

Implantação da Metodologia SMED para redução de tempo de setup em uma empresa de médio porte do ramo de utensílios de alumínio

Bianca Cristina Germano (Centro Universitário de Araraquara) biancagermano@hotmail.com
Claudio Luis Piratelli (Centro Universitário de Araraquara) clpiratelli@uniara.com.br

Resumo:

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) auxilia na redução do tempo de setup de máquinas a um dígito de minuto através de quatro estágios conceituais baseados em estudos de Shigeo Shingo. O objetivo desta pesquisa foi implantar essa metodologia em um dos equipamentos (prensa) de uma fábrica de utensílios de alumínio de médio porte e avaliar os impactos dessa implantação sobre o tempo de setup da máquina. A pesquisa foi conduzida utilizando-se da abordagem qualitativa e o método de pesquisa-ação para conciliar os estágios conceituais da metodologia com as particularidades no setup das máquinas da empresa. A partir de uma análise estatística, foi possível observar uma redução no tempo médio de setup de 36,55%. Essa redução poderia ter sido mais significativa, porém foram encontradas diversas limitações entre as quais as mais relevantes foram a falta de treinamentos e a forte cultura organizacional contida na empresa.

Palavras chave: SMED, setup, prensa, indústria de alumínio

Implementation of SMED Methodology for setup time reduction in a medium - sized company aluminum utensils branch

Abstract

The SMED (*Single Minute Exchange of Die*) methodology assists in reducing the machine setup times to one digit of a minute through four stages based on conceptual studies Shigeo Shingo. The objective of this research was to implement this methodology in one of the equipment (press) of a medium-sized aluminum utensils factory and evaluate the impacts of this implementation on the machine setup time. The research was conducted using qualitative approach and the method of action research to reconcile the conceptual stages of the methodology to the particularities in the setup of the company's machines. From a statistical analysis, we observed a reduction in the average time of 36.55% of setup. This reduction could have been more significant but was found several limitations among which the most important were the lack of training and a strong organizational culture contained in the company.

Key-words: SMED, setup, press, aluminum industry

1. Introdução

Segundo Pereira (2008) a competitividade está forçando as empresas a melhorar e agir rapidamente diante das imposições da concorrência e do mercado atual. Nesse sentido, a resposta rápida aos requisitos do mercado tem se mostrado uma importante vantagem competitiva (SATOLO E CALARGE, 2008).

Para Slack et. al. (1997), nesse ambiente de elevada competitividade a produtividade está aliada a redução de custos e a preços baixos. Uma das formas de se reduzir custos é por meio da eliminação dos desperdícios como tempos de ajustes e preparações de máquinas (setup),

que segundo Grzybowska e Gajdzik (2012) são considerados perdas, uma vez que comprometem o processo de produção diminuindo seu tempo útil.

Segundo Shingo (2000), o setup compõe a estrutura interna das operações, sendo realizado antes e depois dos lotes e, para McIntosh et.al. (2007), a perda de produção acontece nesse intervalo entre os lotes. Uma saída para evitar essa perda é aumentar os lotes com o objetivo de diminuir o número de paradas para setup. Essa alternativa, porém, aumenta o estoque que, segundo Corrêa e Gianesi (1993), pode vir a camuflar problemas que prejudicam o fluxo de produção e geram perdas na qualidade e na produtividade.

Pensando nisso, em 1969, Shigeo Shingo formalizou uma metodologia denominada SMED – *Single Minute Exchange of Die* que, como o próprio nome sugere, propõe a diminuição dos tempos de setup dos equipamentos para apenas um dígito de minuto através da identificação dos elementos internos e externos do setup e da transferência dos elementos internos em externos (SHINGO, 2000). Essa metodologia possui quatro estágios e logo nos primeiros estágios é possível observar uma redução de cerca de 50% nos tempos de setup (MCINTOSH et. al., 2007).

Várias experiências de implantação do SMED foram descritas por Shingo, como o caso da Toyoda Gosei que aceitou o desafio e chegou a reduzir o tempo de um dos equipamentos da empresa de 2 horas para apenas 1 minuto. Ou o caso da Glory Industries que também obteve reduções de tempo de setup significativas com a implantação do SMED, como por exemplo, uma matriz de dobra em que o tempo de setup caiu de 30 minutos para 4 minutos (SHINGO, 2000).

Segundo Fogliato e Fagundes (2003), a metodologia auxilia na redução do lead time e aumenta o tempo produtivo dos equipamentos. Para Hansen (2006), a abordagem de Shingo também beneficia de forma direta os índices dos equipamentos onde a metodologia é implantada, mantendo o foco nos equipamentos que possuem recursos críticos (gargalos). Além disso, segundo Pereira (2008), a metodologia SMED complementa outros sistemas do Lean Manufacturing, permitindo uma resposta rápida ao mercado com vantagens como velocidade, qualidade e variedade de produtos.

A questão que orienta essa pesquisa é: qual o impacto da implantação das técnicas da metodologia SMED sobre a redução do tempo de setup em uma máquina do tipo prensa hidráulica de uma fábrica de utensílios de alumínio de médio porte? O objetivo principal é implantar a metodologia SMED e avaliar o impacto sobre a redução do tempo de setup em um dos equipamentos de uma fábrica de utensílios de alumínio de médio porte situada no interior de São Paulo.

Esta é uma pesquisa exploratória qualitativa que descreve o processo de implantação da metodologia SMED sobre o processo de estampagem de placas de alumínio. A coleta de dados ocorrerá no período de um ano (2015) em uma prensa hidráulica que possui tempo de setup elevado com relação às outras máquinas da célula em que está inserida. Essa coleta será feita através de filmagens dos procedimentos utilizados pelos operadores e coleta de dados no sistema de apontamentos da empresa. A pesquisa tomará como base os aspectos da metodologia e confrontará com procedimentos utilizados por operadores e mecânicos, bem como as opiniões dos engenheiros e gerentes envolvidos com o processo.

A estrutura da pesquisa contém uma Revisão Bibliográfica que tratará da revisão da literatura sobre a metodologia SMED. Em seguida a Metodologia informará as características da pesquisa e mostra informações sobre a coleta dos dados, depois a Coleta e Análise dos Dados que mostrará o tratamento dos dados obtidos e os resultados da pesquisa e por fim a

Conclusão tratará das considerações finais do trabalho, das limitações da pesquisa e das pesquisas futuras.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A Metodologia SMED

2.1.1. Histórico

A metodologia foi desenvolvida em 1950, quando Shigeo Shingo decidiu investigar sobre o impacto do tempo de setup na eficiência de uma planta industrial. Segundo Shingo (2000), os primeiros estudos foram realizados na Mazda em Hiroshima, que tinha nas prensas os maiores gargalos. As análises iniciais não foram feitas seguindo os estágios bem definidos que a ferramenta possui hoje, mas permitiram a visualização de dois tipos de operações: internas e externas.

Alguns anos mais tarde, Shingo foi convidado a estudar a planta da Mitsubishi, também em Hiroshima, e percebeu que por vezes fazer a separação das operações em externas e internas não seria suficiente e que em alguns casos tais operações teriam de ser racionalizadas. Porém somente em sua visita à Toyota em 1969 que Shingo teve a ideia da conversão das operações de setup internas em externas, o que gerou a redução do tempo de setup de uma prensa de quatro horas para apenas três minutos (SHINGO, 2000). Após o sucesso desse conceito, a ferramenta SMED juntamente com a filosofia Lean Manufacturing, tornou-se referência na diminuição de tempos de setup em todo o mundo, diminuindo desperdícios nas organizações e aumentando fatores que aumentam a competitividade como a flexibilidade da produção e a qualidade dos produtos (PEREIRA, 2008).

2.1.2. Definição

A metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die) é considerada uma ferramenta de apoio à eliminação dos desperdícios da produção (MOTA, 2007). O tempo de setup é, segundo Slack et. al. (1997), o tempo entre o término da produção de um lote anterior e a produção do lote seguinte com qualidade. Como o próprio nome sugere o SMED é uma ferramenta que auxilia na redução do tempo de setup de máquinas a um dígito de minuto através da divisão do setup em dois tipos: interno e externo, sendo o interno realizado com a máquina parada e o externo realizado com a máquina em produção. Depois da divisão do setup, há a transferência do setup interno em setup externo, com o objetivo de manter a máquina o maior tempo possível em produção (SHINGO, 2000). Segundo Shingo (2000), essa transferência é a chave para o sucesso da implantação da metodologia.

2.2. Conceitos envolvidos na diminuição do tempo de Setup

2.2.1. Tipos de Setup

No início dos estudos sobre tempo de setup realizados na Mazda na década de 50, Shingo observou que um funcionário que fazia o setup de uma grande prensa envolvida com o processo principal precisou realizar procedimento de adaptação em um parafuso de outra prensa para poder dar continuidade ao setup (SHINGO, 2000). Para o autor, essa atividade, que tomou um tempo significativo para a preparação, não poderia ocorrer enquanto a máquina estava parada para setup. Dessa forma, Shingo percebeu que existiam dois tipos de operações dentro do setup: o Tempo de Preparação Interno (TPI) que dizem respeito aos procedimentos

realizados enquanto a máquina está sem produzir e o Tempo de Preparação Externo (TPE) que estão relacionadas as tarefas realizadas enquanto a máquina está em produção. Esses conceitos se tornaram-se um ponto de muita importância para a implantação da ferramenta, pois permite organizar melhor as sequencias de procedimentos para, mais tarde, fazer a conversão das atividades internas em externas (GRZYBOWSKA E GAJDZIK, 2012).

2.2.2. Estágios da Implantação

A estrutura do SMED se baseia em quatro estágios conceituais que norteiam a implantação da ferramenta e que devem ser rigorosamente acompanhados pela equipe de implantação (SHINGO, 2000). Segundo o autor, no estágio inicial é feita uma análise (cronometragem, filmagem e entrevistas com os operadores) das condições atuais de setup.

No estágio um, ocorre a separação do setup interno (TPI) do setup externo (TPE) e a partir da dessa distinção é possível perceber a quantidade de tarefas feitas como, por exemplo, a preparação de componentes e ferramentas que são realizados durante a parada da máquina para setup. Segundo McIntosh et. al. (2007), essa fase é muito importante para organizar as atividades e garantir a troca rápida de ferramentas.

No estágio dois, inicia-se a conversão de setup interno (TPI) para setup externo (TPE) através da revisão da fase um (MCINTOSH et. al., 2007). Nessa fase, transfere-se o máximo de tarefas possíveis que são realizadas no período de tempo em que a máquina permanece parada para o período em que ela se encontra em produção. Segundo Shingo (2000), essa transferência é possível através da busca por novas formas de realizar o setup interno (TPI) de forma a ser feito externamente.

O terceiro e último estágio é aquele em que ocorre a racionalização das operações, através de um acompanhamento de todas as tarefas realizadas durante o setup (SHINGO, 2000). Apesar de ser possível conseguir uma redução considerável no tempo de setup durante as primeiras fases da implementação do SMED, segundo o autor, essa fase é muito importante para complementar os esforços no sentido de atingir o tempo abaixo de dez minutos, que é o objetivo principal da ferramenta.

2.2.3. Técnicas de Implantação

Além dos estágios conceituais descritos, Shingo (2000) destaca algumas técnicas para auxiliar durante a implantação da metodologia SMED. Para o autor, no Estágio 1 é aconselhável o uso de *checklist* para auxiliar na verificação dos componentes e sequencia de atividades utilizados durante a operação, também é necessário fazer a verificação das condições dos componentes listados e providenciar melhorias no transporte, tudo feito como setup externo. No Estágio 2, o autor coloca a importância da preparação antecipada das condições operacionais, bem como a padronização das funções. Por fim, no Estágio 3, é apresentada a necessidade de melhorias radicais na forma como são realizados os setup externo e principalmente o interno. Para Shingo (2000), as técnicas de implantação podem auxiliar durante o desenvolvimento dos estágios conceituais para atingir uma redução significativa no tempo de setup dos equipamentos.

3. Metodologia

Este trabalho procura enfatizar as particularidades do ambiente em que ocorre o problema,

criar uma realidade objetiva essencial para o desenvolvimento do estudo, interpretar dados, fatos e observações, sempre pautado em orientação teórica. Segundo Miguel (2012), essas características associadas à proximidade do pesquisador com o fenômeno observado constituem uma abordagem qualitativa. O autor ainda associa esse tipo de abordagem a dois métodos de pesquisa: o estudo de caso e a pesquisa-ação. Na pesquisa-ação, o pesquisador está diretamente envolvido com o objeto de estudo, sendo necessário definir corretamente os conceitos e a base teórica para o desenvolvimento da pesquisa, selecionar a unidade de análise e as técnicas de coleta de dados, analisar os dados, planejar e implementar ações, bem como avaliar os resultados, sempre mantendo monitoramento constante e verificando a validade e a confiabilidade da pesquisa (MIGUEL, 2012). Uma outra característica da pesquisa-ação é a cooperação do pesquisador com o ambiente estudado, criando uma relação de simultaneidade entre ação e o conhecimento científico (MARTINS et.al., 2014).

Portanto, este estudo trata de uma abordagem qualitativa, que utiliza do método de pesquisa-ação para satisfazer a questão da pesquisa e atingir o objetivo proposto, uma vez que há envolvimento direto e cooperação da pesquisadora com o objeto de estudo e com os resultados obtidos.

3.1. Estágios para Implantação da Metodologia SMED na empresa estudada

A implantação da metodologia será conduzida segundo os estágios conceituais descritos por Shingo (2000), mas o procedimento exige uma preparação prévia para se adequar às políticas da empresa. Essa preparação inclui a apresentação da metodologia à gerência da empresa, a montagem e treinamento da equipe de implantação, o mapeamento das linhas de produção, a coleta de dados sobre produtos, máquinas e operações e por fim a definição de prazos e metas. Os estágios serão desenvolvidos de acordo com o fluxograma contido na Figura 1:

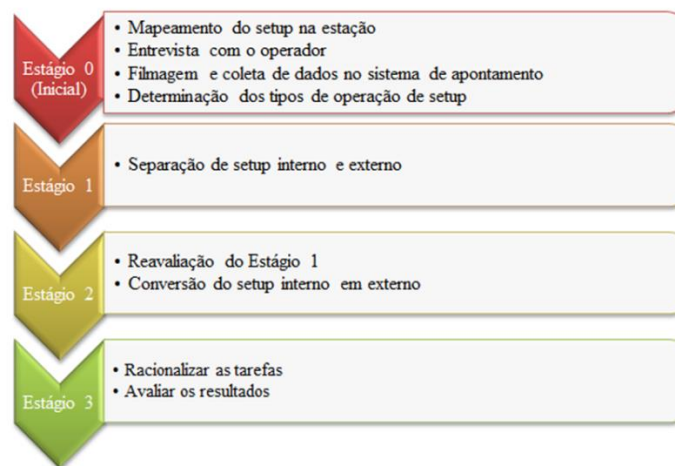


Figura 1 - Estágios para desenvolvimento do SMED na empresa estudada

Fonte: adaptado de SHINGO (2000)

O Estágio 0 (ou estágio inicial) contemplará a observação e registro de todas as atividades realizadas durante o setup sem intervenção, seguido de uma breve entrevista com o operador da máquina contendo perguntas relacionadas à maneira de realizar o setup, exposição de opiniões por parte do operador, coleta de informações sobre as ferramentas utilizadas e

registro de detalhes específicos referentes ao setup de cada produto. Além disso, nesse estágio também é necessário realizar a filmagem do setup com o objetivo de analisar detalhadamente todas as atividades, a coleta de dados referentes ao tempo de setup e aos produtos no sistema de apontamento da empresa, bem como a determinação dos tipos de operação de setup de acordo com as particularidades da máquina e do processo produtivo.

No Estágio 1, serão identificados e separados as atividades de setup interno das atividades de setup externo. Essa separação é feita através da análise de todas as atividades observadas no setup e distinção entre as que podem ser feitas com a máquina produzindo e as que devem ser feitas com a máquina parada.

O Estágio 2 se iniciará com a revisão do Estágio 1 e depois será feita a conversão do setup interno para externo através da definição de operações paralelas como: limpeza, disponibilização das ferramentas, verificação das condições das ferramentas, bem como das operações que auxiliam o operador durante o setup interno.

O Estágio 3 consistirá na racionalização das tarefas realizadas no setup através da medição de todas as ferramentas disponíveis com objetivo de padronizar o máximo possível, eliminação de ajustes, análise dos parafusos e dispositivos de fixação e elaboração do procedimento operacional padronizado para setups. No final do terceiro e último estágio, será realizada uma avaliação dos resultados por meio de testes estatísticos que irão comparar os dados coletados antes do início da implantação e depois do término da mesma.

4. Análise e Coleta de Dados

4.1. A Empresa

A implantação da metodologia nesse caso foi conduzida em uma fábrica de utensílios de alumínio para cozinha situada na cidade de Araraquara – SP. A empresa foi fundada em 1943 e, no início, produzia apenas pequenos artefatos de alumínio de cobre de forma artesanal. Hoje, mais de 70 anos depois, a empresa tornou-se uma das maiores do ramo na região, contando com mais de 260 colaboradores diretos e indiretos que produzem mais de 400 mil unidades de produtos mensalmente, além de uma gama com mais de 700 itens comercializados no Brasil e em outros países.

4.2. O Processo Produtivo

A célula na qual está inserida a máquina onde o SMED será inicialmente implantado na empresa é composta por 10 máquinas e uma bancada para embalagem do produto final. No processo, primeiramente os discos são lubrificados e colocados próximo à prensa hidráulica que faz a estampagem das peças. Depois, as peças passam por um processo de torneamento que vai ajustar a altura e dar o acabamento nas bordas. Logo depois, as peças passam por um processo de lixamento interno e polimento externo para depois serem furadas e carimbadas com o código de rastreabilidade da empresa. Em seguida, são rebitadas as estruturas e fixados os cabos ou as alças das peças para receber a embalagem final e ser armazenadas.

A maioria das peças que constituem os conjuntos de itens com mais saída na empresa passam por essa célula e por esse motivo a gama de produtos que são processados é grande e variada. As diferenças ou semelhanças entre as famílias de produtos se dão em características como: especificações de medidas dos produtos ao longo do processo, componentes utilizados na montagem e embalagem do produto, armazenagem do produto semi-acabado, entre outras.

Os produtos são inseridos de acordo com o planejamento da produção que é determinado por modelos estatísticos baseados em históricos de vendas, nas metas propostas pela empresa e nos pedidos feitos pelos clientes. A forma com que o planejamento é feito associado à grande variedade de produtos, resulta em um grande espaço de tempo entre a entrada de um determinado item e a próxima entrada desse mesmo item. Por esse motivo, a escolha de apenas um produto para ser objeto de estudo foi inviável. Dessa forma, a equipe de implantação decidiu analisar mais a fundo as particularidades dos setups realizados nas máquinas com o objetivo de encontrar um padrão que pudesse nortear o estudo.

4.3. Particularidades do Setup na empresa

Como já citado, os itens processados na célula estudada são divididos em famílias de produtos que possuem semelhanças e diferenças entre si. Esse fator associado ao grande número de itens processados influenciam diretamente no tempo de setup, pois, dependendo do item que está inserido na máquina, não é necessária a remoção de todas as ferramentas, o que pode diminuir o tempo de setup em alguns casos. Por outro lado, se o planejamento inserir um item de uma família muito diferente do que se encontra nas máquinas, o tempo de setup aumenta, pois é necessária a troca da maioria (ou todas) as ferramentas.

O setup das máquinas também possui muitas diferenças entre si, uma vez que cada máquina executa uma operação diferente nas peças. Por esse motivo, quando há troca de lote, as máquinas que terminam o setup primeiro por ter procedimentos mais simplificados, precisam aguardar enquanto as demais concluem a preparação. Esse fator sujeita o início da produção à máquina com o tempo de setup maior. No caso desse estudo, a prensa tem o tempo de setup mais elevado com relação às outras máquinas em alguns itens, o que resulta em um tempo de espera do restante da célula. Nessa máquina, são necessários vários ajustes até que as peças estejam nas especificações do produto. Além disso, a prensa é a máquina que faz a primeira operação nas peças, portanto as demais máquinas precisam aguardar a produção das primeiras peças dentro das especificações para ser possível realizar o restante dos ajustes necessários. Esse tempo de espera das outras máquinas entre a troca de ferramentas e os ajustes que são feitos após a estampagem da primeira peça é o que sujeita o setup das demais máquinas ao setup da prensa.

Na prensa, existem seis ferramentas principais que podem ou não ser trocadas a cada setup: o castelo, o macho, o fixador, a matriz, o contra fundo e o carretel. Para cada família de produtos, existe um conjunto de ferramentas específico, exceto o castelo e o carretel que podem ser utilizados em vários itens. Por ter procedimentos de setup diferentes e complexos que dependem do item do lote anterior, como em Cardoso (2014), optou-se por dividir o setup em seis tipos de operações com o objetivo de facilitar a identificação e a posterior padronização das tarefas a ser executadas. São eles:

1. Necessidade de troca ou ajuste de apenas uma ferramenta;
2. Necessidade de troca ou ajuste de duas ferramentas;
3. Necessidade de troca ou ajuste de três ferramentas;
4. Necessidade de troca ou ajuste de quatro ferramentas;
5. Necessidade de troca ou ajuste de cinco ferramentas;
6. Necessidade de troca ou ajuste de todas as ferramentas.

A maioria dos procedimentos de setup da máquina seguem o padrão das seis operações acima,

porém, por não haver uma padronização no que diz respeito às dimensões das ferramentas, existem casos em que, mesmo não havendo necessidade de troca de uma ferramenta, a mesma deve ser retirada e reajustada de acordo com as demais ferramentas que foram trocadas, aumentando ainda mais o tempo de setup.

Uma outra particularidade dos setup que deve ser destacada é a forma como o setup é apontado em algumas das máquinas da empresa. Nesse caso especificamente, existe um coletor instalado na máquina onde o operador digita informações como: número das Ordens de Produção, código do operador e as sequencias das operações. Dessa forma, o apontamento fica muito mais preciso e pode ser analisado em tempo real pelos apontadores de produção. O apontamento do setup é dividido em três códigos de operação: “Despreparação” que diz respeito ao tempo de setup destinado à retirada das ferramentas da Ordem de Produção anterior, “Preparação” que diz respeito ao tempo de setup destinado à introdução das ferramentas da nova Ordem de Produção e “Aguardar Preparação” que diz respeito ao tempo em que as demais máquinas ficam esperando enquanto as outras máquinas terminam o setup. Essa forma de apontar foi estabelecida para facilitar na alocação dos custos por item produzido, mas é importante salientar que o tempo de setup é a soma dos tempos das três operações apontadas.

A determinação do objeto de estudo na prensa foi feita de acordo com as particularidades do setup, especificamente dos tipos de operação identificados. De acordo com o levantamento realizado, os tipos de operação 3, 4, 5 e 6, tinham em comum um ajuste realizado no castelo que era muito frequente. Dessa forma, os esforços da equipe para análise dos dados e implantação do SMED serão concentrados nestes tipos de operação de setup.

4.4. Descrição da Implantação

O projeto de implantação do SMED se iniciou com a apresentação da metodologia à alta direção da empresa. A partir da aprovação da diretoria, foi montada uma equipe de implantação com envolvimento de operadores, chefes de seção, encarregados e coordenadores. Depois, iniciou-se a pesquisa e a coleta de dados sobre os itens processados e as características particulares de cada estação que compõe a linha de produção estudada. A equipe optou por desenvolver o projeto piloto de implantação do SMED em apenas uma máquina da linha escolhida com o objetivo de saber qual seria o comportamento dos operadores diante dos treinamentos e do novo modo realizar o setup da máquina, avaliar o desempenho da própria equipe diante das dificuldades que poderiam surgir na fábrica e para descobrir a melhor forma de adaptar a realidade da empresa à metodologia antes de expandir a implantação para as outras linhas de produção. A partir daí, foi dada continuidade ao projeto seguindo os estágios conceituais da metodologia propostos por Shingo (2000).

4.4.1. Estágio 0 (Inicial)

No estágio inicial foi feito um acompanhamento de vários procedimentos de setup da prensa juntamente com entrevistas com os operadores que costumavam realizar o setup, com o objetivo de reunir o máximo de informações possíveis sobre as ferramentas utilizadas em cada produto, identificar e dividir os tipos de operações de setup e também tentar encontrar um padrão nas diferentes maneiras que os operadores faziam o setup da máquina, além de buscar um consenso entre os mesmos sobre a melhor maneira de fazê-lo. Após as entrevistas e acompanhamentos, os tipos de operações de setup foram divididos em seis tipos e filmados para posteriormente serem detalhadamente analisados pela equipe de implantação. A partir

daí, foi feito um levantamento de dados no sistema de apontamento da empresa. O apontamento é realizado pelo próprio operador que digita informações em um coletor instalado na máquina. Todos os dados são transferidos para o sistema e podem ser acompanhados e analisados em tempo real, o que facilitou muito os registros de tempos de setup, códigos dos produtos entre outras informações necessárias e a coleta de dados em si.

4.4.2. Estágio 1

Apesar de todas as atividades do setup inicialmente serem realizadas internamente, ou seja, com a máquina parada, a identificação dos tipos de setup foi bem simples. Foram consideradas como externas as atividades de limpeza e movimentação de ferramentas, bem como a montagem de alguns dos conjuntos de ferramentas que são inseridos na prensa. As operações internas que foram identificadas eram aquelas em que havia necessidade de troca de ferramentas que, se fossem realizadas com a máquina em funcionamento, prejudicariam a segurança do operador.

4.4.3. Estágio 2

O primeiro passo desse estágio foi a reavaliação do Estágio 1 para confirmar se realmente não havia nenhuma atividade que pudesse ser realizada enquanto a máquina ainda estivesse produzindo. Depois disso, a equipe de implantação se reuniu e designou um colaborador que ficou responsável por realizar todas as atividades de setup externo. Entre essas atividades estavam: limpar a área próximo da máquina, avaliar as condições de uso das ferramentas da nova ordem de produção que, no caso de haver algum problema, deveria ser enviada para o setor de manutenção para os devidos reparos, disponibilizar as ferramentas próximo da máquina limpas e organizadas e disponibilizar a matéria-prima da nova ordem de produção devidamente lubrificada e próximo da máquina. Além disso, esse colaborador auxiliava o operador da máquina durante todo o procedimento de setup, realizando atividades como: limpeza e armazenamento das ferramentas da ordem de produção anterior na prateleira, disponibilização de ferramentas necessárias durante o setup, organização da área próximo a máquina e demais movimentações.

4.4.4. Estágio 3

O Estágio 3 foi um grande desafio para a equipe de implantação pois, durante o levantamento de dados do setup no Estágio Inicial, verificou-se que a maior parte das ferramentas utilizadas não possuía padrões. Esse fator associado à falta de padronização na realização das atividades do setup fazia com que o operador da máquina tivesse dificuldades ao encontrar, inserir e ajustar as ferramentas na máquina durante o setup.

Para racionalizar as operações, a equipe de implantação juntamente com os operadores que costumavam realizar o setup na máquina, elaborou um Procedimento Padronizado para o setup interno e outro para o setup externo. Esses documentos foram colocados na máquina e era de responsabilidade dos colaboradores realizar o setup de acordo com o descrito nos procedimentos. Outra medida que se fez necessária foi a organização e limpeza das ferramentas utilizadas na prensa. Antes dessa medida, a maioria dos conjuntos de ferramentas se encontravam dispostas de forma que dificultava a identificação no momento do setup, aumentando ainda mais o tempo de preparação. A medida consistiu em retirar todas as ferramentas da prateleira para limpeza e identifica-las de acordo com o item em que eram

utilizadas.

Outro objetivo a ser atingido nesse estágio é a eliminação de ajustes (SHINGO, 2000). Após as observações, verificou-se que o ajuste mais decorrente nas operações do Tipo 3, 4, 5 e 6 era a retirada do castelo para adequá-lo à posição das demais ferramentas da máquina (centrar). Para solucionar esse problema, a equipe de implantação solicitou uma modificação nos castelos, que consistiu em fazer um rebaixo na base da ferramenta, para que esta pudesse ser encaixada na mesa da prensa sem necessidade de muitos ajustes. A Figura 4 mostra a modificação realizada em um dos castelos para eliminar os ajustes necessários para a centralização da ferramenta:



Figura 4: Modificação no castelo para eliminar o ajuste (centrar)

Fonte: própria autora

Outra modificação solicitada foi o ajuste da matriz utilizada em um dos itens que, quando era introduzido na máquina, causava transtornos durante o setup por era preciso retirar o castelo da prensa (mesmo sem necessidade de troca) para adaptação à matriz. A modificação consistiu na diminuição do diâmetro do encaixe da matriz ao castelo. Depois desse ajuste, a matriz desse determinado item seria inserida sobre o castelo como as demais matrizes utilizadas.

Foram identificadas outras oportunidades de melhoria como a padronização das medidas de machos e fixadores para eliminar a constante troca dos carretéis, a aquisição de parafusos de aperto rápido para fixar as ferramentas, entre outras medidas que se mostraram inviáveis financeiramente até a conclusão deste trabalho.

4.5. Resultados

A coleta dos tempos de setup foi prejudicada durante a condução da pesquisa por diversos fatores, entre os quais o mais significativo foi a necessidade de retirar o colaborador que realizava o setup externo da máquina para suprir a falta de funcionários em outras células da fábrica. Dessa forma, a quantidade de dados obtidos antes da intervenção SMED (amostra de 26 tempos de setup) foi diferente daquela obtida após implantação do SMED (amostra de 14 tempos de setup). Em geral, para se comparar médias de duas amostras distintas recorre-se a técnica de análise de variância ANOVA. Um dos requisitos para utilização do ANOVA é que as amostras sejam normais, o que não se observou na prática. Diante disso, foi necessária a utilização de um teste não paramétrico, Mann – Whitney, que compara as medianas das amostras. Na Tabela 1, é possível observar os resultados obtidos:

Valores em min

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	49,10	15,91	27,33	51,58	110,15
C2	31,15	17,50	12,0	27,29	77,03

Fonte: própria autora

Tabela 1 – Resultados do teste não paramétrico de Mann – Whitney sobre os tempos de setup coletados

A variável C1 corresponde à amostra com 26 tempos de setup coletados antes do início da implantação da metodologia SMED e a variável C2 corresponde à amostra com 14 tempos de setup coletados depois da intervenção. Os resultados da análise mostram que, com 95% de confiança, rejeita-se a hipótese nula (H_0), ou seja, as medianas das amostras são diferentes. Tal resultado, orientados pelos dados da Tabela 1, permite afirmar que houve uma redução de 36,55% do tempo médio de setup após a intervenção do SMED. É importante salientar, que os resultados obtidos foram apenas com relação aos tempos de “Despreparação” e “Preparação” apontados no sistema, uma vez que o tempo “Aguardar Preparação” não foi alterado, pois a implantação não foi realizada em todas as máquinas da célula.

5. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi implantar a metodologia SMED e avaliar o impacto sobre a redução do tempo de setup em um dos equipamentos de uma fábrica de utensílios de alumínio de médio porte situada no interior de São Paulo. A partir dos dados coletados e da análise realizada, pode-se concluir que o impacto da implantação da metodologia SMED em uma das prensas hidráulicas da empresa estudada foi positivo, uma vez que, de acordo com os testes estatísticos aplicados, houve redução de 36,55% no tempo médio de setup da máquina. Porém, foram identificadas algumas limitações ao longo da pesquisa que influenciaram negativamente e impediram que a implantação obtivesse resultados mais significativos.

Uma dessas limitações foi a ausência de uma etapa estratégica anterior à implantação e de treinamentos mais específicos sobre a metodologia SMED, tanto para a equipe de implantação, quanto para os colaboradores envolvidos no setup da máquina. Esse fator foi bastante relevante, pois, apesar de mostrarem entendimento sobre os objetivos da implantação, ao longo do projeto muitas dúvidas surgiram e não foram tiradas adequadamente por falta de tempo para mais reuniões e esclarecimentos.

Outro fator de muita relevância foi a forte cultura organizacional presente na empresa. Segundo Marques (1994), a cultura organizacional impõe barreiras às mudanças, pois a empresa assume pressupostos desenvolvidos internamente como verdades inquestionáveis e sujeita as tentativas da gerência de desenvolver medidas que visam o crescimento da organização a falhas. Para Fleury (1989), o gerenciamento da cultura organizacional é possível por meio de melhorias nos padrões criados pela empresa e pela quebra de diversos paradigmas desenvolvidos ao longo do tempo. Segundo Rech (2004), o fator cultural é relevante, mas pode ser contornado com treinamentos, acompanhamento e uma maior coordenação que levem a motivação para a melhoria contínua.

Para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de uma etapa estratégica com treinamentos mais específicos sobre a metodologia SMED e reuniões ao longo da implantação que mostrem os resultados e evidenciem as falhas com o intuito de buscar melhorias e

aumentar o envolvimento de todos com o projeto. Além disso, para que a metodologia tenha impacto significativo no tempo de setup total do equipamento, é necessária a implantação em todas as máquinas da célula, com o objetivo de eliminar o tempo dispendido em “Aguardar Preparação”, que é o tempo de espera para preparação das demais máquinas. Para que a implantação nas outras máquinas ocorra de forma a gerar resultados significativos, é necessário seguir rigorosamente os estágios desenvolvidos a partir do estudo de Shingo (2000) e também buscar a racionalização das tarefas do setup interno, estabelecendo um padrão entre todas as ferramentas utilizadas nas máquinas, para eliminar o tempo desperdiçado com ajustes.

6. Referências

- CARDOSO, F. F.** *Análise da aplicação do método SMED na redução de tempo de setup em conjunto com o Travel Chart em uma indústria do setor metal mecânico*. 2014. 119. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara – SP.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.** *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- FLEURY, M. T. L.** *Cultura Organizacional – Os modismos, as pesquisas, as intervenções: uma discussão metodológica*. Revista de Administração, São Paulo 24 (1) : 3 – 9, janeiro/março 1989.
- FOGLIATO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M.** *Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*. Gestão e Produção. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2003, p. 163-181.
- GOLDACKER, F; OLIVEIRA, H. J.** *Set-up: Ferramenta para a Produção Enxuta*. Revista FAE, Curitiba, v11, n2, p 127-139, jul/dez 2008.
- GRZYBOWSKA, K.; GAJDZIK, B.** *Optymisation of equipment setup processes in enterprises*. Metalurgija, v. 51, n. 4, p. 555-558, 2012.
- HANSEN, R. C.** *Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre. Bookman, 2006.
- MARQUES, A. C. F.** *Deterioração Organizacional – Como Detectar e Resolver Problemas de Deterioração e Obsolescência Organizacional*. São Paulo: Makron Books. 1994.
- MARTINS, R. A; MELLO, C. H. P; TURRIONI, J. B.** *Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção*. São Paulo: Atlas, 2014.
- MIGUEL, P. A. C.** *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2. ed. Editora Campus, 2012.
- MOTA, P. M. P.** *Estudo e implementação da metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção*. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa. Outubro, 2007.
- PEREIRA, M. A.** *Estudo de caso da metodologia SMED: questões operacionais para implantação em tornos CNC*. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção/ ENEGEP. Rio de Janeiro, 2006.
- RECH, G. C.** *Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica*. 2004. 107. Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- SATOLO, E. G; CALARGE, F. A.** *Troca Rápida de Ferramentas: estudo de caso em diferentes segmentos industriais*. Revista Exacta, Vol. 6, Num. 2. julho-diciembre, 2008. pp. 283-296. Centro Universitário Nove de Julho, Brasil.
- SHINGO, S.** *Sistema de troca rápida de ferramentas*. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.
- MCINTOSH, R. I.; SUGAI, M.; NOVASKI, O.** *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. Gestão e Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007.