

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DO LAMINADOR DE CHAPAS GROSSAS ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DA ESCALA DE PASSES ¹

*Paulo Roberto Ferrato*²
*Júlio Toshio Nakashima*³
*Maurício Martins Pereira*⁴
*Marco Antônio Nogueira Alves*⁵

Resumo

Em decorrência do aumento da demanda por Chapas Grossas no mercado nacional e mundial as usinas produtoras de desse produto tiveram que optar em seguir por duas vertentes: ou investir em novos equipamentos ou aperfeiçoar o processo já existente a fim de alavancar a produtividade dos laminadores. Na Cosipa isso não foi diferente, vários trabalhos visando o aumento da produtividade foram desenvolvidos sem a necessidade de grandes investimentos. O presente trabalho visa apresentar o desenvolvimento realizado na Laminação de Chapas Grossas visando o aumento da produtividade do laminador através da otimização da escala de passes.

Palavras-chave: Esquema de passes; Chapas grossas; Produtividade.

INCREASE PRODUCTIVITY OF PLATE MILL THROUGH SCHEDULE PASS OPTIMIZATION

Abstract

In result of the increase of the demand for Heavy Plates in the national and world-wide market the plants producing Plates had that to opt in following for two ways. Or to invest in new equipment or to perfect the existing process already in orders to increase the productivity of the rolling mills. In the Cosipa this was not different, some works aiming at the increase of the productivity had been developed without the necessity of great investments. The present work aims at to present the development carried through in the Plate Mill Rolling being aimed at the increase of the productivity of the rolling mill through the optimization schedule pass of the heavy plates.

Key words: Schedule pass; Plate mill; Productivity.

¹ *Contribuição técnica ao 45º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 21 a 24 de outubro de 2008, Ipojuca - Porto de Galinhas - PE*

² *Sócio da ABM, Técnico em Siderurgia – Assistente de Operação da Gerência de Laminação de Chapas Grossas da Cosipa.*

³ *Sócio da ABM, Engenheiro Metalurgista – Analista da Operação da Gerência de Suporte Técnico da Laminação a Quente da Cosipa.*

⁴ *Sócio da ABM, Engenheiro Metalurgista, M.B.A.– Analista da Operação da Gerência de Suporte Técnico da Laminação a Quente da Cosipa.*

⁵ *Sócio da ABM, Técnico Metalurgista – Supervisor da Operação da Gerência de Laminação de Chapas Grossas da Companhia Siderúrgica Paulista;*

1 INTRODUÇÃO

A laminação de chapas grossas da Cosipa, conforme Figura 1, é constituída por dois fornos de reaquecimento tipo *walking – beam* de chama direta e de apenas uma cadeira de laminação que é responsável pelas funções de desbaste e acabamento do material laminado, além de uma desempenadeira a quente.⁽¹⁾

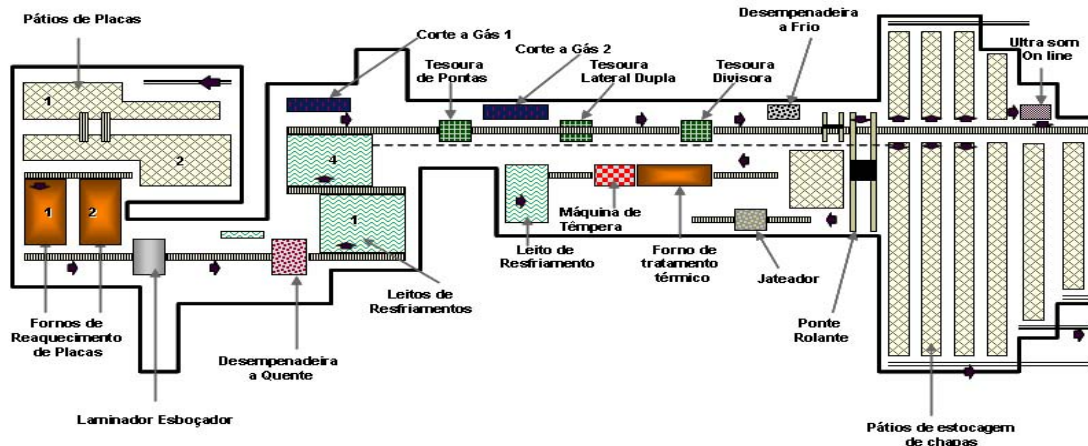


Figura 1. Lay out da linha de Laminação de Chapas Grossas da Cosipa

Em regime normal, com dois fornos em operação, o laminador é o principal “gargalo” de produção. Sendo determinante para isso sua localização em relação aos fornos de reaquecimento que é de aproximadamente 50 metros. Os Quadros 1 e 2 mostram as características dos equipamentos e produtos laminados na Laminação de Chapas Grossas da Cosipa.⁽²⁾

Quadro 1. Características dos equipamentos

Fornos de Reaquecimento de Placas			
Fabricante	Tipo	Combustível	Produtividade (t/h)
Stein Surface	Walking Beam com Abóbada Radiante e Recuperador Cerâmico	COG/GN	2 x 130

Laminador de Chapas Grossas					
Fabricante	Tipo	Mesa do cilindro (mm)	Potência (kW)	Força(t)	Produtividade e (t/h)
Mitsubishi	Quadro reversível	4100	2 x4500 - CC	8000	150

Quadro 2. Características dos produtos

Grupo de uso	Aplicação Específica	Principais Normas
Estrutural	Construção civil e maquinários	ASTM / BS / DIN / IRAM / JIS
Vasos de Pressão	Caldeiras e reservatórios	ASTM / ASME
Naval	Plataformas e navios	GL / LR / NK / NV
Tubos	Tubos de prospecção e transporte	API

Um sistema produtivo é composto por diversas etapas, como: compra de matéria prima, manufatura, embalagem, estocagem, controle de qualidade e, finalmente, vendas. Os “gargalos” são todos os pontos dentro de um sistema que limitam a capacidade final de produção. E por capacidade final de produção devemos entender a quantidade de produtos disponibilizados ao próximo processo/cliente em um determinado intervalo de tempo.⁽³⁾

Na Cosipa isso não é diferente, sendo o principal gargalo de produção da fábrica de chapas grossas o laminador. Ao longo dos dois últimos anos com o aumento da demanda, vários trabalhos foram desenvolvidos visando aperfeiçoar a produtividade do laminador. As Figuras 2 e 3 ilustram os resultados alcançados e os principais trabalhos realizados.^(2,3)

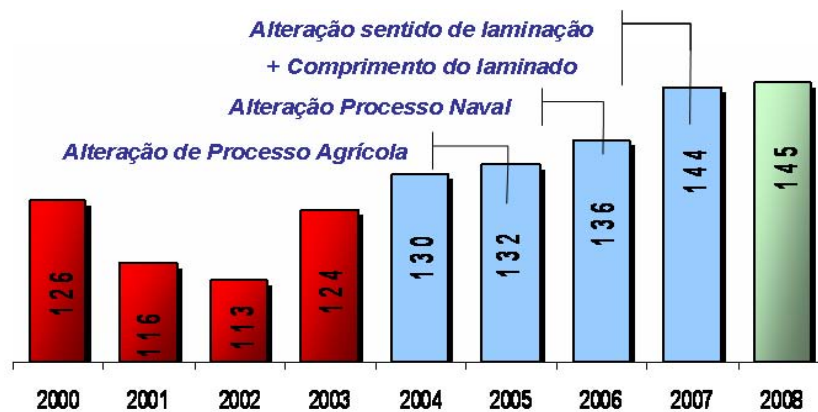


Figura 2 – Evolução da produtividade do Laminador de Chapas Grossas da Cosipa (em ton/hora)

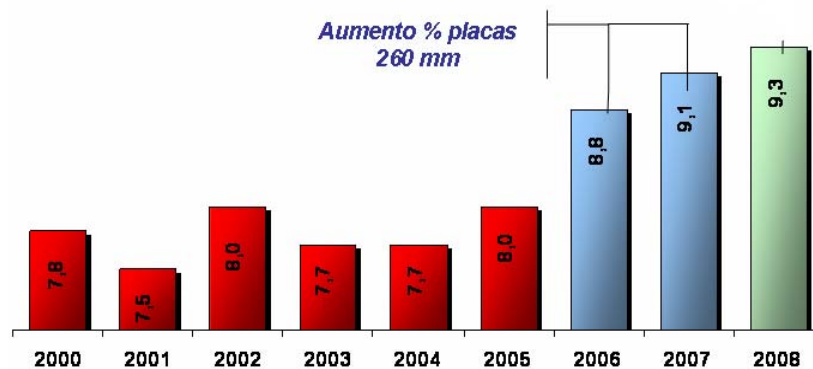


Figura 3 – Evolução do peso unitário de placas (em ton/placa)

Como era de se esperar, com o aumento da capacidade de laminação outros gargalos de produção surgiram e passaram a ser notados. Entretanto analisando o mix de produção, os materiais de espessura fina são aqueles que apresentam a menor produtividade, pois os fatores restritivos são maiores. Entre eles podemos citar:

1. Comprimento da mesa de laminação – limita o comprimento máximo de esboço consequentemente o peso unitário da placa;
2. Tempo de processo – etapa de alargamento
3. Tempo de processo – maior taxa de redução placa/chapa

O tempo de processo dispendido com a redução placa/chapa é o foco deste trabalho uma vez que em relação aos itens 1) e 2) já foram otimizados em sua plenitude

através do aumento do comprimento do laminado e redução do tempo de alargamento através da alteração do sentido de laminação.^(2,3)

2 MATERIAL E MÉTODO

Foi necessária uma análise mais detalhada das etapas de laminação para identificar os ganhos potenciais no tempo de processo de materiais de espessura fina.

2.1 Fases do Processo de Laminação de Chapas Grossas

Após a etapa de reaquecimento de placas cujas temperaturas chegam a 1.200°C, em média, inicia-se a laminação propriamente dita. Este processo pode ser dividido em 3 fases:

- Fase de Desbaste: consiste no passe inicial para ajuste de forma da placa oriunda do lingotamento contínuo ou convencional;
- Fase de Alargamento: consiste no aumento da largura da placa até a largura do produto, aplicando-se reduções no sentido transversal.
- Fase de esboçamento/acabamento: consiste nas reduções, a partir da etapa de alargamento visando o acerto de forma e espessura do laminado.

A Figura 4 ilustra as etapas do processo de uma laminação utilizando o sentido longitudinal ao sentido de lingotamento.

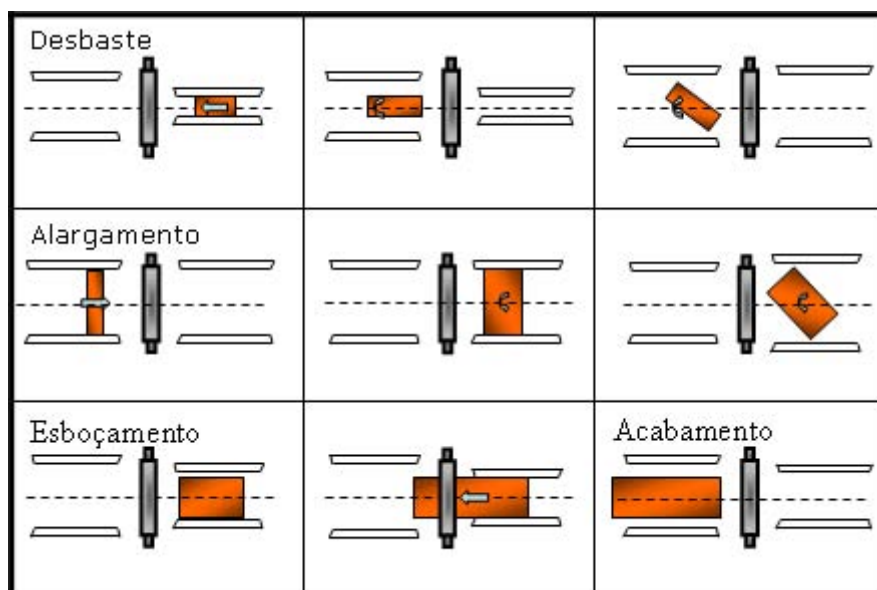


Figura 4 – Fases de laminação de chapas grossas: laminação longitudinal

Na fase de desbaste, o passe inicial denominado de passe de ajuste de forma (PAF) era fundamental quando a placa era obtida por lingotamento convencional. Tinha como objetivo eliminar as irregularidades quanto a espessura da placa, pois aquele tipo de lingotamento exigia o processo de escarfagem para remoção de defeitos superficiais.

Este passe ainda era utilizado como referência no cálculo da espessura de alargamento do laminado, conforme equação (1) abaixo:

$$\text{Espessura de Alargamento} = \frac{\text{PAF} * \text{Largura da Placa}}{\text{Largura a Quente}} \quad \text{– Equação (1)}$$

Uma vez que este tipo de lingotamento foi extinto em 1999 não havia razão da utilização desse passe antes da fase de alargamento, pois a qualidade superficial das placas oriundas do lingotamento contínuo não contém defeitos severos de superfície e possuem melhor uniformidade dimensional.

2.2 Escala de Passes

Dentro do processo de laminação a escala de passes é fundamental para obtenção de qualidade e produtividade. Existe um número expressivo de variáveis que são levadas em consideração na sua determinação. Entre elas podemos citar:

1. Composição química
2. Temperatura
3. Fator de forma
4. Diâmetros de cilindros
5. Potência dos motores

Na Cosipa a determinação das máximas reduções possíveis por passe foi prevista por uma tabela desenvolvida com dados práticos. A Tabela 1 detalha as máximas reduções de acordo com a dimesão da placa/esboço.

Tabela 1. Reduções máximas do laminador

Espessura do Esboço (mm)	Largura do Esboço (mm)					
	$1000 \leq L < 1500$	$1500 \leq L < 2000$	$2000 \leq L < 2500$	$2500 \leq L < 2850$	$2850 \leq L < 3200$	$L \geq 3200$
$100 \leq e < 270$	40	35	25	25	20	15
$50 \leq e < 100$	30	25	20	20	20	15
$30 \leq e < 50$	20	15	15	15	15	12
$20 \leq e < 30$	20	15	15	10	10	8
$10 \leq e < 20$	12	12	10	8	8	8
< 10	10	10	8	5	5	5

Obviamente foram levados em consideração para determinação das escalas de passe não só as máximas reduções e a capacidade do laminador (torque, força e corrente dos motores) como também os parâmetros de processo (temperatura de acabamento, acerto dimensional e forma do laminado).

A Figura 5 ilustra as variáveis que foram consideradas na determinação das escalas de passe no laminador de chapas grossas da Cosipa.

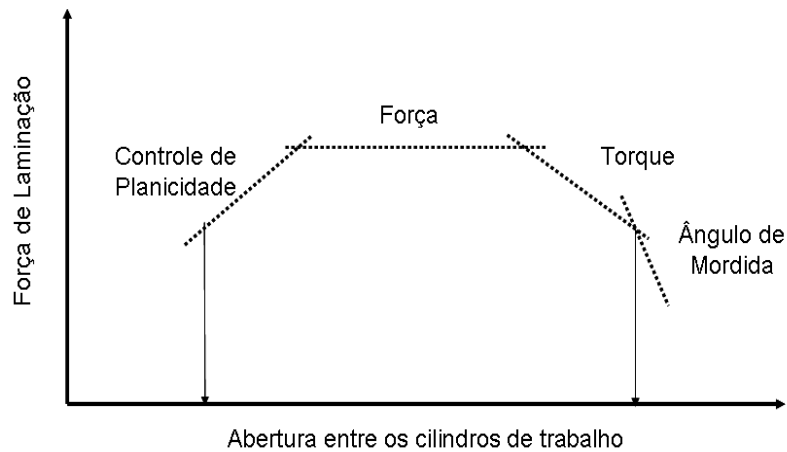


Figura 5 – Variáveis consideradas na determinação de uma escala de passes.

2.3 Procedimento Experimental

Foram realizados acompanhamentos experimentais em produtos com mesma característica de resistência mecânica. As dimensões de produto escolhidas foram as mais críticas do ponto de vista operacional, uma vez que a obtenção de forma e ausência de curvatura do laminado (*camber*) são mais difíceis de serem obtidas quanto menor for a espessura do esboço. A Tabela 2 detalha a característica do produto.

Tabela 2. Característica do produto ensaiado

Espessura	Largura	Comprimento	Qualidade
9,50	2560	38500	ASTM A36
8,00			
6,30			
8,14	2375	39750	API X70

Foi calculada através da equação (2) uma nova espessura de alargamento sem a presença do PAF:

$$\text{Espessura de Alargamento} = \frac{\text{Espessura da Placa} * \text{Largura da Placa}}{\text{Largura a Quente}}$$

Também foi desenvolvida uma lógica para escolha do sentido de laminação visando utilizar a máxima redução por passe, conforme a na Tabela 1, onde o sentido de laminação é previsto de acordo com as diomensões iniciais da placa.

A Tabela 3 define o sentido de laminação de acordo com a dimensão da placa e largura do produto visando a máxima redução por passe.

Tabela 3. Lógica para previsão do sentido de laminação

Condição	Sentido Inicial	Sentido Alterado	Redução em nº de passes
Largura -40 ≤ comprimento da placa ≤ Largura +20	Longitudinal	Transversal	2
Largura -40 > comprimento da placa ≥ Largura +20	Longitudinal	Longitudinal	1

A Figura 6 a seguir ilustra a laminação no sentido transversal eleito utilizada na parte experimental deste trabalho

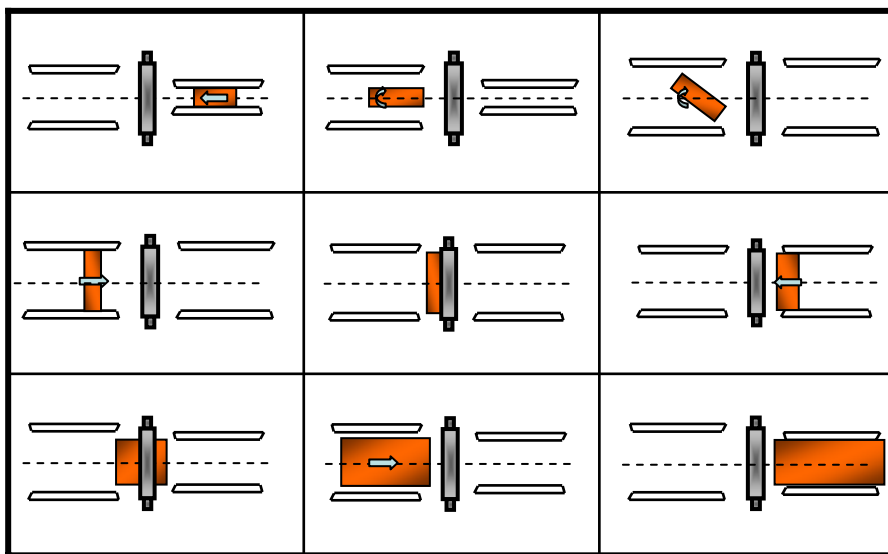


Figura 6 – Fases de laminação de chapas grossas: laminação transversal

3 DISCUSSÃO

A laminação transcorreu de forma normal, não houve ocorrências de curvatura ou qualquer tipo de ondulação que afetasse a planicidade do esboço e de forma geral a temperatura de acabamento e desempenho foram maiores o que proporcionou uma melhor forma ao laminado.

Na laminação transversal por ter menor número de passes de redução para obtenção da largura do esboço, a temperatura final de laminação é mais alta ⁽²⁾.

Devido a um erro de 1% no acerto de largura pelo novo cálculo da espessura de alargamento, foi necessário a introdução de um coeficiente de correção conforme a equação (3). Tal fator corrige o alargamento “espontâneo” que o esboço sofre com a elevada taxa de redução placa/chapa.

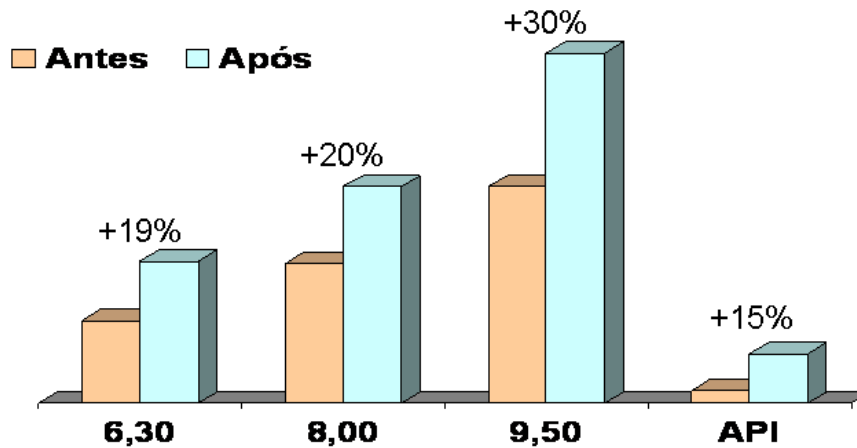
$$\text{Espessura de Alargamento} = \frac{(\text{Espessura da Placa} * \text{Largura da Placa}) * K}{\text{Largura a Quente}}$$

- equação (3)

4 RESULTADOS

4.1 Tonelagem Horária

Aumento da produtividade do laminador em média de 22% devido a otimização do sentido de laminação e a redução da quantidade de passes;



4.2 Acerto Dimensional

Melhor acerto da largura objetivada a quente com redução do desvio por falta de comprimento da última chapa do esboço;

4.3 Planicidade

Melhor planicidade em material fino devido aumento de 20°C na temperatura de acabamento/desempeno.

5 CONCLUSÕES

1. A eliminação do PAF na laminação e a padronização da escala de passes resultou em um ganho expressivo de produtividade;
2. A utilização do sentido de laminação transversal se mostrou mais interessante que o sentido longitudinal devido temperatura de acabamento/desempeno mais alta.
3. Com a implantação da tabela de redução no PLC afastou o risco de quebras do equipamento;
4. Há a necessidade de se investir na linha de acabamento, em especial na Demarcação e Identificação;

Agradecimentos

Aos operadores do laminador de Chapas Grossas da COSIPA em especial a José Augusto Tadeu Correia e Marocs Rogério Soares da Luz pela inestimável colaboração na parte operacional deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 TEIXEIRA, A., NAKASHIMA, J.T., PEREIRA, M.M. e ALVES, M.A.N. *Desenvolvimento de práticas de laminação visando o aumento da produtividade com conseqüente garantia de qualidade de produtos chapas grossas da COSIPA*. XLIII Seminário de Laminação da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Curitiba, Outubro de 2006;
- 2 TEIXEIRA, A., NAKASHIMA, J.T., PEREIRA, M.M., ALVES, M.A.N., SOARES, A.T. e JESUS, M.C. Aumento da produtividade do Laminador de Chapas Grossas através da otimização do comprimento do esboço. XLIV Seminário de Laminação da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Campos do Jordão, Outubro de 2007;
- 3 MAROELI, C.A. – Artigo Gargalos de Produção disponível em “http://www.administradores.com.br/artigos/gargalos_de_producao/21678/”.