26	+23	+41

Com base nos resultados, vem sendo possível estender as campanhas dos cilindros de encosto, reduzindo o tempo de trocas e aumentando a produção do LTQ (Figura 11).

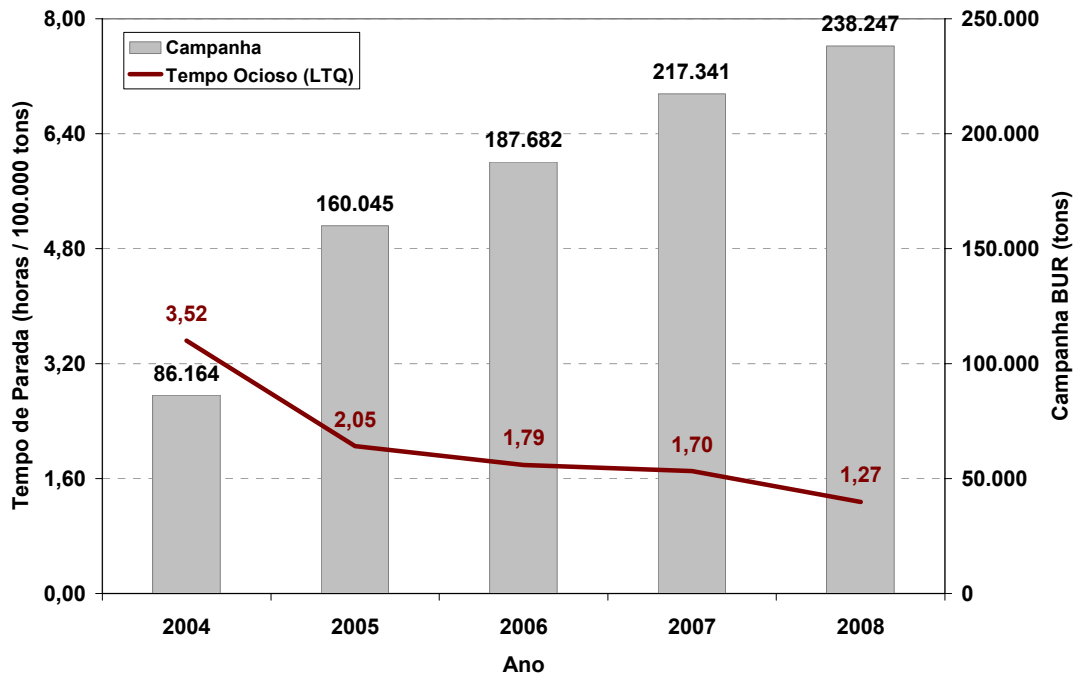


Figura 11: Extensão das campanhas dos cilindros de encosto (até Maio 2008).

Considerando os valores praticados em 2004 (86.164 t) e até Maio de 2008, além de uma produção de 2,8 milhões de toneladas, houve um aumento de aproximadamente 27.000 toneladas na produção de bobinas somente em função da redução do número de trocas de cilindros de encosto.

5 CONCLUSÕES

As maiores exigências associadas ao aumento da concorrência no mercado siderúrgico global exigem um acelerado processo de melhorias contínuas capazes de garantir a competitividade das empresas.

A introdução de novos materiais de cilindros de trabalho do LTQ representa ações com resultados verificados no aumento do desempenho e na redução de custos, além de reduzir o tempo de paradas dedicadas às trocas de cilindros.

Novas tecnologias relacionadas a cilindros de laminação exigem rotinas de inspeção mais rigorosas, confiáveis e automatizadas para garantia da segurança operacional dos mesmos com um baixo estoque na área.

A adoção do perfil CVC nos cilindros de encosto do trem acabador constitui uma ferramenta eficiente para a redução de seus níveis de encruamento quando se utilizam cilindros de trabalho com perfis polinomiais, permitindo a extensão das campanhas e a redução do tempo destinado às trocas, aumentando o índice de trabalho do LTQ e a sua produção.

REFERÊNCIAS

- 1 FERNANDES H.O, DADALTO J., DORNELAS F.C., BELLON J.C., SILVA C.N.; **“Evolução da Produção e Qualidade de Processo do Laminador de Tiras a Quente da CST”**, 40º Seminário de Laminação – Processos e Produtos
- 2 CARVALHO V.R., JESUS R.E., FONTES L.E., SILVA M.P, BRÁGIO E.B.; **“Comissionamento do Coil Box do Laminador de Tiras a Quente da CST”**, 40º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, Associação Brasileira de Metalurgia e de Materiais (ABM), Vitória-ES, 21 a 23 de Outubro de 2003. Pág. 121 – 127.
- 3 MURAD B. *et al*; **“High Speed Steel Work Roll Implementation at the CST Hot Mill”**, Steel Rolling Conference 2006, Association Siderurgique de la Sidérurgie Française (ATS). Paris, França, (19 a 21 Junho 2006).
- 4 MURAD B. *et al*; **“Implementation of CVC profile in the backup rolls at ArcelorMittal Tubarão’s Hot Strip Mill ”**, 28es Journées Sidérurgiques Internationales ATS 2007. Paris, França, (13 a 14 Dezembro 2007).
- 5 Gaspard C., Batazzi D., Vermesh A.; **“Backup Rolls: The optimal response to in-service conditions”**, 39th. MWSP Conference Proceedings, ISS, Vol. XXXV, 1998. Page. 347.