



## RETIRADA DA OBRIGATORIEDADE DE LAMINAÇÃO DE ACABAMENTO EM BQ DE MATERIAIS DO FLUXO LAMINADO A FRIO E ZINCADO DA CSN\*

*Leiner Novaes Arêdes<sup>1</sup>*  
*Marcelo Vilela Moreira<sup>2</sup>*  
*Kleidon Rodrigues de Almeida<sup>3</sup>*

### Resumo

Na CSN, parte das bobinas laminadas a quente destinadas a produção de laminados a frio e zincados eram processadas na Linha de Preparação de Bobinas a Quente (LPBQ), com o objetivo de aplicar laminação de acabamento para melhorar o aplainamento destes materiais e facilitar o processo nos equipamentos posteriores. Principalmente devido a melhoria apresentada na qualidade da matéria prima oriunda do LTQ, foi possível flexibilizar as regras que determinam a obrigatoriedade de LPBQ em materiais para laminação a frio e zincagem. Com tal flexibilização, é possível diminuir a produção de placas curtas no LTQ, aumentando a produtividade do mesmo e aumentando a entrega de BQ com tolerâncias mais restritas de aplainamento (BQ com LA). Há ainda um grande ganho logístico e de lead time na produção do material. Atualmente evita-se processar na LPBQ grande volume de material para o fluxo de laminação a frio, recozimento e zincagem. A produção de placas curtas no LTQ por falta de disponibilidade de corte em LPBQ foi praticamente eliminada.

**Palavras-chave:** Laminação de acabamento; Placa curta; Aplainamento.

### WITHDRAWAL FROM THE OBLIGATION OF FINISHING ROLLING IN COLD ROLLED AND GALVANIZED MATERIALS FLOW IN CSN

#### Abstract

At CSN, part of hot-rolled coils for cold rolled and galvanized production are processed in Hot Coil Preparation Line (LPBQ), with the goal of applying finishing rolling to improve these materials flatness and facilitate the process in the later equipment. Mainly due to improvements made in the quality of the raw material from the LTQ, it was possible to relax the rules that determine the mandatory of LPBQ in cold rolling and galvanizing material. With such flexibility, it is possible to decrease the production of shorts slabs in LTQ, increasing productivity and even improve the delivery of hot rolled coil with tighter flatness tolerances (Hot rolled coil with skin pass). There is still a big logistic gain and a production lead time gain in this material. Actually is avoided to process in LPBQ approximately 19,800 t per month. The production of short slabs in LTQ because of cutting availability absence decreased approximately 25,000 t per month.

**Keywords:** Skin pass; Short slab; Flatness.

<sup>1</sup> Engenheiro Metalúrgico, MSc., Coordenador de Projetos Especiais da CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro de desenvolvimento da CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro de desenvolvimento da CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Produção Enxuta

Com o preço sendo ditado pelo mercado num cenário mundial globalizado, onde não há mais fronteiras para a comercialização de produtos, as margens de lucro vêm sendo cada vez mais “esmagadas”, o que força a redução de custos em todos os setores.

Em particular na siderurgia, o conceito de Produção Enxuta cada vez mais é mais necessário para redução de custos de produção.

A Produção Enxuta surgiu no Japão, no período pós Segunda Guerra Mundial, principalmente pela Toyota Motor Company. Devastado pela guerra, o Japão não dispunha de recursos para realizar altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa, que caracterizava o sistema implantado por Henry Ford e General Motors. Além disso, no país existiam outras séries de problemas e desafios a serem contornados.

A partir daí, surgiu a necessidade de se criar um novo modelo gerencial, nascendo, assim, o Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*), estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota. Os objetivos fundamentais deste novo sistema caracterizaram-se por qualidade e flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir no cenário internacional.

A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida [1].

As perdas ou desperdícios são classificados em sete principais fontes [1]:

- Superprodução – Produção além do que os clientes necessitam, ou produção cedo demais de produtos necessários para o próximo processo ou cliente.
- Defeitos – Problemas de qualidade, resultando em necessidade de inspeção, retrabalho ou refugo.
- Estoque Excessivo – Armazenagem em excesso de matérias primas, produtos semi-acabados ou produtos acabados, resultando em custos excessivos de fabricação, transporte, perdas de produtos por deterioração, entre outros.
- Processamento Desnecessário – Execução de um processo de trabalho com ferramentas, procedimentos ou sistemas inadequados.
- Transporte Excessivo – Movimento excessivo de pessoas, informações ou produtos, resultando em perdas de tempo, esforço e custo.
- Espera – Longos períodos de inatividade das pessoas, informações ou produtos, resultando num fluxo deficiente.
- Movimentos Desnecessários – Organização deficiente do local de trabalho, resultando em perdas de tempo, qualidade e ergonomia para os operadores.

### 1.2 O Processo de Laminação de Aços Planos e a Produção Enxuta

No processo de laminação a quente de aços planos, há uma busca constante de parâmetros ótimos para obtenção de boa planicidade nas bobinas produzidas. Para produtos que terão aplicação final após laminação a quente, a característica de aplainamento é de controle essencial para permitir o uso adequado.

Para produtos que serão ainda processados em outras linhas, o aplainamento pode ser melhorado através do estiramento por tensionamento e/ou através de alongamento por laminação. Logo, para estes casos, o controle do aplainamento da

---

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



bobina laminada a quente é mais importante para permitir o processo nas linhas subsequentes sem dificuldades operacionais, tais como deslocamentos laterais.

Assim, para produtos laminados a quente de aplicação direta, com usos mais restritos, faz-se necessário o processo em uma linha de preparação de bobinas a quente, LPBQ, antes da entrega ao cliente. Esta linha é dotada de um laminador de acabamento, o qual por alongamento melhora o aplainamento do material.

No sistema de Produção Enxuta, tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema [1].

O desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor [2].

Como, o processamento na LPBQ de materiais para o fluxo laminado a frio e zincado não agrega valor sob os olhos do cliente e não agrega valor ao produto, caracteriza-se um desperdício. Este trabalho teve como objetivo a eliminação deste desperdício.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A linha de preparação de bobinas a quente da CSN é utilizada também para divisão de bobinas que foram produzidas acima da faixa de peso exigida pelo cliente final. Atualmente, os clientes em sua maioria desejam receber bobinas laminadas a quente com peso em torno de 12 t. A CSN tem capacidade de produção de bobinas com o dobro deste peso.

A produtividade do laminador de tiras a quente, LTQ, aumenta cerca de 30% quando este trabalha com placas denominadas longas (em torno de 25 t), quando comparado com as placas denominadas curtas (em torno de 12 t). Desta forma, a CSN utiliza a capacidade ociosa da LPBQ, quando há, para dividir bobinas oriundas de placas longas ao invés de produzi-las com placas curtas no LTQ, maximizando a sua oferta de bobina laminada a quente, BQ, no mercado.

Os materiais considerados de maior dificuldade de processo nos próximos equipamentos destinados aos fluxos de produção de laminados a frio e zincados também eram processados na LPBQ para melhorar as condições de processo, em especial na decapagem.

Este trabalho visa diminuir o volume de material destinado ao fluxo de produtos laminados a frio e zincados que processam na LPBQ. O que diminui o custo de produção destes materiais; aumenta a produtividade do LTQ através da liberação da LPBQ para divisão de bobinas oriundas de placas longas; e aumenta a oferta do produto BQ com laminação de acabamento, BQ com LA.

Para todos os produtos laminados a frio e zincados que têm suas bordas aparadas na decapagem, a regra que obrigava processamento anterior na LPBQ era em função das dimensões, conforme tabela 1.

---

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



**Tabela 1** – Dimensões a quente de produtos para fluxos laminados a frio e zincados que obrigam processamento prévio na LPBQ para acerto de aplainamento

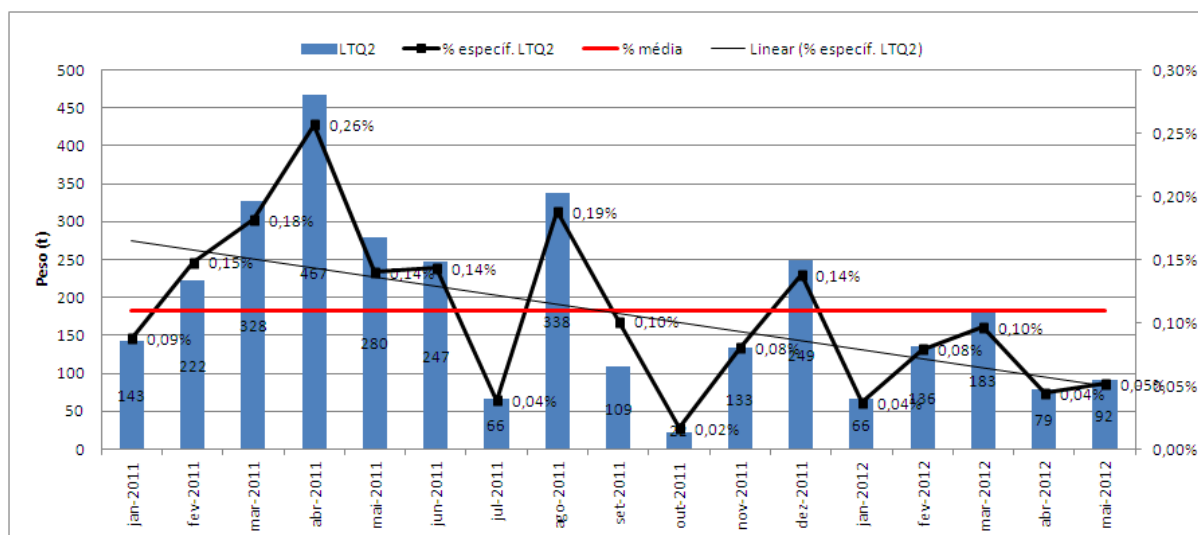
Material	Discriminação	Largura do Produto Final (mm)
LF/LZ	Espessuras a quente 2,00 a 2,25mm	> = 1150
LF/LZ	Espessuras a quente 2,26 a 2,39mm	> = 1250
LF/LZ	Espessuras a quente 2,40 a 2,65mm	> = 1250
LF/LZ	Espessuras a quente 2,66 a 3,00mm	> = 1350
LF/LZ	Espessuras a quente 3,01 a 3,89mm	> = 1400

Para materiais que não são aparados na decapagem, não era obrigatório o processamento prévio na LPBQ.

Devido a alguns fatores observados, decidiu-se testar o processamento de materiais laminados a frio e zincados sem o processamento na LPBQ.

As linhas de decapagens da CSN possuem na entrada um laminador de acabamento, capaz de melhorar a planicidade do material para processo na própria linha.

Houve uma melhora de qualidade observada no aplainamento das BQ's produzidas. A melhora foi percebida através do índice de desvios de encomenda por defeito de aplainamento, como pode ser visto na figura 1, e constatada com acompanhamentos em campo.



**Figura 1**– Desvios de encomenda gerados na decapagem por defeito de aplainamento em materiais oriundos diretamente do LTQ (sem LPBQ)

Com a reforma feita no laminador de tiras a frio nº 3 em 2011, este seria capaz de absorver alguma eventual qualidade inferior de aplainamento caso ocorresse.

O processo de material para o fluxo de laminados a frio e zincados na LPBQ possui pelo menos quatro das sete principais fontes de desperdício. Assim, foram feitos testes iniciando nos materiais aparados na decapagem mais estreitos e mais espessos sem processamento prévio na LPBQ. Posteriormente os testes abrangeram todos os dimensionais dos produtos para o fluxo de laminados a frio e zincados.

Os referidos materiais tiveram sua produção com acompanhamento na decapagem e laminação a frio.

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

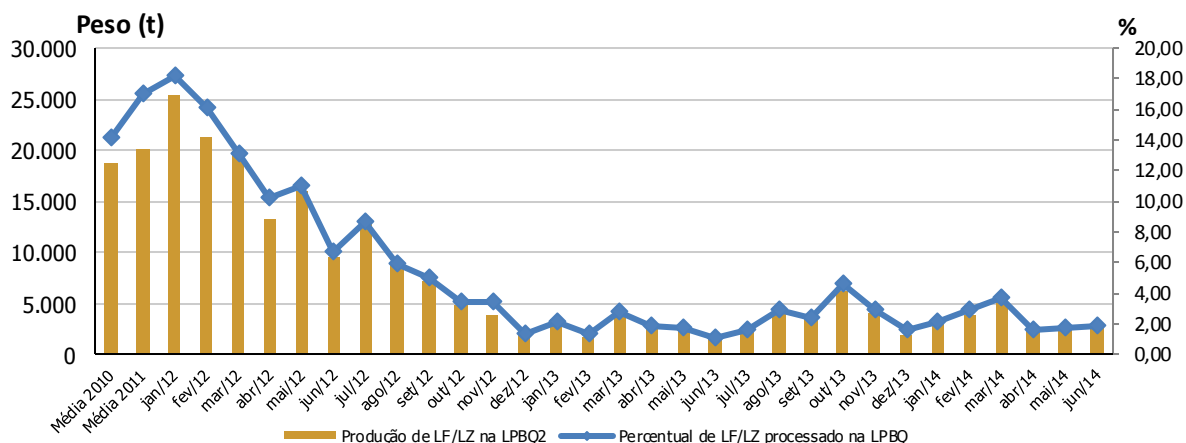


### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esperava-se que os testes feitos revelassem a necessidade de alterações nos parâmetros de processo da decapagem, tais como adequações de rugosidade e coroamento dos cilindros de trabalho do LA da decapagem, bem como uma maior restrição a vida útil destes cilindros. Contudo, durante os vários meses de acompanhamento, não foi identificada tal necessidade, pois não houve registro de nenhuma dificuldade operacional no processamento das linhas seguintes. Foi verificada a manutenção dos índices de desvio, de produtividade e rendimento metálico dos materiais testados em relação aos materiais anteriores ao teste.

Todas as regras que obrigavam processamento de materiais destinados ao fluxo de produtos laminados a frio e zincados processado na LPBQ foram gradativamente excluídas. A partir de então, a LPBQ é utilizada em materiais deste fluxo apenas nos casos em que são necessários retrabalhos, tais como descarte de trecho com par térmico diferente do especificado, correção de mal enrolado, etc.

O volume de material destinado ao fluxo zincado e laminado a frio processado na LPBQ foi reduzido de maneira consistente em cerca de 17.000 t/mês, conforme figura 2.



**Figura 2**– Evolução do volume de materiais destinados ao fluxo de produtos laminados a frio e zincados que tiveram processamento na LPBQ

A produção de placas curtas para laminação a quente se dá por diversos fatores. Os principais são: limitação de potência dos motores do LTQ para produção de determinadas dimensões de determinados tipos de aço em placas longas para evitar desrmes do laminador; geração de placa curta indesejada no lingotamento contínuo devido a aproveitamento de final de sequenciamento; ou necessidade de corte de placa curta no lingotamento para laminação no peso desejado pelo cliente final em caso de produto BQ.

A alteração da regra, retirando a obrigatoriedade de processamento na LPBQ para materiais dos fluxos laminado a frio e zincado permitiu uma redução consistente de cerca de 20.000 t/mês no volume de laminação de placas curtas no LTQ devido a indisponibilidade de LPBQ para corte, conforme figura 3. Conseqüentemente, o volume total de placas curtas laminadas no LTQ também diminuiu na mesma proporção.

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

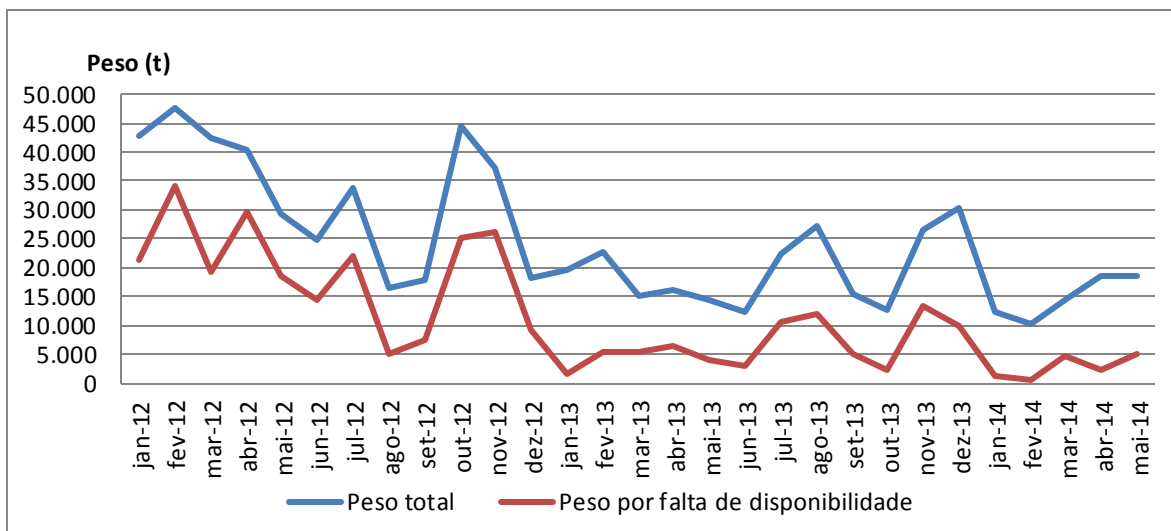


Figura 3– Evolução do volume de placas curtas laminadas no LTQ

## 4 CONCLUSÃO

Conclui-se a partir do exposto que a aplicação dos conceitos de Produção Enxuta permitiu reduzir o custo dos produtos laminados a frio e zincados na CSN; aumentar a produtividade do LTQ da CSN e conseqüentemente aumentar a oferta de produto laminado a quente, principalmente aquele com características especiais de aplainamento, sem aumento nenhum do custo de produção e sem investimentos. Este aumento de capacidade de entrega foi muito interessante para a CSN, principalmente por ocorrer em momento de forte demanda do mercado nacional.

## REFERÊNCIAS

- 1 Ohno T. O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- 2 Womack JP, Jones DT. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

\* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Guaçu, PR, Brasil.