

APLICAÇÃO DO SMED (*Single Minute Exchange of Die* | Troca Rápida de Ferramenta) EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS

Viviane Manuela Vale (UFSJ) vale_viviane@hotmail.com
Prof. D.Sc. Jorge Nei Brito (UFSJ) brito@ufsj.edu.br

Resumo

Com a atual crise no mercado nacional, principalmente o automotivo, manter-se competitivo vem sendo um grande desafio enfrentado pelas organizações. Reduzir perdas, eliminar desperdícios e otimizar processos são fatores de suma importância para se tornarem grandes competidores e se sobressaírem no mercado. O SMED (*Single Minute Exchange of Die* | Troca Rápida de Ferramenta) é uma ferramenta que reduz o tempo de *setup*. Sua implementação se faz extremamente interessante, pois interfere diretamente na redução das perdas e desperdícios. O principal objetivo desse trabalho é demonstrar que, através de uma análise estruturada e o uso correto de ferramentas e metodologias, a redução do tempo de troca de ferramenta aumenta consideravelmente a produtividade do processo. O estudo de caso ocorreu em uma empresa de autopeças, onde o SMED foi aplicado em um processo de solda, identificado sistematicamente através do uso de uma matriz de priorização das perdas.

Palavras-Chaves: Produtividade, *Setup*, SMED

1. Introdução

Com o objetivo de estarem sempre à frente da concorrência, as empresas estão em busca de novas ferramentas e técnicas que possam melhorar seu processo produtivo e/ou administrativo.

Durante o século XX, a indústria automobilística alterou por duas vezes as noções fundamentais de produção de bens. A primeira aconteceu após a Primeira Guerra Mundial com Henry Ford e a segunda vez foi após a Segunda Guerra Mundial com Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (WOMACK, 2004a).

Após a Primeira Guerra Mundial, Henry Ford revolucionou a indústria automotiva com suas novas técnicas de produção em massa, diminuindo o custo de fabricação e aumentando a quantidade produzida, uma vez que as peças passaram a ser produzidas padronizadamente, fato esse que não ocorria na produção artesanal.

Passados mais de 100 anos, desde que Henry Ford produziu o primeiro carro Modelo T da Ford, é importante destacar a importância da contribuição do mesmo para o desenvolvimento das indústrias atuais. Diversas foram as empresas que adotaram o mesmo modelo de produção em massa e que perpetuam, de forma mais moderna, até os dias atuais.

Embora Ford fabricasse grandes volumes a custos baixos, não era possível a diversidade dos modelos fabricados, além dos desperdícios gerados. Foi então, após a Segunda Guerra Mundial, que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, buscando alavancar sua indústria, a Toyota no Japão, e não podendo competir com a produção em massa de Ford, desenvolveu o *Sistema de Produção Enxuta* com o objetivo de produzir em pequenos lotes e eliminando os desperdícios. Após o sucesso da implantação desse sistema na Toyota, os pilares do *toyotismo* se difundiram por diversas empresas.

Hoje é fundamental para as empresas, que buscam estar à frente de seus concorrentes, eliminar todo e qualquer desperdício que possa ser gerado no ambiente industrial, a fim de manter baixos custos e aumento da eficiência da produção. A *Troca Rápida de Ferramenta*, do inglês *Single Minute Exchange of Die* (SMED), é uma das ferramentas adotadas no Sistema Toyota de Produção (STP) que tem por objetivo reduzir os tempos de *setups*, transformando *setups* internos em externos. O tempo gasto com *setups*, na maioria das empresas, é alto e pode ser considerado um desperdício. Com a implantação do SMED é possível diminuir perdas e custos, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos.

Os objetivos desse trabalho foram analisar a implementação passo a passo do SMED para a redução do tempo de *setup* em uma máquina de solda do setor produtivo de uma empresa de autopeças e mostrar como a redução do *setup* pode trazer benefícios às empresas.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) ou Sistema de Produção Enxuta (STE), também conhecido como *Lean Manufacturing*, é um sistema que funciona, de forma generalizada, eliminando e reduzindo desperdícios no processo de produção das organizações (ISERHARD *et al.*, 2013). Inicialmente o STP foi desenvolvido e implementado na indústria automobilística do Japão por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, após a Segunda Guerra Mundial.

De acordo com Ohno (1997) esse sistema é baseado em um sistema de produção puxada e tem "o objetivo mais importante (...) aumentar a eficiência da produção pela eliminação constante e completa de desperdício". Segundo Womack *et al.* (2004b) o antídoto que combate o desperdício é o pensamento enxuto. De acordo com Shingo (2011, *apud* MENEZES e GABILLAUD, 2014) o objetivo central do STP está na capacidade das organizações em responder rapidamente às flutuações de demanda do mercado, partindo das principais dimensões da competitividade: "flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação".

De acordo com Womack *et al.* (2004a) um sistema de produção enxuta estruturado é enxuto pois ele retira todas as folgas, as quais também são conhecidas como desperdícios. Womack *et al.* (2004b) define desperdício como qualquer atividade humana que não agrega valor, apenas consome recursos.

Segundo Menezes e Gabillaud (2014) sob a ótica da redução de perdas estão os processos eficientes que eliminam os defeitos, diminuem desperdícios e custos de produção, e por fim, aumentam a qualidade dos produtos.

2.3. Setup

De acordo com Ohno (1997) na produção em massa são produzidos grandes lotes de uma única peça sem a troca de matriz objetivando diminuir os custos, enquanto no STP a produção é realizada em pequenos lotes afim de eliminar o desperdício com a superprodução.

Tubino (1999) reforça essa relação entre tamanho de lote, número de *setup* e custos quando afirma que lotes maiores e em menor frequência de *setup* são para compensar os custos gerados pelos elevados tempos de *setup*. Uma alternativa é trabalhar com lotes pequenos e reduzir do tempo de *setup* para que os custos sejam diluídos.

Slack (2006) define tempo de *setup* como "o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote". Para Peinado (2007) *setup* é o trabalho realizado durante alteração de algo em uma máquina, recurso ou linha de produção, após concluir a última peça boa do lote **A** e produzir a primeira peça boa do lote **B**.

Conforme Shingo (1985), as operações de *setup* são como preparação antes e depois das operações, tais como remoção e ajustes de ferramentas; matrizes etc. Ele ainda complementa

que a definição de *setup* é mais do que essa preparação antes e depois das operações de processamento, ela abrange também as operações de inspeção, transporte e espera.

Singh e Khanduja (2010 *apud* Maurício e Sousa, 2014) afirmam que alguns dos impactos na produção gerados por *setups* curtos podem ser: redução no tamanho dos lotes, diminuição do custo operacional, produção mais flexível, redução do lead time, aumento da produtividade e a redução do custo da manufatura.

2.3. Metodologia SMED

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) é um sistema de *Troca Rápida de Ferramentas* (TRF) desenvolvido por Shigeo Shingo, no qual o termo significa que o tempo de preparo das máquinas (*setup*) deve ser inferior a dez minutos. Isso quer dizer que todas as operações envolvidas na preparação da máquina para a fabricação do próximo lote não podem ultrapassar um dígito de minuto. Segundo Slack (2006), tempo de *setup* é "o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote".

O SMED surgiu no Japão, entre 1950 e 1969, tornando-se referência quando o assunto é a redução do tempo de *setup*, a partir de diversas experiências vividas ao longo de 19 anos por Shigeo Shingo nas empresas no mesmo país e objetivando o aperfeiçoamento dos processos de *setup* (GAZEL *et al.*, 2014).

Ohno (1997) considerava que as trocas de ferramentas, antes do STP, reduziam a eficiência e aumentavam os custos da produção, por isso ele tem as TRF como fundamentais no STP juntamente com a redução dos lotes de produção.

Shingo (2008) dividiu o desenvolvimento do SMED em três experiências. A primeira experiência ocorreu na planta de Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima em 1950, a segunda experiência no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries também em Hiroshima em 1957 e a terceira experiência na planta principal da Toyota Motor Company em 1969.

Durante suas experiências, Shingo (2008) percebeu que existem dois tipos diferentes de *setup*: *setup* interno e *setup* externo. *Setup* interno são procedimentos que podem ser realizados apenas com a máquina parada. *Setup* externo são procedimentos que podem ser realizados enquanto a máquina está em processo.

Shigeo separou a implementação do SMED em quatro estágios conceituais, conforme apresentado a seguir.

Estágio Inicial: as condições de *setup* interno e externo não se distinguem. *Setups* interno e externo, nas operações tradicionais, são realizados ao mesmo tempo com a máquina parada por longos períodos de tempo. Uma análise detalhada das operações do chão de fábrica deve ser feita e pode-se utilizar cronômetro, filmadora para verificação do tempo gasto em cada *setup*. Quando não há distinção entre *setup* interno e externo, diversos tipos de perdas podem ocorrer: transporte de produtos acabados ou matéria-prima após desligamento da máquina, falta de peças ou ferramentas, verificação inadequada de equipamentos, entre outros (SHINGO, 2008).

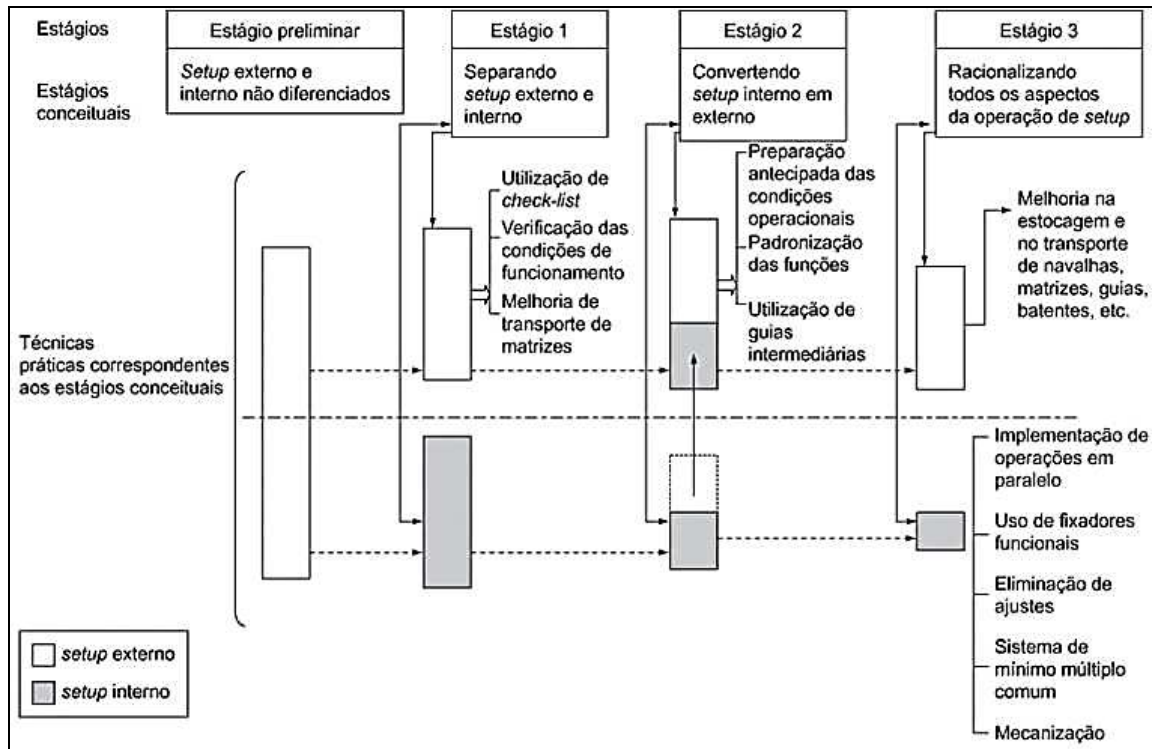
Estágio 1: Separando *setup* interno e externo. Nessa fase, é importante a separação do *setup* interno do *setup* externo, ou seja, quais podem ser realizados com a máquina parada e quais podem ser realizados com ela em funcionamento. Com essa separação, *setups* internos podem ter uma redução entre 30 e 50 % (SHINGO, 2008). Em Shingo (1989), são exemplificados como *setup* externo toda a preparação e transporte de matrizes, gabaritos, acessórios, ferramentas e materiais.

Estágio 2: Convertendo *setup* interno em externo. Nesse estágio duas noções importantes são envolvidas: reexaminar se algum *setup* foi analisado erroneamente como interno e encontrar formas de transformar *setups* internos em externos. Na maioria das vezes, muitas das atividades realizadas durante o *setup* interno podem ser convertidas em *setup* externo, quando analisadas suas reais funções (SHINGO, 2008). Shigeo (1989) considerou esse estágio como o mais importante da TRF, pois sem essa conversão os tempos rápidos de *setup* não seriam possíveis.

Estágio 3: Racionalizando todos os aspectos da operação de *setup*. Nem sempre, em todos os casos, será possível alcançar o tempo de *setup* abaixo de dez minutos, mas é importante a racionalização de cada elemento de *setup* interno e externo, ou seja, uma análise detalhada de cada elemento da operação. Os estágios 2 e 3 podem ser realizados simultaneamente, apenas é necessário ter a noção que existem duas fases importantes, análise e implementação. (SHINGO, 2008). Para Shingo (1989) das centenas de melhorias introduzidas ao longo dos anos, as que mais se provaram ser eficazes foram: separação clara do *setup* interno do externo, conversão completa do *setup* interno em externo, eliminação de ajustes.

A Figura 1 tem-se um resumo de técnicas concretas e conceituais que podem ser utilizadas na implantação da TRF.

Figura 1 - Estágios conceituais e técnicas práticas



Fonte: Shingo (2008)

Carbonell (2013) resume os principais benefícios obtidos após a aplicação da TRF, conforme apresentado a seguir.

- Transformação do tempo improdutivo em tempo produtivo, o que aumenta a capacidade de produção e produtividade da planta;
- Reduzindo o lote de produção, as consequências são o aumento da flexibilidade da planta contra mudanças na demanda, tempo de entrega reduzido, um decréscimo de material de estoque em andamento e a consequente liberação de espaço na planta de produção;
- Procedimentos de mudança de lote, que fixa métodos confortáveis e seguros de trabalho, reduzindo o produto rejeitado no processo de ajustamento, oferecendo processos de aprendizagem fáceis e assegurando a competitividade da empresa ao longo do tempo.

Para a maioria das empresas, o primeiro desses benefícios é o principal, ao contrário da Toyota que aceita taxas de operação baixas, considerando que o mais importante é produzir

apenas a quantidade exigida e a redução do custo é uma prioridade. Para a mesma, o segundo e terceiro benefícios são mais importantes, "com especial ênfase na redução de estoques de bens acabados e a redução dos estoques gerados entre processos. Se uma troca de ferramentas for reduzida para 3 minutos, é muito provável que o produto seja produzido em pequenos lotes com muitas trocas de ferramenta" (SHINGO, 1996).

De acordo com Shingo (1985 *apud* MOREIRA e GARCEZ, 2013), os benefícios alcançados com a implantação do SMED são benefícios diretos e indiretos. A redução do estoque, o aumento da flexibilidade da produção e a racionalização das ferramentas são alguns dos benefícios indiretos, enquanto os benefícios diretos incluem a redução do tempo de instalação, a redução do tempo gasto com o ajuste fino das máquinas, a redução de erros durante as mudanças, a melhoria da qualidade do produto e o aumento da segurança.

3. Metodologia

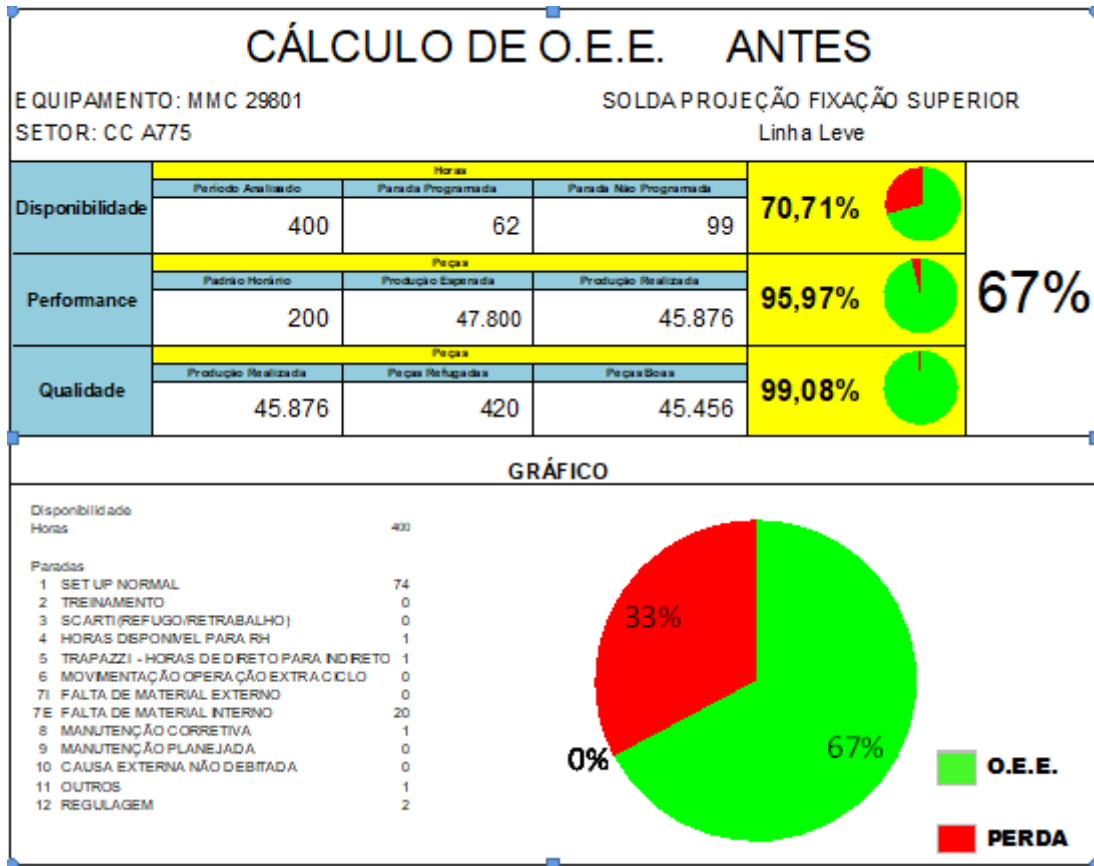
3.1. Implantação do SMED

O estudo foi realizado em uma empresa do setor de autopeças que fabrica amortecedores, atuante no mais diversos mercados consumidores, distribuindo seus produtos para montadoras de veículos nacionais e internacionais.

Para a implantação do SMED, primeiramente, foi feito um levantamento das maiores perdas ocorridas dentro da empresa, encontrando-se perdas por *setup*. Em seguida, foi feita uma estratificação das perdas, com o objetivo de identificar a área e o equipamento possuíam a maior perda devido a elevados tempos de troca de ferramentas. A área apontada com a maior perda por *setup* referia-se a um setor responsável por montar e soldar componentes para as demais áreas da empresa e o equipamento apontado foi uma máquina de solda projeção da fixação superior.

Imediatamente foi montado um time de projeto e elaborado um indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Esse indicador compara o volume real da produção com o volume máximo teoricamente alcançado possibilitando, assim, encontrar o ganho efetivo de tempo. Analisando o gráfico do OEE, Figura 2, percebe-se que apenas 67% (sessenta e sete por cento) da capacidade da máquina estão sendo aproveitados contra 33% (trinta e três por cento) de perda da mesma. Ainda é possível perceber que das 99 (noventa e nove) horas de paradas não programadas, 74 (setenta e quatro) horas são de *setup*.

Figura 2 - Cálculo do OEE e percentagem de perda



Fonte: Arquivo da Empresa (2015)

3.2. A implementação do SMED

Após identificar o local e o equipamento, os quais seriam implantados a metodologia SMED, o próximo passo foi montar um time de projeto composto por 9 pessoas: 1 líder de projeto, 1 supervisor de produção, 1 analista de manutenção, 3 operadores, 1 estagiário e 2 líderes de produção.

Esse time recebeu o treinamento necessário para que todas as ações necessárias à implantação do SMED fossem aplicadas corretamente.

3.2.1. Descrição do processo de *Setup*

O *setup* da máquina de solda projeção superior consistia em 37 (trinta e sete) atividades diferentes, tais como: transportar carrinho com peças até a solda e retornar com ele vazio,

verificar sequência de montagem, ir até a pré-montagem abastecer a máquina com conjunto de hastes, verificar kanban, abastecer as caixas de supermercado e outras.

Todas as atividades realizadas durante o *setup* foram descritas em um registro de *setup* contendo o tempo de início, tempo fim e o tempo de duração de cada atividade.

3.2.2. Processo de Filmagem do *Setup*

Para analisar o procedimento de *setup* da máquina em questão, foi realizada uma filmagem de todo o processo. As filmagens possibilitam observar todos os detalhes das atividades que são realizadas durante o *setup*, como por exemplo, caminhar até a bancada de ferramentas, ajustar cabeçote, regular simetria.

Uma das vantagens dessas filmagens é a possibilidade de serem assistidas quantas vezes forem necessárias, sem a necessidade de realizar novamente o *setup* em caso de dúvida ou esclarecimentos.

Assim, após o término das filmagens, todos os membros do time de trabalho se reuniram para assistir e analisar a filmagem desse processo.

3.2.3. Análise do *Setup* Realizado

Com auxílio das filmagens realizadas, foram listadas em um formulário todas as atividades desenvolvidas durante o processo de *setup*, conforme Tabela 1. No formulário foi possível separar o tempo de *setup* interno do tempo de *setup* externo, enumerar as pessoas envolvidas, distância percorrida e as ações possíveis de melhoria para cada atividade. Logo, observou-se que todas as atividades eram enquadradas como atividades de *setup* interno.

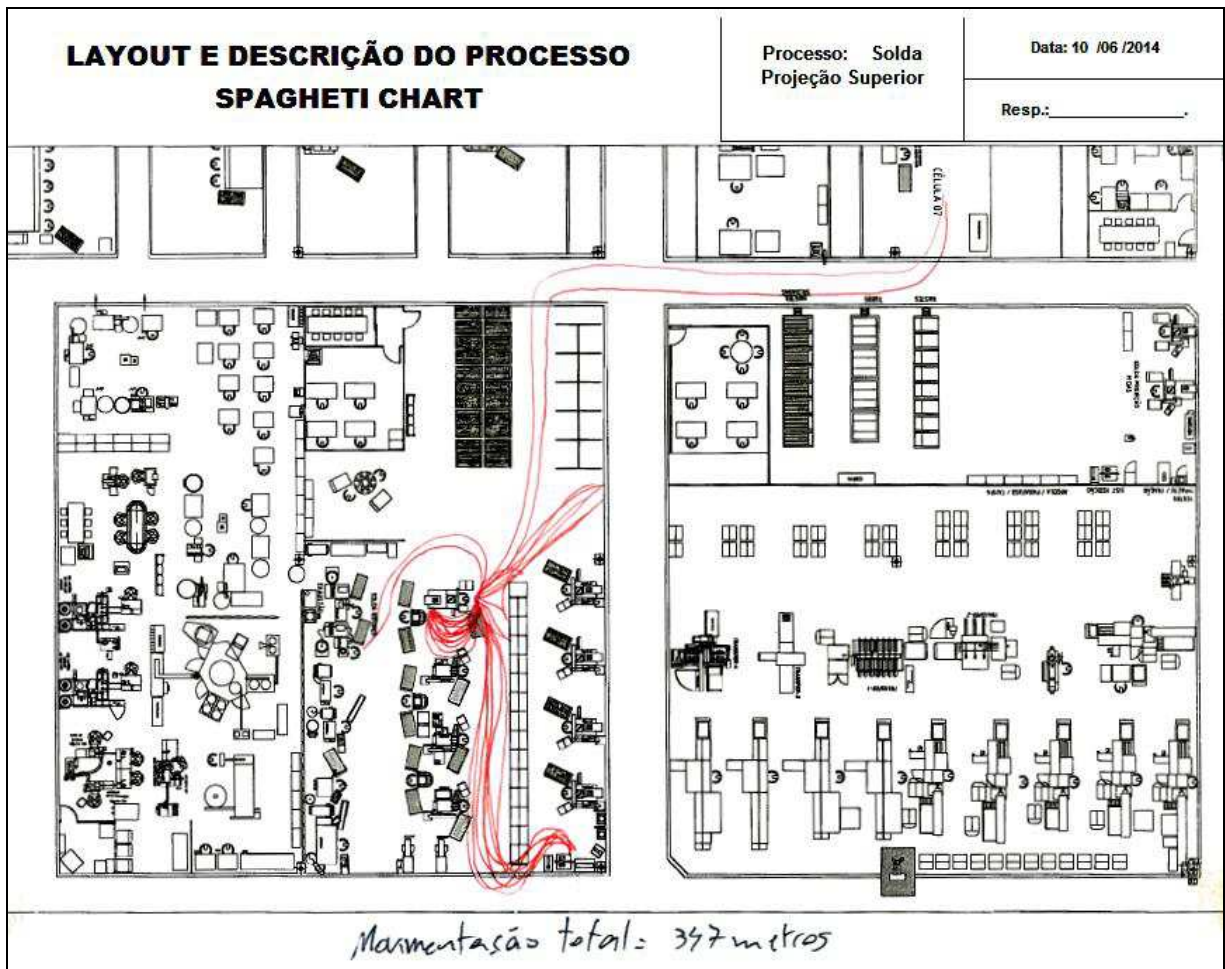
Para verificar a movimentação dos colaboradores que operam a máquina e realizam o *setup*, foi utilizado o gráfico de *Spaghetti*, também conhecido como *Spaghetti Chart* (Figura 3), o qual é utilizado um desenho do *layout* já existente e marcadas as rotas que cada colaborador segue. O *setup* era realizado por um único colaborador, o qual percorria 347 metros.

Tabela 1 - Análise de Setup

Análise de SET UP								
Area/Depar.:	Máquina/Equip.	Nº de operadores	Data	Tempo de Set up				
Linha Leve	BP19801	1		Atual Tempo		Sugestão de Melhoria	Tempo(min) 09:32	
Número	Tarefa/Operação			Interno	Externo		Interno	Externo
1	Transportar carrinho com peças até a solda e retornar com ele vazio			00:01:19	00:00:00	Mudança de lay out	00:00:14	
2	Verificar sequência de montagem			00:00:49	00:00:00	Fazer quadro giratório	00:00:49	
3	Ir até a pré-montagem abastecer a máquina com conjunto de hastes			00:00:55	00:00:00	Abastecedor		00:00:55
4	Verificar kanbam correspondente e retornar a máquina com conjunto de hastes			00:01:06	00:00:00	Abastecedor		00:01:06
5	Verificar kanbam			00:00:15	00:00:00	Abastecedor		00:00:15
6	Abastecer carrinho de componentes e devolução de sobras de outros lotes			00:01:28	00:00:00	Abastecedor		00:01:28
7	Pegar peças no Kanbam e abastecer as caixas com peças do supermercado			00:01:11	00:00:00	Abastecedor		00:01:11
8	Fechar água e retornar a máquina			00:00:21	00:00:00	Alterar posicionamento de registros	00:00:04	
9	Trocar os ferramentais da máquina(devolver o que não será utilizado e pegar o que será utilizado)			00:01:49	00:00:00	Criar armário para ferramentais e posicionar proximo a máquina	00:00:35	
10	Buscar a escada para a regular o cabeçote			00:00:34	00:00:00	Adaptar escada na máquina	00:00:00	
11	Ajustar o cabeçote			00:00:50	00:00:00	Adaptar cilindro para altura padrão	00:00:00	
12	Devolver a escada e retornar a máquina			00:00:19	00:00:00	Adaptar escada na máquina	00:00:00	
13	Regular a mesa inferior da máquina			00:01:07	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:20	
14	Conferir altura da mesa,acionando o macaco			00:00:20	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:05	
15	Apertar os parafusos da mesa inferior			00:00:50	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:10	
16	Verificar parametros			00:01:37	00:00:00	Agrupar parametros por família	00:00:46	
17	Buscar borracha no armário e colocar no eletrodo			00:00:29	00:00:00	Posicionar borracha no quadro de ferramentas	00:00:10	
18	Regular apoio de haste			00:00:28	00:00:00		00:00:28	
19	Regular simetria			00:02:23	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:45	
20	Realizar solda			00:00:12	00:00:00		00:00:12	
21	Deslocar até o relógio comparador para conferir simetria e retornar a máquina			00:01:03	00:00:00	Mudança de lay out aproximando equipamentos de medições para proximo do operador	00:00:31	
22	Ajustar simetria e retornar ao relógio comparador			00:01:35	00:00:00	Mudança de lay out aproximando equipamentos de medições para proximo do operador	00:00:00	
23	Retornar a máquina e realização de novo ajuste			00:01:35	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:00	
24	Retornar ao relógio comparador e realização da			00:00:51	00:00:00	Sistema pneumático	00:00:00	
25	Realização de teste de impacto			00:00:31	00:00:00	Mudança de lay out aproximando equipamentos de medições para proximo do operador	00:00:20	
26	Colocar as peças no local das 1ªpeças boas e retornar a máquina			00:00:42	00:00:00	Posicionar suporte de 1º peças próximo a máquina	00:00:10	
27	Realizar ajuste do apoio da hastes			00:00:18	00:00:00		00:00:18	
28	Realizar solda em primeira 1ª haste e colocar no local de 1º peças boas			00:00:12	00:00:00	Posicionar suporte de 1º peças próximo a máquina	00:00:12	
29	Fazer marcação			00:01:23	00:00:00	Otimizar carta de controle	00:00:40	
30	Soldar duas novas peças			00:00:48	00:00:00		00:00:48	
31	Ir ao relógio comparador			00:00:29	00:00:00	Mudança de lay out aproximando equipamentos de medições para proximo do operador	00:00:20	
32	Retornar a máquina e colocar as peças no carrinho de peças produzidas			00:00:21	00:00:00	Mudança de lay out aproximando equipamentos de medições para proximo do operador	00:00:10	
33	Marcar registro de inspeção			00:01:20	00:00:00	Otimizar carta de registro de inspeção	00:00:37	
34	Marcar cartões de componentes			00:00:26	00:00:00	Deixar cartões de componentes preenchidos e disponiveis	00:00:10	
35	Ir até registro de água e abri-lo			00:00:30	00:00:00	Alterar posicionamento de registros	00:00:10	
36	Colocar peças teste de set up na caixa de refugo			00:00:31	00:00:00	Mudar modelo de caixa de refugo e posiciona la proximo a máquina	00:00:14	
37	Iniciar produção,produzindo 1ªpeça boa do lote			00:00:31	00:00:00		00:00:14	

Fonte: Arquivo da Empresa (2015)

Figura 3 - Spaghetti Chart



Fonte: Arquivo da Empresa (2015)

De acordo com a análise feita através das atividades listadas no registro de tempo de *setup* e do gráfico de *Spaghetti*, as principais deficiências são as apresentadas a seguir.

- *Layout*;
- Regulagem de simetria e parâmetro;
- Marcação de cartas e registros;
- Abastecimento de componentes.

O passo seguinte foi elaborar um plano de ação, no qual cada ocorrência possuiria uma ação e um prazo a serem cumpridos por um responsável.

3.2.4. Ações implantadas

Após levantamento dos principais problemas geradores dos elevados tempos de *setup* da máquina de solda projeção da fixação superior, foram implantadas as ações apresentadas a seguir.

- Alterar posicionamento do registro e identificá-lo;
- Mudança de Layout / eliminar carrinho, colocar guia;
- Abastecedor;
- Instalar armário de ferramental posição fixa / controle de vida útil dos ferramentais;
- Melhorar carrinho de movimentação / Modificar caixa de componentes colocando tampa basculante;
- Criar supermercado de Kits próximo ao operador;
- Bancada elevatória / criar fundo falso / bancada para peças retornadas;
- Otimizar caixa de refugo.

A próxima seção mostra as melhorias executadas e os seus respectivos resultados.

4. Resultados e discussões

O time de projeto do **SMED** implantou, após análise das atividades, as ações que serão apresentadas a seguir. Através das ações implantadas foi possível transferir 5 (cinco) das 37 (trinta e sete) atividades de *setup* interno para *setup* externo, contando com o auxílio de um abastecedor. Com essa transferência houve um ganho de 4 minutos e 55 segundos. Com a simplificação e adaptação das demais atividades de *setup* interno foi possível reduzir o tempo de *setup*. A seguir têm-se as ações implantadas nas atividades de *setup* interno.

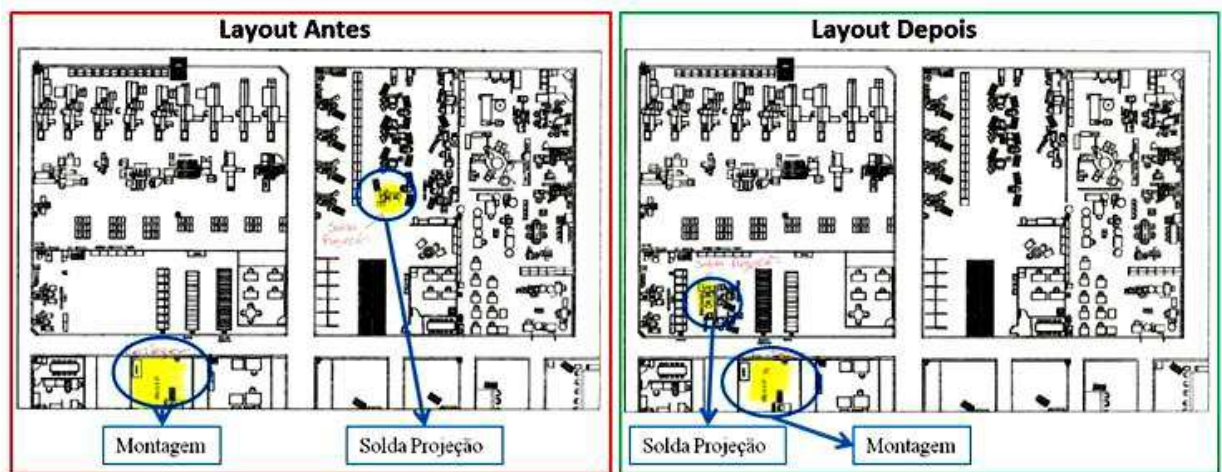
- Mudanças de *layout*;
- Aquisição de quadro giratório para verificação da sequência de montagem;
- Alteração no posicionamento de registros;
- Aquisição de um armário para ferramentais e posicionamento do mesmo próximo à máquina;
- Adaptação: escada na máquina, cilindro para altura padrão;
- Instalação de sistema pneumático para regulagem da mesa e verificar parafuso;
- Agrupamento de parâmetros por família;
- Posicionamento da borracha no quadro de ferramentas;

- Mudança no *layout* aproximando equipamentos de medições e o local de trabalho do operador;
- Posicionamento do suporte de 1ª peças boas próximo à máquina;
- Otimização da carta de controle e da carta de registro de inspeção;
- Novo modelo de caixa de refugo.

Com a mudança do *layout*, aproximando o posto de trabalho da máquina de solda à área de montagem, sendo esta área para onde os componentes soldados são encaminhados, e aproximando os equipamentos de medição e os componentes utilizados ao posto de trabalho, foi possível reduzir a movimentação do colaborador durante o *setup* de 347 metros para 11,5 metros, resultando em uma redução de 96,69%.

Na Figura 4 tem-se o *layout* antes e depois das ações implementadas pelo time de projeto do SMED.

Figura 4 - *Layout* antes x *Layout* depois

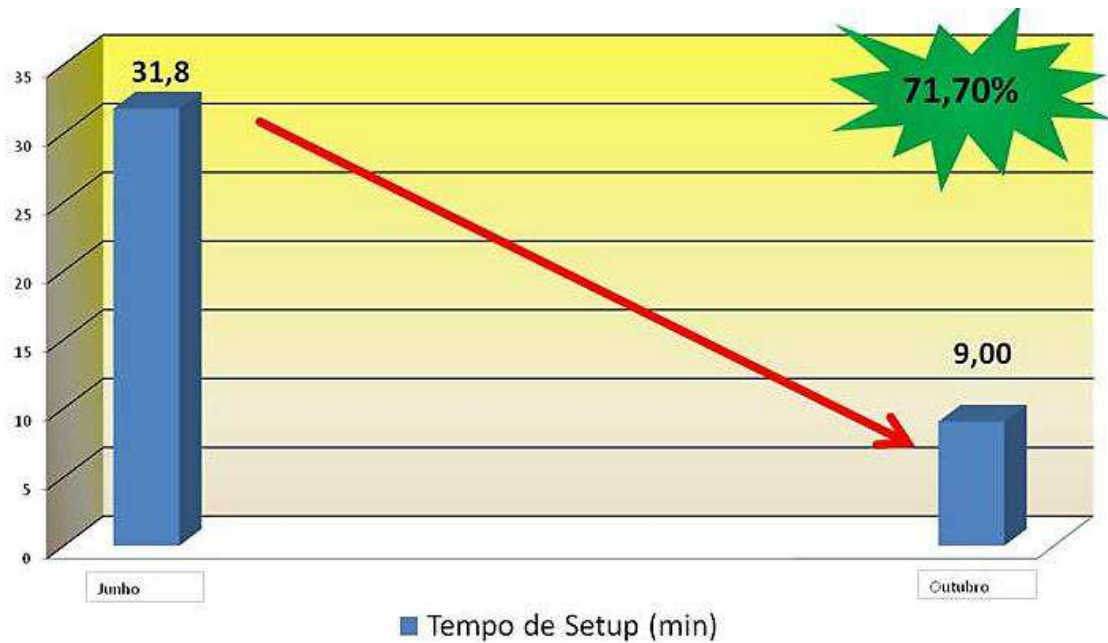


Fonte: Arquivo da Empresa (2015)

Através das ações implantadas na área foi possível reduzir o tempo de *setup* em 70,1%, uma vez que o tempo de *setup* interno, antes da implantação do SMED era de 31,8 minutos e após a aplicação dessas ações esse tempo foi reduzido para 9,54 minutos.

A meta de redução do tempo de *setup*, estabelecida antes da implantação da metodologia, não foi alcançada. Essa meta era de 71,70%, conforme mostrado na Figura 5. Embora essa meta inicial não tenha sido atingida, é possível observar que a redução de tempo alcançada foi muito próxima e expressiva, pois a cada *setup* ganha-se 22,3 minutos em disponibilidade de tempo.

Figura 5 - Meta de redução de tempo de *setup* (minutos)



Fonte: Arquivo da Empresa (2015)

5. Conclusão

O SMED é uma metodologia de fácil entendimento teórico, porém podem ser complexos durante o processo de implantação, devido a inúmeras variáveis encontradas em uma linha de produção, tais como: o entendimento dos fenômenos envolvidos, análise insuficiente dos dados coletados, treinamento indevido do time de projeto, não envolver os operadores, a resistência dos operadores em aceitar mudanças, entre outras.

Através do estudo apresentado, é possível concluir que o objetivo proposto por Shigeo Shingo de reduzir o tempo de *setup* para menos de 10 minutos foi alcançado. Porém a meta de redução estabelecida pelo time do projeto não foi atingida, mas o resultado alcançado foi muito próximo e a redução foi muito significativa.

Outro fator importante a ser levando em consideração é que a metodologia de Shingo não visa apenas à redução do tempo, mas aos benefícios que essa redução traz para a empresa como um todo. Pode-se destacar nesse trabalho, que ao reduzir o tempo gasto com *setup*, a empresa diminuiu os custos com o mesmo e aumentou o tempo disponível da máquina, isso significa aumento na produtividade e/ou redução de turnos extras.

Enfim, com o estudo detalhado de todo o processo, empenho de todos os envolvidos e padronização, os resultados obtidos foram muito satisfatórios, servindo assim de referência

para que outros trabalhos futuros possam ser aplicados em outras áreas e máquinas da empresa.

REFERÊNCIAS

- CARBONELL, F.E. Técnica SMED. Reduccion del tiempo preparaci3n. 3C Tecnología, v. 2, n. 5, 20-29 p., 2013, Disponível em: <<https://www.3ciencias.com/revistas/revista/3c-tecnologia-no5/>> Acesso em: 04 de julho de 2017
- GAZEL, W.F.; Salles, J.A.A.; FEITOSA, W.G. Redu3o do tempo de *setup* em uma linha de ingredientes s3lidos de uma f3brica aliment3cia do Pim: estudo de caso. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produ3o. Curitiba, Paran3, Brasil, 13 p., 2014.
- ISERHARD, F.Z.; KIPPER, L.M.; MACHADO, C.M.L.; STORCH, L.A.; NARA, E.O.B. Utiliza3o da abordagem lean e da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor na identifica3o de desperd3cios: um estudo de caso. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produ3o. Salvador, Bahia, Brasil, 12 p., 2013.
- MAUR3CIO, T.B.; LEAL, F.; SOUSA, V.A.L. Implementa3o do SMED em uma empresa de autope3as: um caso franc3s. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produ3o. Curitiba, Paran3, Brasil, 24 p., 2014.
- MENEZES, E.G.; GABILLAUD, A.M.P. Mapeamento do fluxo de valor: redu3o de perdas segundo os setes desperd3cios do Sistema Toyota de Produ3o. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produ3o. Curitiba, Paran3, Brasil, 23 p., 2014.
- MOREIRA, A. C.; GARCEZ, P. M. T. Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in small to m3dium-sized enterprises: a Portuguese case study. International Journal of Management. v. 30, p. 66-87, 2013.
- OHNO, T. Sistema Toyota de Produ3o: al3m da produ3o em larga escala. Bookman, Porto Alegre, 150 p., 1997.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R., Administra3o da Produ3o: opera3es industriais e de servi3os. UnicenP, Curitiba, 750 p., 2007.
- SHINGO, S. A study of the Toyota Production System: from an industrial engineering viewpoint. CRC Press, New York, NY, USA, 296 p., 1989.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produ3o do ponto de vista da Engenharia de Produ3o. 2. ed. Bookman, Porto Alegre, 291p., 1996.
- SHINGO, S. Sistema de Troca R3pida de Ferramentas: uma revolu3o nos sistemas produtivos. Bookman, Porto Alegre, 327 p., 2008.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administra3o da Produ3o. 1. ed., Atlas, S3o Paulo, 525 p., 2006.
- TUBINO, D.F Sistemas de Produ3o: A Produtividade no ch3o de f3brica. Bookman, Porto Alegre, 182 p., 1999.
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROSS, D. A m3quina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do autom3vel. Elsevier, Rio de Janeiro, 332p., 2004.
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperd3cio e crie riqueza. Elsevier, Rio de Janeiro, 408 p., 2004.
- .