

LAMINAÇÃO DE FIO MÁQUINA NA BITOLA 4,75 mm NO LAMINADOR 1 ARCELOR MITTAL - MONLEVADE ¹

*Celso Gabriel Frade*²
*Celso Lúcio Coura*³
*Geraldo Alves Torres*⁴
*Gesner Lima Coelho*⁵
*Leandro Aparecido Marchi*⁵
*Exedito Felício Barros Alves*⁶
*Helder José Andrade*⁷
*Paulo Renato de Castro Possa*⁷

Resumo

Desenvolvimento de laminação na bitola de 4,75 mm no laminador 1. Este desenvolvimento só foi possível após modernização do Laminador 1 em 2006, que acrescentou 2 cadeiras de laminação, possibilitando a calibração para laminar a bitola de 4,80 mm. Em função do orçamento de 2007 que previa ociosidade do Laminador, decidiu-se então desenvolver a laminação de 4,75 mm, cuja produtividade é 27% menor que a bitola de 5,50 mm. A partir da calibração sugerida pela Morgan, foi realizado o estudo de todos os passes sendo utilizada uma calibração mista dos jogos de 5,50 mm e 6,0 mm atuais, acrescidos de novos canais para as cadeiras 26 e 27 do mini-bloco acabador. Nos testes da laminação desta bitola todas as características de qualidade importantes obtiveram resultados satisfatórios. Este trabalho visa apresentar o desenvolvimento a bitola de 4,75 mm no Laminador 1 da Usina de Monlevade.

Palavras-chave: Calibração; Laminação 4,75 mm.

ROLLING OF WIRE 4.75 MM SIZE IN THE ROLLING MILL #1 ARCELOR MITTAL – MONLEVADE

Abstract

Development of rolling in the size of 4.75mm at 1 mill. This development was only possible after upgrading the rolling mill 1 in 2006, which added 2 stands of rolling, allowing the calibration size of the rolling to 4.75mm. According to the 2007 budget providing for idleness the rolling mill, then decided to develop the rolling of 4.75 mm, whose productivity is 27% smaller than the size of 5.50mm. From the calibration suggested by Morgan, was the study of the steps used in calibration and mixed set of 5.50 mm and 6.0 mm today, plus new grooves to the stands 26 and 27 of the mini finish mill. In tests of this size rolling all important characteristics of quality obtained satisfactory results. This paper aims to present the development of the 4.75 mm size of the plant Monlevade.

Key words: Calibration; Rolling size 4,75 mm

¹ *Contribuição técnica ao 46º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 27 a 30 de outubro de 2009, Santos, SP.*

² *Técnico Metalurgista. Consultor – ArcelorMittal – Monlevade, GAPL1*

³ *Engenheiro Eletricista. Funcionário - ArcelorMittal – Monlevade, GAPL1*

⁴ *Bacharel em Administração. Funcionário - ArcelorMittal – Monlevade, GTPP*

⁵ *Engenheiro Metalurgista. Funcionário - ArcelorMittal – Monlevade, GTPP*

⁶ *Engenheiro Mecânico. Funcionário - ArcelorMittal – Monlevade, GAPL1*

⁷ *Técnico Mecânico. Funcionário - ArcelorMittal – Monlevade, GAPL1*

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de melhorar a produtividade dos laminadores de Monlevade, a Gerência de Produção de Laminados definiu concentrar a laminação de bitolas grossas no Laminador 2 (1 linha) e bitolas finas no Laminador 1 (2 linhas).

Com modernização do laminador 1 em Abril de 2006, foi aumentada a capacidade de produção em 10%, mantendo-se os mix tanto de material quanto de bitolas.

Esta modernização também o capacitou a produzir bitolas inferiores a 5,50 mm e historicamente a menor bitola para fio máquina, padrão de mercado é 5,50 mm. Com o acréscimo do mini bloco, o número de passes possíveis aumentou de 29 para 31, o que é imprescindível para laminação de 4,75 mm, na atual configuração do Laminador 1.

Houve uma solicitação do cliente Bekaert, o desenvolvimento de uma bitola inferior a 5,50 mm, o que possibilitaria a ele a trefilação direta do material, o que geraria um ganho significativo para o mesmo.

Em função do orçamento de 2007 que previa ociosidade do Laminador, decidiu-se então desenvolver a laminação de 4,75 mm, cuja produtividade é 27% menor que a bitola de 5,50 mm.

Foi feito um estudo de mercado, visando a produção de steel cord nesta bitola e os resultados do mapeamento foram satisfatório, o que viabilizou o desenvolvimento da laminação de fio máquina nesta bitola.

A necessidade de se ter um diferencial no mercado de specialties (*Steel cord*), visando a manutenção ou aumento deste, foi colocado como meta para o laminador 1. Este diferencial então foi definido como o desenvolvimento da calibração e os meios de produção do steel cord na bitola de 4,75 mm.

2 METODOLOGIA E FERRAMENTAS UTILIZADAS

A metodologia utilizada foi o 6 sigma, controle integrado de processo e a parceria entre as áreas (GTPP, GAL1, GALP, GAML e Vendas).

Foram feitos debates com os coordenadores de processo de laminação, estudos das plantas de calibração para laminação de 5,50 mm e 6,00 mm, ambas da Morgan, e simulações no software Rolling 2006. A partir destes debates, estudos das plantas e simulações, foi feita uma proposta de uma calibração nova para a laminação de 4,75 mm no laminador 1.

3 DESENVOLVIMENTO

Este trabalho teve início a partir de uma diretriz de specialties, que visa o desenvolvimento de novos produtos. O desenvolvimento de novos produtos visa suprir uma exigência do mercado, aumentando a competitividade do laminador. Este aumento de competitividade pode ser um diferencial para aumento do mercado de steel cord ou tão somente a manutenção deste, frente a concorrência.

A modernização em Abril de 2006, aumentou o número de passes possíveis no laminador 1, de 29 para 31. Com isto, o laminador tornou-se capaz de produzir bitolas inferiores a 5,50 mm. As possibilidades de bitolas a serem laminadas são:

- 5,00 mm;
- 4,75 mm e
- 4,50 mm.

Uma definição por parte da Gerência de Laminados definiu que o GAPL1 desenvolvesse a calibração e os meios de produção para a bitola de 4,75 mm.

Com a definição da bitola a ser desenvolvida, foram feitos os estudos das plantas de calibração para as bitolas de 5,50 mm e 6,00 mm. A partir destes estudos foi desenvolvida uma nova calibração, uma mescla entre as duas, que é a nova calibração para laminação de 4,75 mm.

Esta calibração foi simulada no Rolling 2006, para certificação dos perfis. A análise dos dados da simulação sugeriu que pequenos ajustes fossem feitos na calibração.

Após a definição da calibração, foram definidos os valores da dimensão das guiagem e a partir destas foram compradas guiagens para se fazer o teste de laminação em uma linha. Com os dados da calibração, foram também usinados os discos de laminação.

Dentro do nosso sistema de gestão de desenvolvimento de novos produtos existe a banca técnica que é um comitê formado por especialistas em todas as atividades da usina, responsáveis por analisar, validar e aprovar modificações nos processos. É realizado formalmente para registrar as melhorias, acompanhamento dos resultados e possíveis efeitos colaterais.

Neste mesmo sistema existe um programa de experimento (PEX) que é um programa de experimento, em que o material a ser produzido na aciaria, laminado e expedito, está sob o processo de experiência, e em todas as áreas em que este material for processado, deverá ter cuidados especiais, conforme orientações que são disponibilizadas via sistema e deverão ser consultadas antes do processamento. Em setembro de 2006 foi criado o PEX P499 que foi aprovado pela banca técnica. Foram laminados 6 tarugos de BTC em uma linha de laminação. Os resultados das medidas dos perfis intermediários e o perfil final foram satisfatórios. O programa de laminação que foi desenvolvido no PLC atendeu os requisitos para a formação dos laços, controle de velocidade, formação de espiras e controle da bitola.

Em dezembro de 06 foi realizada a segunda experiência. Nesta experiência foram laminados 6 tarugos de BTC e 9 ATC. Nesta experiência, além de implementar pequenos ajustes na calibração, foram também feitos testes com ciclo de resfriamento. Como todo steel cord é ATC, nesta experiência foram retiradas amostras para avaliação das propriedades físicas e mecânicas do material laminado na bitola de 4,75 mm.

Em fevereiro de 07 foi laminada uma corrida de steel cord, HT8D, num total de 35 rolos na bitola de 4,75 mm.

Em abril de 07 foram laminados 7 rolos de NT7A.

Antes da homologação do produto, além dos testes internos, é necessário o teste final, que é o processamento industrial nos clientes.

O resumo do cronograma desde a idéia inicial até a homologação está no quadro abaixo:

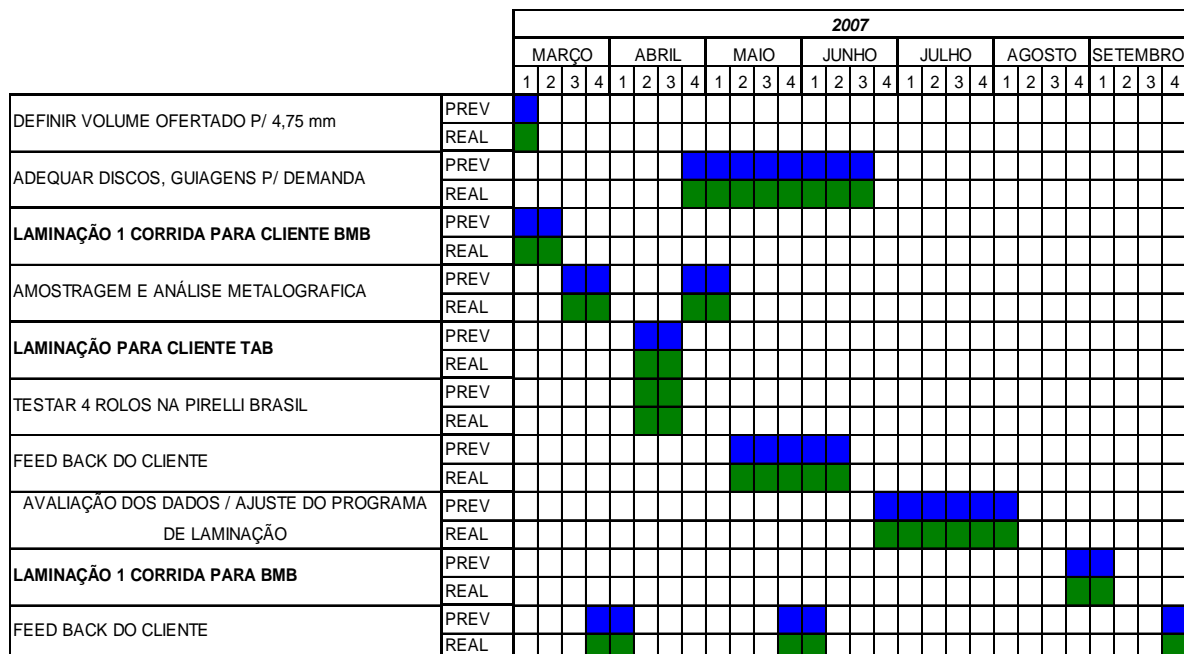
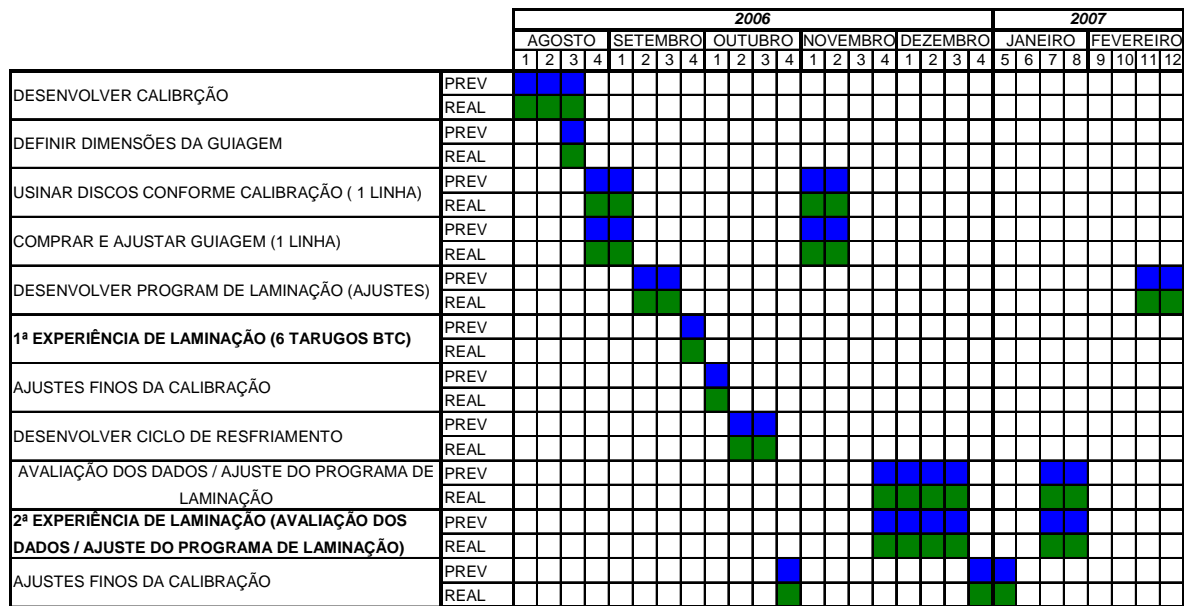


Figura 1. Cronograma de desenvolvimento

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma variável desconhecida e que não havia como testar, era a formação de espiras, uma vez que na bitola de 5,50 mm a formação de espiras é um item crítico. O comportamento do material na bitola 4,75 mm foi similar à formação em 5,50 mm. As laminações posteriores mostraram que este item não era um problema, uma vez que a formação de espiras se mostrou conforme a formação de espiras em 5,50mm. A temperatura de cone se manteve constante ao longo da barra e foi acertada antes mesmo da primeira barra de cada ciclo acabar, isto mostra que as propriedades mecânicas do material deverão ser uniformes

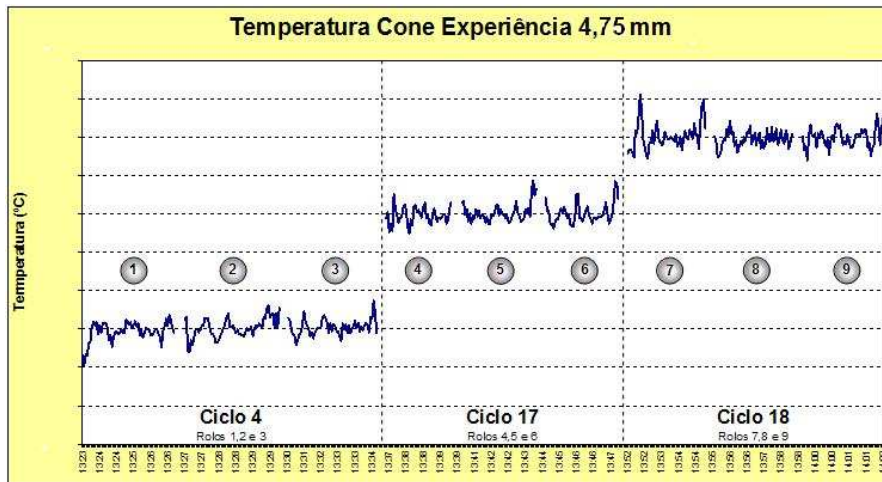


Figura 2. Temperatura de cone conforme ciclo.

4.1 Resultados de Bitola

Foram retiradas 72 amostras nos 9 rolos com intuito de verificar a medida de bitola. A tolerância foi a mesma para bitola de 5,50mm, ou seja, $\pm 0,15\text{mm}$. A distribuição da bitola média é mostrada abaixo

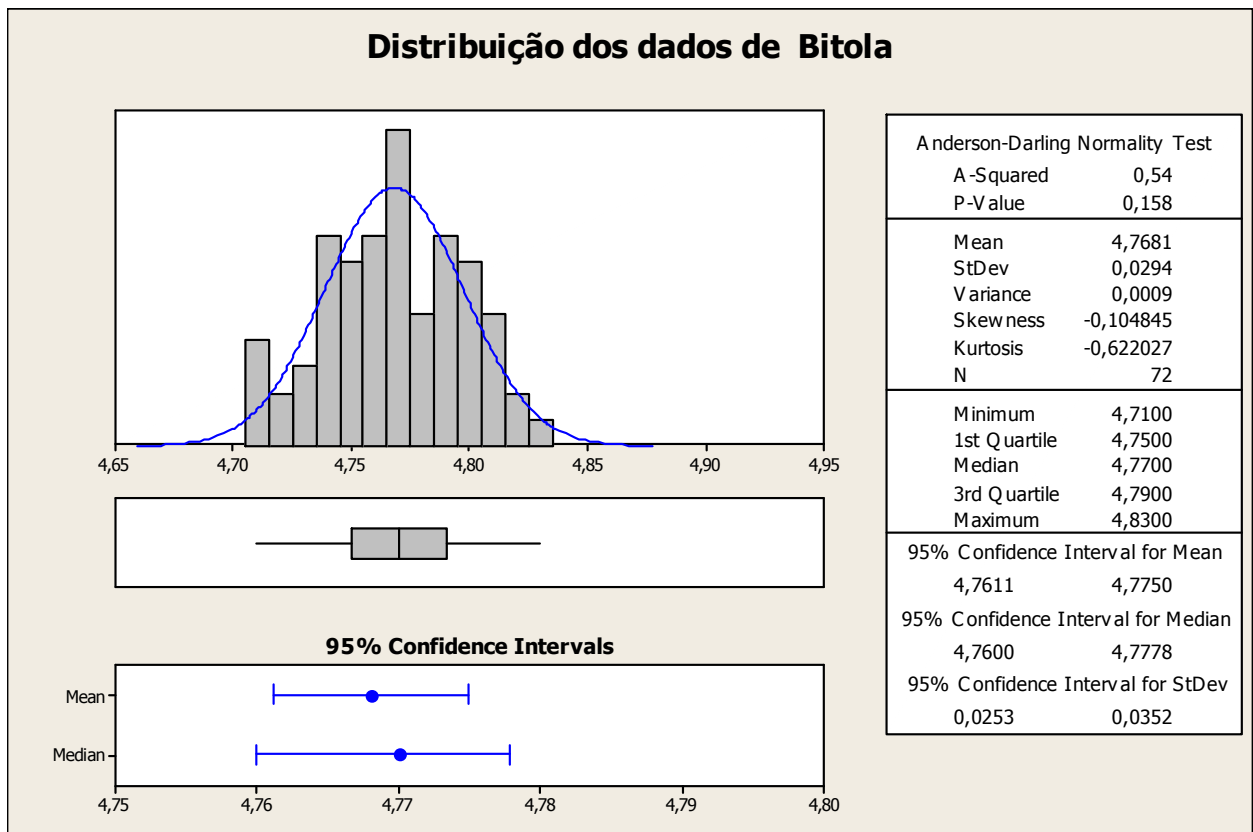


Figura 3. Distribuição da bitola.

4.2 Limite de Resistência

Foram retiradas três espiras por ciclo de resfriamento. Destas amostras foram feitos ensaios de limite de resistência ao longo das espiras e sua distribuição é mostrada abaixo.

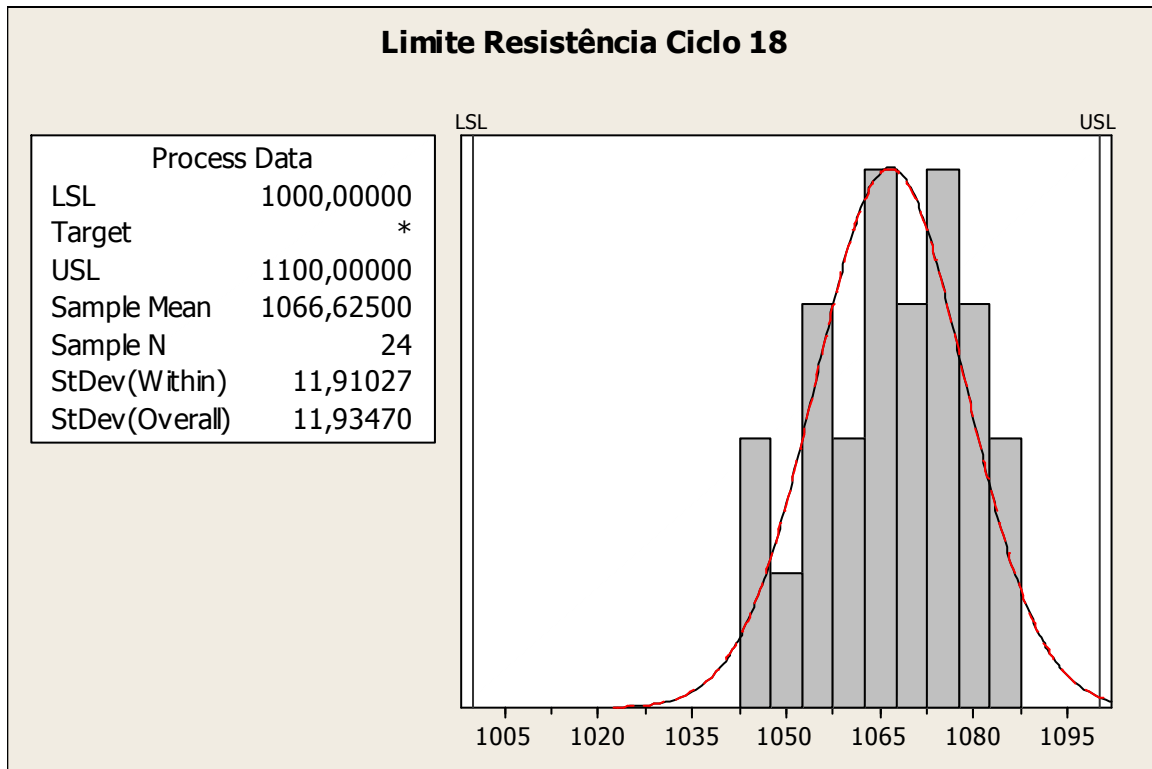


Figura 4. Limite de resistência.

4.3 Microestrutura

Das microestruturas avaliadas podemos notar uma uniformidade da estrutura. Além disto, podemos notar uma forte descarbonetação presente.

4.4 Carepa

As micrografias das carepas estão mostradas a seguir e apresentam o mesmo aumento (500x)

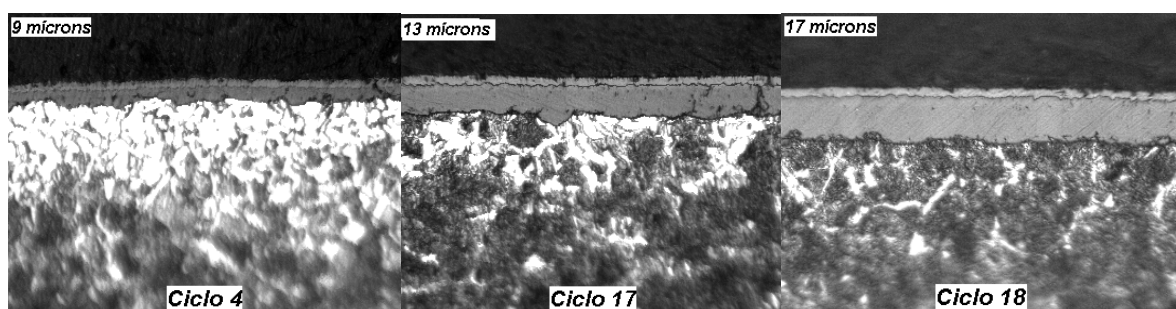


Figura 5: Espessura da carepa.

Quanto maior a temperatura de cone, maior também a carepa.

Também foi analisado o Índice S, defeito superficial método mais severo, e os valores encontrados foram de 1,0 na cabeça e 3,7 na cauda.

Este alto valor na cauda se refere a dois rolos com defeitos maiores (trinca de 0,20 e dobra de 0,17mm) que podem ser oriundos do tarugo.

Os rolos que foram enviados para o cliente tiveram boa processabilidade. Os rolos que foram enviados para a Pirelli, também tiveram boa processabilidade.

5 CONCLUSÃO

Os resultados dos testes demonstraram que o laminador 1 é capaz de laminar a bitola de 4,75 mm com qualidade equivalente à de 5,50 mm.

As análises de caracterização do steel cord 4,75 mm mostraram similaridades com o 5,50 mm.

O cliente deu feedback que tem menor necessidade de movimentação interna, redução em custo por não utilização do patenteamento intermediário, aplicação em construção HT de diâmetro fino sem patenteamento intermediário e Melhor soldabilidade na primeira trefilação.

A produtividade (t/h) terá uma perda de aproximadamente 27% em relação à laminação de 5,50 mm, devido à redução do fluxo de material, portanto aumentando o custo.

Atualmente fomos homologados em todos os clientes de steel cord que se mostraram interessados nesse desenvolvimento.

Agradecimentos

O laminador 1 gostaria de agradecer ao Engenheiro Leandro Aparecido Marchi e Jose Pedro Gonçalves pelo desenvolvimento do produto com os clientes e ao Engenheiro Luiz Alberto Pessoa Ayres que aceitou o desafio do desenvolvimento desta bitola no laminador.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Morgan[®], Planta de calibração do Laminador 1, Abril 2006.
- 2 DANIELI MORGARDSHAMMAR, Wicon Rod & Wire consultant, 2006.