

**ESTUDO DO SMED POR MEIO DA METODOLOGIA WORLD CLASS  
MANUFACTURING – WCM.**

**RICHARDSON COIMBRA BORGES**

UFLA - Universidade Federal de Lavras  
richardson.borges@yahoo.com.br

**SANGER CUNHA ARRUDA DE ABREU**

Centro Universitário de Lavras  
sangerarruda@gmail.com

**JANDERSON MARTINS VAZ**

UFLA - Universidade Federal de Lavras  
jandersonmv@hotmail.com

**ÁREA TEMÁTICA: OPERAÇÕES**  
**Gestão De Operações Lean / Lean Management**

**ESTUDO DO SMED POR MEIO DA METODOLOGIA WORLD CLASS  
MANUFACTURING – WCM**

**Smed Study Methodology Through World Class Manufacturing - Wcm**

**RESUMO**

O SMED, em português, troca rápida de ferramental, é uma ferramenta para reduzir as atividades que não agregam valor. A sua implementação através da metodologia WCM é muito eficaz, pois ataca os desperdícios e tempos que não agregam valor ao produto. Um tempo de setup superior a 10 minutos se apresenta como prejuízo às organizações fabris, pois compromete toda a produtividade, comprometendo eficiência e eficácia. A metodologia sugere uma análise de campo com abordagens e técnicas para resolução do problema. Esse trabalho contribuiu para uma redução do tempo de setup, aumentando a produtividade e possibilitando o atendimento de um mix maior de produção de uma empresa de peças automobilísticas.

**Palavras-chave:** SMED, WCM, Gestão da Qualidade Total.

**ABSTRACT**

The SMED in Portuguese, quick change tooling, is a tool to reduce non-value added activities. Its implementation through the WCM methodology is very effective because it attacks the waste and times that do not add value to the product. Time longer than 10 minutes to setup presents itself as damage to manufacturing organizations because it compromises all the productivity, efficiency and compromising efficacy. The methodology suggests an analysis of field with approaches and techniques for solving the problem. This work contributed to a reduction of setup time, increasing productivity and enabling the service of a greater mix of producing an auto parts company.

**Keywords:** SMED, WCM, Total Quality Management.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho estuda a implementação de uma ferramenta para redução do desperdício de tempo de setup em um setor produtivo com o olhar voltado para a otimização através da sinergia produzida pela Single Minute Exchange Of Die (SMED – Troca Rápida de Ferramenta em um Minuto) dentro da metodologia World Class Manufacturing (WCM – Manufatura de Classe Mundial).

A Troca Rápida de Ferramenta – TRF (SMED) faz uma análise profunda a fim de eliminar as atividades que não agregam valor para aumentar a produtividade e o mix de produtos, pois somente dessa forma haverá o atendimento aos clientes com qualidade e no tempo requerido. Para a efetiva implementação de uma filosofia que prega o zero desperdício de tempo alia-se a filosofia do WCM - World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial) para potencialização dos resultados.

As empresas de Classe Mundial fortalecem seus métodos a cada dia para eliminação de fatores que não agregam valor, como uma estratégia em que cada um é responsável, não só pelo produto, mas também pela forma de como conduzir a confecção deste produto.

Yamashina, 2009 assevera que o WCM deve envolver toda cadeia produtiva, as pessoas e os processos, e as suas interações, para garantir a satisfação do cliente e a excelência em produtividade.

A aplicação do WCM se justifica por conduzir a organização ao sucesso e rentabilidade em um ambiente internacional competitivo. Dentre as atribuições importantes para a indústria estão: tornar-se um fabricante bem sucedido a nível global, reconhecendo o ambiente comercial e de livre concorrência, reconhecendo ameaças, oportunidades e vantagens competitivas, bem como executando o planejamento industrial e produtivo para a preparação e permanência em ambiente concorrente (HOSSEINIE et al, 2012).

Este trabalho pretende demonstrar que através de uma análise bem estruturada e com o apoio de métodos para implantação do SMED, dentro da filosofia WCM, pode-se chegar a redução considerável do tempo de setup. Alguns conceitos sobre WCM e SMED serão brevemente revisados, por se tratar de um tema ainda pouco abordado e estudado no meio acadêmico e profissional do Brasil.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O que é o *World Class Manufacturing* - WCM

Segundo Schonberger (1986), muitas empresas vêm utilizando um conjunto de estratégias conhecidas como World Class Manufacturing, como fundamento para as suas estratégias de manufatura, conduzindo a um ótimo desempenho e ganhando competitividade. Segundo Paddock (1994), estas estratégias captam crescentes fatias de mercado, colocando o cliente em primeiro lugar.

Baseado nas melhores práticas japonesas, quais sejam o Toyota Production System (TPS), a Manufatura de Classe Mundial - WCM vem sendo adotado por diversas organizações para gestão dos negócios.

O termo - Manufatura de Classe Mundial - foi introduzido por Hayes e Wheelwright (1984) ao descrever as capacidades desenvolvidas por empresas japonesas e alemãs ao entrarem na concorrência por mercados de exportação. Em 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo em seu livro World Class Manufacturing com uma abordagem mais forte, levando a ideia de que adotando práticas de Just-in-Time e Qualidade Total qualquer empresa poderia reduzir seus lead times e se tornar uma Manufatura de Classe Mundial. (CORTES, 2010)

Paddock (1993) apresenta o termo “Fabricação de Classe Mundial” (WCM) como aquele usado para descrever os melhores fabricantes do mundo. Segundo a autora estas empresas passaram a enxergar a importância da manufatura como arma estratégica.

Rubrich (2004) assevera que o princípio WCM deve ser difundido em toda fábrica, com o comprometimento do gerente ao operador, sendo uma filosofia Top-Down (de cima para baixo). O WCM quebra a rotina da fábrica estabelecendo uma nova forma de trabalho, pois apresenta ênfase na eliminação de refugo, aumento de qualidade, satisfação do cliente e aumento da produtividade.

Yamashina (2009) define WCM como o nível de excelência de todo o ciclo logístico - produtivo, tratando das metodologias aplicadas e do desempenho alcançado pelas melhores organizações mundiais. De acordo com o autor o WCM se baseia nos conceitos de:

- Total Productive Maintenance (TPM);
- Total Quality Control (TQC);
- Total Industrial Engineering (TIE);
- Just In Time (JIT);

Segundo Martins (2005), TPM (*Total Productive Maintenance*), Manutenção Produtiva Total, é muito mais do que fazer somente manutenção. É uma filosofia gerencial que atua na forma de como agir em uma organização, no comportamento das pessoas e os problemas ligados ao processo produtivo. A TPM visa atingir o zero quebra ou falha, com três princípios fundamentais:

- Melhoria das pessoas, pois todo programa começa com o treinamento.
- Melhoria dos equipamentos, pois todos os equipamentos devem ser melhorados para obter grandes ganhos de produtividade.
- E qualidade total, pois a criação de um programa de TPM deve caminhar junto com um programa de TQC (Controle da Qualidade Total).

Segundo Rubrich (2004), o TQC (*Total Quality Control*), ou Controle da Qualidade Total, argumenta que a responsabilidade deve ficar nas mãos de quem executa o trabalho, de forma que todos os operadores recebem autoridade de parar uma linha de produção sempre que ocorrer um problema com qualidade. Cuidando mais do processo (atitude pró-ativa) ao invés de gerenciar o produto já transformado (atitude passiva), visando o zero defeito, o TQC junto ao TIE (*Total Industrial Engineering*), trabalham na eliminação dos erros para evitar o desperdício.

Segundo Paddock (1993), o TIE (*Total Industrial Engineering*), Engenharia Industrial Total é uma abordagem integrada dos problemas da produção, buscando a melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação de todas as formas de desperdício através do envolvimento das pessoas que compõe a fábrica. Os aspectos essenciais são, a redução do tempo e o uso de um sistema à prova de erros para aumentar a confiabilidade dos equipamentos, o TIE visa o zero desperdício precisando de um programa mais justo para reduzir os estoques evitando a obsolescência.

Gaither (2002), diz que o JIT (*Just in Time*), No Momento Certo visa o zero estoque, reduzindo todos os estoques de produtos em processo ao longo da cadeia produtiva, reduzindo o lead time de manufatura, que é o tempo transcorrido entre o ponto de pedido de um cliente até o ponto de recebimento do produto. O JIT controla o abastecimento para que aconteça exatamente quando solicitado e seja entregue no exato momento em que foi requerido. O resultado é um fluxo uniforme, ininterrupto com pequenos lotes de produtos, evitando gerar estoque, escassez ou desperdício.

Segundo Paddock (1993), a implementação do WCM se entendido e acompanhado pela gerência, pode mudar a personalidade da fábrica, ou cultura de uma organização. A ponte entre a manufatura tradicional e o WCM é construída em uma série de fundamentos e técnicas.

Yamashina (2010) apresenta o WCM com base em pilares, visando à essência da filosofia. Os pilares gerenciais indicam o comprometimento que as pessoas e a organização devem demonstrar durante a aplicação do modelo para auxiliar o atingimento dos objetivos dos pilares operativos. Os pilares operativos representam os aspectos relacionados à produção sobre os quais se estruturam uma Manufatura de Classe Mundial. (CORTEZ, 2010)

## 2.2 Os 10 pilares do *World Class Manufacturing* - WCM

De acordo com Yamashina (2009), cabe aos colaboradores do nível operacional o compromisso com a filosofia e fazer parte de um dos pilares técnicos para o bom andamento da unidade fabril. Ao todo são 10 pilares, que serão descritos a seguir.

O primeiro pilar, Pilar *Safety* (SF), Segurança. Para Yamashina (2010), esse pilar trabalha com a integridade física e psíquica do operador reduzindo os atos e condições inseguras, analisando e eliminando as causas, desenvolvendo uma atitude preventiva, evitando assim os acidentes, ou quase acidentes. A prevenção, de forma a evitar o acidente, é atitude que gera melhores efeitos do que corrigir o problema depois de instalado, pois a atitude reativa gera afastamento e ônus para a fábrica e o trabalhador.

O segundo pilar *Autonomous Maintenance & Work Place Organization* (AM/WO), Manutenção Autônoma e Organização do Posto de Trabalho. Este pilar divide-se em dois outros pilares: a Manutenção autônoma e Organização do posto de trabalho.

O Pilar *Autonomous Maintenance* (AM), Manutenção Autônoma, trata do pilar que trabalha com a eficiência global do equipamento. Começando pela restauração básica do equipamento, sendo esta a primeira atividade de um projeto de melhoria. Antes de qualquer implementação deve-se restaurá-la, e, se o problema persistir deve-se aplicar as melhorias. Os operadores que trabalham neste pilar desenvolvem competências para melhoria do produto, processo e equipamento, Yamashina (2010).

Já o Pilar *WorkPlace Organization* (WO), Organização do Posto de Trabalho, trabalha para melhorar a eficiência e a produtividade da do setor produtivo. Eliminar o *Non Value Added Activities* (NVAA - atividades que não geram valor), como por exemplo: se um funcionário vai buscar um produto em outro setor distante, na fábrica, gasta muito tempo para fazer tal atividade, há agregação de valor e menos desperdício de tempo se houvesse alocação do estoque para perto da linha. Este pilar desenvolve melhorias para que toda ferramenta fique em uma posição confortável para o operador. Implantando a ergonomia e segurança do trabalho. (YAMASHINA, 2010)

O Pilar *Professional Maintenance* (PM - Manutenção Profissional), trabalha para tentar reduzir a zero as quebras de máquinas, atuando na análise de avarias, controlando e diminuindo as quebras para que não ocorram problemas de produção. Este pilar tem atuação junto ao pilar de Manutenção Autônoma restaurando as condições básicas do equipamento e planejando a manutenção preventiva (YAMASHINA, 2010).

O quarto pilar, Pilar *Quality Control* (QC), Controle de Qualidade. Segundo Cortez, et al (2010), este pilar trabalha para garantir a satisfação do cliente, atuando na conscientização dos operadores e na importância da qualidade na atividade de cada processo e seus atos. Além de diminuir as reclamações dos clientes através da análise de todos os defeitos de qualidade e reduzir o tempo entre a ocorrência do defeito, detecção e correção.

O Pilar *Customer Service & Logistic* (CS&L), Serviço ao Cliente & Logística visa garantir o atendimento ao cliente com menor lead time (tempo de atravessamento) e menor custo. Este pilar trabalha com atividades de reorganização dos processos assegurando um menor e melhor fluxo, reduzindo os estoques, movimentação e transporte de materiais, além de trabalhar com toda cadeia logística de cliente e fornecedor. (YAMASHINA, 2010)

O sexto pilar, Pilar *Early Equipment Management* (EEM), Gestão Preventiva de Equipamentos. Por sua vez, Yamashina (2010), nos diz que este pilar trabalha para garantir

que, quando da aquisição de um equipamento novo, a empresa deve comprar uma máquina que seja igual ou superior à que já está instalada na fábrica. Sua função é aumentar o ciclo de vida dos equipamentos e desenvolver projetos em conjunto com os pilares de manutenção autônoma e profissional e integrar fornecedores.

Já o pilar *People Development* (PD), Desenvolvimento de Pessoas. De acordo com Yamashina (2009), cabe a esse pilar desenvolver e motivar pessoas, reduzindo os erros humanos e trabalhar em conjunto com o pilar de segurança diminuindo os atos inseguros. Esse pilar identifica e organiza treinamento das ferramentas necessárias para os grupos de projetos para desenvolvimento de melhorias nos equipamentos.

O Pilar *Environment* (ENV), Meio Ambiente, deve executar melhorias no meio ambiente da empresa, mais especificamente a redução do consumo de energia e o uso de energias alternativas, promovendo a conscientização ambiental. (YAMASHINA, 2010)

O Pilar *Cost Deployment*, (CD), Desdobramento de custos. Para Yamashina (2010), esse pilar é a bússola do WCM, pois norteia todos os outros pilares, sendo responsável em converter todas as perdas com retrabalho, refugo, falta de material, hora parada de máquina em unidade financeira identificando qual o tipo de perda será atacada. Depois de toda implementação de melhoria esse pilar avalia a economia obtida.

Por fim, o Pilar *Focused Improvement* (FI), Melhoria Focada. Este pilar trabalha junto com o pilar de desdobramento de custos, que depois de identificadas as perdas o pilar FI escolhe quais pilares terão mais atenção por parte da gerência, e na orientação técnica sobre quais ferramentas e metodologias devem ser aplicadas para determinado tipo de problema. Esse pilar chama melhoria focada porque não se limita a fazer uma ação de contenção, mas sim investigar a causa raiz do problema e atacá-la para que não ocorra mais. (YAMASHINA, 2010)

O SMED (*Single Exchange of DIE*), Troca rápida de ferramenta em um único dígito é uma ferramenta do pilar FI, que objetiva melhor eficiência do equipamento reduzindo seu tempo de setup, baseado no Overall Early Equipment (O.E.E), Equipamento de Eficiência Global.

### **2.3 SMED (*Single Minute Exchange of Die*).**

Segundo Shingo (2000), a técnica foi criada a partir de um estudo em 1950 na planta da Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima, no Japão. A Toyo queria diminuir o tempo de gargalo causado por prensas de estampagem. Depois de estudos feitos para diminuir o tempo de setup, Shingo estabeleceu uma política para separar o setup em interno e externo, e a recém-nascida SMED dava seu primeiro passo.

Ainda segundo Shingo (2000), os dois tipos de setups são:

- Setup interno (TPI – Tempo de Preparação Interno), são as atividades que fazem parte do setup e que não podem ser executadas sem que haja interrupção da produção, tais como a montagem ou remoção das matrizes, que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada.

- Setup externo (TPE – Tempo de Preparação Externo), são atividades que podem ser executadas com a máquina em movimento, ou seja, sem que haja interrupção da produção, tais como o transporte de matrizes para a máquina.

Shingo (2000) deixa claro que o conceito levou 19 anos para ser desenvolvido, e que os toques finais foram estimulados pela Toyota Motor Company, sendo uma abordagem científica para redução do tempo de setup, e que pode ser aplicada em qualquer máquina e em qualquer fábrica. O setup abrange todas as atividades necessárias para preparar o equipamento para produzir um produto diferente.

O tempo de setup é o tempo total desde o momento da última peça boa de um lote até a primeira peça boa do lote seguinte (IMC Internacional, 2010).

### **2.3.1 Objetivos do SMED**

Segundo Shingo (1996), o SMED flexibiliza a fabricação, que é a capacidade de produzir um mix variado de produtos, de acordo com as necessidades do mercado, produzindo o estritamente necessário, na quantidade solicitada e no menor tempo possível.

O objetivo do SMED é diminuir o tempo de setup visando reduzir todas as operações feitas durante esse procedimento. Essa técnica visa que todo setup deva ser feito em menos de 10 minutos, não necessitando de grandes investimentos. Somente com o trabalho de separação de setup interno para externo, hpa um ganho de 30 a 50% de redução do tempo.

### **2.3.2 Passos Básicos do Procedimento de Setup.**

No estágio inicial os setups internos e externos não se distinguem. Segundo Shingo (2000), nas operações tradicionais, o setup interno e externo são confundidos. Uma análise continua da produção realizada com um cronômetro é a melhor abordagem. Um método efetivo é filmar toda a operação de setup e mostrar o filme para os operadores imediatamente após sua realização, geralmente provocando geração de ideias úteis e de aplicação imediata. Este método pode ser efetivamente usado com a ferramenta Brainstorming

O Estágio 1 é onde se separa o setup interno do externo. Conforme Shingo (2000), esse é o passo mais importante na implementação do SMED. Em atividades como preparação dos componentes, a manutenção deve ser realizada quando a máquina estiver parada. Tempos de setup normais podem ser reduzidos de 30% a 50%, somente separando os procedimentos de setup interno e externo. Controlar a separação entre os setups é o passaporte para atingir o SMED.

Por sua vez, o Estágio 2 converte o setup interno em externo. Shingo (2000), diz que o segundo estágio, converter setup interno em externo envolve duas noções muito importantes:

- Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno;
- Encontrar meios para converter estes passos para setup externo.

Já no Estágio 3, racionaliza-se todos os aspectos da operação de setup. Shingo (1996) orienta para que se examine as operações de setup interno e externo e implemente as oportunidades adicionais de melhoria. Das centenas de melhorias, a separação bem definida, a conversão total dos setups interno e externo, a eliminação de ajustes e a fixação de itens, comprovaram ser as mais efetivas.

Segundo Shingo (1996), após a implantação bem sucedida do SMED, os estoques desaparecem. Os pedidos são tratados como produção em pequenos lotes e grandes variedades. Além do aumento da flexibilidade da produção, as esperas por processamento também são reduzidas.

Para uma melhor implementação do SMED, primeiro deve-se responder algumas questões. Qual equipamento deve merecer atenção primeiro? O tempo de setup está abaixo de um dígito? Como fazer a preparação do equipamento? O local está organizado e limpo? Os resultados foram obtidos? Esse trabalho não se restringe somente a técnica do SMED, mas também em um conjunto de técnicas que darão apoio a um objetivo, a redução do tempo. Para identificar qual equipamento tem uma maior perda, o Gráfico de Pareto é uma excelente arma, pois estabelece uma prioridade de qual equipamento e área a ser tratada (SHINGO, 1996).

## **3 METODOLOGIA**

Para a avaliação dos objetivos propostos realizou-se um estudo quantitativo, descritivo e exploratório. O trabalho também apresenta pesquisa empírica, pois segundo Demo (2000) é a pesquisa dedicada ao tratamento fatural da realidade, ela produz e analisa dados, procedendo sempre pela via do controle empírico e fatural. A valorização desse tipo de pesquisa se dá pela

possibilidade que oferece de maior concretude às argumentações, por mais tênue que possa ser a base fatural. O significado dos dados empíricos depende do referencial teórico, mas estes dados agregam impacto pertinente, sobretudo no sentido de facilitarem a aproximação prática (Demo, 1994).

De acordo com os objetivos traçados, este trabalho se classifica como uma pesquisa descritiva que segundo Cervo et al. (2007) observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los. Procura descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características. Busca conhecer as diversas situações e relações que acontecem na vida social, política, econômica e demais aspectos do comportamento humano, tanto da pessoa tomado isoladamente como de grupos e comunidades mais complexas.

O trabalho analisa o processo de implantação da metodologia SMED, com base na filosofia WCM, em uma indústria do segmento automotivo situada no Sul de Minas Gerais. Com uma área total 105.000 m<sup>2</sup> e uma área construída de 29.000 m<sup>2</sup>, contando com aproximadamente 2.000 funcionários.

### **3.1 Método e técnicas de coleta de dados**

Após identificar o local, o pilar CD - Desdobramento de custos apresentou as informações para o pilar do FI - Melhoria Focada para montar um time de trabalho e realizar o treinamento necessário para aplicar a metodologia. Fez-se necessário uma equipe de 17 pessoas, nesta fase, as pessoas foram orientadas para o pilar de PD- Desenvolvimento de Pessoas para estabelecer quais pessoas e ferramentas precisariam ser treinadas. Todos receberam o treinamento sobre os métodos utilizados.

### **3.2 Descrição do procedimento de setup**

O setup consiste em remover uma ferramenta de 800 Kg que esta fixada na máquina e transportá-la até o armário de ferramentas. Em seguida, movimenta-se outra ferramenta que será utilizada até a máquina, fixa-a ao equipamento, realizam-se os ajustes necessários e em seguida é feita a operação de estampagem na primeira peça. Esta peça é medida no laboratório de metrologia. Se a peça estiver conforme especificações, a máquina será liberada, caso contrário, a ferramenta de estampagem deve ser ajustada até que a primeira peça boa possa ser liberada pelo operador do laboratório.

Shingo (2000) sugere, como uma melhor forma de análise, filmar o procedimento de setup. Esta técnica consiste em realizar filmagens que contenham todos os detalhes das atividades realizadas durante o procedimento, pois toda a etapa pode ser estudada e analisada quantas vezes se desejar. Após a realização das filmagens, todos os membros do time reúnem-se para assistir e fazer a análise do setup realizado, se necessário pode-se usar esse arquivo para alguma futura melhoria.

### **3.3 Semana *kaizen***

A semana *kaizen* aconteceu no período do dia 10 ao dia 14 de outubro de 2011. É uma semana voltada para as atividades de melhoria. Estão envolvidos todos os pilares.

- 1º dia – Abertura do evento, treinamento e reciclagem das ferramentas (SMED, 5S, Gráfico de Espaguete e Pareto, OEE, *Kaizen*) para os times de trabalho.

- 2º dia – Levantamento e priorização das perdas. Os dados levantados foram analisados. Desenvolvimento das atividades pelo plano de ação. Neste caso do SMED segue a gestão de atividades conforme definido em plano de ação próprio.

- 3º dia – Desenvolvimento das atividades, fazer um novo setup para análise de resultados e possíveis melhorias. Este plano de ação relata qual a ocorrência, a ação que será tomada, quem será o responsável por ela e a data limite para a conclusão.

- 4º dia – Execução de testes do equipamento, depois de implementadas as melhorias. Primeira tentativa e resultados.
- 5º dia – Execução dos testes finais e fechamento da semana.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O primeiro passo para implementação do método foi identificar qual equipamento teria o maior problema de setup, essa perda foi identificada pelo pilar do CD em 2011. Foi levantado todo tempo de setup de todas as máquinas da fábrica para unificar os dados e fazer a análise. O objetivo neste momento foi estratificar as perdas e qual centro de custo teria a maior perda no tempo de troca de ferramentas. O Gráfico 1 faz esta discriminação.

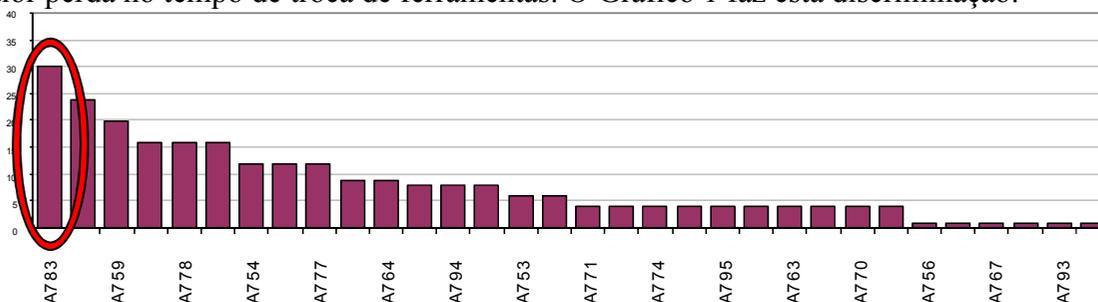


Gráfico 1- Identificação da perda por centro de custo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2014).

O centro de custo com a maior perda de setup foi à área AZ83. O setor é composto por 4 células produtivas. Posteriormente, faz necessário saber qual célula da área AZ283 apresenta a maior perda, o que pode ser visualizado no Gráfico 2.

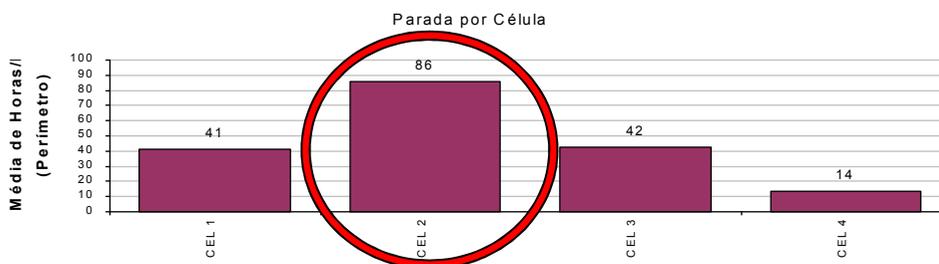


Gráfico 2- Perda de setup por célula.

Fonte: Dados da Pesquisa (2014).

O gráfico analisado pelo pilar CD identificou como a maior perda a célula 2. Após, outra análise seria identificar qual máquina se apresenta como gargalo por tempo de setup, ou seja, a maior causa do problema. Tal máquina pode ser identificada pelo Gráfico 3.

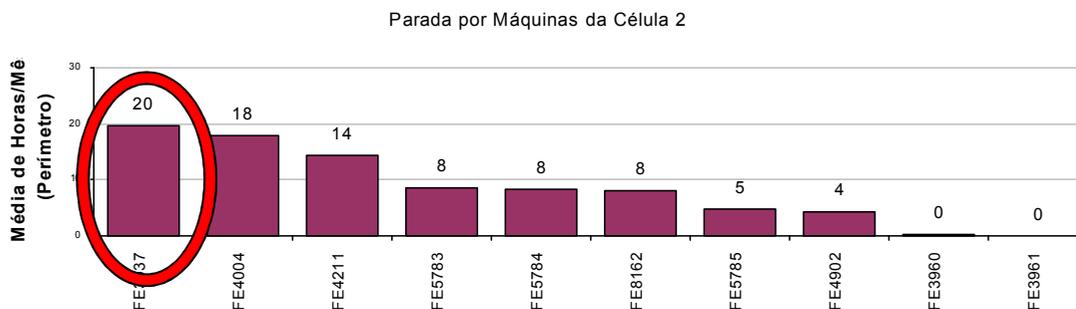


Gráfico 3- Perda por equipamento.

Fonte: Dados da Pesquisa (2014).

Após todo levantamento das perdas pelo pilar CD, foi identificado que a prensa de fazer furos em uma peça automotiva apresentou a maior perda de tempo durante a troca. Ficou, então, estabelecido onde aplicar o SMED.

Com a identificação da máquina, foi elaborado um indicador, o OEE. Esse indicador confronta o volume real de produção com o volume máximo teoricamente alcançável. Ele indica o parâmetro necessário para o ganho efetivo de tempo.

Por meio do indicador OEE verificou-se que apenas 58,79% de capacidade desta prensa esta sendo utilizada, enquanto que, de 41,21% da perda, o setup é responsável por aproximadamente 18%.

#### 4.1 Análise do setup realizado

Com auxílio das filmagens, todas as atividades desenvolvidas durante o procedimento de setup foram listadas em um formulário que contém campos para preenchimento do setup interno e externo, distância percorrida, e um campo destinado para ações visando eliminar, combinar, reduzir ou simplificar cada atividade. Para análise do setup também foi utilizado o Gráfico Espaguete. O Gráfico de Espaguete é a utilização de um desenho no layout existente de maneira que com uma caneta colorida e uma fita métrica, se possa desenhar o caminho percorrido por cada pessoa durante a atividade, e a medição de tal caminho.

No caso estudado, e de acordo com a Figura 1, a distância total percorrida é de 738 metros.

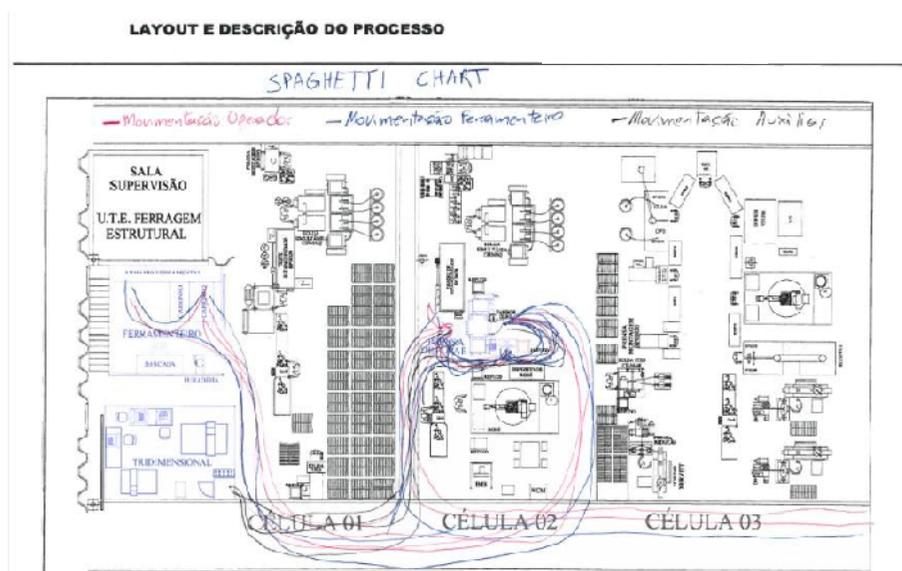


Figura 1- Gráfico de espaguete. Análise da movimentação do operador.  
Fonte: Dados da Pesquisa (2014).

Através da análise das atividades pelo time de trabalho, as principais deficiências levantadas foram:

- Falta de Padronização das Atividades de Setup.
- Falta de Padronização de Chaves, Porcas e Parafusos.
- Falta de um Armário Para Colocar Ferramentas.
- Deficiência no Manuseio e Transporte das Ferramentas.
- Falta de programação de Setup.

Depois de todo trabalho planejado, ele está pronto para implementação imediata onde as equipes de diversos pilares trabalham em conjunto.

## 5 DISCUSSÃO

Primeiro implantou-se o 5S para organizar e facilitar o trabalho dos pilares de AM e PM com a restauração da condição padrão de máquina, promovendo o trabalho do SMED.

Através da análise das atividades do SMED, foram implantadas as seguintes ações:

Transferência de 18 atividades de setup interno para externo, tais como:

- Comunicar o ferramenteiro sobre o setup: 3 minutos e 45 segundos.
- Buscar a chave inglesa: 5 minutos e 23 segundos.
- Buscar carrinho para movimentar ferramenta: 9 minutos e 39 segundos.
- Posicionar o carrinho atrás da máquina: 1 minuto e 49 segundos.
- Posicionar o carrinho para retirada da ferramenta: 2 minutos e 58 segundos.
- Transportar o ferramental até a estante: 3 minutos e 53 segundos.
- Pegar o outro ferramental e transportá-lo até a máquina, posicioná-lo: 10 minutos e 34 segundos.
- Limpar o local para posicionar novo ferramental: 2 minutos e 2 segundos.

Após a análise feita foi obtida uma melhoria de 69%, passando de um setup de 55 minutos para 16,8 minutos, somente transferindo o setup interno para externo, a aquisição de mais um carrinho proporcionou uma redução de 27 minutos e 32 segundos. A aquisição desse carrinho foi de crucial importância para a redução de tempo, pois tal redução foi de pouco mais de 53%.

Foi adquirida uma plataforma com roletes e a régua de elevação na base da máquina, facilitando a colocação do ferramental e o alívio do stress do operador, que, na situação anterior tinha que fazer força para arrastá-lo, levando a uma redução do tempo de 7 minutos e 3 segundos, reduzindo um percentual de 13,15%.

A distância de 738 metros percorrida antes foi reduzida para 170 metros, entre setup externo e interno. Assim o operador caminha menos com redução de fadiga e esforço.

Seguindo a metodologia de Shingo (2000), após a primeira análise e verificação das atividades implementadas do setup, deve-se fazer nova verificação na tentativa da obtenção de melhorias. No caso em estudo conseguiu-se chegar a 15,3 minutos na segunda tentativa, passando de 69% para 72% de redução do tempo, conforme Gráfico 4.

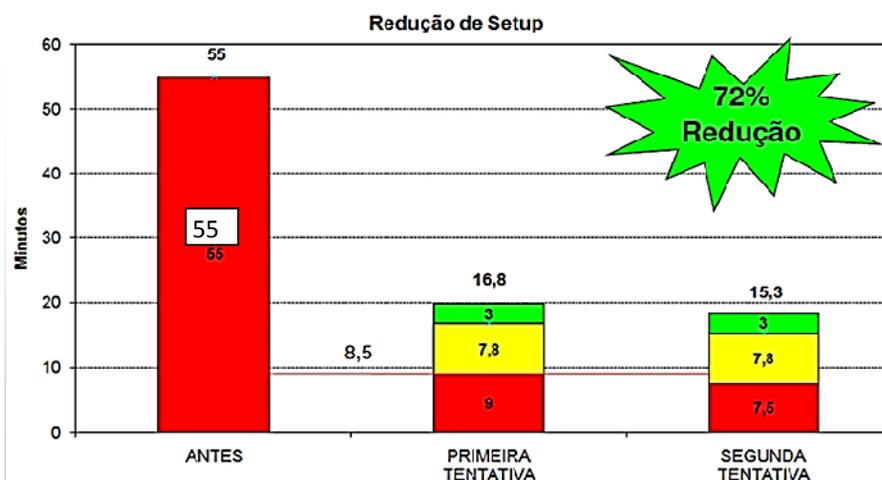


Gráfico 4- Análise de redução de setup.

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Shingo (2000), diz que para que a faixa dos 10 minutos possa ser atingida somente pela conversão do setup interno para externo, para a maioria dos casos, tem-se que realizar esforços para implementação de melhorias. Também afirma que se poderá reduzir em até 5%, em alguns casos.

Desta forma, preparou-se a colocação em prática dos kaizens de melhoria planejados, colaborando com a redução de tempo. Após, houve a redução em cerca de 8% do tempo anterior de 16,8 minutos.

Foi desenvolvido um quadro para programação dos setups no setor, permitindo que os operadores preparassem as atividades de acordo com a programação das peças que iriam ser produzidas.

O trabalho de implementação gerou duas POP's - Procedimento Operacional Padrão, após o primeiro teste do setup, que são procedimentos a serem seguidos por todos operadores para a sua execução. Uma para o setup externo, para o posicionamento correto do carrinho antes da troca do ferramental, e outra para o setup interno, com troca do ferramental proporcionando maior eficácia e eficiência.

Sugai (2007) faz uma crítica à teoria de Shingo quando diz que a aplicação do SMED pode ser ampla e irrestrita. Aborda nos resultados de sua pesquisa realizada em uma indústria metalúrgica que o SMED não deu certo. Mas por que houve tantas falhas ao se implantar a técnica? Fica obvio quando diz em seu artigo que não ocorreram reuniões e treinamento suficientes. Como implementar uma técnica tão forte e eficiente, e querer colher bons frutos se não há treinamento adequado e suficiente, ou ainda, se não há reuniões para traçar os objetivos?. O SMED não acontece sozinho, então, faz-se necessário haver preparação adequada para implantar a técnica, pois não se obtém êxito naquilo que não se está preparado e com conhecimento apropriado para fazer.

Este trabalho sinaliza que quando a empresa está bem estruturada e todos estão preparados consegue-se chegar ao objetivo. Reduziu-se o tempo de setup para melhorar o mix de produtos e produtividade, através do SMED em ambiente propício pela filosofia WCM.

## **6 CONCLUSÃO**

O projeto para se implementar a diminuição do tempo de setup de uma máquina do setor produtivo na fábrica de peças automobilísticas em questão, surgiu da necessidade de se melhorar o desempenho de seus processos e seus respectivos tempos de produção.

No transcorrer do trabalho o SMED mostrou-se uma ferramenta que pode ser aplicado em qualquer unidade industrial e para vários tipos de máquinas, tendo como base a sua abordagem científica para a redução dos tempos de setup. O SMED deve ser entendido como a quantidade mínima de tempo necessário para se mudar o tipo de atividade de produção, sempre analisando o momento em que a última peça de um lote anterior foi produzido em face a primeira peça produzida pelo lote subsequente.

Por sua vez, o WCM contribui no sentido de propiciar um ambiente mais adequado para a implantação do SMED, através de seus 10 pilares. Os pilares gerenciais se encarregam de verificar o comprometimento que as pessoas e a organização estão demonstrando durante a aplicação do modelo para auxiliar o atingimento dos objetivos dos pilares operativos, que por sua vez estão relacionados à produção.

O WCM revelou-se como um instrumento de suma importância para a indústria em estudo, pois sua filosofia é baseada em um conjunto de preceitos que buscam a integração da gestão empresarial e redução de custos de uma forma geral. Além disso, ele visa aprimorar a Logística, Qualidade, Manutenção e Produtividade para níveis de classe mundial, através de uma variedade de metodologias e ferramentas. Na organização estudada, e na maioria das empresas, o WCM focou-se em combater de forma ordenada cada desperdício e perda existente em todo o processo produtivo; se preocupou também com o envolvimento dos colaboradores e suas competências, e, por ultimo na utilização rigorosa de métodos e ferramentas apropriados para melhorar a eficiência de todo o processo.

Assim, ao implantar a ferramenta SMED comprovou-se a sua eficiência mediante a redução do tempo de setup. Aliada a filosofia do WCM, o SMED foi bastante potencializado,

através do comprometimento das pessoas, pois os pilares reforçam a ideia de que cada um é responsável pelo seu ambiente de trabalho. Ao retirar-se o tempo da metrologia que são 7,8 minutos, o tempo total de setup reduziria para 7,5 minutos passando de 72% para 86,36% atingindo a meta estabelecida. Mas Shingo não faz essa separação no SMED, do tempo que leva para uma medição da peça, de forma que essa medição é parte do setup, e, então, deve-se respeitá-la. O ganho foi 72% que é um ganho bastante expressivo, e possibilitou uma linha de produção mais flexível. Fica a sugestão de expansão para outras linhas e melhoria constante para a máquina, diminuindo o tempo para menos de 10 minutos.

O ganho foi de 72%, que é um ganho expressivo. A máquina apresentou maior disponibilidade e capacidade em mix de produtos. O que antes era um setup por turno, ou seja, três (3) em um dia, se transformou em apenas dois (2) setups.

É necessário que a empresa dê continuidade as ações iniciadas, permitindo que tais ações possam ser incorporadas como práticas comuns e rotineiras. À medida que o processo SMED, tendo como filosofia de base o WCM, for estendido a outros processos, e, ou, setores de produção, faz-se necessário estabelecer uma rotina de acompanhamento objetivando concretizar a utilização das técnicas implantadas, instrumentalizar os funcionários que trabalham junto aos equipamentos e redefinir novas formas de utilização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERVO, Amado L. et al. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento**: metodologia científica no caminho de Habermas. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

DYONISIO, A. F. e DYONISIO, R. C. C. **Troca rápida de ferramenta (TRF): Sua aplicação na redução de setup**. E-F@Nzine – Revista Eletrônica. Ano 1, nº 4, abr-jun 2009.

CORTEZ, P. R. L. **Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM**: Estudo de Caso Em Uma Empresa do Setor Automobilístico. XXX ENGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010.

GAITHER; N. & FRAIZER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo: Cengage Learning. 2002. 598 p.

HOSSEINIE, S. M.; SHIRAZI, A. N.; ESHLAGHY, A. T.; MEHRAN, M. H. A Comprehensive Model for Status Assessments' Gap Evaluation in the World Class Manufacturing--Based on Modifications' Development of ESCAP Approach. **Management Science and Engineering**, 6(3), 2012, p. 6-9.

IMC-Internacional. Curso para formação de consultores internos em produção sem defeitos, 2010. Apostila.

MARTINS, P. G. e LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Editora Saraiva. 2005. 562 p.

PADDOCK, B. **Top management's: Guide to World Class Manufacturing**. 1st ed. Kansas City: Buker, Inc., 1993. 83 p.

RUBRICH, L.; & WATSON, M. **Implementing World Class Manufacturing**. 2 ed. Fort Wayne, Indiana, 2004. 437 p.

SCHONBERGER, R. J. **World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied**. New York, New York. 1986. 253 p.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre: Rio Grande do Sul. 2000/2008. 327 p.

SUGAI, M. et al. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): Análise Crítica e Estudo de Caso**. Departamento de Engenharia de Fabricação – UNICAMP. Campinas – SP. 2007.

YAMASHINA, H. **World class manufacturing: Métodos e instrumentos**. Material interno de aplicação WCM da empresa em estudo, 2009.

YAMASHINA, H. **WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida**. Material interno de divulgação do WCM da empresa em estudo, 2010.

YAMASHINA, H. **Challenge to world-class manufacturing**. International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 17. Nº 2, 2000, p. 132–143.