

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

MURILLO HENRIQUE LIMONI ROMA

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING E DA
METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP: ESTUDO DE
CASO EM UMA EMPRESA MOVELEIRA

BAURU
2023

MURILLO HENRIQUE LIMONI ROMA

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING E DA
METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP: ESTUDO DE
CASO EM UMA EMPRESA MOVELEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado na forma de
Artigo Científico como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção – Centro
Universitário Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a M.^a Fernanda
Cortegoso de Oliveira Frascareli

BAURU

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo
com ISBD

R756u	Roma, Murillo Henrique Limoni Utilização das ferramentas do Lean Manufacturing e da metodologia SMED para redução do tempo de Setup: estudo de caso em uma empresa moveleira / Murillo Henrique Limoni Roma. -- 2023. 26f. : il. Orientadora: Prof.^a Dra. Fernanda Cortegoso de Oliveira Frascareli Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP
-------	---

MURILLO HENRIQUE LIMONI ROMA

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING E DA
METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP: ESTUDO DE
CASO EM UMA EMPRESA MOVELEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado na forma de
Artigo Científico como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção – Centro
Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: __/__/____

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a M.^a Fernanda Cortegoso de Oliveira Frascareli (Orientadora)
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof. Dr. Lucas Martins Ikeziri
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof. Dr. Emmanuel Zullo Godinho
Centro Universitário Sagrado Coração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1	LEAN MANUFACTURING	6
2.2	FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING	7
2.3	SETUP.....	10
2.4	SMED - TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS.....	10
3	MÉTODO	11
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	122
4.1	LEVANTAMENTO DO TEMPO DE OPERAÇÃO	13
4.2	FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING.....	14
4.3	SMED.....	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
6	REFERÊNCIAS	201

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING E DA METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA MOVELEIRA

Murillo Henrique Limoni Roma¹

**¹ Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Sagrado
Coração (UNISAGRADO)
murilloromadc@hotmail.com**

RESUMO

A globalização diminuiu as distâncias entre mercados consumidores e produtores, aumentando assim a concorrência mundial entre as empresas. Com isso, Para ganhar em competitividade, as empresas precisam reduzir seus custos, para esse fim, técnicas que visam reduzir desperdícios são extremamente importantes. Diante disso, este artigo, referente ao estudo de caso em uma empresa do setor moveleiro, teve como finalidade identificar as melhorias auferidas pela implementação da ferramenta SMED em uma empresa manufatureira e aplicar ferramentas do Lean Manufacturing que auxiliam este processo. As melhorias obtidas não requisitaram volumosos investimentos financeiros por parte da empresa, pois por meio da implementação e desenvolvimento das ferramentas do Lean Manufacturing, como Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, KaiZen e 5s, e o uso da metodologia SMED, foram atingidos importantes resultados que trouxeram um diferencial produtivo. A limitação deste artigo foi identificar como a ferramenta SMED se comporta com o desenvolvimento em paralelo de ferramentas do Lean Manufacturing que melhorem a eficiência do processo fabril. Portanto, como proposta para futuras pesquisas, sugere-se a implantação dessas ferramentas e análises comparativas com relação aos resultados organizacionais.

Palavras-chave: Lean Manufacturing; Setup; SMED.

ABSTRACT

Globalization has reduced the distances between consumer and producer markets, thus increasing global competition between companies. Therefore, to gain competitiveness, companies need to reduce their costs; to this end, techniques that aim to reduce waste are extremely important. Therefore, this article, referring to a case study in a company in the furniture sector, aimed to identify the improvements achieved by implementing the SMED tool in a manufacturing company and apply Lean Manufacturing tools that assist this process. The improvements obtained did not require large financial investments by the company, as through the implementation and development of Lean Manufacturing tools, such as Pareto Chart, Ishikawa Diagram, KaiZen and 5s, and the use of the SMED methodology, important results were achieved which brought a productive difference. The limitation of this article was to identify how the SMED tool behaves with the parallel development of Lean Manufacturing tools that improve the efficiency of the manufacturing process. Therefore, as a proposal for future research, it is suggested the implementation of these tools and comparative analyses in relation to organizational results.

Keywords: Lean Manufacturing; Setup; SMED.

1 INTRODUÇÃO

A globalização diminuiu as distâncias entre mercados consumidores e produtores, aumentando assim a concorrência mundial. No ambiente mercadológico, as empresas não disputam apenas com seus concorrentes locais, mas com organizações de todo o mundo, acompanhado pelo grande fluxo de informação global e soluções logísticas que viabilizam a entrega de produtos até mesmo em outros continentes. Para ganhar em competitividade, as empresas precisam reduzir seus custos, visto que a concorrência e o mercado é que determinam os preços dos produtos. Para esse fim, técnicas que visam reduzir desperdícios são extremamente importantes para garantir a sobrevivência neste mercado tão competitivo (CALHADO et al., 2015).

De acordo com Marcousé, Surridge e Gillespie (2013), todas as empresas apresentam propósitos operacionais em comum, independente do porte da empresa ou do setor em que cada uma atua. Entre esses propósitos, os principais são produzir serviços e mercadorias apropriados que sejam entregues de forma rápida e pontual. É essencial que as organizações tenham a capacidade de modificar o volume de produção de maneira relativamente fácil para atender, com eficácia, aos casuais aumentos e diminuições de demanda, dando a sensação para o mercado de que a organização oferece produtos personalizados que satisfazem as necessidades do consumidor e ainda mantém o benefício da produção em grande escala.

Segundo Feitosa Et al (2018), as operações de mudança de produtos, mudança de ferramentas ou ajustes de ferramentas, são designadas como operações de setup. Durante a realização dessas operações, considera-se que não há valor agregado no sistema produtivo, pois há tempo gasto e custos que são adicionados ao produto sem valor direto de criação. Porém, quando os tempos de setup são altos, torna-se necessário produzir lotes de maior tamanho a fim de minimizar o tempo de máquinas paradas. Neste cenário, acaba-se gerando estoque, o que pode aumentar os custos gerais de produção.

Nesta circunstância, esse trabalho apresenta as melhorias oriundas da implementação de uma ferramenta para a redução do tempo de setup dos equipamentos/máquinas de uma empresa do setor moveleiro e, por isso, esta pesquisa abordou os conceitos do SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou, em português, TRF (troca rápida de ferramenta) e conceitos do *Lean Manufacturing*.

Desse modo, o presente trabalho buscou responder a seguinte questão norteadora: “Como as ferramentas do Lean Manufacturing e a metodologia SMED auxilia as organizações a melhorarem seu contexto produtivo?”.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é identificar as melhorias auferidas pela implementação da ferramenta SMED em uma empresa manufatureira e aplicar ferramentas do Lean Manufacturing que auxiliam este processo. No intuito de alcançar este objetivo, tem-se como objetivos específicos (i) observar e analisar o setup atual aplicando tempos e métodos; (ii) implementação do SMED; (iii) utilização das ferramentas do Lean manufacturing; (iv) comparar os cenários antes e após a implementação; e (v) identificar as melhorias obtidas pela ferramenta.

Em vista disso, o atual trabalho foi dividido em seções. A seção 1 trouxe uma breve introdução sobre o tema a ser abordado. Na seção 2, através da Fundamentação Teórica, teve como finalidade conceituar o SMED e ferramentas do Lean Manufacturing consideradas importantes para o contexto desse trabalho. A seção 3 apresenta o estudo de caso realizado para a realização do mesmo; a seção

4 trouxe todos os resultados obtidos e, para concluir, na seção 5 as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão brevemente abordados os referenciais teóricos sobre a filosofia da gestão Lean Manufacturing, contendo suas ferramentas e seus benefícios, abordagem de SETUP de produção e a ferramenta SMED.

2.1 LEAN MANUFACTURING

Segundo Lopes e Frota (2015), o Lean Manufacturing, também conhecido por Manufatura Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP), teve surgimento no Japão quando a indústria automobilística Toyota percebeu que não seria possível subsidiar a reconstrução de suas instalações que foram destruídas em meados a Segunda Guerra Mundial, onde o mercado exigia maior flexibilidade e, juntamente com o crescimento dos concorrentes, conduzia a um novo sistema de produção (OHNO, 1997), trazendo em conjunto a responsabilidade de produzir uma alta variedade de produtos e reduzir defeitos, estoques, investimentos e esforços dos trabalhadores, sendo desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe (IKEZIRI et al., 2020; BHAMU; SANGWAN, 2014).

Depois que a Manufatura Enxuta se espalhou e se tornou uma abordagem de gerenciamento dominante, ocorreram inúmeras pesquisas com o objetivo de medir o efeito real da manufatura enxuta no desempenho operacional (CIANO et al., 2019). Krafcik (1988) evidenciou a palavra enxuta e apresentou uma das primeiras pesquisas para comparar fabricantes enxutos com fabricantes típicos de produção em massa. Mackelprang e Nair (2010) realizaram uma revisão sistemática de manufatura enxuta e desempenho. Embora o preparativo das práticas de manufatura enxuta e o desempenho operacional tendam a variar entre as pesquisas, o consenso é que a adoção da manufatura enxuta esta positivamente associada à melhoria do desempenho operacional (MARODIN; SAURIN, 2013).

Portanto, para complementar o pensamento sobre manufatura enxuta, Womack e Jones (2004) descreveram cinco princípios básicos: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada e busca da perfeição.

Segundo Rodrigues (2013) e Das, Venkatadri e Pandey (2014), o primeiro princípio a seguir é o valor, onde só pode ser estabelecido pelo cliente quando for evidente em forma de produto, bem ou serviço, sendo fundamental que atenda a todas as expectativas e necessidades do cliente final. Em seguida, a cadeia de valor, deve-se conhecer todo o processo que um determinado produto percorre e analisar quais desses processos realmente agregam valor. Já o fluxo da cadeia de valor é o responsável por determinar, definir e fazer a gestão dos estoques em lotes reduzidos ao longo de todas as etapas do processo produtivo. O quarto princípio é a produção puxada onde se busca uma produção nivelada em toda a cadeia, com fluxo contínuo, eficaz e pequenos lotes, para que se alcance uma redução dos excessos de produção, e por fim, a busca da perfeição com o objetivo principal de melhorar todo o processo produtivo de maneira permanente e contínua, buscando a eliminação total de desperdícios.

De acordo com Bortolotti et al. (2015), o sistema Lean Manufacturing é compreendido como um sistema de gestão que compõe-se por técnicas e práticas com o objetivo de reduzir os custos desnecessários com a finalidade de diminuir a variabilidade do processo interno e externo, ou seja, diminuir os desperdícios que

além de trazer custos para a organização também se retratam como atividades que não agregam nenhum valor ao produto final, podendo ser um obstáculo ao bom desempenho dos processos organizacionais (KURTZ; FORCELLINI; VARVAKIS, 2014). Segundo Stone (2012) e Bhamu e Sangwan (2014), implementar a metodologia Lean é constatar e eliminar continuamente os sete tipos de desperdícios nos processos ao passo que se mantêm as operações que agregam valor (SHINGO, 1996), conforme ilustrado pelo Quadro 1.

Quadro 1 – Tipos de perdas

Perda	Descrição
Superprodução	Realizar a produção antes ou mais produtos desnecessários.
Tempo de espera	Pode ocorrer durante a espera de um lote quando o lote anterior é processado, inspecionado ou transportado.
Transporte	Movimento desnecessário de produtos ou materiais; mudanças nas suas posições.
Processamento	Atividades desnecessárias durante o processo de produção, com objetivo de atribuir características de qualidade que não são exigidas pelo cliente.
Estoque	Existência de níveis altíssimos de matéria prima no almoxarifado, de produtos acabados e componentes em processo.
Movimento	Realização de movimentos desnecessários por parte dos colaboradores durante a realização de suas atividades.
Retrabalho	Correção de algum defeito do produto realizado na produção.

Fonte: Adaptado de SHINGO, 1996.

Para Galhardi e Tabeta (2021), as ferramentas do *Lean Manufacturing* servem como instrumentos e/ou métodos para se buscar determinado objetivo. Foram desenvolvidas algumas ferramentas que ajudariam na redução do tempo dos processos produtivos. Todas essas ferramentas foram desenvolvidas ao decorrer do tempo com finalidade na busca pela eliminação dos desperdícios e melhoria contínua do processo produtivo no âmbito fabril (OHNO, 1997).

2.2 FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o Sistema Toyota de Produção se baseia em praticamente eliminar os desperdícios na cadeia produtiva e utiliza de ferramentas que auxiliam o desenvolvimento deste processo.

A ferramenta Kanban, conhecida também como “Cartão Visual”, descreve um sistema utilizado pela Toyota para controlar e equilibrar a linha de produção de veículos, mais com enfoque na qualidade da produção (BOEG, 2010). Essa ferramenta é constituída como uma proposta de instrumento de controle para os processos de fabricação denominados *Just in Time* (JIT). Aplicada nas etapas de produção e distribuição, proporciona suporte de nivelamento da produção, com minimização dos estoques de produtos intermediários e finais (MATTOS et al., 2019).

Seu uso corresponde na sinalização de movimentações e requisições de itens através de cartões, sendo geralmente utilizada para administrar estoque e gerenciamento da produção (SILVA et al., 2021). O objetivo do Kanban, segundo Santos (2003, p. 39), “é de produzir apenas aquilo que está sendo demandado, com

o propósito de evitar tanto o acúmulo de peças trabalhadas entre os postos de trabalho, quanto à formação de estoques de produtos finais indesejados”.

O ciclo PDCA é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* aplicada na melhoria dos processos produtivos, caracterizado por ser uma ferramenta de melhoria da qualidade por meio de um sistema de ciclo contínuo, onde a qualidade subirá um novo nível a partir da conclusão de cada ciclo (NING, 2010). A ferramenta PDCA é assim denominada como a junção das iniciais de cada etapa que a compõe, em seu idioma de origem, *Plan, Do, Check e Act* significa em português planejar, executar, verificar e agir (LOPES et al., 2020).

Segundo Lopes e Alves (2020), *Plan* (Planejamento) é uma etapa primordial a definição das metas e identificação dos impasses, de modo que se alcance um plano de ação para a resolução dos problemas levantados. *Do* (Execução), tem como principal objetivo a realização de todas as atividades que foram planejadas na etapa anterior, ou seja, colocar em prática o planejamento. *Check* (Verificação), nesta etapa de verificação, deve-se realizar análises dos resultados obtidos, além de comparativos de antes e depois para obter uma visão abrangente do processo e *Act* (Agir), nesta fase, é possível criar padronizações mediante aos resultados positivos obtidos nas etapas anteriores. Refere-se à atuação sobre o plano executado, melhorando-o se necessário ou promovendo uma melhoria dos processos.

Algumas das principais ferramentas do Lean Manufacturing foram utilizadas e auxiliaram para o desenvolvimento deste estudo de caso. No decorrer deste artigo, as mesmas serão apontadas com maior relevância.

2.2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como espinha de peixe ou de causa e efeito, é um método efetivo para análise de processos, permite identificar as principais causas de problemas, determinando ainda suas causas secundárias (ANTÔNIO; TEIXEIRA; ROSA, 2016). Ele é utilizado para organizar a identificação da causa raiz do problema a ser analisado, pois representa a relação entre o incidente e seus fatores contribuintes, permite que se tenha o máximo de foco possível na organização dos fatores possíveis do problema, organizando a busca pela sua identificação. Como os fatores podem ser diversos, costuma-se dividi-los em categorias (HIGA et al., 2021).

Com esse intuito, o diagrama abrange aspectos relativos a método, máquina, medida, meio ambiente, material e mão de obra, buscando identificar a influência desses fatores no problema identificado. Na sua realização é possível encontrar a causa direta relacionada a cada aspecto e a partir dessas causas aqueles aspectos que interferem, configurando as causas secundárias que contribuem para o resultado, ou seja, o problema identificado, a causa raiz (BEZERRA, 2014).

2.2.2 GRÁFICO DE PARETO

O nome “gráfico de pareto” vem a homenagear Vilfredo Pareto. Apesar de sua homenagem, Joseph Juran propôs e aplicou o “Princípio de Pareto” ou a “regra 80/20” onde levou em consideração seus estudos voltados à área da qualidade, analisando que 80% dos efeitos podem ser explicados por 20% das causas, ou seja, eram poucas as causas associadas aos “problemas da qualidade”, podendo ser utilizado no estudo de outras relações de causa e efeito (FERRAZ JUNIOR, 2015). De acordo com Novaski, Freitas e Billig (2020), o Gráfico de Pareto é uma ferramenta que pode ser empregada para auxiliar e tornar mais clara e óbvia a visualização de ocorrências preferenciais facilitando o processo de tomada de decisões gerencial. De forma resumida, o gráfico apresenta o “grau de importância

de uma causa” da maior para a menor com a contribuição individual em relação ao total. Com base nesse gráfico é possível verificar quais problemas ou ocorrências de maior gravidade e quais devem ser solucionadas com prioridade.

2.2.3 KAIZEN

Kaizen é uma aliança de duas palavras de ascendência japonesa (Kai+Zen) trazendo um significado de modo geral “Mude para Melhor”. Essas duas palavras trazem um significado de mudança (Kai) e melhoria (Zen), que são compreendidos como “melhoria contínua”. Portanto, a palavra Kaizen indica um processo de melhoria contínua de maneira a acrescentar o padrão de trabalho atual, em que cada funcionário desde a alta administração até os colaboradores da produção, tenha a possibilidade de contribuir para um processo de melhoria (BHOI; DESAI; PATEL, 2014; DHONGADE; SINGH; SHROUTY, 2013; CHEN; DUGGER; BOB, 2011; BASSI et al., 2020).

Segundo Lança (2020), a ferramenta Kaizen é uma filosofia de melhoria contínua relacionada com os conceitos orientais. Essa filosofia é baseada numa estratégia de mudança, pode-se colacionar que o objetivo do Kaizen passa por conferir vantagens competitivas das organizações, através do aumento de produtividade, rentabilidade, eliminação de desperdícios, diminuição de tempo de produção e otimização de equipamentos. Por outras palavras, proporciona a adoção de estratégias essenciais para que as entidades pratiquem uma cultura de melhoria contínua, envolvendo todos os seus funcionários. Pode ser aplicada em qualquer organização que precise melhorar um processo, produto ou serviço, identificando os desperdícios, ou as mudanças que poderão agregar maior valor (GOMES, 2019).

2.2.4 PROGRAMA 5S

O 5S teve sua origem no Japão, é uma técnica de organização japonesa sendo compostas por cinco “sensos”, palavras japonesas iniciadas pela letra S: *Seiri* (utilização), *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina) (SILVA et al., 2019). O Programa 5S foi elaborado na década de 50, por Kaoru Ishikawa, gerada para proporcionar, por meio da consciência e responsabilidade de todos, disciplina, segurança e produtividade no ambiente de trabalho, evitando assim, situações de desordem, sujeira e perda de tempo (SILVA et al., 2021).

Seiri (senso de utilização), de acordo com Oliveira (2013), é o senso onde se deve diferenciar o que é útil e inútil, pois apenas o que tem utilidade deve estar no local. Trata-se da classificação de todos os itens que se encontram dentro do ambiente de trabalho, definindo e separando o que fica e o que será descartado, utilizando os recursos de acordo com a necessidade, ou seja, eliminar o que não precisa (MASIERO, 2007).

Seiton (senso de organização) trata-se de definir locais para armazenar todos os materiais separados como necessários no primeiro senso, onde os itens mais utilizados estejam em melhor acesso, identificados e sinalizados para que sejam fáceis e rápidos de encontrar. Seiton consiste na organização como planejamento do dia a dia de trabalho (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

Seiso (senso de limpeza), onde o colaborador deve saber da importância de estar em um ambiente limpo de trabalho, possibilitando a qualidade e segurança para as demais pessoas que estão naquele local. A área deve ser limpa para descobrir quais as rotinas ou trabalhos que geram sujeira, alterando-as quando necessário. A melhor limpeza é o consenso de não sujar. (ROSSATO et al., 2016).

Seiketsu (senso de padronização) que de acordo com Lapa et al. (1998) e Santos (2003) esse senso procura padronizar e manter os três primeiros sentidos no dia a dia, transformando um ambiente saudável de trabalho para os funcionários e para os clientes. Consiste em administrar e avaliar os resultados já alcançados e verificar as coisas que ainda podem ser melhoradas. Também conhecido de senso de asseio, que significa ter comprometimento ético, promovendo um ambiente saudável em termos de higiene, saúde e integridade.

E *Shitsuke* (senso de disciplina) que diz respeito à disciplina da melhoria alcançada, buscando a constância na rotina, priorizando todo o trabalho já realizado nos sentidos anteriores. O senso de autodisciplina desenvolve o hábito de observar e seguir regras, procedimentos, normas, respeitando o espaço (LAPA et al., 1998).

De acordo com Stefany et al. (2022), implantar a ferramenta 5S consiste num conjunto de técnicas que se concentram em melhorar a eficiência, rentabilidade e segurança dos processos que contribuem para a redução do desperdício. Algumas das vantagens oferecidas pelo programa 5S é a eliminação das ferramentas desnecessárias no ambiente de trabalho, melhoria no acesso aos itens, maior aproveitamento do layout, maior limpeza no ambiente, padronização de tarefas, economia de tempo e de esforço, maior eficiência, diminuição de custos, entre outros, promovendo, assim, uma melhora geral do ambiente de trabalho (MOHAMMAD, 2017).

2.3 SETUP

O Setup é considerado como o tempo que percorre entre a última peça da última série produzida até à primeira peça da nova série produzida com a eficácia necessária (KARAM et al., 2018). Vale ressaltar que a perda causada pelo setup não é apenas o tempo em que a máquina está parada, mas sim toda a perda causada pela mudança, como por exemplo, esvaziar depósitos no final de cada série, arranque do novo produto, paragens para limpeza ou afinações (RUPPERT et al., 2021). A perda de eficiência não acontece somente durante o tempo de máquina parada, existe uma fase de parada e uma fase de arranque de produção que leva algum tempo até chegar à eficiência de produção pretendida (RUPPERT et al., 2021).

O setup é dividido em quatro funções. A primeira fase assimila na preparação da matéria-prima, ferramentas de montagem, equipamentos e acessórios ou qualquer outro dispositivo que será utilizado. Na segunda fase, realiza-se a substituição das matrizes e ferramentas; já na terceira, aplica-se a regulagem e calibragem das matrizes e ferramentas e, para finalizar, a quarta fase são iniciados os processamentos e ajustes necessários (FRAIZ; ASSAD; DROZDA, 2019).

De acordo com Reis e Alves (2010) a base do método aplicado, SMED, traz como entendimento de que suas operações são divididas em dois tipos de Setup, o setup interno e setup externo. Tem como atividades de setup interno, aquelas que só podem ser efetuadas quando a máquina estiver parada, por exemplo, regulagem de medidas de furação. Já no setup externo, predominam as atividades que podem ser realizadas quando a máquina estiver em funcionamento, por exemplo, transporte de peças que já estão sendo fabricadas.

2.4 SMED - TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

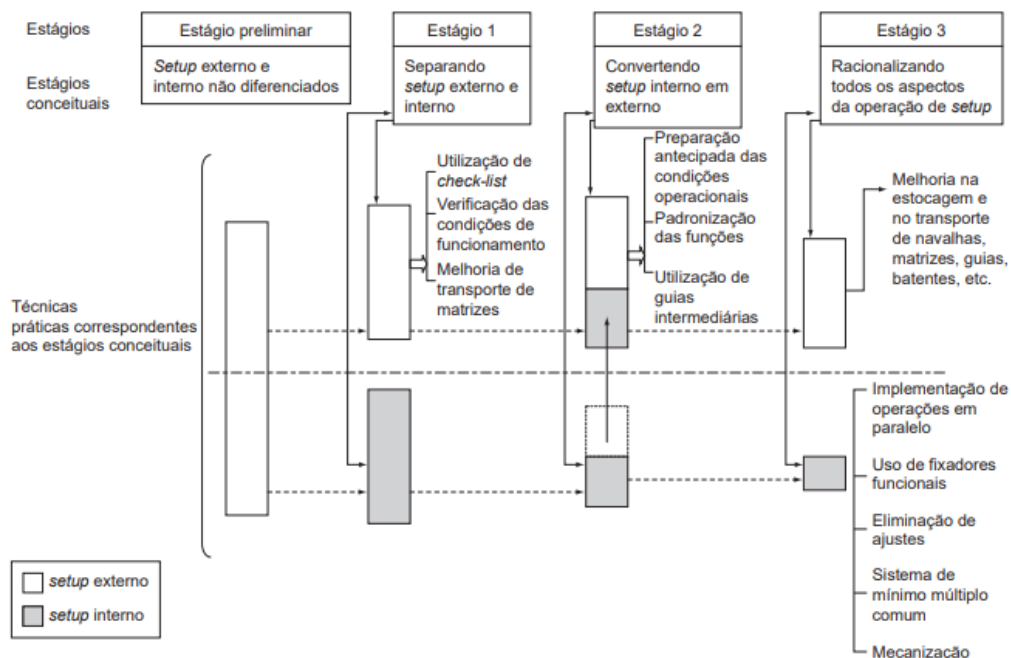
De acordo com Moraes, Ribeiro e Neto (2020), uma das principais ferramentas para se alcançar a melhoria do setup é a SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) que tem como objetivo geral a troca de ferramentas em menos de 10 minutos. O

SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo no final dos anos 80, a metodologia baseia-se em uma série de técnicas que permitem a preparação de máquinas no mínimo tempo possível. (STEFANY et al., 2022).

A implementação adequada do SMED promove a redução do tamanho de lote, o que ajudaria no fluxo de produto e daria uma maior flexibilidade (KARAM et al., 2018). Além disso, é necessário salientar que sua abordagem básica consiste em dividir os setups internos e externos.

Conforme Fraiz, Assad e Drozda (2019), o método pode ser dividido em quatro estágios. O estágio inicial mostra que os setups internos e externos não se diferenciam e sim são confundidos, pois o que poderia ser feito externamente é realizado internamente. No segundo estágio, faz-se o desembaraço do setup interno do externo. No terceiro estágio, encontra-se formas de converter a maior quantidade possível de setup interno em externo e, para finalizar, o quarto estágio são analisadas todas as características operacionais de setup, para que constantemente sejam aprimorados.

Figura 1. SMED



Fonte: SHINGO, 2000.

Um dos pontos essenciais no estudo do Shingo (2008), sobre a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é a transformação do setup interno para o setup externo para redução de custo e aumento da produtividade, na medida em que o equipamento permanecerá maior tempo em atividade produtiva. Em suas pesquisas, o autor afirma que cerca de 30 a 50% das paradas inevitáveis podem ser reduzidas com a simples organização e separação do SI e SE. De acordo com Cruz (2013), para aplicabilidade desta metodologia, Shingo definiu estágios conforme ilustra a Figura 1.

3 MÉTODO

O presente estudo pertence a uma pesquisa explanatória, com o objetivo geral de identificar as melhorias auferidas pela implementação da ferramenta SMED em uma empresa manufatureira e identificar ferramentas do Lean Manufacturing que

auxiliam este processo. O método escolhido foi o estudo de caso, realizado em uma empresa de grande porte do setor moveleiro, localizada no estado de São Paulo.

De acordo com Voss et al. (2002), o estudo de caso deve ser escolhido quando for encontrada comparações entre casos e análise de dados fundamentados em uma teoria previamente revisada, sendo ele um método consistente e eficaz quando utilizado. Este método possibilita a análise qualitativa dos dados e a observação in loco que garante riqueza e certeza para pesquisa. Portanto, o método estudo de caso complementa e contribui significativamente com as referências existentes na literatura. Baseado na estratégia de múltiplos casos de Yin (2010), o estudo é considerado qualitativo e explanatório por não apenas descrever a realidade, mas também explicá-la em termos de causa e efeito.

Foram utilizadas a TRF proposta por Shingo (1996), conforme explicado anteriormente, além das ferramentas do Lean Manufacturing. A princípio foram levantados os dados e informações da empresa e do processo de fabricação no setor de furação, identificando as atividades realizadas e os tempos de cada atividade. Com base no cenário encontrado, foram sugeridas alternativas de melhorias. Aplicando-se a ferramenta tempos e métodos, permitiu analisar todos os setups composto pela máquina. Assim, por meio de um brainstorming com a gerencia de produção, verificou as possíveis ferramentas que ajudaram na melhoria do processo e na redução dos tempos de setups.

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como espinha de peixe ou de causa e efeito, é a primeira ferramenta a ser utilizada, basicamente sua a equipe realiza um *brainstorming* (conjunto de ideias) e levanta todas as possíveis causas de um problema que deseja resolver. Começando pelas causas mais diretas, até causas secundárias, com o intuito de encontrar a causa raiz do problema e filtrar uma quantidade de obstáculos, permitindo o máximo de foco na organização dos fatores possíveis do problema. Após a realização do Ishikawa, utilizou-se o gráfico de Pareto empregado para auxiliar e tornar mais clara e obvia a visualização de ocorrências preferenciais facilitando o processo de tomada de decisões. Sendo realizado com todas as possíveis paradas do processo em questão e analisando quais delas levam um porcentual superior dentro do gráfico, levando em consideração uma análise de 3 meses de coleta de dados.

Após ser encontrada a causa raiz do problema e qual delas se encontram em uma maior porcentagem do tempo parado, aplicou-se o Kaizen e o Programa 5s. Priorizando sempre a busca por melhor resultado e eliminando todos os componentes desnecessários, fazendo com que se tenha um ambiente organizado e padronizado.

Em seguida, aplica-se o SMED, ou seja, os 4 estágios para redução do tempo de setup, onde analisou todos os setups realizados pela máquina e levantou quais deles é setup interno e quais setup externo.

Por fim, foi realizado um levantamento de todos os resultados alcançados pela implementação das ferramentas descritas, com o objetivo de mostrar a diminuição do tempo dos setups e a importância de se aplicar ferramentas do Lean Manufacturing.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O ponto de partida para este trabalho foi identificar o antigo processo de setup utilizado e compará-lo com o processo atual, a fim de levantar as melhorias advindas da implementação da metodologia SMED e a utilização das ferramentas do Lean

Manufacturing, onde foi realizado o estudo de caso no setor de furação em uma empresa do setor moveleiro.

Com o quadro de 240 funcionários, a empresa trabalha com o processo produtivo em lote, onde os pontos de trabalho estão próximos um dos outros, contribuindo para a redução da movimentação dos colaboradores. Desses 240 funcionários, 12 estão alocados no setor de furação, 2 funcionários em cada furação, 1 abastecedor e 1 encarregado. Hoje a empresa atua com 5 máquinas de furação, porém o presente trabalho focou em apenas uma máquina denominada Biesse1.

4.1 LEVANTAMENTO DO TEMPO DE OPERAÇÃO

O processo de furação que era seguido anteriormente, foi registrado através da metodologia tempos e métodos realizada por filmagem. A partir desses vídeos, estabeleceram-se as operações e os tempos que são necessários para a realização do setup.

Utilizando a simbologia proposta pelo autor Shingo (1996), foi elaborado o fluxograma das operações para se realizar o processo de furação. O processo inicia-se com o desligamento da máquina para que em seguida o operador verificou qual produto e qual tipo de peça vai furar. Depois procurava no armário de pastas o código do produto e dentro da pasta encontrava o código da peça que será furada.

Assim que o operador encontra o produto e o modelo da peça a ser furada, o mesmo realiza um cálculo para encontrar os múltiplos a serem regulados nos cabeçotes da máquina. Após encontradas as medidas da peça, é realizada a regulagem dos cabeçotes com essas medidas. Com todos eles regulados, o operador encontra as brocas que serão necessárias para a realização dos furos nas peças, colocando-as em seus devidos lugares.

Com tudo pronto, o operador faz o travamento dos cabeçotes e liga a máquina para iniciar a operação. Realiza a furação em 2 peças para que possa fazer a conferência de qualidade. Além de sua conferência, o operador deve chamar o encarregado para fazer uma outra conferência, chamada pela empresa “ajuste de medidas”. Assim que o encarregado faz a conferência, é realizada a liberação para produzir o lote, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Registro dos tempos

Operação	Tipo	Tempo (Min)
Desligamento da máquina	Externo	0,12
Verificação do produto e modelo da peça	Interno	0,1
Procurar pasta do produto	Interno	2,18
Encontrar o modelo da peça	Interno	0,29
Realizar o cálculo	Interno	2,47
Regulagem dos cabeçotes	Interno	3,42
Encontrar brocas necessarias	Interno	0,38
Alocar brocas nos cabeçotes	Interno	0,22
Travar a máquina	Interno	0,1
Ligar a máquina	Interno	0,12
Passar 2 peças	Externo	0,11
Conferência do Operador	Interno	6,01
Conferência do Encarregado	Interno	6,37
Liberação para produzir	Externo	0,05
TOTAL		21,94

Fonte: Realizado pelo autor

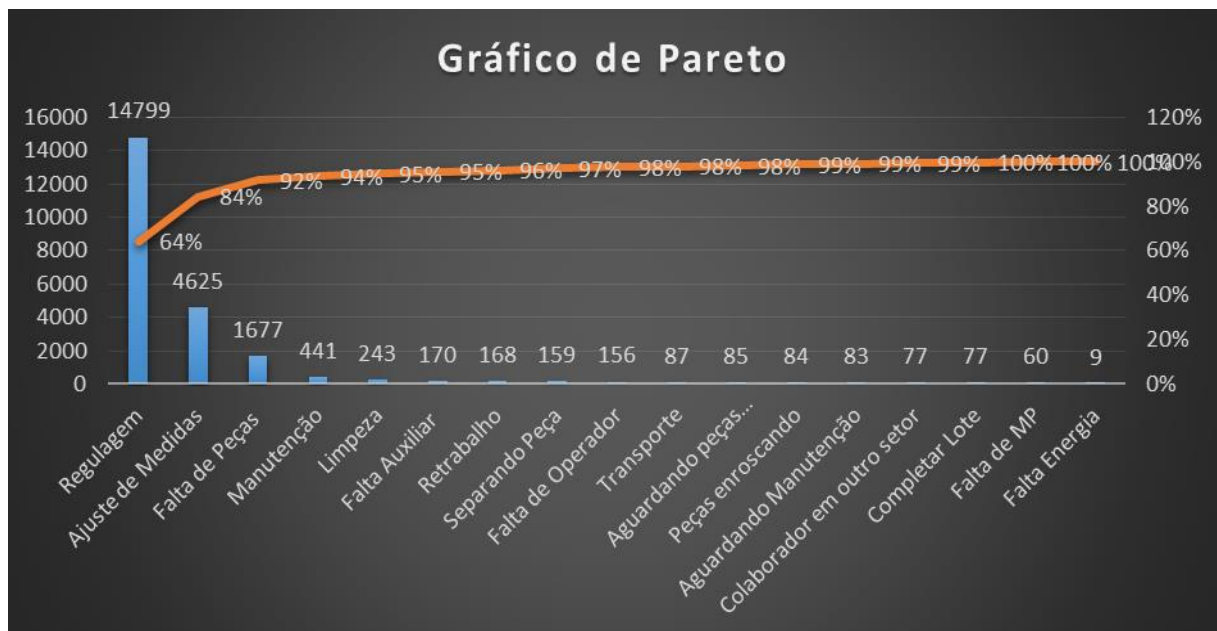
O processo é realizado por operações internas e externas. Todas as operações internas, ou seja, com a máquina parada, totalizaram 21,66 minutos do setup. Logo, as operações externas compõem 0,28 minutos do processo de setup. Totalizando dessa forma um setup de 21,94 minutos.

4.2 FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING

A partir dos tempos padrões das operações de setup apresentados na Tabela 1, verificou-se que há pontos que poderiam ser melhorados com a implementação das ferramentas do Lean Manufacturing e a metodologia SMED, tendo em vista que o tempo médio de 21,94 é considerado alto para uma operação de setup.

Com a utilização do Diagrama de Ishikawa, conseguiu-se analisar a causa raiz do problema a ser solucionado, ou seja, a regulagem dos produtos e a conferencia do operador (ajuste de medidas), por meio da representação da relação entre o incidente e seus fatores contribuintes, permitindo que se tenha o máximo de foco possível na organização dos fatores do problema. Junto ao Diagrama de Ishikawa, realizou-se o Gráfico de Pareto, com o intuito de encontrar quais os maiores índices de parada de máquina, apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a realização do Gráfico de Pareto, observou-se que, dentro dos 3 meses de coleta de dados (março, abril e maio), o maior índice de paradas de máquina foi de Regulagem e Ajuste de medidas. A regulagem, como o nome já diz, é o ato de se regular a máquina a ser utilizada no processo, no caso de furação. Já o Ajuste de medidas, como já explicado anteriormente, é a conferência do encarregado do setor.

Portanto, com a ajuda das duas ferramentas do Lean (Ishikawa e Gráfico de Pareto), observou-se que para realizar a redução de setup, é necessário maior foco no tempo de Regulagem e Ajuste de Medidas, pois os dois equivalem a 84% do tempo total de paradas.

Além da ferramenta Ishikawa e Gráfico de Pareto, foram aplicados o Kaizen e o Programa 5S para reduzir tempos no processo de setup. O Kaizen proporcionou um processo de melhoria contínua de maneira a acrescentar o padrão de trabalho atual e teve como o principal objetivo passar por conferir vantagens competitiva da organização, através do aumento de produtividade, rentabilidade e motivação de recursos, eliminação de desperdícios, diminuição de tempo de produção e otimização de equipamentos.

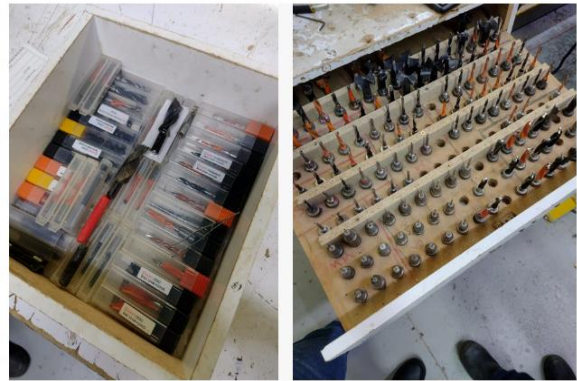
Com o auxílio do Programa 5S, conseguiu-se eliminar tempos desnecessários e otimizar o processo a ser realizado. Foram encontradas algumas maneiras mais efetivas para fazer determinados tipos de serviços, além de fazer a organização e padronização do setor de furação, assim como mostram as Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Sem o 5s



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3 – Com o 5s



Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o setor e todos os objetos que são necessários para a realização do processo, foi identificado que algumas ferramentas estavam desorganizadas e sem padronização nenhuma, fazendo com que o operador levasse maior tempo para encontrá-la. Ocorreu então o dia da limpeza, onde foram analisadas todas as ferramentas e objetos que eram necessários para o processo. Aqueles que eram desnecessários foram descartados ou encaminhados para setores que poderiam ser usados.

Logo, as ferramentas e objetos que eram necessários para o processo foram organizados e padronizados em armários exclusivos para ferramentas, com etiquetas marcando o local de cada ferramenta para que qualquer operador consiga encontrar com facilidade. Foi feito um armário chamado de “Broqueiro”, onde organizou-se todos os tipos e tamanhos de brocas, para que o operador levasse um menor tempo de busca.

Também foi realizada uma melhoria de organização e padronização no armário de pastas, como mostra a Figura 4 e Figura 5. Nesse armário estão guardadas todas as pastas de todos os produtos que a empresa contém.

Figura 4 – Antes



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 – Depois



Fonte: Elaborado pelo autor

Os armários de pastas da produção antes da implementação do 5S eram cada setor de uma forma. Cada setor organizava as pastas pelo nome dos produtos, por exemplo, grupos de produtos, tipos de produtos, entre outras formas. Em meio à pesquisa, observou-se um ocorrido relacionado a esta questão: um erro de furação por ter pastas com o mesmo nome de produto e o operador não se atentar na diferença da peça. Além disso, os operadores apresentavam dificuldades de encontrar o produto nesse formato de organização, levando um tempo elevado para encontrá-lo.

Optou-se então por organizar os armários de acordo com o código do produto, como ilustrado na Figura 5. Cada produto tem um código diferente do outro e, dessa forma, o operador tem maior facilidade de encontrar o produto no armário e eliminar possíveis erros. Com a implementação do 5S, notou-se um ambiente organizado e padronizado, com todos os armários da produção iguais, conseguindo reduzir o tempo que o operador leva para procurar determinado produto, cuja atividade é contabilizada no tempo de setup.

4.3 SMED

Assim como foi exemplificado na metodologia, o SMED é realizado em estágios. No primeiro e segundo estágio foi realizada a separação e denominado o que seriam os setups internos e setups externos do processo de furação. No terceiro estágio foram analisadas as melhorias a serem feitas para reduzir o máximo de setup interno possível, tentando transformá-los em setup externo.

Uma possível melhoria no processo está relacionada com a realização do cálculo pelo operador, onde ele encontraria quais as medidas necessárias dos cabeçotes para realizar a furação.

Assim como ilustra a Figura 6 foi criada uma pasta como modelo de regulagem. Essa pasta é composta por todos os cabeçotes da máquina e todos os possíveis lugares para colocar as brocas. Além disso, contém o código e nome do produto, código e nome da peça, as dimensões e todos os relógios de regulagem existentes na máquina.

Figura 6 – Modelo Regulagem

Diagrama de um formulário de regulagem (Figura 6). O formulário é dividido em seções para ajustes de velocidade (Vs1 a Vs4) e profundidade (H1 a H2). Cada seção contém um círculo para o ajuste e uma escala vertical com marcas. À direita, há um formulário de dados com campos para: Cód. Produto, Peça, Cód. Peça, Dimensão, Spalla, Batuta, Tr1, Tr2. Abaixo do formulário, há uma seção para ajustes de profundidade (H1 a H2) com círculos e escalas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 – Modelo Preenchido

Diagrama de um formulário de regulagem preenchido (Figura 7). O formulário é preenchido com dados manuscritos. Os ajustes de velocidade (Vs1 a Vs4) e profundidade (H1 a H2) são marcados com valores numéricos. O formulário de dados à direita contém: Cód. Produto: 07970003, Peça: 1st direita / Esquerda, Cód. Peça: 6435 x 6436, Dimensão: 325 x 325 x 12, Spalla: 105, Batuta: 105, Tr1: 10000, Tr2: 10000.

Fonte: Elaborado pelo auto

Basicamente, conseguiu-se eliminar o processo de realização do cálculo que o operador precisa fazer para regular e definir as posições dos cabeçotes e brocas. Ao chegar uma determinada peça para ser furada, o operador vai fazer o cálculo e anotar todas as medidas que serão necessárias para furar a mesma, assim como demonstra a Figura 7. Após o operador realizar a anotação de todas as medidas e os lugares para se colocar os cabeçotes, o processo de se fazer o cálculo fica eliminado, pois quando for furar esse mesmo produto e esse mesmo tipo de peça, os lugares dos cabeçotes e brocas já estarão anotados corretamente.

Atualmente a fábrica conta com uma inspeção de qualidade no final de todos os processos antes da embalagem do produto. Nessa inspeção são verificadas as medidas das peças, a fita de borda que foi passada na peça com sua determinada cor, todas as furações e pintura das peças, com o intuito de encontrar alguns possíveis erros do processo antes de embalar o produto final. Com isso foi observada uma redução no tempo de setup.

Com a não obrigatoriedade das conferências que o encarregado realizava em todas as peças, foi possível eliminar inspeções desnecessárias, um dos desperdícios apontados pela metodologia Lean Manufacturing. Porém, desta forma, foi implementada maior responsabilidade nos operadores das furações, pois o mesmo fará a conferência da peça furada.

Os Quadros 2 e 3 apresentam o tempo médio de setup e a quantidade de setups realizados em cada período de estudo. No Quadro 2 há uma amostragem de dados referente ao início dos estudos, sendo observados 3 meses de setups e a média dos mesmos. Já no Quadro 3, foi apontado como ficou os setups dos 3 meses após o estudo ser realizado, apontando os menores tempos alcançados e zerando a conferência do encarregado do setor.

Quadro 2 – Média Setup antes do Estudo

	Março			Abril			Maio		
	Min	Setups	Média	Min	Setups	Média	Min	Setups	Média
Tempo de regulagem	4980	310	16,06	4212	230	18,31	5607	305	18,38
Tempo de Ajuste	881	170	5,18	513	90	5,70	852	183	4,66

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3 – Média Setup após Estudo

	Julho			Agosto			Setembro		
	Min	Setups	Média	Min	Setups	Média	Min	Setups	Média
Tempo de regulagem	3158	322	9,8075	3086	308	10,02	2762	278	9,935
Tempo de Ajuste	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao decorrer do trabalho analisou-se que a média do setup no setor de furação era de 22,76min. Com a retirada da conferência do encarregado, essa média foi reduzida para 9,91min por setup. Contudo, conseguiu-se uma redução de 56,5% do tempo médio de cada setup realizado pela máquina de furação, trazendo uma maior produtividade e flexibilidade para o setor de furação.

Quadro 4 – Setup antes e depois

Operação	ANTES		DEPOIS	
	Tipo	Tempo (Min)	Tipo	Tempo (Min)
Desligamento da máquina	Externo	0,12	Externo	0,12
Verificação do produto e modelo da peça	Interno	0,1	Interno	0,1
Procurar pasta do produto	Interno	2,18	Interno	0,32
Encontrar o modelo da peça	Interno	0,29	Interno	0,29
Realizar o cálculo	Interno	2,47	Externo	0
Regulagem dos cabeçotes	Interno	3,42	Interno	2,41
Encontrar brocas necessarias	Interno	0,38	Interno	0,08
Alocar brocas nos cabeçotes	Interno	0,22	Interno	0,12
Travar a máquina	Interno	0,1	Interno	0,1
Ligar a máquina	Interno	0,12	Interno	0,12
Passar 2 peças	Externo	0,11	Externo	0,11
Conferência do Operador	Interno	6,01	Interno	6,01
Conferência do Encarregado	Interno	6,37	Externo	0
Liberação para produzir	Externo	0,05	Externo	0,05
TOTAL		21,94		9,83

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, como demonstra o Quadro 4, foi realizado um levantamento de dados onde apontou-se todos os setups que a princípio eram considerados internos e, após o estudo realizado, especificou-se as transformações desses setups para externos. Desse modo, conseguiu-se realizar um setup inferior à 10 minutos, assim como foi exemplificado anteriormente por Moraes, Ribeiro e Neto (2020), onde uma das principais ferramentas para se alcançar a melhoria do setup é o SMED.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo aborda um estudo de caso realizado em uma empresa de móveis localizada em Dois Córregos, interior de São Paulo, e teve como objetivo identificar as melhorias auferidas pela implementação da ferramenta SMED em uma empresa manufatureira e definir ferramentas do Lean Manufacturing que auxiliam no processo de setup.

Conforme mostrado na pesquisa, as melhorias obtidas não requisitaram volumosos investimentos financeiros por parte da empresa, pois por meio da implementação e desenvolvimento das ferramentas do Lean Manufacturing e o SMED, foram atingidos importantes resultados que trouxeram um diferencial produtivo para empresa.

Em vista disso, mesmo com a redução do tempo de setup para menos de 10 minutos, é importante desenvolver outros estudos de viabilização de novas tecnologias e ferramentas para reduzir cada vez mais esse tempo e ampliar a flexibilidade da produção. Em outros termos, os fundamentos do SMED e as ferramentas do Lean Manufacturing devem ser continuamente implementados, visando reduzir cada vez mais os tempos de setup e buscando a sua eliminação total.

Uma das limitações no desenvolvimento do artigo foi identificar como a ferramenta SMED se comporta com o desenvolvimento em paralelo de outras

ferramentas que melhorem a eficiência do processo fabril. Portanto, como proposta para futuras pesquisas, sugere-se a implantação dessas ferramentas, além do 5S já proposto neste artigo, e análises comparativas com relação aos resultados organizacionais e se eles podem ser alavancados em proporções consideráveis.

6 REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, N. S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, A. **Gestão da qualidade - de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM**. 2. ed. rev. e aum. Lisboa: Sílabo, 2016.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.
- BASSI, Edson et al. **Fatores de sustentação dos resultados do kaizen na produtividade: estudo de caso múltiplo**. *Revista Produção Online*, v. 20, n. 1, p. 275-295, 2020.
- BEZERRA, F. **Diagrama de Ishikawa: princípio da causa e efeito**. 2014.
- BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. **Lean manufacturing: literature review and research issues**. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.
- BHOI, J. A.; DESAI, D. A.; PATEL, R. M. **The Concept & Methodology of Kaizen A Review Paper**. *International Journal of Engineering Development and Reserch*, v. 2, p. 812-820, 2014.
- BOEG, J. **Kanban em 10 passos**. Tradução e revisão de Leonardo Campos et al. São Paulo: InfoQ Brasil: C4Media Inc, 2010.
- BORTOLOTTI, Thomas; BOSCARI, Stefania; DANESE, Pamela. **Success ful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices**. *International Journal of Production Economics*, v. 160, p. 182- 201, 2015.
- CALHADO, P; FRANCE, L; ROCHA, Y; OLIVEIRA, F; NETO, P. **Implementação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças**. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO (Enegep). Ceara: Fortaleza, 2015.
- CHEN, J. C.; DUGGER, J.; BOB, H. A. **Kaizenbased approach for cellular manufacturing system design: A Case Study**. *The Journal of Tecnology Studies*, v. 27, n. 2, 2011.
- CIANO, M.P; R.POZZI; T. ROSSI, and F.STROZZI. **“How IJPR has Addressed ‘Lean’: A Literature Review Using Bibliomet-ric Tools.”** *International Journal of Production*. Research. 57(15–16): 5284–5317. 2019.
- CRUZ, NUNO M.P. **Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos**. Tese (Mestrado) - Universidade do Minho Escola de Engenharia. Portugal, 2013.
- DAS, B.; BASSITADRI, U.; PANDEY, P. **Applying Lean Manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil Manufacturing**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, p. 307–323, 2014.
- DHONGADE, P. M.; SINGH, M.; SHROUTY, V. A. **A review: literature survey for the implementation of Kaizen**. *International Journal of Engineering and Innovative techonology (IJEIT)*, v.3, n.1, p.57-60, 2013.
- FEITOSA, A.D. OLIVEIRA, K.B. FIGUEIREDO, F.J.S. SOUZA, M.L. SILVA, A.L.A. **Smed e ferramentas da qualidade para controle e redução dos tempos de paradas das máquinas injetoras**, XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO (Enegep). 2018.
- FERRAZ JUNIOR, S.; PICCHIAI, D.; SARAIVA, N. I. M. **Ferramentas aplicadas à qualidade: Estudo comparativo entre a literatura e as práticas das micro e pequenas empresas (MPES)**. *Revista de Gestão e Projeto: GeP*. v. 6, n. 3, setembro/dezembro, 2015.

- FRAIZ, M. M.; ASSAD, A.; DROZDA, F. O. **SMED methodology implementation in a manual process: Case study in an industry of the Oil and Gas sector.** Journal of Lean Systems, v. 4, n.3, 2019.
- GALHARDI, ANTONIO CÉSAR; TABETA, ADRIANA MIEKO. **Modelos de maturidade em lean manufacturing: uma análise bibliográfica.** Brazilian Journal of Business, v. 3, n. 1, p. 312-323, 2021.
- GOMES, MICAEL ANTÔNIO FERREIRA. **Impacto da filosofia Kaizen no sistema de controlo interno das empresas.** Tese de Doutorado. 2019.
- HIGA, CARLA MOREIRA LORENTZ ET AL. **Incidente de queda com dano: diagrama de Ishikawa e plano de ação.** Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 1, p. 3231-3239, 2021.
- IKEZIRI, LUCAS MARTINS ET AL. **A perspectiva da indústria 4.0 sobre a filosofia de gestão Lean Manufacturing.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 1274-1289, 2020.
- KARAM, A. ET AL. **The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry: a SMED project.** Procedia Manufacturing, v. 22, 2018.
- KRAFCIK, J. F. **"Triumph of the Lean Production System."** MIT Sloan Management Review 30 (1): 41–52. 1988.
- KURTZ, D; FORCELLINI, F; VARVAKIS, G. **O pensamento enxuto aplicado ao processo de transferência de conhecimento entre organizações: associação entre desperdícios e barreiras ao fluxo de conhecimento em uma cadeia produtiva.** Espacios, v.35, n.2, p.10, 2014.
- LANÇA, JOÃO MARIA GUIMARÃES DA COSTA PIÇARRA. **A metodologia KAIZEN EVENTS aplicada a casos práticos de fiscalização de obras.** Tese de Doutorado. 2020.
- LAPA, R. P.; BARROS FILHO, A.; ALVES, J. F. **Praticando os cinco sentidos.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- LOPES, T; FROTA, C. **Aplicação dos conceitos do lean manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso.** XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (Enegep). Ceara. Fortaleza, 2015.
- LOPES, BEATRIZ CRISTINA; DE PAIVA ALVES, JOSEANNA. **Ciclo PDCA aplicado na indústria do pescado.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 3, n. 3, p. 1370-1379, 2020.
- MACKELPRANG, A. W., and A. NAIR. **"Relationship Between Just-in-Time Manufacturing Practices and Performance: A Meta-Analytic Investigation."** Journal of Operations Management 28 (4): 283–302. 2010.
- MARCOUSÉ, I.; SURRIDGE, M.; GILLESPIE, A. **Gestão de Operações.** São Paulo: Saraiva, 2013.
- MARODIN, G. A., and T. A. SAURIN. **"Implementing Lean Production Systems: Research Areas and Opportunities for Future Studies."** International Journal of Production Research 51 (22): 6663–6680. 2013.
- MASIERO, GILMAR. **Administração de empresas: teoria e funções com exercícios e casos.** São Paulo: Editora Saraiva 2007.
- MATTOS, CORINA MARIA ET AL. **A aplicação do Kanban como ferramenta de gestão em serviços de saúde: revisão integrativa.** 2019.
- MOHAMMAD, A. A. **Approaching the Adoption of Lean Thinking Principles in Food Operations in Hotels in Egypt.** Tourism Review International, v.21, n.4, p.365-378, 2017.

- NING, JING FENG ET AL. **PDCA Process Application in the Continuous Improvement of Software Quality**. International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE), 2010.
- NOVASKI, VANESSA; FREITAS, JÉSSICA LOPES; BILLIG, OSVALDO ALENCAR. **Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora**. International Journal of Development Research, v. 10, n. 11, p. 42203-42207, 2020.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de processos: conceitos, metodologia, práticas**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo o Sistema de Produção Lean Manufacturing**. [s.l.] Elsevier Brasil, 2013.
- ROSSATO, F.; BOLIGON, J. A. R.; MEDEIROS, F. S. B. M. **Estratégias para a implantação do programa 5S em uma cooperativa**. Latin American Journal of Business Management, v.7, n.2, p.27-49, 2016.
- RUPPERT, T., C SALODI, R., & ABONYI, J. **Estimation of machine setup and change over times by survival analysis**. Computers & Industrial Engineering, 153, 107026. 2021.
- SANTOS. DOS APARECIDO CARLOS. **Produção enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil**. 2003.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.
- SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos**. Bookman, 2008.
- SILVA, CAMILA DE CÁSSIA MENDONÇA ET AL. **Application of lean manufacturing tools: a case study in a mattress factory**. Journal of Lean Systems, v. 4, n. 1, p. 87-104, 2019.
- SILVA, THAINY GENNY ESTEVES ET AL. **Contribuições do kanban eletrônico e tradicional para a gerenciamento de leitos hospitalares**. Revista Produção Online, v. 21, n. 3, p. 818-836, 2021.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- STEFANY RICHTER; FABIO HENRIQUE MONTEIRO VIEIRA; ROBERTSON C. PANAINO; KLAUS SOARES. **Estudo de caso: Aplicação do Lean Manufacturing para aumento da produtividade de uma operação gargalo e redução no tempo de setup**. XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Evento Online, 2022.
- STONE, K.B. **Four decades of lean: a systematic literature review**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 3, n. 2, p. 112-132, 2012.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. **Case research in operations management**. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New Edition. London: Free Press Business, 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de casos: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.