



# REDUÇÃO DO TEMPO DE TROCA DE CILINDROS DO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE DA USINA DE CUBATÃO DA USIMINAS<sup>1</sup>

Camila Ribeiro dos Santos<sup>2</sup>

Edilson Gomes dos Anjos<sup>3</sup>

Fabrcio Pires Coscia<sup>4</sup>

José Ricardo Peçanha Guia<sup>5</sup>

Marcos Roberto Soares da Silva<sup>6</sup>

## Resumo

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar as principais atividades desenvolvidas para a redução do tempo de troca de cilindro do trem acabador da Laminação de Tiras a Quente da Usiminas Cubatão. Para obter os resultados esperados foram desenvolvidas atividades baseadas na filosofia de Manufatura Enxuta, principalmente a aplicação da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que pode ser traduzida como “troca rápida de ferramentas”. Durante toda a evolução da troca de cilindros, atividades complementares a troca foram desenvolvidas como a implantação da metodologia de gestão a vista, o aumento da sinergia entre operação, manutenção e oficina de cilindros, além da capacitação dos envolvidos através da realização de treinamentos sobre as metodologias. Os resultados alcançados com a implantação das metodologias foram a redução de 2,3 minutos do tempo de troca resultando na média de 11,2 minutos, além de uma disponibilidade maior do equipamento em operação.

**Palavras-chave:** Trem acabador; Laminação a quente; Tempo de troca de cilindros; SMED.

## ROLL CHANGE TIME REDUCTION OF USIMINAS CUBATÃO HOT STRIP MILL PLANT

### Abstract

This paper has the purpose to present the main activities developed to decrease the roll change time of the Usiminas Cubatão hot strip mill plant. To achieve these results, some activities were developed based on the lean manufacturing philosophy, as an example the implementation of the SMED (Single Minute Exchange of Die) tool. Throughout the roll change evolution, extra activities were developed as the visual management implementation, the synergy between operation, maintenance and roll shop, as well as trainings based on the methodologies. The results achieved with the implementation of the methodologies was the roll change time reduction in 2.3 minutes and the average time of 11.2 minutes, and a greater availability of equipment in operation.

**Keywords:** Finishing mill; Hot strip mill plant; Roll change time; SMED.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Membro da ABM, Mestre em Engenharia de Materiais, Engenheira de Produção da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: [camila.santos@usiminas.com](mailto:camila.santos@usiminas.com)

<sup>3</sup> Membro da ABM, Técnico em Metalurgia, Supervisor de Produção da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil.

<sup>4</sup> Membro da ABM, Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Produção da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: [fabrcio.coscia@usiminas.com](mailto:fabrcio.coscia@usiminas.com)

<sup>5</sup> Membro da ABM, 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](mailto:jose.guia@usiminas.com)

<sup>6</sup> Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, MBA, Gerente Técnico da Laminação a Quente da Usiminas Cubatão – SP - Brasil. E-Mail: [marcos.silva@usiminas.com](mailto:marcos.silva@usiminas.com)



## 1 INTRODUÇÃO

A troca de cilindros do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) da Usina de Cubatão da Usiminas, é um evento que acontece em média quatro vezes ao dia sempre ao final de cada programa de laminação. Essa troca consiste em substituir os cilindros de trabalho desgastados durante a laminação por conjuntos de cilindros retificados prontos para entrar em operação.

Desde o início da operação da linha de tiras a quente em dezembro de 1963, as equipes de operação, manutenção e oficina de cilindros vem trabalhando visando a redução do tempo médio de troca. Inicialmente a troca era realizada manualmente e levava aproximadamente 30 minutos, em 1997 com a automação da linha, o tempo de troca foi reduzido para 15 minutos. Já em 2006, a equipe operacional em conjunto com a equipe da manutenção elétrica desenvolveu um projeto complementar reduzindo o tempo da troca de cilindros em 2 minutos, passando a 13 minutos.

Por ser considerada uma parada emergencial, cada troca de cilindros impacta diretamente no índice de funcionamento da linha de tiras a quente. Com a redução desse tempo, espera-se uma maior disponibilidade do equipamento para a produção. Com a redução de 2,5 minutos no tempo de cada troca, haverá um acréscimo de até 13.000 toneladas por ano de bobinas produzidas.

Os tempos de troca de cilindros coletados no primeiro semestre de 2009 indicaram uma alta variabilidade, com isso foram realizadas diversas estratificações e análises para verificar possíveis falhas no processo e ainda, buscar novos caminhos para redução do tempo de troca de cilindros no trem acabador do LTQ.

## 2 OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo apresentar as atividades que foram desenvolvidas para a redução do tempo de troca de cilindros do trem acabador, visando aumentar o tempo disponível da linha de laminação de tiras a quente da Usina de Cubatão da Usiminas.

Para alcançar tal objetivo foram desenvolvidas atividades baseadas na filosofia de manufatura enxuta, que tem por finalidade reduzir desperdícios e variabilidade de processo.

## 3 MANUFATURA ENXUTA / FERRAMENTA SMED

Muito utilizada para a redução dos tempos nos *pit stops* da Formula 1, a ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que também pode ser traduzido como "troca rápida de ferramentas", foi elaborado nos anos 60 por Shingo.<sup>(1)</sup> É um método utilizado na indústria com o objetivo de reduzir o tempo de preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção. A redução do tempo de troca, produz efeitos imediatos e diretos no aumento do tempo disponível para a produção.

O tempo de preparação de equipamentos em um posto de trabalho não traduz uma operação de valor acrescentado para o produto. Foi observado que durante um *setup* as atividades se dividiam em "atividades produtivas" e "atividades não produtivas", sendo que estas despendiam um tempo considerado elevado devido a frequente necessidade de mudança das ferramentas da prensa sempre que se terminava um lote e era necessário começar um novo. Essas duas atividades foram classificadas como:

- Internas – atividades que só eram possíveis com a máquina parada
- Externa – atividades que poderiam ser feitas com a máquina ainda em funcionamento (transporte de peças, preparações, etc.).

Assim sendo, o SMED, foi definido em quatro passos (conforme Figura 1):

- *Identificação do estágio inicial:* Nessa etapa as atividades internas e externas se confundem devido a falta de um padrão otimizado de *setup*. Recomenda-se uma nova cronometragem do tempo, conversas com os operadores que participam do *setup*. Importante também passar a acompanhar os *setups* identificando dificuldades e conversando informalmente com os operadores.
- *Identificação das atividades internas e externas:* Esta fase corresponde à organização das atividades, classificando-as e separando-as como *setup* interno, aquelas realizadas com a máquina parada e *setup* externo como sendo atividades realizadas com a máquina em funcionamento.
- *Converter atividades internas em externas:* Para essa etapa é preciso uma análise mais detalhada sobre cada atividade e o objetivo é reduzir ao máximo o número de atividades internas. Com a conversão de atividades internas em externas, a redução do tempo será conseqüência.
- *Reduzir o tempo das atividades:* aqui o ponto chave é a melhoria contínua de cada atividade do *setup* interno e externo. A busca do *single-minute* (dígito único) pode não ser alcançada nos estágios anteriores, sendo necessária a melhoria contínua de cada atividade, tanto do *setup* interno como externo.

Passo 1

*Tempo de Setup*

Passo 2

*Externa*

*Interna*

*Externa*

Passo 3

*Externa*

*Ext.*

*Interna*

*Ext.*

*Externa*

Passo 4

*Externa*

*Interna*

*Externa*

Figura 1: Passo a passo da metodologia SMED.

Como resultado do exemplo, a Figura 2 apresenta a seguinte configuração de *setup*:

*Tempo de Setup*

*Externa*

*Interna*

*Externa*

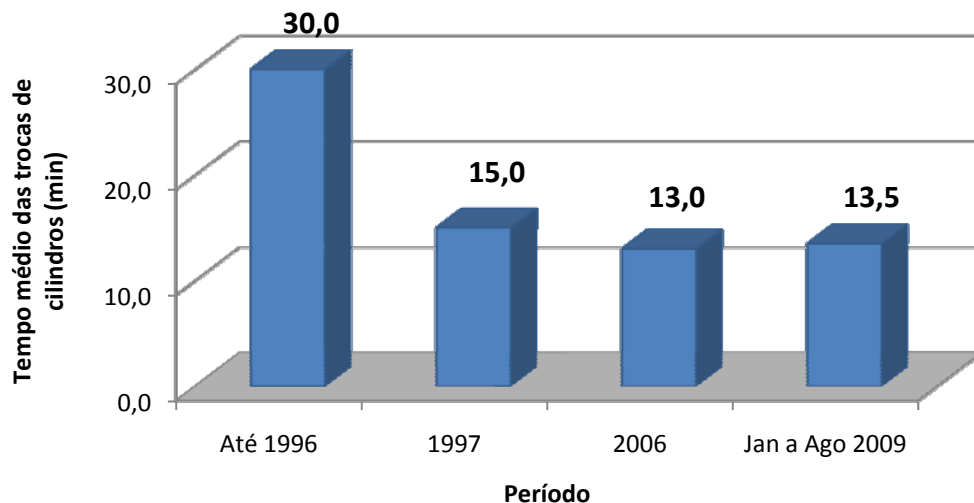
**Redução de tempo**

Figura 2: Configuração de *setup*.

## 4 AVALIAÇÃO DOS DADOS HISTÓRICOS

### 4.1 Dados Históricos

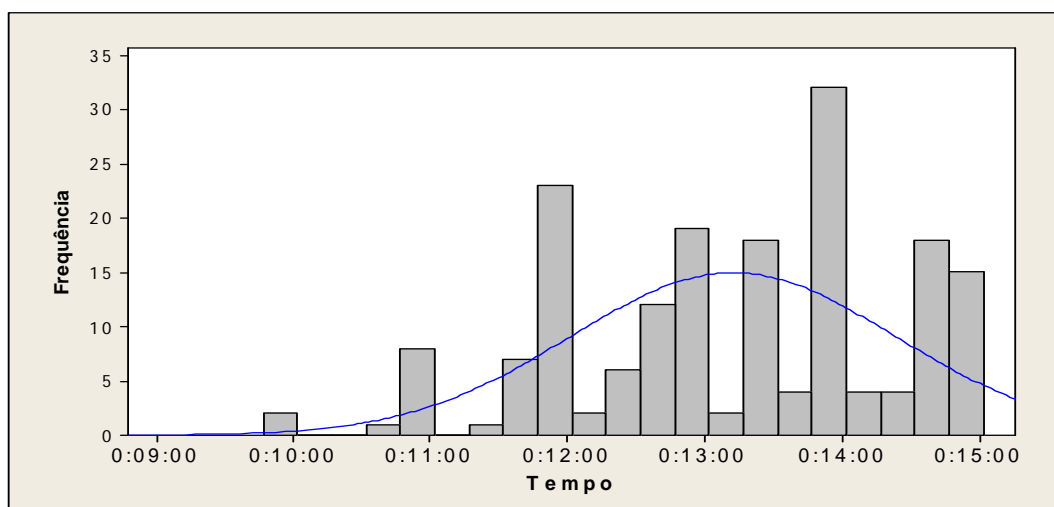
Conforme citado anteriormente, desde o início de operação da linha até os dias de hoje houveram algumas melhorias visando a redução do tempo de troca de cilindros. A Figura 3 apresenta essa evolução desde o *start-up* da linha até a situação anterior ao trabalho aqui apresentado das trocas de cilindros do laminador de tiras a quente.



**Figura 3** – Evolução do tempo de troca de cilindros.

Apesar dos esforços anteriores em reduzir o tempo das trocas de cilindros, o tempo médio das trocas era considerado elevado e via-se uma oportunidade de melhoria. Os principais fatores que tornavam esse tempo elevado eram: alta variabilidade dos tempos de troca, falta de um procedimento otimizado, deficiência no registro das informações das trocas e comunicação deficiente entre as trocas, turnos e manutenção.

O impacto desses fatores na troca de cilindros é representado na Figura 4 que mostra essa alta variabilidade apresentada no início do projeto onde a maior concentração dos tempos de troca estava entre 13,0 minutos e 14,0 minutos.



**Figura 4** – Histograma da variabilidade das trocas no início do projeto.

## 4.2 Definição da Meta

A meta do tempo de troca de cilindro foi definida a partir de uma série de medições realizadas em cada atividade da troca, onde os tempos foram registrados e tabulados em tempo mínimo, médio e máximo. Com esses valores, a meta de 11,0 minutos foi definida a partir da somatória dos tempos mínimos para cada atividade.

## 5 PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 5.1 Implantação do Quadro de Gestão a Vista

Com o intuito de melhorar a comunicação entre os turnos de operação, manutenção e entre as trocas, foi instalado na cabine de operação do Laminador de Tiras a Quente um quadro de gestão a vista (Figura 5). O quadro é preenchido pelos operadores ao final de cada troca com informações referentes ao tempo da troca, as principais ocorrências, os atrasos e os comentários.

TURMA	Início	Semens	Tempo Troca	OCORRÊNCIA	ATRASOS / COMENTÁRIOS
S	0:07	07:21"	11:00"	TROCA DE BARRA DE AQUECIMENTO	PERDA DE TEMPO NA MANUTENÇÃO DE C.T. FRS
DIA: 23/04	3:35	06:50"	07:06"	TROCA DE BARRA DE AQUECIMENTO	PERDA DE TEMPO
T					
DIA: 23/04					
U					
DIA: 23/04					

Figura 5 – Quadro de gestão a vista na sala de operação do trem acabador.

A implantação do quadro de gestão a vista proporcionou a melhoria na comunicação entre os turnos de operação com a equipe da manutenção e também a melhoria no registro das informações das trocas.

### 5.2 Criação da Reunião Pré Troca e Reunião Semanal de Troca

A reunião pré troca (Figura 6) acontece geralmente de 10 a 15 minutos antes da troca de cilindros, nessa reunião participam a operação, a manutenção mecânica e elétrica, além da oficina de cilindros. Trata-se de uma reunião simples em frente ao quadro de gestão a vista onde nela são discutidas as estratégias para a próxima troca.



**Figura 6** – Funcionários realizando uma reunião pré troca.

Os benefícios da reunião pré troca são evitar problemas repetitivos que aconteceram nas trocas anteriores, traçar a estratégia da troca seguinte identificando pontos de atenção e posicionamento das pessoas chave, bem como preparar a equipe para a próxima troca.

Outra rotina criada foi a reunião semanal de troca, que com a participação das equipes de operação, manutenção mecânica, manutenção elétrica e oficina de cilindros onde são avaliadas todas as trocas que aconteceram na semana. O objetivo é identificar as anormalidades ocorridas e definir um plano de ação para saná-las.

### **5.3 Definição do Novo Procedimento Operacional de Troca de Cilindros**

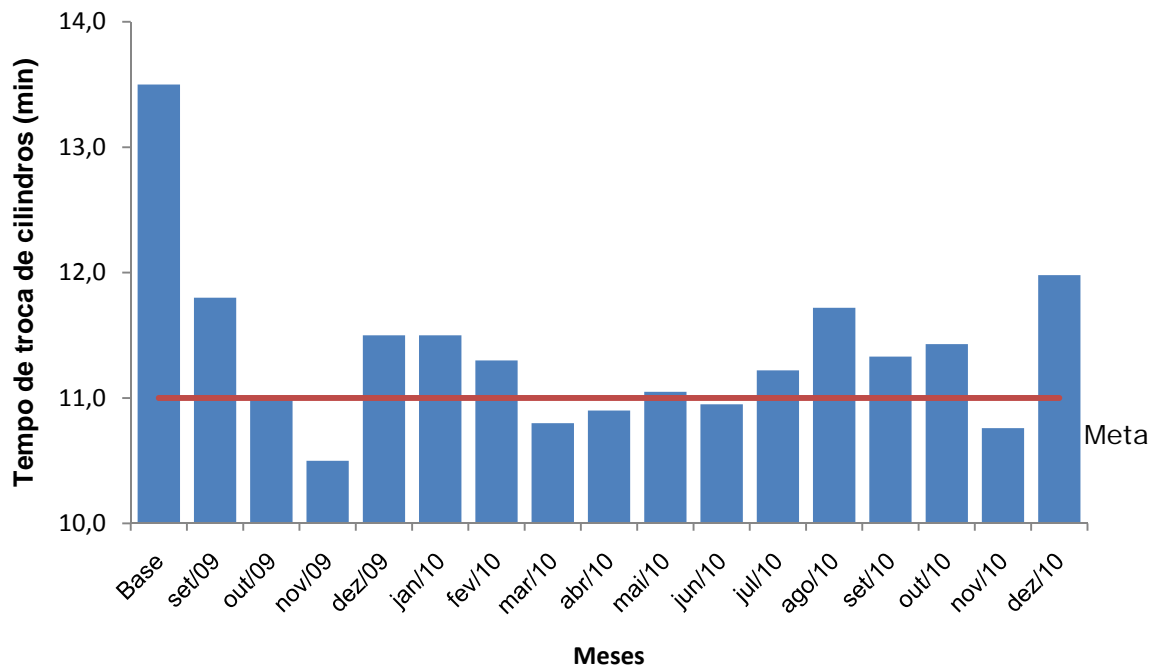
Seguindo a metodologia e utilizando a ferramenta SMED, o procedimento operacional de troca de cilindros foi redesenhado e otimizado com a ajuda dos próprios operadores e equipes envolvidas no dia a dia da troca. Diversas reuniões foram feitas para entender como cada turno estava trabalhando separadamente item a item do seqüencial da troca. Após conversado com todos os turnos e coletados os tempos para cada item da troca, o procedimento foi redesenhado e adequado a nova realidade.

Alguns testes foram realizados e, com o aceite do novo procedimento de troca, todos os operadores e equipes envolvidas nas trocas de cilindro foram treinados e capacitados. Como benefício principal houve uma padronização do procedimento de troca.

## **6 RESULTADOS**

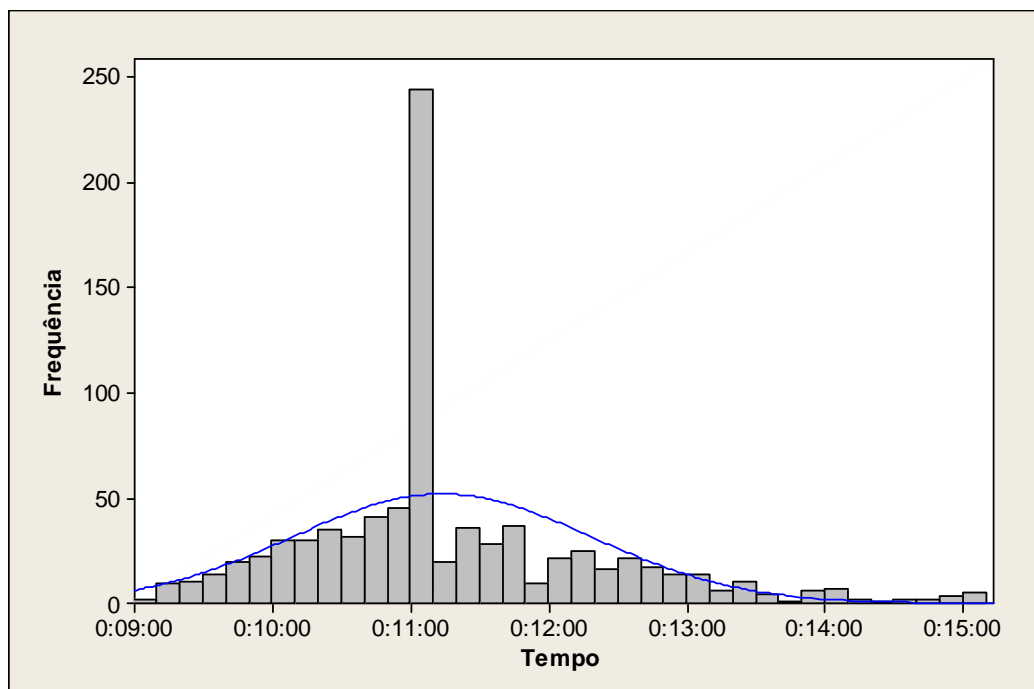
### **6.1 Resultados Alcançados**

Após todas as atividades propostas terem sido executadas observou-se uma redução no tempo de troca conforme ilustrado na Figura 7.



**Figura 7** – Evolução dos tempos médios de troca de cilindros.

Outro ponto importante trabalhado ao longo do projeto foi a redução da variabilidade dos tempos de troca que pode ser observada sua evolução na Figura 8. Atualmente em 60% das trocas a meta está sendo atingida com tempo médio de 11,2 min.



**Figura 8** – Evolução da variabilidade das trocas de cilindros.



## 7 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou as atividades de manufatura enxuta que foram desenvolvidas para a redução do tempo de troca de cilindros do trem acabador da linha de Laminação de Tiras a Quente da Usiminas Cubatão. Apesar dos resultados estarem acima da meta de 11,0 minutos, foi observado uma melhoria significativa nos tempos médios de troca resultando em uma redução de 2,3 minutos. Atualmente, em 60% das trocas a meta está sendo atingida e apresentando um forte impacto na redução da variabilidade dos tempos de trocas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem os supervisores de turno, os técnicos operacionais, os operadores e a equipe da manutenção da Laminação de Tiras a Quente da Usina de Cubatão da Usiminas pelo apoio prestado durante a execução dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- 1 SHINGO, S. A revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.
- 2 COSCIA, F.P.; ANJOS, E.G.; SANTOS, C.R. Metodologia Manufatura Enxuta aplicada no Tempo da Troca de Cilindros Laminação de Tiras a Quente. XXXIII Seminário Interno de Laminação Usiminas, Cubatão, 2010.