

# NOVO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE DA USIMINAS CUBATÃO<sup>1</sup>

Marcelo Magalhães Pereira<sup>2</sup>  
Eduardo Amado Marconato<sup>3</sup>  
Marcos Roberto Soares da Silva<sup>4</sup>  
Pedro Segundo da Silva Vallin<sup>5</sup>  
José Ricardo Peçanha Guia<sup>6</sup>

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a nova linha de Laminação de Tiras a Quente da Usiminas, que atualmente está em fase de construção na Usina de Cubatão, tendo seu início de operação previsto para o segundo trimestre de 2011. O projeto do novo laminador está dividido em três fases distintas de implantação, onde a primeira fase irá iniciar com um forno de reaquecimento de placas, um laminador esboçador e de bordas, seis cadeiras acabadoras, sistema laminar de resfriamento de tiras e duas bobinadeiras, além das mais modernas tecnologias para garantir a qualidade do produto. A nova linha terá capacidade de produção de 2,3 milhões de toneladas por ano na primeira fase, podendo alcançar 4,8 milhões de toneladas na terceira fase do projeto. Considerada uma das mais modernas linhas do mundo, o novo laminador produzirá bobinas de aço para a indústria automotiva, do petróleo e gás, máquinas agrícolas e aços estruturais. Seu portfólio de produtos terá espessura variando de 1,2 a 20 mm e largura variando 750 a 2050 mm.

**Palavras chave:** Laminador de tiras a quente, bobina de aço, produtos laminados

## NEW HOT STRIP MILL OF USIMINAS CUBATÃO

### Abstract

This paper has the purpose to present the new Hot Strip Mill plant of Usiminas, which is under construction in Cubatão/Brazil and its start-up scheduled for the second quarter of 2011. The design of the new Hot Strip Mill is divided into three distinct phases, which the first phase will start with one slab reheating furnace, one rougher and edger mill, six mill stands, laminar cooling system and two down coilers, besides the latest technology to ensure the quality of Usiminas products. The new plant will have the capacity of 2,3 million tonnes per year in the first phase, reaching 4,8 million tonnes in the third phase of the project. Considered one of the world's most modern rolling mills, the new plant will produce steel coils for the automotive industry, construction, oil and gas and agricultural machinery. The company's product portfolio spans the entire range of steel products, from 1,2 to 20mm thick and 750 to 2050mm wide.

**Keywords:** Hot strip mill, steel coils, rolling products

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 47º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 26 a 29 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

<sup>2</sup> Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, Gerente de Operação da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: marcelo.magalhaes@usiminas.com

<sup>3</sup> Membro da ABM, Mestre em Engenharia de Materiais, Engenheiro de Produção da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: eduardo.marconato@usiminas.com

<sup>4</sup> Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, MBA em Administração da Qualidade, Coord. Gestão da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: marcos.silva@usiminas.com

<sup>5</sup> Membro da ABM, Engenheiro Mecânico, MBA em Siderurgia, CQE, Eng. Produção da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão, SP, Brasil. E-Mail: marcelo.magalhaes@usiminas.com

<sup>6</sup> Engenheiro Metalurgista, MBA em Administração da Qualidade, Gerente de Operação da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: jose.guia@usiminas.com

## 1 INTRODUÇÃO

A Usiminas apresenta neste trabalho um dos seus projetos mais ambiciosos que é a construção de uma nova linha de laminação a quente, visando atender as exigentes condições de mercado. Isso só é possível através do enobrecimento de seus produtos através do aumento da homogeneidade das propriedades mecânicas, melhoria de planicidade e uniformidade de espessura das bobinas laminadas.

Apostando na retomada da economia durante a crise e na evolução do consumo de laminados planos, a Usiminas não suspendeu nenhum de seus investimentos visando o aumento da produção de aço. Os produtos da nova linha de tiras a quente serão destinados principalmente à fabricação de produtos automotivos, máquinas agrícolas e construção civil. Além disso, a Usiminas almeja atuar mais incisivamente no promissor mercado do petróleo e gás, estando preparada para atender à demanda que será gerada pelos investimentos governamentais como a copa do mundo de 2014, jogos olímpicos de 2016 e projeto “Minha Casa Minha Vida”.

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar a nova linha de Laminação de Tiras a Quente da Usiminas, que atualmente está em fase de construção da primeira fase de implantação na Usina de Cubatão, tendo como previsão de início de operação previsto para o segundo semestre de 2011.

## 3 DESENVOLVIMENTO

A Usina de Cubatão tem o objetivo de produzir e comercializar bobinas e chapas de aço, tendo em vista o abastecimento do mercado interno e externo de acordo com as mais diversas aplicações. O mix de produtos atual da linha de laminação de tiras a quente de Cubatão consiste em materiais direcionados para aplicações como a fabricação de tubos para a indústria do petróleo, fabricação de máquinas agrícolas, tanques de armazenamento entre outros. Para isso o laminador de tiras a quente atual atende o mercado consumidor produzindo bobinas com largura variando de 710 mm a 1.610 mm e espessura de 2,00 mm a 12,75 mm.

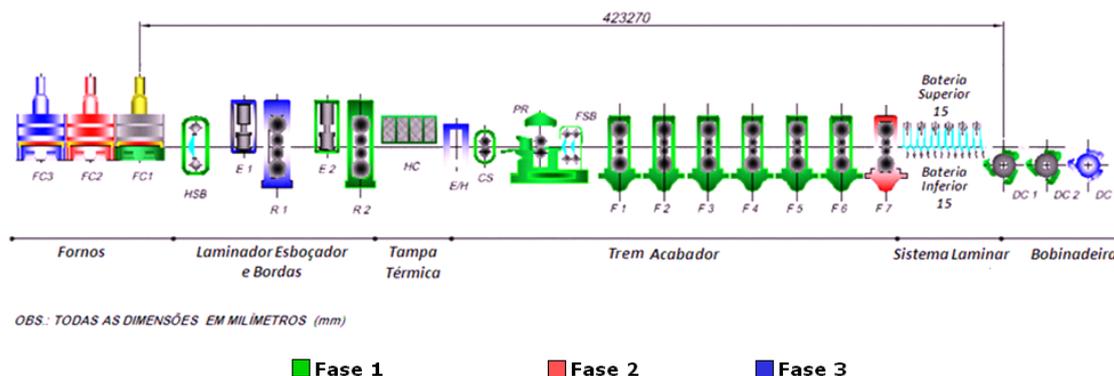
Por outro lado, aplicações que exijam níveis ainda mais restritos de largura e espessura, e que requerem a utilização de aços mais complexos o laminador atual não consegue suprir totalmente a demanda. Para atender estas exigências, torna-se necessário que novas tecnologias sejam empregadas na produção de matérias mais resistentes e com dimensões mais variadas. Desta forma, a Usiminas buscou entre os melhores fornecedores de equipamentos as melhores tecnologias disponíveis no mercado para o fornecimento da nova linha de laminação a quente na usina de Cubatão.

O plano de implantação da nova linha de laminação a quente é composto por um laminador de tiras a quente (LTQ2), um laminador de acabamento (LA), uma linha divisora (LD) e uma oficina de cilindros. O projeto da nova linha de laminação está dividido em três fases distintas de implantação, onde a primeira fase irá iniciar com capacidade de produção de 2,3 milhões de toneladas por ano, podendo alcançar 4,8 milhões de toneladas na terceira fase do projeto.

A implantação da nova linha contará com as mais modernas tecnologias disponíveis para assegurar que a qualidade dos produtos Usiminas continue sendo

um grande diferencial de mercado. Considerada uma das mais modernas linhas de laminação do mundo, o novo laminador produzirá bobinas de aço com espessura variando de 1,2 mm a 20,0 mm e largura de 750 mm a 2.050 mm, com peso máximo de 35 t. Além da ampliação do seu mix de produtos, como por exemplo, aços para indústria naval, aços estruturais de ultra alta resistência (>600 MPa), aços de alta resistência baixa liga (ARBL), aços para rodas, aços API até X80, dual phase e trip.

A Figura 1 apresenta o layout geral do novo laminador de tiras a quente da Usiminas Cubatão e seus principais equipamentos contemplados nas três fases de implantação.<sup>(1)</sup>



**Figura 1** – Layout do novo laminador de tiras a quente da Usiminas Cubatão.

A seguir são apresentados os principais equipamentos da nova linha de laminação a quente.

- **Forno de Reaquecimento de Placas**

Fornos de reaquecimento são comumente utilizados na indústria siderúrgica para aquecimento das placas de aço produzidas pelo processo de lingotamento. As placas devem ser reaquecidas, uniformemente, seguindo um perfil apropriado, de forma que elas tenham as propriedades mecânicas e metalúrgicas requeridas para sua laminação. Além disso, é desejável um controle dinâmico de temperatura satisfatório nos fornos de reaquecimento para que se reduza o consumo de combustível, já que tal consumo é responsável pela parcela mais onerosa dos custos de operação do processo de laminação a quente.

Para obter tal resultado, a nova linha de laminação a quente contará com um forno de reaquecimento de placas tipo *walking beam* (vigas caminhantes), totalmente automatizado, com sistema de modelamento matemático *FlexyTech Model* para otimização do aquecimento e do consumo de combustível. Além da tecnologia de combustão *Flameless* (sem chama), onde o regime de combustão é caracterizado pela ausência de chama de pré-mistura.<sup>(2)</sup> A Tabela 1 apresenta as principais características do forno de reaquecimento de placas do LTQ2.

**Tabela 1** – Principais características do forno de reaquecimento de placas<sup>(3)</sup>

Principais Características	
Fabricante	Italmimpianti
Tipo	Walking Beam
Comprimento total	57.200 mm
Largura	12.300 mm
Capacidade nominal	400 t/h
Combustível de queima	gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e gás natural

- **Laminador Esboçador e Trem Acabador**

A nova linha contará na primeira fase de implantação, um laminador esboçador e de bordas e um trem acabador composto por seis laminadores acabadores. O laminador esboçador é do tipo quádruo reversível e será responsável pela redução da espessura da placa desenformada na espessura requerida para a entrada do trem acabador, este laminador será equipado com um sistema de controle dinâmico no laminador de bordas, denominado *Automatic Width Control* (Controle Automático de Largura) e que tem como uma das finalidades a otimização da formação de ponta e cauda do esboço, evitando assim desperdício de material no momento do corte da tesoura volante. Enquanto o laminador esboçador apresenta um sistema de controle de abertura de cilindros acionado hidraulicamente denominado *Automatic Gauge Control* (Controle Automático de Abertura), com o objetivo reduzir as variações de espessura do esboço durante as fases de processamento. Além de modelos matemáticos de setup dos laminadores de bordas e esboçador e modelo dinâmico de controle de largura, necessários para um maior controle dos parâmetros de processo.

Na saída do laminador esboçador encontram-se as tampas térmicas, que tem como finalidade a conservação da temperatura do esboço que será posteriormente processado no trem acabador. A Tabela 2 apresenta as principais características do laminador de bordas e esboçador.

**Tabela 2** – Principais características do laminador de bordas e esboçador<sup>(4)</sup>

<b>Principais Características</b>	
<b>Fabricante</b>	<i>Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc.</i>
<b>Tipo</b>	<i>Esboçador e Bordas</i>
<b>Espessura de entrada placa</b>	<i>210 e 260 mm</i>
<b>Potência do motor</b>	<i>2 AC - 8.500 kW (Esboçador) 2 AC - 1.500 kW (Bordas)</i>

Após o processamento do material no laminador esboçador, ele segue até o trem acabador do tiras a quente que é composto por seis cadeiras tipo quádruo não reversível na primeira fase de implantação, chegando a sete na segunda fase. Com a implantação do sétimo laminador no trem acabador, será possível o processamento de materiais com espessura inferior a 1,5 mm, podendo alcançar a espessura máxima de 1,2 mm.

O trem acabador possui funções controle de processo de última geração que tem por objetivo garantir a estabilidade operacional durante a laminação da tira, através de modelos matemáticos e ajustes dinâmicos de processo. Entre todos os modelos presentes no trem acabador, podem ser citados o modelo dinâmico de controle da temperatura de acabamento da tira e o modelo de perfil de cilindros do trem acabador.

Além de modelos e controles específicos para garantir as exigências com relação a coroamento e planicidade de tira, através de funções como *Work Roll Shift* presente nas duas últimas cadeiras (F5 e F6), *Work Roll Bender* e *Pair Cross* nas cadeiras primeiras cadeiras (F1 a F4), com angulação máxima de 1,2 graus. A Tabela 3 apresenta as principais características do trem acabador.

**Tabela 3 – Principais características do trem acabador<sup>(4)</sup>**

<b>Principais Características</b>	
<b>Fabricante</b>	<i>Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc.</i>
<b>Tipo</b>	<i>6 cadeiras tipo quádruo</i>
<b>Espessura máxima de entrada</b>	<i>50 mm</i>
<b>Potência do motor</b>	<i>10.000 kW</i>

- **Sistema de Resfriamento de Tiras**

O sistema de resfriamento de tiras fica situado na mesa de saída do trem acabador, composto por quinze bancos de resfriamento divididos em três zonas: resfriamento normal, intensivo e fino. Este sistema serve como base para determinar os modos de resfriamento das tiras necessários para a obtenção dos requisitos metalúrgicos para cada tipo de material. Além dos bancos de resfriamento, o sistema possui jatos de água laterais para evitar que a água residual de resfriamento interfira na estratégia adotada.

Através do controle do modo de resfriamento de tira é possível obter materiais com exigências mais restritas como aços *dual phase*, TRIP entre outros. A Tabela 4 apresenta as principais características do sistema de resfriamento de tiras.

**Tabela 4 – Principais características do sistema de resfriamento de tiras<sup>(4)</sup>**

<b>Principais Características</b>	
<b>Fabricante</b>	<i>Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc.</i>
<b>Comprimento do sistema</b>	<i>101 m</i>
<b>Zonas de resfriamento</b>	<i>Resfriamento normal, intensivo e fino</i>
<b>Temp. água de resfriamento</b>	<i>40°C</i>

- **Sistema de Inspeção Superficial**

O novo laminador de tiras a quente contará com o sistema de inspeção *Parsytec Espesso SI*, o qual foi desenvolvido para a realização de inspeção automática das superfícies em 100% das tiras produzidas no laminador. Uma ferramenta de grande auxílio a laminação, pois garante qualidade comprovada das tiras, alta produtividade e eficiência do processo.

O sistema *Parsytec Espresso SI* combina uma gama de algoritmos de detecção e classificação utilizando câmeras e alta tecnologia de iluminação para inspeção avançada de alto desempenho.

De maneira geral, um sistema de inspeção superficial varre toda superfície de uma bobina (tanto face superior e inferior) usando sensores baseados em câmeras. Este identifica e classifica todos os defeitos de superfície relevantes e fornece aos inspetores os resultados em forma de mapa ou na forma de dados estatísticos, juntamente com as imagens dos defeitos observados pelo sistema. Finalmente, todos os resultados são armazenados em banco de dados para posteriores análises de qualidade.<sup>(5)</sup>

- **Bobinadeiras**

As bobinadeiras estão situadas no final da mesa de saída do trem acabador, após o sistema de resfriamento de tiras. A primeira fase de implantação apresenta duas bobinadeiras idênticas, contando com recursos tecnológicos de alto desempenho para o bobinamento de tiras. Desta forma é possível obter qualidade de bobinamento muito elevada, reduzindo assim a probabilidade de retrabalhos e ainda, possibilitando o bobinamento apropriado de materiais de alta resistência e de grande espessura.

O acionamento mecânico do equipamento será realizado através de cilindros hidráulicos e servo-válvulas e ainda contará com três blocos capazes de processar materiais finos e grossos. Além de um sistema específico de troca rápida de mandril, dotado de um sistema de conexão *plug-in* entre o mandril e a base rotativa, assim o mesmo poderá ser removido da bobinadeira sem a necessidade de desmontar a unidade do mandril.

As duas bobinadeiras serão equipadas com a função *Quick Open Control* (Controle Rápido de Abertura), esta função é realizada através da combinação entre a expansão do mandril e a movimentação dos blocos. Através desta combinação de movimentos é possível eliminar choques físicos entre as espiras internas da bobina, provocadas pelo degrau formado entre a ponta da tira com a próxima espira evitando assim marcar as bobinas. A tabela 5 apresenta as principais características das bobinadeiras:

**Tabela 5** – Principais características das bobinadeiras<sup>(4)</sup>

<b>Principais Características</b>	
<b>Fabricante</b>	<i>Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc.</i>
<b>Tipo</b>	<i>Hidráulica com 3 blocos</i>
<b>Temperatura de bobinamento</b>	<i>200 à 800 °C</i>
<b>Velocidade de bobinamento</b>	<i>1.200 mpm</i>
<b>Diâmetro externo de bobina</b>	<i>1.200 mm à 2.100 mm</i>

- **Sistema de Gerenciamento de Pátios**

Todos os pátios da nova linha de tiras a quente, laminador acabador e linha divisora serão gerenciados por sistemas de controle desenvolvidos pelos respectivos fornecedores e em parceria com a Usiminas. Estes sistemas têm como principais funções garantir o rastreamento de placas e bobinas estocadas nos pátios do LTQ2 e LA/LD, e ainda otimizar a formação de endereços estocagem e minimizar a movimentação de material através. Com capacidade máxima de estocagem de aproximadamente quatro dias para os pátios do LTQ2, é esperado que o desempenho operacional dos pátios seja maximizado.

Outro fator de grande relevância do projeto é a localização da nova linha de tiras a quente, que ficará ao lado da aciaria da usina de Cubatão. Desta forma, a prática de enformamento de placas quentes (*Hot Charge*) será favorecida e assim o consumo energético para o reaquecimento das placas será menor, conseqüentemente, o consumo de combustíveis utilizados nos fornos de placa será minimizado.

- **Laminador Acabador e Linha Divisora de Bobinas**

O laminador acabador e a linha divisora irão iniciar suas atividades quase que simultaneamente com o novo laminador de tiras a quente. O fornecimento das duas linhas é da empresa italiana Danieli, com capacidade de produção máxima de 800.000 t/ano cada linha.

O laminador acabador tem como objetivo garantir a homogeneidade de propriedades mecânicas do material processado na laminação a quente e corrigir a planicidade de tira, este equipamento contará com uma cadeira 4HI, um sistema de desbobinamento e um de rebobinamento sob tensão. Além de funções de controle de planicidade de tira, realizada por bender positivo e negativo dos cilindros de trabalho e controle de alongamento de tira, com capacidade máxima de 3% de alongamento.<sup>(6)</sup>

A linha divisora de bobinas tem a finalidade principal de transformar bobinas laminadas a quente em bobinas de comprimentos variados conforme a necessidade do cliente. O equipamento é composto basicamente por um sistema de desbobinamento e de tesouras acionadas hidráulicamente, com capacidade de corte de até 12,7 mm de espessura<sup>(7)</sup>. A tabela 6 apresenta as principais características dos equipamentos mencionados.

**Tabela 6** – Principais características Laminador Acabador e Linha Divisora<sup>(6,7)</sup>

Principais Características	Laminador Acabador	Linha Divisora
<b>Fabricante</b>	<i>Danieli</i>	
<b>Alongamento máximo</b>	3%	-
<b>Velocidade Máxima</b>	550 mpm	400 mpm
<b>Espessura de Trabalho</b>	1,2 à 6,5 mm	1,2 mm à 12,7 mm
<b>Largura de Trabalho</b>	700 mm à 2.050 mm	
<b>Diâmetro interno</b>	610 mm à 762 mm	

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto em realização na usina de Cubatão é parte de um grande plano de investimentos da Usiminas para aumentar sua produtividade e a qualidade dos materiais laminados.

Devido ao alto grau de automação das linhas e das novas tecnologias implantadas, as perdas no processo e a geração de defeitos serão minimizadas e a produtividade maximizada. Além da adequação de desempenho das características dimensionais e das propriedades mecânicas com as novas exigências do mercado. Desta forma a Usiminas fortalecerá sua posição no mercado de laminados a quente através do enobrecimento do mix de produtos.

#### Agradecimentos

A todos os envolvidos que atuaram e atuam de forma direta ou indireta no desenvolvimento deste projeto de altíssima complexidade e magnitude, contribuindo para construção deste marco na história da Usiminas.

#### REFERÊNCIAS

- 1 MAGALHÃES, M.; MARCONATO, E.A.; DA SILVA, M.R.S. Novo Laminador de Tiras a Quente da Usiminas Cubatão. XXXIII Seminário Interno de Laminação Usiminas. Cubatão, 2010.
- 2 COSTA, M. Combustão Sem Chama Visível (Flameless Combustion). 2ª Escola de Combustão. São José dos Campos, 2009.
- 3 LOI Italimpianti. Cosipa – Sao Paulo Brasil – Technical Specification for One 400t/h Walking Beam Reheating Furnace of Hot Strip Mill. 2008.
- 4 Mitsubishi Corporation. Technical Specification for No.2 Hot Strip Mill Plant for Companhia Siderúrgica Paulista. Volume 1. Fevereiro, 2008.
- 5 Parsytec Computer GmbH. Surface Inspection System Espresso SI for the HSM No.2 of Cosipa in Brazil – Technical Specification. Roanoke, EUA, 2008.
- 6 Danieli Wean United. Nr.2 Hot Strip Mill Plant – Hot Skin Pass Line and Coil Dividing Line – Technical Specification. Volume 1. 2007.
- 7 Danieli Wean United. Nr.2 Hot Strip Mill Plant – Hot Skin Pass Line and Coil Dividing Line – Technical Specification. Volume 2. 2007.