

APLICAÇÃO DO *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* EM UMA MÁQUINA DE SOLDA PROJEÇÃO

APPLICATION OF SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE IN A PROJECTION WELDING MACHINE

Viviane Manuela Vale¹
Jorge Nei Brito²

RESUMO

A competitividade 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*) 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 máquina de solda projeção, onde o SMED foi aplicado, após identificação sistematicamente das perdas ocasionadas pelo tempo de *setup*.

Palavras-chave: Produtividade. Setup. SMED.

ABSTRACT

The competitiveness has been a challenge faced by organizations. Reducing losses, eliminating waste, and optimizing processes are all important factors in becoming big competitors and standing out in the marketplace. The SMED (Single Minute Exchange of Die) is a tool that reduces setup time and its implementation is extremely interesting because it interferes directly in the reduction of losses and wastes. The main objective of this work is to demonstrate that through a structured analysis and the correct use of tools and methodologies, the reduction of tool change time greatly increases the productivity of the process. The case study was in a projection welding machine, where the SMED was applied, after systematically identifying the losses caused by the setup time.

Palavras-chave: Productivity. Setup. SMED.

1 Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), MG; vale_viviane@hotmail.com

2 Pós-Doutor e Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); docente na Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), MG; brito@ufsj.edu.br

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 e mostrar como a redução do *setup* pode trazer benefícios às empresas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. 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.

1.2. *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.

1.3. 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.

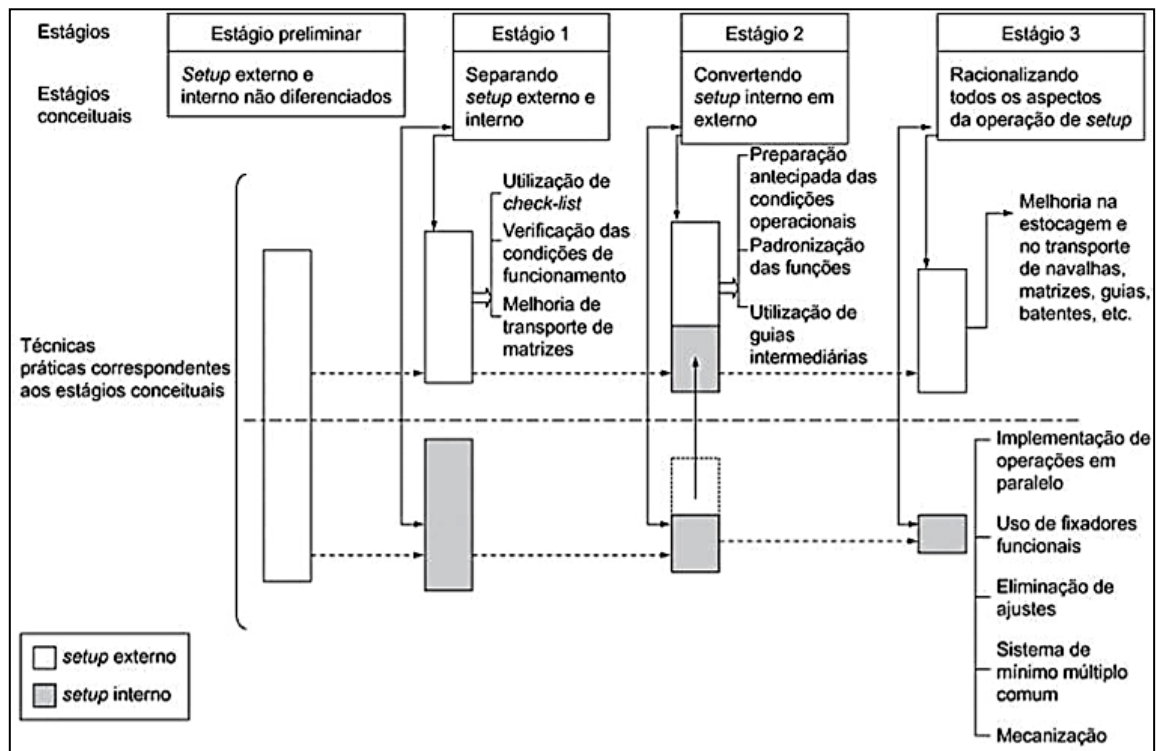


Figura 1 - Estágios conceituais e técnicas práticas

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.

2. METODOLOGIA

2.1. IMPLANTAÇÃO DO SMED

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.

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. A máquina teve 99 (noventa e nove) horas de paradas não programadas, das quais 74 (setenta e quatro) horas foram realizadas com *setup*.

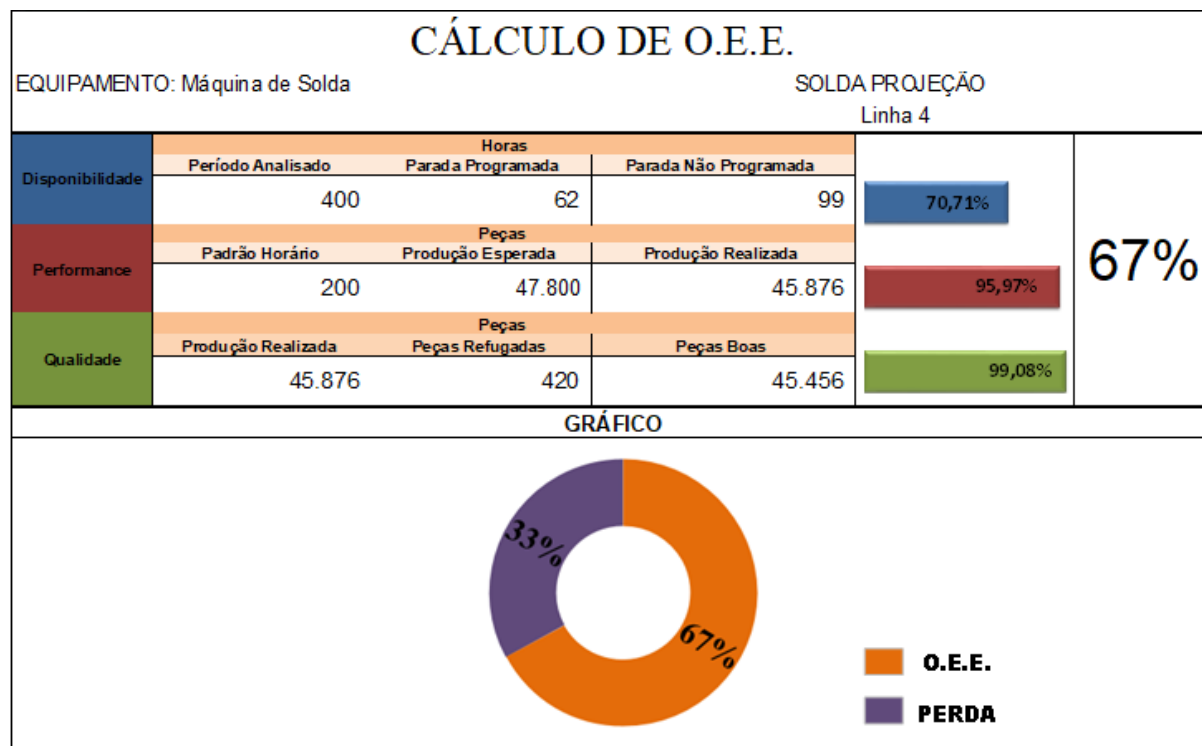


Figura 2 - Cálculo do OEE e percentagem de perda

Fonte: Os autores

2.2. 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.

2.2.1. Descrição do processo de *Setup*

O *setup* da máquina de solda 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.

2.2.2. 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.

2.2.3. Análise do Setup Realizado

Com auxílio das filmagens realizadas, foram listadas em um formulário todas as atividades desenvolvidas durante o processo de *setup*. 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*, o qual é utilizado um desenho do *layout* já existente e marcadas as rotas que cada colaborador segue, Figura 3. O *setup* era realizado por um único colaborador, o qual percorria 347 metros.

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.

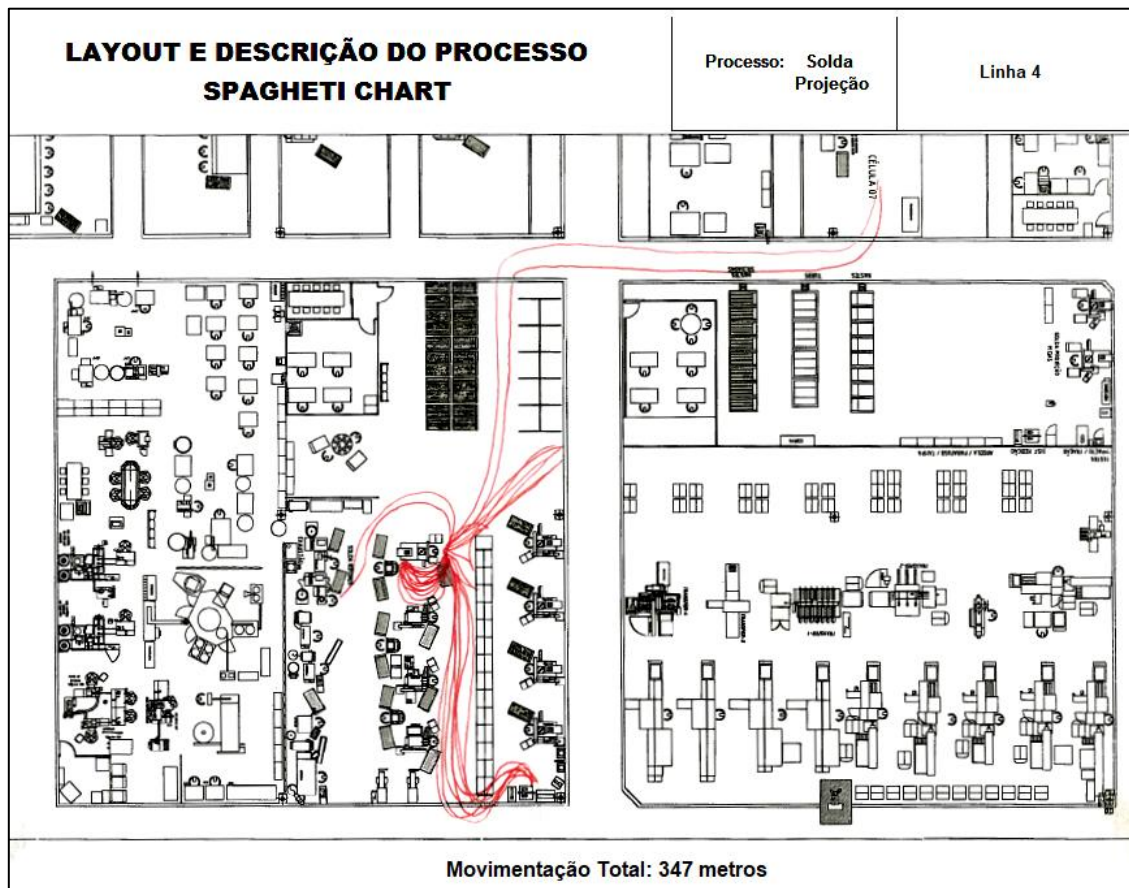


Figura 3 - Spaghetti Chart

Fonte: A Empresa

2.2.4. 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.

3. 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, das 37 (trinta e sete) atividades realizadas pelo operador, foi possível: transferir 5 (cinco) atividades de *setup* interno para *setup* externo, reduzir o tempo de 20 (vinte) atividades e eliminar 6 (seis) atividades, conforme Figura 4. Com a simplificação, adaptação e redução no tempo dessas 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 ferramentais.
- 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%.

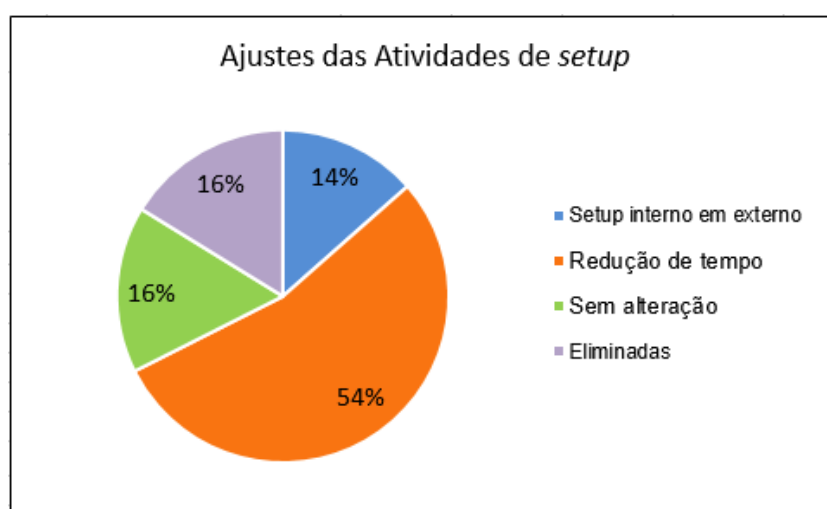


Figura 4 – Ajustes das atividades de *setup*

Fonte: Os Autores

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.

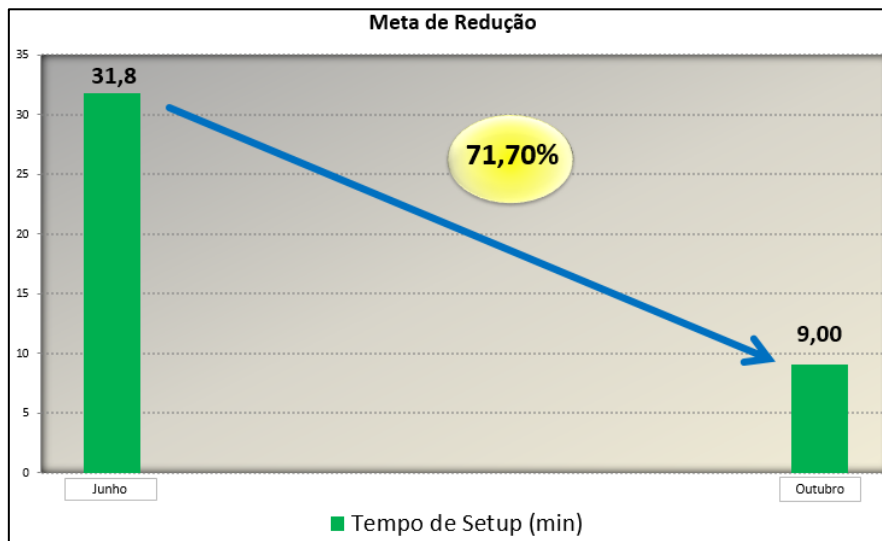


Figura 5 - Meta de redução de tempo de *setup* (minutos).

Fonte: Os autores.

4. 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 preparación**. 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. **Redução do tempo de *setup* em uma linha de ingredientes sólidos de uma fábrica alimentícia do Pim: estudo de caso**. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, Paraná, Brasil, 13 p., 2014. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_108_24573.pdf

ISERHARD, F.Z.; KIPPER, L.M.; MACHADO, C.M.L.; STORCH, L.A.; NARA, E.O.B. **Utilização da abordagem lean e da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor na identificação de desperdícios: um estudo de caso**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, Bahia, Brasil, 12 p., 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_WIC_177_013_22251.pdf

MAURÍCIO, T.B.; LEAL, F.; SOUSA, V.A.L. **Implementação do SMED em uma empresa de autopeças: um caso francês**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, Paraná, Brasil, 24 p., 2014. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_101_25196.pdf

MENEZES, E.G.; GABILLAUD, A.M.P. **Mapeamento do fluxo de valor: redução de perdas segundo os setes desperdícios do Sistema Toyota de Produção**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, Paraná, Brasil, 23 p., 2014. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_107_23479.pdf

MOREIRA, A. C.; GARCEZ, P. M. T. **Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in small to médium-sized enterprises: a Portuguese case study**. International Journal of Management. v. 30, p. 66-87, 2013.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Bookman, Porto Alegre, 150 p., 1997.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R., **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. 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 Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2. ed. Bookman, Porto Alegre, 291p., 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos.** Bookman, Porto Alegre, 327 p., 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 1. ed., Atlas, São Paulo, 525 p., 2006.

TUBINO, D.F **Sistemas de Produção: A Produtividade no chão de fábrica.** Bookman, Porto Alegre, 182 p., 1999.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel.** Elsevier, Rio de Janeiro, 332p., 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Elsevier, Rio de Janeiro, 408 p., 2004.

Recebido em 29.05.2019

Aprovado em 31.05.2019