

INFLUÊNCIAS DA LUBRIFICAÇÃO DE CILINDROS NO LTQ DA COSIPA¹

Pedro Segundo da Silva Vallim²
Nelson Yasuo Yamanaka³
José Herbert Dolabela da Silveira⁴
Maurício Patrocínio Júnior⁵
Frederico de Castro Mourão⁶
Marcelo Gallagi Tavares⁷

RESUMO

A adoção da lubrificação de cilindros na laminação de tiras a quente tem sido uma opção escolhida por muitos laminadores em todo o mundo como contribuição para minimização de custos e otimização de processo. A aplicação da mistura lubrificante de água e óleo de laminação pode ser realizada através de variadas configurações de equipamento e princípios de processo, sempre visando a redução do atrito entre cilindro e tira laminada na sua zona de contato. Comumente, a referida mistura lubrificante tem sido diretamente aplicada na superfície dos cilindros de trabalho, ou de forma indireta na mesa dos cilindros de encosto, ou ainda em ambos os cilindros de trabalho e encosto simultaneamente. O presente texto aborda uma breve e básica revisão conceitual do fenômeno do atrito de laminação na zona de contato cilindro x tira, uma descrição sucinta do atual Sistema de Lubrificação de Cilindros (SLC) do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) da COSIPA e uma avaliação das principais influências obtidas com o uso da mencionada lubrificação, especialmente nos aspectos da redução da força de laminação, do consumo de energia e do desgaste de cilindros.

Palavras-Chave: Laminação de Tiras a Quente, Lubrificação de Cilindros de Tiras a Quente, Força de Laminação, Desgaste de Cilindros, Carepa de Cilindros, Banding.

¹ Trabalho a ser apresentado ao 41º Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos, Joinville (SC), 26 a 28 de Outubro de 2004.

² Membro da ABM. Engenheiro Mecânico, CQE., Analista de Processos da Gerência de Suporte Técnico da Laminação a Quente, Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: pedrovallin@cosipa.com.br

³ Engenheiro Elétrico, MBA, Analista de Manutenção da Gerência de Suporte Técnico da Laminação a Quente, Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: yamanaka@cosipa.com.br

⁴ Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, M. Eng., Gerente do Suporte Técnico da Laminação a Quente, Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: herbert@cosipa.com.br

⁵ Membro da ABM, Técnico de Siderurgia, Assistente de Operação da Gerência de Laminação de Tiras a Quente, Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, Cubatão SP.

⁶ Membro da ABM. Engenheiro Metalurgista, Gerente de Produto, Quaker Chemical. E-Mail: fredmourao@uol.com.br

⁷ Membro da ABM. Engenheiro Mecânico, Gerente Técnico, Quaker Chemical. E-Mail: mgtavares@quakerchem.com

- Introdução

A adoção da lubrificação de cilindros na laminação de tiras a quente tem sido uma opção escolhida por muitos laminadores em todo o mundo como contribuição para minimização de custos e otimização de processo.

Na Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, Sistemas de Lubrificação de Cilindros têm sido usados desde meados da década de 70, de forma mais ou menos contínua, com algumas interrupções.

Inicialmente foi adotada a aplicação indireta de mistura de óleo aplicada na superfície (mesa) dos cilindros de encosto. Já na década de 80 e início dos anos 90, passou-se a praticar a lubrificação dos cilindros de trabalho, primeiro utilizando-se o circuito de água de refrigeração, e posteriormente utilizando-se aplicação individualizada e independente da mistura lubrificante.

A partir daí, apesar de em certo período terem estado disponíveis 2 sistemas, de aplicação individualizada nos cilindros de trabalho e cilindros de encostos, duas características permaneceram: (1) fornecimento de óleo e equipamento de aplicação terceirizados; (2) não utilização simultânea dos sistemas para cilindros de trabalho e cilindros de encosto, que eram inclusive de diferentes fornecedores.

Em cada uma dessas fases as características operacionais e o estágio tecnológico do LTQ e dos sistemas de aplicação dos óleos lubrificantes, forneceram a base para a implantação de um ou outro sistema/produto. Diretrizes operacionais com foco no negócio principal da fabricação de bobinas a quente, bem como atualizações técnicas no LTQ, como por exemplo a implantação da troca rápida de cilindros, influíram para forçar além da terceirização do fornecimento dos sistemas de óleos de laminação, também uma maior concorrência entre os fornecedores. Isso resultou em melhoria da performance e sofisticação dos equipamentos de aplicação e respectivos lubrificantes.

O atual sistema em uso contempla a aplicação simultânea da mistura lubrificante nos cilindros de trabalho e encosto do LTQ, visando o objetivo básico da redução do atrito entre cilindro e tira laminada na sua zona de contato.

Nesse texto, são abordadas uma revisão de conceitos básicos sobre atrito na laminação a quente, uma descrição do atual Sistema de Lubrificação de Cilindros (SLC) do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) da COSIPA e mostradas também algumas influências dessa lubrificação no processo de laminação de tiras a quente.

- Revisão de conceitos sobre atrito na laminação a quente

Para o entendimento básico do fenômeno do atrito e sua importância na laminação de tiras a quente uma abordagem pode ser feita considerando-se os textos clássicos de laminação [1][2].

Inicialmente deve-se considerar que sem a presença de suficiente atrito não ocorreria a mordida da tira pelos cilindros de trabalho.

Na figura 1, são mostradas a geometria e as forças envolvidas no instante da captura da tira pelos cilindros de trabalho, considerando-se a presença do atrito coulombiano, no qual a força de atrito é proporcional à força normal atuante entre as partes em contato, ou $F_{at} = \mu \cdot N$, sendo μ o coeficiente de atrito.

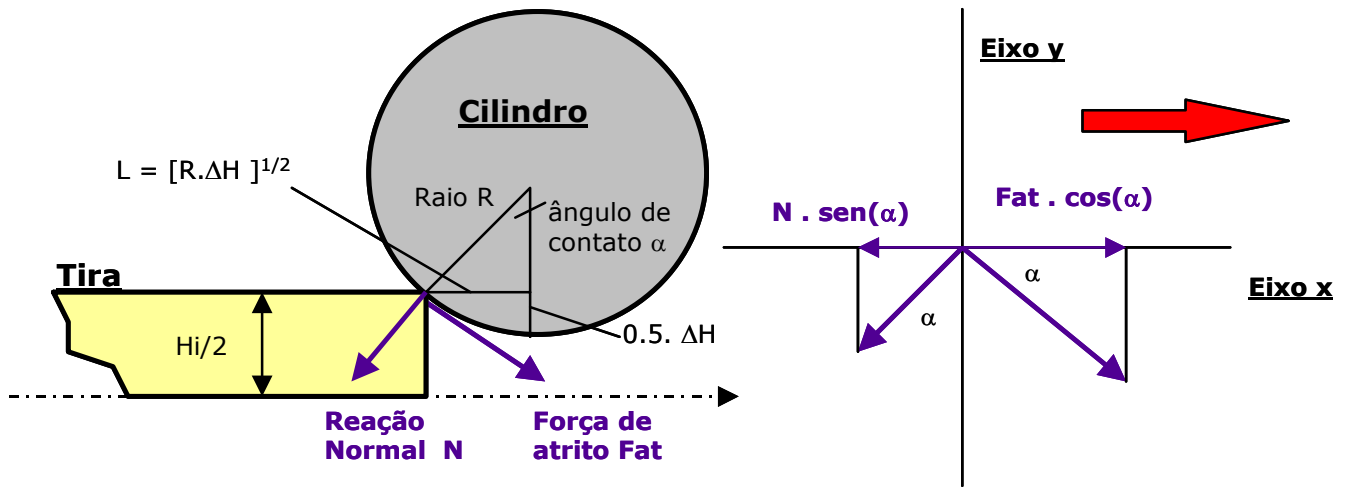


Figura 1 – Instante da mordida da tira pelo cilindro, onde $\Delta H = H_i - H_f$ é a redução absoluta, ou diferença entre espessuras de entrada e saída da cadeia. Demais parâmetros estão definidos na própria figura.

Assim, para que haja o movimento do material no sentido de ser capturado e encaminhado para a zona contato cilindro x tira, a resultante das forças na direção x deve ser positiva, ou :

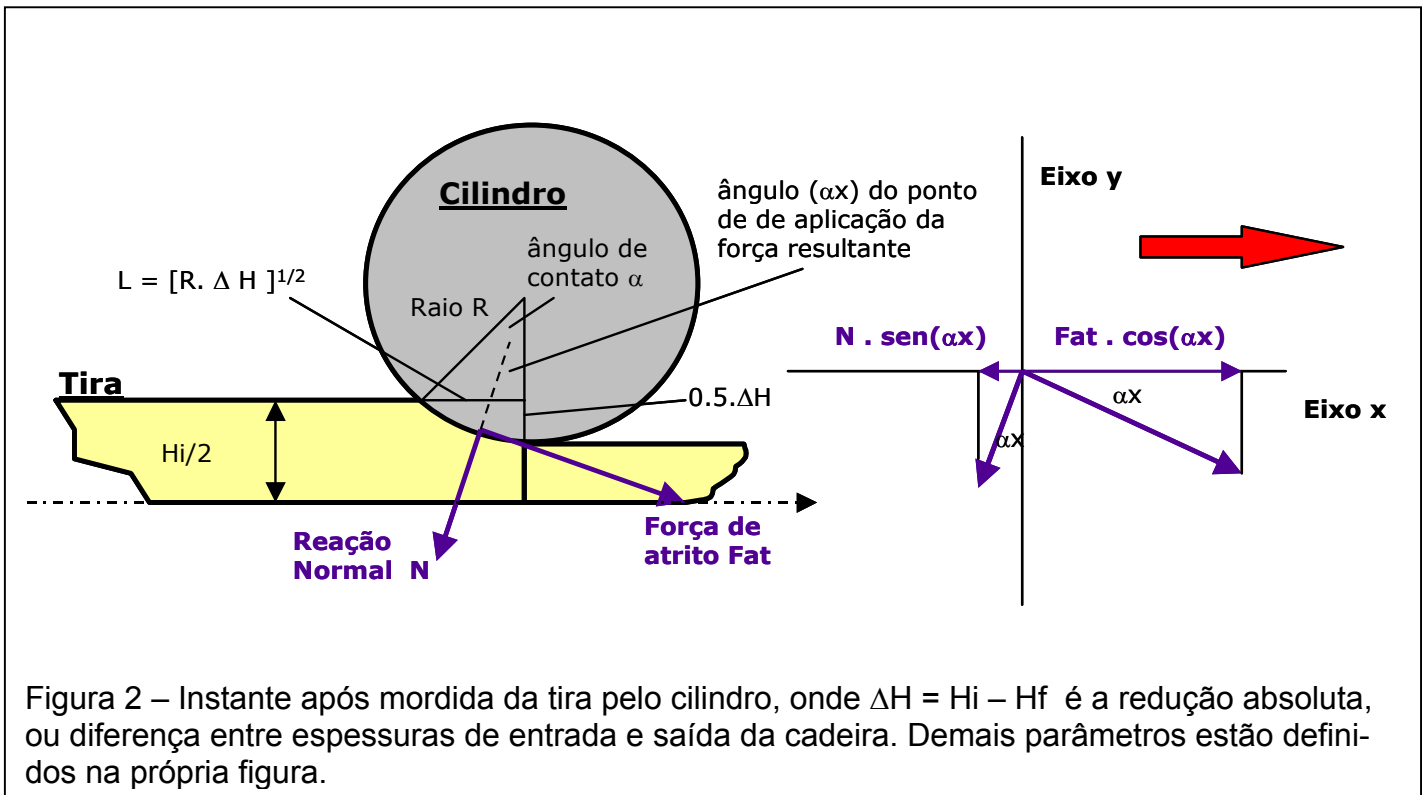
$$F_{at} \cdot \cos(\alpha) - N \cdot \sin(\alpha) > 0$$

Isso significa que : $F_{at}/N = \mu > \text{Tg}(\alpha)$.

Como $\sin(\alpha) = L/R = \sqrt{R \cdot \Delta H}/R = \sqrt{\Delta H/R} \cong \text{Tg}(\alpha)$, para α , ângulo de contato “pequeno” e expresso em radianos, temos que a condição aproximada para que haja a mordida inicial da tira é $\sqrt{\Delta H/R} < \mu$, ou ainda: $\Delta H < R \cdot \mu^2$

Ou seja, o risco de não ocorrer a mordida, ou de haver “patinação” da tira aumenta com : (1) “Alta” redução (ΔH) ; (2) Raio (R) do cilindro “pequeno”; (3) “Baixo” coeficiente de atrito (μ) [1][2].

A figura 2, é análoga, porém correspondendo a um instante após já ter ocorrido a mordida do material.



Permanece a condição para que haja o movimento de arraste do material no sentido de laminação, ou seja, a resultante das forças na direção x deve ser positiva:

$$Fat \cdot \cos(\alpha) - N \cdot \sin(\alpha) > 0$$

$$\text{Ou } \frac{Fat}{N} = \mu > \text{Tg}(\alpha)$$

Sendo $K > 1$, como

$$\sin(\alpha_x) = \frac{(L/K)}{R} = \frac{\sqrt{(R \cdot \Delta H)}}{(R \cdot K)} = \sqrt{\frac{\Delta H}{R}} \cdot \left(\frac{1}{K}\right) \cong \frac{\text{Tg}(\alpha)}{K}$$

Porém sendo atendida a condição de mordida com $\mu > \text{Tg}(\alpha)$, certamente o será a condição $\mu > \frac{\text{Tg}(\alpha)}{K}$, isso significando que uma vez ocorrida a mordida da tira o coeficiente de atrito pode ser inferior àquele necessário para tal mordida, ocorrendo ainda o arraste da tira, para uma condição de redução aproximadamente constante [1][2].

Considerando a lubrificação de cilindros, é então conveniente que ela ocorra sempre após a mordida da tira, que é a condição mais crítica. Uma vez ocorrido tal fato, o coeficiente de atrito pode ser bastante reduzido, sem que o material deixe de ser arrastada. Essa é uma condição fundamental da estabilidade da laminação com lubrificação.

Entretanto, deve ser respondida a pergunta sobre qual seria a vantagem da lubrificação da zona de contato cilindro x tira, após a mordida da mesma.

De uma forma mais resumida, e novamente utilizando uma abordagem conceitual clássica [1][2][3], para responder a tal questão deve-se observar como o atrito influencia a distribuição de pressão de laminação. O atrito existe entre o cilindro e a tira laminada a quente, devido ao movimento relativo existente entre o cilindro e a chapa, fora do ponto ou região neutra da zona de contato na qual a velocidade periférica dos cilindros se iguala à velocidade do material laminado. Assim fora da região neutra ocorre o deslizamento entre cilindro e tira, na zona de contato.

A Figura 3 mostra a distribuição da pressão de laminação no contato cilindro x tira, indicando a contribuição do atrito. As referências [1][2][3] detalham as hipóteses e requisitos para a determinação desse tipo de distribuição. Quanto maior o coeficiente de atrito (μ), maior a pressão máxima e a área sob a curva de pressão, em correspondência a um aumento da área da colina de atrito. Ou seja, maior a força de laminação, pois área do diagrama é a força de laminação por unidade de largura da tira.

Assim, uma diminuição do coeficiente de atrito, por exemplo pela lubrificação de cilindros, resulta na diminuição da força necessária para laminar a tira. Por sua vez o consumo de energia e o desgaste de cilindros dependem, entre outros fatores, bastante da força de laminação.

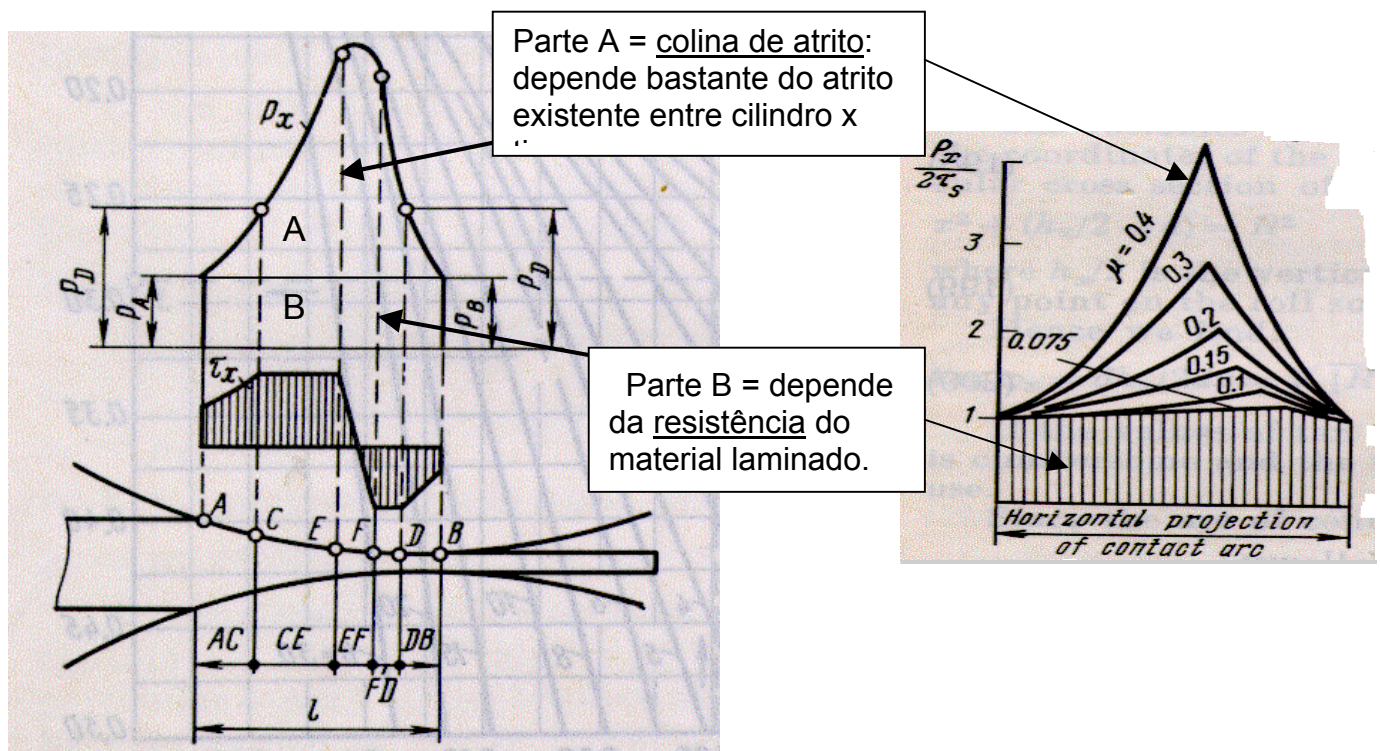


Figura 3 - Diagrama da pressão (p_x) de laminação e tensão de cisalhamento de atrito (τ_x) ao longo do comprimento de contato (L). A área sob a curva de pressão = força de laminação / largura da tira. No gráfico menor é mostrada a influência do coeficiente de atrito [1][2].

- Descrição do atual Sistema de Lubrificação de Cilindros (SLC) do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) da COSIPA

Na COSIPA, a responsabilidade da montagem, operação e manutenção do SLC, e fornecimento de óleo lubrificante é da empresa Quaker Chemical. As partes principais e o funcionamento do SLC são indicadas na figura 4, enquanto que na figura 5 são mostradas algumas fotos do sistema.

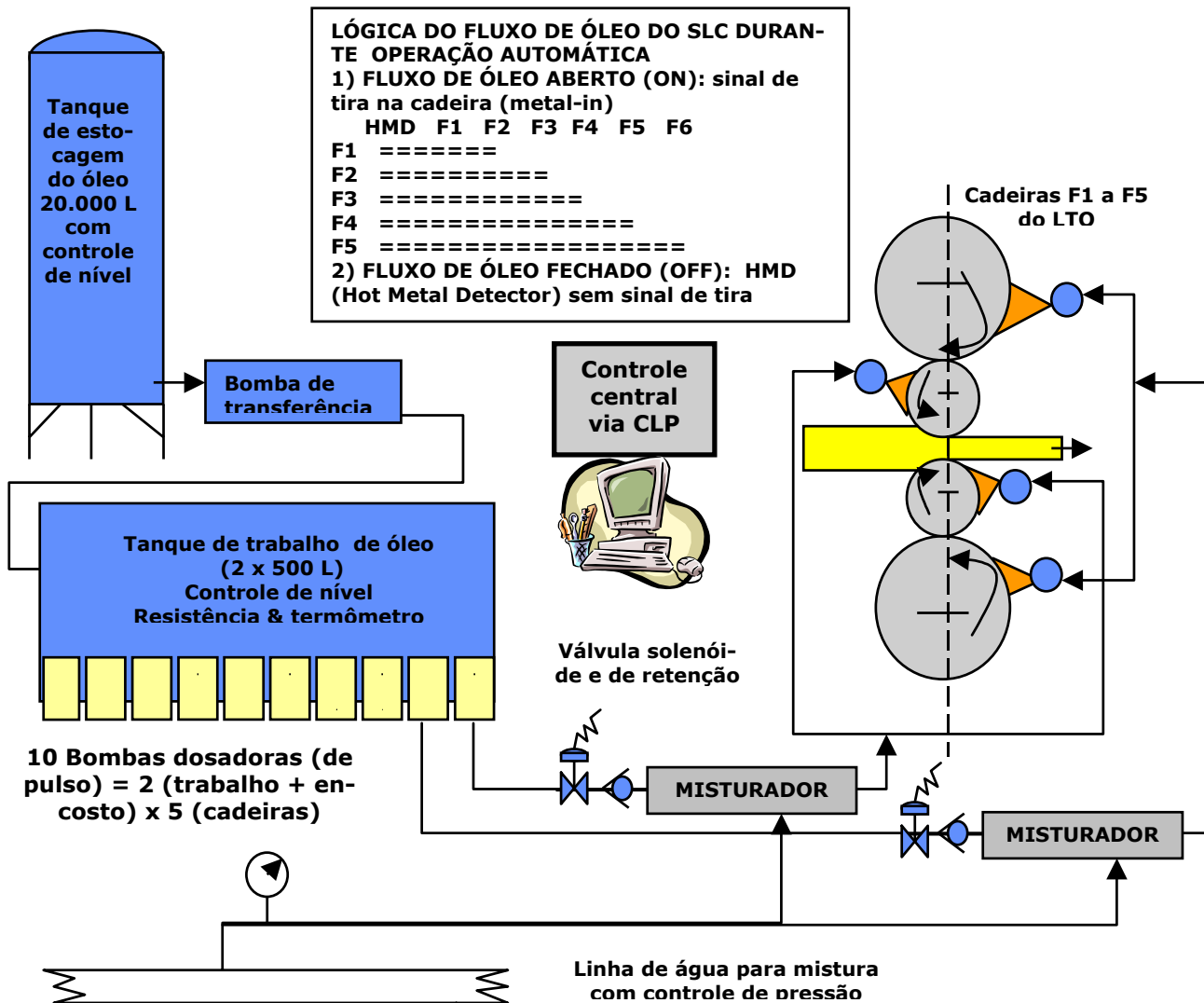


Figura 4 – Descrição esquemática do SLC para lubrificação simultânea de cilindros de trabalho e encosto das cadeiras F1 a F5 do LTQ da COSIPA.

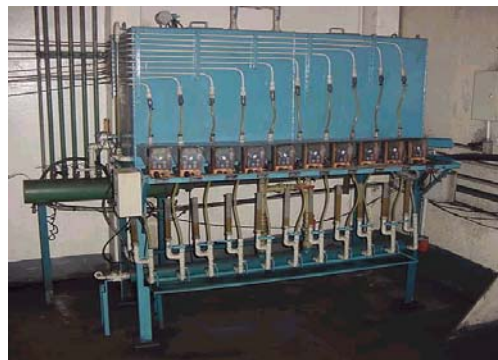
O óleo de laminação em utilizado é o QUAKEROL HB1036, com um consumo médio da ordem de 0,030 ~ 0.040 litros por tonelada de material laminado (L/ton), considerando a lubrificação dos cilindros de trabalho e encosto das cinco primeiras cadeiras do LTQ (F1 a F5).

A mistura lubrificante de água e óleo é aplicada através de coletores dotados de bicos de aspersão na superfície dos cilindros de trabalho e encosto, sempre após ter ocorrido a mordida da tira. O controle de tracking através do recebimento de sinais de metal-in/off do material garante que as pontas inicial e final da bobina não são lubrificadas.

A operação usual do SLC ocorre no modo automático, com um CLP (Controlador Lógico Programável) realizando o controle de abertura e fechamento das bombas e válvulas de fluxo de óleo, e as demais operações, como por exemplo a transferência de óleo do tanque de estocagem para o de trabalho. É possível também a operação em modo semi-automático sem o controle via CLP e em modo manual.



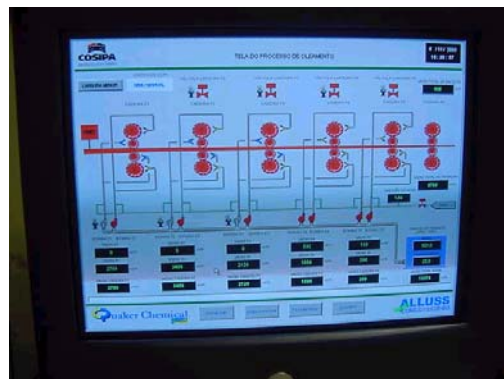
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5 – Fotos dos detalhes do SLC : (a) tanque de estocagem de 20.000 L; (b) tanques de trabalho e bombas dosadoras; (c) sala do CLP no púlpito do laminador; (d) uma das telas de monitoramento mostrando a lubrificação de uma tira.

Além de garantir confiabilidade operacional, a utilização do CLP permite o registro em tempo real das informações de processo, que são mostradas em telas e armazenadas em bancos de dados para análises de processo. Modos de operação, instantes de abertura e fechamento de válvulas solenóides, operação das bombas, consumo de lubrificante, níveis e temperaturas dos tanques, além uma lista completa de alarmes e eventos são alguns exemplos de itens monitorados e registrados.

Influência da lubrificação de cilindros na força de laminação:

Com a disponibilidade de dados industriais, foi possível uma comparação do valor da força média obtida com e sem a utilização de lubrificação em laminações “similares”, em períodos distintos, a partir dos dados armazenados no banco de dados de processo de nível-2 do sistema de automação do LTQ. Nesse caso uma vantagem desse tipo de análise é o da grande massa de dados. Por outro lado devem ser selecionadas laminações com condições de processo com alto grau de similaridade operacional para que seja evidenciada a influência da lubrificação, sem interferência significativa de outras variáveis. Além das dimensões finais da bobina a quente, espessura x largura x comprimento, algumas das outras condições de similaridade de processo foram: composição química através do steel grade e tipo de aço, espessura do material na entrada do LTQ, temperatura de entrada e comprimento de bobina. Em concordância com as considerações teóricas anteriores o resultado médio final foi o de uma variação de -6,4%, no sentido de redução da força média de laminação com o uso da lubrificação de cilindros, conforme mostrado na figura 6.

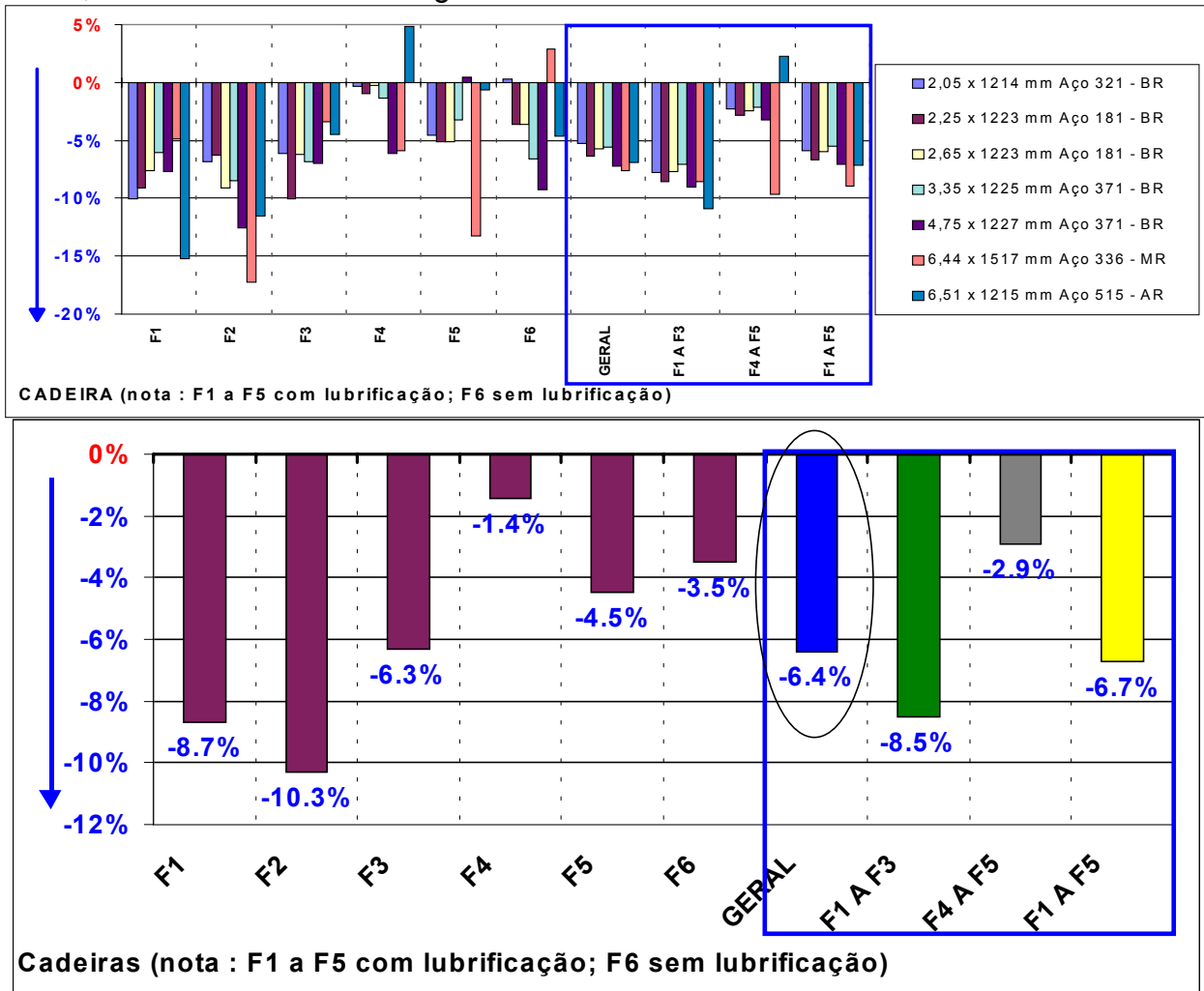


Figura 6 - Redução da Força Média de Laminação no LTQ com uso do SLC QUAKER por material amostrado . Período : SEM óleo = 01-Jan a 30-Abr-2003 (3077 bobinas); COM óleo = 20-Ago a 20-Out-2003 (0.025 a 0.030 L/Ton; 486 bobinas).

Uma outra forma de confirmar a redução de força é considerar o seu comportamento ao longo do comprimento da tira laminada, numa seqüência de laminação homogênea. Assim, foram obtidos dados considerando-se as seguintes condições para garantia de similaridade de processamento dos lotes de tiras lubrificadas e não lubrificadas:

Dimensões 2,05 x 1010 mm
 Aço 171, Baixa Resistência, steel grade 62
 Temperatura de entrada similares (1040 oC)
 Mesma espessura de esboço = 30 mm

Comprimento de tira similar = 601 a 606 m
 Mesma escala de reduções
 Mesma velocidade inicial e acelerações
 Mesmo forno de reaquecimento

A figura 7 mostra alguns dos dados reais de força e corrente dos motores ao longo do comprimento da tira laminada, na cadeira F2 do LTQ, fornos 1 e 2.

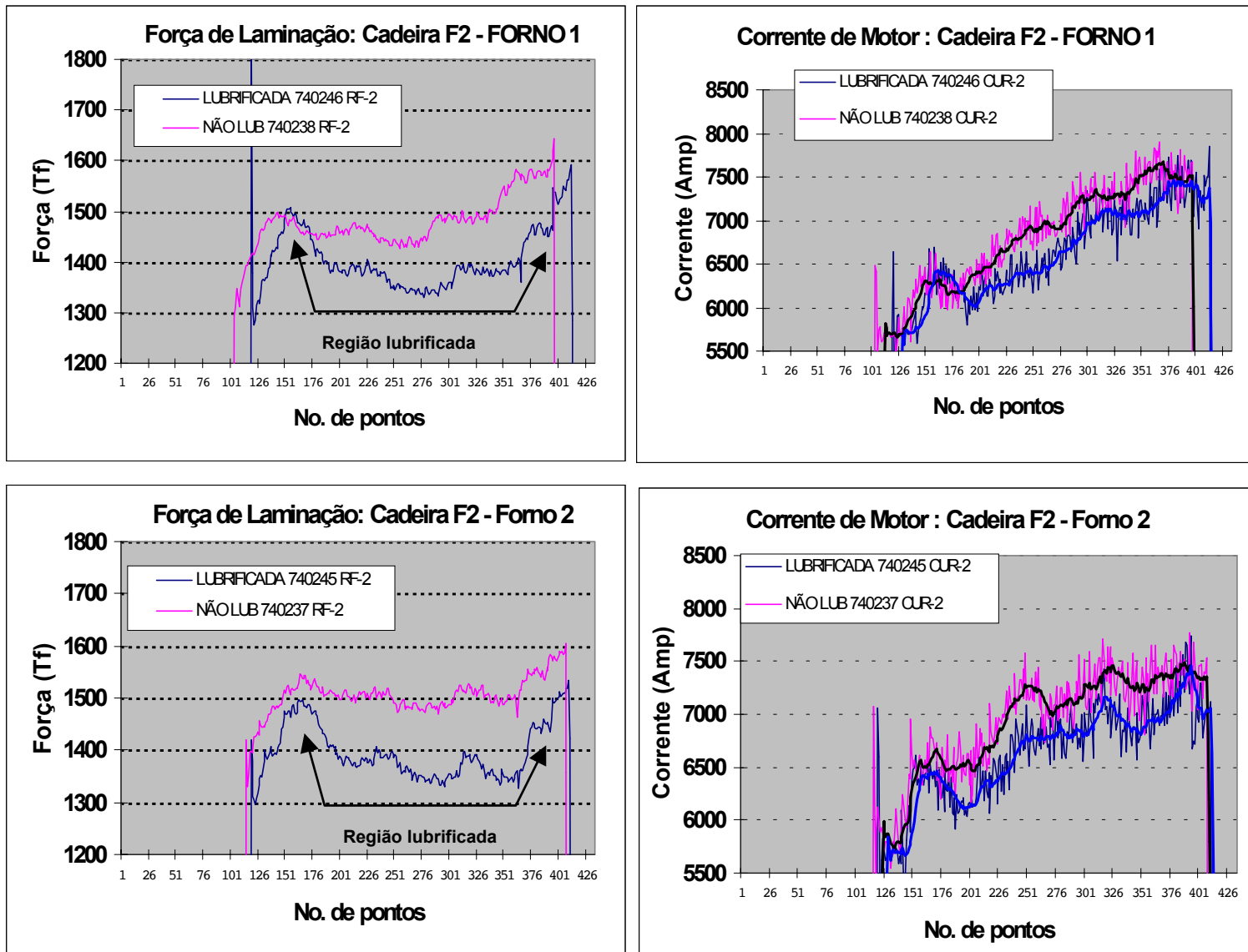


Figura 7 - Exemplo de redução de força e corrente ao longo comprimento da tira com uso de Lubrificação. Material: 2,05 x 1010 mm x 604 m – aço 171 BR; cadeira F2 ; Fornos 1 e 2.

Comparando-se as curvas das tiras lubrificadas com as de tiras não lubrificadas novamente fica patente a redução de força na região lubrificada da tira, ou seja, exclu-

indo-se suas regiões de início e final de tira. Uma vez que a corrente dos motores é proporcional ao torque de laminação, com a redução da força aparece em consequência a diminuição da corrente requerida para laminar a tira. A energia gasta nos LTQ's é um item de alto consumo e custo, sendo pois bastante vantajoso o efeito de redução desse item.

Influência da lubrificação no desgaste dos cilindros de trabalho:

Outro resultado esperado, decorrente da redução de força, é uma redução do desgaste de cilindros do LTQ. Foi investigado então o desgaste de cilindros de trabalho, de muito maior frequência de trocas, se comparado com os de encosto.

Na figura 8, para os cilindros de trabalho, é mostrada a redução do desgaste expresso no aumento do rendimento de laminação, expresso pela quantidade de material laminado por milímetros diametrais retificados apenas por esse desgaste (t/mm), e a correspondente redução consumo específico, expressa pelo parâmetro de milímetros totais retificados por 1000 ton produzidas (mm /Kt).

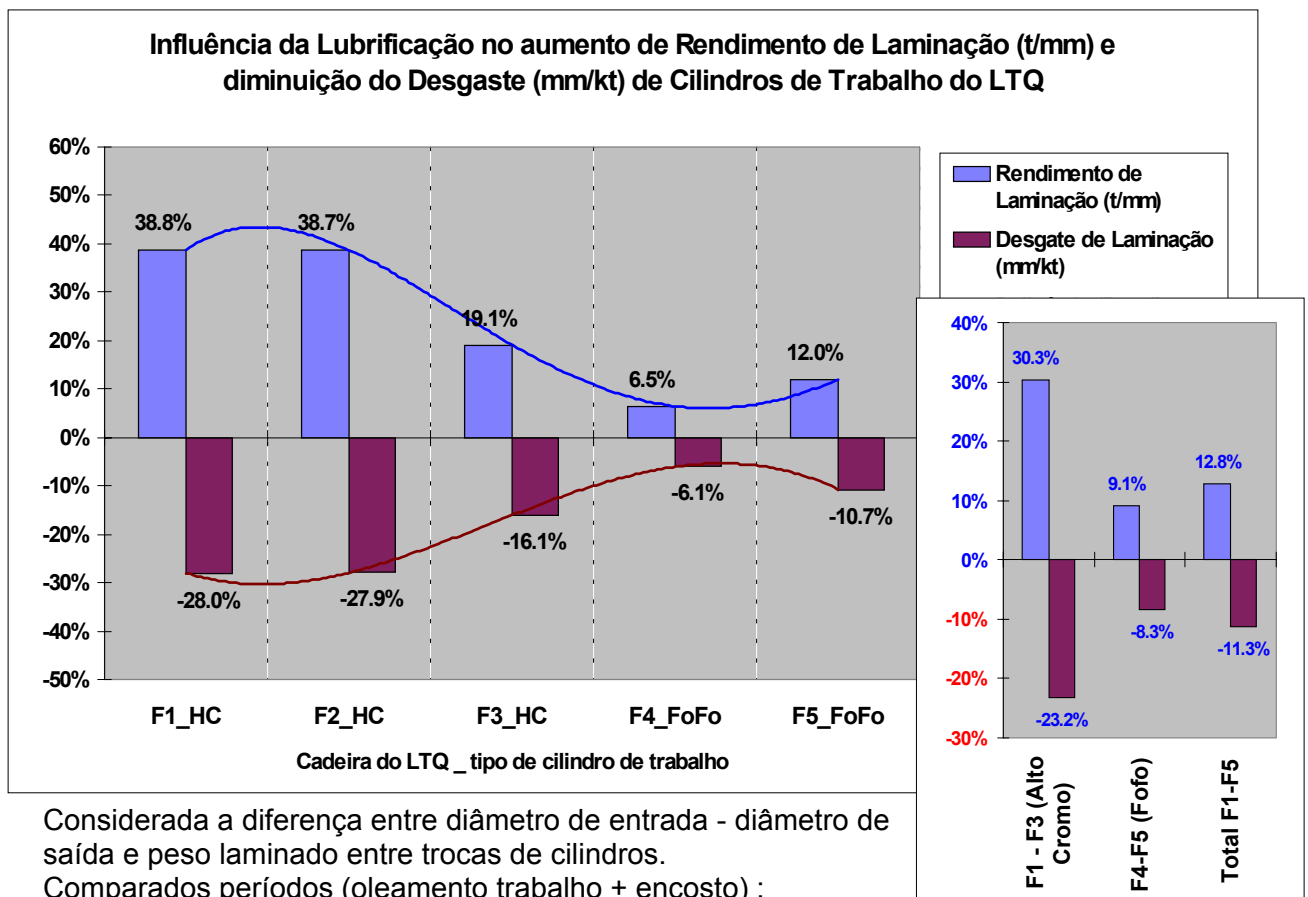


Figura 8 – Redução do desgaste de cilindros de trabalho do LTQ (t/mm e mm/kt)

Embora o consumo total de cilindros de trabalho dependa também de fatores outros além do desgaste de laminação, como por exemplo do índice de acidentes como sucatas e estiramentos de tira (pinch-tails), responsáveis por trincas (cracks), lascamentos (spalls) e incrustações de tira que causam o consumo anormal dos cilindros, quanto melhor for o controle e minimização desse tipo de eventos anormais, maior será a dependência do consumo de cilindros do desgaste normal de laminação.

Influência unificada da lubrificação de cilindros na redução de força de laminação e na redução do desgaste de cilindros:

Um dado interessante é considerar a influência da distribuição por cadeira do LTQ da taxa média de oleamento expressa em volume de óleo por unidade de comprimento de tira lubrificada na distribuição de redução de força de laminação e na de redução de desgaste de cilindros de trabalho.

Essa distribuição é obtida dividindo-se o parâmetro de cada cadeira pelo valor obtido na cadeira F1, considerando-se apenas as cadeiras lubrificadas, F1 a F5. Os parâmetros necessários para análise foram : velocidade (mpm), força de laminação (tf), vazões de óleo (L/min), taxa de oleamento por metro de tira (L/m), aumento do rendimento de laminação (%), redução da força (%). A figura 9 exibe a relação média entre essas distribuições:

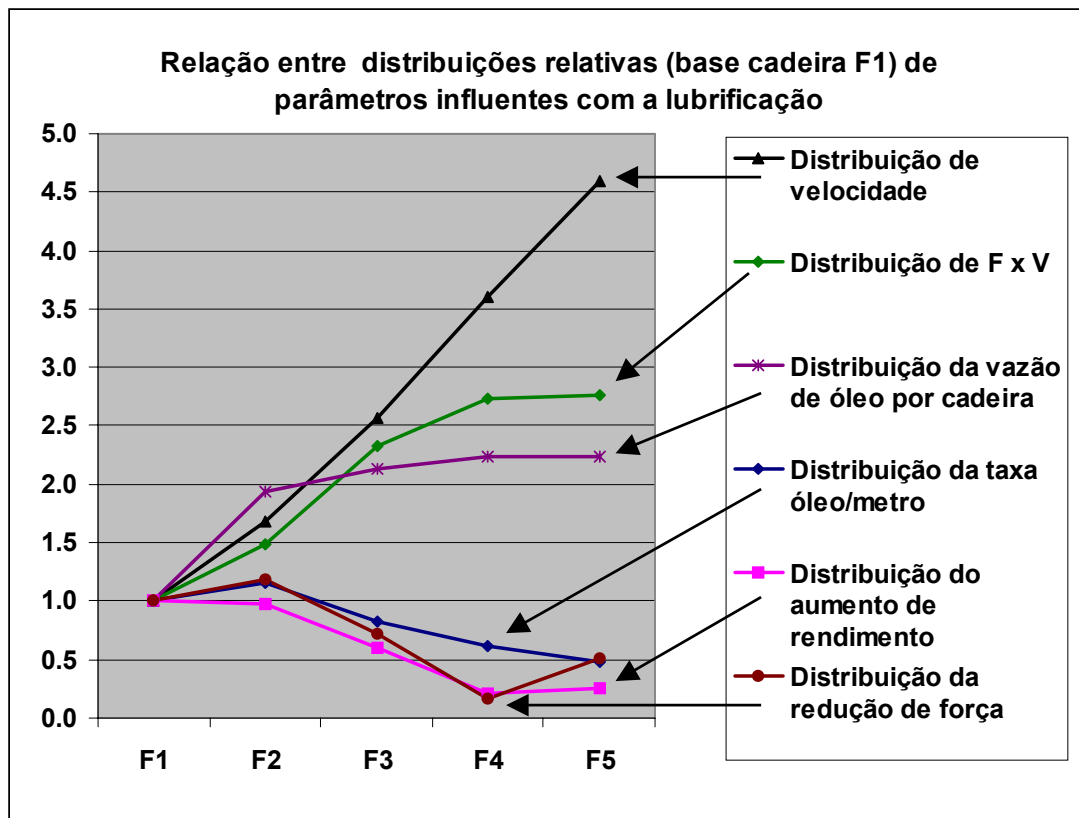


Figura 9 – Distribuição relativa de parâmetros de força, velocidade e lubrificação das cadeiras F1 a F5, com base na cadeira F1 (=1).

Apesar da vazão de óleo ser maior nas cadeiras posteriores à F1, nota-se que com o aumento da velocidade de laminação, ainda decresce a taxa de oleamento (volume de óleo por comprimento de tira). Isso é acompanhado pelo menor benefício advindo da lubrificação: menor redução relativa da força de laminação e menor aumento relativo do rendimento de cilindros.

Tal fato é mostrado também na Figura 10 a seguir, e indica a necessidade de se aumentar a vazão de óleo nas cadeiras de maior velocidade, com o objetivo de nivelar os ganhos de redução de força e aumento de rendimento com aqueles obtidos na cadeira F1, tomada como base.

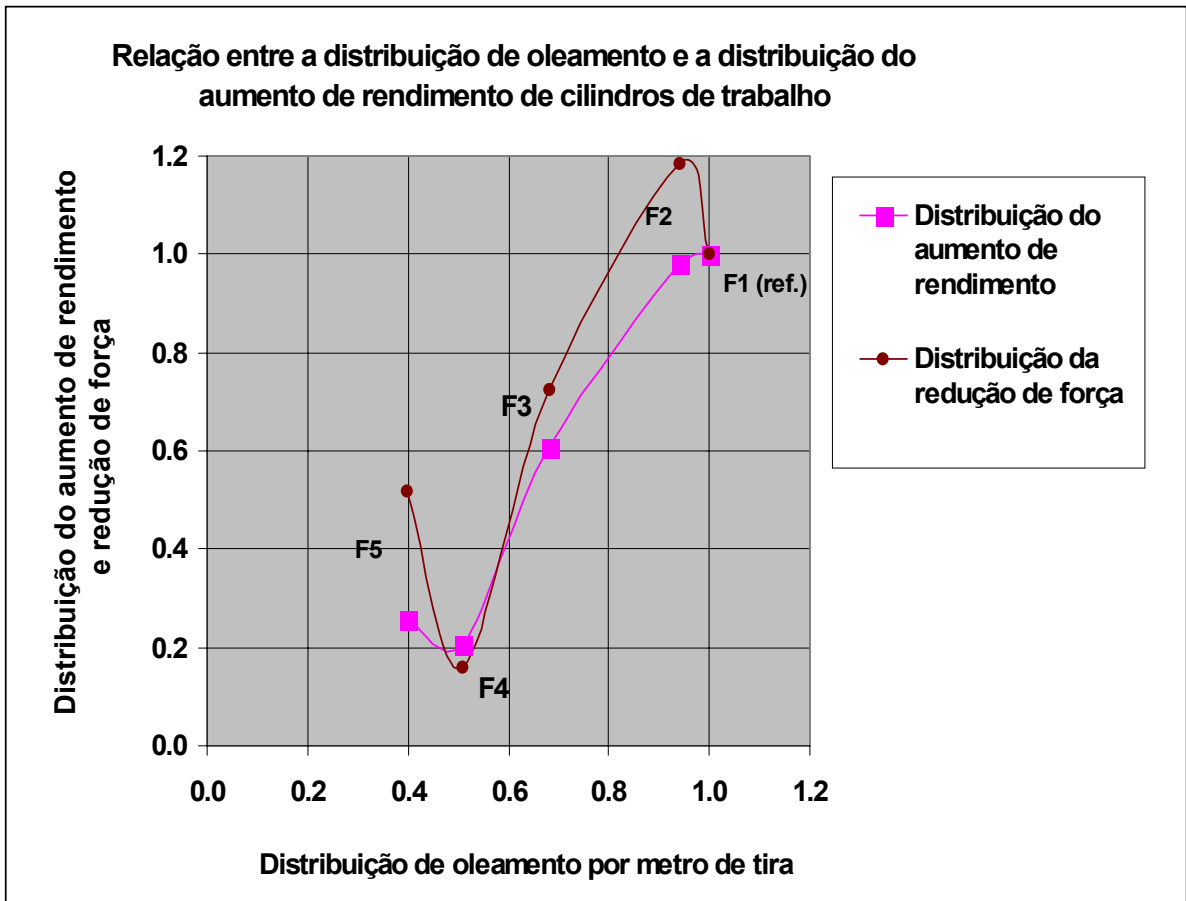


Figura 10 – Distribuição da redução de força e do aumento de rendimento de cilindros de trabalho em função da distribuição da taxa de oleamento nas cadeiras lubrificadas F1 a F5 (F1 = 1).

Fica dessa forma demonstrada a dependência da redução relativa de força de laminação e do aumento do rendimento de laminação dos cilindros com a taxa de óleo lubrificante por unidade de comprimento da tira laminada.

Evolução da ocorrência de Carepa Incrustada de Cilindros

Carepa incrustada de Cilindros (CIC = rolled in scale) é um defeito superficial da tira laminada a quente, caracterizada pela presença de pequenos e esparsos pontos escuros de óxido de ferro incrustado na superfície do material laminado.

A degradação superficial dos cilindros de trabalho do LTQ ocorre em função da quantidade de material laminado, e contribui de forma decisiva no aparecimento da CIC.

Uma das formas de minimizar a CIC é impedir ou retardar o desgaste dos cilindros de trabalho, que na sua forma extrema resulta numa superfície áspera e rugosa conhecida como banding. A lubrificação de cilindros é um fator, entre vários, que também contribui para retardar esse processo, melhorando a qualidade superficial da tira laminada através da redução do índice de ocorrência desse tipo de carepa. A Figura 11 a seguir traça um paralelo entre o atual SLC utilizado na COSIPA e os índices decrescentes de CIC, nos últimos anos.

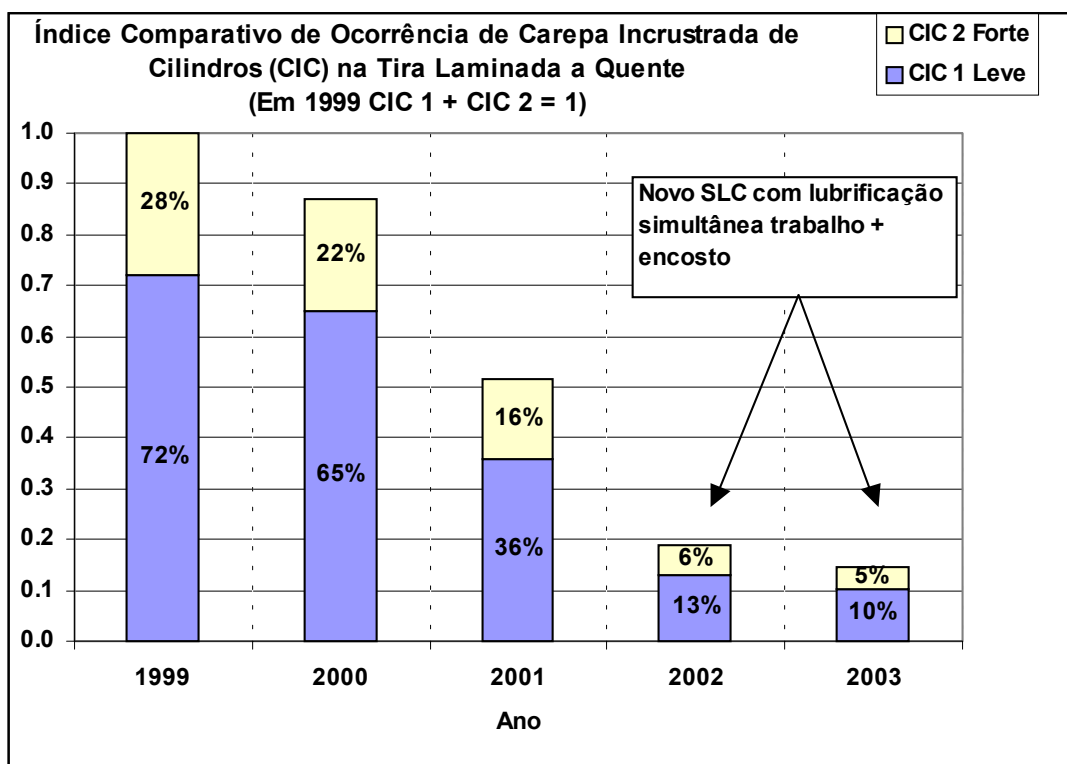


Figura 11 – Índice comparativo dos resultados de Carepa incrustada de Cilindros (CIC = Rolled In Scale) de intensidades leve (CIC 1) e forte (CIC 2). Base CIC 1 + CIC 2 no ano 1999 = 1 tomado como base.

Nota-se uma redução de 86% e 82% nas ocorrências de CIC1 (leve) e CIC2 (forte) respectivamente desde 1999. Após a adoção do novo SCL com aplicação simultânea de lubrificação (cilindros de trabalho e encosto), em substituição a sistemas individuais, as reduções de CIC 1 e CIC2 foram respectivamente de 72% e 69% (2003 x 2001).

- Conclusões

Para que ocorra a mordida da tira pelos cilindros de trabalho em condições estáveis é importante garantir uma combinação entre o mínimo raio dos cilindros de trabalho, máxima redução absoluta de espessura e mínimo coeficiente de atrito necessário. Uma vez ocorrida a entrada do material entre os cilindros, o atrito pode ser consideravelmente diminuído garantindo-se ainda o arraste da tira, com estabilidade [1][2][3].

A força de laminação, proporcional à área sob a curva de distribuição de pressão de laminação ao longo do comprimento de contato entre cilindros de trabalho e tira laminada, depende não só da resistência a quente e dimensões do material laminado, mas também do atrito presente nessa região de contato [1][2][3][8].

Na COSIPA encontra-se em operação um sistema para aplicação automática, via CLP, de uma mistura lubrificante de água e óleo de laminação nos cilindros de trabalho e encosto simultaneamente, nas cadeiras F1 a F5 do LTQ de 6 cadeiras, visando a redução do atrito de laminação

Dados reais mostraram que com o uso da lubrificação simultânea de cilindros de trabalho ocorre a redução da força média de laminação, de forma proporcional à quantidade de óleo lubrificante por unidade de comprimento de tira laminada. Para um consumo de lubrificante da ordem de 0.030 a 0.040 L/m, foi obtida uma redução da força média de laminação da ordem de 6.4%.

Essa redução de força resulta em diminuição do consumo de energia expressa na corrente dos motores de acionamento das cadeiras de laminação. Resulta também na redução do desgaste de laminação dos cilindros de trabalho do LTQ.

O índice de ocorrência do defeito superficial da tira laminada a quente conhecido como carepa (óxido de ferro) incrustada (CIC) de cilindro sofreu sensível redução nos últimos anos na COSIPA. Uma forte causa de ocorrência da CIC é o desgaste de cilindros de trabalho do LTQ. Um dos fatores influentes para a minimização do desgaste dos cilindros tem sido a adoção de variados sistemas de aplicação de óleo de laminação, destacando-se como o de melhor performance o atual SLC em uso para lubrificação simultânea de cilindros de trabalho e encosto do LTQ.

- Bibliografia

1. Tselikov, A. I. ; Nikitin G. S. ; Rokotyan, S. E. – “The Theory of Lengthwise Rolling” – MIR, 1962, 57-67, 235-239, 285-287,
2. Tselikov, A. I. – “Stress and Strain in Metal Rolling” – MIR, 1981, 56-57, 96-97.
3. Plaut, R. L. – “Laminação dos Aços – Tópicos Avançados” – ABM, 1987, 20-36.
4. Steiner, D. Liqueur & outros - “ Optimisation de la lubrification des cylindres de travail au train à chaud” - La revue Métallurgie, Nov-2001
5. Ikeda, Jiro - “Recent Trends in Hot Rolling Oil” - Daido Chemical Industry Report.
6. Vallim, Pedro S. S. - “Relatório de análise da performance de uso do novo SLC Quaker do LTQ” - relatórios internos de 2002.
7. Vallim, Pedro S. S. - “ Avaliação dos resultados de aplicação de óleo de laminação nos cilindros de trabalho do LTQ da COSIPA” - relatório interno, Novembro-1999.
8. Vallim, Pedro S. S. - “ Relatório sobre o efeito de redução de força de laminação com uso de SLC de cilindros no LTQ” - relatório interno, Maio-1999.
9. Yamanaka, N. Y. & Almeida, A. “Relatório de consumo de energia na linha do LTQ” - relatório interno - setembro-2003.

INFLUENCES OF THE ROLL LUBRICATION ON THE COSIPA'S HSM¹

Pedro Segundo da Silva Vallim²
Nelson Yasuo Yamanaka³
José Herbert Dolabela da Silveira⁴
Maurício Patrocínio Júnior⁵
Frederico de Castro Mourão⁶
Marcelo Gallagi Tavares⁷

ABSTRACT

The adoption of the lubrication of the rolls in the hot strip rolling has been an option adopted by a lot of mills around the world as a contribution to minimize costs and to optimize the process. The application of the lubricant mixture of water and rolling oil can be executed by many equipment configurations and process principles, always taking aim at the reduction of the friction between the roll and the rolled strip on to contact zone. Commonly, the aforesaid lubricant mixture has been directly applied on the work roll surface, or in a not direct way on the back-up roll barrel, or yet on the both work and back up rolls simultaneously. The present text approaches a brief and basic conceptual revision about the rolling friction phenomenon on the roll x strip contact zone, a short description of the used Roll Lubrication System (RLS) of the Hot Strip Mill (HSM) of the COSIPA and an evaluation of the main influences got with the usage of the aforesaid lubrication, specially including aspects of rolling force reduction, energy consumption and roll wear.

Key-words: Hot Strip Rolling, Lubrication of the Hot Rolled Strip Rolls, Rolling Force, Roll Wear, Rolled in Scale, Banding.

¹ Paper to be presented at the 41th Rolling Seminar – Processes, Rolled and Coated Products, Joinville (Brazil), October 26 to 28, 2004.

² ABM Member. Mechanical Engineer, CQE, Process Analyst of the Hot Rolling Technical Support Department, Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: pedrovallin@cosipa.com.br.

³ Electrical Engineer, MBA, Maintenance Analyst of the Hot Rolling Technical Support Department, Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: yamanaka@cosipa.com.br

⁴ ABM Member. Metallurgical Engineer, M.Eng., Manager of the Hot Rolling Technical Support Department, Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, Cubatão SP. E-Mail: herbert@cosipa.com.br

⁵ ABM Member. Siderurgy Technical, Operatinal Assistant of the Hot Strip Rolling Operation Department, Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, Cubatão SP.

⁶ ABM Member. Metallurgical Engineer, Product Manager, Quaker Chemical. E-Mail: fredmourao@uol.com.br

⁷ ABM Member. Mechanical Engineer, Technical Manager, Quaker Chemical. E-Mail: mgtavares@quakerchem.com