

REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP NA MÁQUINA DE TELA DE COLUNA*

Raul Alcantara Batista¹
Moema Cianelli Cezar Avelar²
Diogo Barcellos Moraes³

Resumo

O presente trabalho tem como premissa abordar estudos baseados na metodologia Troca Rápida de Ferramentas (TRF ou em inglês, SMED – Single-Minute Exchange of Die), e realizar um estudo de caso na empresa Votorantim Siderurgia. O objetivo principal é a redução do tempo de setup da máquina de Tela de Coluna, a fim de minimizar o desperdício de tempo e maximizar a produtividade. Além disso, obteve ganhos efetivos no layout de ferramentas, programa 5S, tempo de atividades, entre outros.

Palavras-chave: Setup; SMED.

REDUCTION IN SETUP TIME IN A COLUMN MESH MACHINE

Abstract

The present work has as premise to approach studies based on the methodology Troca Rápida de Ferramentas (TRF or SMED - Single-Minute Exchange of Die) and carry out a case study at Votorantim Siderurgia company. The main goal is the Setup time reduction in the column mesh machine in order to minimize wasted time and maximize productivity. In addition, effective gains were obtained in tool layout, 5S program, time of activities, among others.

Keywords: Setup; SMED.

¹ Engenheiro Mecânico, Gerente de Acabamento Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.

² Cursando Engenharia de Produção, Estagiária na Gerência de Acabamento, Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Técnico Metalúrgico, Técnico Especialista, Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho irá abordar a otimização do tempo de setup numa máquina que fabrica Telas de Coluna, a fim de implantar melhorias que reduzissem os procedimentos envolvidos nas atividades dos funcionários.

De acordo com um levantamento realizado no ano de 2015, a duração média de setup era equivalente a 4,9h, sendo que sua frequência era de 30 setups/mês. Então, através da análise de disponibilidade, foi visto a possibilidade de melhoria, pois, não existia uma padronização das atividades. A célula apresentava desorganização, o layout não era adequado, entre outras oportunidades, criando assim um ambiente propício a muitas perdas, sobrecarga, desperdício de mão de obra e tempo nas atividades.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto irá abordar sobre uma pesquisa aplicada, pois a principal intenção é resolver problemas concretos dentro da empresa, ou seja, na célula da Tela de Coluna. Esse problema será tratado com o desenvolvimento de estudo de caso e uma pesquisa de campo, abrangendo também uma pesquisa quantitativa e qualitativa para levantar dados da otimização da redução do tempo de setup.

Para o levantamento de dados, foi realizado uma pesquisa de campo, para efetuar a coleta.

A metodologia utilizada foi a Troca Rápida de Ferramentas (TRF ou em inglês, SMED – *Single-Minute Exchange of Die*), é um método utilizado para analisar a produção em uma linha de montagem industrial, com a intenção de reduzir o tempo gasto pelos ajustes e trocas de peças entre diferentes produções. Foi desenvolvida pelo japonês Shigeo Shingo consultor da Toyota. O princípio surgiu a partir da década de 1950. [1]

De acordo metodologia TRF (Troca rápida de Ferramentas), existem estágios que devem ser seguidos para a implantação [2]. São elas:

- Estágio preliminar: Estudar com detalhes as reais condições da linha de produção. Esses estudos podem ser auxiliados através de cronômetros e filmagens.

- Estágio 1: É a separação entre os setups internos e externos. As técnicas devem garantir que a maioria das tarefas sejam realizadas como setup externo.

Conceitualmente os setups são classificados da seguinte forma:

1. Setup Interno: procedimentos que podem ser executados apenas quando a máquina estiver parada.
 2. Setup Externo: procedimentos que podem ser executados enquanto a máquina está em operação.
- Estágio 2: É a conversão do setup interno em externo. Nesse estágio deve-se encontrar meios de converter as atividades internas, a padronização de acessórios, ferramentas ou de funções.
 - Estágio 3: É a racionalização das operações de setup. Necessita-se de uma análise de todas as operações para reduzir determinadas atividades, seja ela interna ou externa. As técnicas desenvolvidas para essa fase são a melhoria radical nas operações de setup externo realizadas ao redor da máquina, como estantes, ferramentas e acessórios, que embora não reduzam o tempo de setup final, evita desgaste físico desnecessário do operador ao realizar sua tarefa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada na empresa Votorantim Siderurgia localizada em Resende RJ. Para comprovar que o tempo de setup influencia diretamente na produção, foi analisado um gráfico de Pareto, onde se confirma a necessidade de melhoria em relação ao tempo do setup, pois se destaca como principais motivos de perda de produção.

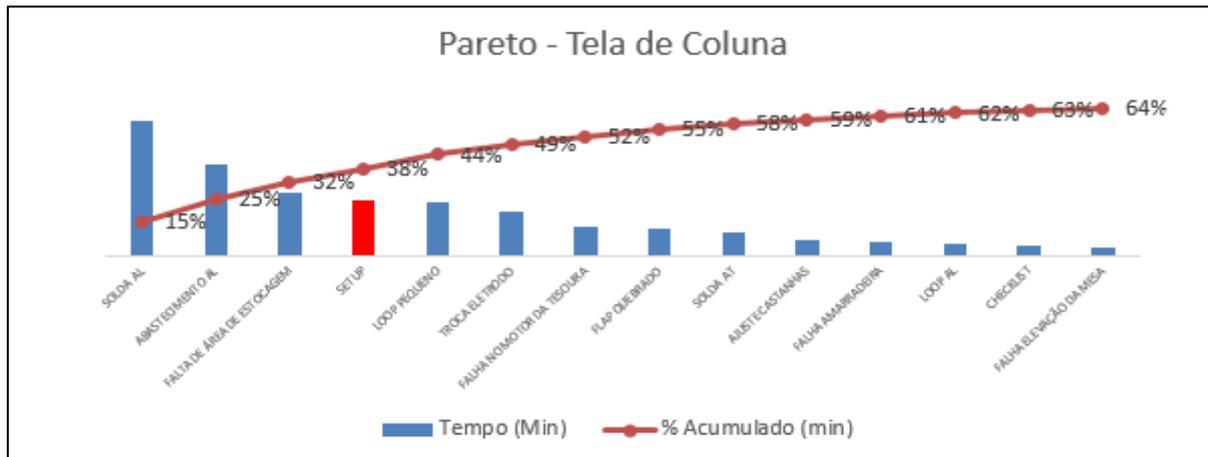


Figura 1. Pareto Tela MEP – Principais de Perda de Produção

Fonte: Criada pelo autor

No gráfico de Pareto, verifica-se os principais motivos de perda de produção que influenciam no índice de utilização. Os três mais relevantes são: solda no arame longitudinal (AL), abastecimento do arame longitudinal e falta de estocagem. Entretanto, são itens que não entram no escopo do projeto, pois precisam de um alto investimento (CAPEX) para que os problemas sejam solucionados. Por conta disso, o foco foi voltado ao tempo de setup.

Para iniciar as atividades do projeto, foi realizada uma estimativa, com os objetivos e o ganho potencial. Segue os dados referentes às informações:

Tabela 1. Tabela Resumo de Ganhos Potenciais

Objetivo	Atual	Meta	Ganho Potencial
Reduzir o tempo de Setup	4,9 horas	2,5 horas	Ganho de 0,70 % de utilização

Fonte: Criada pelo autor

De acordo com a metodologia, seguem os estágios:

- Estágio Preliminar: Foi verificado que a duração da atividade era de 4,9h. Essa duração está relacionada principalmente à falta de organização e padronização. Em relação à quantidade de funcionários que participaram da atividade, foram escalados dois operadores. Abaixo, é mostrada uma tabela com o acompanhamento realizado.

Tabela 2. Condição Atual

Condição Atual				
Setup	Início	Fim	Hora	Medição real
Tracionador intermediário	09:29	10:16	00:47	47
Mesa endireitadora	08:04	08:10	00:06	6

Mesa de espaçamento	08:14	09:29	01:15	75
Cabeçote de soldagem	10:00	12:41	02:41	161
Mesa de painéis	12:47	12:52	00:05	5
TOTAL (Min)				294
TOTAL (H)				4,9

Fonte: Tabela Criada pelo autor

Além do tempo, foi verificado o deslocamento que os operadores percorriam para que a atividade fosse finalizada. Foi calculado que ao total de um ano eles iriam transitar certa de 116km. Segue abaixo o esquema conhecido como “Gráfico de Spaghetti” realizado durante o acompanhamento.

Condição Atual

Spaghetti Deslocamento para Setup

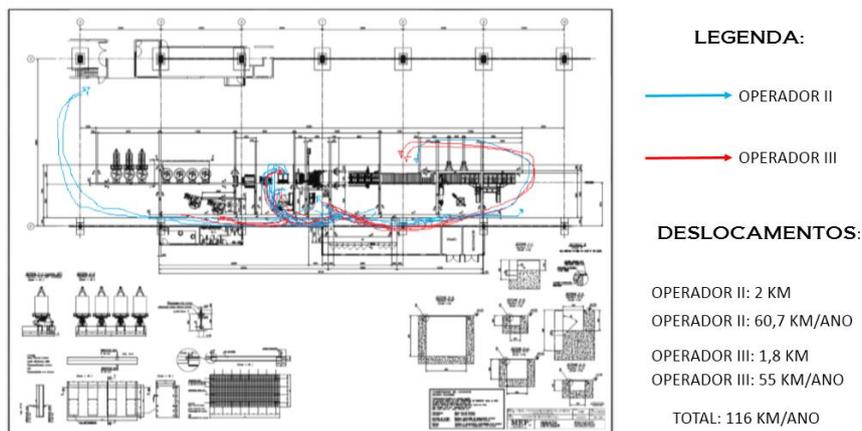


Figura 2. Spaghetti Deslocamento para Setup

Fonte: Gráfico criado pelo autor

- Estágios 1 e 2: Para essas etapas, durante o acompanhamento foi verificada a situação das atividades que eram internas e externas e sugerido uma proposta de conversão das atividades. A tabela 3 apresenta as informações:

Tabela 3. Levantamento de atividades internas e externas com proposta

Equipamento	Atividades		Tempo (min)	Antes do SMED	Proposta	
	Nº	Descrição			Interno	Interno
Mesa de Espaçamento	1	Retirada da mesa	5	X	X	
	2	Ajuste da mesa	38	X	X	
	3	Retirada de amostra	5	X		X
	4	Fixação da mesa	15	X	X	
	5	Esperando op1 buscar porca	12	X		X
Tractionador Intermediário	6	Preparando ferramentas	4	X		X
	7	Retirar material do cabeçote e tracionador	6	X	X	
	8	Soltar parafusos de fixação das placas do tracionador	3	X	X	
	9	Retirada do tubo do arame transversal	2	X	X	
	10	Preparação da tela no painel operacional	3	X	X	
	11	Ajuste tracionador intermediário	20	X	X	
	12	Retirada das guias de saída do AL	9	X		X
Cabeçote de Soldagem	13	Ajuste flap's e feeders	17	X	X	
	14	Alinhamento cilindros	75	X	X	
	15	Vazamento de ar	11	X		X
	16	Esperando op1 buscar parafuso do cilindro	3	X	X	
	17	Arrumar ferrametas	3	X		X

18	Troca de eletrodo	4	X		X
19	Passagem de material	6	X	X	
20	Embolo arame transversal	5	X	X	
21	Parafuso da malha quebrado	37	X		X

Fonte: Criada pelo autor

Com essa sugestão as atividades sofreram alterações em relação à distribuição de execução interna e externa. As tabelas 4, 5 e 6 mostram os ganhos obtidos em relação à conversão de atividades.

Tabela 4. Ganho em atividades externas na Mesa de Espaçamento

Mesa de espaçamento	Tempo Condição Atual (min)	Proposta (Min)	Ganho em atividades externas
Interno	75	58	23%
Externo	0	17	

Fonte: Criada pelo autor

Tabela 5. Ganho em atividades externas no Tracionador Intermediário

Tracionador intermediário	Tempo Condição Atual (Min)	Proposta (Min)	Ganho em atividades externas
Interno	47	34	28%
Externo	0	13	

Fonte: Criada pelo autor

Tabela 6. Ganho em atividades externas no Cabeçote de Soldagem

Cabeçote de soldagem	Tempo Condição Atual (Min)	Proposta (Min)	Ganho em atividades externas
Interno	161	106	34%
Externo	0	55	

Fonte: Criada pelo autor

- Estágio 3: A fim de racionalizar as operações de setup, foram implementadas ações de melhoria, como check-list, 5S, sequência de atividades dos funcionários, entre outras. A tabela abaixo descreve as ações:

Ações de Melhoria	
1	Definir instruções de trabalho para setup geral
2	Criar check list de setup

3	Confeccionar bancada próxima ao equipamento para ajuste de espaçamento
4	Desenvolver gabarito para ajuste de espaçamento do fio longitudinal
5	Definir a função dos operadores II/III durante o setup
6	Disponibilizar o carrinho de ferramentas próximo ao setup
7	Definir ferramentas de uso no setup
10	Definir guia com material correto do AL
12	Definir parafuso para fixação das malhas condutoras
13	Padronizar parafusos de feeders e flap's
14	Realizar kanban nos parafusos de: cilindros, feeder e flap's
15	Desenvolver mangueiras de ar comprimido flexíveis
16	Posicionamento do cilindro antes de fixar o barramento
17	Criar gabaritos para cada espaçamento de tela

Tabela 7. Ações de Melhoria

Fonte: Tabela criada pelo autor

Foram desenvolvidas ações de melhoria que auxiliariam a redução do tempo. A figura 3 apresenta um padrão segue proposto de atividades que cada funcionário deve seguir ao iniciar o setup.

SEQUENCIA PROPOSTA			
	Atividades	Recursos	Proposta Tempo (min)
1	Separar no carrinho de ferramentas somente as chaves que serão utilizadas durante o câmbio	OP III	0
2	Separar o gabarito correto para o ajuste de espaçamento	OP I	0
3	Abrir o cabeçote de soldagem	OP III	1
4	Retirar material do cabeçote e da mesa de espaçamento	OP I e Tesoura	3
5	Retirar mesa de espaçamento	OP I / 2 chave combinadas 24 mm	5
6	Disponibilizar gabarito correto próximo a mesa de espaçamento	OP I	1
7	Retirada do tubo do arame transversal	OP III / chave allen 6 mm	6
8	Mudança de tela no painel operacional	OP III	2
9	Soltar parafusos de fixação das placas do conjunto tracionador	OP I / chave catraca e cachimbo 22 mm	4
10	Soltar parafusos dos flap's e feeder's	OP I / chave combinada 14 mm	7
11	Soltar parafusos dos cilindros de soldagem e malhas	OP I / chave allen 8 mm	5
12	Ajustar mesa de espaçamento	OP III / gabarito de espaçamento / chave combinada 17 mm / chave allen 8 mm	10
13	Fixação da mesa	OP I / 2 chave combinadas 24 mm	15
14	Ajuste do conjunto tracionador	OP III	10
15	Apertar parafusos de fixação das placas	OP I / OP III / chave catraca e cachimbo 22 mm	5
16	Ajuste e aperto dos parafusos dos flap's	OP III / chave combinada 14 mm	5
17	Ajuste e aperto dos parafusos dos feeder's	OP III / chave combinada 14 mm	5
18	Alinhamento e aperto dos parafusos dos cilindros	OP III / gabarito de espaçamento / chave allen 8 mm	30
19	Passagem de material	OP I	10
20	Realizar o zeramento	OP III	2
21	Testar a soldagem e medição dimensional	OP III	3
22	Ligar a máquina	OP III	1
23	Alinhar batentes posicionadores	OP III / OP I	5
24	Realizar teste de dobra	OP III / OP I	5
25	Separar produção não conforme e descartar	OP I	3
Total			2h 23min

Figura 3. Sequência Proposta de Setup

Fonte: Criada pelo autor

A tabela 8 apresenta um check list que o funcionário deverá realizar com 4 horas de antecedência, para facilitar a organização dos itens e não desperdiçar tempo durante o setup.

Check list de Setup (4 horas antes do início do Setup)

Produto:			
Responsável:			
Data: / /			
SETUP - GERAL		CHECAGEM	
		Ok	Não OK
1	Chave combinadas 24, 22, 19, 17 e 14 mm		
2	Chave catraca e cachimbo 24, 22 e 19 mm		
3	Chaves allen 8 e 6 mm		
4	Parafusos de ajuste dos feeders		
5	Parafusos de ajuste dos flaps		
6	Parafusos das malhas condutoras		
7	Parafusos de fixação do eletrodo		
8	Parafusos de ajuste da placa tracionadora		
10	Porca de fixação da mesa		
11	Barramento das malhas condutoras		
12	Batentes da mesa empenado		
13	Parafusos da mesa de endireitamento		
14	Parafusos de fixação do cilindro de soldagem		
15	Rolamento dos rolos endireitadores		
Observações:			

Tabela 8. Check List de Setup (4 horas antes do início do Setup)

Fonte: Tabela criada pelo autor

Foram identificadas oportunidades relacionadas ao 5S da área, pois as ferramentas não ficavam organizadas e existia muita sujeira na área. Com a melhoria, os itens ficaram organizados, identificados e limpos. A figura 4 apresenta a modificação.



Figura 4. Oportunidade de Ações de 5S

Fonte: Criada pelo autor

Depois que as ações foram implantadas, foi amostrado um novo setup, percebendo-se resultados positivos. A figura 5 apresenta um novo gráfico de Spaghetti, onde nitidamente o deslocamento dos operadores diminuiu com uma nova distância de 52km/ano.

Condição Posterior

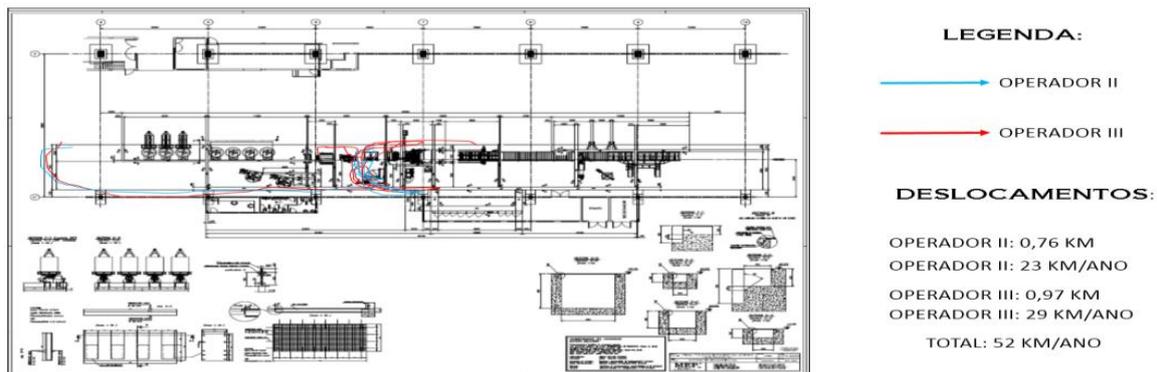


Figura 5. Spaghetti Deslocamento para Setup Condição Posterior

Fonte: Criada pelo autor

Por fim, a tabela 9 apresenta os ganhos obtidos com a execução da ferramenta SMED:

Tabela 9. Resultados

Objetivo	Atual	Meta	Redução	Ganho
Reduzir o tempo de Setup	4,9 horas	2,23 horas	2,03	Redução de 58,60% no tempo de setup
Deslocamento do operador	116 km/ano	-	52 km/ano	Redução de 55,17% no deslocamento

Foi analisado com o trabalho que o novo valor do tempo de setup foi alterado para 2,03h, ou seja, uma redução de 2,87h por setup. Ao ano existe a possibilidade de incremento de 310 ton na produção.

4 CONCLUSÃO

A empresa comprovou a eficácia da aplicação do método Troca Rápida de Ferramenta (SMED), o qual gerou ganhos efetivos, pois além da redução do tempo de troca, o layout de localização das ferramentas foi alterado, assim como o 5S sofreu modificações, os operadores não necessitam transitar sem necessidade durante a troca, assim reduzindo cansaço. Além disso, como o tempo dessas atividades reduziram, a produção sofreu um aumento significativo durante o ano. Como a aplicação da ferramenta é bem abrangente, a mesma pode ser implantada em diversos setores da empresa, gerando novos lucros.

Agradecimentos

Agradecimento a todos os funcionários que se empenharam e dedicaram para que o projeto tivesse um ganho efetivo. São eles:

- Raul Alcantara Batista – Facilitador de Melhoria
- Carlos Diego – Facilitador de Rotina
- Leandro Pereira Leite – Técnico Especialista
- Diogo Barcellos Moraes – Técnico Especialista
- Moema Cianelli Cezar Avelar – Estagiária
- Thiago Von Rondon Duarte – Operador III
- André Macedo da Rocha – Operador III
- Jason Campos Gama – Operador III
- Rickson Silva Mendes – Operador II
- Ranon dos Santos Gonçalves – Operador II
- Edgar Alberto Rodrigues de Amorim – Operador II
- Baltazar Augusto Alves – Operador II
- Luiz Paula Moreira de Souza – Operador II

REFERÊNCIAS

- 1 Sugai M, McIntosh R, Novaski O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. 2007 ; 14. 323-336 ; [acesso em 13 jun.2017] ; disponível em:http://jetaconsul.dominiotemporario.com/doc/SMED_Analise_Critica_e_Estudo_de_Caso.pdf
- 2 Monteiro A, Menezes J O, M.Sc. Troca rápida de ferramentas aplicada a uma indústria siderúrgica do Rio de Janeiro: um estudo de caso. 2007; [acesso em 13 jun.2017]; disponível em:https://www.researchgate.net/publication/280489982_TROCA_RAPIDA_DE_FERRAMENTAS_APLICADA_A_UMA_INDUSTRIA_SIDERURGICA_DO_RIO_DE_JANEIRO_UM_ESTUDO_DE_CASO
- 3