

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE SMED EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

Simone Maria Teixeira¹

simone.m.teixeira@hotmail.com

Ricardo Buneder²

ricardo.buneder@unilasalle.edu.br

Universidade La Salle

Resumo: Em um ambiente cada vez mais competitivo e dinâmico, o conhecimento e o tempo se tornaram fatores fundamentais para as empresas, tornando necessária a busca contínua pela eliminação de desperdícios e redução dos custos. O objetivo deste trabalho é promover o *SMED* através de um método adaptado nas revisões bibliográficas. O *SMED* baseia-se em técnicas para a redução o tempo de *setup* (tempo de preparação de máquina), eliminando os desperdícios presente nos processos. A ferramenta estimula o trabalho em equipe e a proporciona de formas criativa as melhorias nos processos. O estudo de caso foi realizado em uma linha de montagem que fábrica som automotivos. A principal constatação é que através da implementação do *SMED* a linha de montagem obteve uma redução de 83% no tempo de *setup*. Essa redução de tempo permite que a empresa produza pequenos lotes reduzindo o *Lead time* e eliminando o estoque excessivos, proporcionando maior qualidades nos produtos e atendendo as expectativas os clientes.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta; Setup; SMED.

APPLICATION OF SMED CONCEPTS IN AN ELECTRONIC COMPONENT ASSEMBLY LINE

Abstract: In an increasingly competitive and dynamic environment, knowledge and time have become key factors for businesses, making it necessary to continually pursue waste elimination and reduce costs. The objective of this work is to promote SMED through a method adapted in the bibliographic reviews. SMED is based on techniques for reducing setup time (machine set-up time), eliminating process waste. The tool encourages teamwork and creatively delivers process improvements. The case study was conducted on an assembly line that factory sound automotive. The main finding is that by implementing SMED the assembly line achieved a83% reduction in setup time. This time reduction allows the company to produce small batches by reducing lead time and eliminating excess inventory, providing greater product quality and meeting customer expectations.

Keywords: SMED; Setup; Lean Manufacturing.

¹ Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade La Salle.

² Prof. Me. em Administração, Universidade La Salle.

INTRODUÇÃO

Com a competitividade em alta, cada vez mais o mercado exige prazo de entrega menores, devido a esse cenário, gradativamente as empresas buscam formas de se reinventar, através de melhorias que possibilitam a flexibilizar os processos, reduzir custo, sem deixar de lado a qualidade dos produtos e serviços.

Na busca pelo um diferencial competitivo perante seus concorrentes, as empresas precisam investir em técnica para baixar os custos de fabricação, reduzindo o tempo atravessamento (*Lead time*), e principalmente atendendo as necessidades de seus clientes, que é o fator principal para a manutenção da empresa perante o mercado competitivo. As empresas necessitam criar uma cultura de aperfeiçoamento de modo contínuo de seus processos, produto e serviços, a fim de torná-las competitivas, com aumento da qualidade e da produtividade. (DEMING apud PADILHA et al., 2012).

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) também conhecida como Troca rápida de ferramenta (TRF) é uma das metodologias que contribui para a redução dos desperdícios tais como: superprodução, estoques, espera, movimento desnecessário entre outros. A TRF surgiu em 1950, desenvolvida por Shigeo Shingo em uma visita na planta Mazda da ToyoKogyo em Hiroshima, ao observar a troca de matrizes em prensas. Conforme Shingo (2000) a Troca Rápida de ferramenta foi originada do termo SMED que se refere a uma teoria e prática para realizar as operações de preparação (*Setup*) no tempo inferior a um dígito de minuto.

Shingo (2000) afirma que o SMED consiste na teoria e em anos de experimentação prática. É uma abordagem científica para redução de tempo de preparação, e pode ser aplicada em qualquer fábrica e em qualquer máquina. Shingo (2000) destaca: o SMED é muito mais do que uma questão técnica; é uma forma inteiramente nova de pensar a produção.

Diante destes fatos, visando tornar os processos mais flexíveis, aumentar a variedade de produtos e reduzindo os estoques, a empresa trabalha de forma concreta com a aplicação desta metodologia em todos os seus processos, com a participação efetiva de áreas fundamentais para o desenvolvimento e sucesso do projeto, como qualidade, manufatura e processo.

O treinamento e desenvolvimento da equipe envolvida no projeto e parte fundamental para o alcance dos resultados almejados. De acordo com Moura e Banzato (1996, p. 18), “muitas pessoas não se dão conta de que sem treinamento ninguém receberá as novas aptidões necessárias para impulsionar nossa empresa”. Ainda segundo os autores, se as pessoas não se reunir em equipes para solucionar os problemas continuará sempre na mesma situação anterior.

A aplicabilidade das ferramentas da Produção Enxuta, bem como pessoas capacitados, é uma forma de gerenciar os próprios recursos produtivos e aumentar a competitividade para garantir sua permanência no mercado. (SANTOS; PARANHOS apud RODRIGUES; BILHAR, 2010).

O presente estudo objetiva implantar a ferramenta SMED em uma linha de montagem de uma indústria de componentes eletrônicos, possibilitando a redução do tempo de *setup* e aumentando a disponibilidade das máquinas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entendimento e aplicação da metodologia SMED, tema deste estudo.

Manufatura Enxuta

A manufatura enxuta é um conjunto de técnicas oriundo da filosofia de produção Just-in-time que teve início no Japão na década 50 pela Toyota Motor Company. Para (RAGO apud SCHUCK, 2014, p. 29) “define a manufatura enxuta como sendo uma série de processos flexíveis, que proporciona menos custos, e redução de perdas na produção”.

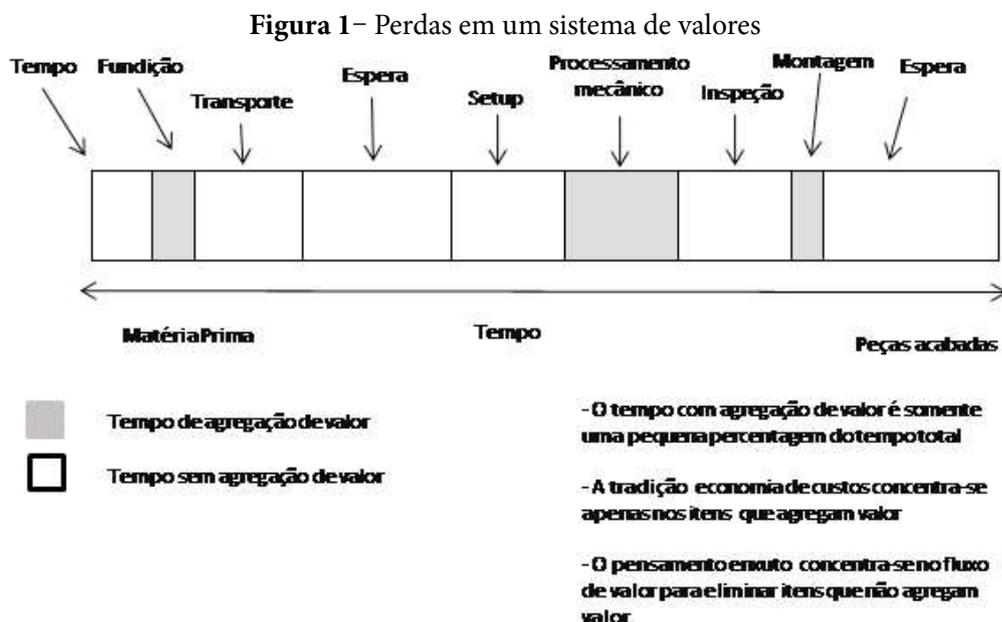
A Toyota se destacava pela qualidade em seus produtos e por sua eficiência, desenvolveu seu sistema de produção após a Segunda Guerra mundial, em uma época em que enfrentava condições empresariais muito diferentes de suas. Enquanto outras montadoras utilizavam de produção economias de escala e grandes equipamentos para produzir o máximo possível de peças com o menor custo possível, a Toyota tinha um mercado reduzido e também tinha que produzir uma variedade de veículos na mesma linha de montagem para satisfazer seus clientes, assim, a chave para suas operações era a flexibilidade (LIKER,2005).

A manufatura enxuta tem como objetivo implementar a filosofia da melhoria contínua, eliminando os desperdícios e aumentando a lucratividade.

Desperdício é qualquer atividade que não agrega valor. Matias e Nunan (2014, p.254). Afirma: “O termo “enxuto”, de forma geral, caracteriza a ideia de “enxugar a fábrica”, reduzindo esforço humano e espaço físico utilizando maquinário que possam reduzir o trabalho manual dos empregados e aumente a produção”. O Sistema Toyota de produção cita os setes desperdícios sendo: superprodução, transporte, espera, movimentação, processamento desnecessário, estoque, produto com defeito e desperdício da criatividade dos funcionários. Deste modo a manufatura enxuta tem com finalidade identificar e eliminar os sete desperdícios presente nos processos.

- Superprodução: refere-se a produzir mais do que o necessário, sem demanda, gerando outras perdas como transporte, estoque excessivo.
- Espera: Funcionário ocioso esperando o tempo automático, ou esperando a próximo processamento. Falta de balanceamento das operações subseqüentes ou trabalho para realizar por falta de estoque.
- Transporte ou movimentação desnecessária: movimentações por longas distâncias, transporte de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.
- Superprocessamento: processamento além do necessário, superior àquela esperada pelo cliente, processamento ineficiente devido a falha no projeto ou ferramenta.
- Excesso de estoque: Excesso de matéria prima, material em processamento ou de produto acabado ocasionando obsolescência, lead time longos custos de transportes e armazenagem e longo tempo de *setup*.
- Movimento desnecessário: Qualquer tipo de movimentação desnecessário qual o funcionário deva fazer para cumprir sua tarefa.
- Defeito: Peças defeituosas consertar ou retrabalhar, causado desperdício de recursos e materiais.
- Desperdícios da criatividade dos funcionários: Perdas de tempo e ideias por não envolver os funcionários, perdendo oportunidades de melhorias. (LIKER, 2005).

A figura 1 mostra uma linha do tempo as perdas presentes em um processo. Como é possível observar a maior parte do tempo gasto é desperdício.



Fonte: Liker (2005, p.49)

Dentre as diversas ferramentas utilizadas pelo STP para a eliminação dos desperdícios dentro da produção enxuta são: Mapeamento de Fluxo de Valor, Autonomia, 5 S's, *Layout* Celular e *SMED*, sendo este último o foco dessa pesquisa.

Dando sequência, abordaremos conceitos básicos relacionados à filosofia *Just-in-time*.

Just-in-time

Um dos pilares do sistema Toyota de produção é o *just-in-time* (JIT) que foi introduzido na Toyota nos anos 50. De acordo com Monden (2015) JIT significa produzir o item necessário na hora necessária na quantidade necessária e no tempo necessário.

O sistema puxado compreende que, qualquer bem ou serviço só deve ser produzido quando o cliente realizar o pedido. Para Shingo (2000) o JIT quando aplicado no processo industrial significa produzir os itens quando são necessários e na quantidade necessária, de maneira mais barata possível. No modelo Toyota de produção, puxar significa o estado ideal da fabricação *just-in-time*: dar ao cliente (que pode ser a próxima operação) o que ele quer na quantidade que deseja. (LIKER, 2009).

De acordo com (POZO apud PEREIRA, 2016, p. 18). "JIT é o resultado do emprego de conceitos simples para eliminar perdas e elevar a moral e a dignidade dos funcionários". O JIT faz com que haja integração de todos os níveis hierárquicos em busca de melhoria e seu objetivo é o aperfeiçoamento do processo produtivo, aumentando os ganhos em produtividade e qualidade. Um dos fatores contribuintes para o JIT é o tempo de *setup*, o tempo de preparação deve tender a zero para que haja habilidade e precisão nas trocas dos modelos.

O JIT é uma metodologia que integra diversas ferramentas em busca da melhoria contínua. Nesse sentido, no próximo item será apresentado o conceito de Kaizen (ou melhoria contínua).

Kaizen

O termo japonês *kaizen* significa “melhoria contínua”. A palavra implica melhoria que envolve a todos, a filosofia pressupõe que o nosso modo de vida seja na vida profissional ou pessoal, deve ser melhorado constantemente. (IMAI, 2014). Nas organizações a evolução depende de melhorias contínuas feitas tanto no produto quando no processo. (SANTOS; WISK; TORRES, 2009). O *kaizen* nada mais é que uma mudança cultural, e demanda o envolvimento de todos, exigindo, normalmente, relativamente pouco investimento. O *kaizen* promove o trabalho em equipe promovendo mudanças benéficas em uma estrutura contínua de aprendizagem e melhoria.

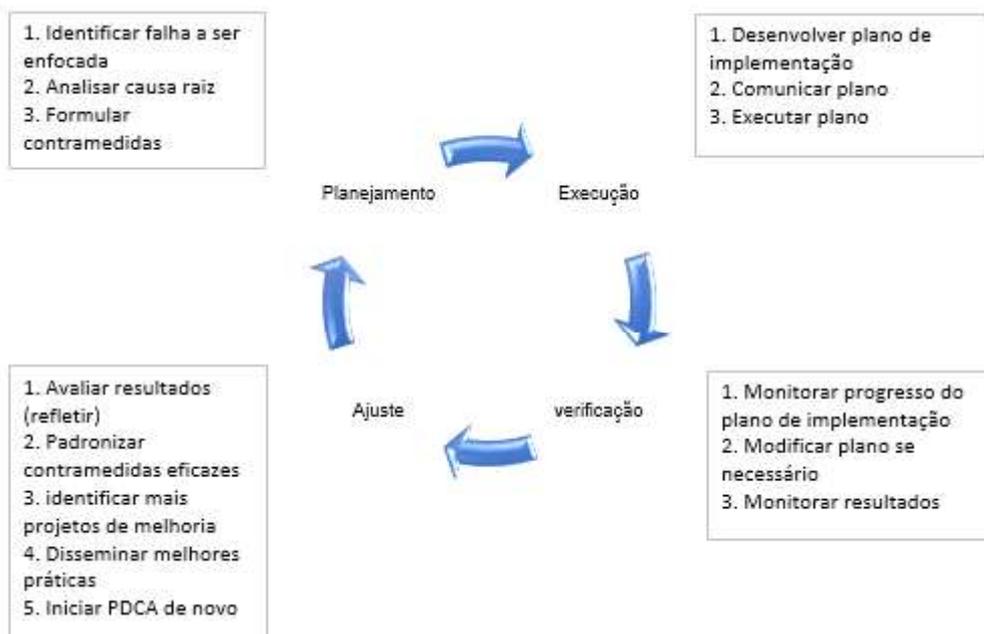
O aperfeiçoamento nos processos é uma necessidade de todas as organizações. “Para que ocorra o comprometimento e a ação coordenada de todos os indivíduos da organização frente aos programas de melhoria, é necessário o desenvolvimento de uma cultura que valorize a aprendizagem”. (MURRAY; CHAPMAN apud GONZALEZ; MARTINS, 2011, p. 1).

Ainda em relação a esse assunto, TOLEDO& MARTINSapud SIMÕES; ALLIPRANDINI(2006) afirma que: para torna-se competitiva as organizações deverão além das revisões dos padrões de desempenho, desenvolver melhorias nos seus atuais padrões. Essas melhorias podem proporcionar rupturas, ou apenas pequenos incrementos, dependendo das necessidades e recursos da empresa.

O *kaizen*além de um grande aliado para a eliminação dos desperdícios, proporciona diversos benefícios, tais como:

- Oportunizar o trabalho em equipe;
- Fortalecer a habilidade de membros da equipe, por trabalhar e resolver problemas em conjunto.
- Desenvolver a confiança entre a equipe de trabalho.
- Fazer com que os participantes, sentir-se parte de processo e tenha o sentimento de capacidade por contribuir com a empresa.(DENNIS, 2008).

O *kaizen* usa como base a metodologia PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) por ser um ciclo ininterrupto e seu objetivo é a melhoria continua, como pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 – A solução de problemas PDCA é alma do pensamento enxuto

Fonte: Liker e Franz, (2013, p.27).

O PDCA é uma metodologia para resolução de problemas baseada na melhoria contínua, O PDCA foi desenvolvido para solução preventiva de problema com objetivo de reduzir a variabilidade nos processos. (LIKER E FRANZ,2013). A metodologia possibilitando que as empresas tracem estratégias para evitar que ocorram reincidência dos problemas, sendo de extrema importância o alinhamento de todos os colaboradores da organização com o método. A utilização dessa metodologia garante que, ao fim do projeto, os resultados possam ser apurados com maior veracidade e os ganhos possam ser mensurados.

Uma das bases do *Kaizen* é o 5S sobre o qual trata o próximo item dessa pesquisa.

5S

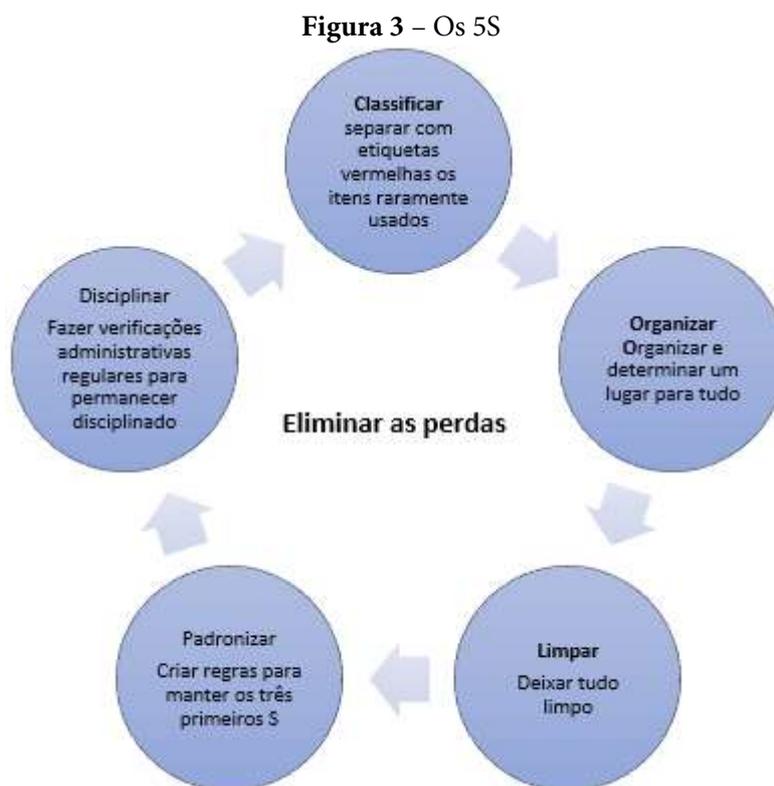
O 5S teve origem no Japão em meados do século XX e consiste em manter o ambiente de trabalho limpo e organizado, e para que isso aconteça é necessário o empenho e engajamento de toda empresa. De acordo com Monden (2015), 5S significa as das palavras japonesas Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu, Shitsuke, que coletivamente podem ser traduzidas como uma atividade de limpeza no local de trabalho. Para Liker (2005), o programa 5S consiste em uma série de atividades que auxilia a eliminar as perdas que contribuem para os defeitos e acidentes de trabalho.

Ainda segundo o autor, os 5S são definidos como:

1. Classificar – Classificar os itens, manter somente o que for necessário e descarta o que não for.
2. Organizar – “um lugar para tudo e tudo no lugar”.
3. Limpar – o processo de limpeza frequentemente atua como forma de inspeção que expõe condições anormais e predisposição a falha que podem prejudicar a qualidade ou causar problema no equipamento.

4. Padronizar (criar regras) – Desenvolver sistema e procedimento para manter e monitorar os três primeiros S.
5. Disciplinar (auto-disciplinar) – Manter um ambiente de trabalho estável é um processo constante melhoria contínua. (Liker, 2005, p. 155)

O 5S deve fazer parte da rotina das empresas de forma natural, e uma vez implantado o programa, não pode haver retrocesso, torna-se imprescindível preservar o ambiente de trabalho organizado sempre.



Fonte: LIKER, (2013, p.156).

Na sequência será abordado o conceito de *SMED*, pois ele é se constitui no núcleo dessa investigação.

SMED

SMED ou Troca Rápida de Ferramenta (TRF) como também é conhecida, foi desenvolvida por Shingeo em 1950, com o objetivo de reduzir o tempo de *Setup*. “Um processo de *setup* corresponde ao tempo requerido de ir do fim da última boa peça de um lote a produção da primeira peça boa do lote seguinte” (SANTOS; WISK; TORRES, 2009, p. 112), conforme ilustra a figura 4. No que diz respeito ao tempo de *setup* leva-se em consideração a preparação de ferramental, a troca de ferramenta, os ajustes, a liberação da qualidade.

Figura 4 – Definição de *setup*

Fonte: Empresa (2019)

A utilização da *SMED* auxilia na redução dos tempos de *leadtime*, possibilitando à empresa resposta mais rápida diante das mudanças do mercado. Para Moura e Banzato (1996, p. 11), a redução do tempo deve ser encarada como um conjunto de medidas que ajudará a atingir as metas fixadas para produtividade e o lucro. “A metodologia *SMED* propõe organizar as ferramentas necessárias no processo de *setup* antes que a máquina termine o lote precedente” (SANTOS; WISK; TORRES, 2009, p. 136). O objetivo principal do *setup* rápido é trazer o processo de produção em grandes lotes tão próximo quanto possível de um processo com fluxo contínuo, com pequenos lotes. Esse processo pode ser visto na figura 5.

Figura 5 – Trabalho de *setup* rápido.

Fonte: Empresa (2019)

Conforme pode-se verificar, a redução do tempo de *setup*, aumenta a flexibilidade da linha possibilitando a produção de modelos diferenciados, resultando em redução de estoques de produtos acabados.

O Sistema *Toyota* de Produção, tem como base o *JIT* para redução de desperdícios, e utiliza o *SMED* para aumentar a disponibilidade das máquinas, e reduzir os estoques.

A fim de reduzir o tempo de *setup*, Shingo (2000) separou as atividades de preparação em internas e externas, classificando como *setup* interno aquelas atividades realizadas com a máquina parada, e como *setup* externo aquelas atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Como exemplos de *setup* interno podem ser citadas a fixação e a remoção de matrizes, e como exemplos de *setup* externo podem ser citados o transporte de matrizes e a sua montagem (SHINGO, 2000).

A Figura 6 ilustra o *setup* antes do método *SMED* onde todas as operações são realizadas simultaneamente com a máquina parada, e após aplicabilidade da metodologia, onde é separado o *setup* interno que é realizada com o equipamento parado e o externo realizado com a máquina em funcionamento.

Figura 6 – Ilustração da Teoria de Shingo em Relação à *Setup* Interno e Externo

Fonte: Adaptado Montano, (2013, p. 26).

Relacionada ao conceito de *SMED* está a definição de perda. De acordo com Shingo (2000), a perda é definida por qualquer atividade que não contribua para a agregação de valor, como movimentação desnecessária, estoques intermediários, espera entre outras. O autor acima referenciado afirma que nas operações de fabricação tradicionais, a eficiência dos *setup* está relacionada a dois elementos:

- a) A necessidade de conhecer a estrutura e funcionamento da máquina e do equipamento.
- b) Habilidade/Experiência na montagem e remoção destes elementos e na medição, centragem, ajuste e calibração após as corridas de teste.

Teoricamente, o objetivo do *SMED* é a redução do tempo de *setup* para, no máximo, um dígito de minuto, reduzindo lotes fabricados, dando mais flexibilidade ao processo e reduzindo os estoques. A implementação do *SMED* melhora o índice de disponibilidade, assim como o índice da qualidade. (SANTOS; WISK; TORRES, 2009, p. 112).

Ainda sobre esse assunto, é possível afirmar que:

- a) Reduzindo o tempo de *setup* aumentará significativamente o tempo disponível das máquinas.
- b) Produzir em pequenos lotes reduzirá os estoques intermediários e de produto acabados.

Nesse sentido, Shingo (2000) destaca que os estoques desaparecem quando pedidos de baixo volume e alta diversificação são tratados como produção em pequenos lotes e grande variedade. De acordo com esse autor, inevitavelmente, esses dois aspectos, diminuição de volume e aumento da variedade, geram um acréscimo substancial no número de operações de *setup* que serão executadas.

Uma vez abordados os benefícios decorrentes da implantação do *SMED*, parte-se para uma análise teórica dos estágios necessários à implementação de tal metodologia.

Estágio da implementação do *SMED*

O método de implantação de *SMED* “deve ser completo e genérico, podendo ser usado em qualquer tipo de empresa, independentemente de suas características”. (FAGUNDES apud MONTANO, 2013, p. 31). O *SMED* deve ser um processo de melhoria contínua.

A metodologia *SMED*, segundo Shingo, é constituída de quatro estágio conceituais, quais sejam:

- a) Estágio Preliminar – envolve o estudo detalhado do estado atual do processo de *setup*, é

imprescindível conhecer o processo e sua variabilidade. Nesta etapa é necessário coletar dados sobre os tempos de *setup*.

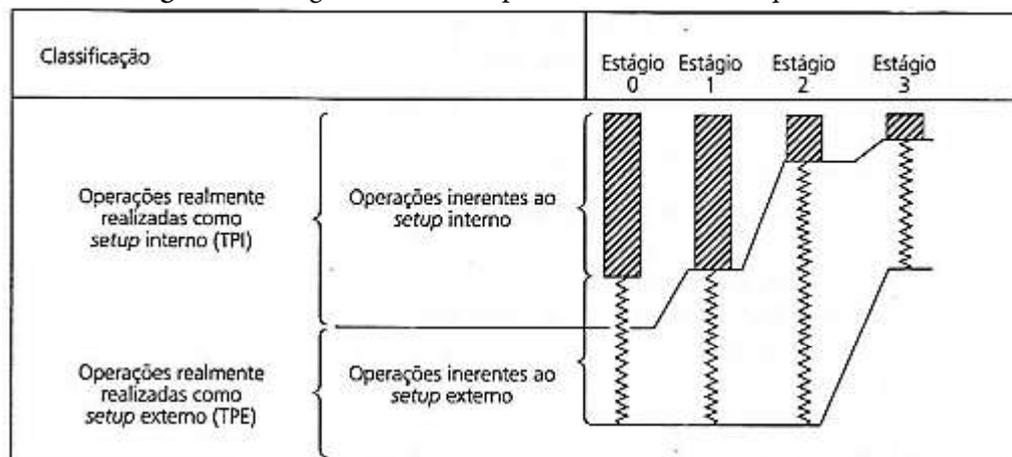
b) Estágio 1 – Consiste em realizada a descrição de todas as atividades de forma detalhada, é classificar as operações de *setup*, segundo as definições dadas de *setup* externo e interno.

c) Estágio 2 – Nesta etapa são realizados estudo que possibilitam converter ao máximo as operações de *setup* interna em externas para que possam ser realizadas em quanto a máquina estiver funcionando.

d) Estágio 3 – Na última etapa são realizados estudos para eliminar os desperdícios a fim de otimizar os tempos de preparação tentando eliminar algumas operações.(SANTOS; WISK; TORRES, 2009)

Na figura 7, são ilustrados os quatro estágios conceituais envolvidos em melhorias de *setup* propostos por Shingo.

Figura 7– Estágios conceituais para a melhoria de *setup*



Procedimentos de setup: passos básicos	Estágio 0		Estágio 1		Estágio 2		Estágio 3	
	TPI	TPE	TPI	TPE	TPI	TPE	TPI	TPE
Preparação e verificação funcional das matérias-primas, ferramentas e dispositivos de fixação	~~~~~			~~~~~		~~~~~		~~~~~
Fixação e remoção de matrizes, lâminas, etc.	■		■		■	~~~~~	■	
Centragem, dimensionamento, estabelecimento das condições operacionais	■		■		■	~~~~~	■	~~~~~
Processamento de teste, ajustes	■		■		■		■	
Total	■~~~~~		■~~~~~		■~~~~~		■~~~~~	

Fonte: Shingo (2000, p. 49).

A revisão bibliográfica apresentada servirá de fundamentação teórica para esta investigação, cujo objetivo é o de desenvolver uma metodologia de melhoria contínua para a redução de tempo de preparação de máquina utilizando o método *SMED* na empresa produtora de componentes eletrônico.

METODOLOGIA

Este estudo é classificado como uma pesquisa ação, com abordagem quantitativa, pois de acordo com Turrioni e Melloni “a pesquisa ação é um método quantitativo de abordagem de problemas, que cobre muitas formas de pesquisa orientada para a ação” (Turriane e Mello, 2012). “Na pesquisa-ação, o termo pesquisa se refere à produção do conhecimento e o termo ação, à uma modificação intencional de uma dada realidade”. (MELLO et al., 2012, p. 2). “Quanto ao delineamento, trata-se de um estudo de caso porque possui uma metodologia de pesquisa aplicada na prática, com o objetivo solucionar problemas”. (BOAVENTURA apud PROVDANOV; FREITAS, 2013, p. 60). “O estudo de caso consiste em coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, a fim de estudar aspectos variados de sua vida, de acordo com o assunto da pesquisa”. (PROVDANOV; FREITAS, 2013, p. 60).

Os dados primários foram obtidos através de entrevistas não estruturadas com gestores da área de Engenharia de processo e Manufatura. Já os dados secundários foram coletados através dos relatórios de acompanhamento da aplicação da metodologia *SMED*, desenvolvido pelo grupo de estudos de melhoria contínua da linha de montagem de componentes eletrônicos da empresa estudada, e através da revisão de literatura sobre o tema.

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos a partir da implementação do *SMED* na empresa estudada.

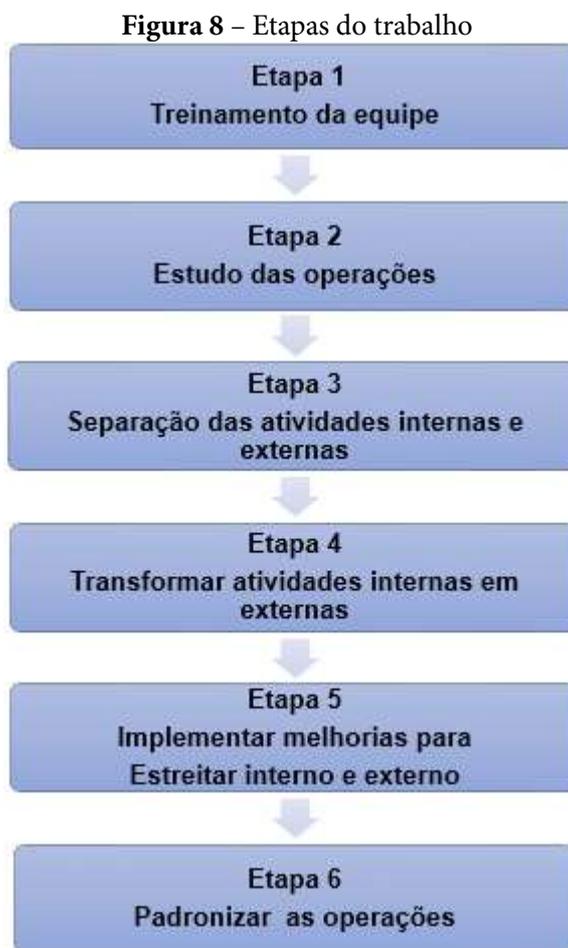
ANÁLISE DE RESULTADOS

A metodologia *SMED* foi implementada em uma das linhas do setor de *Driver* (produção de equipamentos de som automotivos). Esse setor é composto por três linhas de montagem e duas divisões de componentes. A linha escolhida para aplicação da metodologia foi a de número 4, devido à sua elevada demanda, diversidade de modelos e o grande número de *setup*. Nessa linha são realizados em média seis *setup* por dia, o que justifica a implementação da metodologia *SMED*.

A seguir, serão exibidas as etapas de desenvolvimento desse estudo de caso.

Etapas de implementação

As etapas do trabalho foram baseadas na metodologia *SMED* propostas por Shingo, conforme mostrado na Figura 8.



Fonte: Elaborada pela autora (2019)

Na sequência serão apresentadas cada uma das etapas de desenvolvimento do trabalho, que teve duração de um ano, no período de outubro de 2018 a outubro de 2019, bem como os resultados gerados.

Treinamento da Equipe

A definição da equipe é um dos fatores fundamentais para o sucesso do projeto. Algumas características são importantes na equipe como, capacidade de liderança, conhecimento do processo e autonomia. Para desenvolvimento do trabalho, foi criado um grupo multidisciplinar constituído por quatro operadores de produção que atuam na linha de montagem, dois analistas de processo, dentre os quais a autora dessa pesquisa, e uma auditora da qualidade.

Após definida a equipe de melhoria, a primeira etapa do trabalho consiste em treinar os membros dessa equipe. Na etapa subsequente foi realizado um estudo detalhado de cada uma das operações, o qual exigiu uma análise de cada um dos doze postos que a compõe. A linha em questão é dividida em reparo (parte substituível do produto) e produto (produto final). A linha reparo é composta por cinco postos e a linha produto por sete postos.

Situação atual

Para o estudo das operações primeiramente foi realizada a filmagem de todo o processo de *setup*, seguida de cronoanálise. A tomada de tempo pode ser observada na figura 9.

Figura 9 – Folha de observação de tempo de *setup*

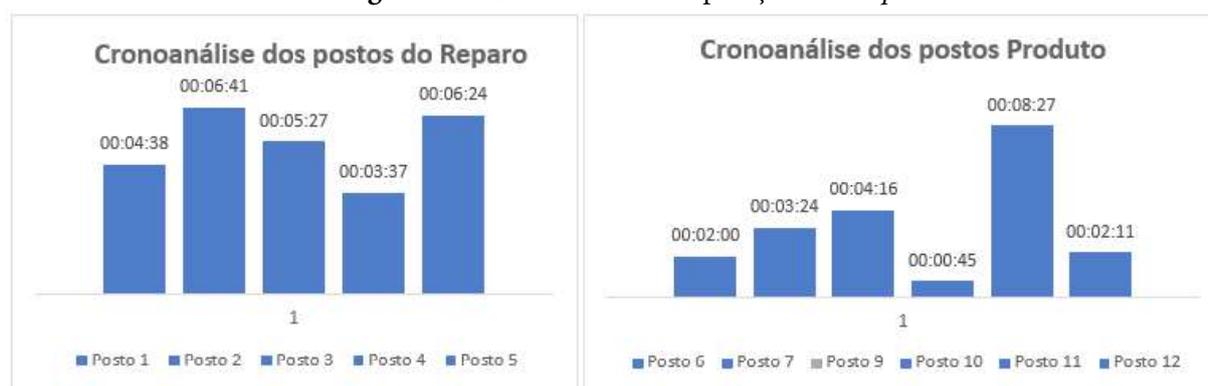
FOLHA DE OBSERVAÇÃO DO TEMPO DE SETUP - POSTO 4										REG732	
										REV. 01	
Atividade	Descrição da Atividade	Tempo no Início da Atividade	Tempo no Final da Atividade	Anterior		Posterior (Heduzir I)		Posterior (Heduzir E)		Observações	
				Tempo da atividade	Tipo Setup Interno	Tempo da atividade	Tipo Setup Externo	Tempo da atividade	Tipo Setup (E#)		Tempo da atividade
1	Arrastar cadeira	00:01:00	0:01:01	0:00:01	I	0:00:01		0:00:00		0:00:00	
2	Levantar-se	0:01:01	0:01:04	0:00:03	I	0:00:03		0:00:00		0:00:00	
3	Limpar utensílios	0:01:04	0:01:06	0:00:02	I	0:00:02		0:00:00		0:00:00	
4	Largar fio de solda	0:01:06	0:01:08	0:00:02	I	0:00:02		0:00:00		0:00:00	
5	Limpar utensílios	0:01:08	0:01:12	0:00:04	I	0:00:04		0:00:00		0:00:00	
6	Largar utensílios	0:01:12	0:01:13	0:00:01	I	0:00:01		0:00:00		0:00:00	
7	Pegar pano	0:01:13	0:01:14	0:00:01	I	0:00:01		0:00:00		0:00:00	
8	Pegar gabarito	0:01:14	0:01:15	0:00:01	I	0:00:01		0:00:00		0:00:00	
9	Retirar gabarito	0:01:15	0:01:17	0:00:02	I	0:00:02		0:00:00		0:00:00	
43	Soldar peça (lado 2/2)	0:04:31	0:04:34	0:00:03	I	0:00:03				0:00:00	
44	Girar gabarito com peça	0:04:34	0:04:35	0:00:01	I	0:00:01				0:00:00	
45	Retirar peça do gabarito	0:04:35	0:04:36	0:00:01	I	0:00:01				0:00:00	
46	Largar peça B na esteira	0:04:36	0:04:37	0:00:01	I	0:00:01				#REF!	
				0:03:37		0:03:37		0:00:00			

Fonte: Empresa (2019)

A terceira etapa é uma das etapas mais importantes, pois está relacionada à separação das atividades internas das externas, ou seja, as atividades que não podem ser realizadas com a linha em funcionamento das que podem. É nesta etapa que se pode ter os maiores ganhos, sem nenhum investimento. Com o levantamento dos dados, notou-se que todas as atividades realizadas com a máquina parada.

A figura 10 mostra o tempo de *setup* de cada posto de trabalho.

Figura 10 – Cronoanálise da operação de *setup*



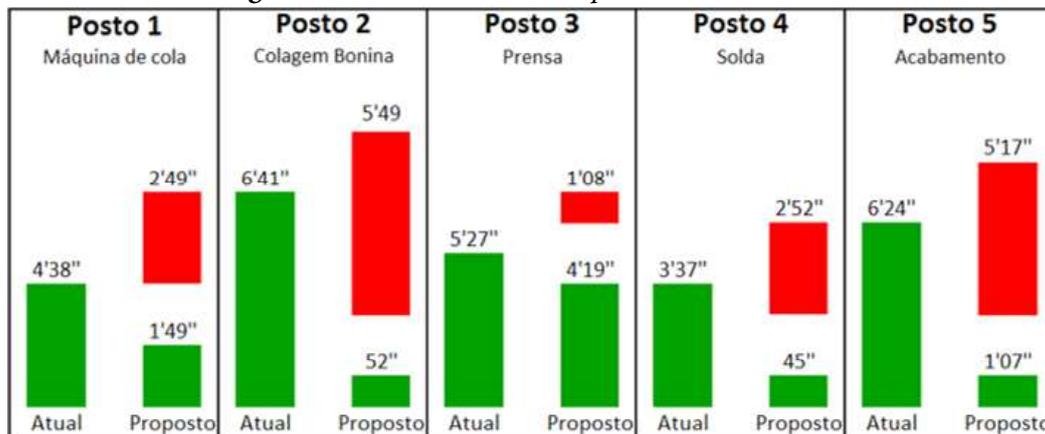
Fonte: Elaborada pela autora (2019)

Observando os gráficos é possível constatar o desbalanceamento da linha, uma vez que o posto mais rápido leva em torno de quarenta e cinco segundos e o posto gargalo demora em média oito minutos para realização do *setup*, isso significa tempo de espera dos postos como menores tempo de *setup*.

Na etapa quatro, foi feita uma análise pormenorizada para os setups internos serem convertidos ao máximo em *setups* externos, cada detalhe das operações deve ser observado, a fim de analisar os elementos

e transformá-los em externos, ou seja, as atividades devem ser executadas sem a necessidade de parar a máquina. A figura 11 mostra os tempos após estudo.

Figura 11a – Conversão dos *setup* interno em externo

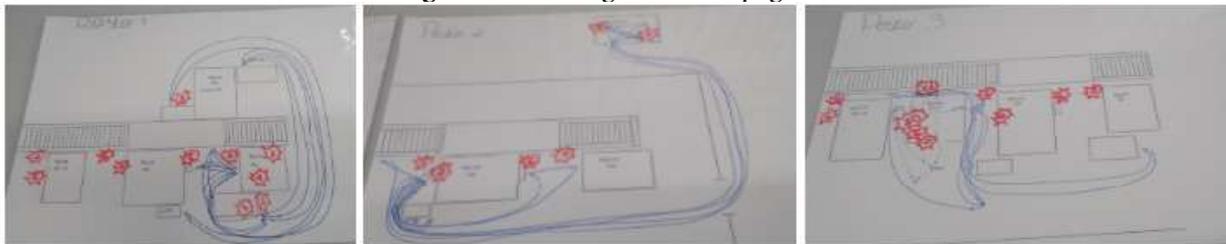


Fonte: Empresa (2019)

Somente com a conversão dos *setup* internos para externos, já é possível uma redução significativa nos tempos de troca de lotes.

Para auxiliar a evidenciar as perdas presente no processo foi utilizado o diagrama de espaguete, representada pela figura 11.

Figura 11b – Diagrama de espaguete

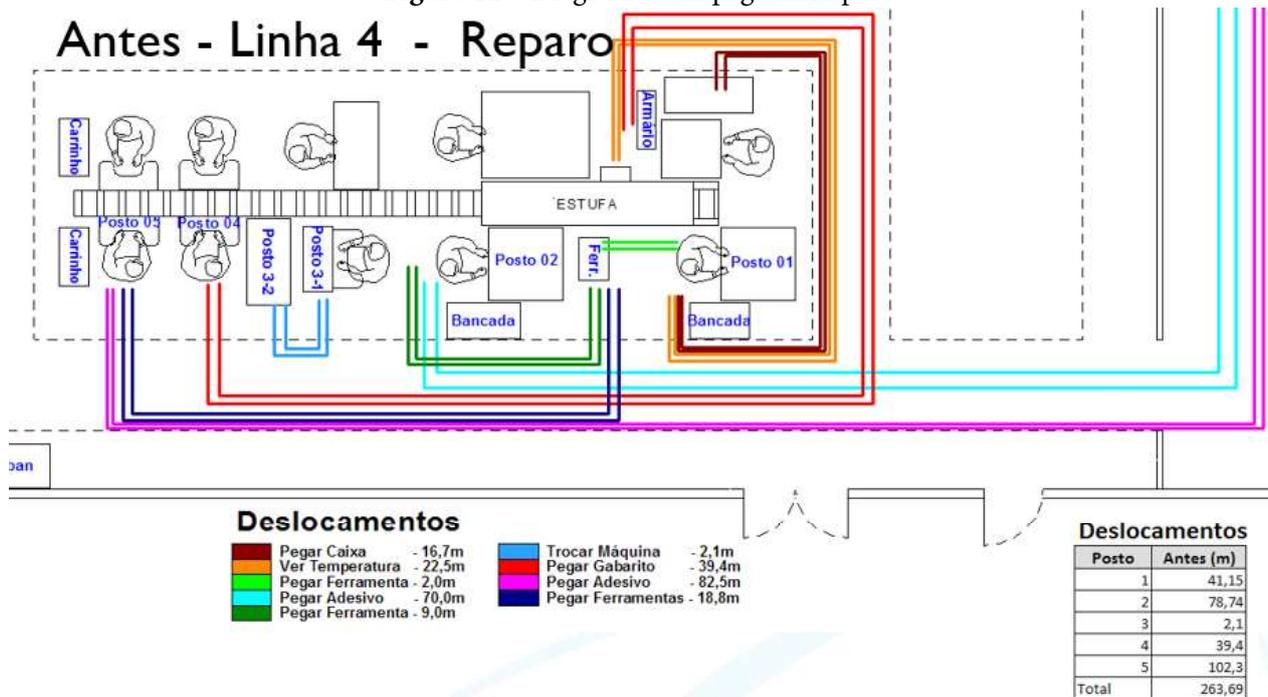


Fonte: Empresa (2019)

O diagrama de espaguete, demonstrar graficamente o percurso realizado pelo operador durante o processo de *Setup*. Sua finalidade é auxiliar a propor melhoria para reduzir ou eliminar as caminhadas desnecessárias.

As figuras 12 e 13 representam as movimentações de todos os postos para realização de cada *setup*.

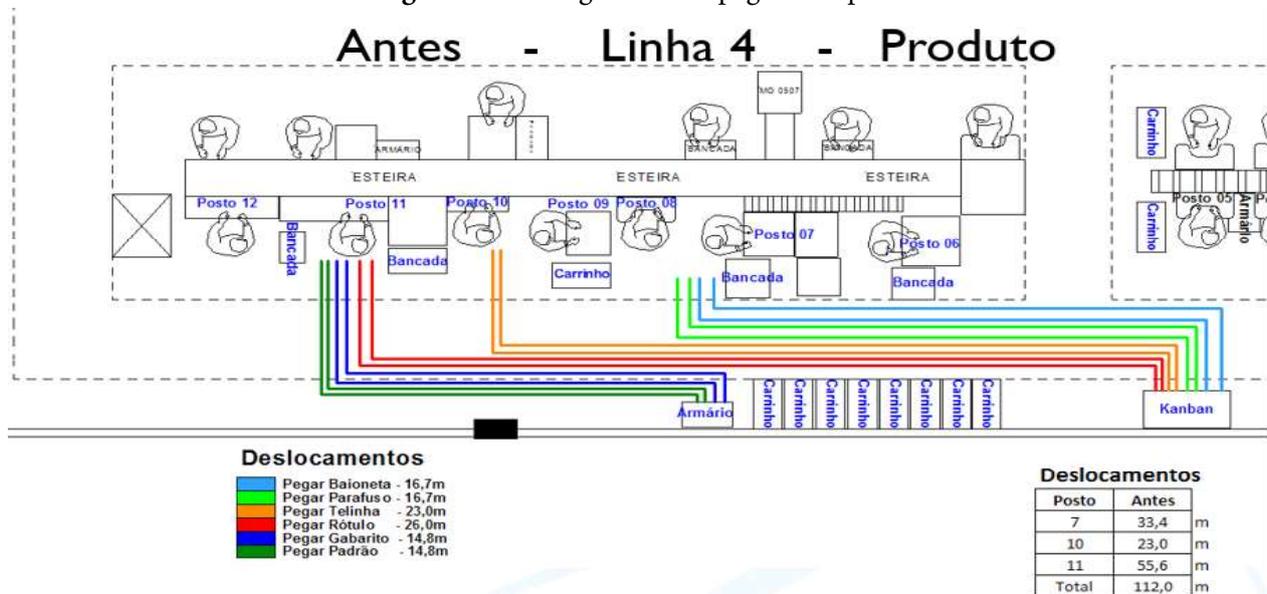
Figura 12 – Diagrama de espaguete Reparo



Fonte: Empresa (2019)

A distância total percorrida para realização do *setup* dos postos da linha reparo era de aproximadamente 263,69 metros.

Figura 13a – Diagrama de espaguete Reparo



Fonte: Empresa (2019)

Enquanto na linha produto os operadores se deslocavam em média 112 metros para troca de lote.

Na etapa seguinte o objetivo é estreitar as atividades internas e externas, isso é possível através de melhorias pontuais. Nesta fase é elaborado um plano de ação conforme figura 13, onde todas as oportunidades melhorias são listadas e analisada a sua viabilidade para execução de cada uma das ações.

Figura 13b – Plano de ação

PLANO DE AÇÃO						REF:474 REV:04
Item	Descrição da Não Conformidade	Processo Detectado	Ação de Melhoria	Prazo p/ Implementação	Responsável	Situação
1	Caixa não cabe abaixo da mesa	Posto 1	Ver a viabilidade de aumentar o espaço da mesa.	01/12/2018	Simone/ Antonio	Concluído
2	Correia da máquina sem proteção	Posto 1	Realizar o enclausuramento da correia.	01/12/2018	Simone	Concluído
3	Panel de temperatura difícil acesso	Posto 1	Ver a viabilidade de incluir termômetro na estufa.	23/11/2018	Antonio	Concluído
4	Difícil acesso para tirar ar da máquina	Posto 1	Instalar registro e sistema de vazão na regulagem no aplicador do adesivo.	23/11/2018	Giovani	Concluído
5	Dificuldade de comunicação no setup, entre os operadores do P03 e P01.	Posto 1	Instalar sistema de andon - Acionamento no P03 astartando setup para o P01.	13/05/2019	Antonio	Concluído
6	Dificuldade para pegar os anéis na bandeja	Posto 1	Fazer canais para facilitar a pega.	01/12/2018	Antonio	Concluído
7	Falta de espaço na máquina	Posto 1	Ver a viabilidade de substituir painel elétrico.	01/12/2018	Giovani	Concluído

Fonte: Empresa (2019)

O plano de ação deve constar o responsável por melhoria (*kaizen*) e definição do prazo para a execução da atividade.

Na sequência serão apresentadas algumas das trinta ações elencadas no plano de ação.

Kaizen

O plano de ação oportunizou trinta possibilidades de melhorias, as quais necessitaram pouco ou nenhum investimento. A seguir serão apresentados alguns dos *kaizen* que foram implementados.

A figura 14 mostra a melhoria realizada em um dispositivo, onde o dispositivo é retirado da magnetizadora a cada *setup* conforme o modelo do produto. Os furos facilitam a retirada da ferramenta.

Figura 14 – Dispositivo magnetizadora



Fonte: Empresa (2019)

A figura 15 ilustra o abastecimento do posto onde era necessárias duas operadoras para realizar o abastecimento da cuba de adesivo, pois a máquina precisava ser afastada para permitir o acesso a cuba.

Figura 15 – Sistema de exaustão

Fonte: Empresa (2019)

Após a melhoria, eliminamos uma operadora devido a parte traseira ser móvel, facilitando o acesso.

Outra sugestão de melhoria foi aproximar o controlador de temperatura, possibilitando a operadora realizar a leitura para iniciar o próximo lote, sem necessidade de sair do posto de trabalho.

Figura 16 – Controlador de temperatura

Fonte: Empresa (2019)

Durante o *setup* era preciso realizar a troca das prensas, onde a operadora necessitava desligar a máquina, desplugar a tomada, retirar a prensa do modelo “A” e puxar a prensa do modelo “B”, através da análise do grupo de melhoria, foi sugerido inverter o posicionamento das prensas, onde a operadora precisava somente virar a cadeira para iniciar o processo, além da mudança de *layout* foi instalado outra tomada viabilizando o pré aquecimento da máquina, conforme figura 17.

Figura 17 – Layout das prensas

Fonte: Empresa (2019)

No decorrer do estudo do grupo de melhoria, o mesmo observou diversar caminhadas em busca de ferramentas para realização do *setup*, então como sugestão para sanar o problema, foi instalado caixas de ferramentas devidamente identificada em todos os posto, como pode ser observado na figura 18.

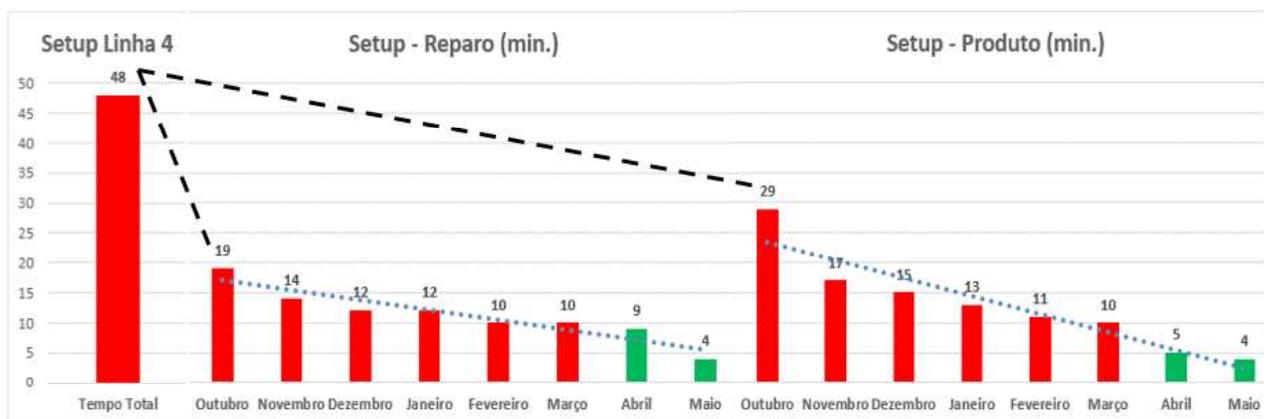
Figura 18 – Caixas de ferramentas



Fonte: Empresa (2019)

Após a implantação das melhorias, foi realizado uma nova filmagem para verificação dos resultados. A Figura 19 mostra o acompanhamento do tempo de *setup* após a implementação de todas as melhorias sugeridas.

Figura 19 – Acompanhamento do Tempo de *setup* da linha 4



Fonte: Empresa (2019)

É possível observar que com o decorrer da implantação das melhorias, houve uma redução gradativa dos tempos de *setup*.

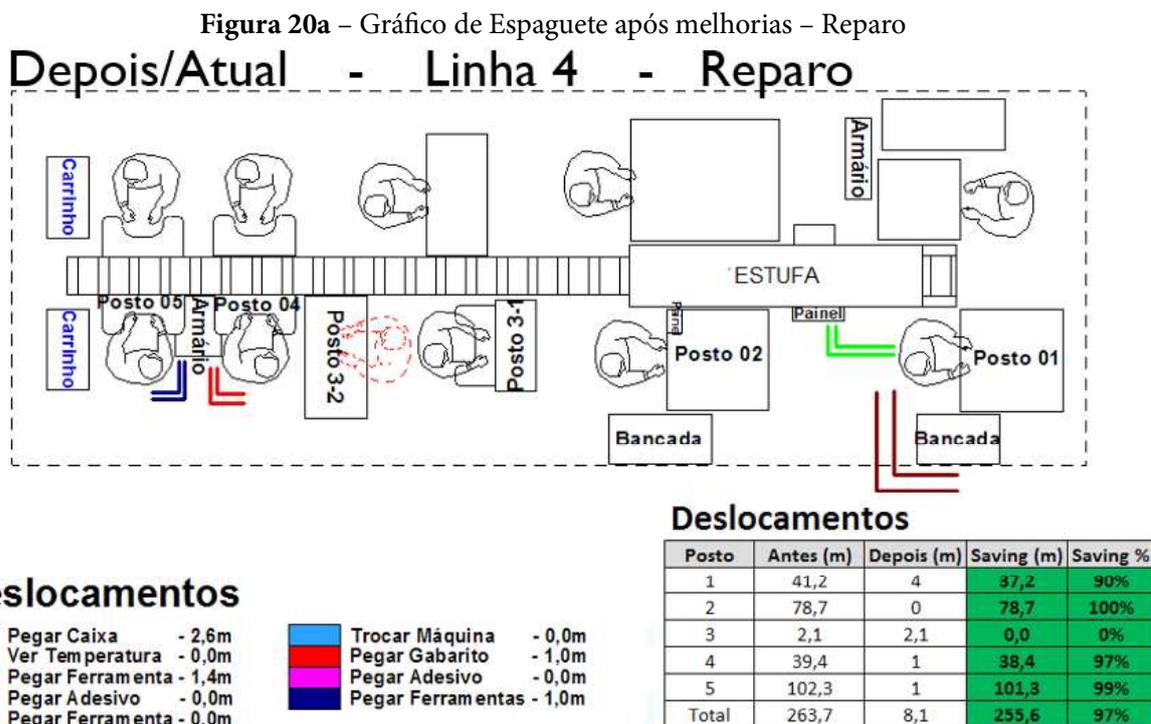
A sexta e última etapa do projeto consiste na padronização das melhorias que foram implementadas através de instrução de trabalho e treinamento dos demais operadores.

Os resultados alcançados a partir da utilização da metodologia de *Setup* serão apresentados a seguir.

Situação futura

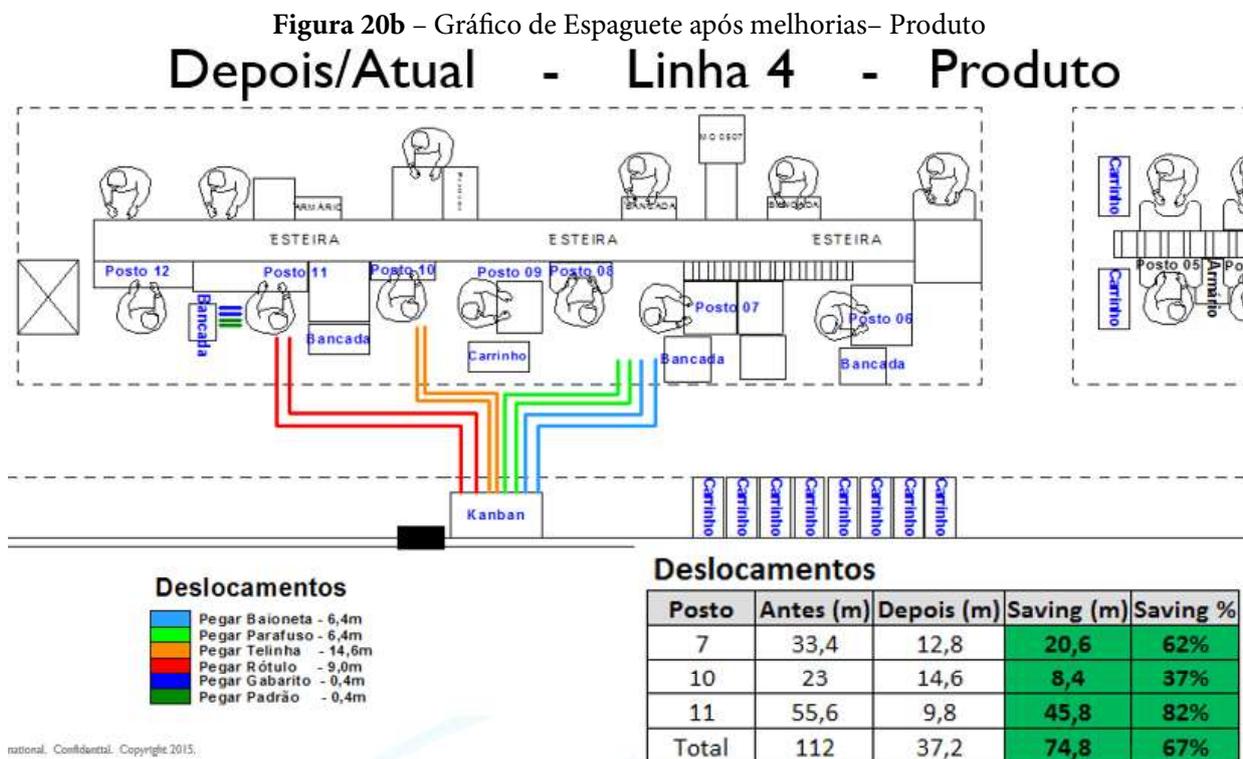
O investimento total do projeto foi de aproximadamente R\$800,00. Os resultados obtidos com a implementação da metodologia *SMED* são diversos. A movimentação desnecessária é uma das sete perdas

citada por Shingo. A redução do deslocamento das operadoras durante a operação de *setup* pode ser observada nas figuras 20 e 21.



Fonte: Empresa (2019)

A redução do deslocamento na linha reparo foi de aproximadamente 97%, e os ganhos na linha produto foram de 67%. Isso foi possível através da aproximação das ferramentas, gabaritos e dispositivos.



national. Confidential. Copyright 2015.

Fonte: Empresa (2019)

Os ganhos são maiores quando comparados aos tempos de redução de *Setup*, na linha reparo onde o tempo gasto é de dezenove minutos e o reparo de vinte e nove minutos. Atualmente o tempo gasto em ambas as linhas é, em média, de quatro minutos, uma redução de aproximadamente 83%. Ainda a respeito de ganhos quantitativos, podem ser mensurados a disponibilidade da linha ao ano de R\$66.000,00, e a redução de estoque que em média custa 80.000,00.

Como ganhos qualitativos, podem ser mencionados, a flexibilidade da linha o aumento da capacidade produtiva, índice de qualidade, ambiente de trabalho mais organizado, visando também as questões ergonômicas e de segurança do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo de caso foi possível concluir que a metodologia *SMED* pode ser implementada em empresas dos mais segmentos, sempre respeitando as particularidades de cada empresa e adaptando-se a ferramenta com a realidade da organização. Sua aplicabilidade é de fácil entendimento e baixo investimento.

Os fatores fundamentais para o sucesso do projeto dizem respeito à visualização do processo de maneira sistêmica e o entendimento de suas necessidades. Outro fator imprescindível é o engajamento da equipe de trabalho, bem como o apoio da alta gerência.

De acordo com o gerente de manufatura e processo da empresa analisada, a aplicação do *SMED* trouxe muitos benefícios, proporcionando ganhos como o aumento da disponibilidade das máquinas, a redução dos estoques e consequente diminuição dos custos associados aos mesmos, minimização da movimentação de colaboradores e aumento do mix de produtos. Já para a coordenadora da manufatura o trabalho realizado na linha de montagem trouxe contribuições expressivas para a eficiência operacional e organização da linha, além de melhorar o engajamento da equipe de trabalho na busca por melhoria contínua, proporcionando uma mudança cultural dos colaboradores envolvidos no projeto. É importante lembrar que qualquer mudança bem-sucedida deve ser padronizada para que possa ser transmitida para os demais colaboradores, garantindo, dessa forma, sua continuidade.

As considerações anteriores corroboram o que é mencionado na literatura consultada. Este estudo teve como maior limitação o fato de ter analisado a implantação da metodologia *SMED* em uma única empresa. Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se o estudo da implementação dessa ferramenta em um maior número de empresas.

REFERÊNCIAS

DENNIS, PASCAL. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GONZALEZ, RODRIGO V. D; MARTINS, MANOEL F. **Melhoria contínua e aprendizagem organizacional: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico**. *Gest. Prod.* [online]. v. 18, n. 3, p. 473-486, 2011.

IMAI, MASAOKI. **Gemba Kaizen: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria Contínua**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

LIKER, JEFFREY. K; FRANZ. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

- LIKER, JEFFREY. K; FRANZ, JAMES K. **O modelo Toyota de melhoria continua**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- MATIAS, RAFAEL. L; NUNAN, CAROLINA. Aplicação do conceito “Lean Manufacturing” para prestação de serviços de manutenção de aeronaves. In: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 4., 2014, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre, 2014.
- MONDEN, YASUHIRO. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MONTANO, THOMAS. S. **Troca Rápida de Ferramentas: Manual de aplicação, fatores críticos de sucesso e fatores críticos de insucesso**. Trabalho de Conclusão do curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2013.
- MOURA, REINALDO. A; BANZATO, EDUARDO. **Redução do tempo de setup troca rápida de ferramenta e ajuste de máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.
- PADILHA, CARLOS. M. C; ALBERTIN, MARCOS. R. A; SOUZA, FRANCISCO. J. S; CASTRO, CARLOS. H. C; DIOGENES, LEONIA. O. M. **Aplicação de um método de troca rápida de ferramenta (trf) em uma empresa de bebidas**. Enegep. Bento Gonçalves, 2012.
- PEREIRA, LUCAS. M. **Aplicação de troca rápida de ferramentas (TRF) em linhas de recebimento: um estudo de caso em uma indústria do setor sementeiro**. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.
- RODRIGUES, AMANDA. S.; BILHAR, BARBARA. M. A. Troca rápida de ferramentas: objetivos e Implantação. **TECHOJE: uma revista de opinião**, [2014?]. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/2059. Acesso em: 16/09/2019.
- SANTOS, JAVIER; WYSK, RICHARD. A; TORRES, JOSÉ. M. **Otimizando a produção LEAN**. São Paulo: Leopardo, 2009.
- SCHUCK, DIEGO. C. **Proposta de implementação do sistema de troca rápida de ferramenta em uma fábrica de tampas plásticas: estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de produção) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.
- SHINGO, SHIGEO. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Cidade: Bookman, 2000.
- SIMÔE, ROSICLER; ALLIPRANDINI, DÁRIO. H. Gestão da melhoria contínua: modelo de boas práticas e aplicação em uma empresa de médio porte. In: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza, 2006.
- TURRINI, JOÃO BATISTA; MELLO, CARLOS H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012.
- TURRINI, JOÃO BATISTA; MELLO, CARLOS H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, 2012.