

A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA SMED NA LINHA DE PRODUÇÃO PARA REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ZARPELON, Giovani Antônio¹

FORTE, Luiz Antonio²

RESUMO

O termo SMED significa “Single Minute Exchange of Dies”. Em iniciativas de fabricação enxuta, genericamente, tornou-se um acrônimo para Redução de Configuração, isto é, o esforço para reduzir a quantidade de tempo de inatividade envolvido na mudança de uma peça ou processo para outro. O atual cenário de produção industrial exige uma alta quantidade de produtos e um excelente nível de qualidade, portando, só pode ser alcançado através da ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die) que tem como objetivo principal reduzir drasticamente o tempo necessário para concluir as trocas de equipamentos. A Just-in-Time demanda menores quantidades de produção, isso significa mais tempo de configuração (tempo não produtivo). As empresas devem se concentrar em atividades não produtivas como para ganho de tempo e para se manterem competitivas. O objetivo geral deste trabalho é entender a importância da ferramenta SMED no processo de produção buscando redução de tempo em setup. Esse estudo exploratório qualitativo tem como base uma pesquisa bibliográfica, dispondo de autores conceituados na área. O resultado da pesquisa é que as indústrias estão, portanto, tentando se tornarem eficientes o mais rápido possível, otimizando seus processos e reduzindo o desperdício.

Palavras-chave: Ferramenta SMED; Diminuir o Tempo de Setup; Implementação SMED; Processos de Fabricação.

1 INTRODUÇÃO

O conceito da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou seja Troca Rápida de Ferramenta, conhecida também como TRF, utilizada em processos quando se faz necessário o aumento da produtividade e redução do tempo homem x máquina, uma vez que com a aplicação da mesma, tem reduções tanto no tempo das atividades que dependem do homem quanto nas atividades que dependem da máquina. A metodologia SMED visa a otimização dos processos de produção, tornando as mudanças de ferramentas ou de produção mais eficientes e rápidas. Ela é aplicada em diferentes indústrias,

¹ Graduando em Engenharia de Produção UNINTER.

² Graduado em Engenharia Ambiental pela UTP e pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UTFPR

incluindo automotiva, alimentícia e farmacêutica, para aumentar a eficiência e a flexibilidade da linha de produção. Além de reduzir o tempo de mudança, a SMED também pode melhorar a qualidade dos produtos, aumentar a capacidade de produção e aumentar a satisfação dos clientes. Portanto, é uma metodologia essencial para qualquer empresa que busque aprimorar sua eficiência e competitividade no mercado.

A ferramenta SMED contribui para melhorias significativas no processo de produção, respostas rápidas, flexibilidade na troca de pedidos, redução de desperdícios. Além disso, a aplicação da SMED pode resultar em aumento da capacidade de produção, melhora da qualidade dos produtos e satisfação dos clientes. Com a redução dos tempos de mudança, a empresa pode produzir mais unidades em menos tempo, o que aumenta a eficiência e a competitividade no mercado. Além disso, a SMED também incentiva a colaboração entre equipes, já que todos trabalham juntos para tornar as mudanças de produção mais eficientes e rápidas. Em resumo, a ferramenta SMED é fundamental para empresas que buscam otimizar seus processos e melhorar sua performance geral. Desta forma, o problema relacionado a este trabalho será: “Qual a importância da ferramenta SMED no processo de produção”?

O objetivo geral deste trabalho é entender a importância da ferramenta SMED no processo de produção buscando redução de tempo em *setup*. Portanto, fazendo-se necessário os objetivos específicos, como: (i) apresentar o conceito da ferramenta SMED; (ii) comparar os benefícios da implementação do SMED; e (iii) demonstrar a combinação de outras ferramentas com SMED.

Diante de um mercado altamente competitivo e da busca constante por uma produção mais eficiente, as empresas têm procurado incessantemente melhorar seus processos produtivos. Nesse contexto, a implementação de um sistema de redução de tempo de *setup* revela-se de extrema importância. Essa ferramenta, conhecida como SMED (Single Minute Exchange of Die), não só proporciona flexibilidade ao processo de produção, mas também reduz o desperdício durante a execução do *setup*. A relevância dessa abordagem se estende tanto para a área de Engenharia de Produção quanto para a sociedade como um todo. No campo da Engenharia de Produção, a aplicação do SMED traz diversos benefícios, tais como a otimização do tempo de produção, a redução de

custos e a maximização da capacidade produtiva. Além disso, a implementação dessa ferramenta proporciona uma maior agilidade na adaptação às mudanças de demanda, permitindo que as empresas sejam mais ágeis e competitivas no mercado.

Este estudo está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo aborda a introdução contendo a problematização e objetivos. O segundo capítulo apresenta o desenvolvimento comparando os benefícios da implementação do SMED. O terceiro capítulo contempla os aspectos metodológicos. No quarto capítulo apresenta os resultados e discussões. E, finalmente no quinto capítulo aborda as considerações finais.

2 DESENVOLVIMENTO

SMED é um dos muitos métodos de produção rápida, que reduz o desperdício de um processo de fabricação. Ele fornece uma maneira rápida e eficiente de trocar um equipamento ou peça durante um processo de fabricação. Esta troca rápida é a chave para aumentar os tamanhos dos lotes de produção e, assim, melhorar o fluxo, reduzindo a perda de produção e a variabilidade de produção (MORENO, 2016).

A frase "minuto único" não significa que todas as trocas e partidas devam durar apenas um minuto, mas devem levar menos de 10 minutos. Intimamente associado está um conceito ainda mais rápido, o *One Touch Exchange of Die* (OTED) utilizado por muitas equipes de fórmula 1, que diz que mudanças podem e devem levar menos de 100 segundos. A SMED é uma ferramenta usada na fabricação. No entanto, a utilidade da SMED não se limita à fabricação (FONSECA, 2017).

Frederick Taylor analisou partes das configurações que não agregam valor em seu livro de 1911, *Shop Management*. No entanto, ele não criou nenhum método ou abordagem estruturada em torno dele. Frederick estudou e melhorou os processos de trabalho em muitos setores diferentes, desde pedreiro até cirurgia. Como parte de seu trabalho, ele também analisou mudanças. Seu livro *Motion Study* (também de 1911) descreveu abordagens para reduzir o tempo de configuração (MARTINS, 2020).

Até as fábricas de Henry Ford estavam usando algumas técnicas de redução de configuração. Na publicação de 1915 *Ford Methods e Ford Shops*, as abordagens de redução de configuração foram claramente descritas. No entanto, essas abordagens nunca se tornaram convencionais. Para a maioria das empresas durante o século XX, a quantidade de ordem econômica foi o padrão ouro para o dimensionamento de lotes (PEREIRA, 2016).

O fluxo de trabalho JIT (Just In Time) da Toyota teve esse problema de troca de ferramentas e levou entre duas e oito horas, a Toyota não podia pagar o tempo de produção perdido nem os enormes tamanhos de lote sugeridos pela quantidade de ordem econômica. A redução do lote e a redução do tempo de construção estavam realmente em andamento no *Toyota Production System* (TPS) desde 1945, quando Taiichi Ohno tornou-se gerente das oficinas mecânicas na Toyota. Em uma viagem aos EUA em 1955, Taiichi Ohno observou as prensas de estamperia Danly com rápida capacidade de troca de matriz (MARTINS, 2020).

Posteriormente, a Toyota comprou várias impressoras Danly para a fábrica de Motomachi. E a Toyota começou a trabalhar para melhorar o tempo de troca das suas impressoras. Isso foi conhecido como *Quick Die Change* (QDC) que diminuiu o tempo de inatividade das impressoras. Eles desenvolveram uma abordagem estruturada baseada em uma estrutura da Segunda Guerra Mundial dos EUA. *Training within Industry* (TWI), ou seja, treinamento dentro da indústria, com um manual de instrução que denominaram com a seguinte sigla ECRS (Elimine, Combine, Reorganize e Simplifique) (PARISOTTO et al., 2016).

Com o passar do tempo, eles reduziram esses tempos de troca de horas para quinze minutos nos anos 1960, três minutos nos anos 70 e depois apenas 180 segundos nos anos 90. Durante o final dos anos 1970, quando o método da Toyota já estava bem refinado, Shigeo Shingo participou de um workshop do QDC (BRANCO et al., 2019). Depois que ele começou a divulgar detalhes do *Toyota Production System* sem permissão, a conexão comercial foi encerrada abruptamente pela Toyota. Shingo mudou-se para os EUA e começou a trabalhar dando consultas sobre manufatura enxuta. Além de alegar ter inventado este método de mudança rápida (entre muitas outras coisas), ele renomeou como SMED (BRANCO et al., 2019).

A Toyota descobriu que as ferramentas mais difíceis de mudar eram as matrizes nas grandes máquinas de estampagem de transferência que produzem peças de carroceria de veículos automotores. As matrizes, que devem ser trocadas para cada modelo, pesam muitas toneladas e devem ser montadas nas máquinas de estampagem com tolerâncias de menos de um milímetro, caso contrário o metal estampado enrugará, se não derreter, sob o calor e a pressão intensa (LANG, 2021).

Quando os engenheiros da Toyota examinaram a mudança, descobriram que o procedimento estabelecido era parar a linha, baixar as matrizes por meio de uma ponte rolante, posicionar as matrizes na máquina pela visão humana e depois ajustar a posição delas com alavancas enquanto produziam estampas de teste. O processo existente levou de doze horas a quase três dias para ser concluído (SILVA, 2021).

O primeiro aprimoramento da Toyota foi colocar dispositivos de medição de precisão nas máquinas de estampagem de transferência e registrar as medidas necessárias para o SMED de cada modelo. Instalar o molde contra essas medidas, em vez de realizar algo pela visão humana, reduzindo imediatamente a mudança para uma hora e meia (DA SILVA et al., 2019).

Outras observações levaram a melhorias posteriores, agendando as mudanças de matriz em uma sequência padrão (como parte da criação de um modelo de carro esportivo, chamado FRS-Toyota) à medida que um novo modelo passava pela fábrica, dedicando ferramentas ao processo de mudança de molde para que todas as ferramentas necessárias estivessem por perto e agendando o uso das pontes rolantes de modo que o novo molde estivesse à espera quando o antigo molde fosse removido.

Usando esses processos, os engenheiros da Toyota reduziram o tempo de troca para menos de 10 minutos por SMED e, assim, reduziram o tamanho do lote econômico abaixo de um veículo. O sucesso deste programa contribuiu diretamente para a fabricação just-in-time, que faz parte do Sistema Toyota de Produção. O SMED torna o balanceamento de carga muito mais viável, reduzindo o tamanho do lote econômico e, portanto, os níveis de estoque (FONSECA, 2017).

Shigeo Shingo, que criou a abordagem SMED, afirma que em seus dados, entre 1975 e 1985, os tempos médios de configuração que ele lidou reduziram para 2,5% do tempo originalmente requerido; uma melhoria de 40 vezes (SILVA, 2021).

No entanto, o poder da SMED é que ela tem muitos outros efeitos que vêm da observação sistemática das operações, de acordo com Silva (2021) esses incluem:

- Produção sem estoque que impulsiona as taxas de rotatividade de estoque;
- Redução na pegada de processos com redução do espaço livre de estoque;
- Produtividade aumenta ou reduz o tempo de produção;
- Aumento das taxas de trabalho da máquina a partir de tempos de configuração reduzidos, mesmo se o número de trocas aumentar;
- A eliminação de erros de configuração e a eliminação de execuções de teste reduz as taxas de defeitos;
- Melhor qualidade de condições de operação totalmente reguladas com antecedência;
 - Maior segurança de configurações mais simples;
 - Limpeza simplificada de menos ferramentas e melhor organização;
 - Despesa menor de setups;
 - Agendamento do operador mais capacitado com antecedência;
 - Reduzir os requisitos de habilidades, uma vez que as alterações agora são projetadas no processo, em vez de uma questão de julgamento qualificado;
- Eliminação de estoque não utilizável de trocas de modelos e erros de estimativa de demanda;
 - Bens não são perdidos pela deterioração;
 - A capacidade de misturar produção proporciona flexibilidade e mais reduções de estoque, além de abrir a porta para métodos revolucionários de produção (grandes pedidos e grandes lotes de produção);
- Novas atitudes sobre o controle do processo de trabalho entre os funcionários.

3 METODOLOGIA

Esse estudo exploratório qualitativo tem como base uma pesquisa teórica, fundamentada em autores conceituados na área, tendo uma natureza básica (sem aplicação prática prevista). Para garantir uma ampla abrangência e acesso a informações relevantes, foram utilizadas diversas bases de dados renomadas, incluindo SCIELO, GOOGLE SCHOLAR e BASE, todas disponíveis online e com publicações acadêmicas reconhecidas.

Além disso, foram consideradas também as publicações de monografias relacionadas à temática, encontradas em diferentes bases de dados, tais como UNESP, FAIT, UFFRJ, UNOESC, UFRJ, E-TECH, FITEC e UFPR. Essa abordagem permitiu obter uma visão abrangente e diversificada dos estudos existentes sobre o assunto.

No processo de busca de fontes, foram estabelecidos critérios de inclusão bibliográfica para garantir a relevância e atualidade dos materiais selecionados. Foram considerados os seguintes critérios: artigos e monografias que abordam diretamente a temática proposta e que foram publicados no período de 2015 a 2021. Esses critérios garantem que as fontes selecionadas sejam recentes o suficiente para contemplar avanços e discussões atualizadas sobre o assunto em questão.

O foco da pesquisa foi em artigos e monografias que abordem diretamente a aplicação e os benefícios do SMED no processo de produção industrial. Para a busca nessas plataformas, serão utilizadas palavras-chave como "Ferramenta SMED", "Diminuir o Tempo de Setup", "Implementação SMED" e "Processos de Fabricação", entre outras relevantes.

Nas pesquisas, pretende-se analisar diferentes aspectos relacionados ao SMED, tais como os desafios enfrentados na sua implementação, as estratégias bem-sucedidas de aplicação em diferentes setores industriais, as novas oportunidades de desenvolvimento ao adotar essa ferramenta, e possíveis combinações com novas tecnologias para aprimorar o processo de setup. Além disso, busca-se compreender as perspectivas futuras do SMED e como ele pode contribuir para aumentar a eficiência e a produtividade das operações industriais.

Com essa abordagem de busca por fontes acadêmicas de qualidade e foco nos aspectos mencionados, espera-se fortalecer a fundamentação teórica do trabalho, garantindo a confiabilidade dos resultados obtidos e enriquecendo a discussão sobre a importância do SMED no processo de produção industrial.

É importante destacar que, durante a pesquisa, foram excluídas informações que não atendiam aos critérios estabelecidos ou que não contribuíam diretamente para o tema em análise. Dessa forma, buscou-se assegurar que apenas fontes relevantes e de qualidade fossem consideradas na revisão bibliográfica, garantindo a consistência e confiabilidade dos resultados obtidos.

Essa abordagem metodológica, com a utilização de múltiplas bases de dados e critérios de inclusão rigorosos, fortalece a fundamentação teórica do estudo e aumenta sua credibilidade. Ao explorar uma ampla gama de fontes acadêmicas, o estudo busca embasar suas conclusões em uma base sólida de conhecimento e contribuir para o avanço da área de pesquisa em questão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Praticamente todas as empresas de manufatura que realizam trocas de equipamentos podem se favorecer do SMED. Isso não significa, no entanto, que a SMED deva existir a primeira precedência. No universo real, as empresas têm recursos finitos e esses recursos devem ser direcionados para onde eles geram o melhor retorno (PARISOTTO et al., 2016).

Para a pluralidade das empresas, a primeira preferência deve ser prometer que haja um entendimento claro de onde o andamento produtivo está sendo perdido e que as decisões sobre iniciativas de melhoria sejam tomadas com base em dados concretos. Isso significa que executar um sistema para coletar e averiguar dados de seguimento de fabricação possa ser uma das prioridades da empresa (DA SILVA et al., 2019).

O padrão “*gold*” de fato para dados de desempenho de manufatura é medir *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) com uma divisão adicional de categorias de perda de OEE nas Seis Grandes Perdas e uma análise detalhada das perdas de Disponibilidade de OEE em Códigos de Razão de *Downtime* (incluindo códigos para rastreamento de mudança) Tempo) (DA SILVA et al., 2019).

Uma vez que um sistema medir o desempenho de fabricação, e constatar que está em vigor, a coleta de dados deve permanecer por pelo menos duas semanas para obter uma imagem clara de onde o tempo produtivo está sendo perdido, conforme o exemplo da figura 1. Depois dessas informações, pode ser implantado o SMED para as trocas de equipamentos (PARISOTTO et al., 2016).

Figura 1 – Medição de tempo de produtividade

| Item | Descrição |
|------|---|
| SMED | Se as mudanças representam uma porcentagem significativa do tempo produtivo perdido (por exemplo, pelo menos 20%), considere seguir com um programa SMED. |

Fonte: PARISOTTO et al., (2016)

Nesta etapa, a área de destino do programa piloto SMED é selecionada. O equipamento ideal pode ter as seguintes características, de acordo com o quadro 1:

Quadro 1 – Características do SMED

| Item | Descrição |
|---------------|---|
| Duração | A mudança pode ser longa o suficiente para ter um espaço significativo para melhoria, mas não muito longa para ser esmagadora no escopo (por exemplo, uma troca de uma hora apresenta um bom equilíbrio). |
| Variação | Existe uma grande variação nos tempos de troca (por exemplo, os tempos de troca variam de uma a três horas). |
| Oportunidades | Há várias oportunidades para realizar a mudança a cada semana (para que melhorias possam ser testadas rapidamente). |
| Familiaridade | Os funcionários familiarizados com o equipamento (operadores, pessoal de manutenção, garantia de qualidade e supervisores) precisam estar envolvidos e motivados. |
| Restrição | O equipamento é uma restrição / gargalo, assim, as melhorias trarão benefícios imediatos. Se o equipamento de restrição for implantado, minimiza o risco potencial construindo estoque temporário e, de outra forma, garantindo que o |

| | |
|--|---|
| | tempo de inatividade não antecipado possa ser tolerado. |
|--|---|

Fonte: MORENO (2016)

Para desenvolver uma ampla sustentação de suporte para o programa SMED, incluir totalmente o espectro de funcionários associados no processo de seleção para conceber um consenso dentro da equipe quanto à escolha do equipamento objetivo (FONSECA, 2017).

Após que o equipamento de destino for selecionado, é essencial apontar um tempo de linha de apoio para a mudança. O andamento de troca deve ser avaliado como o tempo entre a produção da última parte boa (em rapidez máxima) e a produção da primeira parte boa (em velocidade máxima). A empresa precisa estar ciente do "Efeito *Hawthorne*"; os tempos de troca podem aperfeiçoar temporariamente como um resultado claro do reparo do processo. Usar os dados anteriores para basear o tempo de troca, é uma forma permanentemente útil para as (PEREIRA, 2016).

Nesta etapa, o time trabalha em bloco para distinguir todos os elementos da modificação (BRANCO et al., 2019). A maneira mais efetiva de fazer isso é filmar toda a troca e depois trabalhar a partir da filmagem para compor uma lista ordenada de elementos, cada um dos quais inclui:

- Descrição (qual trabalho é executado);
- Custo no tempo (quanto tempo o elemento demora para ser concluído).

E outras observações úteis para esta etapa, como de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2 – Identificando elementos

| Item | Descrição |
|-----------|--|
| Elementos | Uma troca típica resultará na documentação de 30 a 50 elementos. |
| Lembretes | Um método rápido de capturar elementos é criar lembretes organizados na ordem em que são executados durante a mudança. |
| Homem e | Certificar de capturar os elementos "humanos" (elementos em que o operador está fazendo algo) |

| | |
|------------------|--|
| máquina | e os elementos "equipamentos" (elementos em que o equipamento está fazendo alguma coisa). Os elementos humanos geralmente são mais fáceis de otimizar. |
| Outras anotações | No momento da gravação da troca, vários observadores tomam notas. Às vezes, os observadores notarão coisas que são perdidas no vídeo. |
| Observadores | Apenas observem, deixando a mudança seguir seu curso normal. |

Fonte: SILVA (2021)

O produto final desta etapa deve ser uma lista completa de elementos de troca, cada um com uma descrição e um tempo "custo".

Nesta etapa, elementos do processo de troca que podem ser executados com pouca ou nenhuma alteração enquanto o equipamento está em funcionamento são identificados e movidos “externos” para a mudança (ou seja, executados antes ou depois da troca). Não é incomum que os tempos de troca sejam cortados quase pela metade com este processo (MORENO, 2016).

Para cada elemento, a equipe deve fazer a seguinte pergunta: Esse elemento, como atualmente executado ou com a mínima alteração, pode ser concluído enquanto o equipamento está em execução? Se a resposta for sim, categorizar o elemento como externo e mover antes ou depois da mudança, conforme apropriado, é de extrema importância (FONSECA, 2017).

Exemplos de elementos externos que ajudam na troca, segundo o quadro 3 podem incluir:

Quadro 3 – Elementos externos

| Item | Descrição |
|-------------|---|
| Recuperação | Recuperação de peças, ferramentas, materiais e / ou instruções. |
| Inspeção | Inspeção de peças, ferramentas e / ou materiais. |
| Limpeza | Tarefas de limpeza que podem ser executadas enquanto o processo está sendo executado. |
| Qualidade | Verificações de qualidade para a última execução |

de produção.

Fonte: PARISOTTO et al., (2016)

A entrega desta etapa deve ser uma lista atualizada de elementos de troca, dividida em três partes: Elementos externos (antes da conversão), Elementos internos (durante a transição) e Elementos externos (após a transição) (DA SILVA et al., 2019).

Nesta etapa, o atual processo de transição é cuidadosamente examinado, com o objetivo de converter tantos elementos internos para externos quanto possível. Para Pereira (2016) a cada elemento interno, a equipe deve fazer as seguintes perguntas: Se houvesse uma maneira de tornar esse elemento externo, qual seria? Como poderíamos fazer isso?

Isso resultará em uma lista de elementos que são candidatos a outras ações. Esta lista deve ser priorizada para que os candidatos mais promissores sejam atendidos primeiro (MARTINS, 2020). Fundamentalmente, isso se resume a realizar uma análise de custo / benefício para cada elemento candidato:

- Custo medido pelos materiais e mão de obra necessários para fazer as mudanças necessárias.
- Benefício conforme medido pelo tempo que será eliminado da mudança.

Uma vez que a lista tenha sido priorizada, o a equipe participante do processo pode começar a fazer as alterações necessárias (FONSECA, 2017). Exemplos de técnicas que podem ser usadas para converter elementos internos em externos, de acordo com o quadro 4 são:

Quadro 4 - Elementos internos que podem ser convertidos em elementos externos

| Item | Descrição |
|-----------------------|--|
| Preparação Antecipada | Preparar as peças com antecedência (por exemplo, <i>preheat</i> morre antes da troca). |
| Procedimentos | Usar gabaritos duplicados (por exemplo, executar o alinhamento e outros ajustes antes da troca). |
| Modularizar | Modularizar o equipamento (por exemplo, substituir uma impressora em vez de ajustar a cabeça de impressão para que a impressora possa ser configurada para um novo número de |

| | |
|-----------|--|
| | peça antes da troca). |
| Modificar | Modifique o equipamento (por exemplo, adicione proteção para permitir a limpeza segura enquanto o processo estiver em execução). |

Fonte: SILVA (2021)

A entrega desta etapa deve ser uma lista atualizada de elementos de troca, com menos elementos internos e elementos externos adicionais (executados antes ou depois da troca) (MORENO, 2016).

Nesta etapa, os elementos restantes são revisados com o objetivo de simplificar para que possam ser concluídos em menos tempo. A primeira prioridade deve ser dada aos elementos internos para apoiar o objetivo principal de encurtar o tempo de troca (BRANCO et al., 2019).

Para cada elemento, a equipe deve fazer as seguintes perguntas: Como esse elemento pode ser concluído em menos tempo? Como podemos simplificar esse elemento? Como na etapa anterior, uma análise simples de custo / benefício deve ser usada para priorizar a ação nos elementos (LANG, 2021).

Exemplos de técnicas que podem ser usadas para simplificar elementos, de acordo com o quadro 5, são:

Quadro 5 – Simplificando os elementos restantes

| Item | Descrição |
|-------------|---|
| Lançamento | Eliminar os parafusos (por exemplo, usando os mecanismos de liberação rápida ou outros tipos de grampos funcionais). |
| Ajustamento | Eliminando os ajustes (por exemplo, use configurações numéricas padronizadas, converta ajustes em várias configurações fixas, use linhas de centro visíveis, use calços para padronizar o tamanho do molde) |
| Movimento | Eliminando o movimento (por exemplo, reorganizar o espaço de trabalho). |
| Esperando | Eliminar a espera (por exemplo, tornar a primeira inspeção uma prioridade alta para o controle de qualidade). |

| | |
|--------------|---|
| Padronização | Padronizar o hardware (por exemplo, menos ferramentas são necessárias). |
| Operações | Criar operações paralelas (por exemplo, observar que com vários operadores trabalhando no mesmo equipamento, deve-se prestar muita atenção a possíveis problemas de segurança). |
| Mecanização | Mecanizar (normalmente isso é considerado um último recurso). |

Fonte: PEREIRA (2016)

O produto final desta etapa deve ser um conjunto de instruções de trabalho atualizadas para a mudança (ou seja, criar Trabalho Padronizado) e um tempo de troca significativamente mais rápido (MORENO, 2016).

Ao executar o SMED, é útil certificar que existem duas grandes categorias de melhoria:

- Humano (conquistado através do preparo e organização);
- Técnico (conquistado por engenharia);

O experimento ensina que os elementos humanos são habitualmente muito mais rápidos e mais baratos para aperfeiçoar os elementos técnicos. Em outras palavras, as vitórias rápidas são comumente com os elementos humanos. Evitando a tentação, extraordinariamente com equipes tecnicamente proficientes, de focar excessivamente em elementos técnicos (FONSECA, 2017). Em vez disso, concentrar-se primeiro nos elementos humanos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram abordados os principais resultados e discussões relacionados à importância do método SMED na produção enxuta da indústria de impressão. O objetivo deste trabalho foi compreender como o SMED pode contribuir para a redução do tempo de setup e melhorar a eficiência do processo produtivo, especialmente em um ambiente de produção sob encomenda com grande variação de produtos e quantidades imprevisíveis de pedidos.

Em relação às hipóteses levantadas na introdução, constatou-se que o método SMED se mostrou efetivo na redução do tempo de setup na indústria de

impressão. Ao aplicar a abordagem de separar as atividades de mudança em configuração interna e externa, foi possível otimizar o processo de setup, resultando em ganhos significativos de produtividade e qualidade dos produtos. Assim, as hipóteses foram confirmadas.

O objetivo geral deste trabalho, que era entender a importância do SMED no processo de produção, foi plenamente alcançado. Os objetivos específicos de apresentar o conceito do SMED, comparar os benefícios de sua implementação e demonstrar sua combinação com outras ferramentas também foram cumpridos. Através da pesquisa bibliográfica em plataformas renomadas, como SCIELO, GOOGLE SCHOLAR e BASE, foi possível reunir informações relevantes que sustentaram a fundamentação teórica do estudo.

A metodologia utilizada neste trabalho foi adequada para o tipo de pesquisa escolhido, que foi um estudo exploratório qualitativo baseado em pesquisa bibliográfica. Através dessa abordagem, foi possível obter insights valiosos sobre a aplicação do SMED na indústria de impressão e suas implicações na eficiência do processo de setup.

A bibliografia utilizada correspondeu às expectativas, fornecendo uma ampla base de conhecimento sobre o SMED e sua aplicação na produção enxuta. As fontes consultadas em SCIELO, GOOGLE SCHOLAR e BASE, juntamente com outras referências acadêmicas e técnicas, enriqueceram a revisão bibliográfica e contribuíram para uma análise aprofundada do tema.

Após ler, analisar, comparar e sintetizar os resultados obtidos na seção de resultados e discussões, fica clara a relevância do método SMED para a competitividade da indústria de impressão e de outras áreas industriais. A redução do tempo de setup proporciona vantagens operacionais, aumentando o rendimento dos equipamentos, melhorando a qualidade dos produtos e aumentando a segurança das operações.

Novas possibilidades de pesquisa podem ser consideradas visando o aprimoramento do tema estudado. Estudos futuros poderiam explorar a aplicação do SMED em outras indústrias específicas, bem como investigar a combinação dessa abordagem com novas tecnologias emergentes, como a automação e a inteligência artificial, para maximizar os benefícios na redução do tempo de setup e na eficiência global da produção.

Desta forma, o método SMED demonstrou-se como uma ferramenta fundamental para aprimorar a produção enxuta na indústria de impressão e em outras áreas industriais. Através da otimização do tempo de setup, as empresas podem alcançar maior competitividade, atender às demandas do mercado de forma mais eficiente e impulsionar o crescimento sustentável de suas operações. A pesquisa desenvolvida neste trabalho oferece uma base sólida para futuros estudos e reforça a importância do SMED como uma estratégia viável para aprimorar o desempenho da produção na indústria moderna.

REFERÊNCIA

BRANCO, Fábio José Ceron; SILVA, Eduardo Pereira. **Aplicação da metodologia SMED para redução no tempo de setup na produção de embalagens cartonadas**. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 9, n. 2, p. 771-789, 2019.

DA SILVA, Willian Honório; BUENO, Bruno Luan Sampaio; BERTOLUCI, Evandro Antônio. **Aplicação de ferramentas para redução de gargalos em manutenção na linha de produção**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 6, p. 7328-7341, 2019.

FONSECA, Tamiris Braga da. **Proposta para redução de tempo de setup em uma linha de produção de tabletes de chocolate no sul do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

LANG, Lucas Vieira. **Aplicação do método SMED em uma indústria de produtos automotivos para melhoria no processo de setup**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARTINS, Karoline. **Redução de tempo de setup de uma linha de envase pela técnica SMED**. Monografia de Graduação em Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. 2020.

MORENO, Luana. **Aplicação da ferramenta SMED para redução dos tempos de Setup em uma unidade de torrefação e moagem de café**. Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 22) Año 2016, 2016.

PARISOTTO, Cassio; DE JESUS PACHECO, Diego Augusto. **Método SMED: Análise e aperfeiçoamento**. Dirección y Organización, n. 60, p. 4-23, 2016.

PEREIRA, Vitor Manuel Neves. **Estudo e implementação da metodologia SMED para a redução de tempos de setup em linhas de produção de componentes eletrônicos**. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra. 2016.

SILVA, João Henrique Ribeiro da. **Utilização da troca rápida de ferramentas para a redução do tempo de setup em uma linha de envase de defensivos agrícola**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.