

REDUÇÃO DO CONSUMO DE CILINDRO DE TRABALHO DO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO DA VEGA DO SUL ¹

Magleife Eden Guasti Rampinelli²
Celso Ney Nogueira³
Luciano Colzani⁴
José Luiz Amorim³
Sérgio dos Santos Rocha⁵
Saimon do Nascimento⁶
Ricardo Livio de Oliveira Ferreira⁷
Adriano da Silva Coelho⁸
Rochel Alan Gonçalves Lessa⁹
Renato Rocha¹⁰

Resumo

Por tratar-se de um dos mais dispendiosos custos na fabricação de laminados a frio, o consumo de cilindros de laminadores tornou-se motivo de constantes e permanentes estudos pelas siderúrgicas em todo mundo, e a busca incessante de melhores resultados levou a Vega do Sul a estruturar um grupo de trabalho com objetivo de reduzir o consumo de cilindros de trabalho de seu laminador de tiras a frio através da introdução não só de novas práticas operacionais, mas como também através de otimizações do processo de laminação e de retificação de cilindros. Para o desenvolvimento do trabalho, contou-se com a participação de especialistas de operação e suporte técnico da Vega do sul e especialistas da empresa CRC do Sul, atualmente responsável pela administração e gerenciamento do Centro de retificação de cilindros da Vega do Sul. Através da aplicação da metodologia de análise e solução de problemas, podemos afirmar que o resultado alcançado pelo trabalho e hoje praticado pela Vega do Sul situa-se entre um dos melhores do mundo.

Palavras-chave: Consumo; Cilindro de trabalho

WORK ROLL CONSUMPTION REDUCTION WORK OF TANDEM COLD MILL OF VEGA DO SUL

Abstract

Being one of the biggest expenses in the manufacture of full hard, the work roll consumption became the reason of constant studies by the steel companies around the world. The continuous need of better results led VEGA DO SUL to create a work group with the objective of reducing the work roll consumption of the Tandem Cold Mill through the introduction not only of new operational practices, but also through optimizations of cold rolling process and work roll grinding. For development of this work the specialists of the engineering and operation departments of VEGA DO SUL and specialists of CRC DO SUL (responsible for administration and management of grinding center of the work rolls and back up rolls from VEGA DO SUL) were involved. Through application of problem analysis and solving methodologies we can affirm that the results obtained through this work in VEGA DO SUL are among the best results in the world.

Key words: Consumption; Work roll

¹ Trabalho apresentado no 43º Seminário de Laminação – ABM, Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 17 a 20 de outubro de 2006, em Curitiba - PR

² Engenheiro de Processo da Gerência de Decapagem e Laminação da VEGA DO SUL.

³ Consultor Técnico da Gerência de Decapagem e Laminação da VEGA DO SUL.

⁴ Supervisor de Processo da Gerência de Decapagem e Laminação da VEGA DO SUL.

⁵ Gerente da Gerência de Decapagem e Laminação da VEGA DO SUL.

⁶ Técnico de Processo da Gerência de Decapagem e Laminação da VEGA DO SUL.

⁷ Gerente da CRC do Sul – Centro de Retificação de Cilindros

⁸ Engenheiro de Qualidade da CRC do Sul

⁹ Técnico de Qualidade da CRC do Sul

¹⁰ Supervisor de Operação da CRC do Sul

1 INTRODUÇÃO

Como toda nova planta, a da Vega do Sul-Arcelor Brasil, durante a fase de start up e comissionamento, ocorrido no final de 2004, teve todo seu corpo técnico dedicado a ajustes, regulagens, e testes de performance dos equipamentos.

Vencida esta fase todo recurso técnico da empresa foi direcionado para a adequação dos equipamentos e dos procedimentos operacionais a atenderem os requisitos de qualidade dos produtos e aos custos de fabricação.

A planta da Laminação a Frio da Vega do Sul-Arcelor Brasil é constituída de:

- Linha de Decapagem e Laminador a Frio acoplados (PLTCM), com capacidade de produção de 1,0 milhão de toneladas/ano, com versatilidade de desacoplamento para a produção de bobinas a quente decapadas, sendo composta por três tanques de decapagem turbulenta seguida de uma seção de lavagem da tira composta de quatro células distintas. O Laminador a Frio é do tipo quadro contínuo de quatro cadeiras, dotado de cilindros de trabalho e encosto do tipo CVC com deslocamento axial e sistema automático de controle de planicidade, entre outros.

- Linha de Galvanização, tipo por imersão a quente, com capacidade de produção de 500 mil toneladas/ano.

- Linha de Fornos de Recozimento em caixa composta por 12 fornos e 24 bases do tipo Hicon-H2 (alta convecção), tendo como combustível para aquecimento o Gás Natural, com capacidade de produção de 400 mil toneladas/ano.

- Laminador de Encruamento tipo quadro de uma cadeira dotado de Bridle roll na entrada e sistema de controle automático de alongamento, com capacidade de produção de 400 mil toneladas/ano.

- Linha de Rebobinamento e Inspeção de produto acabado com capacidade de produção de 150 mil toneladas/ano.



Figura 1. Esquemático da Planta da Vega do Sul - Arcelor Brasil

A redução do consumo de cilindros de laminação tem sido alvo de constantes estudos em todo o mundo como uma das principais contribuições na redução dos custos de fabricação de laminados a frio.

No campo comportamental muito tem se dedicado para a formação de mão de obra sempre cada vez mais capacitada e envolvida com o negócio, que aliada a processos de produção também cada vez mais automatizados, colaboram para a eliminação do erro humano e os conseqüentes danos aos cilindros dos laminadores.

Otimizações de esquemas de passe também se faz necessário através do desenvolvimento contínuo do modelamento matemático dos laminadores, onde a adequação da distribuição de reduções, forças, tensões, etc. têm impacto direto no aproveitamento dos cilindros.

A utilização do método de Análise e Solução de Problemas (MASP), onde estatisticamente pode-se avaliar e detectar perdas, muito contribuiu na identificação das causas influentes no consumo de cilindros de trabalho:

1-Adequação do melhor coroamento mecânico dos cilindros, onde adequadas curvas de CVC para cilindros de trabalho e encosto influem na campanha e no rendimento dos cilindros.

2-Adequação da rugosidade superficial dos cilindros, onde se verifica que rugosidades adequadas para cada cadeira influem diretamente no rendimento dos cilindros, já que é um dos fatores determinantes da rugosidade da tira e interfere diretamente no processo de laminação.

3-Otimização das campanhas dos cilindros (quilometragem laminada) de cada cadeira do laminador, onde se pode obter ganhos com a relação km/encruamento da tira/qualidade superficial dos cilindros.

4-Desenvolvimento de práticas operacionais de retificação e ferramentas no Centro de Retificação de Cilindros, onde novos tipos de rebolos e política de desgaste para cada tipo de retificação, podem proporcionar melhores rendimentos.

5-Adequação do óleo de laminação e dos parâmetros de utilização do Sistema de refrigeração de cilindros objetivando atender as reais necessidades de lubrificação e refrigeração de cada cadeira do laminador como fator relevante na utilização e rendimento de cada cilindro.

6-A importância da especificação do teor e dureza da liga dos cilindros no controle das ocorrências de trincas e lascamentos

A análise de outras causas de perda de rendimento (mm/ton) como: defeitos de matéria prima, índices de ruptura da tira laminada, procedimentos de aquecimento de cilindros durante início de laminação e marcas de cilindros provenientes da laminação de corpos estranhos também são contempladas no presente trabalho.

2 DESENVOLVIMENTO

Para início dos trabalhos optou-se em observar e analisar o problema durante os últimos cinco meses, quando então já poderíamos considerar uma boa estabilidade operacional dentro da curva de aprendizado do laminador.

2.1 Consumo de Cilindro de Trabalho - Período: Abril/05 a Agosto/05

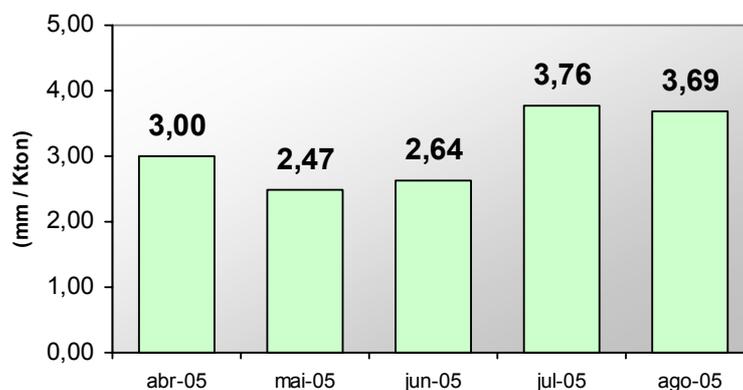
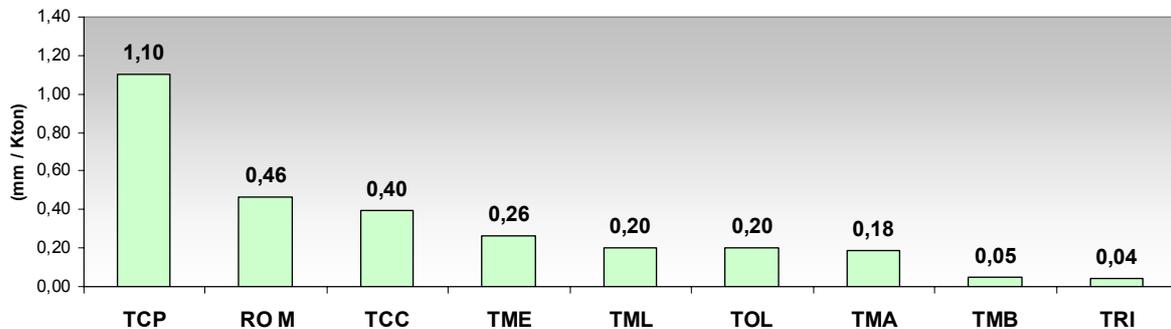


Figura 2. Consumo de Cilindro de Trabalho

Considerações:

Observando-se a situação, pode-se verificar que o patamar de consumo de cilindro de trabalho indicava a necessidade de uma tomada de ação e para isso passamos a estratificação dos dados de consumo.

2.2 Estratificação do Consumo por Motivo - Período: Abril/05 a Agosto/05



Legenda:

TCP – Troca Cilindro Programada
 ROM – Rompimento da Chapa
 TCC – Corrimento da Chapa
 TME – Marca de Escorregamento
 TML – Marca Lentilha

TOL – Ondulado Lateral
 TMA – Marca de Arranhão
 TMB – Marca Faixa Brilhante
 TRI – Rugosidade Irregular

Figura 3. Estratificação do Consumo por Motivo

Considerações:

Analisando-se o gráfico dos principais motivos de consumo de cilindros, foi decidido agrupar os motivos em quatro classes para facilitar e direcionar os estudos:

Operacional	Trocas de cilindros por causas que envolviam a operação, como: ondulados, marcas transversais, falhas de operação, etc.
Rompimento	Trocas de cilindros por rompimento da tira.
Campanha	Trocas de cilindros por quilometragem máxima e final de programa.
Controle	Trocas de cilindros por problema de malha de controle e modelo matemático do laminador

2.3 Estratificação do Consumo por Classe – Período: Abril/05 a Agosto/05

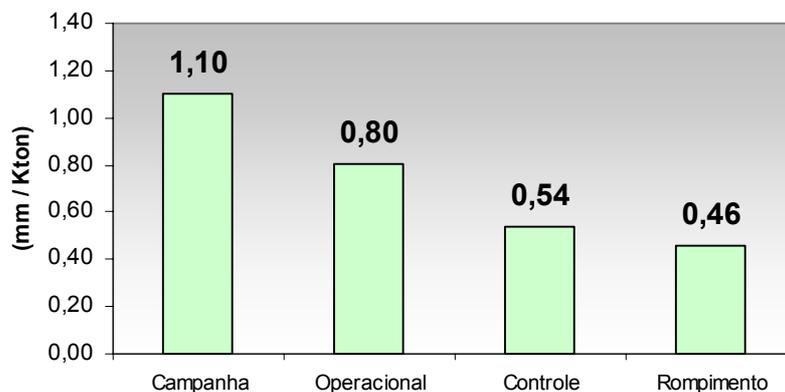


Figura 4. Estratificação do Consumo por Classe

2.4 Evolução Mensal do Consumo por Classe – Período: Abril/05 a Agosto/05

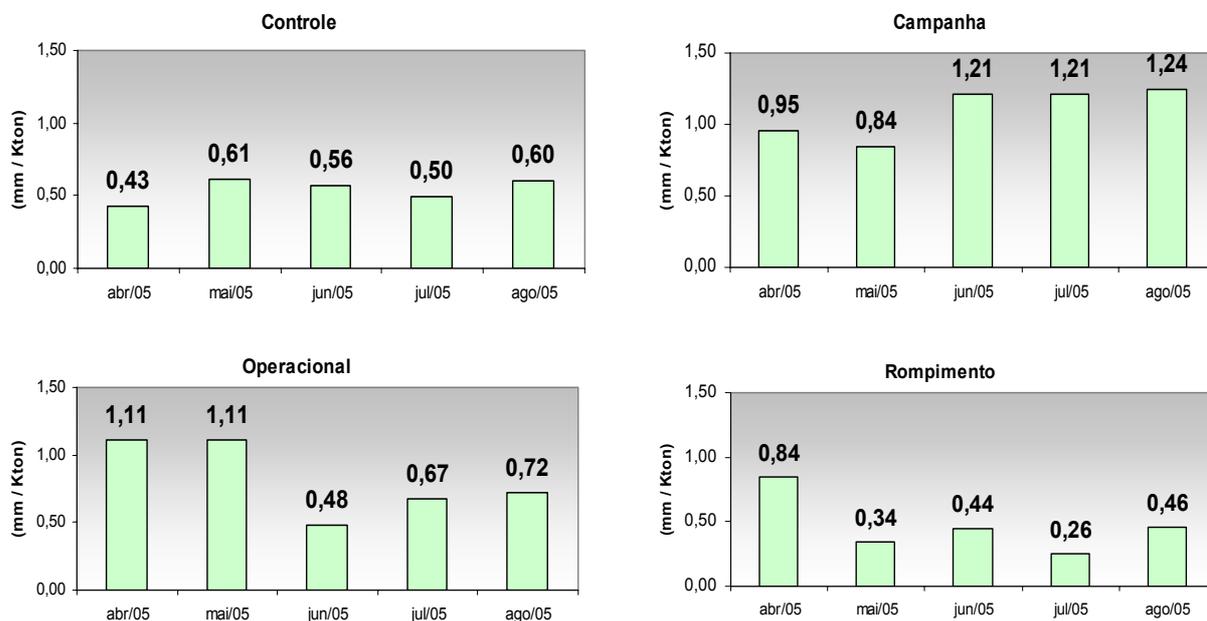


Figura 5. Evolução Mensal do Consumo por Classe

2.5 Consumo de Cilindro de Trabalho por Cadeira

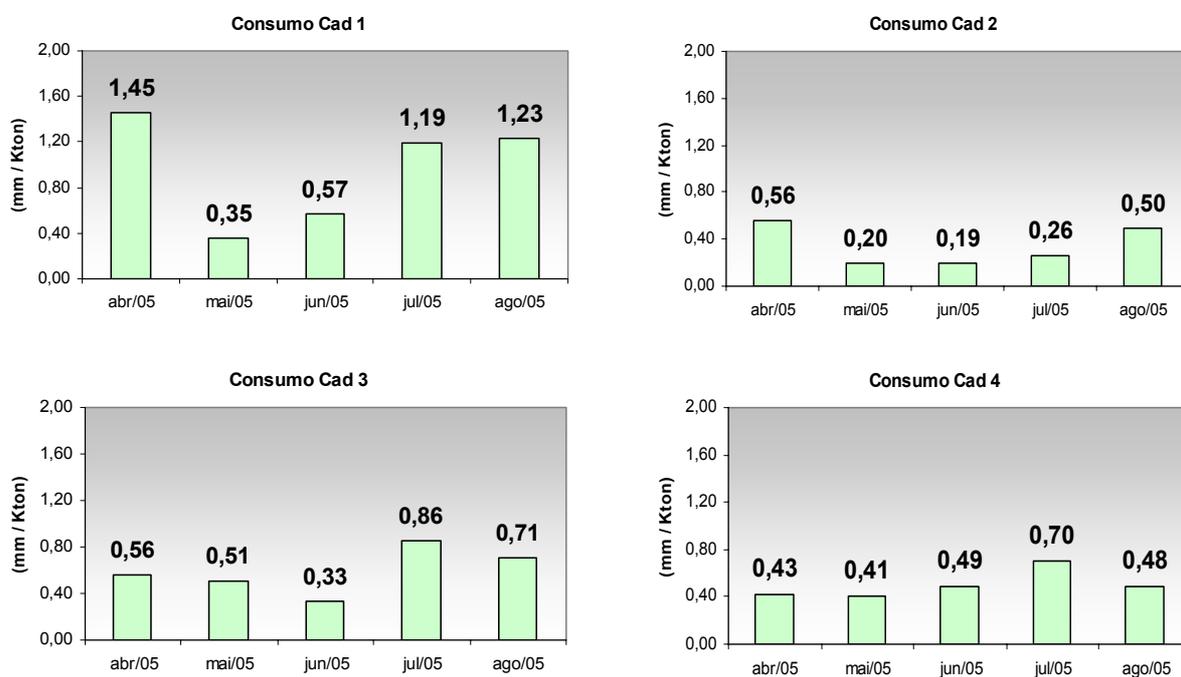


Figura 6. Consumo de Cilindro de Trabalho por Cadeira

Considerações:

A evolução mensal dos consumos por classe mostrou uma grande possibilidade de ganho, indicando necessidade de ações que contemplassem principalmente a

redução do consumo de cilindros substituídos por problemas operacionais e aos relacionados com a campanha dos cilindros:

- Melhoria e treinamento das práticas operacionais.
- Ajustes nas especificações dos cilindros, no processo de laminação e nas campanhas de produção com o objetivo de aumentar o aproveitamento dos cilindros.
- Otimização das malhas de controle e do modelo matemático com o objetivo de eliminar as interferências negativas no processo.
- Tomadas de ação para redução do índice de rompimento da tira no laminador.
- A cadeira nº1 mostrava um consumo elevado e uma das principais causas analisadas referia-se a ondulados (descentralização da tira) durante a laminação com cilindros frios.

3 PLANO DE AÇÃO

3.1 Classe Campanha

Com o objetivo de aumentarmos o rendimento através de melhor aproveitamento dos cilindros foram implementadas as seguintes ações:

3.1.1 – Redução das ocorrências de trincas superficiais precoces e lascamento de cilindros de trabalho:

Estudos e experimentos determinaram a opção por cilindros com teor de liga menos dútil:

Tabela 1. Composição química – cilindro de trabalho

Análise química	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	P	S		Dureza (HSc)
Atual	0,71	0,10	0,10	3,30	-	0,23	-	0,04	-	-	Mín.	85/100
	0,94	0,45	0,40	3,70	0,25	0,53	0,15	0,11	0,02	0,015	Máx.	
Anterior	0,80	0,20	0,20	4,50	-	0,35	-	0,04	-	-	Mín.	90/100
	1,00	0,50	0,56	6,00	0,35	0,65	0,20	0,15	0,025	0,020	Máx.	

3.1.2 – Adequação da curva CVC de coroamento dos cilindros de trabalho e introdução de coroamento CVC nos cilindros de encosto para possibilitar maior recurso de correção de planicidade e conseqüente possibilidade de aumento de campanha dos cilindros

CURVA CVC - CILINDRO TOPO

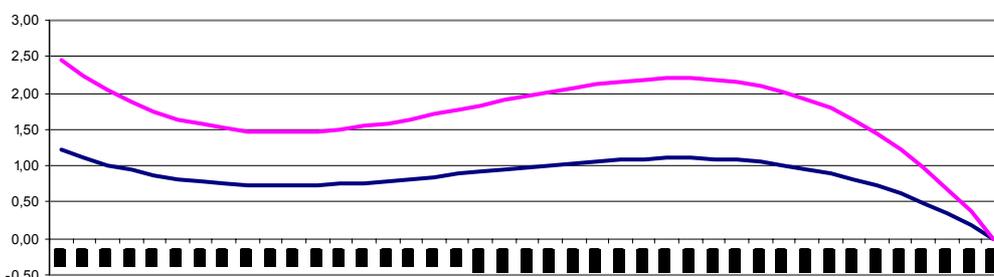


Figura 7. Curva CVC (Cilindro Topo)

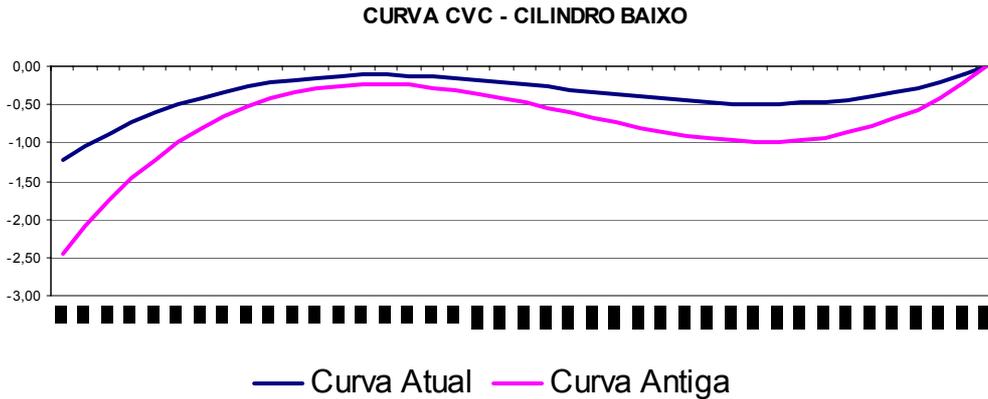


Figura 8. Curva CVC (Cilindro Baixo)

3.1.3 Adequação da rugosidade dos cilindros de trabalho e encosto.

Tabela 2. Valores de rugosidade dos cilindros de trabalho e encosto

Cadeira	Trabalho ($\mu\text{m Ra}$)		Encosto ($\mu\text{m Ra}$)	
	Anterior	Atual	Anterior	Atual
1	0,80 a 1,00	0,60 a 0,80	0,80 a 1,00	0,40 a 0,60
2	0,60 a 0,80	0,40 a 0,60		
3	0,60 a 0,80	0,40 a 0,60		
4	GAL - 2,30 a 2,50 BF - 3,80 a 4,20	GAL - 2,40 a 2,60 BF - 4,20 a 4,60		

3.1.4 – Adequação do óleo de laminação e dos parâmetros das variáveis do Sistema de refrigeração de cilindros foi necessário para possibilitar o aumento das campanhas dos cilindros.

3.1.5 – Evolução do consumo – classe campanha

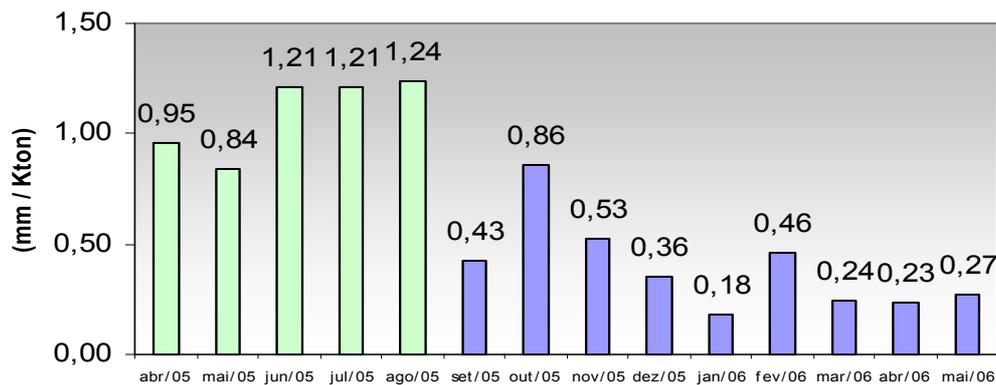


Figura 9. Evolução do Consumo

3.2 Classe Operacional

As estratificações mostraram a necessidade de uniformização das equipes através de treinamentos de reciclagem, redistribuição de forças e estratégia de substituições nos postos de operação.

Novos procedimentos operacionais se fizeram necessários como:

- 3.2.1 - Implantação de procedimento para início de laminação com cilindros frios onde o sistema impõe velocidades iniciais menores e crescentes proporcionais ao aquecimento dos cilindros.
- 3.2.2 - Taxas de aceleração definidas pela malha controle.
- 3.2.3 - Determinação de novos percentuais de atuação das variáveis de processo disponíveis para atuação manual do operador.
- 3.2.4 - Implantação de rotina de limpeza e lavagem do laminador objetivando a redução de troca de cilindros por marca de sujeira (Verruga, lentilha, etc.).
- 3.2.5 - Desenvolvimento de novas práticas operacionais no Centro de Retificação de cilindros.
- 3.2.6 - Treinamento, ferramentas (rebolos), e novas práticas de operação foram introduzidos para reduzir o índice de retrabalho durante o processo de retificação, cromação e texturização dos cilindros.
- 3.2.7 - Definição de nova estratégia de desbaste em função do motivo da retificação dos cilindros

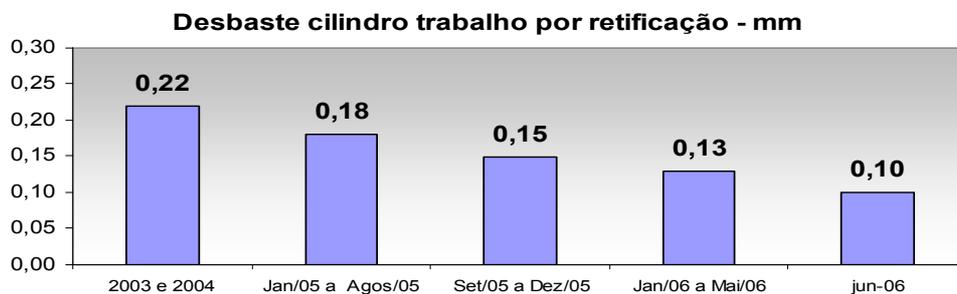


Figura 10. Desbaste por retificação

3.2.8 – Evolução do consumo – classe operacional

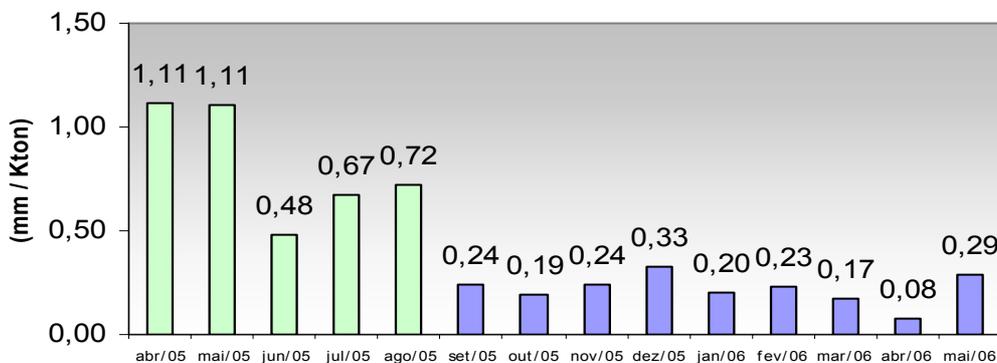


Figura 11. Evolução do consumo

3.3 Classe Rompimento

A necessidade de redução do consumo por substituição de cilindros provocado por rompimento da chapa no laminador, determinou a formação de um grupo de trabalho dedicado para desenvolver ações como:

- determinação de parâmetros de qualidade de recebimento e controle da matéria prima (BQ).
- avaliação de toda ocorrência de rompimento com determinação das causas através de minuciosa análise de processo e de análises físico-químicas.
- Eliminação de falhas elétricas repetitivas causadoras de rompimentos.

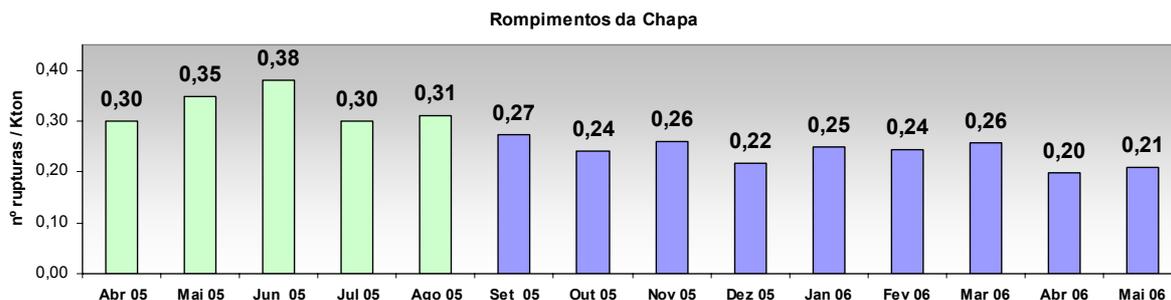


Figura 12. Índice de rompimento da chapa

3.3.1 – Evolução do consumo – classe rompimento

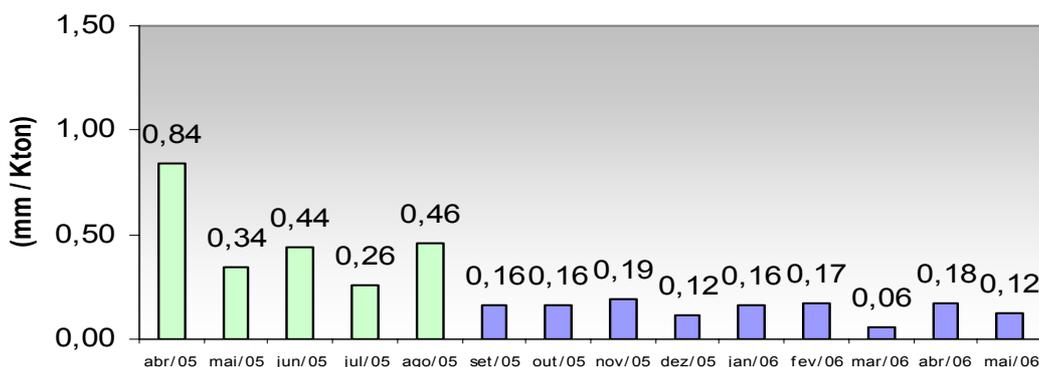


Figura 13. Evolução do consumo

3.4 Classe Controle

O índice de consumo originado por falhas da malha de controle e do modelamento matemático do laminador determinou a otimização do processo de laminação:

3.4.1 – Aperfeiçoamento do modelo matemático com adequação da distribuição de redução, força e tensão para cada tipo de aço laminado.

3.4.2 – Definição de novos valores de laminação com força imposta na cadeira nº. 4.

3.4.2 – Desenvolvimento de controle automático para alívio de força das cadeiras nas paradas do laminador, objetivando a redução da marca transversal e a conseqüente danificação dos cilindros na partida.

3.4.3 – Definição e implantação de novas taxas de aceleração.

3.4.4 – Definição e implantação de novos cones de velocidade do laminador.

3.4.5 – Evolução do consumo – classe controle

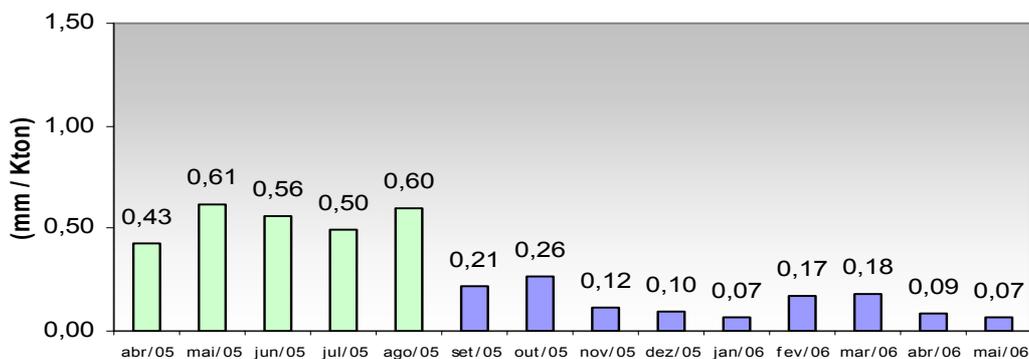


Figura 14. Evolução do consumo

4 RESULTADOS

Os gráficos abaixo mostram a evolução do consumo de cilindro de trabalho no período de abril de 2005 a maio de 2006.

4.1 – Evolução do consumo de cilindros de trabalho por cadeira:

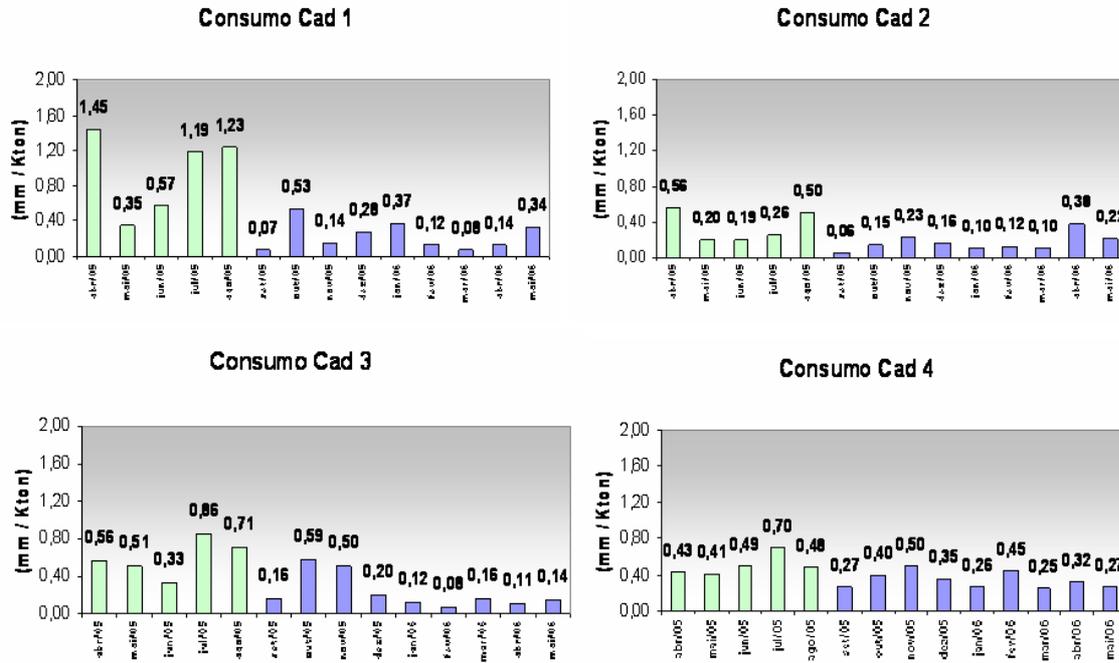


Figura 15. Evolução do consumo por cadeira

4.2 Evolução do consumo geral de cilindros de trabalho:

Consumo de cilindro de trabalho – período abril/05 a maio/06

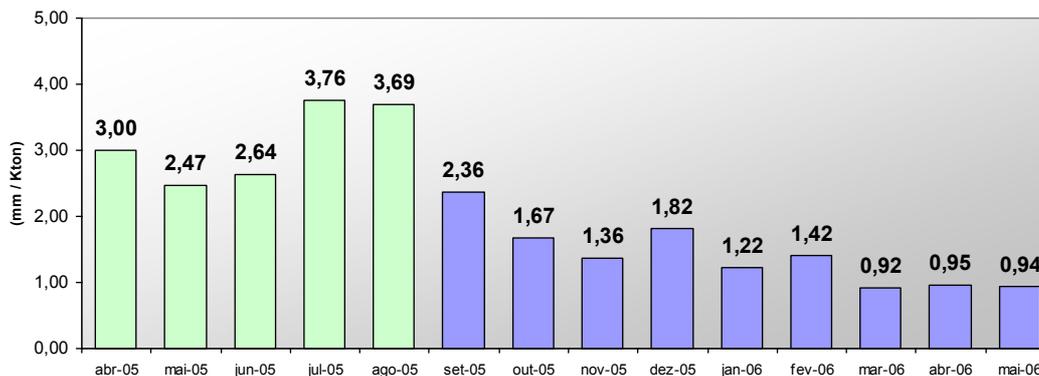


Figura 16. Evolução do consumo - Total

5 CONCLUSÃO

A formação de um grupo de trabalho, onde a participação dos envolvidos com o negócio, através da aplicação de métodos eficazes de solução de problemas, possibilitou o desencadeamento de ações corretivas e de desenvolvimento técnico, que além do crescimento da equipe, proporcionou uma significativa redução do consumo de cilindros de trabalho do Laminador a Frio da Vega do Sul da ordem de setenta por cento.