

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CILINDROS DE TRABALHO NO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO DA COSIPA¹

*Célio Souza do Rosário²
Carlos Thadeu de Ávila Pires³
Marcelo Magalhães Pereira⁴*

Resumo

Dentre os insumos utilizados no processo de laminação a frio destacam-se os cilindros de trabalho, em função do seu elevado custo e consumo, tornando-se, para os gestores de processo, um item de controle de benchmark. Com o mercado cada vez mais exigente, aumenta-se a necessidade de se produzir com qualidade e redução de custo, para que tenhamos um produto competitivo. Neste trabalho são apresentados os resultados de consumo de cilindros em um Laminador a Frio de 4 cadeiras, através de realizações que incluem desde melhorias de processo até o desenvolvimento de novos cilindros. O principal objetivo foi a superação dos resultados em relação ao ano de 2001, tomando-se como base laminadores similares ao da COSIPA.

Palavras-chave: Laminação a frio; Cilindros de trabalho; Eficiência.

¹ *Contribuição Técnica ao 42º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM; Santos, SP, 25 a 28 de outubro de 2005.*

² *Engenheiro Mecânico, Assistente Técnico da Oficina de Cilindros da Laminação a Frio da COSIPA .*

³ *Engenheiro Eletricista ,Assessor Técnico da Laminação a Frio da COSIPA.*

⁴ *Engenheiro Metalurgista, Gerente de Laminação a Frio e Oficina de Cilindros da COSIPA.*

1 INTRODUÇÃO

O cilindro de trabalho é uma das principais ferramentas utilizadas no processo de laminação.⁽¹⁾ Ele tem como função a conformação da tira para a obtenção da espessura, forma e acabamento especificado.

O laminador de tiras a frio da Cosipa foi reformado em 1998, quando novos equipamentos auxiliares foram introduzidos, permitindo a elevação da qualidade do material e maior produtividade, além de capacitar a produção de materiais com espessuras mais reduzidas.

A partir das novas características do laminador, tornou-se necessário também a evolução dos cilindros para a adequação às novas exigências operacionais, sendo assim possível obter o desempenho operacional objetivado.

Além da melhoria da qualidade e aumento da produtividade, a redução de custos também foi objetivada, permitindo obter produtos que fossem competitivos com os similares do mercado.

Com a colocação em marcha do laminador já reformado, houve um período crítico (1998 à 1999), onde ocorreu um aumento considerável do consumo de cilindros devido ao período de aprendizado operacional e ajuste dos novos equipamentos. Já em 1999, foi estabelecida como meta de consumo 4,00 mm/Kt, resultado este igual ao alcançado em 1997 (ano anterior à reforma).

A partir do ano 2000, com o processo já estabilizado, o consumo de cilindros atingiu índices abaixo desta meta, como mostrado na Figura 1, onde foi possível evidenciar que os resultados poderiam alcançar índices ainda mais expressivos.

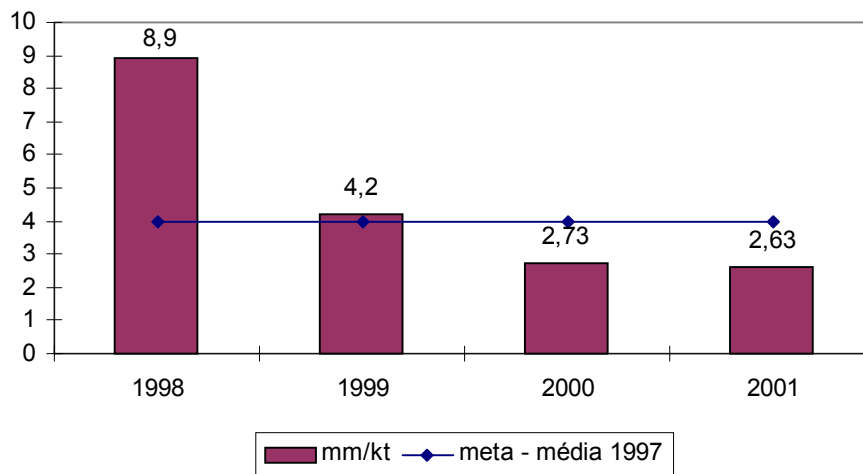


Figura 1 Histórico de consumo de cilindros.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Estabelecimento de Novas Metas

Para o estabelecimento de novas metas, foi necessário buscar referências de consumo de cilindros a partir de laminadores similares, tomando, inicialmente, como base os resultados alcançados pela Nippon Steel (1,9 mm/kt - laminadores similares ao da COSIPA).

Utilizando-se a ferramenta do diagrama de causa e efeito mostrada na Figura 2, foi possível verificar os pontos críticos e os responsáveis que contribuíam diretamente para consumo de cilindros:

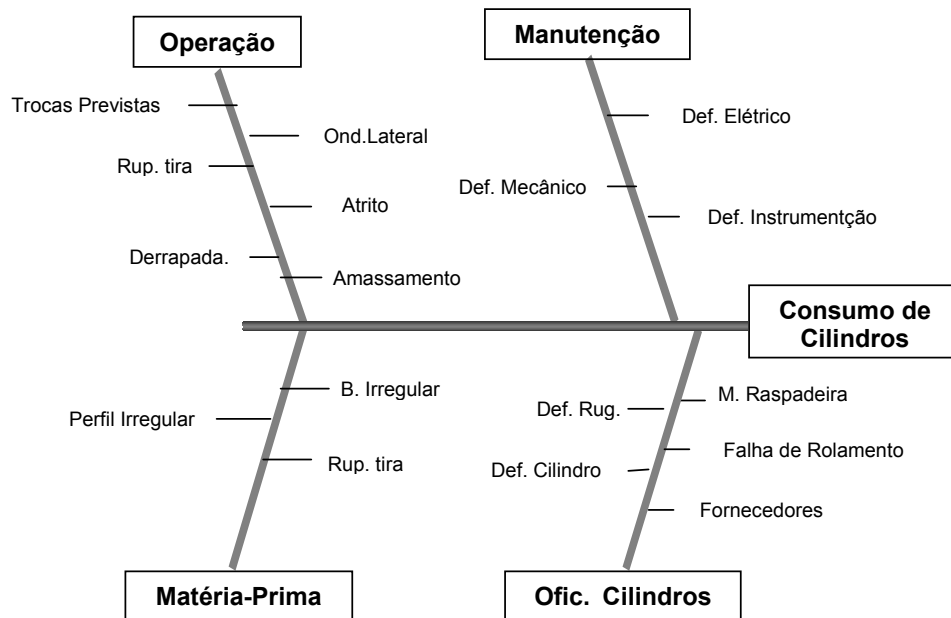


Figura 2. Principais causas de troca de cilindros.

Foram então formados grupos de trabalho com a participação das equipes de operação, manutenção, matéria-prima e oficina de cilindros, onde ficou estabelecida a nova meta de consumo de cilindros de 2,00 mm/kt.

As novas metas individuais, mostradas na Figura 3, foram estabelecidas utilizando-se o histórico de consumo de cada equipe envolvida, estabelecendo-se uma redução média de 24%, necessária para alcançar o novo objetivo de 2,00 mm/kt.

2.2 Plano de Ação - Identificação dos Problemas e Ação Corretiva

Os grupos de trabalho formados com a participação das equipes de operação, manutenção, matéria-prima e oficina de cilindros, estabeleceram como prioritários os seguintes projetos:

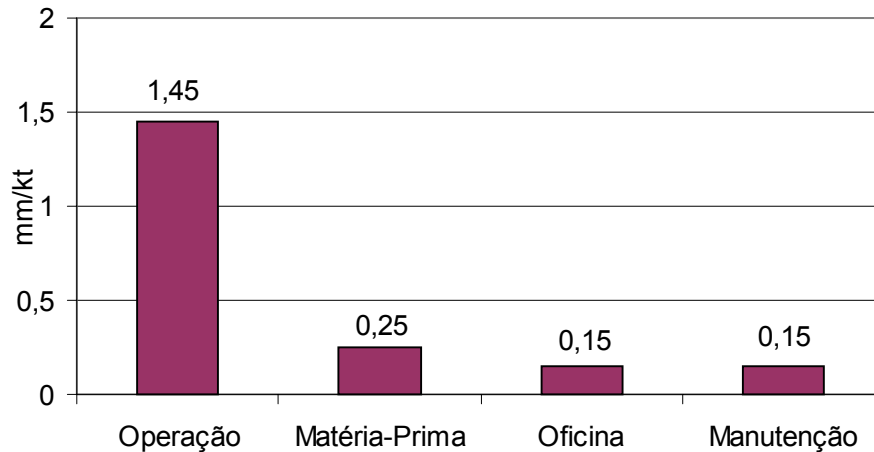


Figura 3. Novas metas de consumo de cilindros por equipe.

2.2.1 Operação

- **Atrito nas cadeiras 2 e 3**

1. Aumento da concentração do sistema de refrigeração que abastece a 2ª e 3ª cadeira;
 - Para materiais finos, espessura de saída menor que 0.43 mm, a concentração do sistema de refrigeração e lubrificação das cadeiras 2 e 3 passou de 2.2% para 2.4%.
2. Redução da estabilidade da emulsão utilizada no sistema;
 - A redução da estabilidade da emulsão utilizada no sistema foi feita através da redução da estabilidade do óleo de laminação.
3. Aumento da pressão e redução da temperatura de refrigeração do sistema;
 - Melhora nas condições de refrigeração e lubrificação das cadeiras #1, #2 e #3, evitando-se possível aparecimento de marca de atrito na chapa.

- **Atrito causado pelo desbalanceamento na distribuição das cargas de laminação pelo Modelo Matemático**

1. Estudos e otimizações na adaptação do coeficiente de atrito;
 - Foram implementados filtros na adaptação do coeficiente de atrito com o objetivo de se conseguir maior precisão no cálculo deste parâmetro.
2. Otimização da adaptação de torque dos motores das cadeiras;
 - Foram implementados filtros na adaptação do torque com o objetivo de se conseguir maior precisão no cálculo deste parâmetro.
3. Modificação nas faixas de reduções máximas das cadeiras;
 - Foram estabelecidas reduções máximas para as cadeiras 1, 2 e 3 na ordem de 45 % e implantado algoritmo para distribuição de redução entre estas cadeiras de acordo com a potência disponível.⁽²⁾
4. Estudos e otimizações nas faixas de tensão entre cadeiras;
 - Implantou-se um algoritmo para distribuição de tensão entre as cadeiras de modo a se evitar ângulos neutros muito próximos de zero ou próximos do ângulo de contato.

- **Ondulado lateral causado por excesso de força e saturação do bending da cadeira 4**
 1. Modificação da coroa dos cilindros de trabalho da cadeira 4;
 - Modificada a coroa do cilindro de trabalho da cadeira 4 com o objetivo de se evitar a saturação do compensador desta cadeira.
 2. Modificação da coroa dos cilindros de trabalho da cadeira 1;
 - Modificada a coroa do cilindro de trabalho da cadeira 1 com o objetivo de se evitar a saturação do compensador de coroa, ocasionando possíveis ondulos laterais e trocas prematuras de cilindros.
 3. Ajustes das amplitudes das curvas do Sistema Stressometer;
 - As novas amplitudes das curvas do stressometer possibilitaram obter a utilização otimizada dos compensadores de coroa, evitando-se assim rupturas de tiras que levavam a trocas e desbastes excessivos de cilindros.
 4. Implantação de limites de força imposta da cadeira 4;
 - Estabelecidos limites de força imposta parametrizável pelo operador, evitando-se assim sobrecarga desta cadeira com conseqüente troca por marcas nos cilindros.

- **Amassamento**
 1. Utilização da refrigeração para garantia de limpeza da mesa dos cilindros durante a zeragem da cadeira # 4;
 - Durante a zeragem da cadeira 4 é ligado a lubrificação e refrigeração da mesma, objetivando a limpeza da mesa dos cilindros.
 2. Treinamento operacional nas práticas de encaixe e desencaixe da tira;
 - Foi efetuado o treinamento operacional na utilização do compensador de coroa evitando-se o aparecimento de marcas de encaixe e desencaixe nos cilindros.

2.2.2 Manutenção

- **Defeitos de elétrica e instrumentação**
 1. Instalação de sensores de final de curso do centralizador para desaceleração do laminador;
 - Estes sensores servem para detectar quando não há mais espaço físico para atuação do centralizador. Com o seu acionamento, o laminador entra em "Fast Stop", desacelerando e parando rapidamente, evitando-se acidentes com os cilindros.
 2. Mudança do controle de centralização da tira do painel da instrumentação para o sistema AGC;
 - Com a utilização do CLP do AGC houve a possibilidade de implementação de uma malha de controle otimizada. O AGC nos possibilitou monitorar e registrar os sinais de controle e realimentação, dados estes fundamentais para a correta sintonia da malha de controle e conseqüentemente melhor desempenho da centralização de tira.

- **Defeitos mecânicos**
 1. Modificação Hidráulica no Centralizador de Tiras;

- Interligação dos sistemas de média e baixa pressão pela servo-válvula do centralizador a fim de evitar perdas de pressão quando do acionamento de outros equipamentos.
- 2. Instalação do Sistema Pulverizador de Desengraxante no vão 0/1;
 - Foi instalado sistema automático de lubrificação na ponta da tira com o objetivo de melhorar a mordida da tira na 1ª cadeira, evitando-se trepidação e trocas prematuras de cilindros.
- 3. Revisão e ajustes das servo-válvulas do bending e Capsulas Hidráulicas;
 - Recuperação das servo-válvulas do bending e cápsulas para ajuste do zero do centro.
- 4. Instalação, nas zonas entre cadeiras, de tacômetros nos rolos tensores acoplados a para medição de velocidade da tira;
 - Foram instalados tacômetros nos rolos tensores para medição de velocidade da tira, objetivando evitar a condição de deslizamento do cilindro sobre a tira.

2.2.3 Oficina de Cilindros

- **Rugosidade irregular**

1. Desenvolvimento de novo fornecedor de granalha;
 - Uniformidade nos lotes com melhoria das propriedades mecânicas.
2. Alteração dos parâmetros de jateamento dos cilindros;
 - Redução da faixa de rugosidade e implementação do controle de densidade de picos.
3. Treinamento em rugosidade para operadores de Jato;
 - Foi realizado treinamento in loco para todos os operadores do equipamento com ênfase nos parâmetros de rugosidade, densidade de picos e utilização adequada dos parâmetros.
4. Reforma da Jateadora nº 2;
 - Reforma completa da jateadora nº2, destacando a automação do painel operacional com PRESET's.

- **Defeito de cilindro**

1. Implantação de tabela de desbaste padrão;
 - Padronização dos desbastes com referência a campanha realizada pelos cilindros.
2. Inspeção por ultra-som em 100% dos cilindros;
 - É realizada a inspeção em 100% dos cilindros por ultra-som independente do motivo da troca no laminador.⁽³⁻⁴⁾
3. Implantação de relatório para análise de cilindros após troca;
 - A elaboração do relatório fornece subsídios para análise da causa real buscando a ação corretiva.
4. Melhoria da qualidade dos rebolos das retificas;
 - Os rebolos sofreram melhorias na qualidade, propiciando melhor acabamento nos cilindros e evitando marcas de usinagem.

- **Desempenho dos cilindros**

1. Melhoria da qualidade dos cilindros com desenvolvimento de novas ligas e técnicas de fabricação;

- O desenvolvimento de novas ligas e técnicas de fabricação propiciaram aos cilindros melhor desempenho operacional, proporcionando maior resistência a acidentes e menor desgaste da rugosidade.
- 2. Relatório de acompanhamento de performance por fornecedor;
 - Foi implementado este relatório melhorando a avaliação da performance dos cilindros, fornecendo subsídio para definição de novas compras.
- 3. Utilização de cilindros de fornecedores com melhores resultados operacionais;
 - Utilização de cilindros com melhor relação custo x benefício.
- **Falhas nos rolamentos em operação:**
 1. Utilização de novos modelos de rolamentos;
 - Rolamentos com maior capacidade de carga e melhor desempenho operacional.
 2. Melhoria no sistema de vedação dos mancais;
 - Desenvolvimento de novos retentores com melhor eficiência de vedação.
 3. Treinamento para mecânicos em manutenção e análise de falhas;
 - Foi realizado treinamento para todos os mecânicos para melhor avaliação dos defeitos e técnicas de manutenção corretiva.
 4. Desenvolvimento de graxa mais adequada aos rolamentos;
 - Utilização de graxas com maior viscosidade, melhor resistência a temperatura, água e pressão.

2.2.4 Matéria-Prima

- **Ruptura de tira e perfil irregular:**
 1. Descarte padrão de pontas de tira nas máquinas de solda das Decapagens, para materiais com espessura ≤ 2.40 mm.
 - Padronização do comprimento do descarte, evitando assim defeitos de pontas, amenizando rupturas e trocas prematuras de cilindros.
 2. Treinamento para os operadores de ponte rolante da decapagem e laminador de tiras a frio;
 - Melhoria do manuseio das bobinas nos pátios de estocagem diminuindo assim o defeito "marca de equipamento".
 3. Treinamento nos inspetores da decapagem;
 - O treinamento proporcionou maior rigor na inspeção de bobinas na decapagem.
 4. Reforma da bobinadeira do LTQ;
 - Melhoria do bobinamento da bobina a quente.
 5. Auditorias das placas no pátio de estocagem da laminação a quente;
 - Maior rigor na inspeção de placas direcionadas para a laminação a Frio.

3 RESULTADOS

Após a implementação de ações corretivas, os resultados atingidos alcançaram uma redução de 30% em relação a 2001, superando em 6% a meta estabelecida conforme o gráfico da Figura 4.

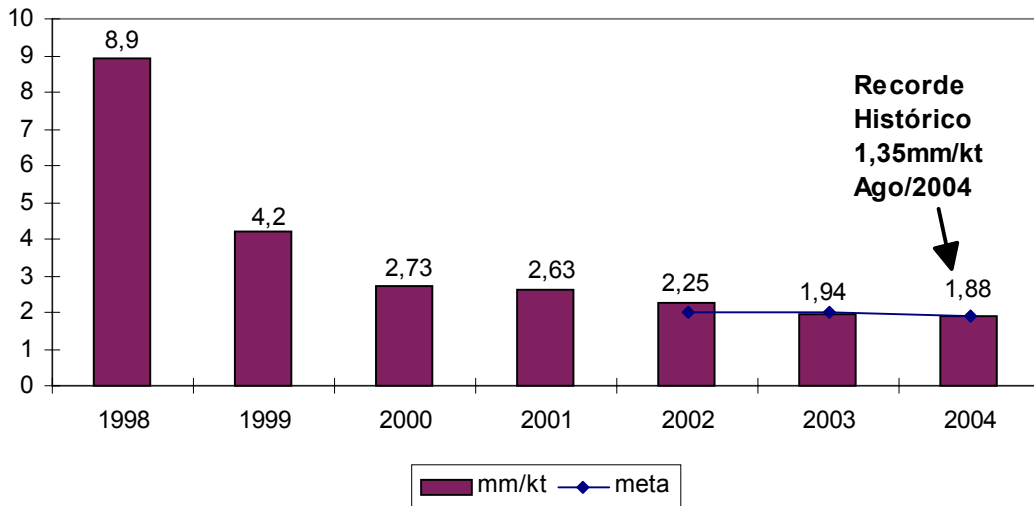


Figura 4 Resultado final de consumo de cilindros.

No mês de agosto de 2004 alcançou-se o valor histórico de 1,35 mm/kt. Através da redução do consumo de cilindros de trabalho não foi necessário realizar a compra em 2004 para a regularização do estoque, fato este nunca ocorrido.

4 CONCLUSÕES

A redução do consumo de cilindros foi alcançado através do empenho dos grupos de trabalho e da metodologia aplicada para identificação e implementação das ações corretivas atingindo resultados mais expressivos do que o planejado. Esses resultados propiciaram à empresa uma redução do seu custo imobilizado em relação ao estoque de cilindros de trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 Rolls for the Metalworking Industries – A Publication of the Iron and Steel Society– 1990.
- 2 Pires, C. T. A.; Sales, R. M.; Silva, M. A.; Ferreira, H. C. – Otimização de presets para laminadores a Frio – Estudo de um caso. Artigo apresentado no VIII Seminário de Automação de Processos da ABM, 6 a 8 de Outubro de 2004, Belo Horizonte – MG – Brasil.
- 3 Rebellato M. A., Morone C., Nogueira M. A. S. N. – Cilindros para laminação a frio de aço e de não ferrosos: fabricação e principais cuidados na utilização – Aços Villares, 4ª edição – Maio de 1995.
- 4 Forged Hardened Steel Rolls Service Problems - Causes and Prevention – Union Electric Steel Corporation, 1999.

EVOLUTION IN THE CONSUMPTION OF WORK ROLLS AT COSIPA FOUR STAND TANDEM COLD MILL ¹

Célio Souza do Rosário ²
Carlos Thadeu de Ávila Pires ³
Marcelo Magalhães Pereira ⁴

Abstract

The work roll item has become a control benchmark among the intakes used in the cold rolling mill processes, in function of its high cost and high consumption. With a more demanding market, it has been necessary to produce always with high quality and low costs, in order to achieve a competitive product. This work deals with the main results of work rolls consumption at COSIPA four stand cold mill achieved through the implementation of improvements projects in the rolling process, including the development of new work rolls. The main objective was the surpassing of later results taking as a reference the 2001 year and similar tandem cold mills.

Key-words: Work rolls; Cold rolling mills; Efficiency.

¹ Paper to be presented in the 42th Rolling Seminar – Processes and Coated Products, Brazilian Metallurgy and Materials Association, Santos, SP, Brazil, October 25 to 28, 2005.

² Mechanical engineer, Work Roll Shop Technical Assistant of COSIPA Cold Rolling .

³ Electrical Engineer, Technical Assistant of COSIPA cold rolling.

⁴ Metallurgical Engineer , Manager of COSIPA Rolling mill and Roll Shop.