

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE LUBRICIDADE NO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO DA COSIPA¹

Francisco Gomes de Melo²
José Valdir Amorim Dantas³
José Dias Blanco⁴
Karl Kristian Bagger⁵
Marcelo Magalhães Pereira⁶
Mateus Alexandre da Silva⁷

Resumo

Os lubrificantes para laminação a frio são projetados essencialmente para reduzir atrito e refrigerar, melhorando a qualidade superficial do produto, proporcionando aumento da velocidade de laminação e produtividade, reduzindo custos de produção. O presente trabalho demonstra uma metodologia de comparação entre lubrificantes de diferentes tecnologias de acordo com as variáveis que são influenciadas pela lubricidade, visando assim otimizar o processo e a performance do laminador. Considerados dois tipos de lubrificantes, óleo A e óleo B, e, baseando-se nos atributos de espessura e qualidade superficial, foram analisadas as condições de lubricidade na região de deformação. Do ponto de vista do processo foram determinadas as principais variáveis a serem analisadas. Através de testes foram verificadas a carga de laminação, coeficiente de atrito, velocidade final de laminação, consumo específico de energia e posição do ângulo neutro. Como resultado, observou-se as diferenças no comportamento dos lubrificantes nas variáveis de processo, obtendo assim informações consistentes para possível escolha de uma nova matriz lubrificante.

Palavras-chave: Laminador de tiras a frio; Lubricidade; Arco de contato; Atrito.

METODOLOGY FOR LUBRICANT ANALYSIS IN COSIPA'S TANDEM COLD MILL

Abstract

The lubricants of the cold rolling are projected essentially to reduce friction and to cooling the work rolls, improving the quality of the product surface, increasing the rolling speed and productivity and reducing the production costs. The present paper shows a methodology of comparison between lubricants of different technologies according with the variables that are influenced by lubricant characteristics, so aiming to increase the process and perform of the tandem cold mill. Considered two types of lubricants, oil A and oil B, and, basing in attributes of thickness and surface quality, it was analyzed the lubricant conditions in the roll bite. It was determined, on process point of view, the main variables to be analysed and through of tests was check the rolling load, coefficient of friction, final speed, energy consumption and neutral point. As result of this work, it was observed the differences of the lubricants behaviour in the process variables, obtaining so consistent information for possible choice of a new lubricant.

Key words: Tandem cold mill; Lubrication; Arc of contact; Friction.

¹ Contribuição técnica ao 44º Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 16 a 19 de outubro de 2007, Campos do Jordão – SP, Brasil.

² Sócio da A.B.M. Técnico metalurgista, Assistente de operação da Laminação a Frio da Companhia Siderúrgica Paulista - Cosipa, Cubatão SP

³ Sócio da A.B.M. Técnico eletrônico, Assitente técnico da Laminação a Frio da Cosipa.

⁴ Sócio da A.B.M. Técnico metalurgista, Assistente de operação da Laminação a Frio da Cosipa.

⁵ Sócio da A.B.M. Engenheiro Metalurgista, Gerente do Suporte Técnico da Laminação a Frio da Cosipa. Sócio da A.B.M. Engenheiro Metalurgista, Gerente do Laminador de Tiras a Frio da Cosipa.

⁶ Sócio da A.B.M. Engenheiro Metalurgista, Analista de operação da Laminação a Frio da Cosipa.

1 INTRODUÇÃO

Os lubrificantes para laminação a frio são projetados essencialmente para refrigerar e reduzir o atrito, melhorando a limpeza de superfície, a qualidade do produto, podendo obter acréscimos na velocidade de laminação, melhorando assim a produtividade e reduzindo os custos de operação.

O presente trabalho visa demonstrar uma metodologia de comparação entre lubrificantes de tecnologias diferentes do ponto de vista das variáveis que são influenciadas pela lubrificidade do óleo de laminação, visando assim otimizar os atributos de seus produtos e performance do laminador de tiras a frio.

2 METODOLOGIA

Analisadas as condições de lubrificidade na região de deformação, e, baseando-se nos atributos de espessura e qualidade superficial, foram considerados dois diferentes tipos de lubrificantes, óleo A e óleo B. Determinou-se do ponto de vista do processo as principais variáveis a serem analisadas e através de testes foram verificadas a carga de laminação, coeficiente de atrito, velocidade final de laminação, consumo específico de energia e posição do ângulo neutro.

3 CONCEITOS

Lubrificantes são utilizados em laminadores para refrigerar e reduzir atrito entre os cilindros e a tira laminada. De acordo com Roberts,^[1] o conceito de uma boa lubrificação se baseia no posicionamento ótimo do ponto neutro na região do arco de contato. A Figura 1 mostra como a posição do ponto neutro afeta a efetividade da lubrificação durante a laminação.

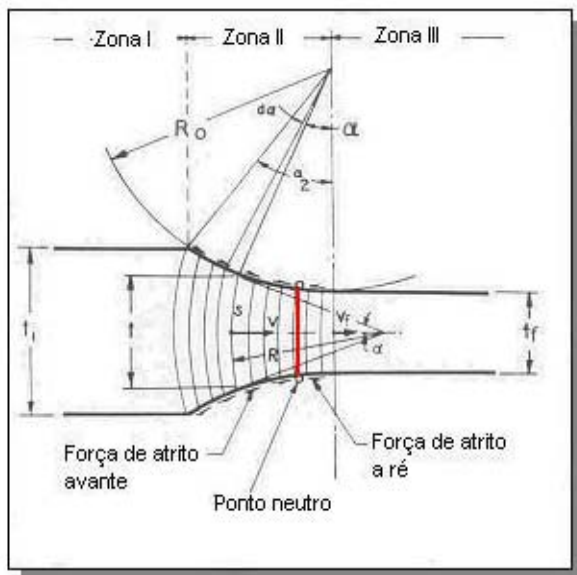


Figura 1 A: Boa lubrificação

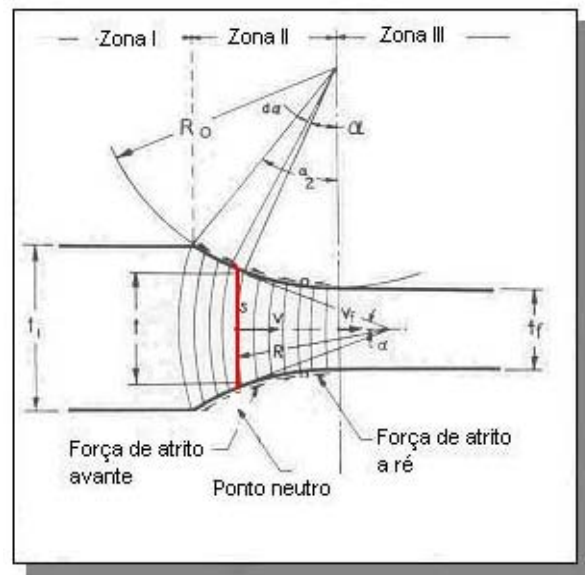


Figura 1 B: Má lubrificação

No caso de uma boa lubrificação, o ponto neutro (ponto ao longo do arco de contato em que a velocidade dos cilindros de laminação são iguais a velocidade da tira) tende a se posicionar próximo à saída do arco de contato, possibilitando um pequeno escorregamento positivo da tira após a saída do plano de deformação. De forma contrária, quando se tem uma lubrificação deficiente o ponto neutro se desloca para a entrada do arco de contato, gerando um elevado atrito na região de deformação possibilitando o aparecimento de marcas superficiais devido altas temperaturas entre os cilindros e a tira.

4 TIPOS DE LUBRIFICAÇÃO

Existem 3 tipos de lubrificação no processo de laminação a frio:

- Lubrificação Limite (Boundary)

Lubrificação característica em baixas velocidades que consiste da aplicação da pressão no contato metal/metal com mínima quantidade de lubrificante.

- Lubrificação Mista (Mixed)

A característica da lubrificação mista é combinação da aplicação de pressão hidrodinâmica e pressão no contato entre as superfícies. É a região intermediária entre lubrificação limite e a lubrificação hidrodinâmica.

- Lubrificação hidrodinâmica (Hydrodynamic)

Em altas velocidades a pressão hidrodinâmica aumenta tal que as superfícies se separam completamente por uma película do lubrificante.

A Figura 2 mostra os três tipos de lubrificação, a região onde ocorrem de acordo com a variação do coeficiente de atrito e a espessura do filme de óleo:

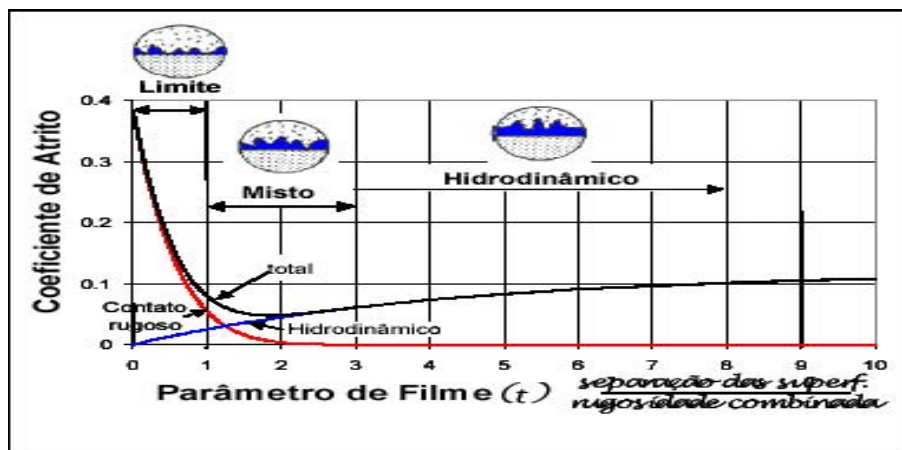


Figura 2: Curva de Stribeck em função de t . [2]

5 LUBRIFICANTES

Para o desenvolvimento do trabalho foram testados 2 tipos de óleo considerados como óleo A (semi-sintético) e óleo B (sintético) com as seguintes características:

- Óleo semi-sintético

Lubrificante semi-sintético com aditivação para lubricidade e compostos minerais;

- Óleo sintético

Lubrificante sintético com elevada aditivção para lubricidade e compostos totalmente sintéticos (*Advanced high synthetic*).

6 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO

As principais variáveis de processo que seriam afetadas diretamente durante o teste foram:

- Carga de laminação

Durante os testes, foram avaliadas as cargas de laminação para as cadeiras do laminador em diversas espessuras:

Tabela 1: Cargas obtidas nas cadeiras de laminação

FORÇA								
Espessura	ÓLEO A				ÓLEO B			
	Cad 1	Cad 2	Cad 3	Cad 4	Cad 1	Cad 2	Cad 3	Cad 4
2,75	1003	894	866	965	997	852	742	877
2,65	982	866	849	934	996	875	763	883
2,35	1042	887	859	968	951	782	685	901
2,25	1004	859	808	988	1014	849	746	922
2,00	1004	895	930	912	933	789	725	919
Média	1007	880	863	953	989	840	734	896

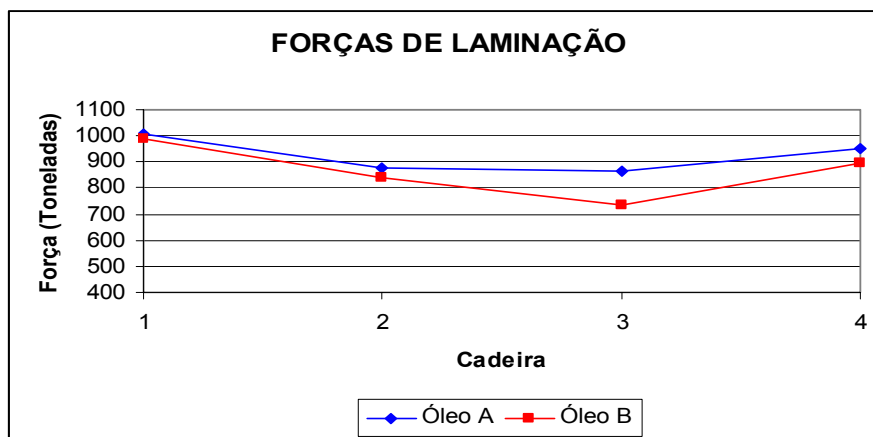


Figura 3: Comparação das forças de laminação obtidas entre os óleos A e B.

Após a comparação dos dados de cargas de laminação obtidas durante os testes com os óleos A e B, verificou-se um decréscimo nas forças utilizadas com o óleo B em relação ao óleo A.

- Coeficiente de atrito

Foram analisados os dados de coeficiente de atrito obtidos entre os cilindros de laminação e a tira laminada para as cadeiras de laminação. A Figura 4 mostra os resultados obtidos após comparação entre os óleos A e B:

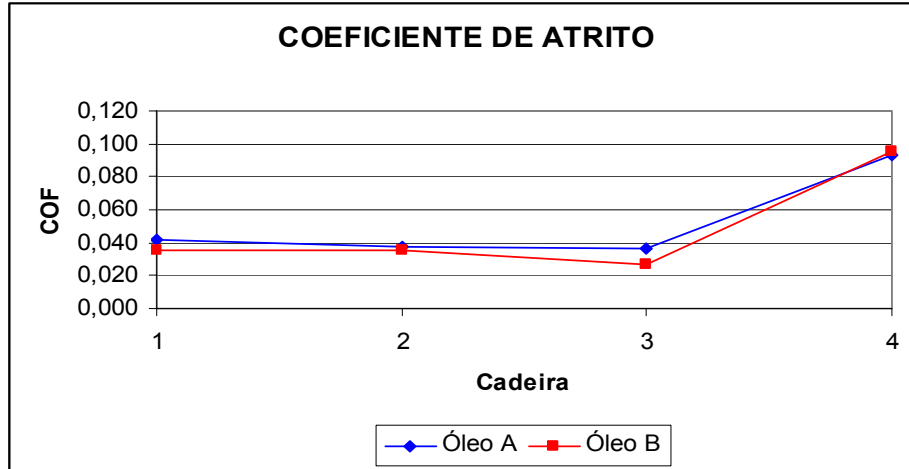


Figura 4: Comparação do coeficiente de atrito obtido entre os óleos A e B.

Após comparação entre os resultados, verificou-se um decréscimo no coeficiente de atrito durante a utilização do óleo B.

- Consumo de energia

Devido o fato do laminador de tiras a frio ser o principal consumidor de energia numa planta de laminação, determinou-se as curvas de potência para diversas espessuras laminadas conforme mostrado na Figura 5:

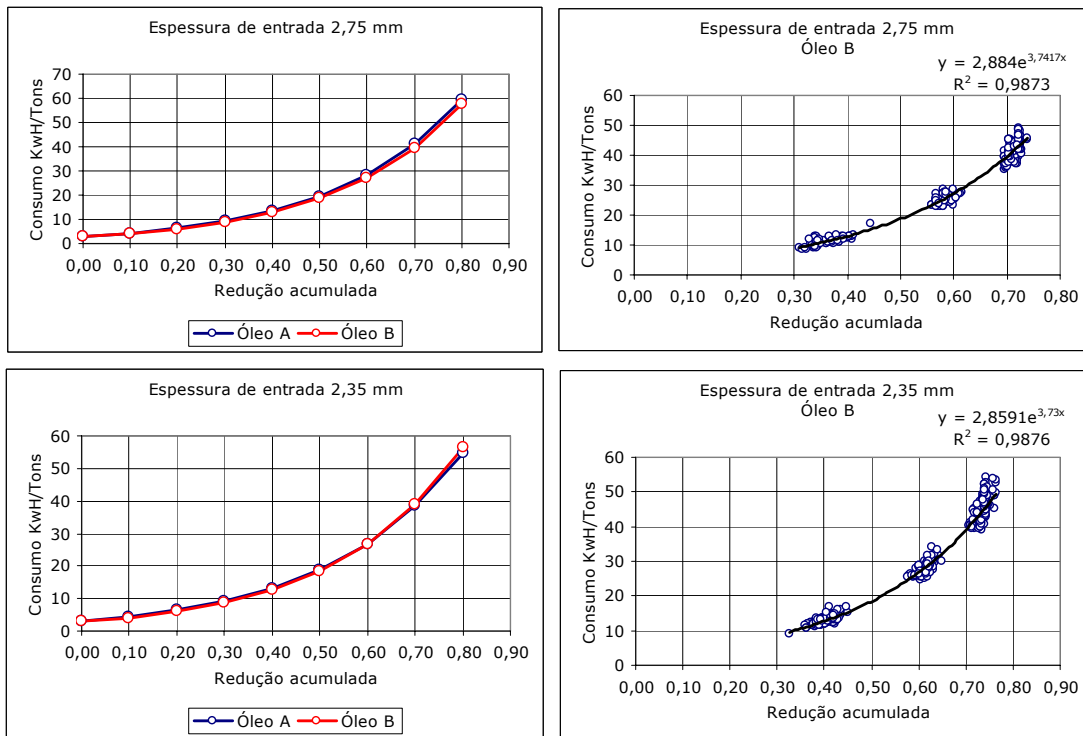


Figura 5: Comparação entre curvas de potência para óleo A e óleo B.

Após levantamento das curvas de potência, verificou-se um ligeiro decréscimo no consumo de energia durante laminação das espessuras testadas.

- Velocidade final de laminação

Observou-se um aumento na velocidade final do laminador quando utilizado o óleo B, com base sintética, conforme Figura 6:

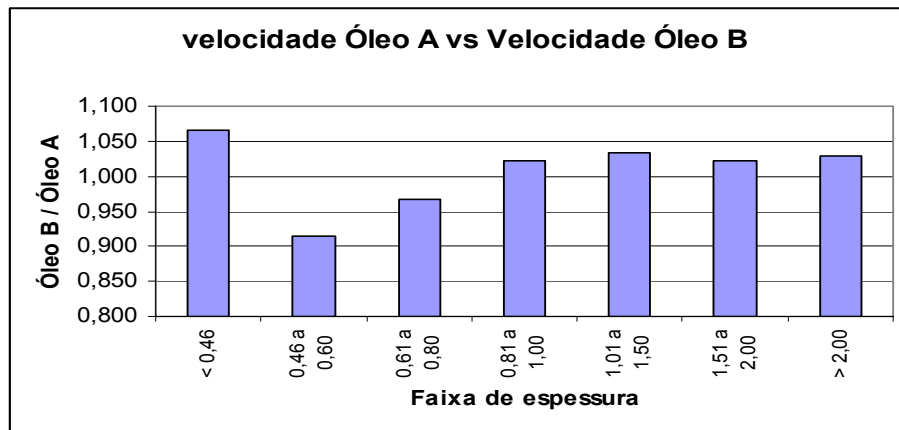


Figura 6: Comparação entre velocidades de laminação.

- Arco de contato

Uma importante verificação a ser feita em um teste de óleo de laminação é a capacidade de lubricidade da matriz lubrificante para que a tira laminada seja isenta de marcas superficiais causadas pelo excesso de atrito entre os cilindros e a tira. A Figura 7 mostra a posição do ponto neutro em relação à saída da região de deformação:

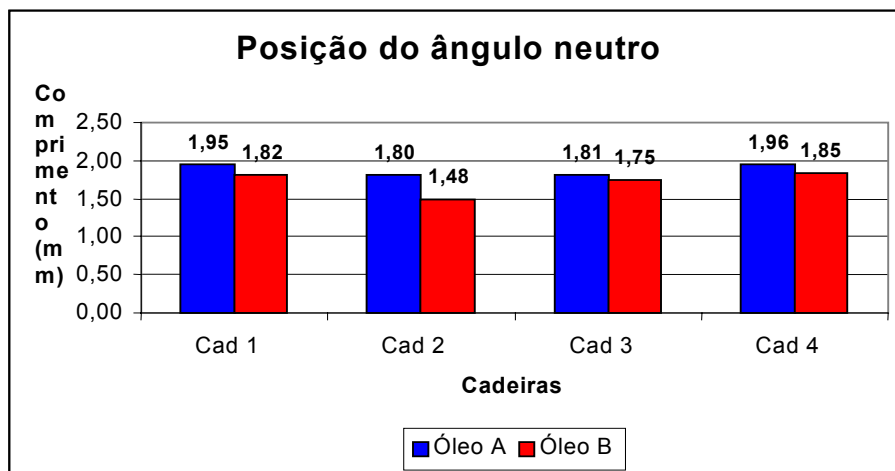


Figura 7: Distância entre o ponto neutro e a saída do arco de contato.

De acordo com Roberts,^[1] o posicionamento do ponto neutro com a utilização do óleo B possibilitou uma melhor condição de laminação para que não ocorresse marcas superficiais geradas por altas temperaturas devido excesso de atrito na região de deformação.

7 RESULTADOS

A comparação dos lubrificantes nos possibilitou perceber que durante a utilização do óleo B obtivemos ganhos significativos nas principais variáveis de laminação:

- Redução de 6,8% na força de laminação;
- Redução de 11,4% no coeficiente de atrito;
- Redução de 0,25% no consumo de energia;
- Aumento de 0,8% na velocidade de laminação;
- Redução de 8,4% no comprimento do arco de contato.

8 CONCLUSÕES

A demanda do mercado siderúrgico por melhorias na qualidade e elevação da produtividade, continuamente obriga os especialistas a enfrentarem novos desafios com o objetivo de otimizar seus processos e maximizar os resultados.

Essas novas tecnologias podem ser avaliadas através de variáveis de processo que com o auxílio da automação podem ser cada vez mais fáceis de serem mapeadas e analisadas.

É possível definir, do ponto de vista do processo, o melhor tipo de lubrificação, sendo necessário ainda avaliar outros atributos do produto, tais como planicidade e limpeza superficial. Após análise de todos os atributos, diante de informações consistentes, poderemos nos assegurar da melhor escolha de uma nova matriz lubrificante.

REFERÊNCIAS

- 1 W.L. Roberts; Influence of rolling lubricant on sheet and strip quality.
- 2 TOMANIK, E. Modelamento do desgaste por deslizamento em anéis de pistão de motores de combustão interna. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 198 p. (Tese de Doutorado).
- 3 P. E. Tabary; M. P. F. Sutcliffe; Measurements of friction in cold metal rolling.
- 4 S.Y.Han et al; Developments of a high speed cold rolling oil with mill cleanness.
- 5 J.G.Leonard; The effect of a lubricant additives on the coefficient of friction in cold rolling.
- 6 W.Rasp. et al; Investigation into tribology of cold strip rolling.