

UTILIZAÇÃO DOS CONCEITOS DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FILTROS DE CIGARROS

Matheus Furlan da Silva (FEEVALE)

nh_matheus@hotmail.com

DIEGO DA ROCHA SILVA (FEEVALE)

diego_r.silva@hotmail.com

Cicero Giordani da Silveira (FEEVALE)

cicero.silveira@ig.com.br



O tempo de setup, compreendido entre a última unidade produzida de um ciclo até a primeira unidade do ciclo seguinte com qualidade, pode ser um ponto de partida para empresas que estão buscando utilizar os conceitos do sistema lean manufacturing. Partindo desse ponto, o objetivo desse artigo é fazer um estudo de caso investigando de que maneira o tempo de setup pode ser otimizado a fim de aumentar a eficiência de uma empresa produtora de cigarros. A pesquisa tem embasamento nos conceitos da Troca Rápida de Ferramentas (TRF), a manufatura flexível e nos ganhos de produtividade. Na análise da situação atual verificou-se a possibilidade de ganhos com redução do tempo de setup e entende-se que um programa baseado na TRF pode contribuir para redução nas perdas por paradas entre os lotes de produção. Os resultados parciais mostram que com pequenas mudanças no fluxo de operações já é possível obter significativas reduções no tempo total de setup e um melhor aproveitamento dos recursos.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramentas. Aumento de Produtividade. Lean Manufacturing. Flexibilidade.

1. Introdução

A metodologia da Manufatura Enxuta propõe diversas ferramentas e técnicas para empresas que buscam otimizar seus ganhos. Produzir quantidades certas, no momento certo e de maneira eficiente, entretanto, pode trazer alguns desafios para a operação como, por exemplo, a produção em pequenos lotes e, com isso, o alto número de preparações de máquinas, também chamado de *setup's*. Contudo, dentro da própria Manufatura Enxuta, surgiu a metodologia do SMED (*Single Minute Exchange of Die*) criada por Shigeo Shingo, onde um de seus objetivos é o investimento em técnicas que aceleram a preparação operacional, aumentando a produtividade dos equipamentos e reduzindo o tempo gasto entre trocas de lotes, o que torna possível produzir diariamente a quantidade estritamente necessária daquele dia, reduzindo os estoques em processo e resultando em um melhor rendimento da empresa.

O conceito do SMED consiste em fazer todas as atividades de *setup* em apenas um dígito único de minuto, ou seja, com o tempo máximo de 9 minutos e 59 segundos. Mesmo sendo esse o objetivo do SMED, esse estudo não tem um enfoque tão crítico nesse tempo e sim nas técnicas da metodologia para proporcionar a redução dos tempos de paradas para *setup*.

A problemática a ser pesquisada neste trabalho é: quais ações podem ser implementadas para reduzir o tempo de *setup* de uma máquina produtora de filtros de cigarros?

Dentro deste contexto o presente artigo tem como objetivo geral otimizar o tempo de preparação de uma máquina produtora de filtros de cigarros. Como pequenos passos para o alcance do objetivo geral, os objetivos específicos desse trabalho são:

- Conceituar por meio de pesquisa bibliográfica o método SMED;
- Descrever o processo atual de troca de ferramentas e o tempo médio de *setup* de uma máquina produtora de filtros de cigarros;
- Implementar a metodologia SMED nessa máquina e avaliar os ganhos obtidos com a implantação desta técnica.

Para a empresa, não apenas a implementação da metodologia, é importante a manutenção da mesma para que a programação de produção da fábrica possa ser feita levando em conta o novo tempo de *setup*, caso não seja investido esforços para que se mantenham as técnicas do SMED, no decorrer do tempo a empresa poderá perder em eficiência e seu crescimento será comprometido.

2. Conceito de troca rápida de ferramentas (SMED)

Produzir em lotes pequenos tendo uma produção balanceada era algo que o Sistema Toyota de Produção exigia, mesmo que parecesse contrário à sabedoria convencional (OHNO, 1997). Frente a esse desafio, Shigeo Shingo desenvolveu uma técnica que chamou de SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou, TRF (Troca Rápida de Ferramentas) quando traduzido para o português. O conceito SMED diz que qualquer que seja a troca de ferramenta, esta pode ser feita em até 9 minutos e 59 segundos, conforme seu próprio nome traz “*single minute*” ou “dígito único de minuto”. O sistema TRF, na fábrica da Toyota, reduziu os tempos de *setup*, possibilitou a produção de um número significativo de modelos de automóveis e, juntamente com a produção em pequenos lotes, proporcionou a produção em pequenas quantidades (SHINGO, 1996).

O tempo de *setup*, ou tempo de preparação, é o tempo existente entre o último produto bom produzido de um determinado lote e o primeiro produto bom produzido do próximo lote. A redução desse tempo traz melhorias significativas para a produtividade, reduzindo estoques e *lead time* (FORONI et al., 2009).

Para Shibuya e Oliveira (2010) a troca rápida de ferramentas pode ser considerada um conjunto de técnicas e teorias, que podem ser aplicados a qualquer tipo de processo e máquina, para Flogliatto e Fagundes (2003), a TRF pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes.

Sendo o resultado de experiências práticas e estudos teóricos, o conceito do SMED foi dividido por seu criador em 1 estágio preliminar e outros 3 estágios conceituais, conforme descrito nas sessões subsequentes.

2.1 Estágio preliminar: análise de tempo e tarefas

O estágio preliminar oferece apenas os parâmetros de tempo inicial das atividades realizadas no *setup*, e para se obter esses parâmetros de forma detalhada, uma análise contínua da produção realizada com um cronômetro é, provavelmente, a melhor abordagem (SHINGO,

2000). Contudo, para uma análise cronometrada requer demasiado tempo e habilidade de quem for executar, existem outros métodos para a obtenção iniciais dos tempos, como por exemplo, o método de entrevistas com os operadores e também o método de filmar toda a operação de *setup* e mostrar o vídeo aos responsáveis pelo *setup* logo após a realização. Com a oportunidade de verem a si mesmos, podem ser geradas ideias efetivas e de aplicação imediata a partir daí (SHINGO, 2000). Para Shibuya e Oliveira (2010), nessa etapa é possibilitado analisar as condições e o ambiente no qual se deseja implementar a TRF.

2.2 Estágio 1: separar *setup* interno e externo

Após o estágio preliminar, o estágio 1 refere-se a um passo extremamente importante do SMED, que é o de distinguir o que pode ser feito com a máquina ainda rodando e o que só pode ser feito com a máquina parada, o que é chamado de *setup* externo e *setup* interno. Conforme traz Foroni et al. (2009), o *setup* interno é entendido como operações que somente podem ser realizadas quando a máquina está parada, enquanto o *setup* externo é definido por operações que podem ser realizadas quando a máquina está em funcionamento. Nesse primeiro estágio, as etapas da operação de regulagem já podem ser corretamente identificadas, e então, entendidas, distinguidas e organizadas (DETONI et al., 2007).

Também é possível, nesse estágio, fazer o uso de um *checklist* de todos os componentes e passos necessário em uma operação. Componentes esses que podem ser: Nomes; especificações, números de facas, rolamentos, matrizes, pressão, temperatura e outros parâmetros, valores de distâncias e ajustes de fase. Além de valores e especificações, podem ser executadas nesse *checklist*, verificações se as condições de outras etapas e condições operacionais para o *setup* estão todas corretas (FORONI et al., 2009). Aplicando esse método antecipadamente, podem-se evitar testes e muitos erros que requerem muito tempo de correção. Além do ganho organizacional que esse passo retornará, este deve ser feito durante o *setup* externo, ou seja, não somando tempo ao *setup* total.

2.3 Estágio 2: transformar *setup* interno em externo

O segundo estágio conceitual que compõem o SMED explica que convertendo as operações que são internas para externas será possível reduzir drasticamente o tempo de *setup*, conforme

Shingo (2000, p. 50) “As operações que são realizadas como *setup* interno podem geralmente ser convertidas para *setup* externo reexaminando-se sua real função”. Estuda-se que antes de tomar alguma atitude para esse passo, são necessárias duas noções muito importantes, que é a de reexaminar as operações para verificar se alguma ação foi declarada erroneamente como interna e encontrar maneiras de converter essas ações para externas. Sobre isso, Detoni et al. (2007), comentam que essa etapa de reexaminação de atividades internas e externas requer uma análise criteriosa para suas identificações, transformar o máximo de operações para *setup* externo torna-se a melhor opção.

Para a conversão das funções de externo para interno, pode ser fazer uma listagem dessas funções dos quais todas podem se transformar em externas, são elas: Retirar ferramentas, separar ferramentas, obter informações, revisar as informações, retirar o material, registrar dados, limpar, repor as ferramentas, repor as informações, repor o material (MOURA; BANZATO, 1996). Transformar funções de *setup* interno em externo não deve ser pensado como o objetivo final de redução de tempo e sim como um passo em rumo a esse objetivo. Após isso, pode se concentrar-se na possibilidade de eliminá-los ou reduzi-los, segundo Moura e Banzato (1996, p. 63) “qualquer elemento que tenha sido passado para externo poderá, ainda, ser examinado com respeito à sua eliminação. A pergunta básica é: “este elemento pode ser eliminado?”

2.4 Estágio 3: racionalizar as operações de *setup* interno e externo

O último estágio definido no SMED refere-se à melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo. Pode se considerar essa etapa como fixação de métodos e procedimentos ao mesmo tempo em que é possível visualizar o SMED como melhoria contínua a partir deste ponto. Pode ser que não seja alcançada, nos estágios anteriores, o resultado de tempo de preparação em um dígito único de minuto, sendo sempre necessária a busca pela otimização de cada elemento, tanto do *setup* interno como externo (SUGAI; IAN; NOVASKI, 2007). Para a parte funcional desse terceiro estágio, é necessário um vasto conhecimento na operação da empresa e em SMED, por isso alguns autores sugerem modelos de equipes para a implementação, sobre esse ponto Black (2001, p. 128) comenta que:

A equipe de melhoria de *setup* normalmente inclui alguma das, ou todas as, seguintes pessoas: um operador que realiza o *setup*, um engenheiro de produção, um engenheiro de projetos, um ferramenteiro, um operador da máquina, um consultor

(que tenha experiência em redução de *setup*, o chefe ou supervisor da produção, um gerente da área de projetos e um líder de sindicato.

Essa equipe deve estar preparada para a mudança de métodos e padronizações de ações e partes cujas funções são necessárias à troca de ferramentas. Algumas técnicas surgirão nessa etapa de acordo com as análises e dados levantados das etapas anteriores, como por exemplo: utilização de dispositivos fixadores rápidos, padronização de ferramentas, utilização de gabaritos e elementos auxiliares a fim de eliminar ajustes, mudanças nos métodos de movimentação, estocagem e condições operacionais (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Para a TRF, existem ainda alguns fatores importantes que devem ser levados em conta antes e durante sua implementação. São eles: a estabilidade do processo, repetição das atividades, conservação e calibração dos equipamentos. Além disso, para o efeito de mensurar o quanto se está ganhando com a TRF, deve ser utilizado o método de medição de tempo do *setup* antes e depois da implementação. Segundo Barnes (2012), estudo e medição de tempos possibilita o entendimento do tempo ideal necessário para que algum indivíduo execute uma tarefa em observação, obtendo como resultado, o tempo padrão para a operação.

3. Metodologia

Por ser, este projeto, de cunho bibliográfico com aplicação em um estudo de caso, terá base em obras de renomados autores para fundamentar o assunto contido. Segundo Prodanov e Freitas (2013), o projeto que tem como meio a pesquisa bibliográfica, deve ser elaborado a partir de material já publicado, constituindo principalmente de livros, revistas, artigos científicos entre outros. Tendo como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto que está em pesquisa.

Com o objetivo de gerar conhecimento para a empresa estudada aceitando o estudo do tema sobre vários diferentes ângulos, essa pesquisa pode ser classificada quanto à natureza como uma pesquisa aplicada e quanto aos fins como uma pesquisa exploratória.

No caso estudado, a coleta de dados foi feita através de cronometragens, filmagens e observações sem que estas comprometessem o ambiente analisado. Portanto, quanto a abordagem, essa pesquisa tem um enfoque qualitativo, pois seus dados são analisados indutivamente não fazendo o uso de métodos e técnicas estatísticas.

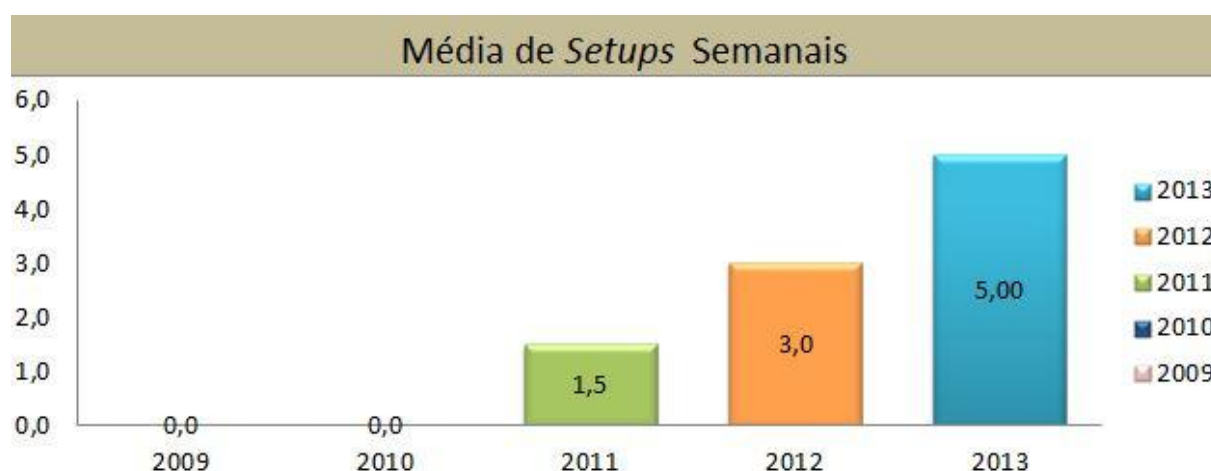
4. Apresentação da empresa

A empresa estudada é uma produtora de cigarros localizada no estado do Rio Grande do Sul. Seu ramo de atuação é o mercado nacional no qual atualmente é líder do setor. Conta com mais de 1000 funcionários, entre funcionários terceirizados e diretos atuando em todo o ciclo do produto, desde a produção e o processamento de fumo, até a fabricação e a distribuição de cigarros, estando em produção 6 dias por semana 24 horas por dia divididas em 3 turnos. O estudo de caso oportuniza a coleta de dados importantes para o estudo, pois acompanhou a implementação do método SMED, em uma das máquinas do setor de produção de filtros para cigarros da empresa. Todas as informações coletadas na empresa, como descrição das operações, descrição das atividades durante a implementação, valores de investimento, fotos e imagens foram filtradas e selecionadas para poder compor este trabalho, há informações que foram suprimidas por motivo de sigilo industrial.

4.1 Descrição do processo de produção de filtros para cigarros

O processo de produção de filtros estudado ocorre em uma máquina chamada KDF2-ER de tecnologia alemã. Decidiu-se ser essa a máquina que seria implementado o SMED por sofrer um rápido aumento de quantidade de trocas de *setups* semanais nos últimos anos conforme mostra as médias no Gráfico 1:

Gráfico 1: Média de número de *Setups* semanais.



Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

A operação de transformação da matéria prima em filtros prontos envolve tratamento térmico, químico e então enrolamento em papel fazendo uma espécie de “tripa”, para então, ainda na mesma máquina, ser cortado e formar o que é chamado “barra de filtro”, que dependendo da marca que está sendo produzida, pode ser de 108 ou 132 mm de comprimento, que é o *setup* no qual esse trabalho se destina a estudar a troca, a de 108 mm para 132 mm.

A velocidade de produção da máquina é de até 500 metros de tripa de filtro por minuto, então pode produzir 4629 barras de filtro por minuto quando está configurada para 108 mm ou, 3787 barras por minuto quando configurada para 132 mm. Para a operação é preciso um operador para os carregamentos de matérias primas e paradas ocasionais, sem a necessidade de estar todo o tempo à frente da máquina. É preciso também um mecânico disponível no módulo para ajustes e resolução de problemas de ordem mecânica, uma vez que operadores não estão aptos ao uso de ferramentas.

4.2 Procedimento para coleta de dados

Na máquina analisada nesse estudo, ocorria entre 5 a 6 trocas de *setup* por semana, sendo esta a maior média entre as máquinas de produção de filtros, decidiu-se então iniciar um trabalho de implementação de TRF. Para iniciar o trabalho foi formada uma equipe de implementação do SMED com 4 técnicos mecânicos e 1 eletrônico que estariam compartilhando as decisões durante toda as etapas do programa. A primeira tarefa dessa equipe foi fazer um estudo de situação atual da operação de *setup* da máquina com medições e análises de acordo com a “Etapa preliminar” do conceito SMED já citado:












- Etapa preliminar: Análise de tempo e tarefas
- Estágio 1: Separar *setup* interno e externo
- Estágio 2: Transformar *setup* interno em externo
- Estágio 3: Racionalizar as operações de *setup* interno e externo

4.2.1 Etapa Preliminar

Na etapa preliminar, foi feito uma filmagem do *setup* da máquina. Com essa filmagem, além de se obter o tempo total, foi possível fazer uma leitura minuciosa de todas as atividades efetuadas pelo mecânico responsável pela preparação e um mapeamento da movimentação desse mecânico durante o *setup*.

Foram identificadas um total de 189 atividades feitas pelo técnico mecânico que as executas todas sozinho. Para que fosse possível adaptar ao corpo do trabalho e por questão de sigilo industrial, a Tabela 1 traz uma amostra de 11 destas atividades identificadas:

Tabela 1: Amostra de leitura das atividades

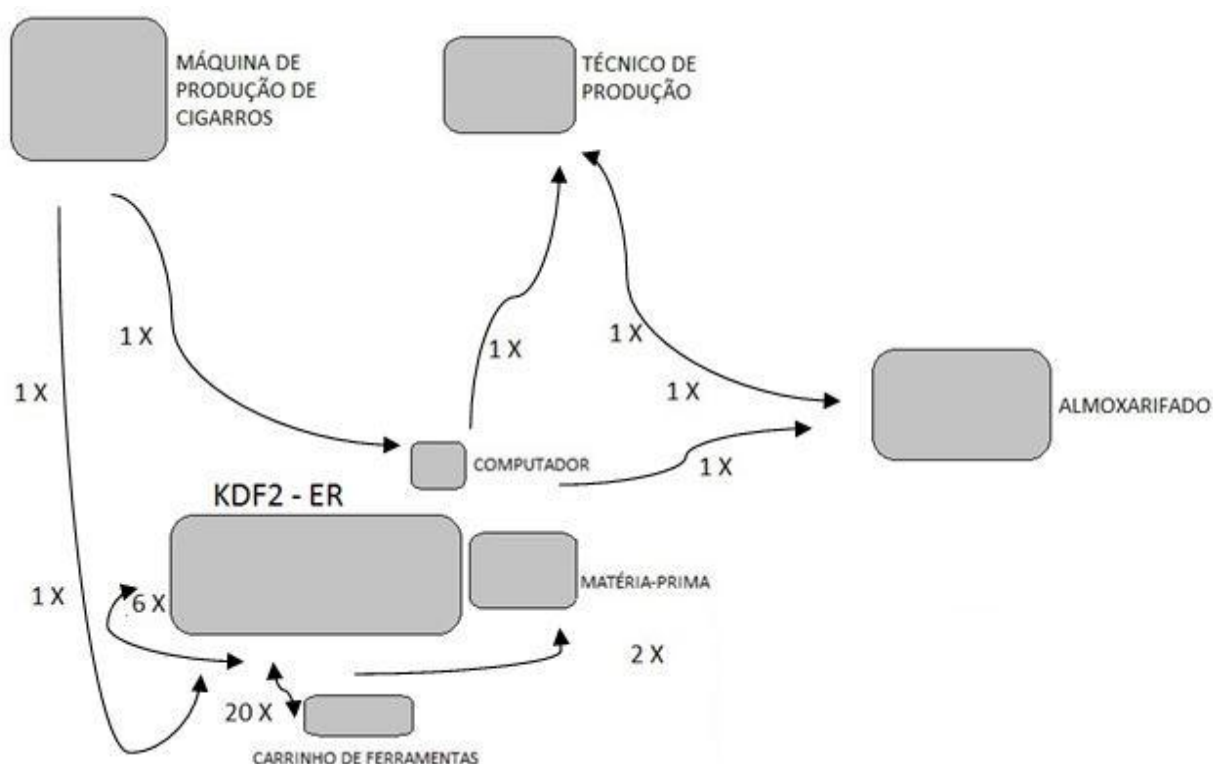
Nº	ATIVIDADE/ OPERAÇÃO	TEMPO INÍCIO	TEMPO FIM	DURAÇÃO DA ETAPA	GRÁFICO DE TEMPO	DISTÂNCIA	Nº DE PESSOAS
1	Retirada das facas	00:00:00	0:00:38	00:00:38		2	1
2	Retirar Luvas	00:00:38	0:00:44	00:00:06			1
3	Procurar ferramentas	00:00:44	0:00:56	00:00:12			1
4	Retirada da proteção da roda de tiragem e vibrador	00:00:56	0:01:50	00:00:54		2	1
5	Procurar ferramentas	00:01:50	0:02:08	00:00:18			1
6	Retirada da proteção do lançador	00:02:08	0:02:25	00:00:17		2	1
7	Procurando ferramentas	00:02:25	0:03:50	00:01:25		1	1
8	Retirada da proteção dos cabos dos sensores	00:03:50	0:04:13	00:00:23			1
9	Retirada da proteção da tampa da engrenagem	00:04:13	0:04:52	00:00:39		1	1
10	Limpendo a tampa da engrenagem	00:04:52	0:06:13	00:01:21		2	1
11	Retirada dos parafusos da tampa da caixa de engrenagem	00:06:13	0:07:50	00:01:37			1

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Nessa leitura tem-se todas as atividades registradas cada uma com seu número na sequência de execução, tempo de início e fim em relação total do *setup*, tempo de duração de cada uma e um gráfico gerado automaticamente em Excel salientado as atividades que mais levaram tempo para serem executadas. Também nesta fase, são registradas quantas pessoas estavam

envolvidas em cada atividade e, com o uso de uma fita métrica, foram medidas e somadas as distâncias percorridas pelo técnico mecânico durante o *setup*. Para se ter uma visão clara da movimentação do mecânico durante suas operações e com o objetivo de avaliar os percursos que foram feitos de maneira desnecessária, foi elaborado um mapa de todas as movimentações baseado na planta baixa do setor, conforme mostrada na Figura 1:

Figura 1: Mapa das movimentações durante a preparação da máquina



Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Com todos esses dados levantados e validados por toda a equipe de implementação do SMED, chegou-se aos seguintes parâmetros principais da situação atual mostrados na Tabela 2:

Tabela 2: Principais parâmetros antes da implementação do SMED

TEMPO	4 horas, 8 minutos e 4 segundos
DISTÂNCIA PERCORRIDA	907 metros
NÚMERO DE ATIVIDADES	189 atividades

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

A partir dos dados coletados, foi possível avançar para os próximos estágios conceituais do método SMED. Após o treinamento, foi consolidado um cronograma em semanas para as próximas etapas de implementação do SMED, conforme mostra a Tabela 3:

Tabela 3: Cronograma de etapas de implementação do SMED

ETAPAS	SEMANAS								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ETAPA PRELIMINAR	X	X	X						
SEPARAR <i>SETUP</i> INTERNO E EXTERNO			X	X	X	X			
TRANSFORMAR <i>SETUP</i> INTERNO EM EXTERNO				X	X	X	X	X	X
RACIONALIZAR TODAS AS OPERAÇÕES				X	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

4.2.2 Estágio 1: Separar *setup* interno e externo

Foi proposto, conforme metodologia de TRF, que fossem tomados os registros de todas as atividades e analisadas por toda equipe a fim de separá-las se pertencentes ao *setup* interno ou externo e para que fossem registrados os tempos e distâncias de cada atividade. A Tabela 4 traz uma parte da planilha usada para a separação onde era registrado o número da atividade de acordo com sua ordem de execução, distância e tempo de *setup* interno ou externo:

Tabela 4: Separação de cada atividade

N	ATIVIDADE/ ° OPERAÇÃO	ATUAL		
		TEMPO INTERNO	TEMPO EXTERNO	DISTANCIA
1	Retirada das facas	0:00:38	01:02	2
2	Retirada das proteção da roda de tiragem e vibrador	0:00:54	01:58	2
3	Retirada da proteção do lançador	0:00:17	03:10	2
4	Procurando ferramentas	0:01:25	03:50	1
5	Retirada da proteção dos cabos dos sensores	0:00:23	04:52	
6	Retirada da proteção da tampa da engrenagem	0:00:39	05:15	1
7	Limpendo a tampa da engrenagem	0:01:21	06:13	2
8	Retirada dos parafusos da tampa da caixa de engrenagem	0:01:37	07:50	
9	Retirada da tampa da caixa de engrenagem	0:00:20	08:52	1

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Nessa amostra, todas as atividades têm tempo de execução de *setup* interno e externo, mas isso não é necessariamente obrigatório, há atividades que são apenas internas e outras que são apenas externas.

4.2.3 Estágio 2 e 3: Transformar *setup* interno em externo

Após a separação, foi possível contemplar ao mesmo tempo os outros 2 estágios conceituais do SMED, que são transformar as operações internas em externas e racionalizar todas as atividades. Isso foi possível pois foram analisadas oportunidades de melhorias em todas as atividades, avaliando quanto a sua possibilidade de transformação, eliminação, combinação, redução e simplificação. Nessa análise de atividades já estava sendo estimada a redução de tempo que cada operação ganharia quando fosse executada ações de melhorias nas mesmas. Para que isso fosse possível foi proposta uma planilha que facilitasse o trabalho da equipe no momento de analisar cada operação e propor alguma ação. Uma amostra, dessa ferramenta está sendo apresentada na Tabela 5:

Tabela 5: Análise e classificação de cada atividade

Nº	CLASSIFICAÇÃO				PROJEÇÃO				AÇÃO
	ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR	TEMPO INTERNO	TEMPO EXTERNO	DISTÂNCIA PERCORRIDA	PESSOAS	
1	01:02				00:38		0	1	
2	2:48			00:40	00:14		0	1	Modificar fixação da proteção da roda de tiragem e conj. Vibrador.
3	00:17						0	1	Não será necessária a retirada da proteção
4	03:50		01:20		00:05		0	1	Criar um kit de ferramentas para troca do setup.
5	00:23							1	Criar recorte na proteção da tampa da caixa de engrenagem.
6	05:15					00:39	0	1	Modificar proteção possibilitando a retirada antes de parar a máquina. (recorte e colocação de manipulô)
7	06:13					01:21	0	2	Retirar a proteção, possibilitando fazer a limpeza antes de parar a máquina.
8	07:50			01:17	00:20			1	Modificar a fixação da tampa de 8 parafusos para 2 parafusos.
9	08:52		00:10		00:10		0	1	Acionar auxílio do operador efetuando a limpeza da tampa, reduzirá o tempo do mecânico na tarefa.

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Conforme pode ser visto na Tabela 5, há atividades que foram mantidas sem alterações como, por exemplo, a atividade número 1 no qual foi concluída pela equipe que sua duração de tempo continuaria a mesma, porém a distância para sua execução poderia ser eliminada após implementação do SMED. Outras atividades tiveram sua duração de tempo reduzida, pois sua execução fora simplificada conforme o exemplo da atividade número 2. Operações que pertenciam ao *setup* interno e foram transformadas em *setup* externo também foram transformadas nesta etapa conforme a operação 7.

Foi proposto também que em algumas operações, o número de pessoas envolvidas fosse aumentado, conforme exemplo da atividade número 7, onde 1 operador auxilia o mecânico na execução da limpeza da proteção da máquina.

Foi proposto também, que fossem elaborados *checklists* que auxiliassem para com as verificações e padronizações das atividades de *setup*. Foram elaborados dois *checklists* pela

equipe técnica envolvida. O primeiro, apresentado pela Figura 2 auxilia nas atividades externas e conferências necessárias para a operação de troca de ferramentas:

Figura 2: Checklist de conferências

CHECK LIST DE TROCA DE MARCA - MÁQUINAS

SEÇÃO DE FILTROS

Nome Operador

OPERADOR DE MÁQUINA			MECÂNICO OU TÉCNICO		
1. Confirmar o horário da troca	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	1. Confirmar o horário da troca	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
2. Receber a Ordem de Processo do filtro que está entrando e confirmar o código do filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	2. Confirmar o código do filtro que está entrando	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
3. Ao parar a máquina, providenciar a retirada do estrago e da matéria prima substituída. Pesquisar o estrago	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	3. Efetuar a troca de código na KDF2, ou KDF3	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
4. Identificar a produção que está saindo	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	4. Efetuar ajustes necessários na máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
5. Garantir que não fique na máquina nenhuma matéria prima ou filtro do código anterior	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	5. Acompanhar a qualidade do produto até a estabilização do processo	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
6. Abastecer a máquina e verificar se a matéria prima está de acordo com a Ordem de Processo	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Nome : _____	Matrícula : _____	
7. Efetuar a troca de marca no MES.	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Máquina : _____		
8. Fazer anotações pertinentes na ficha de Controle de Produção	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Data : ____ / ____ / ____		
9. Lançar a máquina e verificar todos os itens de qualidade do produto, inclusive triacetina	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Hora : ____ / ____		
Nome : _____	Matrícula : _____		CODIGO DO FILTRO QUE ESTA SAINDO :		
			CÓDIGO DO FILTRO QUE ESTÁ ENTRANDO :		

Produção do filtro que esta saindo: _____

Assinatura do Analista ou Técnico II: _____

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

O outro *checklist* elaborado diz respeito às atividades que contemplam a preparação da máquina com a TRF implantada, servindo como um guia de todas as operações mostrando o valor de tempo no qual cada uma deve ser feita e como um material de treinamento para técnicos que necessitarão atuar nos *setups* futuros, este *checklist* está apresentado na Tabela 6:

Tabela 6: *Checklist* de atividades da troca de ferramentas

N° ATIVIDADE/ OPERAÇÃO	EXECUTAR EM EXTERNO	EXECUTAR EM INTERNO
1	Iniciar preparação do setup 30 min antes.	
2	Verificar o kit ferramentas do setup (5 min)	
10	Retirar a proteção da tampa da caixa de engrenagem (1 min)	
11	Limpar a área da tampa da caixa de engrenagem (1 min e 30seg)	
12		Retirar bobina de papel da máquina e cabo acetato (2min)
13		Colocar luvas (30 seg)
59		Colocar guia de rejeição (20 seg)
60		Verificar saída de filtros (1 min)
61	Rodar (1 min)	
62	Verificar qualidade (2 min)	
63	Colocar proteção da tampa da caixa de engrenagem (1 min)	
64	Fim do Setup	

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

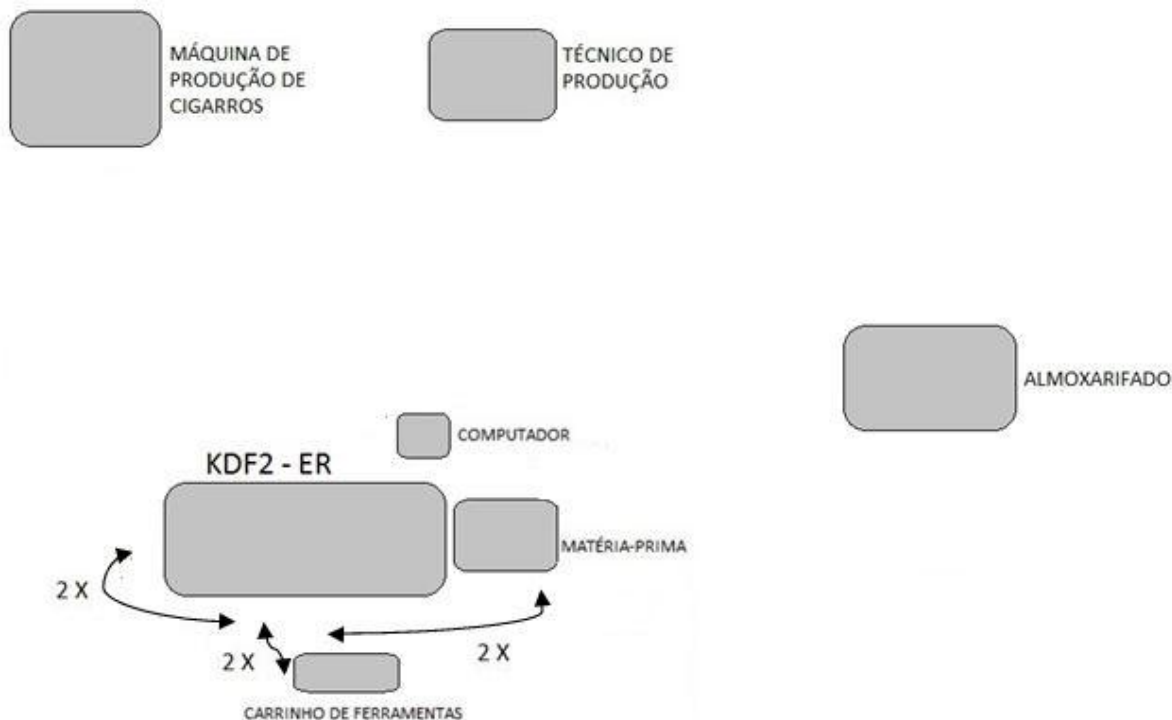
Importante salientar que para a apresentação no corpo desse trabalho, foi necessário suprimir algumas das 64 atividades por motivo de segredo industrial.

4.3 Resultados obtidos

A fim de validar as estimativas de tempo das análises sem que estas fossem comprometidas, a primeira medição real de troca de ferramentas só foi efetuada após executadas todas as ações levantadas.

Para se comparar a movimentação antes e depois do SMED, um mapa, onde mostra a distância percorrida pelo técnico mecânico pós-implementação, foi elaborado e é apresentado na Figura 3:

Figura 3: Mapa das movimentações durante o *setup* (após ações de melhoria)



Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Nos mesmos moldes da medição feita antes da implementação do SMED, foi efetuada uma nova avaliação da troca de ferramentas com o propósito de mensurar os ganhos obtidos com a implementação da TRF e apresentados na Tabela 7:

Tabela 7: Principais parâmetros antes e depois da implementação do SMED

	SEM O MÉTODO DE TRF	COM O MÉTODO DE TRF	PERCENTUAL DE REDUÇÃO
TEMPO	4 horas, 8 minutos e 4 segundos	49 minutos e 54 segundos	80,2%
DISTÂNCIA PERCORRIDA	907 metros	25 metros	97,2%
NÚMERO DE ATIVIDADES	189 atividades	63 atividades	66,6%

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados da empresa.

Quando calculado o valor de tempo de *setup* em ganho em produtividade, estima-se que a implementação do conceito SMED resultou em um ganho de 696.500 barras de filtros em

média a cada troca de ferramentas, uma vez que o tempo da KDF2-ER parada teve uma redução de 199 minutos e sua velocidade máxima é de 3.500 barras de filtros por minuto.

5. Considerações finais

Finalizadas as etapas propostas de implementação do SMED, embora este deva ser considerado como um processo que necessita de melhoria contínua, a empresa obteve como benefício primordial o aumento da disponibilidade da máquina em 199 minutos a cada troca de *setup*, o avanço dos conhecimentos técnicos de sua equipe que acompanhou o estudo e a simplificação e padronização de atividades que envolvem o a troca de ferramentas.

Levando em conta todos os ganhos obtidos pela empresa, percebe-se que a teoria encontrada nos referenciais bibliográficos de renomados autores e artigos científicos de outros estudos de caso condizem com a realidade encontrada nesse trabalho, mostrando que o conceito SMED se faz ser uma ferramenta útil e eficiente no que se refere à troca de ferramentas e aumento de disponibilidade de máquina, capaz de colaborar muito para empresas que buscam um processo mais enxuto e lucrativo.

REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimento e de tempos: projeto e medida de trabalho**. 6 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre, RS: Bookman 2001. 288 p.

DETONI, Simone Raquel; KOLLING, Evandro Macos; KLAIS, Rafael Gaffuri; JUNIOR, Milton J. S.; HEINRICH, Cristiano Eduardo. **Implantação do sistema de troca rápida de ferramentas (TRF) no processo de furação de peças em uma indústria moveleira**. Foz do Iguaçu. PR: Enegep 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570427_9402.pdf>. Acesso em 17 set. 2014

FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paul Ricardo Motta. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000200004>. Acesso em: 09 set. 2013.

FORONI, Caroline Dutra; MEDEIROS, Cristina Medes; VILHENA, Guilherme F. R.; ARAÚJO, Lorena Silva. **Estudo de caso da Metodologia SMED em uma empresa francesa do setor alimentício**. Salvador. BA: Enegep, 2009. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_616_14216.pdf>. Acesso em: 17 set. 2014.

MOURA, Reinaldo A; BANZATO, Eduardo. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. 1 ed. São Paulo, SP: Instituto Imam, 1996. 110p.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997.151 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

SHIBUYA, Marcelo; OLIVEIRA, Cleveron. **A aplicação do SMED em processos de extrusão de plástico ABS**. São Carlos. SP: Enegep 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_739_16823.pdf>. Acesso em: 17 set. 2014.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramentas: Uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2000. 327 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis, SC: UFSC, 2005. 139 p.

SUGAI, Miguel; IAN, McIntosh, Richard Ian; NOVASKI, Olívio. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2007000200010&script=sci_arttext>. Acesso em: 09 set. 2013