

# IMPORTÂNCIA DAS GUIAS ENTRE CADEIRAS DE UM LAMINADOR TANDEM DE ALUMÍNIO<sup>1</sup>

Jorge Henrique Schaefer<sup>2</sup>  
Jose Luciano Gouveia Silva<sup>3</sup>

## Resumo

O presente trabalho visa demonstrar os resultados da utilização de guias entre as quatro cadeiras de um laminador Tandem a quente de alumínio da Novelis (Unidade de Pindamonhangaba-SP), com vistas ao escorregamento lateral do material entre os laminadores, buscando para tal, a melhora dos índices de performance e comparar os resultados dos períodos, anterior e posterior a utilização das mesmas. A geração e avaliação dos resultados foram conduzidas através dos modelos, padrões e critérios pré-estabelecidos de apontamento do volume rejeitado de material, tempo de parada para remoção da sucata gerada, bem como a avaliação do ponto de vista da segurança com exposição dos empregados para remoção do material sucitado dentro do laminador. Os resultados mostram reduções de 99% dos eventos com escorregamento do material, proporcionalmente a redução tempo de parada do equipamento, além dos benefícios para a segurança, por não expor o empregado ao ambiente interno do laminador para remoção das sucatas. Tais resultados são fortemente positivos uma vez que o laminador mantém-se em operação, evitando a perda do chamado "warm-up", culminando na expressiva melhora da performance como citado acima, o que conduz a melhora da qualidade, confiabilidade e retorno do investimento.

**Palavras-chave:** Laminação; Tandem; Guias; Escorregamento.

## SIDE GUIDES IMPORTANCE BETWEEN STANDS FROM ALUMINUM HOT TANDEM MILL

### Abstract

The present work seeks to demonstrate the results of side guides utilization between four stands of aluminum Tandem Hot Mill from Novelis (Pindamonhangaba-SP Unit), with views to the material slipper on the mill. The focus to improve the performance indexes and, to compare the results of the previous and posterior periods of the same ones utilization. The results evaluation were driven through the models, pre-established patterns of volume material rejected, downtime for scrap removal generated, as well as the evaluation of safety's point of view, with the employees' exposition for removal scrap material inside the mill. The results show reductions of 99% of the events with material slipper, the equipment downtime, reduced proportionality, as well as the benefits for the safety, for not exposing the employee to the atmosphere inside the mill for scraps removal. Such results are strongly positive once the mill keep in operation, avoiding the loss of the called " warm-up", culminating in the expressive improvement of the performance, as in the items mentioned above, what drives the improvement of the quality, reliability and financial gains.

**Key words:** Rolling; Tandem; Side guides; Slipper.

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

<sup>2</sup> *Engenheiro da Confiabilidade da Laminação a Quente e Green Belt da Novelis de Pindamonhangaba jorge.schaefer@novelis.com (Novelis do Brasil Ltda).*

<sup>3</sup> *Coordenador da Célula Operacional da Laminação a Quente e Black Belt da Novelis de Pindamonhangaba luciano.silva@novelis.com (Novelis do Brasil Ltda).*

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o laminador está com nove anos, durante os primeiros oito anos de operação não possuía as guias.

Este trabalho mostrará as dificuldades em operar sem as guias, os motivos que levam ao escorregamento, as dificuldades de interpretação pelo operador, bem como o que fazer para reverter uma situação eminente de escorregamento do material em cada laminador.

O laminador a quente Tandem de quatro cadeiras da Novelis unidade de Pindamonhangaba, foi construído com base a ter a mesma performance do laminador de Oswego da Novelis USA, utilizando-se de equipamentos pré-adquiridos de um laminador a frio de 5 cadeiras e de um laminador a quente de 6 cadeiras, ambos existentes e originalmente para laminação de aço.

As cadeiras do laminador a frio, cilindros de encosto, mancais Morgan, shoe plates, unidades de screw down, carro de bobinas e o transportador de bobinas foram modificados para o novo laminador. Do laminador a quente foram utilizados os componentes de acionamento, isto é, os motores, as caixas redutoras, as caixas pinhões e os seus acoplamentos.

Meta do processo original:

1. Laminar as ligas da série 3000 (média dureza) com a espessura de entrada de 35,56mm reduzi-las para 2,3mm, a uma velocidade de 370 metros por minuto;
2. Laminar ligas da série 5000 (duras) com a espessura de entrada de 25.4mm reduzi-las para 2,8mm, a uma velocidade de 185 metros por minuto.

A Figura 1 ilustra a velocidade dos cilindros em cada cadeira em rotações por minuto.

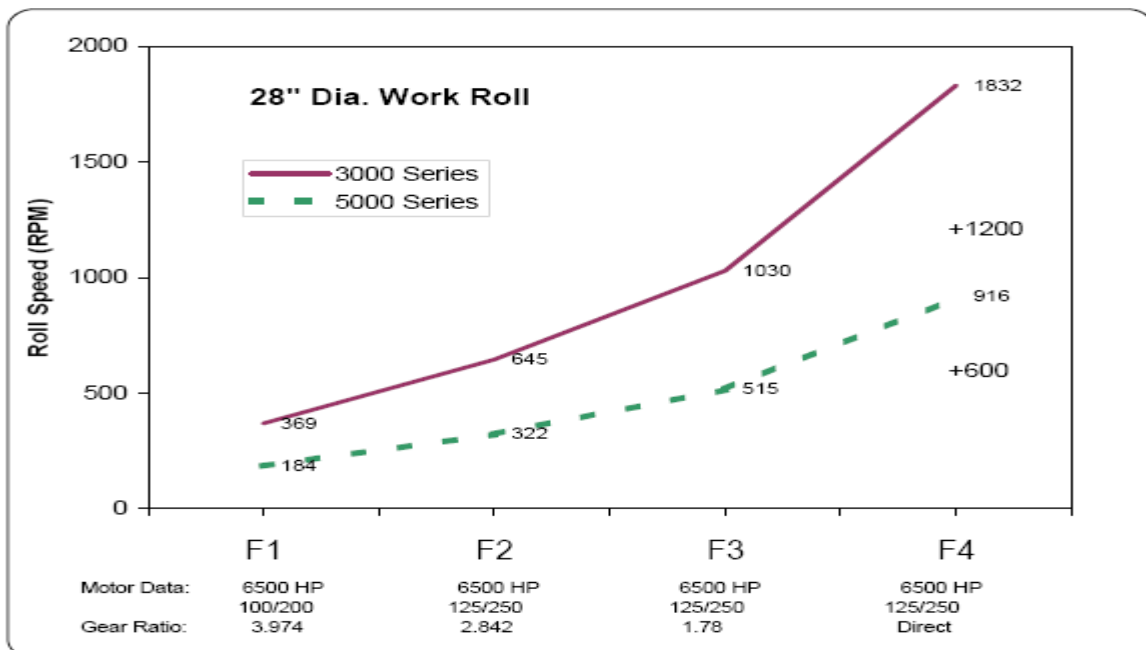


Figura 1. Velocidade do cilindro em cada cadeira

Os equipamentos auxiliares de entrada, saída, troca de cilindros de laminação entre outros, obviamente fazem parte do projeto, mas não são objetos deste trabalho, entretanto as guias entre as cadeiras não fizeram parte do início das operações.

O histórico das rejeições por escorregamento da ponta final, mostra sucata de alumínio alojada na refiladeira e nos mancais das cadeiras. Assim as laminas anteriores em processo no laminador reversível esfriam e acabam sendo rejeitadas ou reclassificadas. Em alguns casos esta sucatas impactam em marcas nos cilindros de laminação, o que obriga a parar a linha trocar os mesmos para garantir uma qualidade superficial adequada ao processo. Outro fator a ser avaliado é a exposição à riscos de segurança, pois os operadores precisam fazer intervenções dentro do equipamento para eliminação da sucata.

## 2 IMPACTO NO NEGÓCIO

À medida que os operadores vão conhecendo como se comportam determinados materiais apresentam melhores resultados, porém não mantêm por longo período, conseqüentemente confiabilidade e consistência dos resultados.

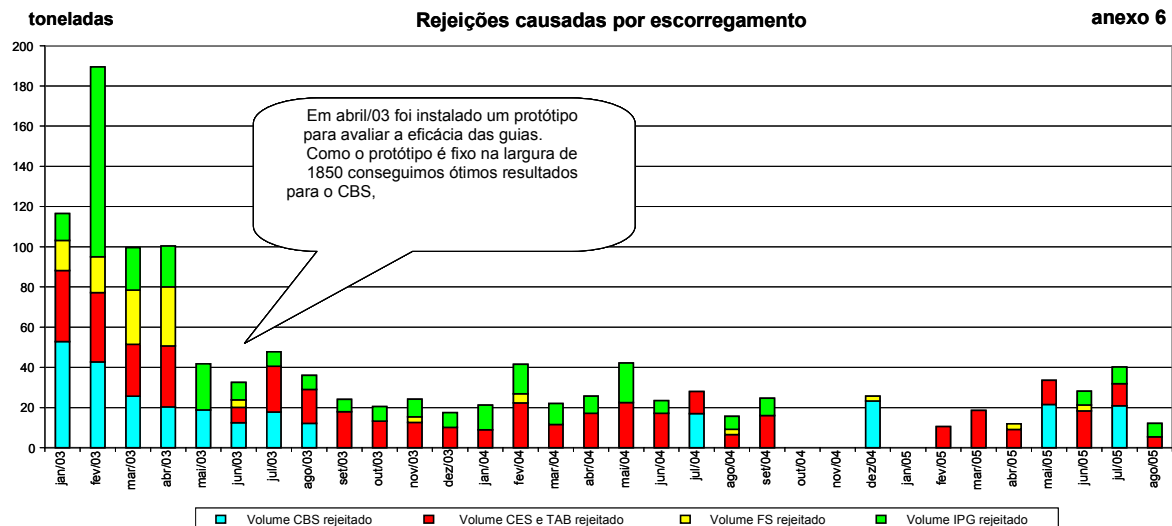
Quatro equipes de funcionários operam o equipamento, cada equipe desenvolve maiores ou menores conhecimentos de como controlar o escorregamento do material em cada laminador. A Figura 2 apresenta a diferença dos resultados para cada turma, mostrando o desnivelamento de conhecimentos sobre o problema.

Tempo total de Parada <b>Turma A:</b>	1744 horas	Tempo total de Parada <b>Turma B:</b>	397 horas
Nº eventos	138	Nº eventos	24
Turma A	33 horas	Turma B	4 horas
MTBF A	10.51 horas	MTBF B	60.42 horas
MTTR A	14.26 min	MTTR B	10.13 min
Tempo total de Parada <b>Turma C:</b>	758 horas	Tempo total de Parada <b>Turma D em horas:</b>	718 horas
Nº eventos	54	Nº eventos	24
Turma C	15 horas	Turma D	6,5 horas
MTBF C	26.85 horas	MTBF D	60.42 horas
MTTR C	16.39 min	MTTR D	16.38 min

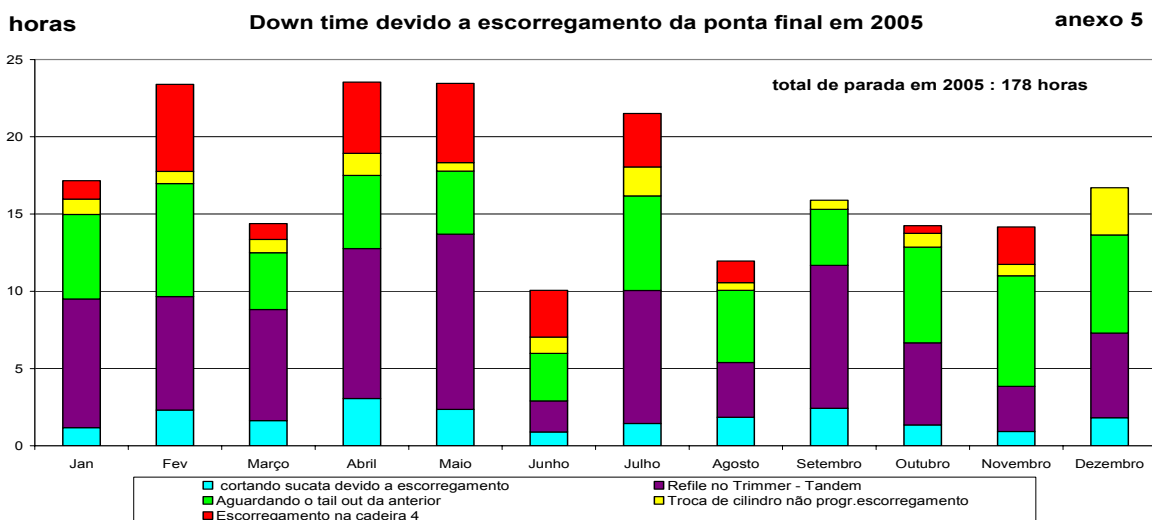
**Figura 2.** Diferença dos resultados por turma

Basicamente para o operador controlar o escorregamento da calda da lamina, ele faz uso do recurso da inclinação do par inferior de cilindros de laminação, aliado ao recurso de flexão dos mesmos.

A Figura 3 apresenta a evolução ao longo do tempo, mostra também em números a experiência de fixar uma pequena guia em uma determinada largura, o que atendia a somente um material.



O volume rejeitado mostrado na Figura 3 não é o mais importante, pois as paradas do equipamento (*downtime*) (Figura 4) para remoção das sucatas implicam em perda da preparação do equipamento (*warm-up*), mas principalmente o esfriamento da lamina e da placa já em processo, como a que está saindo do forno e a placa em processo no laminador reversível, podendo perder até três lâminas no mesmo evento.



As figuras a seguir apresentam a linha base para comparação dos dados antes e após a instalação das guias.

A Figura 5 apresenta o volume rejeitado por período. O volume rejeitado não é alto, pois o escorregamento é acentuado ao final da laminação, mais precisamente quando a calda da lamina sai de cada cadeira, pois a bobina neste momento está praticamente pronta e enrolada no mandril do laminador.

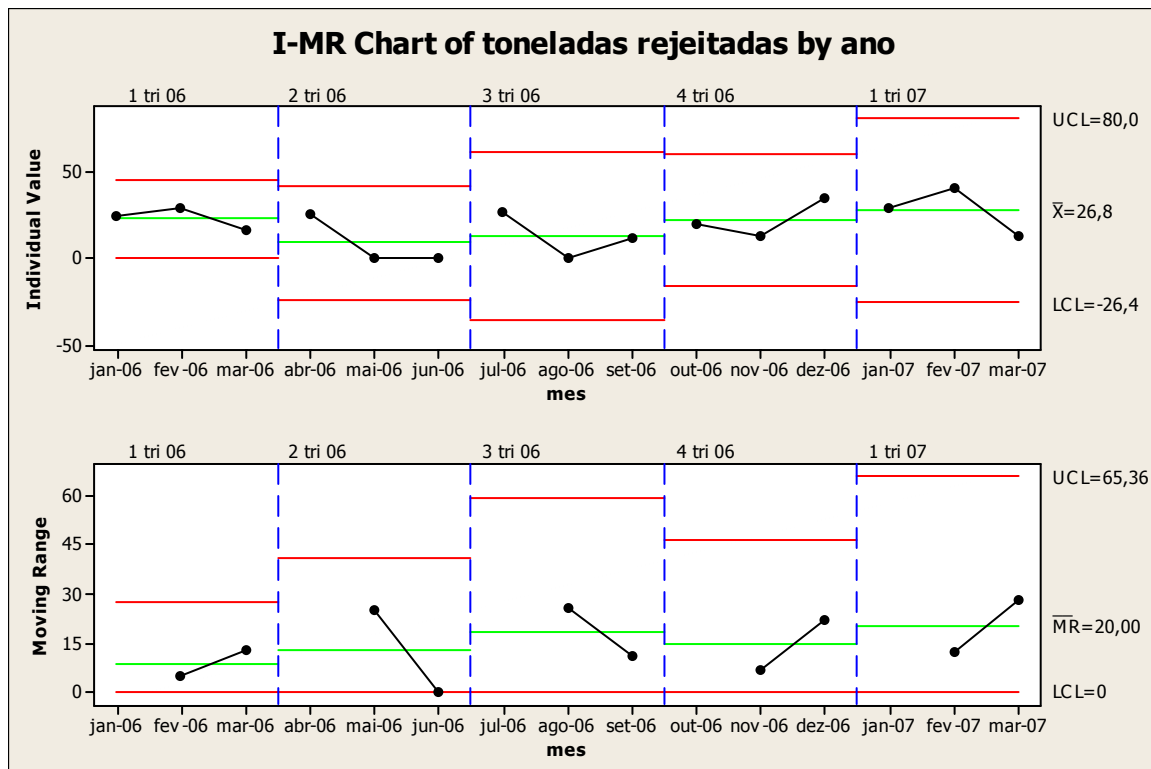


Figura 5. Volume rejeitado

A Figura 6 apresenta o nº de eventos ocorridos por período.

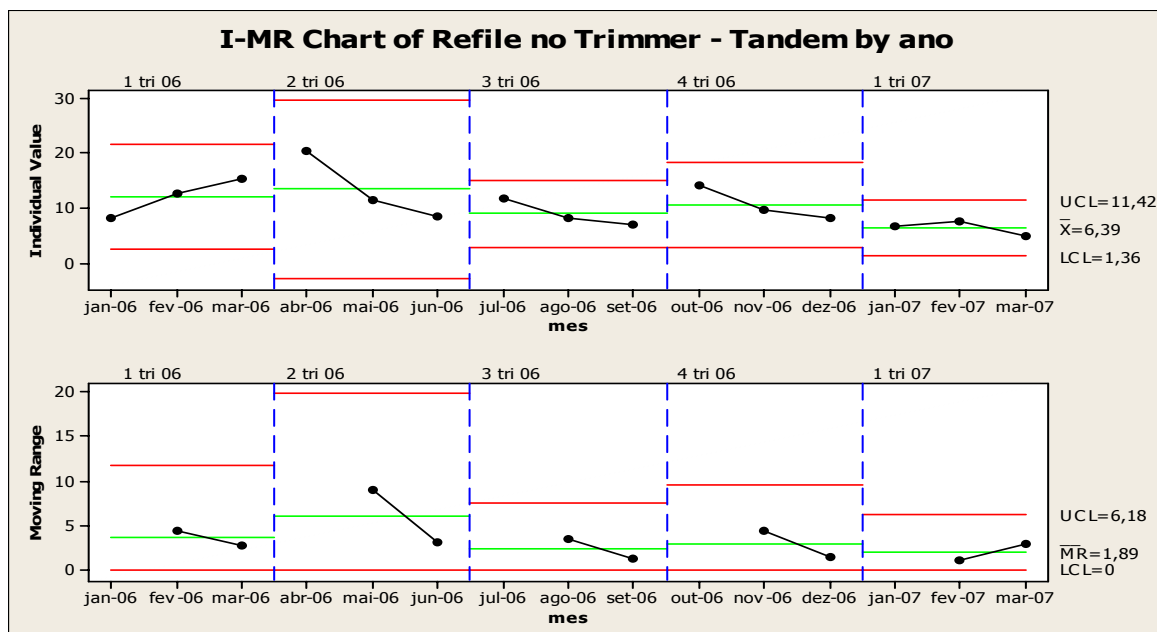


Figura 6. Eventos com sucata na refiladeira

A Figura 7 apresenta o tempo envolvido para remoção da sucata do laminador, sejam sucatas entre os mancais do laminador, ou sucatas na refiladeira.

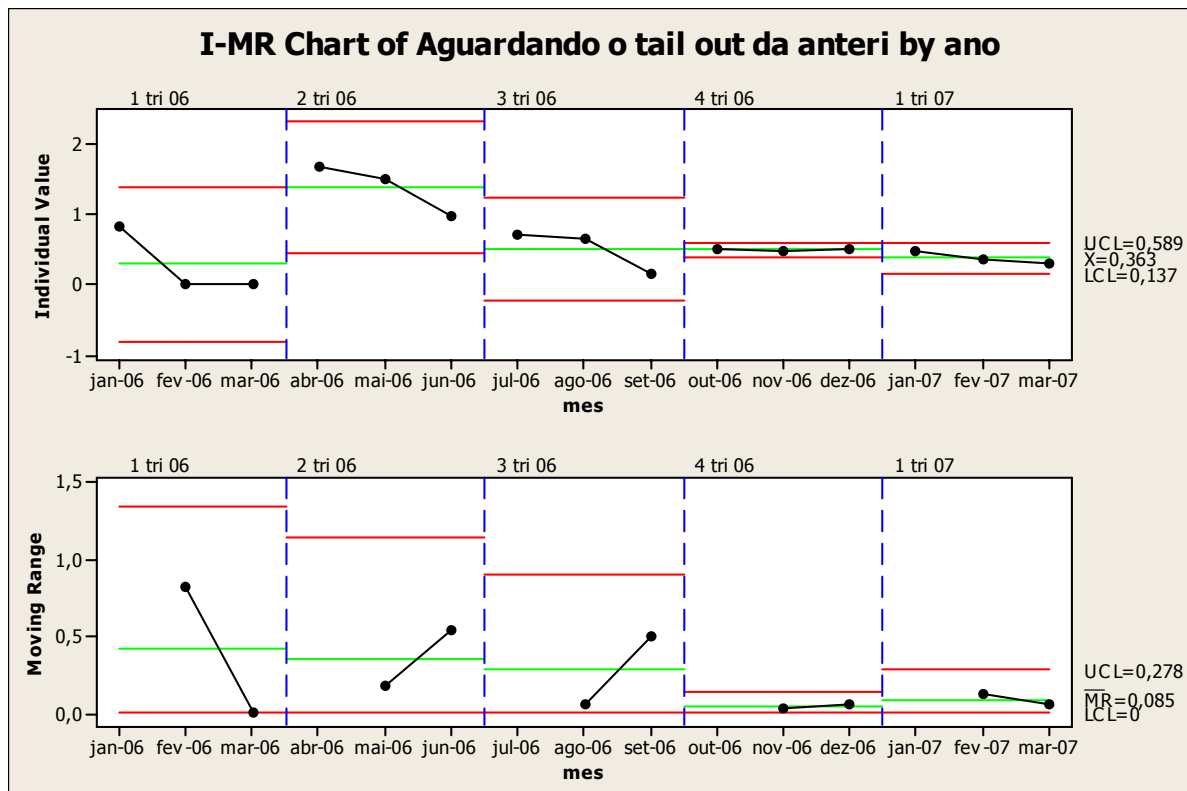


Figura 7. Tempo perdido de laminação aguardando remoção de sucata do laminador

### 3 ANÁLISE DO PROBLEMA

Para iniciar a laminação o operador calibra cada cadeira, deixando os cilindros de laminação totalmente paralelos ou alguns micra inclinados para o lado operador (Figura 8), ou lado acionado (Figura 9), conforme o comportamento das laminas anteriores ou histórico caso esteja iniciando a laminação.

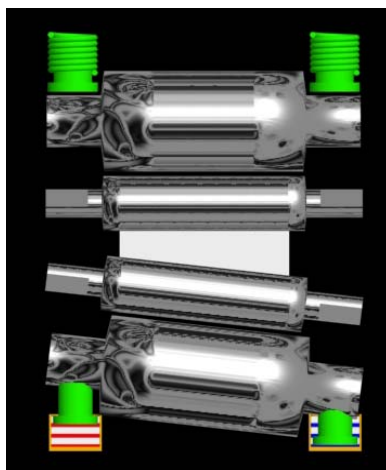


Figura 8. Inclinação dos cilindros lado operador

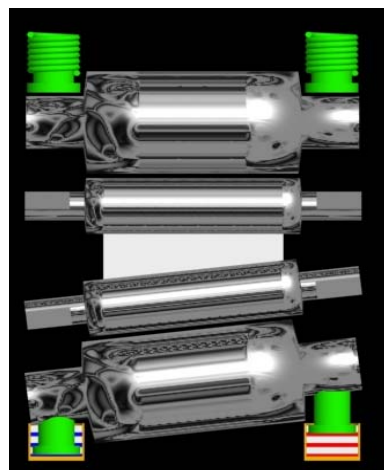
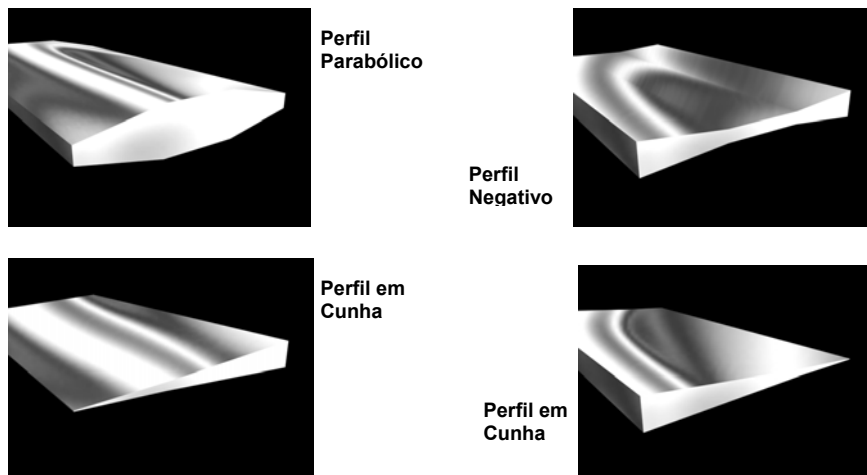


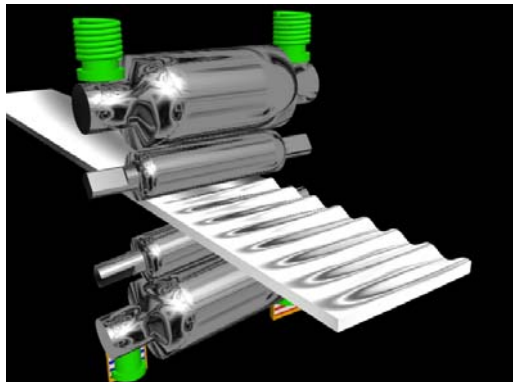
Figura 9. Inclinação dos cilindros lado acionado

O operador desconhece o perfil da lamina antes de iniciar a laminação. Abaixo na Figura 10 encontram-se os principais perfis que a lamina pode assumir após a laminação pelo laminador reversível.



**Figura 10.** Principais perfis da lamina ao chegar ao Tandem Mill

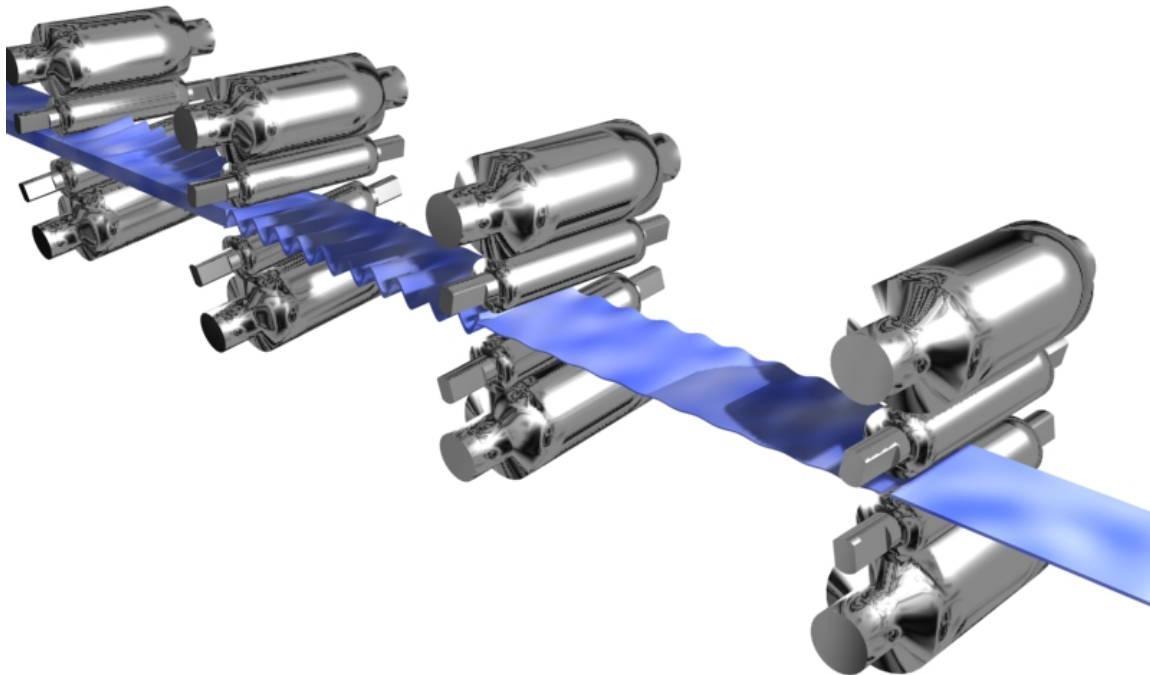
A combinação da inclinação dos cilindros e o perfil em que se encontra a lamina causarão o batimento com escorregamento da lamina lateralmente, conforme Figura 11.



**Figura 11.** Efeito da combinação da inclinação do laminador com o perfil da lamina

A inclinação dos cilindros e o perfil da lamina, podem levar a um efeito combinado de proporções incontrolláveis como visto na Figura 12. O efeito produzido na lamina após a primeira cadeira, terá o efeito inverso na segunda, e assim sucessivamente até chegar à última cadeira.

A dificuldade em que o operador está submetido é, em cada cadeira há um grande fluxo de emulsão de refrigeração, impossibilitando a visualização do comportamento da lamina na saída de cada cadeira, conseqüentemente sem ação nas mesmas. O operador tem visibilidade total da saída da última cadeira, possibilitando controle sobre a planicidade, como mostrado na Figura 12, pois com habilidade ele consegue compensar o que aconteceu nas outras cadeiras, mas quando a calda deixar cada cadeira revela a condição em que a lamina estava submetida, levando ao escorregamento e a geração de sucata entre os mancais e a refileira.



**Figura 12.** Efeito das combinações sucessivas entre inclinação dos cilindros e perfil da lamina

## 4 RESULTADOS

Os resultados começaram logo após a instalação devido à estratégia desenvolvida. Para a garantia dos mesmos, todas as guias foram instaladas fora do laminador próximo ao local definitivo. O objetivo naquele momento era testar toda a parte mecânica, hidráulica, elétrica e software de controle do equipamento. Após a pré-instalação com o laminador em funcionamento normal, foram monitorados os posicionamentos de cada guia, conforme o setup do material enviado pelo computador de processos do laminador. Esta estratégia garantiu uma instalação com resultados imediatos, pois todos os sinais e comportamentos foram verificados com o equipamento em funcionamento real.

Após a instalação, foi proposto ajustes de largura diferenciada para cada cadeira, mesmo por que, a cada redução deve ser considerado o aumento da largura do material, conhecido como *lateral spread*.

O ajuste da primeira guia após a cadeira no sentido do fluxo, deveria ajustar mais próximo à largura do material e, a última guia após a cadeira deveria ajustar mais afastada do material, permitindo pequenos desvios sem prejudicar o resultado final. A Figura 13 apresenta valores aproximados de ajuste das guias.

Quando há um escorregamento lateral em uma cadeira, o efeito na próxima é amplificado. Com as guias muito próximas ao material, qualquer desvio em uma determinada cadeira é amparado pela guia, mantendo o material no centro do laminador evitando o efeito incontrolável da cauda do material.



# F5 F4 F3 F2

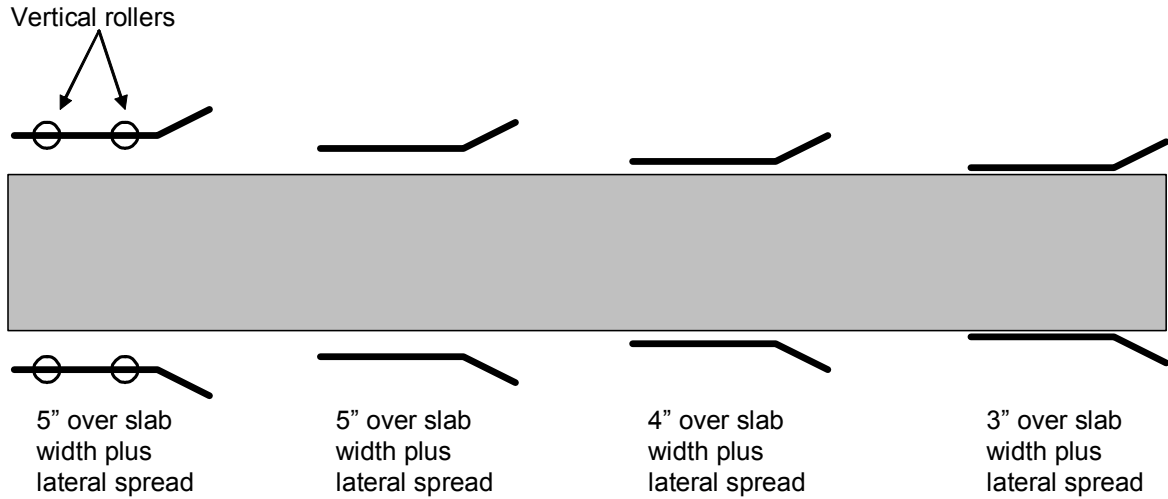


Figura 13. Proposta de ajuste da largura por cada guia

As figuras a seguir apresentam os resultados na mesma base apresentada anteriormente.

A Figura 14 mostra os resultados de material rejeitado por escorregamento. Após a instalação em julho de 2007 não houve mais sucata por escorregamento, levando o número da rejeição a zero.

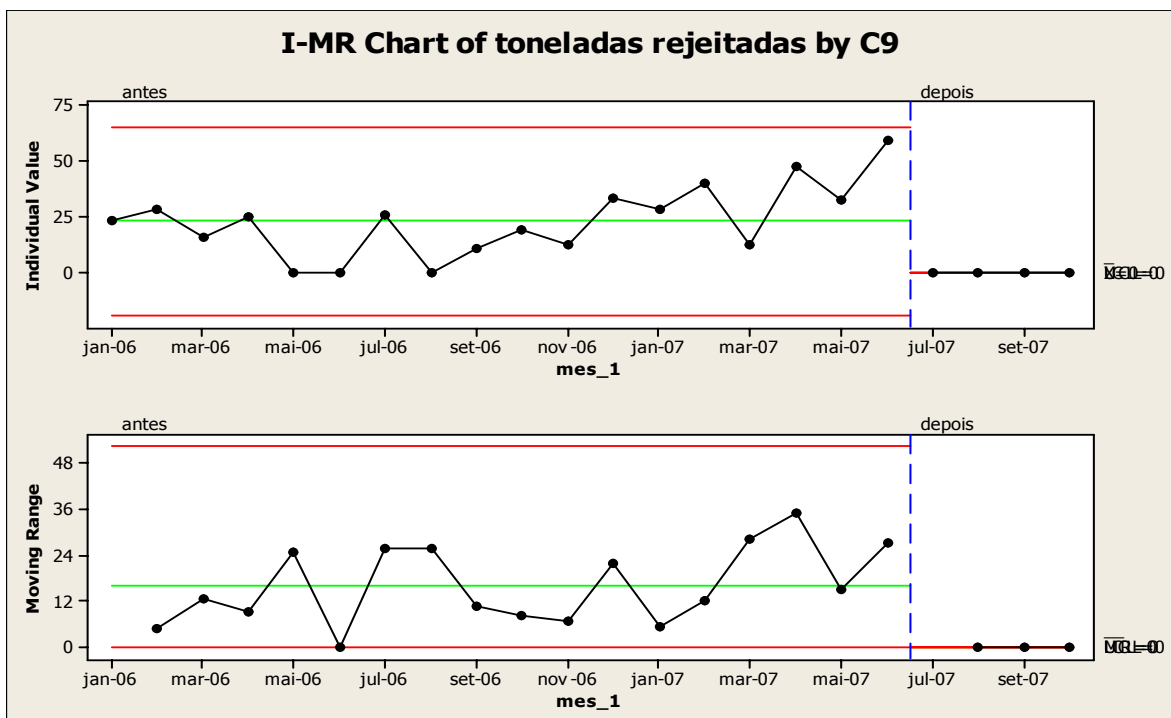


Figura 14. Volume rejeitado após julho de 2007

A Figura 15 apresenta a quantidade de eventos ocorridos, após a instalação em julho de 2007, levando a zero os eventos de sucata encontrada na refiladeira.

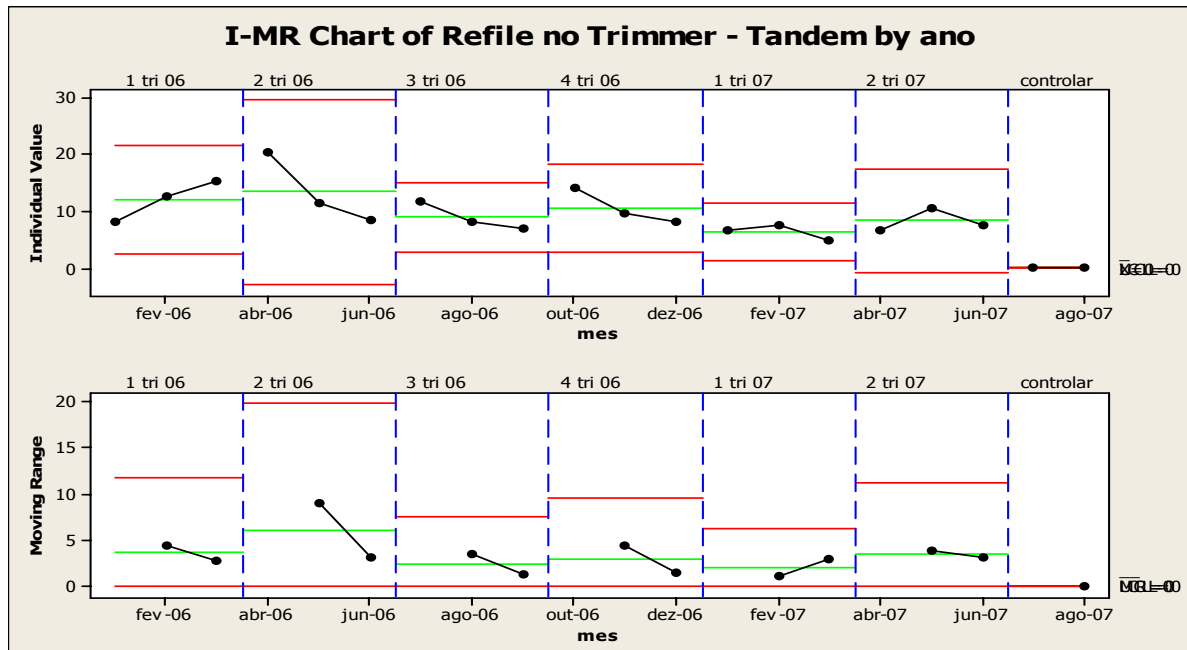


Figura 15. Eventos com sucata na refiladeira após julho de 2007

A Figura 16 apresenta o tempo perdido aguardando a remoção da sucata. Este número é influenciado por outras razões, mas a parcela influenciada pelo escorregamento, praticamente levou a zero o tempo perdido.

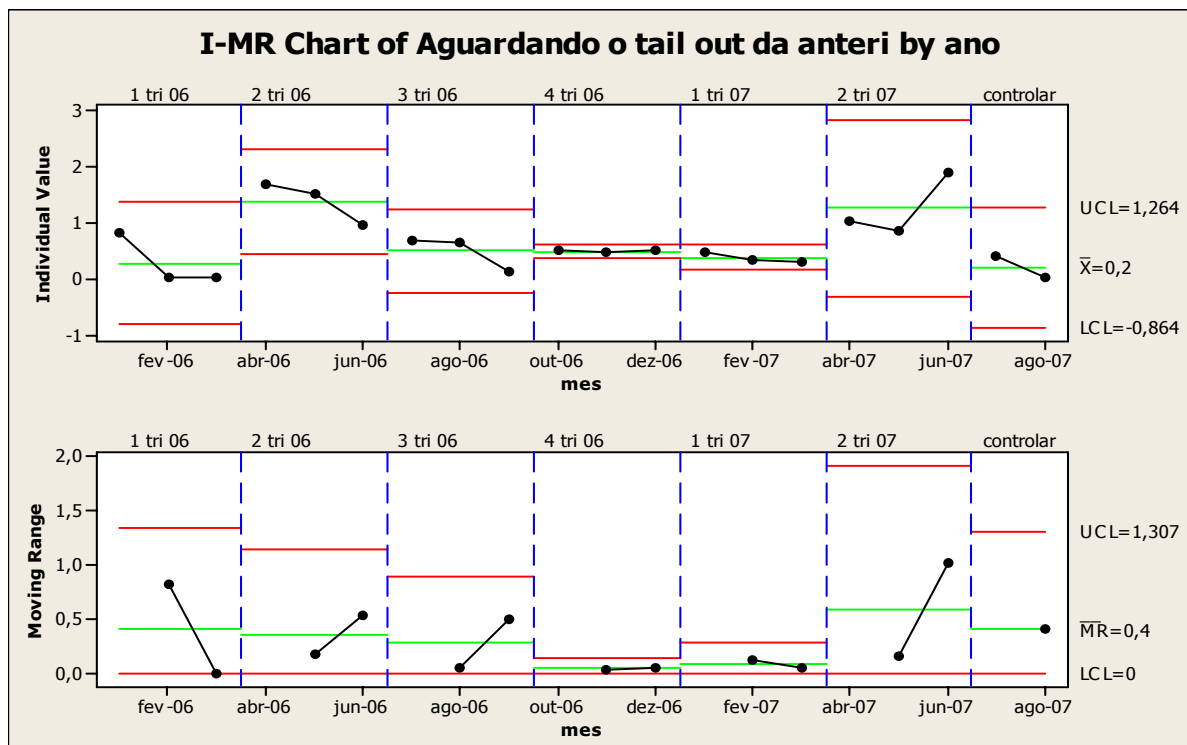


Figura 16. Tempo perdido de laminação aguardando remoção de sucata do laminador após julho de 2007

Anteriormente as equipes de operadores apresentavam diferenças em suas performances conforme os conhecimentos adquiridos ao longo de 8 anos. A Figura 17 apresenta os resultados de todas as equipes após a instalação das guias em julho de 2007, igualando os resultados entre elas e principalmente levando a zero os problemas de escorregamento.

Outro resultado expressivo com a zeragem dos eventos, não houve a necessidade dos operadores entrarem no laminador para remover sucatas, expondo-se a riscos de acidente.

<b>Tempo total de Parada</b>	
<b>Turma A:</b>	<b>808 horas</b>
<b>Nº eventos</b>	<b>00</b>
<b>Turma A</b>	<b>00 horas</b>
<b>MTBF A</b>	<b>808 horas</b>
<b>MTTR A</b>	<b>00 min</b>

<b>Tempo total de Parada</b>	
<b>Turma B:</b>	<b>568 horas</b>
<b>Nº eventos</b>	<b>00</b>
<b>Turma B</b>	<b>00 horas</b>
<b>MTBF B</b>	<b>568 horas</b>
<b>MTTR B</b>	<b>00 min</b>

<b>Tempo total de Parada</b>	
<b>Turma C:</b>	<b>544 horas</b>
<b>Nº eventos</b>	<b>00</b>
<b>Turma C</b>	<b>00 horas</b>
<b>MTBF C</b>	<b>544 horas</b>
<b>MTTR C</b>	<b>00 horas</b>

<b>Tempo total de Parada</b>	
<b>Turma D em horas:</b>	<b>688 horas</b>
<b>Nº eventos</b>	<b>00</b>
<b>Turma D</b>	<b>00 horas</b>
<b>MTBF D</b>	<b>688 horas</b>
<b>MTTR D</b>	<b>00 min</b>

Figura 17. Nivelamento das turmas com resultados iguais

## 5 DISCUSSÃO

As guias são equipamentos auxiliares dentro do laminador, sem dúvida auxiliam enormemente a operação, porém as ações onde a operação deverá ter maiores cuidados principalmente com a limpeza deste novo equipamento, preocupações com a manutenção como, desgaste mecânicos, dispositivos elétricos eletrônicos, são itens que elevam os custos da laminação.

Um operador mais treinado consegue interpretar o comportamento, ajustar a máquina e obter o mesmo resultado como as guias, porém não mantém por muito tempo, levando a inconsistência.

Penso que é possível automatizar este controle, como na laminação a frio, onde dispositivos lêem o resultado de planicidade, interpretam e ajustam online os parâmetros do laminador obtendo resultados satisfatórios. Desenvolver dispositivos de leitura da planicidade, perfil da lamina proveniente do laminador reversível para o pré-ajuste das cadeiras do Tandem, o mesmo após cada cadeira, além das equações e do software de controle, os resultados seriam ainda melhor, pois para a laminação a frio, quanto menor for a necessidade de correção, menor serão as correções bem como as rejeições, melhor será a qualidade do metal, além da redução dos custos de toda a cadeia produtiva.

## **6 CONCLUSÃO**

Havia muitas dúvidas quanto aos resultados da implantação das guias no laminador Tandem a Quente da Novelis de Pindamonhangaba, considerando o alto valor do investimento, além da concorrência com outros projetos de melhora da performance do laminador, bem como concorrer com projetos de outras áreas com retorno financeiro garantido, também porque alguns operadores atingiam performances aceitáveis.

Os resultados mostram a evidente performance e consistência dos números, até o momento em que este trabalho foi escrito a performance vem se mantendo, mostrando que as guias deram um salto na laminação a quente da Novelis de Pindamonhangaba, abrindo a janela da produtividade, permitindo schedules audaciosos nos processos de laminação, obtendo resultados expressivos para esta unidade da Novelis.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi desenvolvido pela Novelis do Brasil Ltda e recebeu apoio da Novelis Internacional.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 J. Schaefer, L. Silva, *Green Belt Rejeição por Escorregamento Tandem Mill, Pinda.*