

MELHORIA DO ACERTO DE LARGURA NAS PONTAS DAS TIRAS LAMINADAS A QUENTE¹

José Fagundes Júnior²
Roberto de Oliveira Costa²
Luciano Milanez Mazzi³
Carlos Áthico Prates⁴
Robson Ferreira Vargas⁵

Resumo

Com o objetivo de reduzir os descartes por defeitos relacionados à largura na ponta das tiras laminadas a quente, foram estudados, na literatura e por meio de experimentos industriais, os principais fatores que influenciam no seu acerto. Após a caracterização dos fenômenos responsáveis pela ocorrência dos defeitos mencionados, foram selecionados os parâmetros de processo mais importantes para serem controlados no caso da CST. Em função disso, foram realizados ajustes na tensão entre cadeiras do Trem Acabador para os materiais finos (1,0 mm a 2,2 mm), na aplicação de óleo no arco de contato e ajustes da função responsável pela alteração, no início e no fim de cada passe, da abertura entre cilindros do Laminador Vertical localizado antes do Laminador Desbastador, com curvas adequadas a cada tipo de material, dimensão e redução de largura. Os resultados obtidos foram significativos permitindo uma redução de mais de 70% dos descartes totais relacionados a defeitos de largura nas pontas das bobinas produzidas.

Palavras-chave: Laminação; Tiras a quente; Largura; Descartes.

IMPROVEMENT OF WIDTH IN HOT STRIP ENDS

Abstracts

In order to reduce the losses due to defects related to width in strip ends were investigated, in literature and through industrial tests, the main factors which influence in its precision. After characterization of the phenomena regarding the mentioned defects, were selected the most important process parameters in CST case. In function of this, were carried out adjustments in interstand tension of Finishing Train for thin strips (1.0 mm to 2.2 mm), in oil application philosophy and in Edger Short Stroke Function, using suitable curves for each class of steel grade, dimension and width reduction. The results allowed a decrease of more than 70% of total losses caused by width defects in the ends of produced coils.

Key words: Rolling; Hot strip mill; Width; Yield losses.

¹ *Contribuição Técnica ao 43º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM, 17 a 20 de outubro de 2006, Curitiba, PR, Brasil.*

² *Engenheiro Metalurgista, MSc, Especialista em Laminação de Tiras a Quente da CST.*

³ *Engenheiro Eletricista, Especialista em Automação de Laminação de Tiras a Quente da CST.*

⁴ *Engenheiro Eletricista, Especialista de Controle de Proc. de Laminação de Tiras a Quente da CST.*

⁵ *Tecnólogo Mecânico, Supervisor de Laminação de Tiras a Quente da CST.*

1 INTRODUÇÃO

O Laminador de Tiras a Quente da CST, apesar de contar com as mais avançadas tecnologias disponíveis atualmente, necessitou de ações para controle de largura nas pontas, especialmente no que se refere à perda por largura a menor e a maior que o valor visado nas pontas das tiras e o estreitamento de largura causado por tensionamento excessivo no Trem Acabador.

De modo geral, a largura menor que o valor visado é mais prejudicial para o cliente que a largura a maior, pois em alguns casos torna impossível a aplicação. Como consequência desses defeitos de largura nas pontas das tiras laminadas, no início de 2006, 0,26% da produção das linhas de acabamento estava sendo descartada, sendo a perda por largura a menor responsável por 0,21%.

Para minimizar esse problema, um plano de ações corretivas foi implementado e permitiu à CST produzir bobinas dentro das tolerâncias de largura dos clientes, reduzindo de modo considerável, os descartes por defeitos de largura nas pontas.

2 DESENVOLVIMENTO

Caracterização do Problema

O fenômeno da largura a menor nas pontas das tiras ocorre em função de, nessa região, não haver momentos reversos para manter o material em contato com os cilindros de laminação.⁽¹⁾ Por outro lado o excesso de largura nas pontas, normalmente é relacionado às temperaturas mais baixas nessas regiões. Exemplos típicos desses defeitos são mostrados na Figura 1. Nos materiais finos, existe também o “necking” (estreitamento por excesso de tensão entre cadeiras que pode ocorrer no momento da mordida ou da saída da cauda) gerando também a largura a menor nas pontas ou, posteriormente, Figura 2, que é similar ao defeito com o mesmo nome resultante de excesso de tensão no bobinamento, mas que, ao contrário deste último, já é detectado pelo medidor de largura da saída do Trem Acabador.

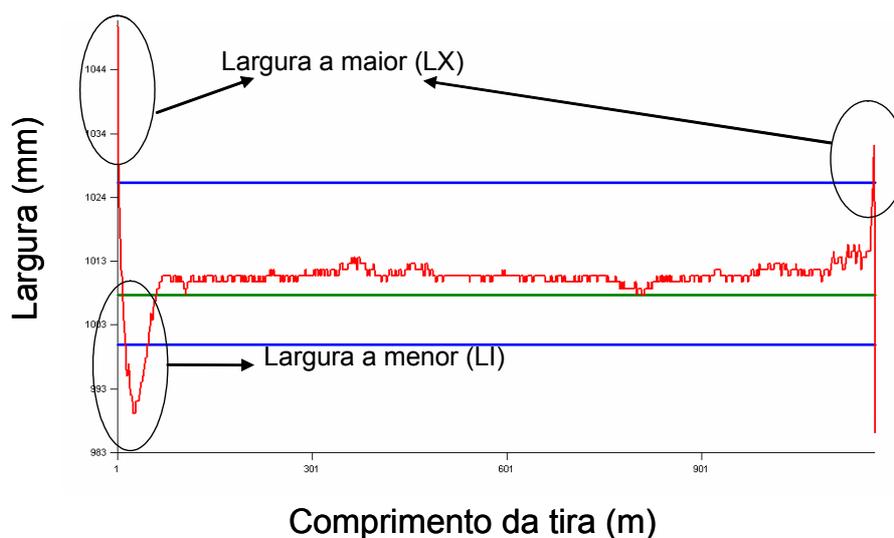


Figura 1. Gráfico de largura mostrando os defeitos típicos nas pontas.

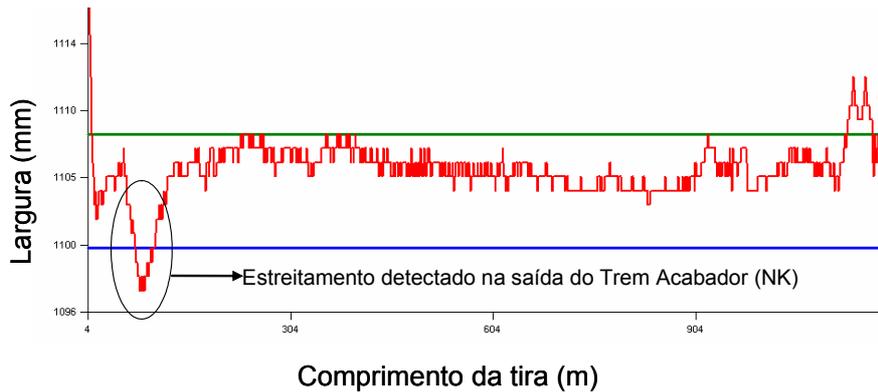


Figura 2. Gráfico de largura mostrando os defeitos típicos nas pontas.

O diagrama de causa e efeito da Figura 3 mostra as principais causas apontadas na literatura para os desvios de largura.^(1,2)

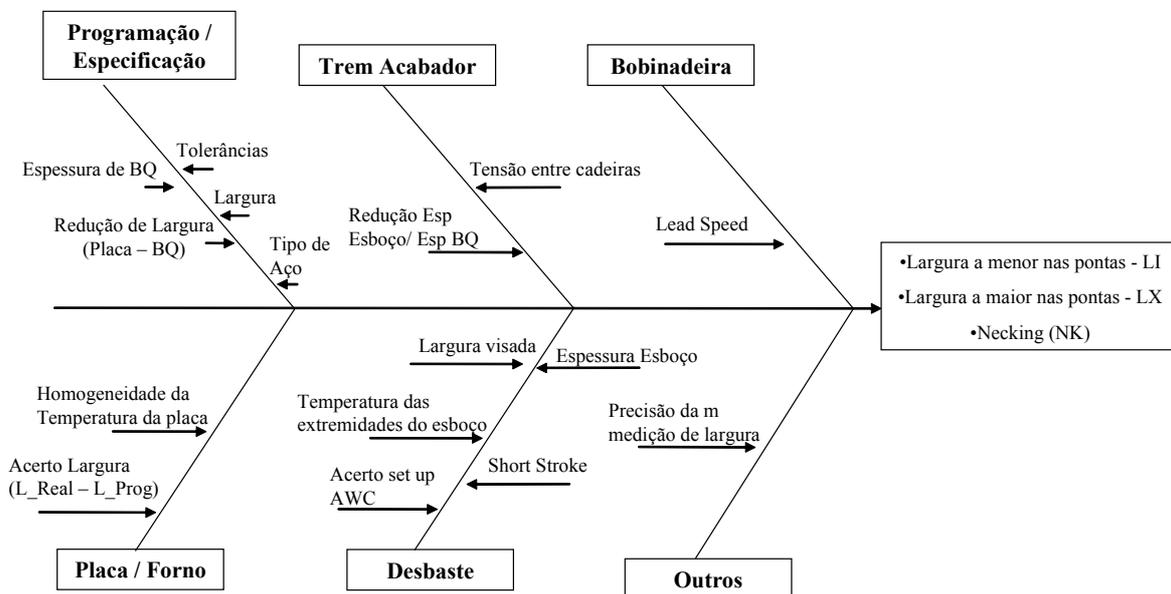


Figura 3. Diagrama de causa e efeito com as causas básicas dos principais erros de largura.

Com base nas causas listadas na Figura 3, foram implementadas as seguintes ações:

- Ajuste da Função “Short Stroke” (função responsável pela alteração, no início e no fim de cada passe, da abertura entre cilindros do Laminador Vertical): aumento da velocidade de atuação do laminador vertical, antecipação da referência de “Short Stroke”; implantação de lógica para caso de falha dos HMD’s (Hot Metal Detectors - Detectores de metal quente) de posicionamento para atuação da Função “Short Stroke”.
- Ajuste das curvas de “Short Stroke” classificadas por largura, espessura de acabamento, redução no passe e família de aço;
- Ajuste da tensão da tira na mordida nas cadeiras do Trem Acabador;
- Introdução de rampa para injeção gradual do óleo no arco de contato;

Ajuste da Função “Short Stroke”

A velocidade original de atuação do laminador vertical (30 mm/s) não era suficiente para alterar a referência dentro do intervalo de comprimento de esboço requerido (100 mm). Em função disso, originalmente para uma referência de 15 mm enviada para os atuadores do Laminador Vertical, menos que 0,1 mm era realizado efetivamente, Figura 4. Para solucionar esse problema. Foram realizados experimentos com o intuito de aumentar a velocidade de atuação o máximo possível.

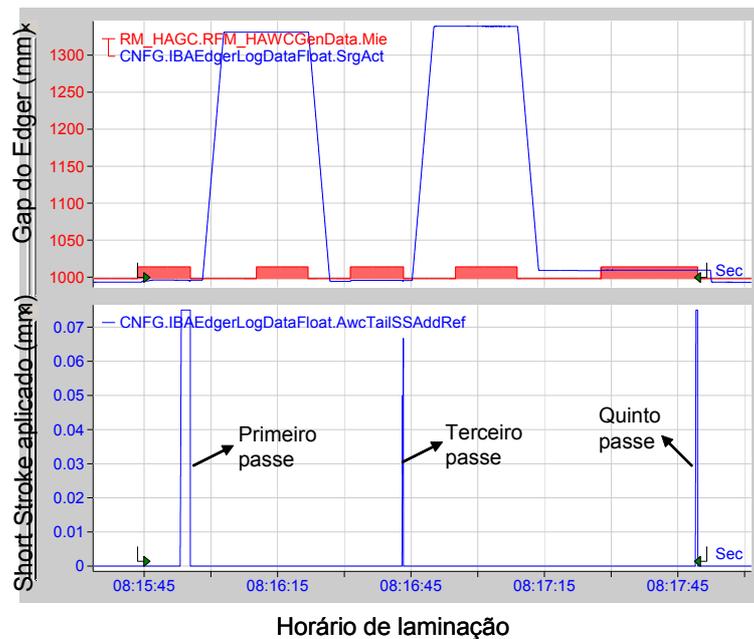


Figura 4. Curvas de “Short Stroke” a 30 mm/s.

Gradualmente, a velocidade de atuação foi sendo aumentada até alcançar o valor de 200 mm/s que foi suficiente para permitir os atuadores do Laminador Vertical atingirem as referências recebidas da função “Short Stroke” em tempo hábil, Figura 5.



Figura 5. Curvas de “Short Stroke” a 200 mm/s.

Para atingir a área total que apresentou defeitos de largura nas pontas das bobinas de menor espessura, o comprimento de atuação da função “Short Stroke” foi alterado para 3,0 m nas pontas do esboço, ao invés de 1,0 m, conforme era realizado originalmente.

Ajuste das Curvas de “Short Stroke”

As curvas de “Short Stroke” foram ajustadas com parâmetros classificados por largura, espessura, redução no passe e família de aço, que foram os fatores mais influentes conforme estudo realizado, Figura 6.

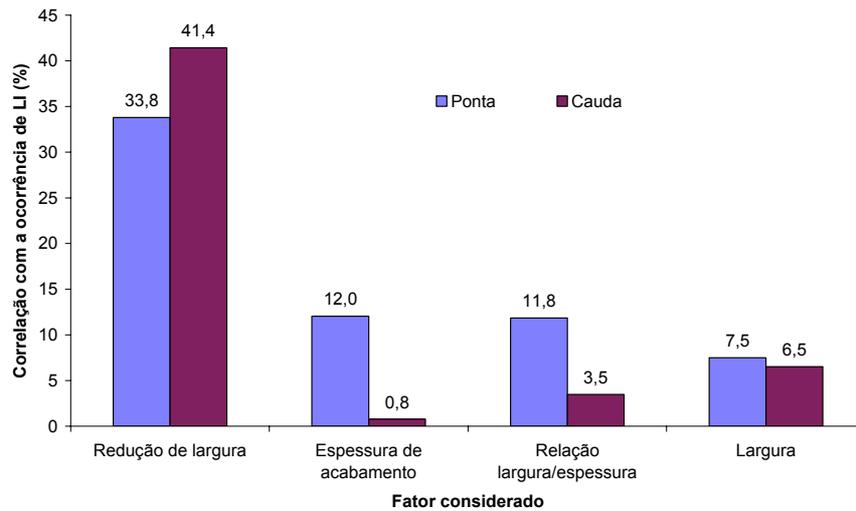


Figura 6. Causas principais dos defeitos de largura.

A redução de largura no passe foi o fator de maior influência, sendo que sua relação com a forma do esboço pode ser visualizada na Figura 7. Essa Figura mostra que para baixas reduções, existe a tendência de largura a maior nas pontas e para altas reduções a tendência se inverte.

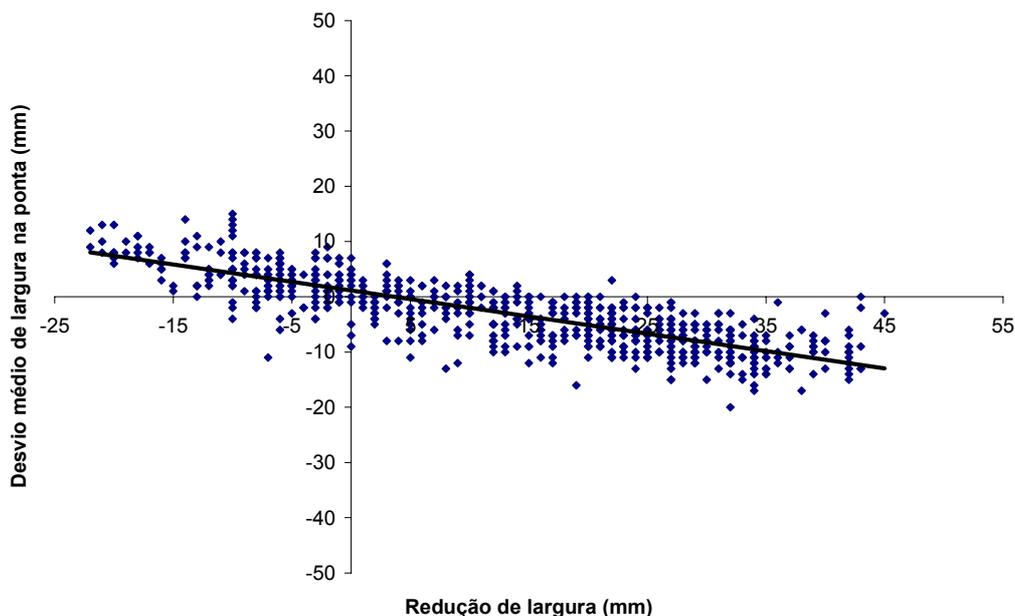


Figura 7. Influência da redução de largura na forma do esboço.

Ajuste da Tensão entre Cadeiras do Trem Acabador

A tensão entre cadeiras do Trem acabador foi ajustada para tiras com espessuras entre 1,0 mm e 2,0 mm, com o objetivo de reduzir levemente o seu valor na mordida, especialmente entre as cadeiras F5 e F6, onde a espessura é mais fina e o risco de estrição, por consequência é maior. Isso foi realizado por meio de modificações nas velocidades de mordida calculadas pelo modelo matemático de ajuste inicial do laminador. Por exemplo, para reduzir a tensão entre as cadeiras F5 e F6, foi aumentada a velocidade da F5, sem alterar a velocidade da F6.

Introdução de Rampa para Injeção Gradual do Óleo no Arco de Contato

Foi percebida uma relação entre o estreitamento de largura da tira e a variação de força de laminação da cadeira F4 do Trem Acabador provocada pela entrada da lubrificação do arco de contato, Figura 8. Essa variação de força resultava em uma conseqüente variação brusca do fluxo de massa com reflexos na tensão entre cadeiras e na largura. Em função disso, foram criadas rampas para injeção gradual do óleo de modo a minimizar a variação do fluxo de massa devida à entrada da lubrificação.

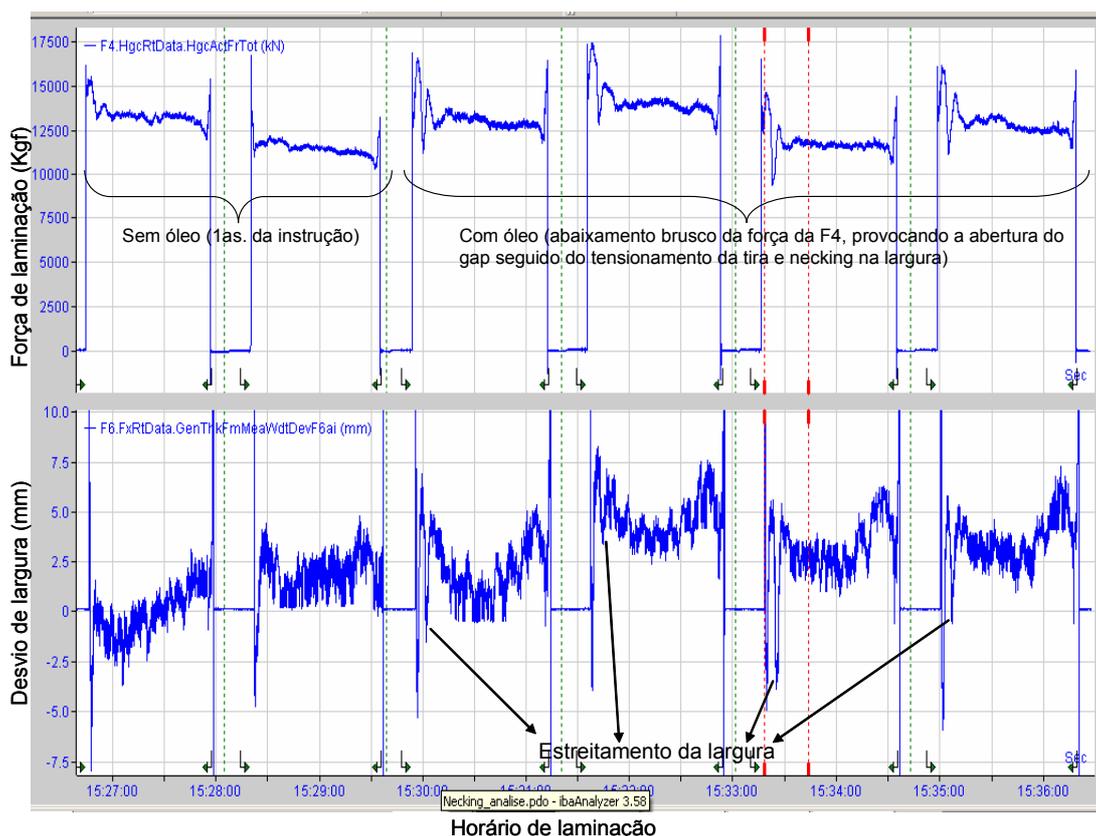


Figura 8. Ocorrência de estreitamento da largura por tensionamento excessivo no Trem Acabador.

3 RESULTADOS

O efeito do ajuste das curvas de “Short Stroke” pode ser observado na Figura 9.

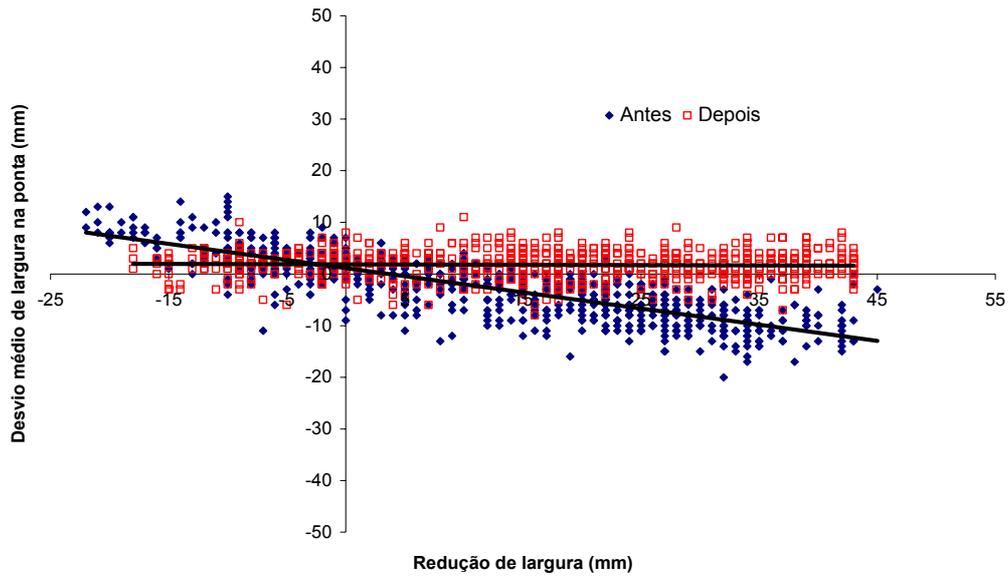


Figura 9. Influência da redução de largura antes e depois do ajuste das curvas de “Short Stroke”.

O resultado final do ajuste das curvas de “Short Stroke”, e das outras ações corretivas sumarizadas nesse artigo, pode ser visualizada na Figura 10, que mostra a redução nos índices de descarte por largura a maior (LX), largura a menor (LI) e “necking” (NK), em relação à produção total das linhas de acabamento.

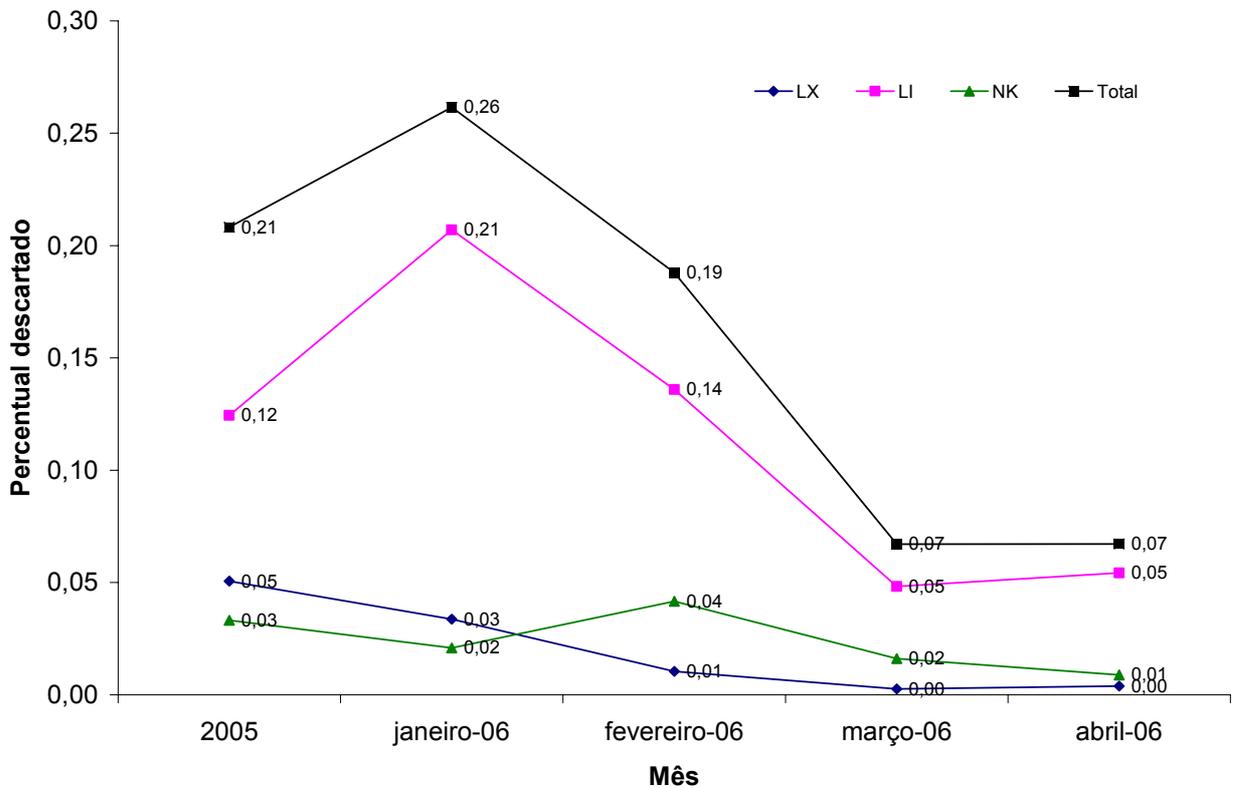


Figura 10. Resultados finais.

4 CONCLUSÕES

- A influência da redução de largura na forma das pontas do esboço foi determinada usando dados industriais. Para baixas reduções, a tendência é de se ter largura a maior e para altas reduções, largura a menor;
- A função “Short Stroke” foi efetiva para minimizar a ocorrência de defeitos de largura nas pontas das bobinas produzidas;
- A influência da tensão entre cadeiras do Trem Acabador na ocorrência de largura a menor foi solucionada por meio da modificação das velocidades calculadas no ajuste inicial do laminador.
- A influência do óleo de lubrificação do arco de contato foi demonstrada como importante na ocorrência do “necking”, na medida em que pode alterar bruscamente o fluxo de massa da tira no Trem acabador, resultando em tensionamento excessivo da mesma.

REFERÊNCIAS

- 1 Pawelsky, O., Piber, V. Possibilities and Limits of Deformation in Width Direction in Hot Flat Rolling, **Stahl und Eisen**, vol. 100, n. 17, pp. 937-949, Aug. 25, 1980.
- 2 Fau, F., Andine, A., Vathaire, G., Smarzynski, G. Optimization of the Shape of Slab Ends on the Reversing Roughing Mill of Sollac Hot Strip Mill, **Proceedings of the 4th International Steel Rolling Conference**, vol. 1, Deauville, France, pp. A.8.1-A.8.5, June 1-3, 1987.