

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE SETUP NA MESA DE FIXAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE SOLDAGEM POR ROBÔ

TEIXEIRA, Thiago Barbosa¹

SANTOS, Vanessa Mendes²

NEMER, Kelly (orientador)³

RESUMO

Este trabalho demonstra o desenvolvimento de um estudo de caso sobre a redução do tempo de *Setup*, o qual ocorre em uma mesa onde são fixados os dispositivos de soldagem por robô, utilizando uma ferramenta difundida no mundo, sendo conhecida como *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*).

No local ocorrido foi realizado levantamento de dados, filmagem do processo, *cronoanálise* e entrevistas com os responsáveis pelo mesmo, levantamento sobre a viabilidade econômica da implantação, sendo assim possível a empresa permitir as melhorias sugeridas de baixo custo que atendam suas necessidades, objetivando sempre a melhoria contínua e um maior rendimento com a eliminação dos desperdícios conforme o *Sistema Toyota de Produção*.

Palavras-chave: *Setup. SMED. Cronoanálise. Sistema Toyota de Produção.*

ABSTRACT

This work demonstrates the development of a case of study about the reduction of setup time which occurs in a table where are fixed the devices of welding by robot, using a tool diffused in the world, being known as SMED (Single Minute Exchange of Die).

In place occurred data collection, process filming, chronoanalysis and interviews with those responsible for the application, then enabling the company to allow the suggested low- cost improvements that meet their needs, always continuous improvement and greater efficiency with the elimination of wastes according to Toyota Production System.

Keyword: *Setup. SMED. Chronoanalysis. Toyota Product System.*

¹ Graduando em Engenharia Mecânica UNINORTE – E-mail: thiago.barbosa.teixeira@gmail.com

² Graduando em Engenharia Mecânica UNINORTE – E-mail: vanessamendes173@gmail.com

³ Mestre em Engenharia de Produção – E-mail: kcnemer@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Com a mudança no cenário do sistema produtivo, possuímos um sistema de produção puxada, Just In Time “[...] significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária.” (OHNO, 2006, p.13).

Ou seja, produzir somente o necessário na hora certa com o produto certo, segundo Kotler e Armstrong (2003, p. 475) “Atrair e reter clientes pode ser uma tarefa difícil. Hoje, os clientes têm à sua disposição uma grande variedade de escolha de produtos e marcas, preços e fornecedores”, isso acaba forçando a indústria a possuir uma gama de produtos para atender essa nova realidade, não sendo mais possível ou pelo menos não sendo economicamente viável, a criação de uma linha de produção exclusiva para cada novo produto desenvolvido.

O Brasil vive um novo momento econômico, pois está lentamente atravessando uma crise (BARBOSA FILHO, F. 2017). E são nesses momentos oportunos que a indústria naturalmente por um instinto de sobrevivência, busca intensamente uma redução no custo de fabricação, com intuito de reduzir o preço final do seu produto tornando-o mais atrativo e acessível. Uma das principais formas para reduzir esse custo de fabricação é a eliminação total ou parcial dos desperdícios.

O presente artigo vem com tema central à redução do tempo gasto nas operações de setup que é um tempo improdutivo, portanto um desperdício, aplicando o método SMED proposto por Shingo (2003) a qual afeta diretamente o índice de produtividade. Na empresa analisada o setup estudado ocorre na interrupção da produção necessária para as trocas de dispositivos de solda dentro da cabine do robô de solda, um tempo que somado ao fim do mês se torna muito significativo, portanto busca-se uma forma para aumentar a produtividade e consequentemente a eficiência da empresa na produção de seus variados componentes soldados para o polo de duas rodas, tudo isso com baixo investimento, definição e padronização de suas atividades e processos dentro do setup.

Para o entendimento do objetivo pretendido, este trabalho inicialmente aborda uma revisão bibliográfica apresentando alguns conceitos sobre Sistema Toyota de Produção, Just In Time e SMED.

Em sua continuidade são descritos os procedimentos metodológicos para o propósito que se pretende alcançar com o mesmo, seguido da aplicação da metodologia SMED, onde é demonstrada a situação inicial e também a final após as modificações e melhorias realizadas,

também são evidenciadas os resultados obtidos, mensurado o investimento e quanto tempo ele apresenta um retorno satisfatório.

E por fim as conclusões com as análises dos dados obtidos e quanto o que se pode esperar sobre a aplicabilidade da ferramenta abordada.

2 OBJETIVOS

1. Reduzir o tempo de setup, com a aplicação da metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die).
2. Analisar e definir um processo ideal, com indicações de possíveis melhorias de baixo custo de investimento com um retorno em curto prazo sobre decorrência do aumento da produtividade.
3. Eliminar desperdício e aumentar a flexibilidade da produção, por consequência um aumento no índice de eficiência da empresa, buscando continuamente sua sobrevivência no mercado, mantendo uma estrutura corporativa mais forte e competitiva.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistema Toyota de produção (STP)

Com o final da segunda guerra mundial o Japão se viu com uma produção baixa e escassez de recursos. Para conseguir competir com o mercado europeu e dos Estados Unidos era necessário fazer melhorias no seu sistema de produção (WOOD JR, 1992).

O STP teve seu início dentro da empresa Toyota Motors Company, montadora japonesa fundado em 1937. Surgiu na final da década 50, foi criado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Tem como objetivo eliminar desperdício, melhorar o aumento da eficiência e eficácia e fabricar produtos com qualidade (MAXIMIANO, 2005).

Para Ohno (2006), os pilares fundamentais do sistema toyota de produção são:

- Just in time (JIT)
- Automação do processo industrial (Jidoka)

Segundo Ohno (2006), just in time significa um processo de fluxo, a matéria prima ou produto alcançaram a linha de montagem somente no momento necessário e somente na quantidade necessária, ou seja, produzir somente o necessário na hora certa com o produto certo.

Automação de processo industrial consiste em dá autonomia para o operador ou máquina para parar o processo industrial sempre que houver uma anormalidade. Evitando assim os produtos defeituosos. O objetivo principal é o aumento da eficiência da produção (OHNO, 2006)

Ainda segundo Ohno (2006), o ideal para a ferramenta JIT e JIDOKA é produtor apenas o necessário, aumentando a eficiência da linha de produção combatendo o desperdício e reduzindo os níveis de estoque. Gerando assim uma redução de custos da empresa.

3.2 Setup

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 uma ferramenta ou reprogramação 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**.

Shingo (2006) define dois tipos de setup:

- Setup interno (SI) – São operações de setup onde só pode ser realizada com a máquina parada. Como por exemplo: remoção de matrizes.
- Setup externo (SE) – São operações de setup onde pode ser realizada enquanto a máquina estiver funcionando. Como por exemplo: o transporte de matrizes de estocagem a montagem ou no sentido contrário.

Dentro de uma produção deve-se evitar o máximo de desperdício por isso tempos que reduzir o tempo processo. Shingo (2003) sugeriu a transformação de atividades de SI em SE, para isso existem algumas técnicas de redução de tempo de setup, dentre eles temos o SMED (Single Minute Exchange of Die).

3.4 SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) traduzindo como troca rápida de ferramenta (TRF), refere-se à capacidade de realizar setup em um dígito de minuto. Mesmo que alguns processos não se possam realizar dentro do tempo estabelecido, ainda assim aplicando essa ferramenta o tempo é diminuído drasticamente (SHINGO, 2003).

O responsável pelo estudo e aplicações das técnicas do SMED foi o engenheiro industrial japonês Shigeo Shingo, famoso por suas habilidades de processos produtivos. Suas técnicas ficaram consolidadas em 1983 (SHINGO, 2003).

Durante seu estudo para a redução de tempos de setups, Shingo criou 8 técnicas que diminuem esses tempos, são elas:

- Separação das operações de setup interno e externo – Nessa etapa é identificada quais operações são realizadas com a máquina em funcionamento e quais obrigatoriamente devem estar com a máquina parada, detalhando quais operações são SI e SE (SHINGO, 2003).
- Converter setup interno em externo – Fazer essa conversão envolve uma análise crítica das atividades se setup interno e encontrar maneiras de converter esses SI em SE (SHINGO, 2003).
- Padronizar a função, não a forma – A padronização de funções e formas nas máquinas reduz os tempos de setups, porém padronizar a forma gera outros desperdícios. Como por exemplo: padronizar tamanhos de ferramentas e moldes pode gerar alto custo de investimento, já que seria padronizada em função do maior molde. Já na padronização da função permite que haja ferramentas com tamanhos ou condições diferentes, mas que sejam padronizados em condições de fixação e utilização (SHINGO, 2003).
- Utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos – essa técnica visa uso de mecanismos de fixação que fixam apenas com um movimento, evitando assim o desperdício de movimento e tornando o processo mais ágil e de fácil utilização (SHINGO, 2003).
- Usar dispositivos intermediários – Os usos de dispositivos padronizados podem eliminar algumas das esperas que acontecem devido ao reajuste do setup interno, com isso esse efeito positivo, de certa forma em grande parte, acaba eliminando alguma atividade (SHINGO, 2003).
- Adotar operações paralelas - Shingo (2003) ressalta que com apenas um operador executando as operações, muito tempo e movimento serão desperdiçados com o seu deslocamento em torno da máquina. Então colocando dois operadores para realizar a atividade simultânea é diminuído o tempo de setup em 50%.
- Eliminar ajustes – Segundo Shingo (2003), os ajustes são responsáveis por mais 50% dos tempos de setups interno. Esses ajustes devem ser eliminados ou realizados de maneira que seu tempo seja reduzido ao máximo.
- Mecanização - A TRF é uma abordagem analítica para a melhoria do Setup da qual a mecanização pode reduzir o tempo de Setup em um primeiro momento, mas não

irá remediar as ineficiências básicas de um processo de Setup mal planejado. É muito melhor mecanizar setups após sua total linearização com a aplicação dos princípios da TRF. A mecanização só será utilizada depois que todas técnicas anteriores forem implementadas. Grandes ganhos são conseguidos com as técnicas anteriores, não necessitando da mecanização em primeiro momento (SHINGO, 2003).

3.4 Cronoanálise

É uma ferramenta usada do meio industrial que visa a análise do tempo gasto para conclusão de cada processo, ou seja, é uma ferramenta aplicada para cronometrar e estudar o tempo que uma pessoa leva para executar uma operação, em um processo industrial, levando em conta o tempo gasto do operador com suas necessidades fisiológicas e possíveis quebras de maquinários, entre outras coisas (OLIVER, 2009).

Segundo Oliver (2012), o uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que está acontecendo no processo produtivo. É uma ferramenta que evidencia os pontos importantes para uma amostragem de tempos.

Conforme Barnes (1977), o processo é enumerado por 7 passos, são eles:

- Obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo. De acordo com Costa Junior (2008), essa etapa consistiu em compreender o funcionamento do processo.
- Dividir a operação em elementos. Segundo Costa Junior (2008), nessa etapa é permitido determinar o tempo padrão gasto para cada elemento, bem como identificar os movimentos desnecessários e demais falhas existentes no processo.
- Observar e registrar o tempo gasto pelo operador. O tempo real utilizado pelo operador é medido com um cronômetro. Existem dois métodos principais para a realização a leitura do cronômetro é: leitura contínua e leitura repetitiva (BARNES, 1977).
- Determinar o número de ciclos a serem cronometrados. O número de ciclos a serem cronometrados vai depender do grau de precisão (SILVA; COIMBRA, 1980).
- Avaliar o ritmo do operador. O ritmo é o fator que mede a influência dos componentes habilidade e esforço na produtividade da operação. O esforço é definido como a quantidade de trabalho que o operador pode oferecer. Já a habilidade é o que o operador traz para o trabalho como potencial próprio, que irão

dependem de fatores como : experiências, inteligência, poucas interrupções e hesitação durante o trabalho (MIRANDA, 2009).

- Determinar as tolerâncias. Quando ocorrem as interrupções para descanso, necessidades pessoais e outros motivos classificam-se as interrupções como: tolerância para fadiga, tolerância pessoal ou tolerância para espera. Não é possível esperar que uma pessoa trabalhe o dia todo sem interrupções, por isso é necessário determinar essas tolerâncias (BARNES, 1997)
- Determinar o tempo padrão para a operação. Geralmente a fabricação de uma peça depende da execução de uma sequência de operações. Conforme Barnes (1997), após se estabelecer um tempo padrão para uma tarefa, o operador deve executar a operação exatamente como especificada no registro do método padrão.

4 MÉTODO

Através do estudo sobre o sistema Toyota de produção foi possível identificar um dos desperdícios no processo produtivo, que seria o tempo de setup. Segundo Black (1998, p. 131), “tempo de setup é aquele decorrido desde a saída da última peça boa do setup anterior até a primeira peça boa do próximo”. Contudo, o tempo que a linha de produção fica parada, seja na preparação ou troca de modelos é considerado setup.

Para este artigo foi realizado um levantamento no período do mês de abril de 2018, do tempo de setup de todos os robôs de solda. Quantificado e através de um gráfico de Pareto, foi possível identificar o maior tempo improdutivo dentre os 25 robôs analisados.

Após essa análise e direcionamento do trabalho, utilizamos a metodologia SMED e o estágio preliminar de Shingo (2003), que significa o estudo detalhado das atividades, sem ainda diferenciar as atividades de setup externo e interno.

Utilizou-se da filmagem e a cronoanálise, que segundo Oliver (2012) é utilizado quando há necessidade de entender e melhorar o que está acontecendo. E com esse auxílio foi possível identificar e quantificar todas as atividades realizadas dentro do setup.

Segundo conforme proposto por Shingo (2003), o primeiro estágio é essencial, e o mais importante para a conquista do sucesso. Nesse estágio ocorre a segregação entre as atividades referentes aos dois tipos de setup. Nele são estudadas as atividades de movimentação, transporte e preparação das matrizes, no caso analisado os dispositivos. Objetivando a classificação de todas as atividades em internas e externas.

No segundo estágio, reavalia-se a separação das atividades de setup interno e externo, de modo que verifique se alguma foi erroneamente classificada e após isso, definir formas para que as atividades do setup interno sejam convertidas em setup externo (SHINGO, 2003).

Partindo para o racionamento das operações de setup, o terceiro estágio conforme Shingo (2003) se faz necessária uma análise criteriosa das atividades que compõe o setup, buscando melhorar essas atividades ou se possível elimina-las. Com o propósito de reduzir esse tempo improdutivo para somente um dígito de minuto, com padronização e definição das atividades e semi automatização de baixo custo de investimento.

5 APLICAÇÃO

A empresa na qual foi realizado esse trabalho, atua como fornecedora de componentes metálicos para o polo de duas rodas, não terá seu nome divulgado por questões de sigilo industrial.

A mesma é responsável pelo fornecimento de uma quantidade variada de componentes metálicos estampados e posteriormente soldados, sua estrutura na área de soldagem é composta por um pátio com um total de 6 células de produção com uma soma de 25 robôs.

Entre todos os 25 robôs disponíveis para realização do trabalho, a princípio foi realizado um levantamento do tempo total de setup, no período do mês de abril de 2018, e o robô de solda 21 apresenta o maior tempo de setup, conforme demonstrado na figura 1.

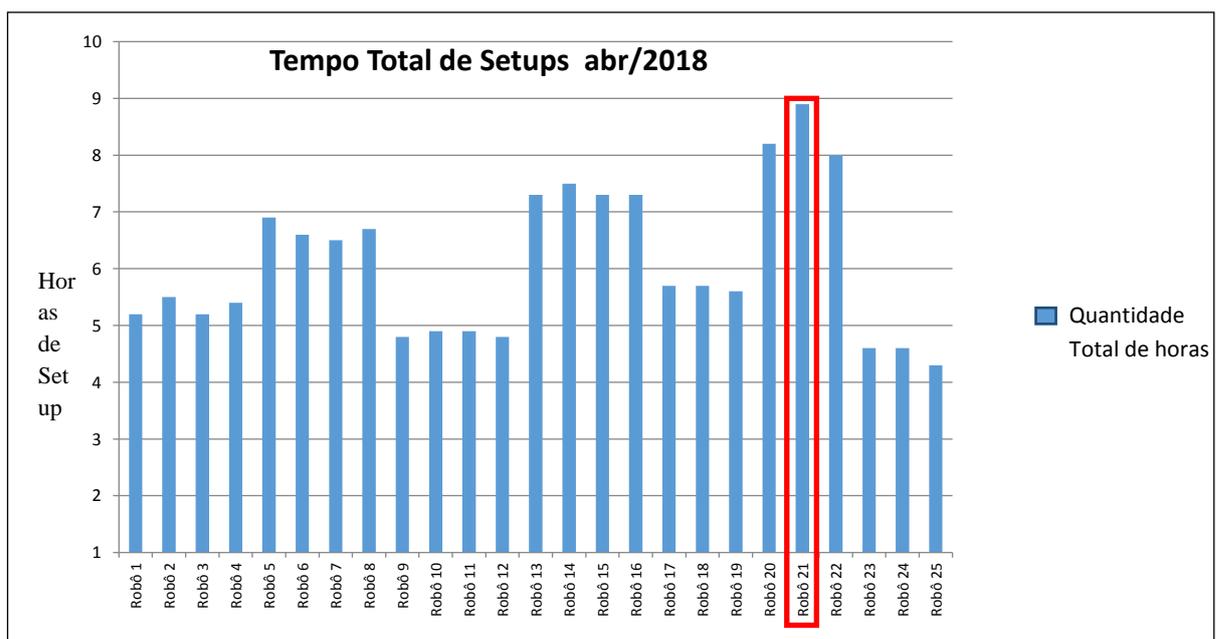


Figura 1 – Gráfico da quantidade de horas utilizadas para o setup no mês de abril de 2018
Fonte: Autor, 2018.

Desse modo foi realizado a sua escolha tendo em vista uma melhor oportunidade para que se tenha um resultado satisfatório quanto à aplicação da metodologia SMED.

No mês analisado, o robô de solda 21 obteve uma quantidade total de 18 setups, tendo uma variação no tempo entre 28 a 32 minutos, com uma média de 30 minutos para cada setup.

Para a aplicação do estágio preliminar dessa metodologia abordada, fomos auxiliados pelo processo de filmagem, facilitando a análise e definição das atividades, quanto ao tempo, cada uma participa no tempo total do setup, todas estão descritas na (TABELA 1).

Tabela 1 – Descrição das atividades realizadas no setup.

Nº	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	TEMPO
1	Desligamento das fontes de alimentação pneumática e elétrica	20s
2	Desparafusamento manual do dispositivo	255s
3	Retirada do dispositivo da mesa de setup para o carrinho plataforma	8s
4	Transporte do dispositivo para a prateleira	107s
5	Colocação do dispositivo na prateleira	62s
6	Retirada do dispositivo da prateleira	62s
7	Transporte do dispositivo para a cabine do robô de solda	107s
8	Transporte do dispositivo do carrinho plataforma para a mesa de setup	8s
9	Localização manual dos furos do dispositivo com a mesa de setup	29s
10	Parafusamento manual do dispositivo	285s
11	Ligação das fontes de alimentação pneumática e elétrica	20s
12	Programação do robô de solda	540s
13	Liberação da qualidade	300s
14	Processamento do 1º produto com qualidade	20s
TEMPO TOTAL DO SETUP		1823s

Fonte: Autor, 2018.

Logo após essa definição foi possível perceber que, toda a atividade de setup é realizada por apenas um colaborador, quando em alguns momentos necessitam-se de dois. Também foi visualizada a falta de organização e padronização das etapas do setup.

Essa prática desorientada gera um grande desperdício e vem se agravando ao longo do tempo, pois no princípio a empresa produzia uma pequena variação de produtos com maiores lotes de fabricação se comparado com os atuais, ou seja, existia no passado um número muito baixo de setups, ficando assim despercebido esse problema naquele momento.

Porém, nos dias atuais, existe uma gama de produtos somado a necessidade de um rápido atendimento ao cliente, na hora e quantidade certa, havendo então a necessidade de reduzir o tamanho do lote, que evita também o estoque desnecessário outro gerador de custo, e também com o passar do tempo à empresa agregou vários outros produtos. Com todas essas variáveis, automaticamente ocorreu um aumento significativo na quantidade de setups, ficando então evidente esse grande problema.

Aplicando o primeiro estágio da metodologia, percebeu-se que um dos fatores principais desse problema, é que todas as atividades listadas na tabela 1, são realizadas no formato de setup interno, ou seja, com a máquina parada. Para isso foram redefinidas as atividades relacionadas ao setup interno, com a necessidade da máquina parada e as atividades do setup externo as quais não necessitam parar o robô de solda, conforme demonstrado nas (TABELAS 2 e 3).

Tabela 2 – Descrição das atividades do setup interno.

Nº	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO SETUP INTERNO	TEMPO
1	Desligamento das fontes de alimentação pneumática e elétrica	20s
2	Desparafusamento manual do dispositivo	255s
3	Retirada do dispositivo da mesa de setup para o carrinho plataforma	8s
8	Transporte do dispositivo do carrinho plataforma para a mesa de setup	8s
9	Localização manual dos furos do dispositivo com a mesa de setup	29s
10	Parafusamento manual do dispositivo	285s
11	Ligação das fontes de alimentação pneumática e elétrica	20s
12	Programação do robô de solda	540s
13	Liberação da qualidade	300s
14	Processamento do 1º produto com qualidade	20s
TEMPO TOTAL DO SETUP INTERNO		1485s

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 3 – Descrição das atividades do setup externo.

Nº	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO SETUP EXTERNO	TEMPO
4	Transporte do dispositivo para a prateleira	107s
5	Colocação do dispositivo na prateleira	62s
6	Retirada do dispositivo da prateleira	62s
7	Transporte do dispositivo para a cabine do robô de solda	107s
TEMPO TOTAL DO SETUP EXTERNO		338s

Fonte: Autor, 2018.

Com esse estágio aplicado já foi possível uma redução de 23% do tempo de setup, praticamente sem custo algum, somente com a definição das atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

O próximo passo segundo Shingo (2003) é o estágio da reavaliação das atividades descritas nas tabelas 2 e 3, procurando se alguma atividade foi erroneamente classificada como setup interno, e procurar meios para transformar essas atividades em setup externo.

Observou-se que a atividade 13, liberação da qualidade, pode ser realizada com a máquina produzindo, porém, pelo risco de uma produção não conforme, o que acaba gerando outro custo, opta-se pelo custo-benefício. É preferível que o robô fique parado aguardando o

posicionamento da qualidade, quando ele não é favorável, o colaborador reprograma o robô, ajustando os parâmetros para que se realize uma nova inspeção da qualidade, até que ocorra a liberação, repete-se esse ciclo. De qualquer forma, a inclusão dessa atividade no setup interno é errônea.

Ela só acontece porque fica condicionada a programação do robô, pois é preciso memorizar todas as novas posições de soldagem que se perderam, pelo motivo que não é possível utilizar o mesmo programa já memorizado no robô, porque o dispositivo de solda não permanece exatamente na mesma posição de quando se foi retirado.

Isso ocorre por conta, que o sistema de fixação por parafusos (Figura 2) é ineficiente quanto ao posicionamento, sendo que, existe uma pequena folga entre o corpo do parafuso e o furo liso passante da base do dispositivo de solda, essa pequena folga de alguns décimos de milímetros, é o suficiente para mudar todo o posicionamento dos cordões de solda antes memorizados no programa do robô. Os quais deveriam ser inspecionados, para posteriormente serem liberados pela qualidade quando atenderem o especificado.

A atividade liberação da qualidade com duração de 300 segundos, deverá ser transformada de setup interno em setup externo, dessa forma com a aplicação do segundo estágio da metodologia seria possível uma redução de 35% do tempo inicial do setup.

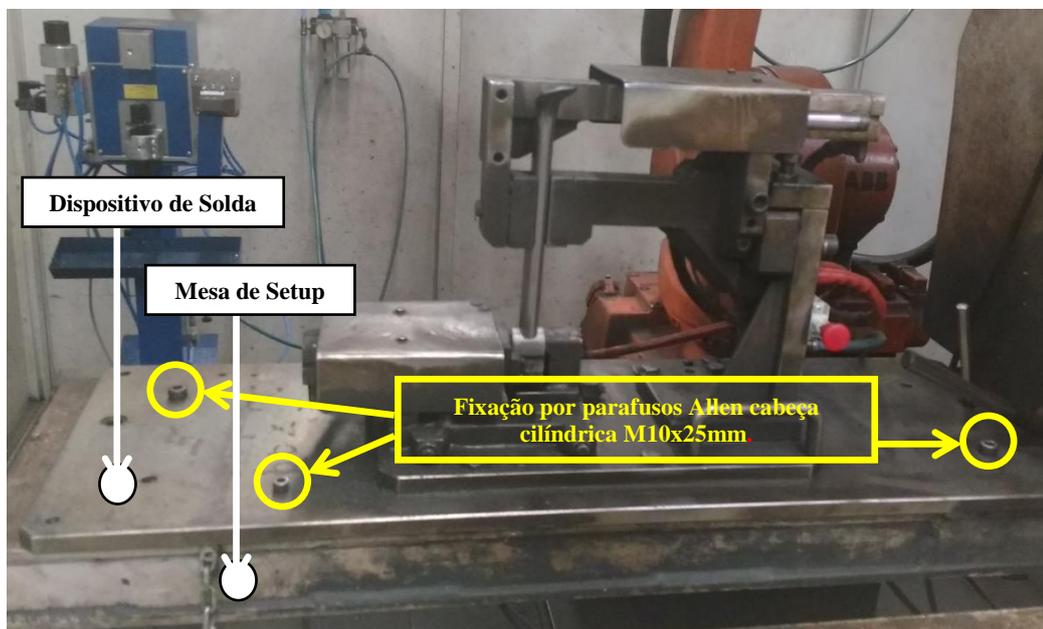


Figura 2 – Dispositivo de solda fixado na mesa de setup por parafusos Allen cabeça cilíndrica M10x25mm.

Fonte: Autor, 2018.

Nessa situação de transformação de setup interno em externo, para esse caso só foi possível passando para o próximo estágio da metodologia que segundo Shingo (2003), para que ocorra esse estágio, é de extrema importância uma análise minuciosa das atividades do

setup, buscando alguma que possa ser otimizada ou até mesmo eliminada com aplicação de melhorias.

Nesse último estágio da metodologia, foi proposto como melhoria, o projeto e confecção de um novo conceito da mesa de setup conforme figura 3, composto por um sistema de fixação pneumático, e ainda com guias limitadores, conforme figura 4, garantindo um posicionamento simples, prático e rápido, o qual garante exatamente o mesmo posicionamento de quando se retira o dispositivo de solda.

Dessa forma, conseguiu-se melhorar o tempo das atividades de fixação e localização do dispositivo, também como mérito foi possível eliminar a atividade de programação do robô, uma vez que sempre utiliza o mesmo programa, porque esse novo conceito garante o mesmo posicionamento. Pelo fato de ter sido padronizado os furos guias localizadores nas bases dos dispositivos de solda, sendo utilizado para trava e posicionamento através de pinos guias cônicos conforme figura 4, que garante uma precisão de posição de no máximo 0,05mm, abaixo da tolerância de 0,3mm para reprogramação do robô.

Sendo assim, é possível alterar a atividade da liberação da qualidade de setup interno para setup externo, pois dessa forma, a liberação da qualidade se faz com o robô já em produção, pois é somente uma confirmação do status da última produção.

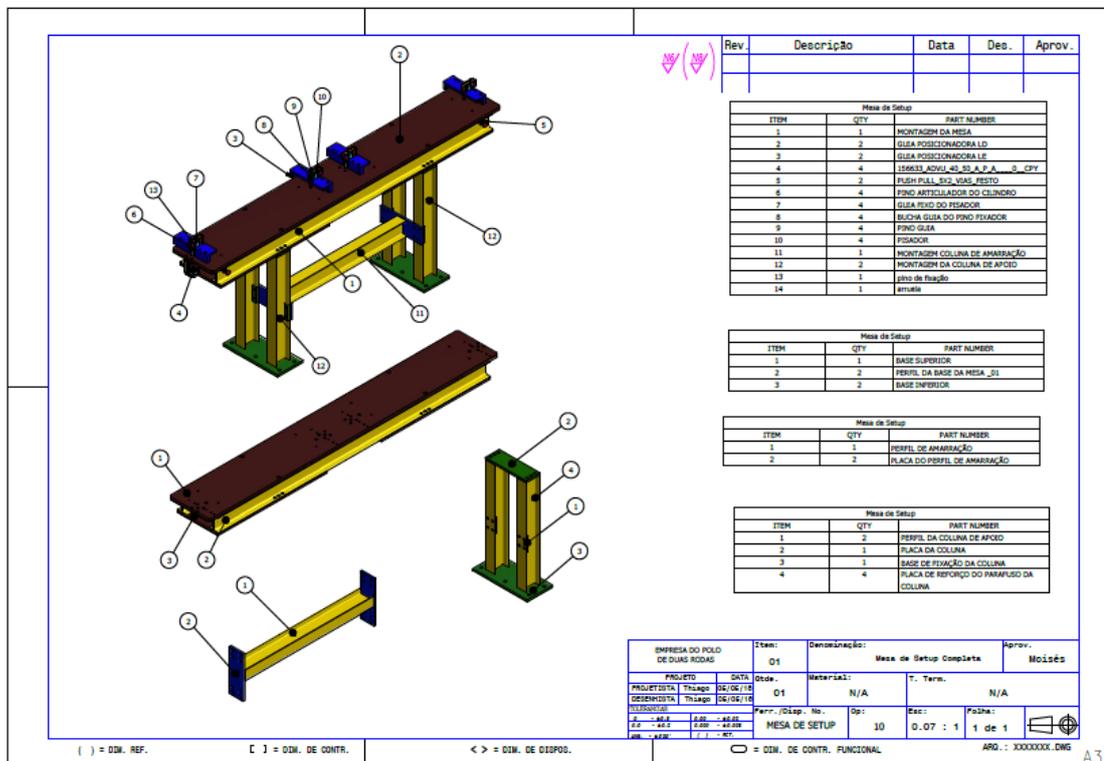


Figura 3 – Projeto da nova mesa de setup
Fonte: Autor, 2018.

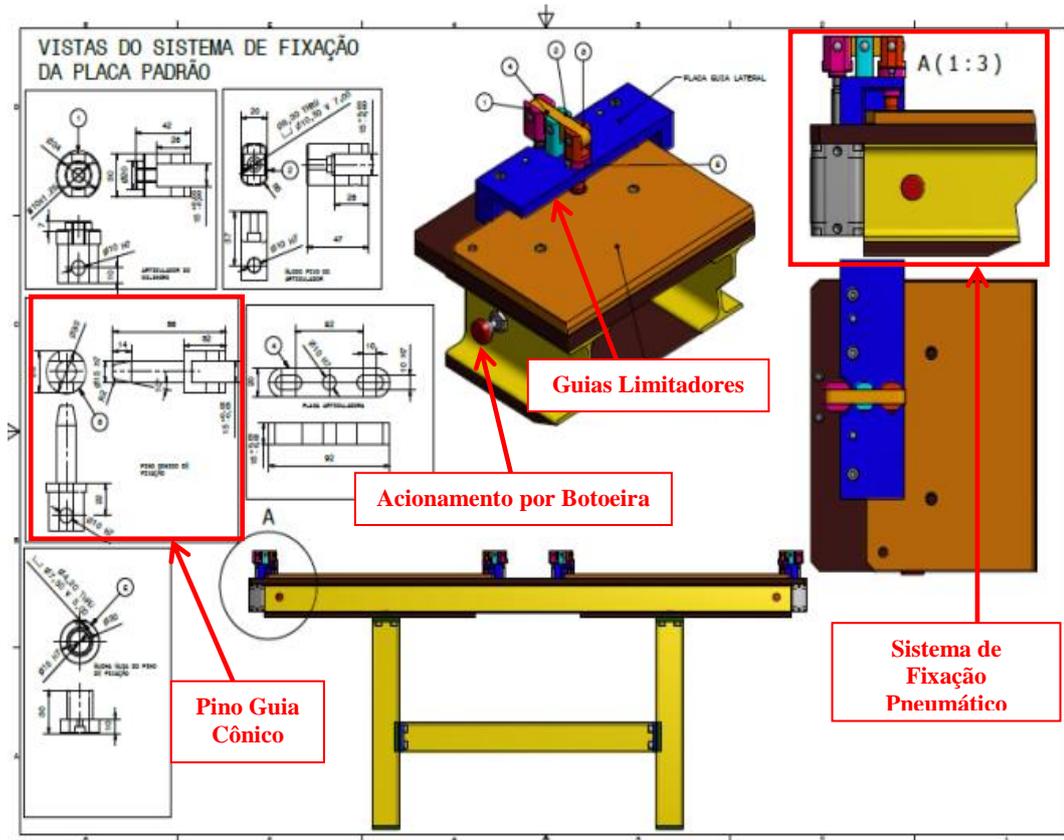


Figura 4 – Guias limitadores com sistema de localização e fixação pneumática
Fonte: Autor, 2018.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação da metodologia, foi possível reescrevermos as atividades realizadas no setup, bem como o tempo que cada uma partilha do quantitativo total. Logo após a implantação da nova mesa de setup (Figura 5) que custou R\$ 16,542,00, e a utilização de dois colaboradores trabalhando simultaneamente para realização das atividades 3, 4, 5, e 6 descritas na tabela 4.

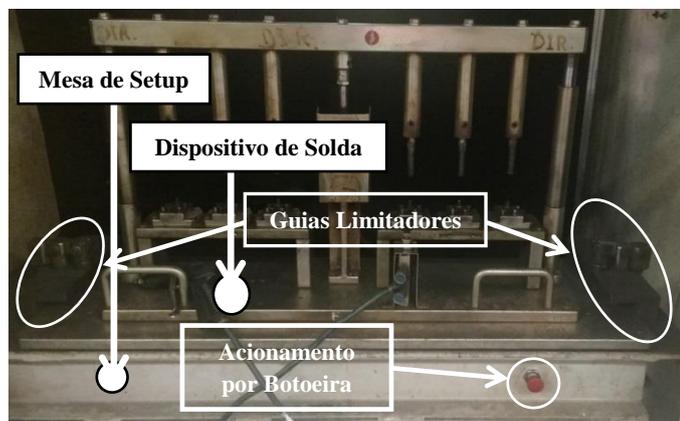


Figura 5 – Nova Mesa de Setup com dispositivo de solda fixado.
Fonte: Autor, 2018.

As atividades de setup ficam otimizadas, sincronizadas e despostas no formato, conforme está descrito nas tabelas 4 e 5. Sendo contabilizadas somente as atividades de setup internas, pois são elas que necessariamente paralisam a produção.

Tabela 4 – Descrição e tempo das novas atividades do setup interno.

Nº	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO SETUP INTERNO	Tempo 1º Operador	Tempo 2º Operador
1	Acionamento pneumático para desafixar o dispositivo	2s	--
2	Desligamento das fontes de alimentação pneumática e elétrica	20s	--
3	Retirada do dispositivo da mesa de setup para o carrinho plataforma	8s	Simultânea com as atividades 5 e 6
4	Transporte do carrinho plataforma para o lado da cabine	10s	Simultânea com as atividades 5 e 6
5	Transporte do 2º carrinho plataforma ao lado da cabine para a mesa de setup	Simultânea com as atividades 3 e 4	10s
6	Transporte do dispositivo do carrinho plataforma para a mesa de setup	Simultânea com as atividades 3 e 4	8s
7	Acionamento pneumático para fixação do dispositivo	2s	--
8	Processar o 1º produto	20s	--
TEMPO TOTAL DO SETUP INTERNO		62s	

Fonte: Autor,2018.

Tabela 5 – Descrição e tempo das novas atividades do setup externo.

Nº	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO SETUP EXTERNO	Temo 1º Operador	Tempo 2º Operador
9	Transporte do dispositivo para a prateleira	97s	--
10	Colocação do dispositivo na prateleira	62s	--
11	Retirada do dispositivo da prateleira	--	62s
12	Transporte do dispositivo para a cabine do robô de solda	--	97s
TEMPO TOTAL DO SETUP EXTERNO		159s	

Fonte: Autor,2018.

Com o primeiro estágio da metodologia foi possível uma redução de 23% do tempo total do setup inicial, já com a aplicação do segundo estágio esse tempo sofre uma redução de 35%. Isso praticamente sem custo algum, somente com a padronização, definição e conforme ressalta Shingo (2003), que as atividades executadas em setup interno, geralmente podem se convertidas em setup externo, depois de uma análise da sua realização.

Na aplicação do terceiro estágio, as melhorias surtiram efeitos muito acima do esperado, conseguiu-se melhoria em quatro atividades, com a inserção de um segundo colaborador, atuando simultaneamente com o primeiro, conforme treinamento e sincronização desenvolvidos dentro da própria empresa, com um ganho de 18 segundos dentro do setup interno.

E com o novo conceito da mesa de setup, foi possível melhorias, transferência e até eliminação de atividades realizadas dentro do setup, o setup interno atualmente é realizado em apenas 62 segundos uma incrível redução de 1761 segundos do tempo inicial, equivalente a 96,6% do tempo total.

6 CONCLUSÃO

O trabalho foi realizado em uma empresa fornecedora de componentes metálicos soldados, com intuito de diminuir o tempo de setup, que ocorre em uma mesa onde é fixo os dispositivos de soldagem por robô, utilizando o método SMED que vai além de uma teoria ou técnica, está intimamente ligado com uma nova forma de pensar e agir a respeito das atividades produtivas.

Aplicando dos estágios do SMED chegamos a semi automação de uma nova mesa de setup, com um investimento de R\$ 16,542,00. A nova mesa foi projetada, confeccionada e montada na própria empresa.

Esse novo conceito, eliminou o parafusamento manual, a localização dos furos, os ajustes, programação do robô e análise da qualidade com o robô parado. Com todas essas atividades eliminadas, conseguimos realizar o setup em apenas 62 segundos, uma incrível redução de 1761 segundos equivalente a 96,6% do tempo inicial.

O investimento apresenta um retorno em 1,6 meses, de acordo com os cálculos da empresa que não podem ser revelados, e isso representou um resultado extremamente satisfatório para empresa, a qual de imediato, já definiu um cronograma de implantação para todos os demais robôes, com um custo ainda menor, pois dessa vez a estrutura da mesa de setup que foi retirada será aproveitada.

Dessa forma, fica comprovada a eficiência da ferramenta SMED, e com um baixo investimento obtivemos um grande retorno, tanto financeiro, quanto na quantidade de horas disponíveis para a produção. Com este resultado sugere-se uma redução dos lotes de fabricação.

Com a diminuição do tempo de setup, a empresa conseguiu seu objetivo, de se tornar mais forte, flexível e competitiva no mercado, reduzindo o custo de fabricação, pois o custo do tempo de setup é diluído no tamanho do lote produzido.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, F. **A crise econômica 2014/2017**. Disponível em : < <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890006> > Acesso em : 08 de Mar de 2017.
- BARNES, R. M.. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**, Porto Alegre: Bookman, 1998.
- COSTA JÚNIOR, E. D. **Gestão em Processos Produtivos**. Curitiba: Ibplex, 2008.
- KOTLER, Philip e ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.
- MIRANDA, Douglas. **Os conceitos de “Tempo” na cronoanálise**. Artigonal diretório de artigos gratuitos. Disponível em: <<http://www.artigos.com/artigos/engenharia/producao> > Acessado em 23 maio 2009.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Shumacher – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman, 2006.
- SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**. São Paulo: Bookman, 2003.
- SHINGO, Shigeo. **Sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.