

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DE TEMPO DE *SETUP* EM INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMOTIVO

Nhakita Fernandes Dorneles (PUC MG)
nhakita.dorneles@gmail.com

Marcela Eduarda Andrade Lemes (PUC MG)
marcelandrade98@gmail.com

João Evangelista de Almeida Saint-Yves (PUC MG)
jeasyves@pucminas.br



Na atualidade um dos desafios enfrentados pelas indústrias é conciliar as exigências de demanda e cumprimento com as expectativas do consumidor, no menor prazo possível, aliado a um custo baixo. As indústrias automotivas são exemplo desse cenário extremamente competitivo. O presente artigo tem por objetivo estudar como reduzir os tempos de troca de ferramentas em uma empresa do setor automotivo. Os dados coletados para o estudo indicam que os tempos atuais de setup são suficientemente elevados caracterizando, com isso, desperdício. Diante deste cenário foram propostas ações para reorganizar as atividades de troca de ferramentas através de aplicação de ferramentas de Engenharia de Produção, principalmente o SMED – Single Minute Exchange of Die.

Palavras-chave: Exigências de demanda, Desperdício, SMED.

1. Introdução

A partir do desenvolvimento de metodologias industriais advindas da globalização, muitos aspectos da indústria foram moldados para se adequarem às novas realidades. Mudanças nos processos produtivos vem acontecendo de forma rápida, principalmente pela revolução tecnológica (MARIANO, VÈRAS e SILVA et al 2014).

Assim, as indústrias brasileiras têm grandes desafios relacionados à adaptabilidade a essas crescentes mudanças de mercado. A capacidade de absorver novas tecnologias para melhoria de seus processos, pode torná-la mais competitiva de tal modo que colabora para que as empresas abarquem novos mercados. Por conseguinte, se faz necessário a aplicação de ferramentas de melhoria capazes de amortizar as objeções que as distanciam desse desafio mercadológico (MESQUITA, ALLIPRANDINI 2003).

Segundo Tubino (2015) para que uma empresa tenha destaque nesse contexto concorrido e globalizado espera-se que seu sistema produtivo promova vantagens no prazo de entrega a seus clientes, de produtos confiáveis e flexíveis.

Diante desse cenário empresas buscam aprimorar seus processos a fim de alcançar maior competitividade, com entrega mais rápida de produtos a seus clientes e preços finais mais atraentes, alcançados através da redução de desperdícios. Todos esses aspectos aliados a objetivos de: flexibilidade, qualidade, confiabilidade, velocidade e custo.

Sendo assim, a presente pesquisa é fundamentada em um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo, Empresa Alfa¹, que apresenta elevados tempos de troca de ferramentas, que acarretam em desperdícios relacionados a tempo de máquina improdutiva, atividades sem valor agregado e indicadores de produtividade abaixo da meta. Portanto, essa pesquisa focará em: Como aumentar a produtividade para o setor automotivo, a partir da redução de desperdícios ao minimizar o tempo de troca de ferramenta?

Justifica-se pela oportunidade de as pesquisadoras aplicarem técnicas de engenharia de produção no setor automotivo. Essas têm sido a força motriz para melhorias a serem propostas nos processos. Contudo, a sua importância estará na priorização de atividades de baixa complexidade que alcancem os resultados almejados. Também, possibilitará obter uma análise crítica do processo, fundamentada cientificamente.

Diante do exposto, a pesquisa objetiva a identificação de metodologias capazes de reduzir o tempo de troca de ferramenta numa empresa do setor automotivo. Para tal se faz necessário,

¹ A empresa será assim tratada por não permitir a divulgação de seu nome

diagnosticar a situação atual das principais atividades do *setup*, analisar criticamente as inconsistências encontradas, identificar medidas corretivas aplicáveis, propor alternativas factíveis de engenharia de produção e avaliar sua aplicabilidade na redução do tempo de troca de ferramentas e consequentemente redução de desperdícios e aumento de produtividade.

2. Referencial teórico

2.1. Sistema Toyota de produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema de produção desenvolvido pela Toyota após a segunda guerra mundial. Esse modelo de produção tem como princípio central a “produção enxuta”. Womack e Jones (1996, p. 29) *apud* Liker (2007) “definem a produção enxuta como um processo de cinco passos: definir o valor do cliente, definir o fluxo de valor, fazê-lo, “fluir”, “puxar” a partir do cliente e lutar pela excelência”. Ohno (1997) sintetiza a produção enxuta como um método que busca eliminar o desperdício e aumentar a produtividade.

O STP é um conjunto de técnicas e ferramentas. Paraboni e Oliveira (2011, p.2.) pontuam o propósito das ferramentas sendo “aumentar a produtividade e obter melhores resultados operacionais e, por consequência, incrementar o desempenho econômico-financeiro da empresa”.

Taichi Ohno junto ao desenvolvimento do STP, trouxe conceitos importantes como metodologia *KAIZEN*. A expressão *Kaizen* significa textualmente: “MUDE (*KAI*) para tornar-se BOM (*ZEN*)” devido a sua aplicação no STP ficou conhecida visto que se baseava em esforços ininterruptos para melhoria do sistema. (CICONELLI, 2007)

Não obstante a partir dessa filosofia foram criadas outras ferramentas que apoiam a produção enxuta, como: *kanban*, *Heijunka*, Manutenção Produtiva Total (MPT) e Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou *Single Minute Exchange of die* (SMED) (CALHADO, P. M *et al*, 2015). Para Shingo (1996), todo trabalho que não agregue valor é considerado um desperdício, de tal forma que deve haver esforço para eliminá-lo, reduzindo assim os custos da empresa.

O STP é uma gestão focada na redução de sete tipos de desperdícios: superprodução, espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos (SILVA *et al* 2013).

2.2. Overall equipment effectiveness – OEE

De acordo com Valdomiro e Paulista (2017) o indicador de OEE (*overall equipment effectiveness*) advém da metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), sendo ferramenta

chave usada para mensurar as principais perdas da operação, usando índices de disponibilidade, performance e qualidade, tornando possível avaliar as condições de utilização do maquinário. De acordo com Desiombra (2014) o indicador de OEE é uma medida simples e global, não se limitando em ser um indicador usado em operações, mas que mensura todas as atividades dentro de um processo, sendo recomendado para companhias com produção diária alta, cuja capacidade produtiva diária deve ser analisada cuidadosamente, visto que a ineficiência afeta os resultados finais, além de ser ferramenta chave para detectar ruídos no desempenho do processo.

Zammori, Braglia e Frosolini (2011), advogam que a partir do OEE é possível verificar perdas durante o processo produtivo que culminam em diminuição de resultados financeiros da empresa. Logo, a ferramenta OEE é eficiente para avaliar os objetivos de produção, capacidade de operação e disponibilidade de maquinário.

Segundo Nakajima (1989) *apud* Desiombra (2014) as etapas iniciais para aprimorar as condições de uso de um maquinário é identificar suas perdas, que nessa metodologia são indicadas seis e tem influência direta na produtividade, como: Troca de ferramental (*setup*), quebra de máquinas, período ocioso para paradas de pequeno porte, diminuição da velocidade, qualidade, e desaceleração do rendimento.

Ainda para Desiombra (2014) durante o *setup* são apontadas perdas que o incorporam, as regulagens quando estão inclusas dentro deste tempo são normais. Quando as regulagens ocorrem pós-*setup*, são consideradas fora da programação e se tornam falhas que demérita o tempo.

Para Moraes (2004) um OEE de 85% pode ser considerado um resultado satisfatório, desde que os três índices que o constituem (qualidade, performance e disponibilidade) e ainda a confiabilidade dos dados sejam comprovadas, haja visto a dificuldade das companhias em registrar acertadamente suas perdas diárias.

2.4. *Single minute exchange of die* – SMED

Singeo Shingo foi o criador da ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que tem como princípio a realização do *setup* de forma simples, com o objetivo de ser em menos de 10 minutos, em tradução para o português, o termo é entendido como Troca Rápida de Ferramentas (TRF) (NETO *et al*, 2015).

O SMED é definido como a mínima quantidade de tempo necessário para mudar de um tipo de atividade a outro, considerando a última peça conforme de um lote até a primeira peça conforme do lote seguinte (SHINGO, 1985).

Esse sistema foi desenvolvido durante os anos 50, Shingo constatou que existem dois tipos de *setup*. O *setup* interno (*online*), que é realizado quando a máquina está parada e o *setup* externo (*offline*), sendo realizado com a máquina em funcionamento (NETO *et al*, 2015).

Fagundes disserta sobre as vantagens da implantação do SMED:

Com a implantação da Troca Rápida de Ferramenta as empresas passam a ter maior flexibilidade, tanto quando da necessidade de mudanças na estrutura dos produtos, como na redução do tempo de atravessamento (*lead time*) na fábrica, ficando mais sensível à necessidade de mudanças no mix de fabricação. (FAGUNDES, p.6, 2012).

De acordo com Shingo (1985) grande parte das atividades de *setup* consistiam em atividades de ajuste (50%), preparação de dispositivos e acessórios (30%), determinação da dimensão de ferramentas (15%) e o menor percentual (5%) em remoção e fixação do molde (matriz) na máquina.

A ferramenta SMED aplicada nesse estudo, segue as diretrizes do *World Class Manufacturing* (WCM). Segundo Yamashina (2009) *apud* Perassolli e Regattieri (2019), o WCM pode ser entendido como uma busca pela excelência em todos os processos.

2.5. Passos para implementação do SMED

Passo 1 – Setup interno e externo não se distinguem

Para SHINGO (1985) a etapa primordial para implementação do SMED é distinguir *setup* interno de externo. As manutenções e o preparo das partes não devem ser executados enquanto a máquina está parada. Se realizado esforço para identificar atividades internas de externas no *setup* e tratarmos maioria das atividades internas em externas o tempo de *setup* pode ser drasticamente reduzido.

Nessa etapa é importante analisar o processo e identificar quais atividades estão sendo realizadas com a máquina parada (interno) quando poderiam ser realizadas com a máquina ainda produzindo o item anterior (externo).

Passo 2 – Convertendo *setup* Interno em Externo

De acordo com SHINGO (1985) os tempos de *setup* podem ser reduzidos na faixa de 30-50% através da separação entre *setup* interno e externo, não obstante somente essa separação não irá alcançar os objetivos do SMED, mas os aproximará.

No segundo passo, é imprescindível analisar como as operações são realizadas e se atividades estão sendo erroneamente indicadas como internas, ao invés de externas, e buscar formas de transformar atividades internas em externas.

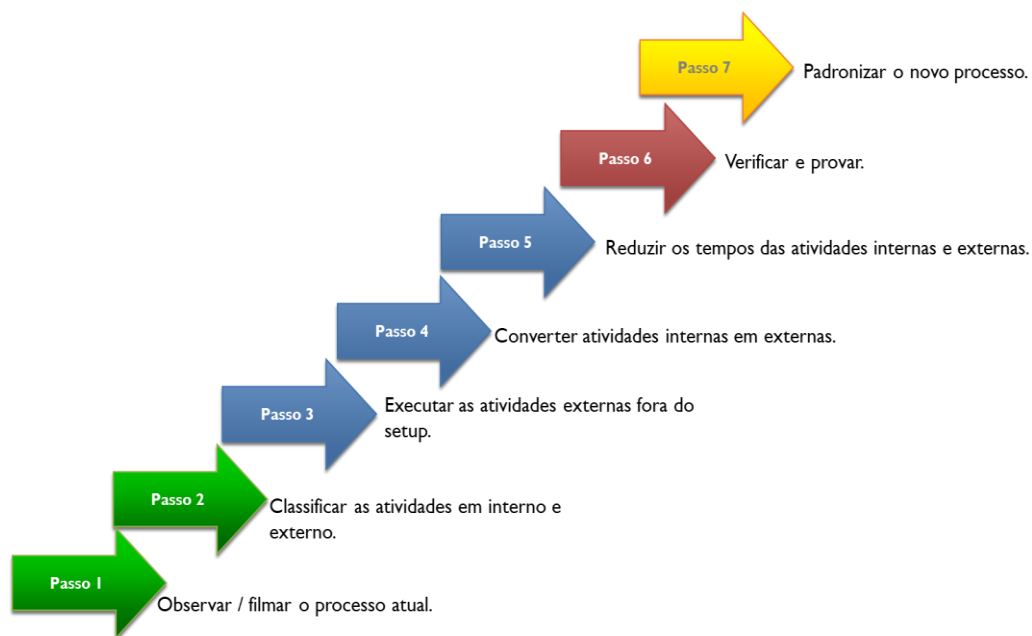
Passo 3 – Simplificando operações de *setup* interno e externo

Embora seja possível alcançar o *single-minute* através da conversão de atividades internas em externas, isso não é possível para maioria dos casos, para SHINGO (1985) é necessário a melhoria contínua de cada aspecto.

Sendo assim, nesse estágio é realizada a verificação de melhorias aplicáveis para simplificar operações de *setup* interna e externas.

A estruturação do estudo *in loco* e aplicação da metodologia SMED se deu através dos 7 passos para aplicação do SMED através do *World Class Manufacturing* (WCM), de acordo com figura 1.

Figura 1 – Passos para aplicação do SMED



Fonte: Arquivos da empresa Alfa (2018)

3. Metodologia

Este artigo foi desenvolvido por meio de técnica de estudo de caso, adotou o tipo de pesquisa descritiva para implementação de SMED em uma empresa de setor automotivo de produção de

peças plásticas em máquina injetora. Miguel *et al* (2012, p. 131) definem a técnica de estudo de caso como “um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno real e contemporâneo, por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (caso)”. Para isso, foram utilizados instrumentos para levantamentos de dados; entrevistas e observações diretas no local de trabalho e, posteriormente, analisados de dados de forma qualitativa.

Os dados foram coletados no intervalo de 01 de agosto de 2018 até 01 de novembro de 2018 em uma empresa do setor automotivo localizada em Contagem, Minas Gerais. Nesse período realizou-se a investigação da situação atual da empresa e dividiu-se as tarefas nas seguintes etapas: observação dos processos, entrevistas com funcionários, definição do problema, diagnóstico da situação atual, construção de equipe de trabalho, utilização de ferramentas tais como OEE, *KAIZEN*, *SMED*, e análise dos resultados obtidos.

4. Desenvolvimento da pesquisa

4.1. Diagnóstico

A partir da coleta de dados realizada na empresa, observação *in loco* e entrevista com os preparadores, operadores, líderes de equipe e gerente de produção, destacou-se diversos pontos de melhoria para minimização do tempo de troca de ferramenta.

A máquina analisada, titulada de M44 tem força de fechamento de 3200ton e opera em 2 turnos de produção. No início dos estudos foi levantado o valor médio de OEE da máquina, mensurado em 75,5% no mês de agosto/2018, um mês antes do início das intervenções para esse estudo, eram realizados 22 *setups* por mês, os preparadores de máquina percorriam uma distância de 3.800m por *setup*. Através das filmagens foram identificadas em média 240 atividades inerentes ao *setup*, acarretando em um tempo de troca de 3:00’24”.

A partir dessa análise de tempo de *setup* viabiliza a aplicação do *SMED*, a fim de obter a redução do tempo de troca de molde e maximizar o indicador OEE.

Para liderar o projeto, foi escolhido o líder de equipe que possuía treinamentos e conhecimentos sobre *SMED* ministrados pela empresa, o líder do projeto então dissemina o conhecimento e recruta operadores, preparadores e estagiários para realização do projeto *SMED* na máquina M44.

4.1.2. Classificar atividades internas e externas

A partir de filmagem na célula de produção M44, foi possível identificar todas as atividades inerentes a troca de molde, uma parte do time do projeto ficou responsável por assistir as filmagens do processo e listar todas as atividades e o tempo que eram executadas, para que de tal modo fosse possível dar sequência à aplicação do SMED. No quadro 2 é possível verificar uma parte das atividades listadas e tempo de execução.

Quadro 2 - Atividades inerentes a troca de molde

ATIVIDADE	ENVOLVIDO	ATIVIDADE	TEMPO
1	1	Deslocou até a máquina	00:00:38
2	1	Pegou o controle da ponte rolante	00:00:10
3	1	Aguardou tradota liberar o caminho	00:00:50
4	1	Deslocou até o carrinho de ferramenta	00:00:05
5	1	Localizou e vestiu suas luvas	00:00:17
6	1	Deslocou até proximo ao molde B	00:00:27
7	1	Dirigiu o mórtico até proximo o molde B	00:00:37
8	1	Localizou e identificou o molde B	00:00:16
9	1	Abaixou o filme de proteção do molde	00:00:12
10	1	Pegou a máscara que estava em cima do molde e levou para a máquina de destino	00:00:47
11	1	Caminhou até a barreira física e sinalizou o local	00:00:33
12	1	Deslocou até o molde B	00:00:35
13	1	Abaixou os ganchos do mórtico	00:01:00
14	1	Engatou os ganchos nos olhais do molde B	00:01:33

Fonte: Empresa Alfa (2018)

4.1.3 Setup interno e externo não se distinguem

Através das atividades listadas acima, foi realizada reunião com o time do projeto e juntos analisaram as atividades e de acordo com as premissas já apresentadas distinguiu-se as atividades internas das externas, como mostra a quadro 3.

Quadro 3 – Distinção das atividades internas e externas

ATIVIDA	ENVOLVIDO	ATIVIDADE	TEMPO	INT	EXT
1	1	Deslocou até a máquina	00:00:38		00:00:38
2	1	Pegou o controle da ponte rolante	00:00:10		00:00:10
3	1	Aguardou tradota liberar o caminho	00:00:50		00:00:50
4	1	Deslocou até o carrinho de ferramenta	00:00:05		00:00:05
5	1	Localizou e vestiu suas luvas	00:00:17		00:00:17
6	1	Deslocou até proximo ao molde B	00:00:27		00:00:27
7	1	Dirigiu o pórtico até proximo o molde B	00:00:37		00:00:37
8	1	Localizou e identificou o molde B	00:00:16		00:00:16
9	1	Abaixou o filme de proteção do molde	00:00:12		00:00:12
10	1	Pegou a máscara que estava em cima do molde e levou para a máquina de destino	00:00:47		00:00:47
11	1	Caminhou até a barreira física e sinalizou o local	00:00:33		00:00:33
12	1	Deslocou até o molde B	00:00:35		00:00:35
13	1	Abaixou os ganchos do pórtico	00:01:00		00:01:00
14	1	Engatou os ganchos nos olhais do molde B	00:01:33		00:01:33

Fonte: Empresa Alfa (2018)

4.2. Análise crítica e medidas corretivas

Tendo em vista as análises realizadas sobre as atividades internas e externas de *setup*, foram identificadas melhorias para aprimorar o processo, cada uma delas foi analisada criticamente e aplicadas medidas corretivas provenientes das ferramentas de engenharia de produção.

Com as medidas abaixo propostas no quadro 4, pretende-se alcançar melhores resultados na aplicação do SMED, considerando que grande parte das oportunidades de melhoria identificadas visam reduzir o tempo de *setup* interno e externo e padronizar as atividades.

Quadro 4 – Propostas de medidas corretivas

Análise crítica	Medidas corretivas
Moldes armazenados de forma incorreta, sem locais fixos de armazenagem e a falta de espaço para os trocadores transitarem, dificultando a identificação dos mesmos.	Padronização de armazenamento por endereçamento dos moldes, melhoria no layout no local de armazenagem para facilitar o trânsito dos trocadores.
Itens necessários para colocação dos moldes (olhais, arranjos e máscaras de molde) armazenados de forma incorreta, não possuía demarcação específica dentro do galpão da fábrica.	Padronização da localização dos itens, seguindo lógica de demarcação e perfil de cores.
Dificuldade em encontrar as ferramentas necessárias para o trabalho.	Padronização e organização das ferramentas.
Falta de padrão e dificuldade de retirada da mangueira de refrigeração.	Identificação de metodologia que permita otimizar o processo.
Dificuldade em engatar e desengatar o sistema pneumático da máscara do robô.	
Dificuldade do operador em pegar as máscaras do robô alocadas no chão.	Instalação de instrumentos adequados ao processo e ao espaço.
Dificuldade em obter as informações sobre a peça a ser injetada.	Desenvolvimento de sistemas de informação para rastreabilidade do processo.

Fonte: Empresa Alfa (2018)

4.3. Aplicação da metodologia SMED

4.3.1 Convertendo *setup* interno em externo

Todas as atividades passíveis de realização enquanto a máquina ainda está em funcionamento produzindo a peça anterior foram classificadas como externas, logo após essa segregação, foi possível constatar resultados, apresentados no gráfico 1.

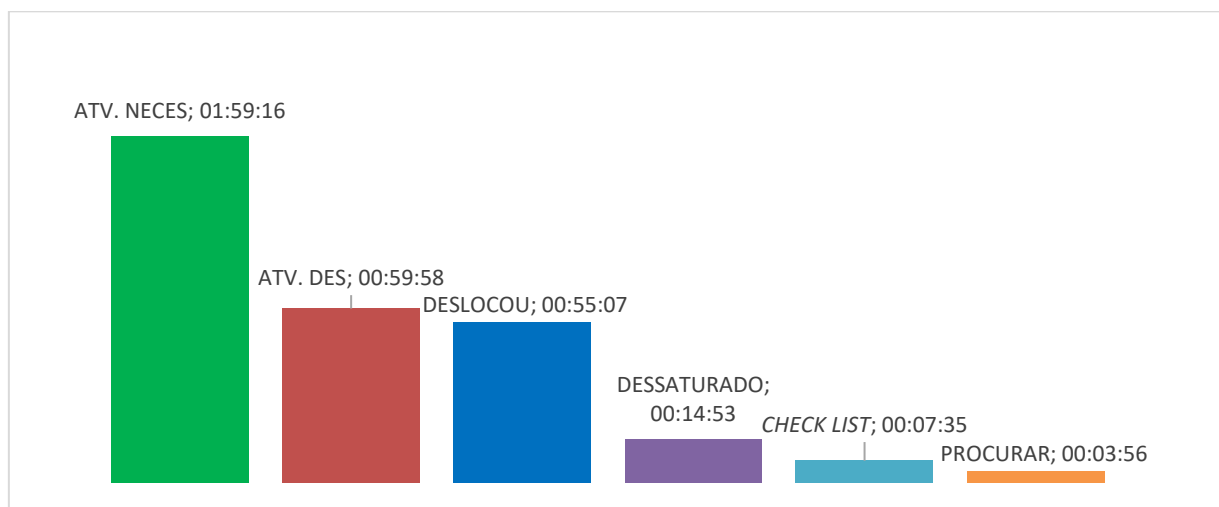
Gráfico 1 – Apresentação da primeira redução de tempo de *set-up* após diferenciação de atividades



4.3.2 Simplificando as operações de *setup* interno e externo

Nesse estágio, atividades como caminhar, procurar, elevar entre outras classificadas como atividades sem valor agregado foram analisadas pelo time de projeto e através de pequenos projetos simultâneos ao SMED foram aplicadas melhorias nessas atividades. Abaixo no gráfico 2 apresenta-se as atividades e seus respectivos tempos:

Gráfico 2 – Grupo de atividades no *set-up*

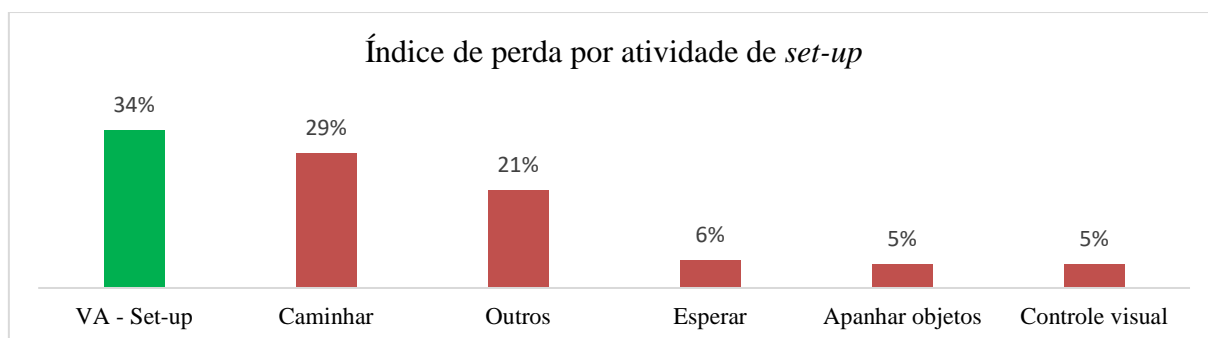


Fonte: Empresa Alfa (2018)

4.4. Resultados alcançados

Seguindo a análise de acordo com as perdas, a maior delas identificada no *setup* foi a atividade de caminhar. A partir dessa classificação de prioridade de resolução, conforme o gráfico 3 abaixo, cada uma das atividades sem valor agregado, foram analisadas e proposto melhorias para tal, com a estratificação das causas, que justificam as aplicações seguintes:

Gráfico 3 – Estratificação de perdas por tipo de atividade



Fonte: Empresa Alfa (2018)

A primeira das melhorias identificadas diz respeito ao local de armazenamento dos moldes, não havia padrão para alocação dos mesmos tampouco espaço para que os trocadores transitassem, aplicou-se a padronização de armazenamento por endereçamento, demonstrada na figura 2.

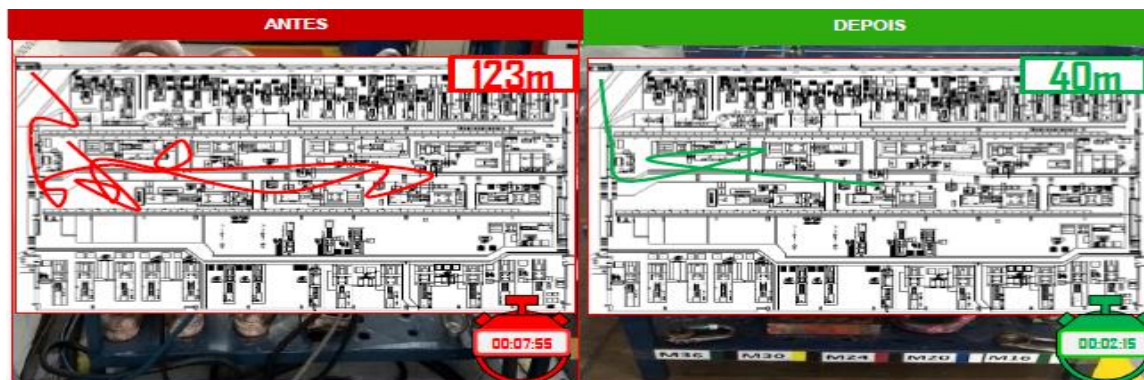
Figura 2– Organização do estoque de moldes



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Os itens necessários para colocação do molde em máquina, como elementos para elevação de moldes, arranjos e máscaras de molde não tinham localização específica dentro do galpão, logo a segunda melhoria se deu por padronizar a localização seguindo lógica de demarcação e perfil de cores, sendo apresentado na figura 3.

Figura 3 – Organização do estoque de moldes



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Através de *brainstorming* sobre as possíveis melhorias, os trocadores apresentaram a dificuldade em encontrar as ferramentas necessárias para o trabalho, desorganização e constante perda das ferramentas. Logo para solucionar essa dificuldade, aplicou-se a terceira melhoria, padronização e organização das ferramentas, demonstradas na figura 4.

Figura 4 – Organização das ferramentas necessárias para troca de molde



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Seguindo a sequência de perdas apresentadas anteriormente pelo gráfico 3, de atividades sem valor agregado no processo, foram identificadas melhorias gerais, para sanar o índice indicado como “outros” no gráfico citado. A primeira atividade, foi a falta de padrão do engate e dificuldade de retirada da mangueira de refrigeração, para sanar esse problema foi instalado sistema de engate rápido em que se extingue a utilização de uma ferramenta durante o *setup*, sendo possível agora realizar a atividade apenas com contato manual. Na figura 5 é possível observar as duas situações, antes e depois.

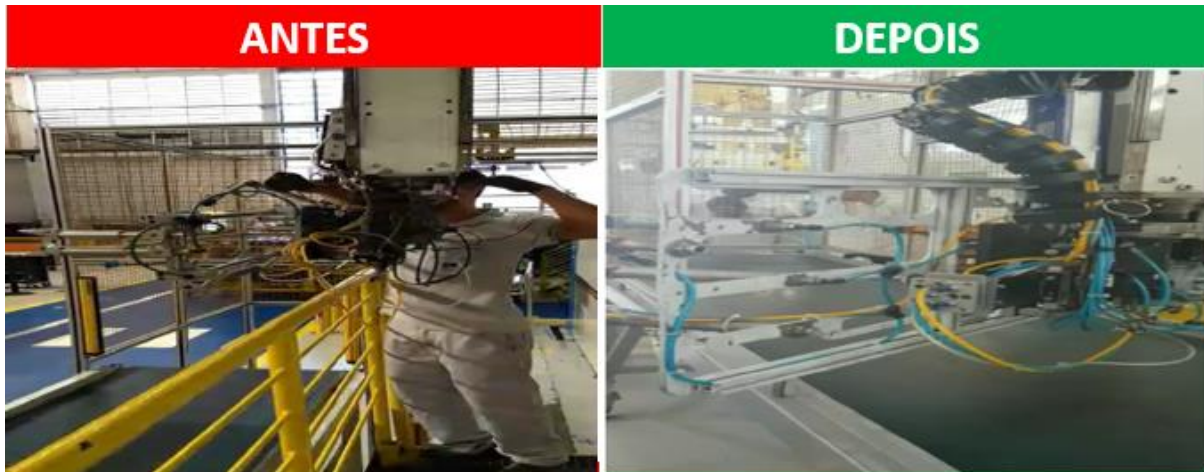
Figura 5 – Sistema de engate rápido das mangueiras de refrigeração



Fonte: Empresa Alfa (2018)

A partir da dificuldade em engatar a máscara do robô da máquina, devido à grande quantidade de parafusos, foi desenvolvido um projeto para implementar engate rápido, logo os parafusos desnecessários foram extintos bem como a ferramenta para aperto dos mesmos, o engate ainda possui sistema a prova de erros, que impossibilita que o trocador de molde encaixe a máscara de forma errada, tal melhoria pode ser observada na figura 6.

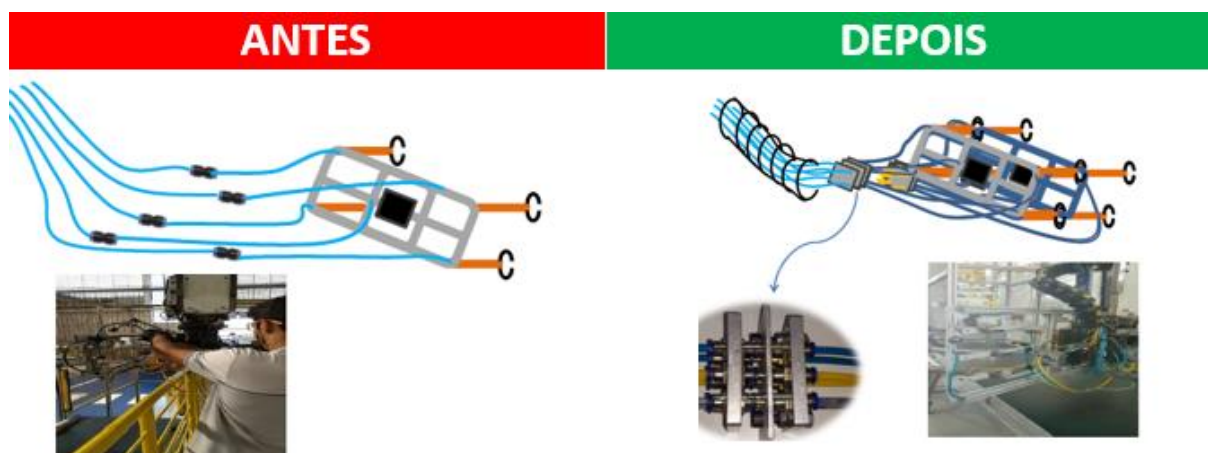
Figura 6 – Engate rápido da máscara do robô



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Outra melhoria proposta se deu pela dificuldade em acoplar o sistema pneumático da máscara do robô, para sanar tal dificuldade aplicou-se sistema de engate rápido, em que todas as mangueiras pneumáticas são conectadas através de um único contato, além de possuir sistema a prova de erros que impede a colocação errônea, conforme figura 7.

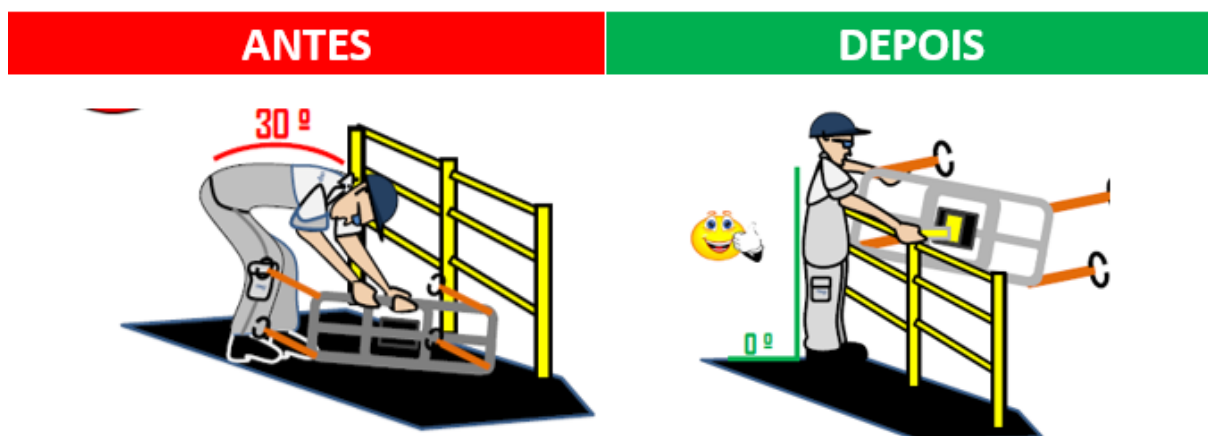
Figura 7 – Engate rápido sistema pneumático da máscara do robô



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Para as demais perdas identificadas no gráfico 2, aplicou-se melhorias de modo a otimizar tais atividades. Uma das melhorias identificadas, exemplificada na figura 8, se deu pela dificuldade do operador de pegar as máscaras do robô, alocadas no chão. Foi elaborado e instalado na máquina um suporte para realização do *pre-set* da máscara do robô, de forma que o mesmo esteja o mais próximo possível para realizar a troca, além da redução de tempo da atividade, a ergonomia relacionada a atividade foi melhorada, evitando que o operador abaixe-se para recolher a máscara.

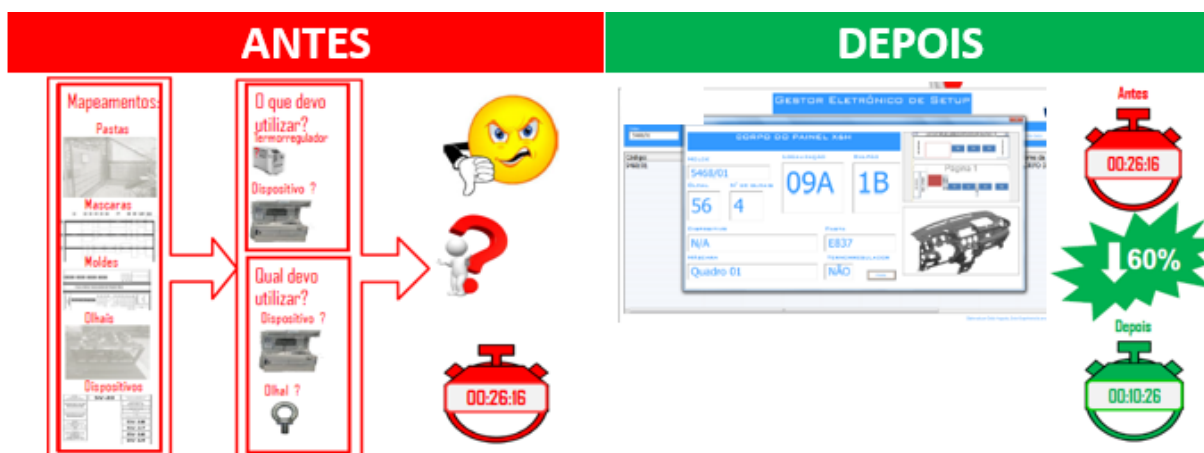
Figura 8 – Suporte para realização de *pre-set*



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Por fim, uma das últimas melhorias implementadas se deu pela dificuldade em obter as informações sobre a peça a ser injetada. Era comum que os preparadores ficassem confusos sobre qual o molde, material, e/ou dispositivo de içamento. Logo foi desenvolvido um *software* que através do código da peça inserido, informa ao preparador todas as informações necessárias para produção, vide figura 9.

Figura 9 – *Software* para verificação das informações do molde de produção

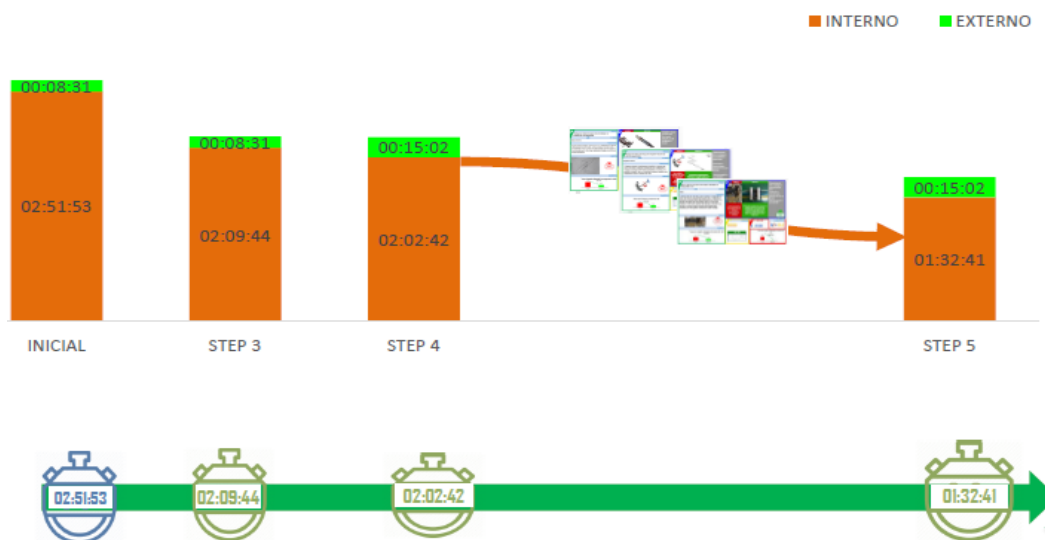


Fonte: Empresa Alfa (2018)

4.5. Considerações finais

A partir de todas as melhorias apresentadas foi possível reduzir em 54% o tempo de *setup* da máquina, sendo assim o termo mais cabível para essa melhoria é de troca rápida de ferramenta, visto que para indústrias brasileiras alcançarem o *single-minute*, trocas em menos de 10 minutos é um caminho árduo. Abaixo demonstra-se o resultado da aplicação das melhorias:

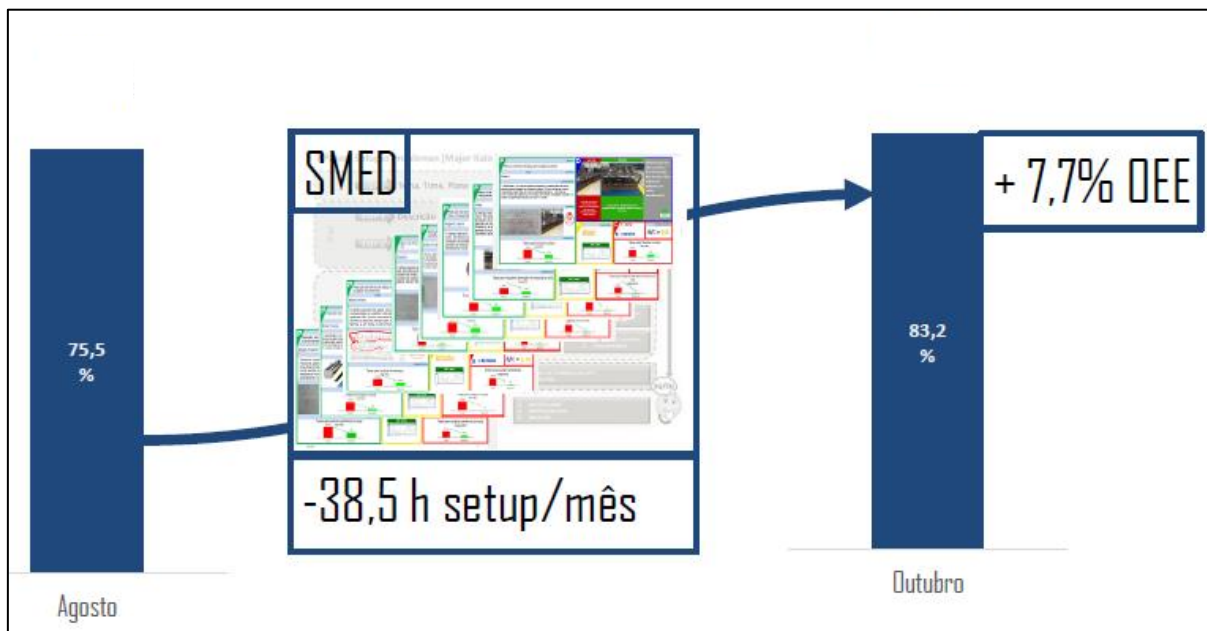
Gráfico 4 – Redução gradativa do tempo de *set-up step by step*



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Não obstante, os resultados do indicador OEE melhoraram, como previsto, havendo um aumento de 7,7% em relação ao OEE apurado em agosto/2018, conforme indica o gráfico 5:

Gráfico 5 – Resultado final da aplicação do SMED



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Como é possível observar, o indicador de OEE não alcançou o valor ótimo, esperava-se resultados iguais ou superiores a 85%, todavia é válido salientar que fora alcançado um resultado satisfatório para companhia de 83,2%, aprovado pelo gerente da planta, que representa redução de 38,5h de *setup*, além das melhorias propostas que reduziram complexidade de algumas atividades tornando os ganhos plurais para empresa.

5. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo indicam a eficácia da metodologia SMED, pois promoveu ganhos significativos para a empresa não somente relacionados à redução do tempo de troca de ferramenta, mas redução de atividades fatigantes, complexas, e redução do desperdício de tempo tornando a companhia apta para receber novos projetos.

Toda a investigação realizada na empresa Alfa proporcionou a verificação da factibilidade da aplicação de ferramentas da engenharia de produção, em indústria automotiva expandindo o leque de conhecimento para ferramentas sistêmicas de melhoria contínua.

A pesquisa apresentada permitiu identificar diversas habilidades e competências na equipe que participou do projeto, sugerindo a expansão da metodologia para as demais máquinas da

empresa a fim de proporcionar o melhor aproveitamento do maquinário e abarcamento de novos projetos.

Contudo, é imprescindível a continuidade de análise e aplicação de melhorias nesse maquinário, mesmo que os resultados alcançados tenham sido inicialmente significativos, não alcançaram o *single-minute*, mas, dando sequência às melhorias, pode-se alcançar resultados ainda mais satisfatórios na troca de ferramentas.

REFERÊNCIAS

CALHADO, P. M et al. Implantação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza, **Anais [...]** Fortaleza: Enegep, 2015. Disponível em
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_206_226_28261.pdf> Acesso em:25 fev.2020.

CICONELLI, M. Carlos. **Estudo de Caso:** Aplicação da Ferramenta Kaizen no Processo de Recirculação de Tintas no Setor de Pintura de uma Indústria Automotiva. 2007. 32 p. (UFJF, Graduação, Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2007. Disponível em:
<http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jan2007_carlosciconelli.pdf>. Acesso em: 20.fev.2020.

DESIOMBRA, Juliano. **Implantação da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento): estudo de caso em uma empresa metalúrgica de grande porte.** 2014. Monografia (Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014. Disponível em:
<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5933/1/PG_CEEP_2014_1_14.pdf> Acesso em: 24. Fev. 2020.

FAGUNDES, Paulo R. M. **Sistemática para redução do tempo de setup na indústria moveleira.** 2002. Programa de Pós-Graduação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3246>> Acesso em: 16.mar.2020.

LIKER, Jeffrey K.; RIBEIRO, Lene Belon. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARIANO Ari Melo; VÉRAS Joyce M; SILVA Adriano J. et al. Impactos da globalização nas organizações brasileiras. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, Brasília, ISSN: 1982-4785, p. 3657-75, dez. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/2509>> Acesso em: 29.mar.2020.

MESQUITA, Melissa; ALLIPRANDINI Dário H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. **Revista Gestão e Produção**, São Paulo, v. 10, p. 17-33, abr. 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-530X2003000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt > Acesso em: 12.abr.2020.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MORAES, Paulo Henrique Almeida. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004. Disponível em: < http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo_henrique_de_almeida.pdf > Acesso em: 20.fev.2020.

NETO, Saboya Jose. Implantação do método de troca rápida de ferramentas em máquinas de injeção de calçados plásticos In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., Fortaleza, **Anais [...]** Fortaleza: Enegep. 2015. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28304.pdf > Acesso em: 18.mar.2020.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PARABONI, Priscila B; OLIVEIRA, Rafael P. Eficiência global dos equipamentos pela abordagem da gestão do posto de trabalho: um estudo de caso na indústria metal-mecânica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., Belo Horizonte, **Anais [...]** Belo Horizonte: Enegep. 2011. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_135_855_19035.pdf > Acesso em: 29.fev.2020.

PERASSOLLI, Camila N; REGATTIERI, Carlos R. MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL (WCM): um estudo de caso aplicado à manutenção industrial em uma empresa do ramo metalúrgico. **Revista Interface Tecnológica**, São Paulo, v. 16, p. 680-91, dez. 2019. Disponível em: < <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/615> > Acesso em: 18.mar.2020.

PAULISTA, Paulo Henrique; VALDOMIRO Jose Eduardo Inacio. Aplicação da metodologia TPM/OEE em processo de estampagem: um estudo de caso para melhoria da eficiência em prensa mecânica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., Joinville, **Anais [...]** Joinville: Enegep. 2017. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_381_33824.pdf > Acesso em: 23.fev.2020.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing: The SMED system**. Cambridge: Productivity Press, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, André Bell et al. Conceitos do sistema Toyota de produção em uma fábrica de calçados para redução de perdas: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., Salvador, **Anais [...]** Salvador: Enegep, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_177_013_22927.pdf> Acesso em 25.fev.2020.

TUBINO, D. F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial.** São Paulo: Atlas, 2015.

ZAMMORI, Francesco Aldo; BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco. Stochastic Overall Equipment Effectiveness. **International Journal of Production Research**, Taylor & Francis, 2011, pp.1. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2010.519358>> Acesso em: 29.mar.2020.