

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE SETUP: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NO SIMULADOR DE SOLDA DA FATEC CRUZEIRO – PROF. WALDOMIRO MAY

Autores

Leonardo Henrique de Castro Ferreira¹
Leônidas Magno de Moraes²
Luan Maycon da Silva³
Lucas Afonso da Silva Juvenal⁴
Pedro Henrique Coura Faria⁵

Resumo

O termo “tempo de setup” é definido como o tempo de preparação ou de troca de ferramentas de uma máquina. O alto nível de competitividade das empresas e a busca constante pelo aumento da produtividade e otimização dos processos faz com que este tempo de máquina parada seja considerado como desperdício. Neste sentido, é necessário que este tempo seja reduzido ao máximo com intuito de não prejudicar a produção e garantir a qualidade do processo. O termo "Tempo de Setup" foi utilizado pela primeira vez pelo consultor japonês Shigeo Shingo, que fora contratado pela Toyota para melhorar os processos da companhia. Anos mais tarde, Shingo criou um método denominado SMED (Single Minute of Die) que buscava otimizar ainda mais o tempo de troca de ferramentas. Este trabalho consiste no estudo e aplicação prática desse método nas máquinas simuladoras de solda da Fatec Cruzeiro. Busca-se com isso demonstrar os ganhos relativos a aplicação do SMED não somente nos simuladores, mas também atentar aos benefícios da aplicação do método, que pode ser aplicado nos diferentes sistemas de produção.

Palavras-chave: Tempo de setup. SMED. Simuladores de solda. Organização. Redução de tempo.

SETUP TIME OPTIMIZATION: APPLICATION OF THE SMED METHODOLOGY IN THE WELDING SIMULATOR OF FATEC CRUZEIRO - PROF. WALDOMIRO MAY

Abstract

The term "setup time" is defined as the time of preparation or tool change of a machine. The high level of competitiveness of the companies and the constant search for increased productivity and optimization of the processes means that this time of machine standstill is considered as waste. In this sense, it is necessary that this time be reduced to the maximum, in order not to hinder the production and guarantee the quality of the process. The term "Setup Time" was used for the first time by Japanese consultant Shigeo Shingo, who had been hired by Toyota to improve the company's processes. Years later, Shingo created a method called SMED (Single Minute of Die) that sought to further optimize tool

¹ Graduando em gestão da produção industrial pela Fatec Cruzeiro. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

² Mestrado em Engenharia Mecânica e docente na FATEC – Cruzeiro. E-mail: leonidas.morais@hotmail.com

³ Graduando em gestão da produção industrial pela Fatec Cruzeiro. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

⁴ Graduando em gestão da produção industrial pela Fatec Cruzeiro. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

⁵ Graduando em gestão da produção industrial pela Fatec Cruzeiro. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

change time. This work consists in the study and practical application of this method in Fatec Cruzeiro soldering machines. The aim of this work is to demonstrate the gains related to the application of SMED, not only in the simulators, but also to consider the benefits of applying the method, which can be applied in the different production systems.
Keywords: Setup time. SMED. Welding simulators. Organization. Reduction of time.

INTRODUÇÃO

A alta concorrência e a cobrança por melhores produtos e processos fazem com que as empresas busquem cada vez mais soluções para melhorarem seus procedimentos, obtendo assim maior eficiência e conseqüentemente um alto lucro. Neste sentido, todos os pontos passíveis de melhorias devem ser analisados.

Ao final da Segunda Guerra Mundial, a Toyota Motor Company, assim como todo o setor industrial do Japão, estava fragilizada e necessitava de uma reestruturação frente aos novos desafios. Para se manter competitiva, a empresa passou a buscar novas ferramentas e métodos para otimizar seus procedimentos. Neste contexto surgiu o que até hoje é considerado um modelo de produção eficiente, o STP (Sistema Toyota de Produção).

“Destá forma o Sistema Toyota de Produção (STP) quebrou paradigmas quando da busca pela excelência operacional. Antes disso, os sistemas produtivos eram suportados pela lógica da produção em massa, seguindo a lógica Fordista de Produção” (PALOMINO; LUCATO, 2016 apud PARABONI e OLIVEIRA, 2011, p.2).

Para ajudar nesta reestruturação, a Toyota contratou nesse período o consultor japonês Shigeo Shingo (1909–1990) com intuito de melhorar seus processos e otimizar sua produção. Uma das frentes de trabalho do consultor foi melhorar a eficiência na troca de ferramental das máquinas, já que o tempo de máquina parada é considerado com desperdício. A este tempo, Shingo (1985) atribui o termo setup. Anos mais tarde, ele desenvolveu o método SMED (Single Minute of Die), que visava otimizar ainda mais o tempo de setup das máquinas.

O objetivo deste trabalho é demonstrar os ganhos relativos à aplicação do método SMED nas máquinas simuladoras de solda da Fatec Cruzeiro. A aplicação do método no equipamento em questão visa melhorar a eficiência e otimização na realização das aulas práticas da instituição. A metodologia é composta por pesquisa em referencial teórico atualizado bem como nos referenciais clássicos sobre o tema. Como parte integrante do

trabalho, o método SMED será aplicado de forma prática em um dos simuladores de solda da instituição de ensino. Espera-se com isto reduzir o tempo de setup na máquina em até 50%. O presente trabalho será estruturado da seguinte forma: referencial teórico, em que serão abordados os principais autores ligados ao tema. Na Metodologia serão descritas de forma precisa todas as atividades de aplicação prática do trabalho. Em Resultados e discussão serão apresentados os dados relativos à aplicação prática descrita no item anterior e conclusão, fechando o trabalho e fazendo uma análise entre os resultados esperados e os resultados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SMED (Single Minute of Die)

Após a Segunda Guerra Mundial, a empresa japonesa Toyota Motor Company, que antes do conflito já detinha grandes parcelas de mercado no setor têxtil japonês e que durante os anos de guerra produziu carros e caminhões de combate, se viu a ponto crítico, com necessidade de seu “renascimento”. Uma das principais causas que a levaram a tal condição foi a baixa eficiência - característica das empresas nipônicas na época e um mercado fraco, com baixíssimo consumo e prejudicado pela situação de guerra (SOUZA; JUNIOR, 2018 apud LIKER, 2005; RESE, 2012)

Este renascimento foi alavancado por novos pesquisadores e principalmente por novas técnicas e metodologias de abordagens dos processos e do maquinário da empresa. Uma das abordagens feitas por Shigeo Shingo (1909-1990), consultor contratado pela Toyota, foi a questão da troca de ferramentas e preparação das máquinas.

Shingo (1985) realizou análises nestes tempos de troca de formatos, identificando que naquela etapa se encontravam alguns desperdícios que já estavam se tornando um gargalo no processo. O autor atribuiu o nome de setup ao tempo utilizado entre a produção da última peça, antes de uma troca da ferramenta, até o período necessário para que uma nova peça (de outro modelo) fosse produzida com qualidade. Segundo ele, o setup poderia ser classificado de duas formas: o setup interno, realizado com a máquina parada; e o setup externo, realizado enquanto a máquina ainda está em funcionamento (SILVA; SANTOS; HERRERA; FILHO; MARTINS, 2016).

É recorrente no meio industrial máquinas demandarem horas de setup, muitas vezes ultrapassando as horas reais de operação de um produto pela máquina (SOUZA; JUNIOR, 2018 apud FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003; MONDEN, 1984).

Dentro das ferramentas existentes, a abordagem tradicional, que visa à redução do tempo de preparação, é representada pela metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED), proposta por Shigeo Shingo (EMERECIANO; DANTAS; LOPES, 2017 apud BRAGLIA; FROSOLINI; GALLO, 2016b). A metodologia consiste em reduzir o tempo gasto em atividades que não possuem valor agregado. Isto pode ser alcançado realizando as atividades de preparação de máquina enquanto o equipamento está funcionando (SHINGO, 1985).

A metodologia SMED baseia-se em um conjunto de técnicas que possibilitam a preparação de máquinas no mínimo tempo possível, além de melhorar o processo de preparação e fornecer uma redução no tempo de preparação (EMERECIANO; DANTAS; LOPES, 2017 apud CAKMAKCI, 2009).

Shingo (2000) define quatro estágios básicos para a aplicação da metodologia SMED:

- **Estágio Inicial - estado em que setup interno e externo não se distinguem**

Caracterizado por ser a etapa que antecede as aplicações da SMED, estágio esse que compreende o setup definido por Shingo (2000) como “setup tradicional”. Nesse estágio as operações de setup interno e externo se confundem, ocorrendo, assim, atividades desnecessárias com a máquina parada, potencializando a expansão dos tempos. É no estágio inicial que deve ocorrer o estudo do chão-de-fábrica, analisando as condições do setup atual, realizando um estudo de tempos e movimentos das atividades executadas pelo (s) operador (es) (SOUZA; JUNIOR, 2018 apud DIAS et al., 2016).

- **Estágio 1 - separação das atividades de setup interno e externo**

É o estágio em que há a real distinção entre os tipos de setup. Quanto maior for a atribuição de atividades ao setup externo, menores serão os tempos de setup interno e, conseqüentemente, melhores os resultados obtidos (RESE, 2012). Shingo (2000) afirma ser essa a etapa mais importante dentre todas as demais, possibilitando uma redução de 30% a 50% nos tempos de setup interno. Nesse estágio, Shingo (2000)

apresenta três técnicas de auxílio à obtenção dos resultados: utilização de um check-list, verificação das condições de funcionamento e melhoria no transporte.

- **Estágio 2 - conversão de setup interno em setup externo**

O objetivo desse estágio é a conversão de atividades do setup interno para o setup externo, além da certificação de que a separação dos setups no estágio anterior tenha sido realizada corretamente. Para que ocorra a conversão dos setups, faz-se necessário reexaminar as atividades de setup interno e observar se podem ser feitas sem que a máquina esteja em operação (RESE, 2012). É importante destacar que nesse estágio não ocorre redução nos tempos totais de setup, mas a conversão promove redução no setup interno, que é o principal foco da SMED (SOUZA; JUNIOR, 2018 apud SATOLO; CALARGE, 2008). Técnicas destacadas por Shingo (2000) que auxiliam na promoção da conversão dos setups são: a preparação antecipada das condições a padronização das funções e a utilização de guias intermediários.

- **Estágio 3 - racionalização dos tempos de setup interno e setup externo**

Mesmo após a separação e conversão de setups, em muitos casos, tempos de preparação inferiores a dez minutos não são atingidos, sendo necessária a diminuição dos tempos de cada elemento dos setups a partir de uma avaliação detalhada de cada uma das atividades (SHINGO, 2000; RESE, 2012).

A tabela 1 apresenta alguns benefícios da aplicação da metodologia SMED.

Tabela 1. Benefícios da aplicação do SMED.

BENEFÍCIOS DIRETOS
Redução do tempo de <i>setup</i>
Redução do tempo gasto com ajuste fino
Menos erros durante as mudanças
Melhoria da qualidade do produto
Maior segurança
BENEFÍCIOS INDIRETOS
Redução de estoques
Aumento da produção flexível
Racionalização dos instrumentos

Fonte: Adaptado de Shingo (1985).

O tempo de setup deve ser diluído no tempo de produção. Isso significa que quanto maior for o tempo de setup utilizado por uma linha de produção, maior será o lote mínimo que a empresa terá que fazer para diluir o custo a ele associado (SHINGO,1985). Neste sentido, a aplicação do SMED torna a produção mais flexível e capaz de atender a demanda altamente variável com maior eficiência e menos desperdícios. Essas teorias são fundamentais, sobretudo nos dias atuais, em que o mercado altamente competitivo não deixa margem para empresas que apresentem falhas nos processos ou produtos.

3 METODOLOGIA

O estudo foi de caráter exploratório, descritivo e qualitativo. De acordo com Oliveira et al. (2018) e Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa de natureza aplicada procura produzir conhecimentos para uma situação prática e são dirigidos a solucionar problemas específicos de um processo e que possam ser de fácil aplicação. A pesquisa exploratória tem como objetivo estudar problemas em situações sobre a qual existe pouco conhecimento acumulado para que possa descobrir novas práticas e desenvolver novos modelos (OLIVEIRA et al BERTO; NAKANO, 2014).

A pesquisa teórica buscou informações em artigos atualizados, bem como em obras clássicas sobre o tema. Para a aplicação prática da metodologia SMED, utilizou-se como instrumento de análise um dos simuladores de solda da instituição de ensino Fatec Prof. Waldomiro May, em Cruzeiro/ SP.

O simulador é capaz de trabalhar com três diferentes tipos de processos de solda. São eles: processo com eletrodo revestido, processo MIG/MAG e processo TIG. Para cada processo é necessária a utilização de tipos diferentes de ferramentas físicas, bem como a configuração do software do equipamento. Para a aplicação prática do trabalho, utilizou-se o processo de setup considerando a configuração inicial da máquina para soldagem em MIG/MAG e estágio final, pós-setup, com a configuração para soldagem com eletrodo revestido.

O caminho percorrido para a aplicação é descrito a seguir:

Etapa 1. Análise do tempo de setup nas condições atuais através de filmagens e levantamento das micro-operações necessárias por meio de check-list detalhado. Os

setups interno e externo ainda se misturam neste momento. Esta etapa corresponde ao estágio inicial preconizado por Shingo (2000);

Etapa 2. Separação dos setups em internos e externos. Reavaliar as atividades e distinguir os setups internos dos externos. Quanto maior for a quantidade de setups externos, maior será a eficiência do procedimento. Esta etapa garante uma significativa redução dos tempos de setup interno, real objetivo do método;

Etapa 3. Conversão do quanto possível de setups internos em setups externos. Para tanto, é necessário analisar as atividades descritas no passo anterior e checar a possibilidade de serem feitas com a máquina em funcionamento;

Etapa 4. Racionalização dos tempos de setups, interno e externo. Mesmo com a conversão dos setups é possível que o tempo obtido não seja suficiente, então nesta etapa faz-se a racionalização dos tempos;

Etapa 5. Avaliação pós-realização do setup com a aplicação do SMED.

Tabela 2. Relação de Técnicas utilizadas em cada etapa.

ETAPA	TÉCNICAS UTILIZADAS
1	Gravações, <i>check-list</i> , levantamento dos tempos do setup atual.
2	<i>Check-list</i> , verificação das condições de funcionamento e melhoria no transporte.
3	Preparação antecipada das condições, padronização das funções e utilização de guias intermediários.
4	Reavaliação e racionalização dos tempos de <i>setup</i>
5	Tabelas comparativas

Fonte: Os autores – adaptado de Shingo (2000)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da metodologia SMED nos simuladores de solda da intuição Fatec Prof. Waldomiro May, em Cruzeiro/ SP, seguiu o preconizado por Shingo (2000) e obteve os seguintes resultados:

Etapa 1

Para a etapa inicial, utilizou-se um operador com prévio conhecimento do procedimento. Utilizou-se de gravações e *check-list* das micro-operações com as respectivas medições de tempos obtidas, conforme a Tabela 3, a seguir:

Tabela 3. Levantamento dos tempos das micro-operações do setup atual

ORDEM	MICRO-OPERAÇÃO	TEMPO 1 (s)
1	Procurar e transportar ferramentas para o novo processo de solda	30
2	Trocar peça a ser soldada	52
3	Trocar a chama de MIG/ MAG para a de eletrodo revestido	94
4	Configurar <i>software</i> da máquina - alteração do processo de MIG/ MAG para Eletrodo revestido	43
5	Colocar EPI's e iniciar a nova solda	23
TOTAL		242

Fonte: Os autores

Os tempos foram obtidos considerando o modelo de setup atual utilizado nos simuladores de solda, a localização e organização das ferramentas foram mantidas conforme existente para a primeira tomada de tempo do setup. Observou-se que a falta de preparo e organização das ferramentas foi o fator de maior relevância no tempo das atividades desta etapa.

A rede de precedência do setup atual é descrito no fluxograma 1.

Fluxograma 1. Rede de precedências do setup atual



Fonte: Os autores

Etapa 2

Nesta etapa fez-se a separação das micro-operações em setup interno e setup externo. A separação consiste, conforme já citado na referencial teórico, em separar as atividades em internas, as quais só podem ser executadas com as máquinas fora de operação, e em externas, quando é possível executar a atividade com a máquina ainda em funcionamento. Bem como analisou-se as condições de armazenamento e transporte das ferramentas necessárias. Foi proposta uma melhor organização das referidas ferramentas. Esta etapa foi fundamental para obtenção de resultados mais satisfatórios nos tempos. A tabela 4 demonstra a separação dos setups:

Tabela 4. Separação entre setup interno e setup externo

ORDEM	MICRO-OPERAÇÃO	SETUP	
		INT.	EXT.
1	Procurar e transportar ferramentas para o novo processo de solda		X
2	Trocar modelo da peça a ser soldada	X	
3	Trocar a chama de MIG/ MAG para a de eletrodo revestido	X	
4	Configurar software da máquina - alteração do processo de MIG/ MAG para Eletrodo revestido	X	
5	Colocar EPI's e iniciar a nova solda	X	

Fonte: Os autores

Etapa 3

Esta etapa consiste na conversão de setups internos em setups externos. Contudo, neste caso específico não foi possível realizar a conversão. Portanto, a distinção entre setup interno e externo segue conforme mostrado na Tabela 4.

Etapa 4

Nesta etapa foi feita a racionalização dos tempos das micro-operações do setup. Para tanto, foi descrita com clareza a proposta para o novo processo de troca de ferramental da máquina para o colaborador. Adotou-se uma organização mais clara e funcional das ferramentas utilizadas. Bem como analisou-se as melhores formas de fazer o mesmo processo com melhor eficiência. Realizou-se então um novo setup com intuito de medir o tempo e analisar a melhora no processo. Os resultados obtidos são observados na Tabela 5.

Tabela 5. Tempos obtidos em novo setup

ORDEM	MICRO-OPERAÇÃO	TEMPO 2 (s)
1	Procurar e transportar ferramentas para o novo processo de solda	0
2	Trocar peça a ser soldada	52
3	Trocar a chama de MIG/ MAG para a de eletrodo revestido	27
4	Configurar software da máquina - alteração do processo de MIG/ MAG para Eletrodo revestido	33
5	Colocar EPI's e iniciar a nova solda	23
TOTAL		135

té esta etapa o setup foi realizado utilizando apenas um colaborador e os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios. Contudo, a equipe decidiu, numa tentativa de

racionalizar ainda mais os tempos, realizar um terceiro setup no simulador, mas utilizando um segundo colaborador para ajudar no processo. Esta tomada de decisão mostrou-se favorável e contribuiu com a diminuição do tempo obtido anteriormente, conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6. Tempos obtidos no setup com dois colaboradores

ORDEM	MICRO-OPERAÇÃO	TEMPO 3 (s)
1	Procurar e transportar ferramentas para o novo processo de solda	0
2	Trocar peça a ser soldada	38
3	Trocar a chama de MIG/ MAG para a de eletrodo revestido	24
4	Configurar software da máquina - alteração do processo de MIG/ MAG para Eletrodo revestido	27
5	Colocar EPI's e iniciar a nova solda	19
TOTAL		70

Fonte: Os autores.

O tempo total obtido neste novo setup não considera a somatória de todos os tempos das micro-operações. Com a inclusão de um segundo colaborador, alterou-se a rede de precedências do processo. Desta forma, foi possível realizar mais de uma operação ao mesmo tempo, obtendo assim um ganho de eficiência no procedimento, conforme é mostrado no fluxograma 2.

Fluxograma 2. Nova rede de precedências proposta para o setup do simulador



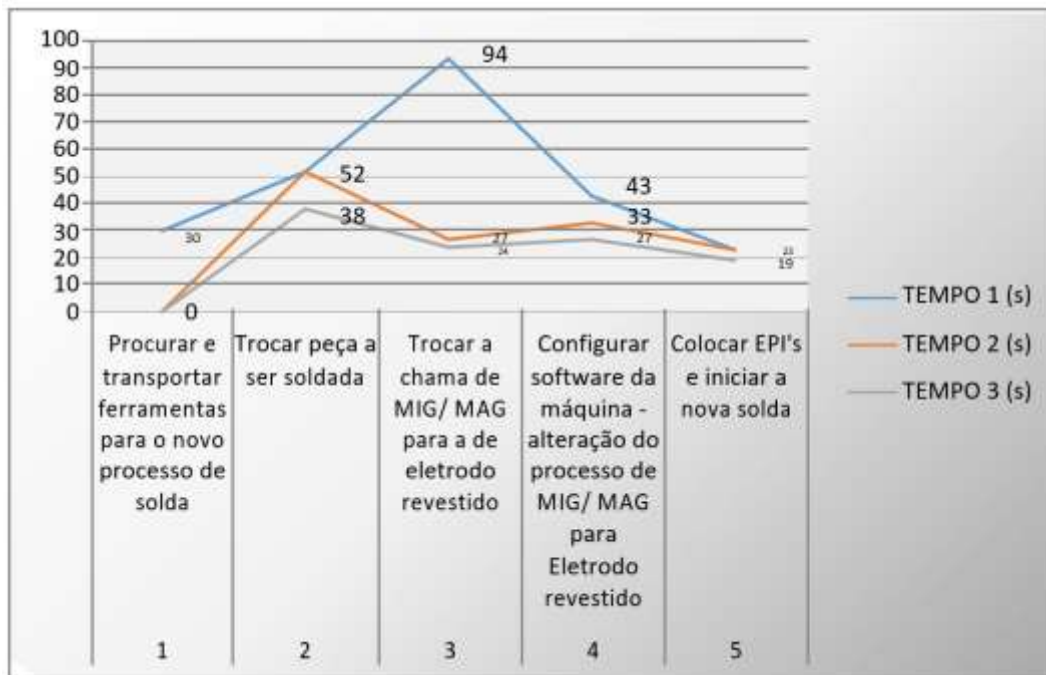
Fonte: Os autores

Conforme pode ser observado no fluxograma 2, o operador 2 foi responsável pela troca da peça a ser soldada, isso garantiu uma maior fluidez no processo e uma redução no tempo do setup final. O operador 1 manteve suas atividades iniciais, exceto o item “Procura e Transporte”, que foi reduzido a tempo zero, considerando a organização funcional dos equipamentos e o item “Trocar peça”, executado pelo operador 2.

Etapa 5

Esta etapa não caracteriza-se como parte das etapas preconizadas por Shingo (2000). Este item foi proposto pelos integrantes da equipe para resumir e comparar os tempos obtidos nas medições. O gráfico a seguir demonstra o tempo dos três setups realizados, sendo o tempo 1 (um) o tempo de setup atual, antes da aplicação do método; o tempo 2 (dois), feito após separação dos setups internos e externos e racionalização dos tempos, bem como melhoras na organização; e o tempo 3 (três), realizado após aplicação completa da metodologia SMED e nova racionalização dos tempos, bem como a inclusão de um segundo colaborador.

Gráfico 1. Comparação entre os três setups realizados



Fonte: Os autores.

Ao analisar o gráfico 1, observa-se que a maior redução de tempo nas micro-operações foi no item “Trocar Chama”. Observou-se ainda que o grande intervalo de tempos obtidos no referido item foi principalmente em razão da falta de organização e falha na localização e transporte das ferramentas necessárias.

A tabela a seguir relaciona as medições do 1º e 3º setup e apresenta a melhora nos tempos de cada micro-operação realizada.

Tabela 7. Tempos obtidos no 1º e 3º setups e melhoras na eficiência

COMPARATIVO NOS TEMPOS DAS MICRO-OPERAÇÕES		TEMPOS (s)			MELHOR A
ORDEM	MICRO-OPERAÇÃO	1º SETUP	3º SETUP	0	
1	Procurar e transportar ferramentas para o novo processo de solda	30	0	30	100%
2	Trocar peça a ser soldada	52	38	14	27%
3	Trocar a chama de MIG/ MAG para a de eletrodo revestido	94	24	70	74%
4	Configurar software da máquina - alteração do processo de MIG/ MAG para Eletrodo revestido	43	27	16	37%
5	Colocar EPI's e iniciar a nova solda	23	19	4	17%

Fonte: Os autores

Os resultados apresentam-se de forma resumida na tabela 8.

Tabela 8. Resumo dos resultados e eficiência do processo pós aplicação da metodologia

ANÁLISES	TEMPO (s)	TEMPO(m)
TEMPO 1º SETUP	242	00:04:02
TEMPO 2º SETUP	135	00:02:15
TEMPO 3º SETUP	70	00:01:10
EFICIÊNCIA MÉDIA		51%
Considera a média entre os tempos reduzidos em cada micro-operação – conforme Tabela 7		
EFICIÊNCIA GLOBAL		71%
Considera a redução de tempo entre o 1º setup e o último		

Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos mostraram-se altamente satisfatórios após a aplicação da metodologia SMED no processo de setup do simulador de solda. Conforme pode-se observar na tabela 8, a eficiência global de melhora nos tempos de setup da máquina após aplicação do método foi de 71%. Para tanto, foram necessárias algumas tomadas de decisão quando da análise das possibilidades de melhoria. A inclusão de um segundo colaborador mostrou-se bastante adequado ao objetivo do trabalho e de forma evidente contribuiu para o processo. Entretanto, este trabalho não considerou os fatores que seriam acarretados pela inclusão de um novo colaborador no procedimento, caso fosse aplicado em uma empresa, e abre, desta forma, espaço para discussões futuras.

É possível observar ainda que as alternativas de melhorias no setup do equipamento em questão não estão esgotadas. Conforme pode-se analisar no Fluxograma 2, o operador 2 realiza a atividade “Trocar peça” em tempo menor que o operador 1 realiza

as atividades “Trocar chama” e “Configurar Software”, deste modo o operador 2 fica ocioso. Neste sentido, há a possibilidade de que o operador 2 assuma a responsabilidade pela soldagem da próxima peça e necessite assim executar o item “Colocação dos EPI’s”, visto que para esta micro-operação, caso fosse realizada pelo operador 2, não seria necessário que o operador 1 tivesse concluído suas atividades.

Todavia, a equipe considerou satisfatórios os resultados obtidos e optou por atribuir apenas o item “Trocar peça” ao operador 2, finalizando assim as análises.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a aplicação da metodologia SMED (Single Minute of Die), desenvolvida por Shingo (2000), atingiu de forma satisfatória os objetivos da pesquisa. Shingo (2000) salienta que a metodologia visa reduzir o tempo de setup em um dígito de minuto. Observou-se quando da aplicação prática que o setup do equipamento estudado já atingia o tempo de um dígito de minuto conforme preconizado. Entretanto, este fato não impediu o andamento da pesquisa e os dados mostraram-se altamente relevantes após a aplicação do método.

Conclui-se ainda que a correta organização da ferramenta foi o fator de maior impacto na redução dos tempos de setup, visto que influenciou de forma direta a realização das micro-operações e, conseqüentemente, o tempo final de setup.

Um dos objetivos do presente trabalho foi demonstrar os ganhos relativos à aplicação da metodologia SMED não só no simulador de solda, mas também chamar a atenção para as possibilidades de melhoria que o método pode acarretar quando aplicado nos diferentes processos de setup. Constatou-se por meio da pesquisa no referencial teórico que a metodologia SMED não faz distinção entre as máquinas a serem utilizadas, portanto, não se restringe a determinados processos.

Observou-se ainda que o tempo reduzido no setup após a aplicação do método SMED corresponde a aproximadamente duas peças soldadas, portanto, em uma situação hipotética de cinco setups por dia, a produtividade seria de dez peças. Considerando 22 dias úteis no mês, a produtividade seria de 220 peças produzidas, atendendo assim os objetivos de melhoria na produtividade e eficiência com a aplicação do procedimento.

Acredita-se também que o novo processo de setup poderá ser utilizado como estudo de caso pelos professores e alunos da instituição, promovendo, assim, conhecimento para a equipe e demais alunos.

REFERÊNCIAS

- CAMBRUZZI, C. L. et AL. Estudo para redução do tempo de setup em máquina injetora de plásticos. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville, SC, Brasil, Enegep, v.1, p.1 – 10 a 13 de outubro de 2017.
- EMERENCIANO, M. A. M. J. et AL. Aplicação da metodologia smed para redução do tempo de setup em uma indústria de bobinas plásticas. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville, SC, Brasil, Enegep, v.1, p.1 – 10 a 13 de outubro de 2017.
- OLIVEIRA, K. B. DE; FIGUEIREDO, F. J. S. DE; SOUZA, M. L. DE; SILVA, A. L. A.; FEITOSA, A. D.; Smed e ferramentas da qualidade para controle e redução dos tempos de paradas das máquinas injetoras. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Maceió, Alagoas, Enegep, v.1, p.1 – 16 a 19 out./ 2018.
- RESE, S. C. C. Método de implantação da troca rápida de ferramentas em tornos CNC aplicado em uma empresa fabricante de autopeças. 2012. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2012.
- SHINGO, S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Cambridge: Productivity Press, 1985.
- SHINGO, Shigeo. Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre, Bookman, 2000.
- SILVA, D. C. et AL. Redução de tempo de setup durante a troca de produto em uma indústria alimentícia utilizando a ferramenta smed. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa/ PB, Brasil, Enegep, v.1, p.1 – 03 a 06 de outubro de 2016.
- SILVA, G. S. et AL. Implementação da metodologia smed: pesquisa-ação em uma linha de extrusão de um fornecedor do setor automobilístico. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Maceió, Alagoas, Enegep, v.1, p.1 – 16 a 19 out./ 2018.
- SOUZA, L. H. B. et AL. Ferramenta single minute exchange of die (smed): estudo de caso em uma caldeiraria. In. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Maceió, Alagoas, Enegep, v.1, p.1 – 16 a 19 out./ 2018.