Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

METODOLOGIA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED): pesquisa de revisão bibliográfica

SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) METHODOLOGY: literature review research

João Paulo Pereira Lopes[I]
Maria Aparecida Bovério[II]
Dejaime Pereira da Silva[III]

RESUMO

A metodologia *Single Minute Exchange of Die* (*SMED*), que em português pode ser traduzida como troca rápida de ferramentas (TRF) tem a finalidade de reduzir o tempo de *setup* e melhorar a eficiência operacional das máquinas dos mais diversos setores da produção. Por meio da implementação do *SMED*, ao minimizar o tempo de inatividade das máquinas, contribui para uma produção mais ágil. Nessa metodologia, a padronização de processos e a integração com a manutenção preventiva também são elementos essenciais para garantir a continuidade dos ganhos de eficiência e a redução de variabilidades na produção. Nesse contexto, esse artigo investigou, por meio da revisão bibliográfica, como deve ser feita a implementação da metodologia *SMED* em indústrias vinculadas ao setor automotivo. Como resultados dessa revisão bibliográfica, verificou-se que, ao aplicar o *SMED*, as indústrias podem melhorar sua capacidade de resposta às demandas do mercado e, portanto, aumentar a sua competitividade. Concluiu-se que é possível a implementação da *SMED* em indústrias vinculadas ao setor automotivo, desde que sua aplicação seja adaptada às especificidades de cada processo, como o tipo de material utilizado e as exigências de qualidade do produto. A eficácia desse método depende, ainda, do comprometimento das equipes de operação e da gestão industrial, sendo fundamental que a melhoria seja entendida e realizada como parte de um processo contínuo de evolução operacional.

Palavras-chave: *SMED;* indústria; setor automotivo.

ABSTRACT

The Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology aims to reduce setup times and improve the operational efficiency of machines in a wide range of production sectors. By implementing SMED, minimizing machine downtime contributes to more agile production. In this methodology, the standardization of processes and integration with preventive maintenance are also essential elements to guarantee the continuity of efficiency gains and the reduction of variability in production. In this context, this article investigated, through a

[I] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Fatec Sertãozinho. E-mail: joaopaulo250111@gmail.com
[II] Profa. Dra. do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br
[III] Prof. Esp. das Fatecs Jaboticabal e Taquaritinga; Engenheiro Eletricista pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Master in Business Administration (MBA) - Gestão Empresarial pela Faculdade de Monte Alto-SP; Esp. em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistema de Automação pela Unibf; Engenheiro de Manutenção - Maintenance Engineer na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção - Industry II - Maintenance Department. E-mail: dejaimesilva@gmail.com

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

literature review, how the SMED methodology should be implemented in industries linked to the automotive sector. The results of this literature review showed that by applying SMED, industries can improve their ability to respond to market demands and therefore increase their competitiveness. It was concluded that it is possible to implement SMED in industries linked to the automotive sector, if its application is adapted to the specifics of each process, such as the type of material used and the quality requirements of the product. The effectiveness of this method also depends on the commitment of the operating teams and industrial management, and it is essential that improvement is understood and carried out as part of a continuous process of operational evolution.

Keywords: SMED; industry; automotive sector.

Data de submissão do artigo: 13/11/2024.
Data de aprovação do artigo: 29/11/2024.
DOI: 10.52138/citec.v16i1.407

1INTRODUÇÃO

Atualmente, em função da crescente competitividade, as empresas estão constantemente em busca de formas de aumentar sua produtividade, reduzir custos e otimizar seus processos produtivos. Para alcançar esses objetivos, a utilização de metodologias eficientes é essencial, e uma das mais importantes é a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (*SMED*), que em português pode ser traduzida e é conhecida como Troca Rápida De Ferramentas (TRF). Essa abordagem metodológica tem como principal propósito reduzir o tempo de *setup*, ou seja, o tempo necessário para preparar uma máquina ou equipamento para produzir um novo produto. A meta desse metodologia é atingir tempos de troca de apenas alguns minutos, contribuindo diretamente para a redução de desperdícios e para a melhoria na flexibilidade e competitividade das empresas. Dessa maneira, entende-se que *Setup* pode ser conceituado como o tempo usado entre a adaptação de peças entre o processo fabril. Sempre que há a necessidade de ajuste de peças ou ferramentas para realizar uma operação, trata-se, portanto, de um *setup* (Conceição *et al.,* 2009; Shingo, 1985).

O conceito de *setup* é fundamental para a otimização do processo. Ele pode ser dividido em dois tipos: *setup* interno, que ocorre quando a máquina está parada, e *setup* externo, que é realizado enquanto a máquina ainda está em operação. A implementação eficiente do *SMED* envolve transformar o *setup* interno em externo, minimizando o tempo de inatividade das máquinas e possibilitando uma produção mais ágil e com menores custos operacionais (Aguiar, 2014; Fogliatto; Fagundes, 2003).

Além disso, a padronização de processos é uma ferramenta crucial para garantir a continuidade e a consistência dos resultados, a fim de permitir a eliminação de variações desnecessárias, bem como garantir que as atividades sejam realizadas de forma mais eficiente e com maior qualidade. Ao alinhar o *SMED* com a padronização, é possível alcançar melhorias substanciais nos tempos de *setup* e, consequentemente, no desempenho global da produção (Cavanha Filho, 2006; Taylor, 2010).

Nesse contexto, esse artigo teve o objetivo de realizar uma pesquisa de revisão bibliográfica, a fim de explorar e compreender a metodologia *SMED,* especialmente as que foram implementadas em indústrias vinculadas ao setor automotivo.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Essa pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica sobre o tema *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED),* também conhecido, no Brasil, como Troca Rápida De Ferramentas (TRF). O objetivo da revisão foi aprofundar o entendimento sobre essa temática no contexto das indústrias vinculadas ao setor automotivo. Para o desenvolvimento da presente pesquisa, fez-se necessária a realização de um levantamento bibliográfico acerca do *SMED*, desde sua origem, principais conceitos e aplicações práticas.

As palavras-chave e termos utilizados para buscar os materiais explorados foram: metodologia *SMED;* TRF; *SMED* na indústria automotiva; e TRF na indústria automotiva. Dentre os artigos localizados, inicialmente foram feitas as leituras dos resumos e, a partir deles, a seleção dos materiais que tiveram pertinência ao tema escolhido.

Nessa perspectiva, os estudos de Aguiar (2014), Campos (2013), Carvalho (2010), Cavanha Filho (2006), Conceição *et al.* (2009), De Oliveira *et al.,* (2023), Duarte *et al*. (2015), Fogliatto e Fagundes (2003), Formighieri (2021), Gonçalves (2024), Imai (2012), Liker (2005), Lima (2021), Moraes e Santoro (2006), OEE (2021), Ohno (1997), Rodrigues (2014), Shingo (1985;1996; 2000), Sugai, Mcintosh e Novaski (2007), Teles (2018) e Vieira *et al.(*2016) foram amplamente pertinentes para o propósito dessa pesquisa.

Além deles, foram selecionados estudos específicos do *SMED* e TRF realizados no contexto das indústrias vinculadas ao setor automotivo, dos autores Antonio, Cagnin e Helleno (2018), Maurício, Leal e Souza (2014), Santos *et al.* (2016) a empresa FM2S Educação e Consultoria (2022) cujas pesquisas focaram-se especificamente no objetivo desse trabalho.

3 *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)*

SMED ou TRF trata-se de um método que foi desenvolvido por Shigeo, é uma técnica do *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) cuja finalidade é reduzir o desperdício para poder entregar produtos com mais rapidez, o que permite uma produção mais flexível e com menor volume de estoque. Possui o objetivo de que a troca de ferramentas leve menos de 10 minutos. Para isso, se faz necessária a aplicação do *setup* rápido, o que significa reduzir o *lead time* (tempo entre a colocação do pedido pelo cliente e a entrega do produto). A implementação do *SMED*, de acordo com Aguiar (2014) e Fogliatto e Fagundes (2003), consiste, principalmente em:

- Estudar o *setup* atual, medindo os tempos de cada atividade.
- Separar atividades internas e externas.
- Transformar atividades internas em externas.
- Eliminar, simplificar, sincronizar e reduzir tempos.
- Padronizar o novo modo operatório do setup.

O *SMED,* portanto*,* é uma ferramenta essencial para reduzir o tempo de troca de ferramentas e *setups*. Entende-se, dessa maneira, que *setup* significa o tempo necessário que se leva para preparar uma máquina ou um equipamento para produzir um novo produto. A medição de *setups* pelo *SMED*, de acordo com Aguiar (2014) e Fogliatto e Fagundes (2003), deve ser feita por meio de observação, identificação, e registro do tempo de *setup*.

A coleta dos dados para aplicação do *SMED* pode ser feita com um cronômetro, entrevistas com operadores ou, ainda, filmando-se a operação (Aguiar, 2014; e Fogliatto; Fagundes, 2003).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Para a implementação do *SMED*, Shingo (2000) propõe quatro etapas fundamentais:

- A primeira consiste na separação das operações internas e externas, ou seja, identificar e distinguir as atividades realizadas com a máquina parada (internas) e as realizadas com a máquina em operação (externas).

- A segunda etapa envolve a conversão das atividades internas em externas, ou seja, transferir para o período em que a máquina está em operação o máximo possível de atividades que, inicialmente, eram realizadas com a máquina parada.

- Na terceira etapa, a melhoria das operações internas visa tornar essas atividades mais rápidas e eficientes, utilizando-se ferramentas de troca rápida e minimizando ajustes. As ferramentas de troca rápida para minimizar ajustes no *SMED* são as técnicas que tem como objetivo reduzir o tempo de configuração de equipamentos:

- Identificar e separar operações internas (que exigem a interrupção da produção) e externas (podem ocorrer fora do processo em execução).
- Simplificar a relação entre os elementos substituíveis e fixos do maquinário: significa eliminar ajustes em excesso ou evitáveis do equipamento, assim como reduzir o tempo de espera e os movimentos, transportes ou verificações de controle que sejam desnecessárias.
- Padronizar ferramentas e máquinas utilizadas: significa minimizar as necessidades de reequipamento.

Por fim, a quarta etapa foca na padronização e melhoria contínua, estabelecendo-se práticas para a redução contínua dos tempos de *setup*, garantindo-se que as melhorias implementadas sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Esses processos, segundo Duarte *et al.* (2015) resultam em:

- Redução dos tempos de *setup*, através do qual a produção pode ser ajustada rapidamente para diferentes produtos;

- Aumento da flexibilidade, pois a empresa pode atender a flutuações na demanda e produzir em lotes menores sem perder eficiência; e

- Redução de custos, devido a diminuição dos tempos de inatividade levam a uma utilização mais eficiente dos recursos.

Além disso, a combinação dessas ferramentas e métodos resulta em uma estratégia de aumento de produtividade, uma vez que o aumento na eficiência dos *setups* permite um maior número de trocas de produção, o que otimiza a utilização dos equipamentos, redução de desperdícios e melhoria na qualidade. Entre os benefícios concretos do *Lean Manufacturing* estão a redução dos custos de manutenção, a flexibilização da produção, o aumento da qualidade do produto e a redução de retrabalhos (Duarte *et al*., 2015).

3.1 *LEAN MANUFACTURING* e seus princípios

A Manufatura Enxuta, ou *Lean Manufacturing*, é um sistema de produção que visa maximizar a eficiência ao eliminar desperdícios e otimizar os processos produtivos. Esse conceito teve origem no Japão, nos anos 1950, com os engenheiros da Toyota, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, sendo um dos pilares fundamentais do Sistema Toyota de Produção (TPS). O objetivo principal do *Lean Manufacturing* é identificar e eliminar atividades que não agregam valor ao produto, o que leva a uma redução nos custos, aumento na produtividade e melhoria na qualidade dos produtos (Sugai; Mcintosh; Novaski, 2007).

Conforme definido por Ohno (1997) e Shingo (1996), os desperdícios no processo produtivo podem ser classificados em sete tipos principais:

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

- Superprodução, ou seja, produzir mais do que o necessário ou no momento errado, o que resulta em estoques desnecessários.
- Espera, tempo ocioso das máquinas e funcionários, que ocorre devido à falta de material ou processos ineficientes.
- Transportes, que ocasiona movimentação desnecessária de materiais, equipamentos ou peças, muitas vezes causada por *layouts* mal planejados.
- Processamentos excessivo ou desnecessários que não agregam valor ao produto;
- Estoques com armazenamento excessivo de produtos acabados, semiacabados ou matérias-primas, o que impede a fluidez do processo.
- Movimentos desnecessários ou excessivos dos operadores ou do equipamento, causados por uma configuração ineficiente ou ergonomicamente inadequada.
- Produtos defeituosos, com a produção de peças fora das especificações, o que leva a retrabalho ou desperdício.

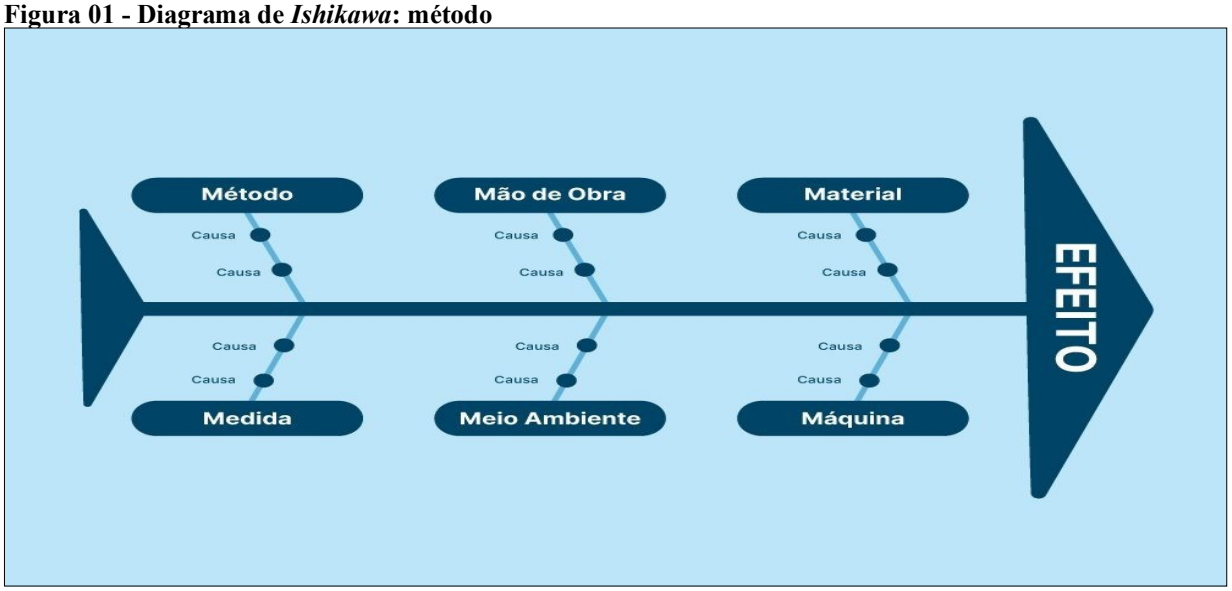
Cada um desses desperdícios afeta diretamente a eficiência e os custos da produção, sendo crucial sua eliminação para alcançar os objetivos do *Lean Manufacturing*. Além disso, o sistema foca em melhoria contínua (*Kaizen*) e padronização de processos. A padronização assegura que as melhores práticas sejam replicadas constantemente, tornando as melhorias sustentáveis ao longo do tempo. Com a padronização, os funcionários têm clareza sobre os métodos corretos de realizar as atividades e, portanto, poderão minimizar as variações e erros. Assim, a implementação eficaz do *Lean Manufacturing* depende de uma base sólida de padrões que orientam os processos e as atividades operacionais (Cavanha Filho, 2006; Vieira, *et al.,* 2016).

3.2 Ferramentas e práticas do *Lean Manufacturing*

Entre as principais ferramentas utilizadas na Manufatura Enxuta, destacam-se o diagrama de *Ishikawa*, os Cinco Porquês e o *Single Minute Exchange of Die* (*SMED*).

O diagrama de *Ishikawa* (Figura 01 e Figura 02), também conhecido como diagrama de causa e efeito, ajuda a identificar as causas raízes dos problemas e a eliminar os desperdícios ao longo do processo (Liker, 2005; Carvalho, 2010).

Figura 01 - Diagrama de *Ishikawa*: método

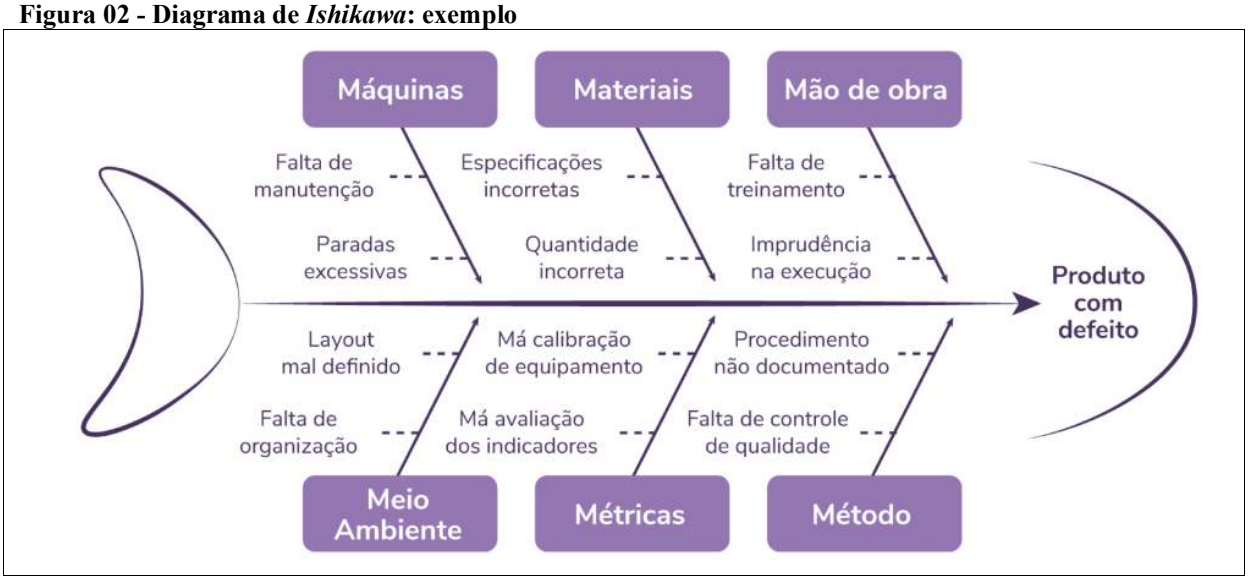


Fonte: Gonçalves (2024)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

A Figura 02 apresenta um exemplo do Diagrama de *Ishikawa.*

Figura 02 - Diagrama de *Ishikawa*: exemplo

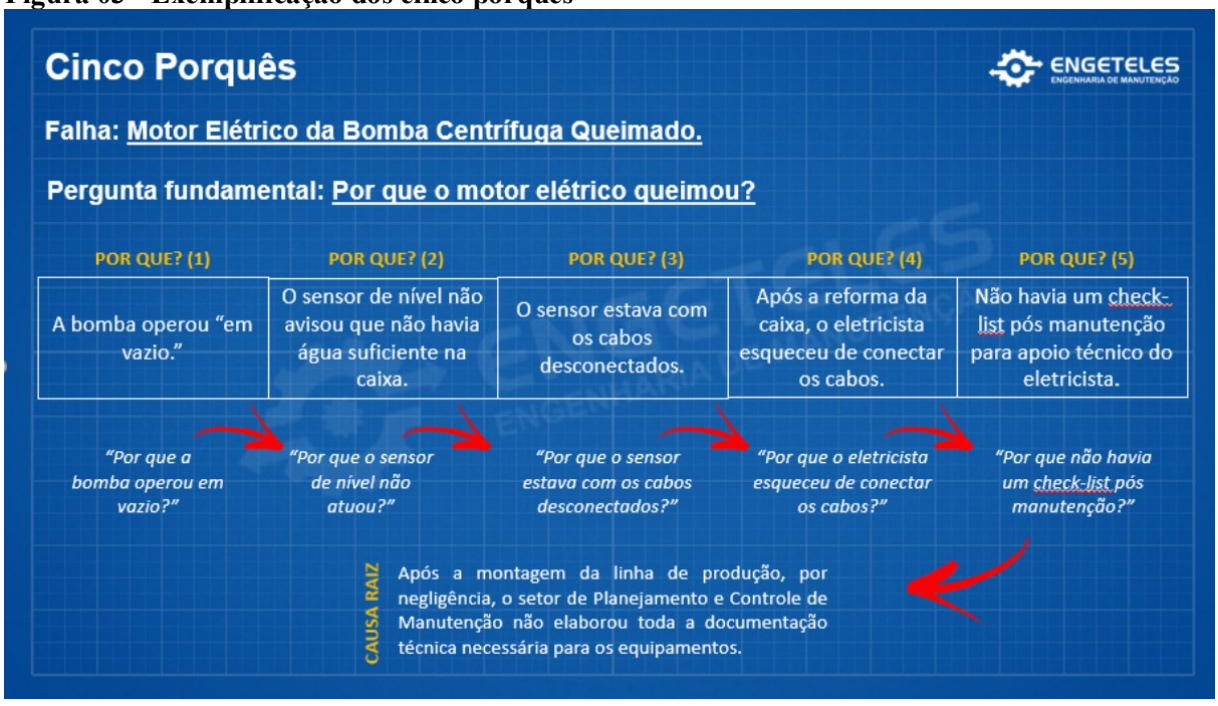


Fonte: Formighieri (2021)

Já a técnica dos Cinco Porquês é uma abordagem simples, porém eficaz, que busca chegar à causa primária de um problema, questionando repetidamente o "por quê" até encontrar a origem do erro ou desperdício (Liker, 2005; Carvalho, 2010).

A Figura 03 apresenta um exemplo de uma falha em um motor elétrico, através do qual utilizou-se essa técnica para encontrar a causa.

Figura 03 - Exemplificação dos cinco porquês



Fonte: Teles (2018)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

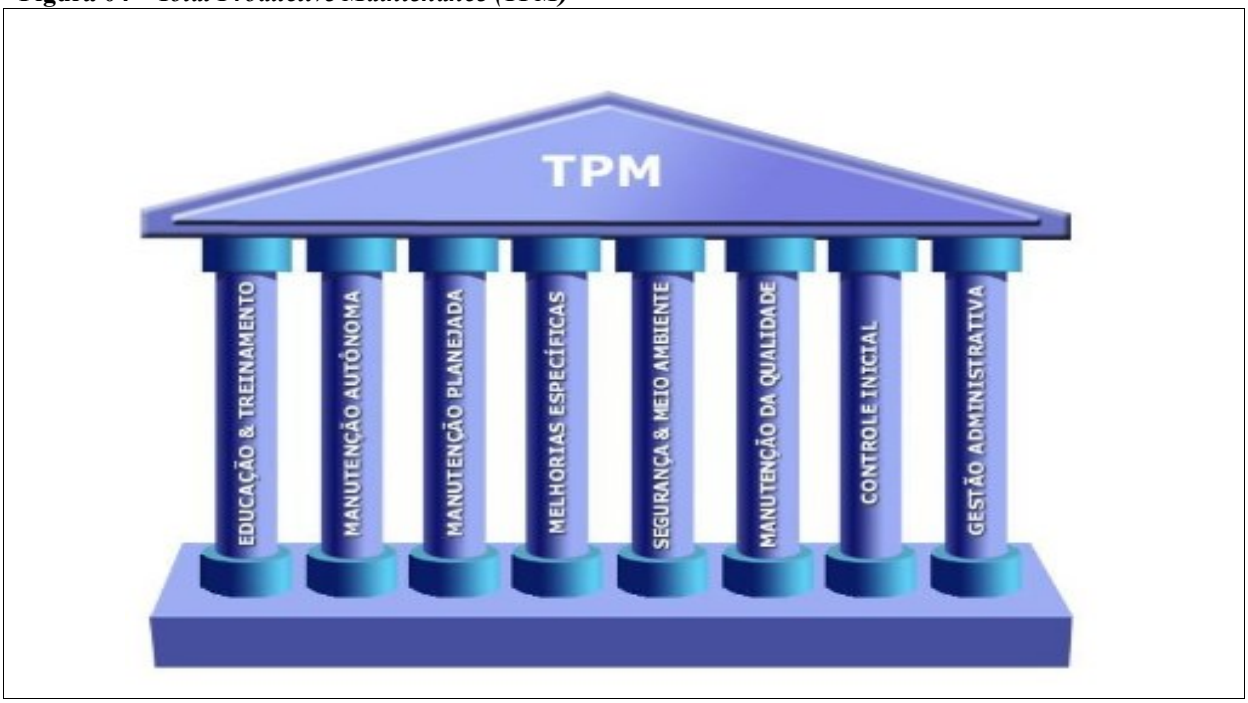
3.3 Manutenção Industrial e sua relação com *Lean Manufacturing*

A manutenção industrial é fundamental para assegurar a operação constante e eficaz dos equipamentos em um sistema produtivo. O conceito de manutenção planejada engloba medidas para detectar e corrigir irregularidades nos equipamentos antes que se transformem em falhas, interrompendo o processo de produção. Isso inclui a manutenção preditiva, que prevê possíveis falhas com base em dados e análises das condições dos equipamentos, a fim de reduzir o tempo de paralisação e aumentar a confiabilidade do sistema. Assim, a meta do *Lean Manufacturing* na gestão da manutenção é maximizar a eficiência e a eficácia das tarefas de manutenção, eliminar desperdícios, diminuir despesas, aprimorar a qualidade e a disponibilidade dos equipamentos, além de promover um aprimoramento constante no processo de manutenção. Nesse contexto, a manutenção industrial e sua relação com *Lean Manufacturing* diz respeito a importância da eliminação de desperdício e ao aumentando da eficiência operacional, visando a melhoria da qualidade dos processos da manutenção. As principais ferramentas, conforme mencionadas anteriormente, são o *Kaizen*, O 5S, o *Just In Time (JIT)*, e a Manutenção Produtiva Total (TPM) (De Oliveira *et al.,* 2023).

O *Kaizen* trata-se de uma metodologia que busca a eficiência máxima de processos através de melhorias graduais e contínuas. A definição de 5S é um método que busca criar um ambiente de trabalho organizado e limpo, a fim de promover a disciplina e a eficiência dos funcionários, para aumentar a segurança no trabalho e melhorar a qualidade dos produtos. O *Just In Time (JIT)* é um modelo de gestão que permite a produção ou aquisição de materiais e produtos apenas quando há demanda, a fim de produzir somente o necessário sem desperdícios (De Oliveira *et al.,* 2023).

O *Total Productive Maintenance (TPM)* utiliza 8 pilares (Figura 04), e busca maximizar o rendimento das máquinas, reduzir o tempo de reparos, envolver os funcionários nas rotinas de reparos simples, como limpeza, lubrificação e inspeções, para eliminar a emissão de ordem de serviço e a espera do mecânico se deslocar até a máquina. Dessa maneira, promove o um ambiente de trabalho mais eficiente e produtivo (De Oliveira *et al.,* 2023).

Figura 04 – *Total Productive Maintenance (TPM)*



Fonte: Lima (2021)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Os 8 pilares do *TPM*, de acordo com Lima (2021) recebem diversas denominações, mas, em linhas gerais, podem ser descritos como:

- Pilar 1 - Manutenção autônoma.
- Pilar 2 - Manutenção planejada.
- Pilar 3 - Manutenção da qualidade.
- Pilar 4 - Melhorias específicas.
- Pilar 5 - Controle inicial.
- Pilar 6 – Treinamento.
- Pilar 7 - Segurança e Meio Ambiente.
- Pilar 8 - TPM administrativo.

No âmbito da TPM, existe o indicador *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, que em português significa Eficiência Global do Equipamento. Esse indicador foi introduzido por Seiichi Nakajima, como uma medida fundamental para avaliar o desempenho de um equipamento e, por isso, é usado como um dos componentes fundamentais da metodologia do *TPM*. Portanto, é uma das ferramentas mais importantes da manutenção industrial, que permite medir a eficiência de um equipamento levando em consideração três componentes principais: disponibilidade, desempenho e qualidade (Moraes e Santoro, 2006; OEE, 2021).

O *OEE* é utilizado para monitorar o impacto de falhas, variações no tempo de ciclo e problemas de qualidade, por meio do oferecimento de um panorama sobre o desempenho dos ativos da produção. Sua utilização ajuda a identificar áreas críticas que carecem de melhorias, assim como direcionar os esforços de manutenção para maximizar a disponibilidade e a eficiência dos equipamentos. Com a expansão da manufatura enxuta, *Lean Manufacturing*, o *OEE* passou a ser amplamente usado pelas empresas (Moraes e Santoro, 2006; OEE, 2021).

3.4 O papel da padronização e melhoria contínua na indústria

A padronização é um princípio fundamental dentro do *Lean Manufacturing*, pois proporciona consistência e qualidade nas operações. Segundo Cavanha Filho (2006), a padronização é um dos métodos mais eficazes para garantir que todas as operações sejam realizadas de maneira consistente e eficiente, contribuindo para a eliminação de variabilidades que possam gerar desperdícios ou falhas na produção.

Para implementá-la, segundo Campos (2013) as empresas utilizam ferramentas que orientam todos os funcionários sobre como realizar as tarefas de maneira padronizada e eficiente, como:

- Fluxogramas, que são usados para mapear processos e identificar áreas que necessitam de melhorias ou ajustes.

- Procedimentos Operacionais Padrão (POP's), são documentos que definem a forma padrão de realizar uma tarefa, assegurando que todos sigam o mesmo processo.

- Instruções de Trabalho, são documentos que descrevem as etapas de uma tarefa, a fim de ajudar na uniformização e treinamento.

Além disso, Rodrigues (2014) explica que a padronização facilita a melhoria contínua ao permitir que os processos sejam constantemente avaliados e otimizados, o que resulta em:

- redução de desperdícios, pois ao eliminar variações, evita-se retrabalhos e ineficiências;

- aumento da qualidade, garante que o produto seja consistente e atenda aos padrões de qualidade exigidos; e

- maior controle do processo, facilita o monitoramento e a melhoria contínua, e permite uma resposta rápida a problemas ou variações no processo.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

A prática de melhoria contínua, ou *Kaizen*, é um conceito que se originou no Japão e busca aperfeiçoar os processos de forma incremental e constante, sem grandes rupturas. Ao manter um ciclo de melhorias frequentes, as organizações podem alcançar um desempenho cada vez mais eficiente, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos (Imai, 2012).

A implementação da melhoria contínua exige uma cultura organizacional que estimule a participação de todos os funcionários no processo de resolução de problemas e no aprimoramento das operações. Isso é especialmente importante na manutenção industrial, pois a identificação rápida de falhas e a implementação de melhorias podem ter um impacto direto na disponibilidade dos equipamentos e na eficiência da produção (Cavanha Filho, 2006; Vieira *et al*., 2016).

3.5 *Metodologia SMED* ou TRF em indústrias vinculadas ao setor automotivo

A eficiência operacional é um fator crítico para empresas que fabricam peças para o setor automotivo, uma vez que essas indústrias lidam com altos volumes de produção e a necessidade de atender a um mercado que exige agilidade, qualidade e custo competitivo. Nesse contexto, a implementação do *Single Minute Exchange of Die (SMED*), metodologia voltada para a redução de tempos de *setup*, pode representar um avanço significativo na otimização dos processos produtivos, redução de custos operacionais e incremento na flexibilidade da produção (Dorneles; Lemes; Saint-Yves, 2020).

No *SMED*, entende-se por *setup* rápido, aquele que tem por objetivo a redução do tempo de *setup*, que é o tempo em que o maquinário fica parado para a troca de ferramentas, materiais, insumos ou peças. Já o *setup* demorado significa o tempo em que o maquinário fica parado por mais de 10 minutos, e pode ser causado por diversos problemas, tais como a distância a ser percorrida por um material ou mesmo até a desconcentração dos funcionários (Aguiar, 2014; Fogliatto; Fagundes, 2003).

A produção de peças para o setor automotivo envolve diversas etapas, incluindo-se a preparação de matrizes, a moldagem do material, o controle de qualidade e a embalagem. Essas etapas exigem equipamentos especializados e, frequentemente, mudanças no tipo de molde ou parâmetros de processo para produzir diferentes tipos de peças. Como resultado, os tempos de *setup* entre os lotes de produção, que envolvem a troca de moldes e ajustes de máquinas, são elevados e impactam diretamente a eficiência global do processo. A alta variabilidade na demanda e a necessidade de produção de lotes pequenos e variados também agravam o problema, pois exigem ajustes frequentes nos processos (Santos *et al.,* 2016).

Os longos tempos de *setup*, quando não gerenciados adequadamente, podem resultar em paradas prolongadas, perdas de produção, aumento de custos e baixa capacidade de resposta às necessidades do mercado. Além disso, um *setup* demorado pode comprometer a qualidade e a precisão das peças produzidas, um fator crucial em setores como o automotivo, em que a conformidade com especificações rigorosas é fundamental (Santos *et al.,* 2016).

O setor automotivo é considerado um dos que mais utiliza o método *SMED*, Isso porque Shigeo Shingo investigou em profundidade esses setores em seu país para desenvolver o método. Dessa maneira, trata-se de um contexto em que se pode observar a metodologia em funcionamento. Shigeo Shingo destacou três principais usos da metodologia: na Mazda Toyo Kogyo, na Mitsubishi Heavy Industries e na Toyota (FM2S Educação e Consultoria, 2022), descritos a seguir:

A Mazda Toyo foi um dos primeiros objetos de pesquisa de Shigeo. Trata-se de uma empresa com mais de 39 mil funcionários, em funcionamento desde 1920. A empresa

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

possibilitou a Shigeo Shingo a identificação das diferenças entre um *setup* interno e setup externo (FM2S Educação e Consultoria, 2022).

A observação da Mitsubishi possibilitou a percepção das vantagens de montagem de um *setup* duplicado, que permitisse ensaios e realização de tarefas com mais "calma" e assertividade. Por meio delas foi possível diminuir o tempo de troca de *setup* para o famoso "*single minute*", uma vez que a cópia já se encontrava pronta (FM2S Educação e Consultoria, 2022).

O exemplo da Toyota contribuiu para dar um salto qualitativo em sua teoria. Em busca de uma economia de tempo sempre maior, Shigeo Shingo propôs que a empresa transformasse muitos dos processos que, até então, faziam parte do seu *setup* interno, para externo. Isso fez com que muito mais etapas pudessem ser feitas com as máquinas paradas, o que alavancou a produção (FM2S Educação e Consultoria, 2022).

4 RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As indústrias vinculadas ao setor automobilístico se beneficiaram com a implementação da metodologia *SMED*. As pesquisas do próprio Shigeo Shingo e até outras pesquisas que abordaram essa temática, demostraram que a aplicação dessa metodologia é viável para esse ramo industrial (FM2S Educação e Consultoria, 2022).

A adoção do *SMED* na produção de peças de borracha para o setor automobilístico pode trazer uma série de benefícios tangíveis para a empresa, tais como: redução de tempos de *setup*, permitindo mais tempo para a produção efetiva de peças, o que aumenta a disponibilidade das máquinas e a capacidade produtiva; maior flexibilidade na produção, possibilitando mudanças rápidas entre diferentes tipos de peças, por exemplo, diferentes modelos de peças de borracha para veículos, sem causar significativas paradas; aumento da competitividade da empresa, ao reduzir custos de produção e melhorar os tempos de resposta para os clientes; melhora na qualidade das peças, uma vez que a padronização e a redução de ajustes diminuem as variabilidades durante a produção (Santos *et al.,* 2016).

Na pesquisa de Antonio, Cagnin e Helleno (2018), realizou-se a aplicação da ferramenta *SMED* em uma multinacional do setor de autopeças, buscando reduzir custos e melhoria de produtividade, em um ambiente automatizado. A fabricante de autopeças precisava realizar mudanças periódicas nos moldes que serviriam para projetar as peças. Elas iriam como metal aquecido até o forno, onde sofreram alterações. Através da mudança no torno e nas peças de fixação, assim como na disponibilização dos elementos do meio com maior flexibilidade, os pesquisadores conseguiram reduzir para 1/8 o tempo de *setup* mensal e anual, acarretando múltiplos ganhos. A mecanização de certas peças e etapas também apresentou efeito animador na equipe envolvida. Assim, os resultados obtidos mostraram a eliminação dos desperdícios durante o *setup*, bem como redução de tempo de preparação de máquina, redução de custos e aumento de produtividade.

O estudo de Dorneles, Lemes e Saint-Yves (2020) teve o objetivo de pesquisar como reduzir os tempos de troca de ferramentas em uma empresa do setor automotivo. Os dados coletados no início da pesquisa dos autores indicaram que os tempos de *setup* eram suficientemente elevados caracterizando, com isso, desperdício. Diante desse cenário, os autores propuseram ações para reorganizar as atividades de troca de ferramentas através de aplicação de ferramentas de Engenharia de Produção, principalmente o *SMED.* Seguiram os passos propostos na metodologia *SMED* e obtiveram como resultados a redução em 54% do tempo de *setup* da máquina. Os autores consideraram que o termo mais cabível para essa melhoria é o de troca rápida de ferramenta (TRF), visto que para indústrias brasileiras

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

alcançarem o *single-minute*, trocas em menos de 10 minutos é um caminho árduo. Dentre os resultados, o indicador OEE melhorou, como previsto, havendo um aumento de 7,7% em relação ao OEE apurado em agosto/2018 (de 75,5% foi para 83,2%), que representa redução de 38,5 horas de *setup*, além das melhorias propostas que reduziram complexidade de algumas atividades tornando os ganhos plurais para empresa pesquisada. Os autores concluíram que os resultados obtidos indicaram 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 empresa apta para receber novos projetos.

Os autores Maurício, Leal e Souza (2014) fizeram uma pesquisa durante 6 meses, com relação a redução do tempo de *setup* utilizando a integração das técnicas *SMED* e 5S, no centro de produção automotivo de uma empresa localizada cidade de Decize na França. O grupo está presente na Europa, América, Ásia e África, em 12 países desses continentes. O grupo da empresa desenvolve e fabrica peças de borracha para soluções dinâmicas (antivibração) e que reduzem ruído no interior do veículo. Seus produtos vão de componente de chassi a suportes de escapamentos e amortecedores em massa. O objetivo do trabalho desses autores foi a redução do tempo de *setup* para qualquer tipo de prensa utilizada na empresa. Isso porque o tempo de *setup* para a empresa era algo de extremo valor, pois a empresa podia fabricar mais de 2000 tipos de coxins e a cada tipo diferente de peça a ser fabricada implicava na mudança do molde presente na prensa. Como a empresa trabalhava com lotes pequenos, a quantidade de *setups* diários era elevada. No mês de referência da pesquisa foram feitas em média 4 trocas de moldes diariamente. Nesse mesmo período, a quantidade de itens ativos chegava a 150 produtos dos quais 40 eram feitos regularmente. O tempo médio para o *setup* era de 140min para moldes mais simples de montar e de 275min para moldes mais complexos, juntamente com uma unidade de finalização ao lado da prensa. A sala da equipe responsável pelo *setup* ficava a mais de 50m da produção, gerando uma perda de tempo associada a esse deslocamento. A equipe do *setup* trabalhava nos 3 turnos em duplas. Havia, também, mais uma pessoa responsável pela limpeza dos equipamentos e outra responsável pela manutenção e reparo dos moldes. Primeiramente, foram utilizadas ferramentas da qualidade, como o diagrama de *Ishikawa* e os "5 Porquês". O diagrama de *Ishikawa* foi montado através de algumas reuniões com as equipes de *setup* para levantar todas as formas de problemas no setor. Em paralelo às reuniões com os responsáveis pelas trocas dos moldes, foram analisados os tempos apontados nos *setups* dos moldes. O valor mais elevado calculado foi para a referência 3236 com um tempo médio de 420min (7h). Em seguida, a troca de molde para a fabricação dessa peça foi filmada, esse filme serviu para o estudo das operações realizadas, bem como o tempo gasto em cada uma dessas operações. No total, o tempo gasto para esse setup foi de 404min. Posteriormente, iniciou-se a utilização da ferramenta *SMED* com o intuito de auxiliar na redução do tempo de *setup*, seguindo-se a metodologia dessa ferramenta. Depois de obtidos os dados necessários, um grupo de trabalho foi criado para avançar com o projeto *SMED* na empresa, composto pelo engenheiro chefe do setor e seu assistente, o responsável pelas equipes do *setup*, o responsável pelo setor e os próprios operadores do *setup*. Um plano de ação, descrevendo as tarefas a serem realizadas, tempo esperado na realização da tarefa e o nomes dos responsáveis foi criado para organizar e focar os objetivos principais do projeto. Nesse processo todo, algumas operações internas foram excluídas e as alterações na gestão foram atendidas. O molde foi colocado no forno de pré-aquecimento. Por meio desses esforços, obteve-se um setup de 160min e uma redução de 60,4% em relação ao tempo que havia antes do trabalho de *SMED* e 5S. Dessa forma, foi elaborado um método de *setup* padronizado e os funcionários foram qualificados para que o

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

realizassem seguindo esse novo procedimento. Os autores concluíram que a implementação não é fácil, porque ela precisa gerar uma mudança de mentalidade de todas as pessoas, sobretudo dos operadores, devido ao aumento de responsabilidades. Contudo, o impacto sobre o sucesso dessa reorganização foi imediato e motivou os membros do grupo a continuarem com o projeto *SMED* para outros produtos.

A pesquisa de Santos *et al.* (2016) buscou pesquisar as melhorias obtidas através da aplicação da Troca Rápida de Ferramenta (TRF) e do trabalho padrão dentro do *setup* celular, por meio de um estudo de caso em uma empresa automotiva. As ações implementadas visaram melhorar a eficiência da célula e através dos resultados obtidos melhorar o *lead time* e flexibilidade, podendo até aumentar o *mix* de produtos. Como resultados, houve eliminações do sistema de troca do cone hidráulico, e dos procedimentos para a realização melhoraram em questão de tempo e intervenção da manutenção durante o *setup*. Com a mudança, o cone hidráulico ficou fixo, apenas a broca passou a ser trocada. Essa melhoria ajudou na questão de treinamento de novos operadores, já que foi reduzido o número de procedimentos na máquina, tornando mais fácil a sua operação. A substituição da broca durante o trabalho foi favorecida, pois com a simplificação implantada, reduziu-se o tempo de troca de dez minutos para 2 minutos. O deslocamento do operador foi eliminado, pois o técnico de PRESET foi incluído no *setup*, o próprio técnico leva e verifica o ferramental e dispositivos antes de entrar na célula. A eliminação das trocas das vinte e quatro bases contribuiu para o tempo total do *setup*. As bases se tornaram fixas, reduzindo o número de itens a serem verificados durante o *setup* e eliminando a chance de erro ao separar ferramentais. Os autores concluíram que é vantajosa a aplicação de um sistema de Troca Rápida de Ferramenta (TRF), possibilitando uma melhoria contínua de seus processos produtivos, com eliminação de desperdícios e aumento de produtividade.

Pode-se inferir, portanto, a partir dos resultados dessas pesquisas, que a implementação do *SMED*, conhecido também como TRF, em uma indústrias vinculadas ao setor automotivo, é uma estratégia promissora para otimizar o processo produtivo e reduzir custos operacionais. Além disso, a continuidade da aplicação dessa metodologia, com a melhoria contínua e o monitoramento constante dos resultados, pode assegurar que os benefícios sejam sustentáveis em longo prazo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo investigou a metodologia *Single Minute Exchange of Die (SMED*), conhecida, no Brasil, como Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Verificou-se que se trata de uma ferramenta metodológica eficaz, de melhoria contínua, no contexto da produção industrial de diversos segmentos, cuja finalidade é a redução do tempo de *setup* e a maximização da eficiência operacional das indústrias.

Retomando o objetivo desse trabalho, que foi realizar uma pesquisa de revisão bibliográfica, para compreender a metodologia *SMED,* especialmente as que foram implementadas em indústrias vinculadas ao setor automotivo, verificou-se que sua implementação é fundamental para aumentar a produtividade e manter a competitividade das indústrias desse setor. Nessa perspectiva, foi possível concluir que a implementação do *SMED* é favorável na otimização do processo produtivo, assim como na redução dos custos operacionais, desde que seja corretamente implementada e que exista uma continuidade após a sua implementação.

Em termos de trabalhos futuros, se autorizado pela empresa, um dos autores pretende expandir a pesquisa sobre essa temática, por meio um diagnóstico para estudo de caso, e

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

pesquisa-ação, para a implementação da metodologia *SMED*, especialmente no que tange à avaliação dos impactos do *SMED* em diferentes segmentos dentro de uma indústria de projeto, fabricação e comercialização de artefatos de borracha para linha automotiva, situada no interior do Estado de São Paulo, na região de Ribeirão Preto.

Nesse sentido, sem o intento de se esgotar um tema tão complexo, ressalta-se a importância de ter atingido o objetivo desse trabalho, de compreender a metodologia *SMED,* cujo delineamento foi direcionado às indústrias vinculadas ao setor automotivo, uma vez que os conhecimentos adquiridos com essa pesquisa forneceram indícios de sua viabilidade e aplicabilidade e, por isso, poderão fundamentar a pesquisa futura.

REFERÊNCIAS

AGUIAR M.C. **Análise de causa raiz:** levantamento dos métodos e exemplificações. 2014.

ANTONIO, Paulo Ricardo; CAGNIN, Fernanda; HELLENO, André Luis. **Aplicação da SMED para aumento de produtividade**: estudo de caso na indústria de autopeças. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331126597_Aplicacao_da_SMED_para_aumento_de_produtividade_estudo_de_caso_na_industria_de_autopecas. Acesso em: 25 nov. 2024.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia.** 9 ed. Nova Lima: Falconi, 2013.

CARVALHO, M. T. ***Lean Manufacturing*** **na Indústria de revestimentos de cortiça**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60447/1/000142412.pdf. Acesso em: 23 out. 2024.

CAVANHA FILHO, A.O. **Estratégia de Compras**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006.

CONCEIÇÃO, S. V. *et al***.** Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada**. Revista Gestão e Produção**, São Carlos. v. 16, n.3, jul-set. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/tPKRGBWtdhC5YwpWkdrwbgR/?lang=pt. Acesso em: 23 out. 2024.

DE OLIVEIRA, A. S.; VIANA, B. C.; ROBERTO, J. C. A.; SOUTO, S. P. Aplicação da metodologia *Lean Manufacturing* a gestão da manutenção industrial. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 6, p. 8997–9018, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i6.2277. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2277. Acesso em: 12 nov. 2024.

DORNELES, Nhakita Fernandes; LEMES, Marcela Eduarda Andrade; SAINT-YVES, João Evangelista de Almeida. **Aplicação de metodologia *SMED* para redução de tempo de *setup* em indústria do setor automotivo**. 2020. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_342_1751_40668.pdf. Acesso em: 25 nov. 2024.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

DUARTE, A. R. S *et al.* Aplicação do Lean Manufacturing no setor de manutenção de subconjuntos de uma mineradora de grande porte. In: **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Anais. Ceará, 2015.Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_27187.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

FM2S EDUCAÇÃO E CONSULTORIA. **5 exemplos de aplicação *SMED***. 2022. Disponível em: https://fm2s.com.br/blog/5-exemplos-smed. Acesso em: 25 nov. 2024.

FOGLIATTO, F. S; FAGUNDES, P. R. **Troca rápida de ferramentas proposta metodológica e estudo de caso.** 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/B4ndRqgR8768sgb94ZpGptB/abstract/?lang=pt#. . Acesso em: 12 nov. 2024.

FORMIGHIERI, Gustavo. **Diagrama de *Ishikawa*:** o que é e como desenvolver**.** 2021. Disponível em: https://keeps.com.br/diagrama-de-ishikawa-o-que-e-e-como-desenvolver/. Acesso em: 12 nov. 2024

GONÇALVES, Diego. **Diagrama de *Ishikawa* na Gestão de Custos:** identificação e redução de despesas. 2024. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/diagrama-de-ishikawa-na-gest%C3%A3o-custos-identifica%C3%A7%C3%A3o-e-diego-gon%C3%A7alves-5ravf/. Acesso em: 12 nov. 2024

IMAI, Y. ***SMED* setup rápido**. São Paulo. 2012

LIKER, J. K. **O modelo Toyota:** 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, Vinicius Alves. **TPM - Manutenção Produtiva Total.** 2021. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/tpm-manuten%C3%A7%C3%A3o-produtiva-total-vinicius-alves-de-lima/. Acesso em: 12 nov. 2024

MAURÍCIO, Thiago Buselato; LEAL, Fabiano; SOUSA, Vivian Aparecida Lima. **Implementação do *SMED* em uma empresa de autopeças**: um caso francês. 2014. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_101_25196.pdf. Acesso em: 25 nov. 2024

MORAES, L.H E, SANTORO, M.C. **Medida de eficiência em linhas de produção.** 2006. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr450311_7371.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. Tradução por Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OEE.**O que é OEE? Para que serve?** Por que medir o OEE? 2021. Disponível em: https://www.oee.com.br/o-que-e-oee/. Acesso em: 12 nov. 2024.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo, Sistema de Produção *Lean Manufacturing***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SANTOS, Rafael dos; SCHIMITZ, Willian; SOARES, Hiago S.; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. **Troca rápida de ferramenta**: estudo de caso em uma empresa automotiva. 2016. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a16v37n07/16370726.html. Acesso em: 25 nov. 2024.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing:** The *SMED* System. Cambridge, MA: Productivity Press, 1985

_____. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

_____. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (*SMED*): análise crítica e estudo de caso. In: **Revista Gestão e Produção**. São Carlos. V. 14, n.2. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/8zqzvd8p5HgGgbszxtSqzYs/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 23 out. 2024.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

TELES, Jhonata. **4 ferramentas para análise de falhas**. 2018. Disponível em: https://engeteles.com.br/ferramentas-para-analise-de-falhas/. Acesso em: 12 nov. 2024

VIEIRA, E. L.; TRENTIN, G. M.; COSTA, S. E.G.; LIMA, E. P. Melhoria no layout de uma indústria metal mecânica utilizando ferramentas Lean Manufacturing. In: **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Anais. Paraíba, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324950782_MELHORIA_NO_LAYOUT_EM_UMA_INDUSTRIA_METAL_MECANICA_UTILIZANDO_FERRAMENTAS_LEAN_MANUFACTURING. Acesso em: 23 out. 2024.