

# NOVA USINA INTEGRADA DE 1.1MTPA DE VOTORANTIM SIDERURGIA<sup>1</sup>

Alexander Schultz Rizek<sup>2</sup>  
Fernando César Dutra Vieira<sup>2</sup>

## Resumo

Descrever o projeto de implantação da Nova Usina da Votorantim Siderurgia em Resende, Rio de Janeiro – Brasil, para produção de 1.100.000 ton/ano de tarugos e 550.000 ton/ano de produtos laminados, destacando o fornecimento dos equipamentos elétricos e o sistema de controle do laminador, bem como a implantação de uma nova tecnologia em tratamento de águas siderúrgicas, fornecido e implementado pela Russula. Foram limitadores ainda os prazos para execução do comissionamento e posta em marcha em função das necessidades do mercado. Em função da envergadura do projeto, foram utilizadas ferramentas de gestão que visavam otimizar os recursos existentes, fossem eles de tempo, de pessoal, financeiros, etc. As ferramentas de gestão de projetos utilizadas permitiram identificar os “maiores interessados” em cada etapa do projeto, suas necessidades, os processos críticos nas fases de montagem, comissionamento e operação, as necessidades de cada etapa e a reordenação dos mesmos, garantindo que não haveriam retrabalhos. A posta em marcha do laminador ocorreu no início de Setembro de 2008, e a primeira bobina foi laminada sem que tivesse havido nenhuma sucata. No mesmo mês de Setembro o laminador já produzia bobinas comerciais com baixos índices de paradas elétricas.

**Palavras-chave:** Usina integrada; Projeto de implantação; Filtros de anéis; Fator R.

## VOTORANTIM SIDERURGIA'S NEW 1.1 MTPY INTEGRATED STEEL MILL

## Abstract

This paper focuses on the implementation of the new Votorantim Siderurgia integrated steel mill in Resende, Rio de Janeiro Brazil, which produces 1.1 MT/year in billets and 0.55 MT/year hot rolled products. Russula supplied the complete electrical equipment and control system for the mill and a new water treatment technology that has a low rate of water loss and consumption. Due to market needs, the plant commissioning time was very limited. In order to complete the project time goals, management tools were employed to identify the key stakeholders at each stage of the project, their needs, and reorganize the critical processes in assembly, commissioning and operation, which in turn eliminated rework. Votorantim Siderurgia produced their first coil without cobbles in the beginning of September 2008. By the end of the month they were producing commercial product with a low rate of electrical downtime.

**Key words:** Integrated steel mill; Project implemented; Ring filters; R-Factor.

<sup>1</sup> 48º Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 24 a 27 de outubro de 2011, Santos – SP.

<sup>2</sup> Russula América do Sul - Av. Ibirapuera, 2907, Torre C, Cj : 620 -Indianópolis, São Paulo - 04029-200 Brazil - Tel: +55 11 5044 8847 Fax: +55 11 5044 9883 – Email: info@russula.com.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O Objetivo do projeto era de produzir 1.100.000,00 de tarugos e 550.000 ton/ano de produtos laminados, podendo-se produzir diversos produtos em diversas velocidades de produção:

- tamanho do tarugo:
  - 150 mm sq x 12 m long, 2.110 kg nominal;
  - 160 mm sq x 12 m long, 2.410 kg nominal (futuro).
- velocidade do laminador:
  - garantida de projeto: 105 m/s;
  - (velocidade máxima para produção de vergalhão soldável: 85 m/s).
- produção de 550,000 ton/ano em 7,200 horas (futuro 1,100,000 ton/ano);
- forno: 120 ton/hora;
- produtos produzidos:
  - redondo : 5,5 mm to 24 mm;
  - barras soldáveis (HYQST): 6,3 mm, 8,0 mm, 10 mm, 12,5 mm and 16 mm;
  - aço: baixo carbono.
- temperaturas de entrada:
  - gaiola #1 : 1.050°C para ASISI 1080;
  - bloco acabador - No-Twist® Mill: 900°C-950°C para ASISI 1080;
  - bobina: tamanho e peso; e
  - bobina: 1.250 mm o.d. x 850 mm i.d., 2.046 kg (futuro 2.400 kg).

Devido a grande importancia dos recursos naturais e da necessidade grande volume de água para este processo produtivo, a Russula instalou um novo e revolucionário sistema de tratamento de águas com baixíssimo indice de perdas e consumos. Esta nova tecnologia foi baseada em filtros de anéis com economia de espaço e de fácil manutenção, e não mais nos antigos e gigantescos filtros mecânicos.

Foi instalada uma planta de tratamento de águas para a aciaria e fábrica de fio-máquina de alta velocidade com as seguintes vazões:

- vazão total de água de contato: 3.100 m<sup>3</sup>/h (13.649 gpm);
  - laminador fase 1: 2.400 m<sup>3</sup>/h (10.566 gpm);
  - *down stream*: 160 m<sup>3</sup>/h (705 gpm); e
  - *continuous casting mill*: 540 m<sup>3</sup>/h (2.378 gpm).
- vazão total água de não contato: 7.754 m<sup>3</sup>/h (34.143 gpm);
  - *rolling mill (phase 1)*: 920 m<sup>3</sup>/h (4050 gpm);
  - *melt shop*: 3.334 m<sup>3</sup>/h (14.680 gpm);
  - *down stream*: 480 m<sup>3</sup>/h (2.114 gpm);
  - *self container*: 560 m<sup>3</sup>/h (2.466 gpm);
  - *compressors*: 210 m<sup>3</sup>/h (925 gpm);
  - *fox*: 450 m<sup>3</sup>/h (1.982 gpm); e
  - *dedusting*: 1.800 m<sup>3</sup>/h (7.926 gpm).

Em função das demandas de mercado, buscas por novos clientes, ao alto investimento feito neste projeto e o alto volume de produção previsto para este laminador, o tempo disponível entre projeto e o início de produção do laminador eram pontos de altíssima importância e objeto de constantes reuniões que foram programadas mensais para acompanhamento do projeto durante a fase de engenharia e de fabricação, e diárias na fase de obras. Esta atitude foi fundamental que o ótimo desenvolvimento de projeto e impediu que tivéssemos surpresas as vésperas da entrega dos equipamento ou início da posta em marcha.

Também neste contexto, grande parte da execução dos serviços, testes de *software*, *hardware* foram feitos antes do comissionamento.

## 2 O LAMINADOR

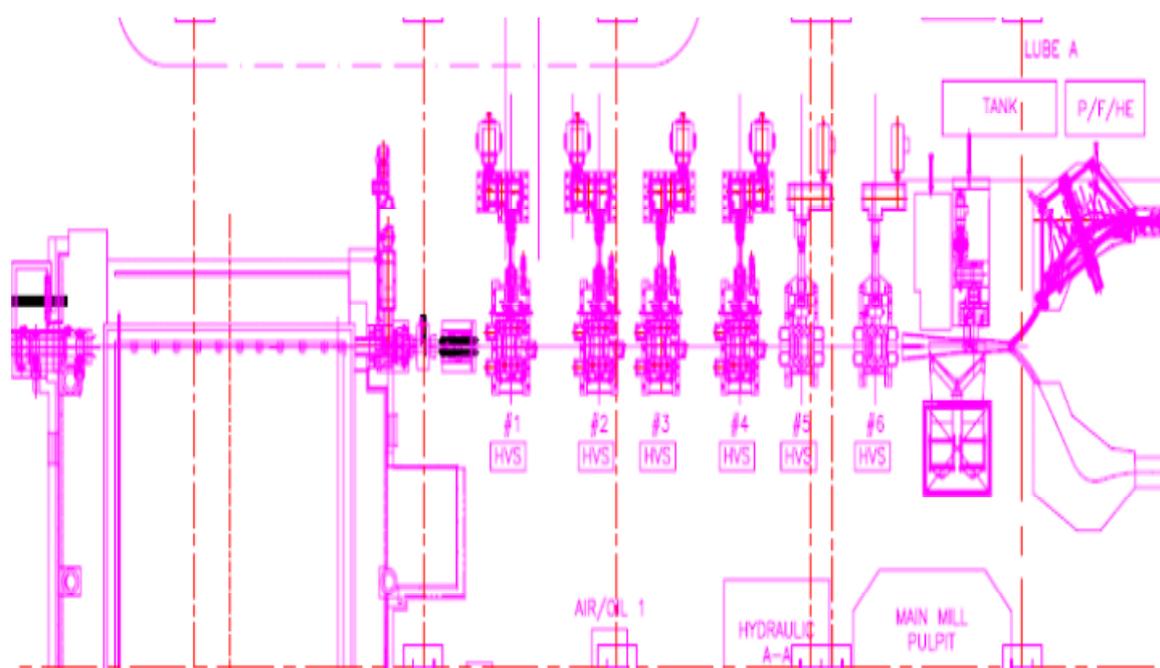
O laminador da usina de Resende, Rio de Janeiro é um laminador de fio-máquina de um veio, porém com previsão de instalação do segundo veio. O desbaste deste laminador, assim como forno de reaquecimento já foram dimensionados para dois veios (Figuras 1 e 2).

O Laminador possui 28 passes e pode ser dividido em três principais áreas:

- desbaste (comum);
- intermédio;
- acabador.

### 2.1 Forno e Trem de Desbaste

Para abastecer o laminador, foi instalado pela Danieli Central Combustion um forno de reaqueciemnto de 120 ton/h *Walking Beam*. A Russula foi responsável pelo controle e o *tracking* de produto desde a saída do forno de aquecimento até o final.



**Figura 1.** Planta do trem do desbaste.

O trem do desbaste é composto por seis gaiolas com capacidade para laminador dois tarugos de cada vez, e uma tesoura *start-stop*. Neste região do laminador, o controle é feito pelo “Controle de Tração” devido a bitola e velocidade do material.



**Figura 2.** Trem do desbaste.

### 2.1.1 O controle de tração

O sistema de controle de tração garante que a barra seja laminada com uma tração mínima. O operador ajusta a tração (força/área) necessária que é transformada em torque de laminação. O torque do motor da gaiola *upstream* é medido e a velocidade é ajustada de modo a manter um nível desejado do torque na gaiola.

As tomadas instantâneas do torque da gaiola *upstream* são obtidas quando a cabeça da barra está próxima à gaiola *downstream*. Esse torque deve ser memorizado antes de atingir a gaiola *downstream*, evitando inclusive a guia de entrada da gaiola *downstream*. Este valor de torque memorizado é comparado com o torque atual da gaiola *upstream* depois da barra ter passado pela gaiola *downstream*. A velocidade da gaiola *upstream* é então ajustada, pelo fator-R, para manter o valor desejado de torque. Um controle proporcional está disponível, porém normalmente não é usado. O controle de tração permanece ativo somente durante um tempo pré-ajustado (da ordem de 4 segundos) ou até o momento que a cabeça atingir a próxima gaiola. É importante que a barra tenha uma temperatura uniforme ao longo de sua extensão, dentro de uma faixa de 35°C. Dessa forma podemos assumir que as medições instantâneas de torque obtidas na cabeça possam ser utilizadas para todo o resto da barra.

Para garantir a capacidade de produção futura, as seis gaiolas do trem de desbaste já foram dimensionadas para laminação de dois tarugos. Os motores e inversores de frequência também já foram dimensionados e fornecidos para tal:

- gaiola h1 : 420 kW;
- gaiola h2 : 420 kW;
- gaiola h3 : 650 kW;
- gaiola h4 : 650 kW;
- gaiola h5 : 650 kW;
- gaiola h6 : 650 kW; e
- tesoura 950 mm : 170 kW
  - máxima velocidade: 1,09 m/s;
  - mínima velocidade: 0,58 m/s.

A geração de referência nesta área do laminador, assim como nas outras duas áreas é feita através do conceito “Factor R” e “Sistema em cascata” (Figura 3).

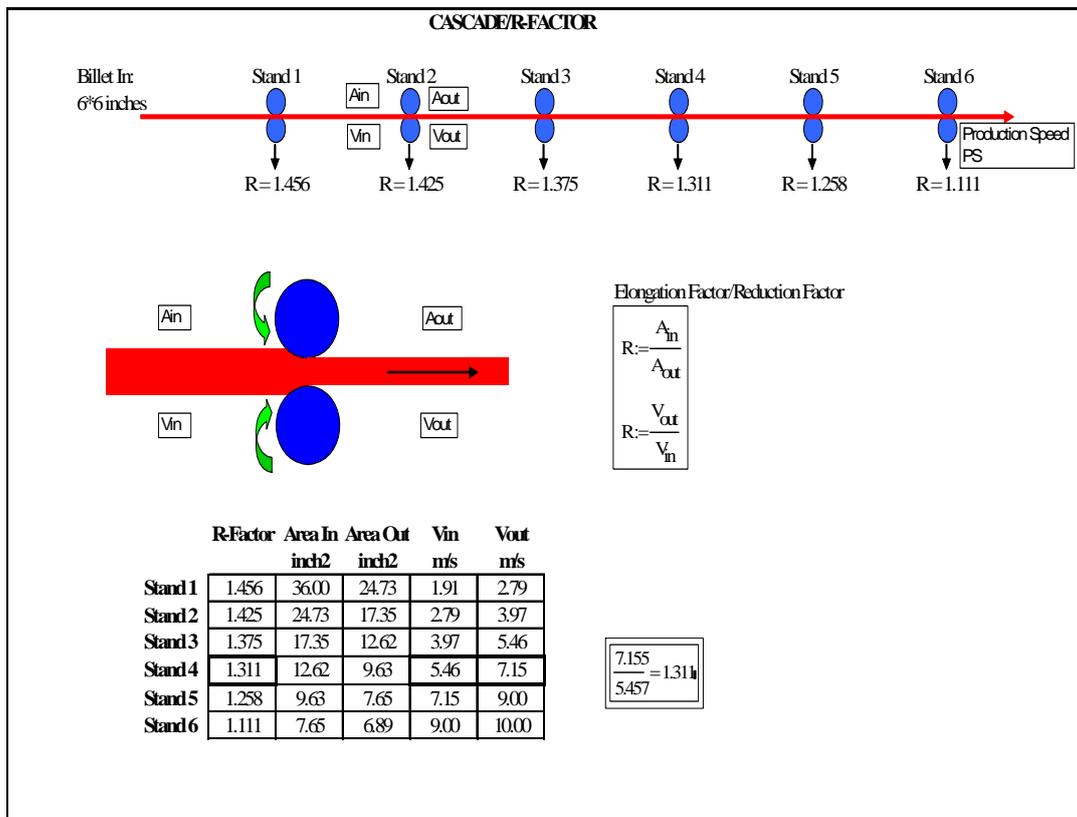


Figura 3. Esquema do conceito R-Factor.

O conceito “R-Factor” traz grandes benefícios para operação do laminador, pois o operador não precisa estar controlando várias grandezas ao mesmo tempo, como velocidades, RPM de motor.

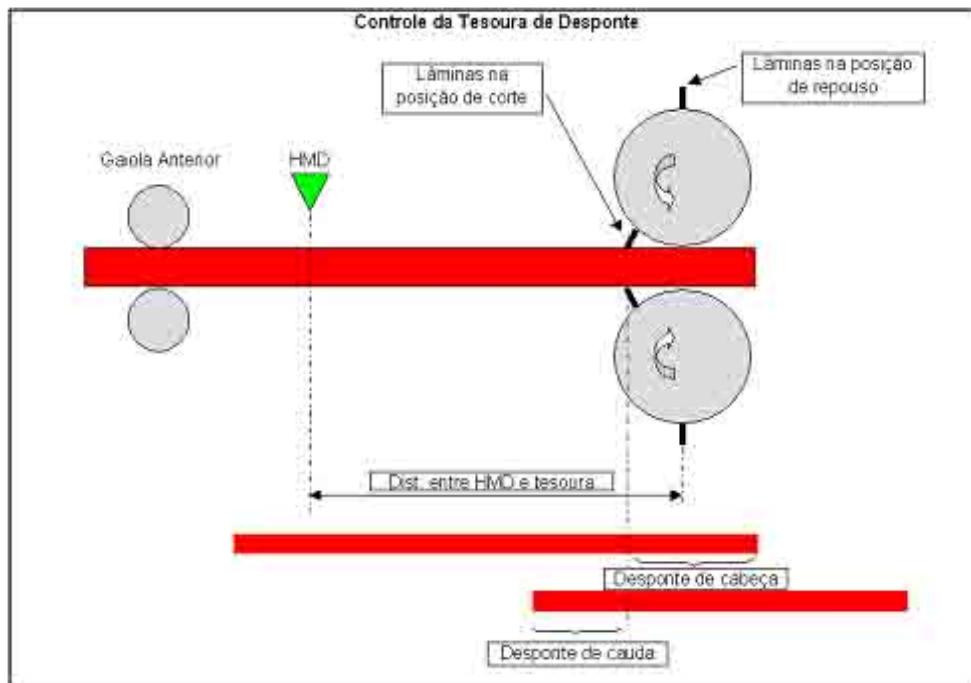
Com este conceito, o operador apenas controla um fator, o fator de redução de cada gaiola, o qual esta diretamente relacionado ao conceito de laminação.

A Tesoura 950 mm, assim como as outras do laminador que também são do tipo *Start-Stop* seguem o mesmo conceito de controle, porém naturalmente com velocidades distintas. Por ser um Laminador de Fio-Máquina, as tesouras instaladas a cada 6 passes, são tem a função de desponte de cabeça e corte de cauda, por razão de resfriamento e deformação que possam formar a cada passe no laminador. Veja abaixo a filosofia básica de um controle de tesoura de desponte.

**2.1.2 Tesoura de desponte**

A função da tesoura de desponte é cortar um pedaço da cabeça ou da cauda, que normalmente apresentam irregularidades, em tamanhos definidos pelo operador.

O controle do disparo utiliza uma HMD (Sensor de detecção de material – *hot metal detector*) localizada antes da tesoura. Quando a cabeça ou a cauda da barra passa pelo HMD, um bloco integrador começa a calcular a distância percorrida com a velocidade do material, quando este valor atinge o tamanho calculado, o ciclo de corte é acionado (Figura 4).

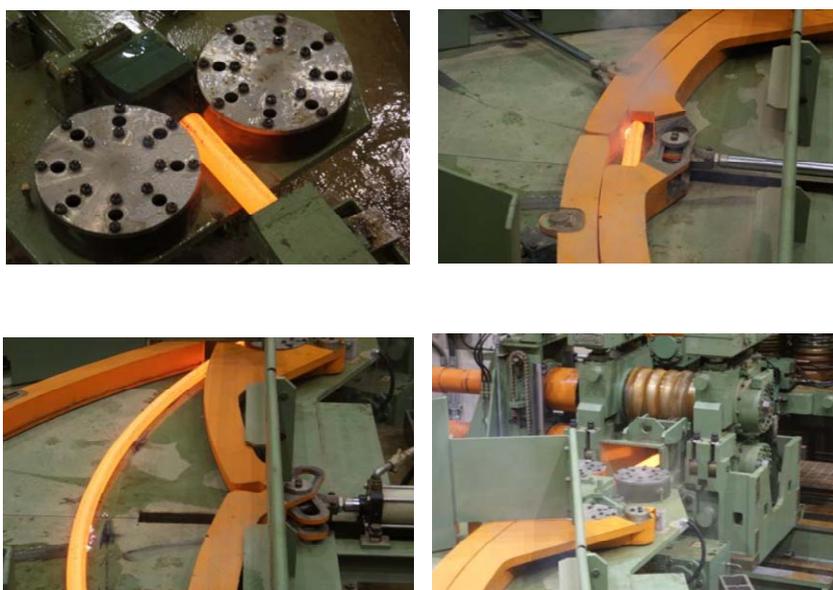


**Figura 4.** Controle da tesoura de desponte.

Na IHM dispomos das seguintes opções:

- seleção de despoite de cabeça e/ou cauda; e
- comprimento do despoite de cabeça e/ou cauda.

Após a tesoura 950 mm, após a gaiola 6, o laminador será separado em dois veios, sendo que o segundo veio será instalado no futuro, quando a produção deverá subir para 1.100.000 ton/ano. Com objetivo de se obter mais estabilidade no sistema de controle quando laminando com dois veios, obtendo uma velocidade do trem acabador fixa (velocidade do bloco acabador e formador de espiras), o que trás grandes vantagem operacionais e bobinas com ótima formação, optou-se por separar o laminador em dois veios já na saída da gaiola 6. Após a tesoura 950 mm foi instalado uma mesa de laço grande, com capacidade de absorver grandes variações de massa no laminador.



**Figura 5.** Mesa de laço.

### 2.1.3 O controle de laço

A finalidade principal da função de controle automático de laço é controlar e manter a laminação livre de tração, através de um laço de material entre duas cadeiras de laminação. As informações de altura do laço e a detecção do material são fornecidas pelo sensor de laço. A medição do valor é interpretada pelo sistema de controle, fornecendo uma medição em unidade de engenharia (mm). Este valor é compensado por uma posição de entrada do laço (ELP), parâmetro do controle do sistema, para definir a posição zero do material.

Assim que a barra atinja a gaiola *downstream*, o formador de laço é ativado e irá ajudar na sua formação (Figura 5). O sistema dispõe de um parâmetro para compensar o atraso da válvula do formador de laço durante a formação. A relação de velocidade entre as duas gaiolas é compensada por uma posição de início do laço (SLP), parâmetro do sistema de controle, para forma o laço na posição desejada. Ao diminuirmos o SLP, a gaiola *downstream* irá desacelerar para ajudar na formação do laço. Quando a barra atingir a próxima gaiola *downstream*, a posição atual do laço e o controle ajustarão as velocidades das duas gaiolas *downstream*, para a formação do laço. O controle proporcional é usado neste momento.

Depois da barra ter passado pela próxima gaiola, a cascata proporcional mudará seu controle para *upstream*. Neste momento, o controle integral será ativado.

O controle proporcional atua diretamente nas velocidades das gaiolas anteriores de forma proporcional a seus valores de fator-R. Já o controle integral irá agir diretamente no Fator-R da gaiola *downstream*.

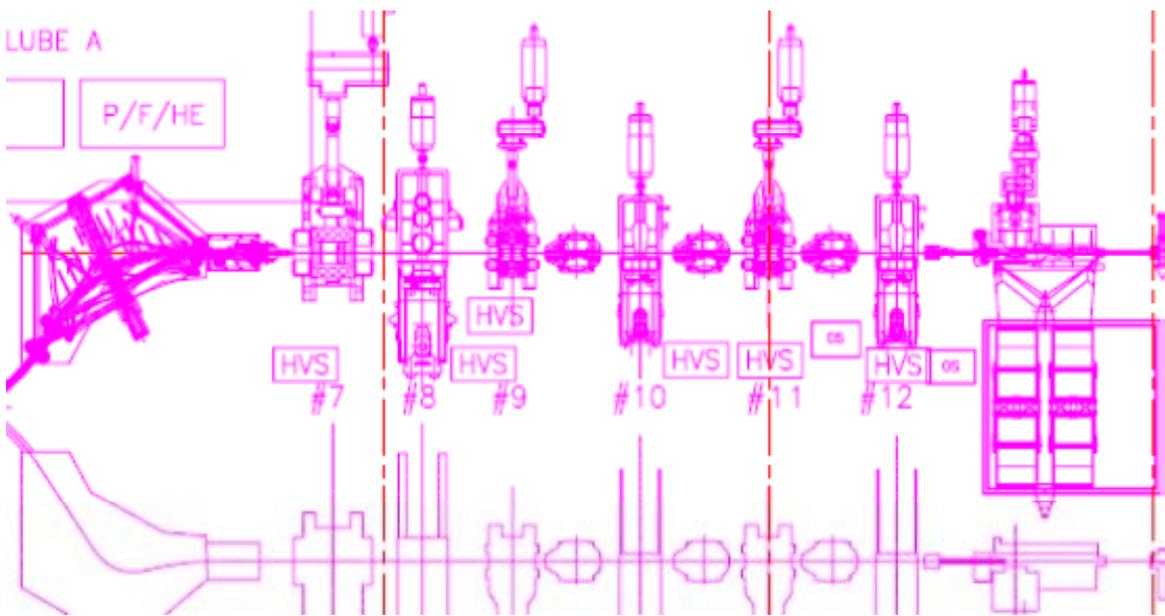
O ganho é adaptado para permitir um maior ajuste, quando um laço alto for detectado. São utilizados dois ganhos diferentes para a parte proporcional. O ganho alto é usado na fase inicial do controle do laço. Um tempo depois do laço ter sido formado, o ganho é reduzido para permitir uma laminação mais estável durante a passagem da barra.

Os fatores-R são armazenados no início da barra, após a liberação do controle integral. Estes valores salvos serão utilizados para a próxima barra, pois trata-se de um valor mais adequado para a próxima barra.

O sistema possui um parâmetro para iniciar a deformação do laço antes da cauda da barra deixar da gaiola anterior garantindo uma boa seqüência da cauda. Neste momento, será utilizada uma outra referência, (TLP), mais baixa que a referência normal. Depois que a barra sair da gaiola, será carregado novamente o valor do Fator-R previamente armazenado. Esse procedimento melhora o desempenho da laminação gerando correções menores durante o seqüenciamento do controle de laço para a próxima barra.

## 2.2 O Trem Intermédio

Com a divisão do laminador em dois veios na gaiola 6, após a mesa de laços, o tarugo entra da região que chamamos de intermédio. O trem intermédio é composto por 6 gaiolas e uma tesoura 700 mm *Start-Stop*. Nesta area do laminador, as gaiolas já estão posicionadas na configuração horizontal/vertical, devido a qualidade requerida do produto laminado (Figuras 6 e 7).



**Figura 6.** Planta trem intermédio.

Nesta área do laminador, entre as gaiolas 7/8 e 8/9 o controle ainda é feito com tração, porém entre as gaiolas 9/10, 10,11 e 11/12 o controle já não é mais feito por tração, e sim por laços verticais entre as gaiolas. O controle de laço nesta região, segue o mesmo conceito exposto anteriormente em Controle de Laço.

- gaiola H7: 420 kW;
- gaiola V8: 420 kW;
- gaiola H9: 650 kW;
- gaiola V10: 420 kW;
- gaiola H11: 650 kW;
- gaiola V12: 650 kW; e
- tesoura 700 mm: 150 kW
  - máxima velocidade: 5,62 m/s;
  - mínima velocidade: 3,00 m/s.
  -



**Figura 7.** Trem intermédio.

## 2.3 O Trem Acabador

Após a tesoura 700 mm, depois da gaiola V12, o laminador entra no que chamamos trem acabador, onde as velocidades são mais altas podendo chegar até 120 m/s após o 28 passe, última gaiola do Bloco No-Twist® Mill.

O trem acabador é composto por tres mini-blocos com dois passes cada um, sendo que antes de cada mini-bloco há uma mesa de laço horizontal.

Após os mini-blocos, segue-se uma tesoura 1.080 mm *Start-Stop* de alta velocidade, uma caixa d'água para resfriamento controlado, outra mesa de laço horizontal antes do bloco Morgan acabador No-Twist® Mill de 10 passes.

Após o bloco acabador, seguem-se outras 4 caixas d'água (HYQST) com tres *pinch-rolls* intermediários e finalmente o *pinch-roll* do formador de espiras e o próprio formador de espiras (Figura 8).

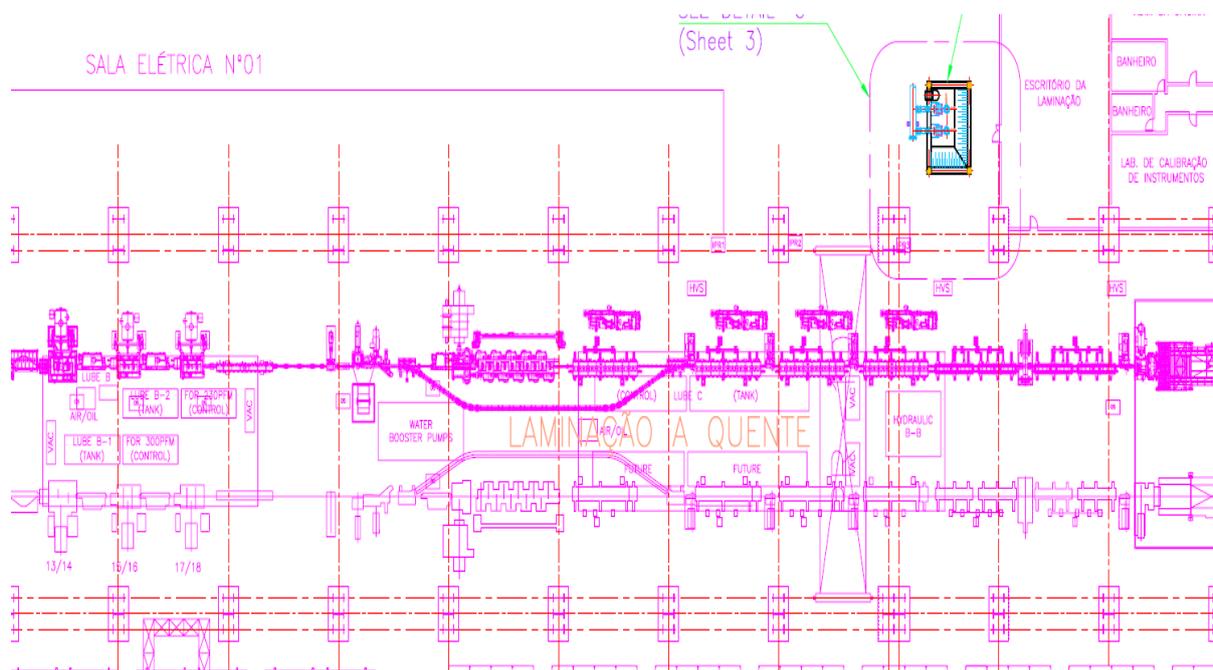


Figura 8. Planta trem acabador.

- PMF 1: 1.100 kW;
- PFM 2: 1.100 kW;
- PFM 3: 1.100 kW;
- tesoura 1.080 mm : 274 kW
  - máxima velocidade: 20,9 m/s
  - mínima velocidade: 7,0 m/s; e
- bloco No-Twist® Mill: motor 6.000 kW (média tensão – motor assíncrono).

Após o formador de espiras, a espiras já formadas seguem para o Stelmor de oito zonas e seis ventiladores para resfriamento devido a cada qualidade de produto. Uma vez no formador de bobinas, as bobinas são formadas e enviadas à saída de bobinas, através de transportadores verticais (pallets) (Figura 9) e depois transportadores horizontais (ganhos C). As bobinas finalmente são compactadas nas compactadoras, pesadas e enviadas para despacho.



Figura 9. Transportador Vertical.

### 3 A PLANTA DE ÁGUAS

Neste empreendimento, a planta de tratamento de águas teve igual importância que o laminador. Com grandes consumos de águas na Aciaria e no Laminador, e cada vez mais um insumo caro e com legislações ambientais mais restritivas, o projeto e fornecimento da planta de tratamento de águas foi desenvolvido com a mais nova tecnologia, para garantir água de alta qualidade aos consumidores, baixíssimo consumo de águas e baixo consumo de insumos químicos (Figura 10).

A Russula forneceu a planta de água em regime *Turn-key*, incluindo também o processo de captação e pré-tratamento de águas do Rio Paraíba do Sul.



Figura 10. Planta de Água 3D obitido do Projeto / Vista da fase de construção e montagem.

O conceito básico está baseado em quatro etapas principais. Cada uma destas quatro etapas tem importância igual e fundamental nos resultados finais de qualidade de águas. Devemos recordar que em um laminador e aciaria, temos principalmente 3 tipos de partículas contaminantes que devemos tratar: carepa, óleos/ graxas e lama de carepa, ou somente lama.

#### 3.1 Etapa 1: Poço de Carepa

Na primeira etapa do processo, poço de carepa, se faz a retirada da carepa, onde partículas iguais ou maiores de 200 micras ficam retidas. Este poço tem construção

simples e assegura a retenção de partículas grandes, sem grandes investimentos em obra civil.

### 3.2 Etapa 2: A Decantação

Do poço de carepa, passamos para a segunda etapa, a decantação. Com tempos de permanência superiores a uma hora, garantimos que ao final do decantador, as concentrações já estarem por cerca de 20 ppm a 30 ppm e portanto em níveis aceitáveis para os consumidores. Também é nesta etapa que se faz a retirada dos óleos/graxas que se encontram na água, através da ponte raspadora e do *skimmers*. A lama que se acumula no fundo do decantador após precipitação das partículas, é bombeada para o adensador e finalmente filtro prensa.

### 3.3 Etapa 3: Filtros de Anéis

A terceira etapa é onde esta parte o diferencial de tecnologia aplicada, a filtragem através de filtros de anéis de polipropileno, os *rings filters*. Através de anéis de polipropileno, posicionados um sobre o outro, são criados “canais” com tamanhos definidos, dependendo da especificação e do tipo de filtragem desejada, podendo ser de 20 micras até 800 micras.

No caso da Votorantim, os filtros foram instalados em baterias de 8 filtros com 4 “cabeças” em cada filtro. Abaixo podemos ver este filtros instalados ao lado do decantador (Figura 11), aproveitando a mesma estrutura de obra civil construída para o decantador, assim, não sendo necessário custos adicionais em construção civil para instalação deste filtros. O peso por bateria é de cerca de 1 ton.

A retrolavagem destes filtros é totalmente automática, podendo ser por diferença de pressão, tempo ou outra combinação. O volume utilizada de água para retrolavagem é cerca mais de 10 vezes menor que o volume necessário para retrolavagem de filtros de areia. No caso da Votorantim, são utilizados cerca de 50 m<sup>3</sup> de águas limpa na retrolavagem, caso fossem utilizados filtros de areia, o volume seria de cerca de 900 m<sup>3</sup>.



**Figura 11.** Filtros de Anéis – Bateria para Água de Contato / Detalhe das cabeças de anéis.

Com a utilização destes filtros se espera alcançar níveis de produção mais elevados com o mesmo consumo de canais dos cilindros quando comparado à plantas convencionais, em outros projetos, este ganho chegou a 100%, ou seja, dobrar a vida útil dos cilindros de laminação.

### 3.4 Etapa 4: Torres de Refrigeração

Com a água já livre de impurezas, e com índices de 20 ppm de sólidos em suspensão, a água é bombeada para as torres de refrigeração, a 4ª etapa, e finalmente bombeado para o processo novamente.

Todo o projeto mecânico foi desenvolvido pela Russula em desenhos 3D (Figura 12), o que facilitou muito a montagem e o entendimento dos circuitos. A tubulação também foi desenhada em 3D e os *spools* já chegaram à obra pré-fabricados e pintados, assim, o trabalho de montagem foi muito reduzido.

### 3.5 O Fornecimento Russula – Laminador

A Russula forneceu para o laminador, todos os equipamentos elétricos necessários para funcionamento do laminador, assim como toda a engenharia básica de definições, e a engenharia detalhada dos equipamentos elétricos. Com relação a parte de automação e controle, a Russula implementou que existe de mais sofisticado em termos de automação de processos para laminadores de produtos longos no mundo. Abaixo podemos especificar com mais detalhes para parte do fornecimento da Russula para Votorantim Siderurgia:

#### 3.5.1 Engenharia

Engenharia básica e engenharia detalhada para todos equipamentos elétricos. Sistema de automação e controle desenvolvidos em plataforma Siemens S7-400, sem utilização de *hardware* proprietário e/ou especiais, o que possibilita ao cliente liberdade para compras futuras. Veja na Figura 12 a configuração de controle do laminador.

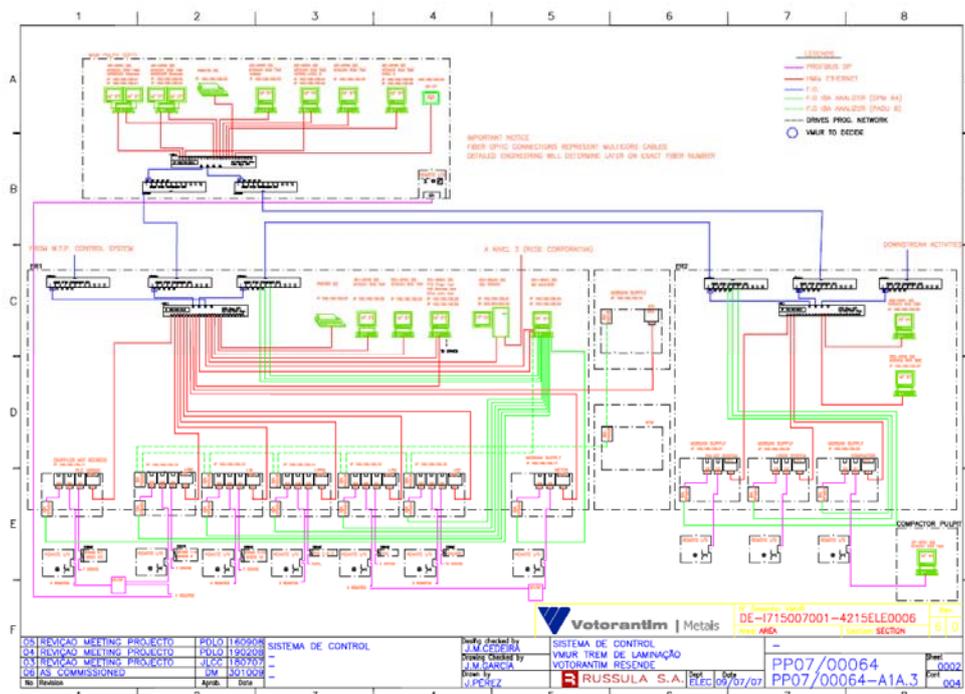


Figura 12. Configuração do Sistema de Controle do Laminador.

**3.5.2 Interface homem-máquina**

Sistema de interface homem-máquina, com plataforma de mercado *Wonderware Intouch*. Foi instalado este sistema com servidores redundantes (*hot stand-by*), de maneira que caso se perca um servidor, o outro assume as funções em que o operador note qualquer mudança. Este sistema de interface “homem/máquina” de alta performance possibilita a visualização das telas de processo de todos os equipamentos (Figura 13), em qualquer ponto da planta, seja Aciaria, Laminador, Acabamento, Planta de Tratamento de Águas etc., agilizando muito o processo como um todo e facilitando ações integradas de correções, manutenção e operação.

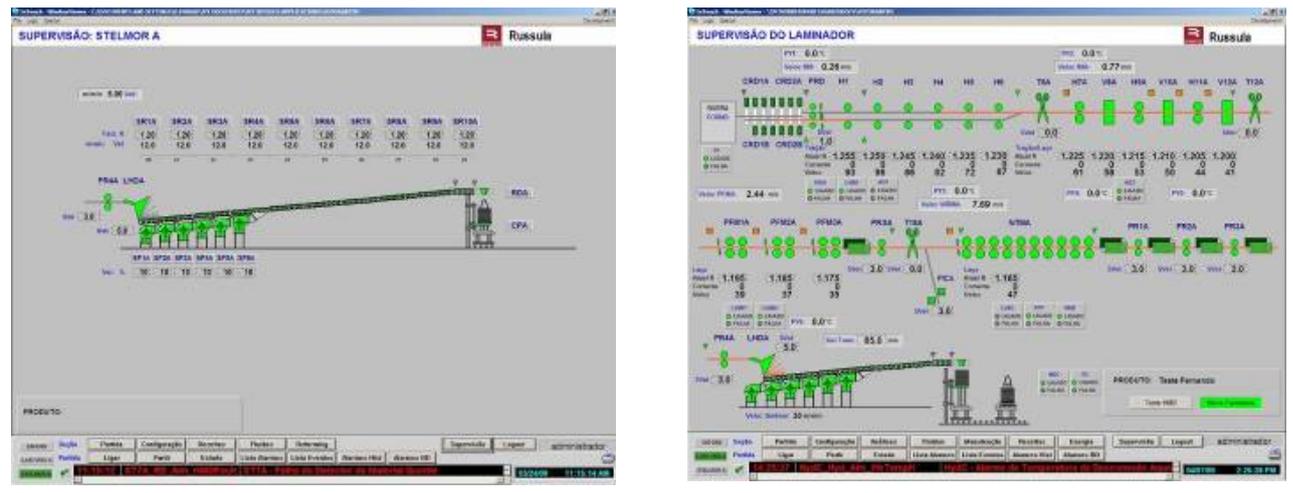


Figura 13. Telas do Sistema de Interface Homem Máquina.

**3.5.3 Subestação de média tensão**

O TOP fornecido pela Votorantim Siderurgia foi o 23 kV, e deste ponto em diante foi fornecimento Russula. Fornecemos transformadores a seco, de potências de 7,2 MVA, 5 MVA e 2,5 MVA, painéis de média tensão extraíveis com isolamento a gás SF6 para proteção dos transformadores.

**3.5.4 Distribuição de baixa tensão**

Toda distribuição de baixa tensão foi fornecimento Russula, com painéis com disjuntores extraíveis, sendo que cada um dos painéis, continha um rele inteligente com sistema SIMEAS, o que possibilita gestão de energia em cada painel e por consequencia a planta. Os centro de controle de motores, CCM's foram fornecidos no tipo inteligentes, com comunicação através de reles inteligentes e profibus, não sendo necessário o lançamento de cabos de controle dos PLC's aos CCM's, o que economiza muito em cabos, materiais de montagem e tempo de instalação elétrica. Os CCM's também foram fornecidos extraíveis.

**3.5.5 Drives**

Todos os drives do laminador foram de fornecimento Russula, e foram fornecidos equipamentos Siemens da linha Active Line de Média tensão para o acioanamento do Bloco Acabador de 6 MW e da linha SmartLine para os demais acionamentos, ou sejam gaiolas, tesouras e auxiliares, sempre 100% regenerativos. Para as gaiolas e tesouras, ou seja, os acioanemntos principais em baixa tensão, utilizou-se dos transformadores de duplo secundário com defasados em 30%, e este acionamentos forma conectados em com retificação de 12 pulsos, o que minimizou e muito os ripples da retificação, além dos harmonicos gerados por este acionamentos.

### 3.5.6 Motores

A Russula forneceu todos os motores para o Laminador, marca Siemens, para as gaiolas, tesouras e outros auxiliares, da linha COMPACT. Para o acionamento do bloco acabador, foi fornecido um motor especial Assíncrono, também Siemens de Média Tensão de 6 MW e 1.800 rpm.

### 3.5.7 Sensores

Sensores Especiais da marca DELTA foram fornecidos para detecção de material quente (HMD's) e para controle de laço (Loop Scanners). Também foram fornecidos centenas de sensores de proximidade.

### 3.5.8 PDA

Um registrador de eventos IBA (PDA – Process Data Acquisition) também foi fornecido. Este registrador de eventos no laminador tem como principal função registrar informações diversas do laminador tais como : velocidades, correntes, acionamento de I/O's, etc, facilitando a solução de defeitos por parte do pessoal da manutenção. O registrador é da marca IBA, e tem uma capacidade de fazer aquisições de eventos com intervalos de até 1ms por hardware e 20ms for rede TCP/IP. Com esta ferramenta podemos dizer que não incorremos no mesmo problema duas vezes, pois na primeira ocorrência o sistema nos guia na identificação da causa, auxiliando na solução da falha, ou seja, é indispensável. No exemplo de tela do IBA (Figura 14), podemos ver o controle de GAP do laminador



Figura 14. Registro de variáveis do controle de GAP.

### 3.5.9 Supervisão de montagem

Desde a chegada do primeiro equipamento fornecido pela Russula, já havia na obra um supervisor de montagem da Russula, responsável por acompanhar e instruir os montadores que forma contratados pela Votorantim Siderurgia. O criterioso trabalho

desde supervisor de montagem foi essencial para o sucesso do comissionamento e da posta em marcha do laminador.

### **3.5.10 Comissionamento e posta em marcha**

A Russula também foi responsável por todo o comissionamento e posta em marcha do laminador, e para isto contou com um equipe de mais de 22 engenheiros altamente especializados em suas áreas de atuação. Estes recursos foram coordenados pelos gerentes de obra que por sua vez eram gerenciados pela direção geral do projeto.

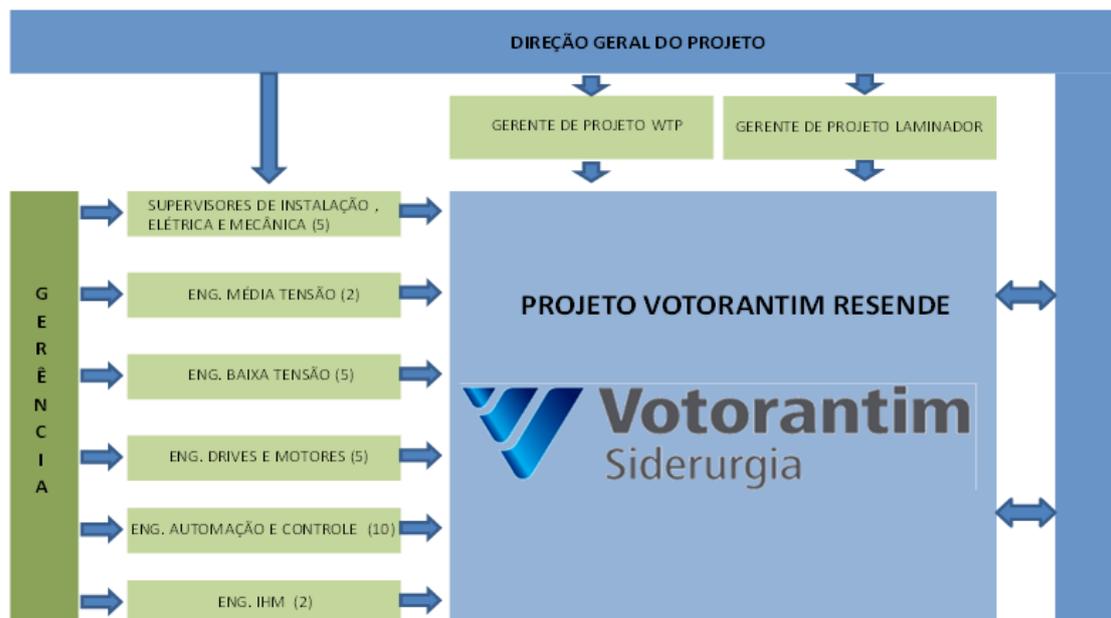
### **3.5.11 Treinamento**

Para Russula, a participação efetiva da Votorantim Siderurgia nos trabalhos de engenharia, comissionamento e posta em marcha do laminador, foram fundamentais para o sucesso do projeto, e um dos motivos foi o completo programa de treinamentos que foi fornecido e aplicado aos engenheiros e operadores da Votorantim Siderurgia.

## **4 O PLANEJAMENTO**

O planejamento elaborado para este dois projetos, podemos destacar sem dúvida, como um dos pontos mais importantes para o sucesso do projeto e do comissionamento e posta em marcha. Das reuniões mensais para acompanhamento da engenharia e fabricação dos equipamentos com a participação fundamental com a equipe técnica da Votorantim Siderurgia, ao planejamento detalhado das atividades de Supervisão de Montagem, Comissionamento e Posta em Marcha do laminador e planta de águas.

Durante estas etapas de Montagem, Comissionamento e Posta em Marcha, a equipe de coordenação, planejamento e gestão do projeto foi fundamental, pois além de todas as costumeiras intervenções na área de automação, também se somaram as intervenções na elétrica, na mecânica e na civil. Um exemplo simples da interação entre elas é a instalação de um sensor *Loop Scanner* em uma mesa de laço. Para que o sensor seja instalado e seu sinal enviado ao PLC, a mecânica precisa posicionar e instalar o suporte na posição definitiva, a elétrica precisa definir a rota dos cabos de potência, e a civil precisa, antes de tudo isto, ter construído a base para instalação da mesa de laços, a mecânica ter instalado e posicionado esta mesa e por fim, a elétrica deve regular os valores mínimos e máximos de trabalho do laço e ajustar o sensor a estes valores em uma escala de 0 a 24 Vcc. Percebe-se então que as atividades são interdependentes. Agora vamos imaginar as intervenções e interdependências entre as distintas disciplinas: elétrica, automação, mecânica e civil para rodar uma gaiola que seja, ou um laminador completo. Por exemplo, não podemos rodar uma gaiola sem lubrificação, por sua vez não se pode funcionar a lubrificação sem testar suas funções, não se pode testar suas funções sem sensores instalados, sem *flushing* finalizado, sem instalação mecânica pronta, e obviamente sem a civil finalizada. Para organizar esta interdependência e sequenciando de atividades, de maneira a eliminar erros e garantir a execução em tempo hábil, nossa equipe contou com uma estrutura de recursos que tentamos mostrar na Figura 15, além de inúmeras ferramentas internas para controles diários de cronogramas e atividades não somente da Russula, mas também da civil e mecânica.



**Figura 15.** Estrutura de planejamento e Recursos da Russula na Obra.

## 5 O SUCESSO

Sem dúvida a melhor recompensa depois de tanto trabalho, tanto planejamento e dedicação foi realmente o sucesso. Este sucesso pôde ser facilmente percebido quando a primeira bobina laminada chegou ao transportador de bobinas sem que tivéssemos tido nenhuma sucata. Isto é realmente muito difícil de acontecer em laminadores novos, e somente foi alcançado com um rigoroso plano de testes que foi cumprido na íntegra, sem “pular” etapas.

A participação do cliente foi fundamental neste sucesso, pois esteve durante todas as etapas acompanhando e participando de perto, e apoiou a iniciativa de termos um programa de testes completo antes de se iniciar testes com barras.

Em pouco tempo após a partida do laminador, já se produzia fio máquina de diâmetro 5,5mm, com velocidades de 105m/s no formador de espiras, e com GAP entre barras de 4 segundos medidos na primeira gaiola, e com índices de produção acima do esperado.

Na planta de águas, a qualidade esperada foi superada e operacionalidade dos filtros instalados, superou as expectativas.