

# IMPLEMENTAÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NAS INTERVENÇÕES DA LAMINAÇÃO DE FIO MÁQUINA\*

Guilherme Duarte Moreira<sup>1</sup>  
Eduardo Felipe Lourdes de Oliveira<sup>2</sup>

## Resumo

Com o objetivo de melhoria dos resultados de desempenho operacional identificou-se uma oportunidade em reduzir o tempo de trocas programadas (Setup) na Laminação de Fio Máquina na Usina Siderúrgica de Ouro Branco. Utilizando a metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), obteve-se grande redução do tempo de Setup. Como esta metodologia já se demonstrou uma excelente ferramenta para redução dos tempos de setups, foi idealizado uma abordagem mais completa, sendo desenvolvido um modelo para aplicação para as paradas programadas para manutenção. Esta aplicação corroborou um enorme ganho, tanto na definição do tempo de parada programada, quanto no planejamento e padronização das atividades.

**Palavras-chave:** Laminação de Fio Máquina, SMED, Setup, paradas programadas para manutenção.

## IMPLEMENTATION OF SMED IN WIRE ROLLING MILLS INTERVENTIONS

### Abstract

Aiming at the improvement of the operational performance results, a great opportunity was identified to reduce the Setup time of the Wire Rolling Mills in Ouro Branco plant. With the use of SMED methodology (Single Minute Exchange of Die), a Setup reduction time was possible to be accomplished. As this methodology has already proven to be an excellent tool to reduce the time of setups, a more completed approach was conceived, developing a model to apply to the shutdowns. This application has resulted in a large gain in the shutdown definition time as well as in the planning and standardization of the activities.

**Keywords:** Wire rolling mills, SMED, Set up, Shutdown.

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, Especialização em Engenharia de segurança do trabalho e MBA em Gestão de Projetos. Assessor técnico da Laminação de Fio Máquina, Gerdau Ouro Branco, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Sistemas de Informação, Pós-Graduação em Engenharia de Manutenção. Gerente da Laminação de Fio Máquina, Gerdau Ouro Branco, MG, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor siderúrgico vem se tornando cada vez mais competitivo e exigindo das unidades industriais rápidas respostas às mudanças no cenário mundial. As intervenções em máquinas e equipamentos devem ser cada vez mais assertivas para garantir maior disponibilidade dos equipamentos e versatilidades dos processos produtivos.

Segundo Ohno [1], existem basicamente dois tipos de intervenções:

Intervenção para troca de produtos ou câmbio: utilizada quando se muda o item a ser produzido ou alguma característica deste.

Intervenção para atividade de manutenção: utilizada quando se realiza alguma atividade de reparo, inspeção, limpeza, melhoria ou substituição de peças em equipamentos.

A metodologia aplicada neste trabalho é o SMED (Single Minute Exchange of Die) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Segundo Shingo [2], utilizando-se o método de TRF, é possível ter uma redução de 80 a 95% do tempo de setup e qualquer atividade poderia ser realizada em um tempo inferior a 10 minutos. O conceito fundamental é reduzir ao máximo o tempo do equipamento parado. Para isto, Shingo [2] definiu dois tipos de atividades:

- Atividades internas: atividades executadas enquanto a máquina está parada.

Exemplo: remoção e fixação de matriz na prensa.

- Atividades externas: atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina está operando. Exemplo: transporte de matérias-primas, ferramentas e peças necessárias.

O conceito de TRF é comumente empregado para setups, a grande oportunidade identificada foi aplicação da metodologia nas atividades de manutenção. O planejamento das atividades de manutenção programada é realizado após o levantamento de alguma anomalia, plano de manutenção ou manutenção baseada na condição. Quando as demandas são priorizadas e programadas, a atividade com maior tempo de duração passa a definir o tempo da parada. A metodologia do TRF fornece um embasamento para um adequado planejamento e otimização do tempo da parada.

As abordagens do TRF para intervenções são, segundo Shingo [3]:

Técnica 1 – Separação das atividades internas e externas

Técnica 2 – Converter atividades internas em externas

Técnica 3 – Minimizar ajustes

Técnica 4 – Eliminar por completo a necessidade de algumas atividades

O objetivo deste trabalho é apresentar a aplicação do método de TRF com os resultados alcançados em setups na Laminação de Fio Máquina. Outra vertente é a aplicação da metodologia para atividades de manutenção, onde não é habitualmente utilizado e que demonstrou ótimos resultados.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para aplicação das técnicas de TRF, são elaboradas algumas premissas. A primeira é a padronização dos horários de trocas. Para cada componente, tais como cilindros, discos e guias de Laminação, existe uma vida útil ou campanha que define o tempo de parada para troca. Realizou-se um trabalho no sentido de coincidir estas campanhas. Para as cadeiras de maior velocidade, conseqüentemente de menor campanha, foram desenvolvidos cilindros de metal duro para reduzir o desgaste dos

canais. Em outros casos, foi demonstrada a viabilidade em reduzir a vida útil de cilindro ou canal para a padronização da campanha de cada componente. Esta ação permitiu fixar o horário dos setups, diariamente, às 09:30 horas da manhã.

A segunda premissa importante foi a fixação das equipes nas trocas. A equipe que realiza as trocas são os operadores do Laminador, oficina de cilindros e acabamento de bobinas, totalizando 12 pessoas. A partir de um mapeamento realizado por especialidade e maturidade tornou-se possível manter fixas as mesmas pessoas nas mesmas atividades.

Outra premissa é a integração e sinergia entre as equipes operacionais e de manutenção. Os mecânicos e eletricitas participaram da elaboração de todo o trabalho e contribuíram para a construção do planejamento. Durante os setups eles estão disponíveis para reduzir um eventual atraso.

## 2.1. Metodologia de Trabalho

A figura 1 define como o trabalho foi estruturado, levando em consideração as intervenções de setup e paradas programadas.

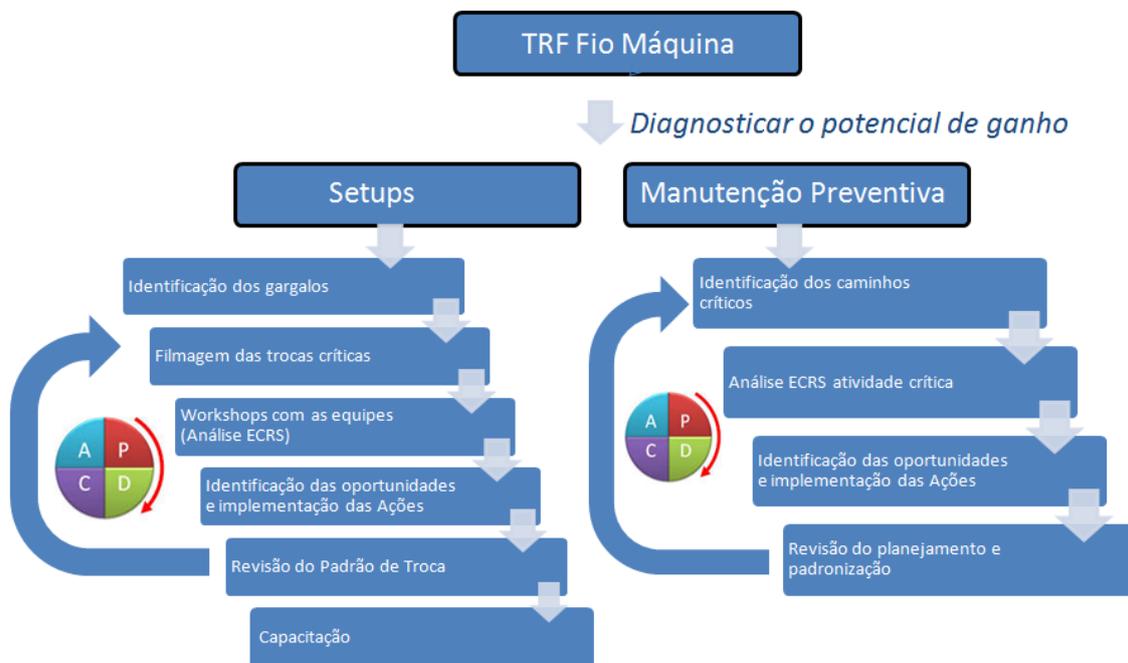


Figura 1. Metodologia de trabalho de TRF na Laminação de Fio Máquina

## 2.2. Setup

### 2.2.1. Identificação dos gargalos

Inicialmente, foram identificados três trocas críticas ou gargalos.

- Troca dos discos do bloco pré-acabador (cadeiras 19 a 26): tempo de 50 minutos;
- Troca de canal de cadeiras (gaiolas) verticais quando se utiliza virador de cassetes: tempo de 50 minutos;
- Troca do tubo formador de espiras (TFE): tempo: 40 minutos.

Estas trocas eram programadas em 78% dos Setups realizadas na Laminação de Fio Máquina.

### **2.2.2. Filmagem das trocas críticas**

Para garantir uma boa análise das intervenções foram realizadas filmagens das trocas ou atividades de manutenção. As filmagens foram realizadas previamente e avaliadas pela própria equipe durante os Workshops. Esta prática gerou um grande impacto e participação de todos operadores.

Assim que o planejamento foi construído pela equipe e as ações implementadas, fez-se uma nova filmagem para demonstrar o novo padrão de tempo, que serviria de treinamento para as próximas equipes.

### **2.2.3. Realização de workshops com as equipes e análise ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar)**

O workshop foi realizado com todos operadores e mantenedores. Mobilizou-se previamente cada equipe, através de um treinamento conceitual e análise das atividades definidas.

A partir de uma planilha padrão, foi realizado o detalhamento com a análise ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar) para cada etapa da tarefa, avaliando o tempo de duração e número de pessoas envolvidas. A equipe utilizava as filmagens para descrever a atividade e o tempo de cada etapa.

Para o primeiro Workshop foram abordadas as três atividades críticas mencionadas anteriormente. Nos próximos Workshops foram abordadas as trocas críticas subsequentes, conforme padrão de tempos de troca.

### **2.2.4. Identificação das oportunidades e implantação das ações**

Nesta etapa, foi proposta uma série de medidas que permitiam eliminar, combinar, reduzir ou mesmo simplificar alguma etapa. A própria equipe definiu essas medidas, bem como seus responsáveis e prazo. Em geral, deviam ser abordadas ações de ganho rápido e que estavam no alcance dos próprios operadores, com o prazo máximo de um mês, que era a data do próximo Workshop.

As ações estruturais, que envolviam investimentos, mudança do processo ou produto já estavam em andamento e foram apresentadas à equipe para mostrar o esforço da liderança em reduzir o tempo de parada.

### **2.2.5. Revisão do padrão de troca**

Através do planejamento elaborado no Workshop, foi realizado o detalhamento via MS Project, que visava avaliar as interferências e validar as atividades.

Após a criação dos padrões, realizou-se a simulação das trocas para validação do planejamento criado pelas equipes. Para isto foi criado um índice de verificação através de uma carta de controle para cada tipo de troca. O controle era feito pelos operadores.

### **2.2.6. Capacitação**

Depois de validado o planejamento através da simulação, as demais equipes eram treinadas. Em seguida, o planejamento era revisto no Workshop seguinte através da mesma metodologia. Com esta proposta, garantia-se a melhoria contínua e constante revisão do padrão de troca.

## **2.3. Manutenção Preventiva**

### **2.3.1. Identificação dos caminhos críticos**

A primeira iniciativa em manutenção foi realizar um planejamento de uma atividade emergencial no Forno de Reaquecimento. O objetivo era otimizar o tempo de parada dentro do tempo orçado. Com a realização deste planejamento piloto, tornou-se viável estender a metodologia para as atividades críticas das paradas programadas para manutenção.

### **2.3.2. Análise ECRS atividades críticas**

Para o planejamento das ordens de manutenção foi utilizada a mesma planilha para setups. As filmagens não foram realizadas previamente devido à menor frequência das atividades e maior tempo de duração. Neste caso, o planejamento era realizado conforme experiência dos mantenedores e os tempos estimados. A análise ECRS permitia auxiliar a eliminação de atividades externas durante a parada preventiva e executar preparações que possibilitam a redução do tempo e etapas da tarefa.

### **2.3.3. Identificação das oportunidades e implementação das ações**

Assim como no Setup, foram identificadas previamente as oportunidades de redução do tempo, que poderiam ser uma preparação, organização, limpeza ou simplesmente a eliminação de alguma etapa. Neste momento, elaborou-se um plano de ação com data limite de conclusão antecedente à parada programada.

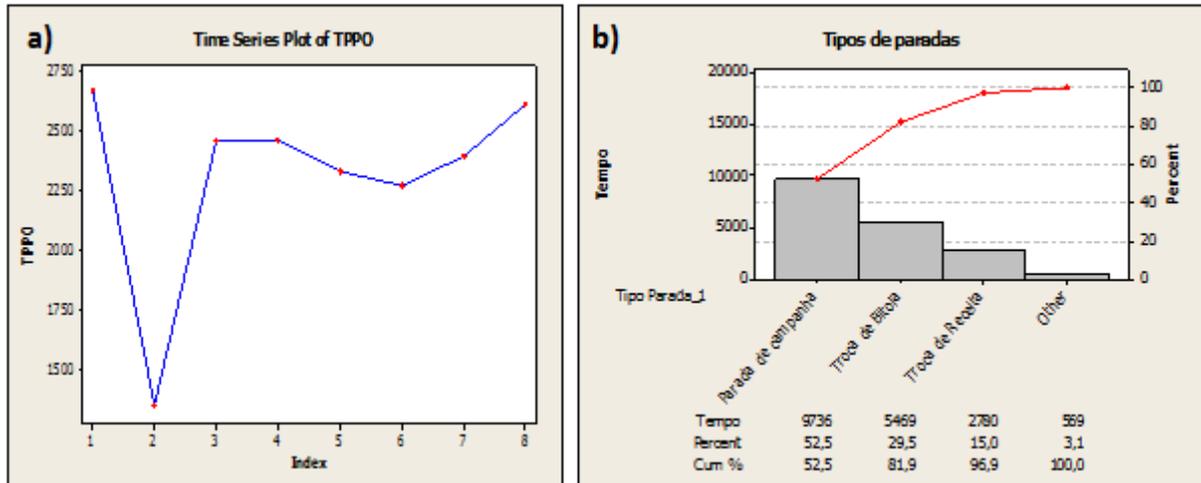
### **2.3.4. Revisão do planejamento e padronização**

Assim que a atividade é realizada, o planejamento é eventualmente revisado em relação a tempo, sequenciamento ou efetivo. Após a revisão, o procedimento virava o padrão da tarefa e é anexado às ordens de serviço para as paradas seguintes. Esta prática se tornou extremamente útil principalmente para as tarefas oriundas dos planos de manutenção ou manutenção regular.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Resultados SETUP**

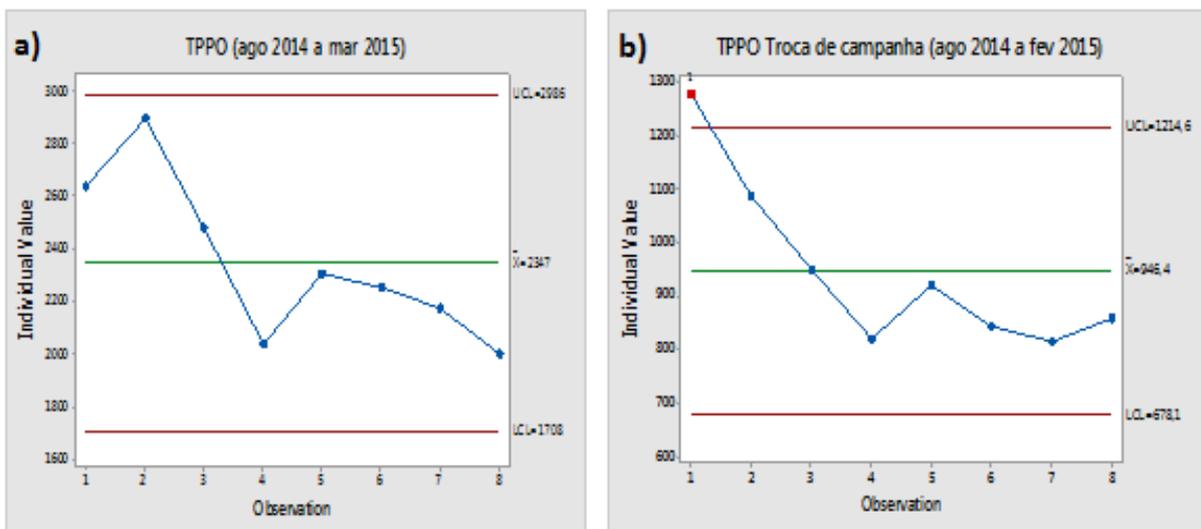
O histórico de tempo de setup nos últimos oito meses antecedentes ao trabalho (janeiro a agosto de 2014) é mostrado na figura 2a com tempo médio de 2340 minutos/mês. O mês de fevereiro correspondia a um período de grande reparo, com 12 dias a menos de produção.



**Figura 2.** a) Tempo de Setup (janeiro a agosto de 2014) e (b) Gráfico de Pareto dos tipos de setup

Os itens priorizados neste trabalho, as trocas por campanha e troca de bitola, corresponderam a 83% das paradas, conforme gráfico de Pareto 2b, cujo tempo médio por troca era de 42 e 59 minutos, respectivamente.

Percebe-se uma grande redução do tempo de paradas operacionais no período de aplicação do trabalho. Conforme gráfico 3a verifica-se uma mudança de patamar de 2800 para 2200 minutos/mês, com tendência de redução posterior. O ganho considerável é maior no tempo de troca por campanha (figura 3b), que foi reduzido de 1250 para 800 minutos/mês.



**Figura 3.** a) Tempo de Setup Geral do Fio Máquina e (b) tempo de troca de campanha

No gráfico da figura 4a está detalhado o tempo de troca de bitola, onde se observa uma maior sazonalidade. Uma das variáveis é o plano de produção, cujo mix de produtos tem grande influência neste indicador. Troca de receita não foi foco deste trabalho, portanto não se percebe grande mudança (figura 4b).

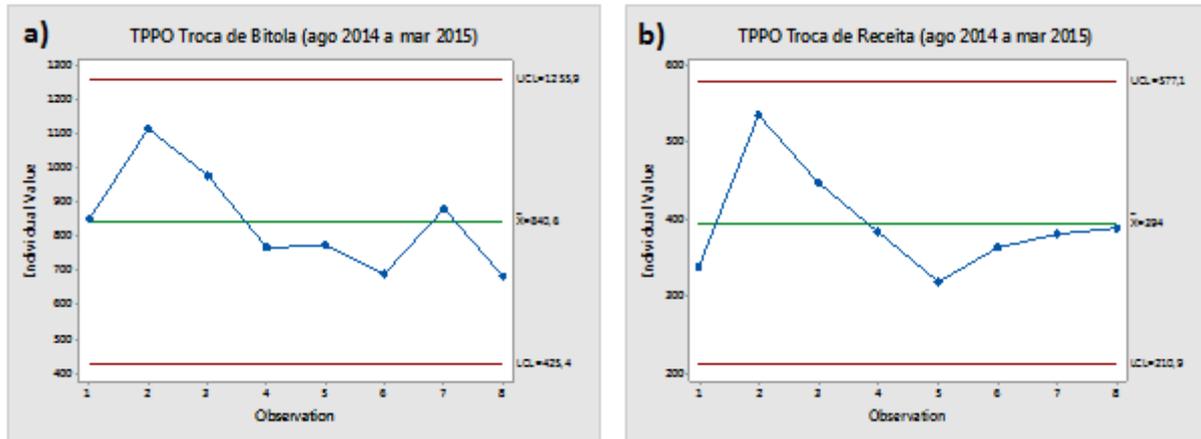


Figura 4. a) Tempo de troca de bitola e (b) Tempo de troca de receita

### 3.2. Aplicação da Metodologia nos Setups

Depois de identificadas as tarefas críticas, iniciou-se o trabalho de detalhamento. Conforme mencionado no item 2.2.1, as trocas com tempo de 50 e 40 minutos foram priorizada.

Com as filmagens realizadas previamente, foram programados os Workshops permitindo fazer a análise sistemática do planejamento conforme técnica ECRS, item 2.2.3. A figura 5 se refere à análise realizada da troca do Bloco FB e a figura 6a, as oportunidades com as contramedidas identificadas, juntamente com as evidências do plano de ação (figura 6b).

Tabela 1. Análise ECRS da troca crítica FB (Troca dos discos cadeiras 19 a 26)

Nº	ATIVIDADE	Horário			ATUAL			ANÁLISE ECRS			
		Hora de Início	Hora de Término	Duração	TEMPO INTERNO	TEMPO EXTERNO	DISTÂNCIA	ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR
1	LEVANTAR TAMPA DO BLOCO	10:00:00	10:01:00	00:01:30	00:01:30					00:01:00	
2	REALIZAR O BLOQUEIO E CONSIGNAÇÃO DO EQUIPAMENTO	10:01:00	10:02:00	00:01:00	00:01:00						
3	POCISONAR PRÓXIMO AO EQUIPAMENTO	10:02:00	10:03:00	00:01:00	00:01:00						
<b>CADEIRAS IMPARES</b>											
4	SOLTAR PARAFUSOS, RETIRAR COPOS E GUIAS (NÃO RETIRAR GUIAS ENTRADAS IMPARES)	10:03:00	10:05:00	00:02:00	00:02:00				00:00:30		
5	SACAR DISCOS INICIANDO NA CADEIRA 25 (UTILIZAR DOIS DISPOSITIVOS PARA SACAR)	10:04:00	10:08:00	00:04:00	00:04:00						
6	LIMPAR EIXOS ABRIR/FECHAR LUZ E POCISONAR NOVOS DISCOS INICIANDO PELAS CADEIRA 25	10:05:00	10:13:00	00:08:00	00:08:00						00:02:00
7	PRENSAR DISCOS	10:08:00	10:18:00	00:10:00	00:10:00					00:03:00	
8	REALIZAR MONTAGEM DOS COPOS E GUIAS SECAS	10:13:00	10:19:00	00:06:00	00:06:00						
9	GUARDAR DISCOS USADOS E RECOLHER PAPEIS TOALHAS			00:02:00		00:02:00			00:02:00		
<b>CADEIRAS PARES</b>											
10	SOLTAR PARAFUSOS, RETIRAR COPOS E GUIAS	10:03:00	10:05:00	00:02:00	00:02:00				00:00:30		
11	SACAR DISCOS INICIANDO NA CADEIRA 25 (UTILIZAR DOIS DISPOSITIVOS PARA SACAR)	10:04:00	10:08:00	00:04:00	00:04:00						
12	LIMPAR EIXOS ABRIR/FECHAR LUZ E POCISONAR NOVOS DISCOS INICIANDO PELAS CADEIRA 26	10:05:00	10:13:00	00:08:00	00:08:00						00:02:00
13	PRENSAR DISCOS	10:08:00	10:18:00	00:10:00	00:10:00					00:03:00	
14	REALIZAR MONTAGEM DOS COPOS, FAZER ALINHAMENTO DAS BASES ROLETADAS E MONTAR GUIAS (LIBERANDO PARA LUZ)	10:13:00	10:20:00	00:07:00	00:07:00				00:01:00		
<b>LIBERAÇÃO</b>											
15	DESCONSIGNAR	10:20:00	10:21:00	00:01:00	00:01:00						
16	FAZER A LUZ CADEIRAS PARES	10:21:00	10:23:00	00:02:00	00:02:00					00:01:00	
17	FAZER A LUZ CADEIRAS IMPARES	10:21:00	10:23:00	00:02:00	00:02:00					00:01:00	

Troca FB				
PROBLEMA	PERDA TEMPO	AÇÃO	QUEM	QUANDO
Desenrolar mangueiras da unidade hidráulica no momento da troca	1 min	Desenrolar mangueira e deixar lado com engate rápido próximo a atividade de troca	Operador Líder da letra	14/11/2014
Utilização da mesma torquedeira para desapertar os parafusos de guias e discos	2 min	Providenciar nova torquedeira com ponto de ar comprimido	Eduardo José	14/11/2014
Utilização da mesma Hytork para sacar e prender os discos	4 min	Disponibilizar 2ª Hytork com 2 discos de sacar e prensar cada	Eduardo José	14/11/2014
Falta de tomada lado cadeiras pares		Disponibilizar tomada 440V próximo ao bloco FB	André Reis	14/11/2014
Não há definição clara da ordem e responsabilidade de cada atividade. As atividades do lado par e ímpar sendo feita pelas mesmas pessoas	3 min	Dividir as atividades por responsabilidade e por setor (lado par e lado ímpar)	Guilherme Duarte	14/11/2014
Equipe revesando chave de giro para afastamento da luz	1 min	Providenciar nova chave de giro para operadores	Eduardo José	14/11/2014
Elevado tempo para parar e acelerar o bloco	3 min	Alterar lógica para redução do tempo de aceleração e desaceleração do bloco	Samuel Levi	30/11/2014

Workshop – 06/11/2014

## Principais Ações: Troca bloco FB



Figura 6. a) Oportunidades identificadas com plano de ação e (b) Melhorias implementadas conforme plano de ação.

Como resultado, foi possível reduzir o tempo de 50 para 25 minutos conforme planejamento abaixo (figura 7).

Tabela 2. Planejamento realizado após Workshop

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Timeline (0 to 24)				
					0	6	12	18	24
1	Troca Programada do Bloco FB - Completo	25,3 min	26/09/14 10:00	26/09/14 10:25	[Gantt bar from 0 to 24]				
2	Boqueio e posicionamento	3,3 mins	26/09/14 10:00	26/09/14 10:03	[Gantt bar from 0 to 3.3]				
3	Realizar o bloqueio e consignação do equipamento	1,3 mins	26/09/14 10:00	26/09/14 10:01	[Gantt bar from 0 to 1.3]				
4	Levantar a tampa de proteção do bloco	1 min	26/09/14 10:01	26/09/14 10:02	[Gantt bar from 0 to 1]				
5	Posicionar próximo ao equipamento	1 min	26/09/14 10:02	26/09/14 10:03	[Gantt bar from 0 to 1]				
6	Troca cadeiras ímpares (Oficina de discos)	19 mins	26/09/14 10:03	26/09/14 10:22	[Gantt bar from 1 to 20]				
7	Retirar os copos de proteção dos discos e desapertar guias secas	2 mins	26/09/14 10:03	26/09/14 10:05	[Gantt bar from 1 to 3]				
8	Sacar os discos iniciando pela cadeira 25 (utilizar dois dispositivos de sacar)	3 mins	26/09/14 10:04	26/09/14 10:07	[Gantt bar from 1 to 4]				
9	Limpar eixos iniciando pelas cadeiras 25	6 mins	26/09/14 10:05	26/09/14 10:11	[Gantt bar from 1 to 7]				
10	Abrir a luz e realizar a montagem dos discos	6 mins	26/09/14 10:07	26/09/14 10:13	[Gantt bar from 1 to 7]				
11	Realizar a montagem dos copos e das guias secas	6 mins	26/09/14 10:11	26/09/14 10:17	[Gantt bar from 1 to 7]				
12	Guardar discos usados e recolher papéis toalhas	5 mins	26/09/14 10:17	26/09/14 10:22	[Gantt bar from 1 to 7]				
13	Troca cadeiras pares	16 mins	26/09/14 10:03	26/09/14 10:19	[Gantt bar from 1 to 17]				
14	Retirar os copos de proteção dos discos e desapertar guias secas e guias roletadas	2 mins	26/09/14 10:03	26/09/14 10:05	[Gantt bar from 1 to 3]				
15	Sacar os discos iniciando pela cadeira 26	3 mins	26/09/14 10:04	26/09/14 10:07	[Gantt bar from 1 to 4]				
16	Limpar eixos iniciando pelas cadeiras 26	6 mins	26/09/14 10:05	26/09/14 10:11	[Gantt bar from 1 to 7]				
17	Abrir a luz e realizar a montagem dos discos	6 mins	26/09/14 10:07	26/09/14 10:13	[Gantt bar from 1 to 7]				
18	Realizar a montagem dos copos e das guias secas	6 mins	26/09/14 10:11	26/09/14 10:17	[Gantt bar from 1 to 7]				
19	Aproximar os discos e realizar o alinhamento das bases e montagem das guias roletadas com o visor ótico	3 mins	26/09/14 10:16	26/09/14 10:19	[Gantt bar from 1 to 7]				
20	Liberção	7 mins	26/09/14 10:18	26/09/14 10:25	[Gantt bar from 1 to 7]				
21	Desconsignar bloco	2 mins	26/09/14 10:19	26/09/14 10:21	[Gantt bar from 1 to 7]				
22	Fazer o check list	3,5 mins	26/09/14 10:18	26/09/14 10:22	[Gantt bar from 1 to 7]				
23	Fazer a luz	4,5 mins	26/09/14 10:20	26/09/14 10:24	[Gantt bar from 1 to 7]				
24	Fechar a tampa do bloco	1 min	26/09/14 10:24	26/09/14 10:25	[Gantt bar from 1 to 7]				
25	Accionar a chave do painel local para a posição CD1 e libera bloco	0 mins	26/09/14 10:24	26/09/14 10:24	[Gantt bar from 1 to 7]				

A definição do período de check constitui uma importante etapa para validação do planejamento. Conforme item 2.2.5, os acompanhamentos foram feitos através de

cartas de controle, cujo preenchimento era de responsabilidade da equipe. Todas estas informações foram disponibilizadas em quadros de gestão a vista do TRF próximo aos equipamentos.

A mesma sistemática foi realizada com as trocas de canais das cadeiras verticais, que envolveram a utilização do virador de cassetes. O tempo de troca alcançado também foi de 25 minutos.

A ação para redução da troca crítica seguinte, correspondente ao tubo formador de espira teve um tratamento diferente. O esforço se deu na frequência de troca, e não no tempo de duração. Foi realizado um plano de experiência para aumentar a campanha do tubo que hoje é de 1500 toneladas. Com a utilização de um tubo tratado, espera-se alcançar a vida útil de 25.000 toneladas. Com a efetivação deste teste, a frequência de troca que era diária passa a ser quinzenal.

A proposta da realização de Workshop mensal é garantir que esta sistemática de avaliação das trocas críticas seja dinâmica. Com a conclusão do 4º evento (4º mês), foi possível rever o planejamento e criar nova proposta para todas as trocas do Fio Máquina. Em quatro meses, o novo padrão de troca, que inicialmente era de 50 minutos, passa a ser de 30 minutos,

### **3.3. Aplicação da Metodologia nas Atividades de Manutenção**

Na Laminação de Fio Máquina, em geral, são disponibilizadas 28 horas de manutenção programada por mês, onde é realizada uma parada de 16 horas e outras três de 4 horas. A proposta do TRF para manutenção é otimizar estas paradas para que seja disponibilizado um maior tempo para produção.

Um dos cases de sucesso foi a troca do cilindro da banca de carregamento do forno de aquecimento. A proposta inicial era de 27 horas, a partir da aplicação da metodologia, o planejamento foi reduzido para 16 horas. A parada efetivamente foi realizada em 12 horas, abrangendo os planos de contingências programados.

Esta metodologia também se mostrou útil em uma aplicação no qual existe interferência entre atividades. Tratava-se da troca de um cilindro hidráulico e um eixo cardan na mesma cadeira de laminação. Seriam 12 horas de paradas, Com o detalhamento e análise ECRS a parada foi realizada em 3,5 horas.

Hoje, esta metodologia é aplicada para todas as trocas críticas da mecânica, elétrica e operação nas paradas preventivas. A meta é realizá-la em todas as atividades das paradas até junho de 2015.

## **4. CONCLUSÕES**

Com os resultados apresentados, percebe-se que a Troca Rápida de Ferramentas gerou grande redução de tempo das intervenções. A metodologia é de simples aplicação, fácil entendimento e baixo custo. A mobilização e envolvimento de toda a equipe definiu o sucesso do trabalho. Os workshops permitiram esta integração e a contribuição de todos pelo resultado.

A TRF também demonstrou ser eficiente para as paradas programadas de manutenção, com reduções significativas na duração das atividades. O próximo desafio será utilizar a metodologia para montagem de guias e laminadores pela oficina de cilindros.

## REFERÊNCIAS

- 1 Ohno, T. O sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. Trad. Cristina Shumacher – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman (2006).
- 2 Shingeo S. A Revolution in Manufacturing The SMED System, New York, CRC Press, 2ed. 2015.
- 3 Shingeo S. Quick Changeover for Operators: The SMED System, 1996 by Productivity, Inc.