



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

**ANTONIO CARLOS PRESCILIANO FERREIRA CASIMIRO
FILIPE CALAFATI OLIVEIRA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NO SETUP DA INDÚSTRIA
METALÚRGICA NO SETOR DE USINAGEM**

**Americana, SP
2025**



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

ANTONIO CARLOS PRESCILIANO FERREIRA CASIMIRO
FILIPE CALAFATI OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NO SETUP DA INDÚSTRIA
METALÚRGICA NO SETOR DE USINAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial sob a orientação do (a) Prof.^(a) Dra. Sanete Irani de Andrade.

Área de concentração: Gestão de Operações e Logística

Americana, SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana Ministro Ralph Biasi- CEETEPS Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

CASIMIRO, Antonio Carlos Presciliano Ferreira

Aplicação da metodologia SMED no setup da indústria metalúrgica no setor de usinagem. / Antonio Carlos Presciliano Ferreira Casimiro, Filipe Calafati Oliveira – Americana, 2025.

28f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientadora: Profa. Dra. Sanete Irani de Andrade

1. Administração da produção 2. Logística 3. Organização e métodos. I. CASIMIRO, Antonio Carlos Presciliano Ferreira, II. OLIVEIRA, Filipe Calafati III. ANDRADE, Sanete Irani de IV. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 658.5

658.7

65012

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

Antonio Carlos Presciliano Ferreira Casimiro
Filipe Calafati Oliveira

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NO SETUP DA INDÚSTRIA
METALÚRGICA NO SETOR DE USINAGEM**

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial
para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Empresarial
pelo Centro Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de
Americana – Ministro Ralph Biasi.
Área de concentração: Gestão de Operações e Logística

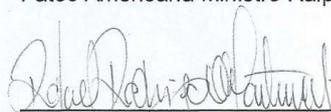
Americana, 27 de junho de 2025

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Sanete Irani de Andrade (Presidente)
Doutora

Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Prof. M. Rafael Rodrigo Martinati
Mestre

Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Prof. Ma. Raquel Helena Peixe dos Santos Martins
Mestra

Fatec Americana Ministro Ralph Biasi

Este trabalho é dedicado às nossas famílias, que, com amor, paciência e incentivo, estiveram ao nosso lado em cada passo desta jornada acadêmica.

A cada um de vocês, o nosso mais profundo e carinhoso agradecimento.

Manifestamos nossos agradecimentos a todos os professores e colegas de sala, cuja convivência e colaboração foram fundamentais ao longo desta trajetória acadêmica.

Estendemos, igualmente, nossos agradecimentos aos orientadores de Projeto de TCC e de TCC, pelo apoio, orientação e valiosas contribuições para a realização deste trabalho

RESUMO

O cenário atual da indústria exige soluções cada vez mais eficazes para a redução de perdas e o aumento da eficiência dos processos produtivos. Entre os focos de melhoria, destaca-se a adoção de estratégias voltadas à redução do tempo de setup, especialmente em operações como a troca de ferramentas e dispositivos, que não agregam valor direto ao produto final. Este estudo tem como objetivo aplicar a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) para otimizar o tempo de setup em uma empresa do setor metalúrgico, dedicada à transformação de matéria-prima em peças e ferramentas com dimensões e formatos específicos. A metodologia contou com pesquisa bibliográfica e observação participativa quando foram estruturadas quatro etapas: (1) levantamento das atividades envolvidas no setup; (2) classificação das atividades em internas ou externas; (3) desenvolvimento de melhorias nos processos e equipamentos para converter atividades internas em externas; e (4) análise macro do processo para identificação de novas oportunidades de melhoria. Como resultado, obteve-se uma redução de aproximadamente 44% no tempo de setup entre janeiro de 2024 e março de 2025, evidenciando a eficácia do SMED na preparação de máquinas para a produção de novos produtos ou lotes.

Palavras-chave: setup, SMED, melhoria.

ABSTRACT

The current industrial scenario demands increasingly effective solutions to reduce losses and increase the efficiency of production processes. Among the focuses of excellence, the adoption of strategies aimed at reducing setup time stands out, especially in operations such as tool and device exchange, which do not add direct value to the final product. This study aims to apply the SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology to optimize setup time in a metalworking company dedicated to the transformation of raw materials into parts and tools with specific dimensions and formats. The methodology comprises bibliographic research and participant observation when structured in four stages: (1) survey of the activities involved in assembly; (2) classification of internal or external activities; (3) development of improvements in processes and equipment to convert internal activities into external ones; and (4) macro analysis of the process to identify new opportunities for improvement. As a result, a reduction of approximately 44% in setup time was achieved between January 2024 and March 2025, demonstrating the effectiveness of SMED in preparing machines for the production of new products or batches.

Keywords: *setup, SMED, improvement.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Processo Lean.....	16
FIGURA 2 - Dispositivo para alinhamento de ferramentas.....	23

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Etapas da preparação do CNC.....	19
QUADRO 2 - Ficha de avaliação de cada operador (estágio preliminar)	20
QUADRO 3 - Sequência de atividades antes da implementação da SMED.....	21
QUADRO 4 - Procedimento Operacional Padrão para substituição da castanha	22

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Tempo médio de troca das castanhas	22
GRÁFICO 2 - Tempo médio de setup entre janeiro e dezembro de 2023.....	24
GRÁFICO 3 - Tempo médio de setup entre janeiro de 2023 e janeiro de 2024 ..	24
GRÁFICO 4 - Comparativo de custos com setup no setor de tornos (2022-2024)	
.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 METODOLOGIA	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 PROCESSO DE SETUP	14
3.2 FILOSOFIA LEAN	15
3.3 METODOLOGIA E AS ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA SMED	16
4 METODOLOGIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA SMED	19
4.1 ESTÁGIO PRELIMINAR: ACOMPANHAMENTO DO SETUP.....	19
4.2 ESTÁGIO 1: SEPARAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE SETUP INTERNO E EXTERNO	20
4.3 ESTÁGIO 2: CONVERTER O MÁXIMO POSSÍVEL DE OPERAÇÕES DE SETUP INTERNO EM EXTERNO	21
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A busca constante pela melhoria da produtividade e redução de desperdícios nas operações industriais tem levado as empresas a adotarem metodologias de gestão voltadas à otimização de processos. Entre os principais fatores que impactam a eficiência operacional estão: as paradas de máquinas, o tempo de troca de ferramentas, a produção de resíduos e outros desperdícios que não agregam valor ao produto final.

Nesse contexto, a filosofia Lean Manufacturing tem se consolidado como uma abordagem eficaz para a eliminação de desperdícios e a maximização do valor ao cliente. Entre as ferramentas mais utilizadas, destacam-se o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e o Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), que auxiliam na identificação de ineficiências e orientam ações de melhoria.

O processo de setup - configuração e preparação de uma máquina para a produção de diferentes produtos ou lotes - é um exemplo de atividade que não agrega valor, mas impacta diretamente na disponibilidade dos equipamentos. Assim, a redução do tempo de setup é um dos principais focos das indústrias que buscam aumentar sua competitividade.

A metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED), desenvolvida por Shigeo Shingo, tem como principal objetivo reduzir significativamente o tempo de setup, por meio da otimização, padronização e transferência de atividades do ambiente interno (máquina parada) para o ambiente externo (máquina em funcionamento). Diversos estudos demonstram a eficácia da SMED em diferentes segmentos industriais, com reduções expressivas no tempo de preparação de equipamentos.

Entretanto, a aplicação da SMED em setups realizados por preparadores de máquinas, sem uma abordagem técnica estruturada, ainda é pouco explorada na literatura. Considerando essa lacuna, o objetivo geral deste trabalho é aplicar a metodologia SMED no processo de setup de tornos CNC em uma empresa do setor metalúrgico, com o intuito de analisar a redução do tempo de preparação das máquinas e aumentar a eficiência operacional. Já os objetivos específicos são:

- Mapear o processo atual de setup, identificando as principais atividades realizadas e os gargalos existentes.

- Classificar as atividades de setup em internas e externas, conforme os princípios da metodologia SMED.
- Desenvolver e implementar melhorias nos procedimentos e equipamentos, visando a conversão de atividades internas em externas.
- Analisar os resultados obtidos após a implementação das melhorias, avaliando a redução do tempo de setup e os impactos financeiros.

Este estudo está estruturado da seguinte forma: inicialmente, é apresentado a fundamentação teórica, que contempla o processo de setup, a filosofia Lean, a metodologia SMED e as etapas para sua implementação. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos, os resultados e as discussões. Por fim, são apresentadas as considerações finais e as referências bibliográficas.

2 METODOLOGIA

Para compreender melhor a aplicação do setup no contexto da usinagem, adotou-se uma pesquisa de natureza exploratória. Conforme afirma Vergara (2000), esse tipo de pesquisa é indicado em áreas nas quais há pouco conhecimento acumulado, possibilitando ao pesquisador desenvolver maior familiaridade com o tema investigado. Andrade (2003, p. 124) complementa que a pesquisa exploratória representa o primeiro passo de um trabalho científico, sendo frequentemente utilizada como base preparatória para estudos mais aprofundados.

A investigação foi conduzida por meio de dois métodos complementares. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, conforme definida por Vergara (2000, p. 48) como um estudo sistematizado, desenvolvido com base em materiais publicados e de acesso público, como livros, artigos científicos, periódicos técnicos e fontes digitais. Andrade (2003, p. 126) destaca que a pesquisa bibliográfica pode, inclusive, constituir-se em um trabalho autônomo ou funcionar como etapa introdutória de outra pesquisa. Esse levantamento teórico forneceu subsídios para compreender os fundamentos do setup, sua aplicação em processos de usinagem e sua integração com metodologias de melhoria contínua, como o SMED.

Complementando a etapa teórica, utilizou-se também a pesquisa prática por observação direta no ambiente fabril. Essa técnica permitiu acompanhar de forma sistemática a rotina do setor de usinagem, identificar os principais desafios operacionais relacionados ao tempo de preparação das máquinas e reunir dados empíricos para análise. A observação, nesse contexto, atuou como ferramenta essencial para validar as informações obtidas na literatura, contribuindo para uma visão mais completa sobre o impacto do setup nos processos produtivos.

Neste contexto, a implementação da SMED foi realizada no chão de fábrica somente após a coleta de dados do processo através do sistema Prodwin, e que o uso da SMED em processos de setup de máquinas C.N.C é pouco explorado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os principais conceitos relacionados à redução do tempo de setup no ambiente industrial, com foco na aplicação da metodologia SMED em processos de usinagem. São apresentados os fundamentos sobre setup, filosofia Lean, metodologia SMED, bem como as etapas para sua implementação e as características dos equipamentos envolvidos.

3.1 Processo de Setup

Segundo Shingo (1996) e Martins e Laugeni (2016), o processo de setup consiste na configuração e preparação de uma máquina ou sistema para um uso específico. Envolve a realização de tarefas, ajustes e instalações necessárias para garantir que a máquina esteja pronta e operacional. Trata-se de uma atividade cíclica, que ocorre a cada troca de produto ou lote.

O setup é considerado um processo que não agrega valor ao produto, mas que impacta diretamente na disponibilidade dos equipamentos. Assim, a redução do tempo de setup é essencial para aumentar a eficiência produtiva. As atividades de setup são classificadas em dois tipos:

- Setup interno (SI): atividades realizadas com a máquina parada;
- Setup externo (SE): atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação.

O setup envolve a realização de uma série de tarefas, ajustes e instalações necessárias para garantir que a máquina esteja pronta e operacional para desempenhar suas funções. Segundo Martins e Laugeni (2016), o setup é uma atividade cíclica que ocorre a cada lote produzido, a fim de preparar o equipamento para produzir um novo lote. Ou seja, trata-se de um trabalho realizado durante certo tempo em um equipamento, com o objetivo de deixá-lo em condições normais de funcionamento. O setup de uma máquina pode envolver o ajuste de parâmetros específicos, a inserção de ferramentas apropriadas, a configuração de sensores, a limpeza e preparação de componentes e a realização de testes de funcionamento para garantir que a máquina esteja pronta para a produção. Segundo Shingo (1996), o setup é uma sequência de atividades de preparação de máquinas que antecipam qualquer tipo de operação para produção de um produto. Em um processo industrial,

trata-se do tempo decorrido desde o fim de uma produção até o início de outra, englobando todas as etapas necessárias para preparação da próxima produção. As operações de setup são classificadas em dois tipos: o setup interno engloba todas as atividades que são realizadas com a máquina parada; e o setup externo trata das atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação.

3.2 Filosofia Lean

A filosofia Lean Manufacturing, originada no Sistema Toyota de Produção, busca maximizar o valor ao cliente por meio da eliminação de desperdícios e da otimização dos processos (LIKER, 2021). Entre seus principais princípios estão:

- Definição do valor segundo as necessidades do cliente;
- Mapeamento do fluxo de valor;
- Criação de fluxo contínuo;
- Produção puxada pela demanda;
- Busca pela perfeição e melhoria contínua (WOMACK; JONES; ROOS, 2010).

O Lean propõe a produção em pequenos lotes, com menor estoque e maior flexibilidade, desafiando os modelos tradicionais de produção em massa.

Para Liker (2021), a filosofia Lean, também conhecida como Lean Manufacturing ou Produção Enxuta, é uma abordagem de gestão que busca maximizar o valor para o cliente, eliminando desperdícios e otimizando os processos. Essa filosofia originou-se no Sistema Toyota de Produção, desenvolvido pela Toyota, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial.

O Lean é uma metodologia de produção que foca na redução de desperdícios, utilizando menos espaço, menos esforço e menos capital para produzir. O termo também contraria o estereótipo de produção em massa caracterizado por grandes lotes, elevados custos de inventário e de estoques, possibilitando a produção de pequenos lotes e viabilizando a variedade de produtos (Costa, 2018, p.15). O Lean baseia-se em 5 princípios, os quais são apresentados na Figura 1.

FIGURA 1 – Processo Lean



Fonte: Costa, 2018, p.15.

Para Womack, Jones e Roos (2010), os princípios do Lean são definidos da seguinte maneira:

1. O valor é definido pelas necessidades do cliente;
2. O fluxo de valor consiste no mapeamento de todas as etapas e processos envolvidos, desde o fornecimento de matéria prima até a entrega do produto ao cliente;
3. No fluxo contínuo, a primeira etapa é remover todos os desperdícios possíveis dos processos do fluxo de valor, para, então, garantir que as etapas fluam suavemente, sem interrupções, atrasos ou gargalos, na forma de um fluxo contínuo;
4. Na produção puxada se foca em eliminar desperdícios e principalmente eliminar estoques;
5. Na perfeição, último princípio, o objetivo é desenvolver um pensamento de melhoria contínua, onde é necessário constantemente analisar os processos visando melhorias.

3.3 Metodologia e as etapas para implementação da SMED

Segundo Shingo (2018), a SMED é uma sistemática desenvolvida para reduzir

o tempo de troca de ferramentas ou setups em processos de manufatura, especialmente em linhas de produção com máquinas ou equipamentos que requerem ajustes ou trocas frequentes. Para Gomes (2021), o objetivo da SMED é minimizar o tempo gasto na troca de ferramentas, buscando reduzir o tempo de parada da máquina e aumentar a eficiência da produção. Ainda, segundo o autor, o tempo de setup é considerado um tempo não produtivo, uma vez que não agrega valor direto ao produto final. A redução desse tempo permite aumentar a capacidade produtiva, a flexibilidade e a agilidade na resposta às mudanças de demanda.

De acordo com Sugai, McIntosh e Novaski (2007), a SMED envolve o estudo detalhado do processo de troca de ferramentas. Essa metodologia foca na identificação e eliminação das atividades desnecessárias, simplificando tarefas, padronizando procedimentos e utilizando técnicas como a pré-preparação. Tais procedimentos podem ser separados em atividades internas ou externas ao setup. Para Shingo (1996), as atividades internas são aquelas que só podem ser realizadas quando a máquina está parada, enquanto as atividades externas podem ser feitas com a máquina em operação. Essa separação permite que uma parte do 8 setup seja realizada enquanto a máquina ainda está produzindo, reduzindo significativamente o tempo total de troca. Shingo (1996) afirma que a redução nos tempos de setup obtida com a implementação da SMED é essencial para o Sistema Toyota de produção, reforçando a importância desta sistemática. Desta forma, fica evidente a necessidade da utilização desta ferramenta no meio industrial.

Shingo (1996) idealizou a metodologia e a aperfeiçoou ao longo dos anos com suas experiências práticas relatadas em seu livro "O Sistema Toyota de produção" (1996), chegando, assim, na metodologia ideal para a implementação da sistemática SMED. A SMED é implementada em quatro etapas:

- a) Estágio preliminar: é realizado o acompanhamento do setup no qual será aplicada a metodologia e o levantamento das atividades realizadas, a fim de montar um fluxograma atual do processo;
- b) Estágio 1: é o mais importante na aplicação do método. Ele implica na separação das operações de setup interno e externo;
- c) Estágio 2: consiste em converter o máximo possível de operações de setup interno em externo, diminuindo o tempo de máquina parada;
- d) Estágio 3: o último estágio foca na melhoria geral do procedimento de

setup, com a finalidade de simplificar e padronizar as atividades executadas.

O processo de usinagem automatizada com Torno CNC exige o entendimento de seus principais componentes e etapas operacionais para garantir qualidade, precisão e segurança durante a produção. A seguir, descrevem-se os elementos fundamentais e o funcionamento integrado desse conjunto:

1. Máquina: Torno CNC. Equipamento utilizado para operações de usinagem, cuja principal característica é a automação dos movimentos e comandos, proporcionando maior precisão e repetibilidade.
2. Placa. Componente do torno responsável pela fixação das peças a serem usinadas, sendo essencial para garantir a estabilidade e precisão do processo.
3. Funcionamento do Conjunto. O conjunto torno-plano-ferramentas atua de forma integrada, realizando operações de corte, furação e acabamento em peças metálicas, conforme parâmetros de programação.
4. Setup do Conjunto. O setup do conjunto envolve atividades como troca de ferramentas, ajuste de parâmetros, alinhamento de castanhas e configuração do programa de usinagem.

4 METEDOLOGIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA SMED

O setup de uma máquina CNC é realizado diariamente, nos dois turnos da empresa, por um colaborador designado para essa atividade. Os preparadores realizam setups diversos durante o turno de trabalho, de acordo com a programação do PCP. As etapas para a implementação da SMED são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 – Etapas da preparação do CNC

1	Mapeamento dos dados históricos do setup
2	Acompanhamento da execução do setup
3	Montagem da lista de atividades que compõem o setup
4	Classificação das atividades como setup interno e externo
5	Análise das atividades de setup interno, e conversão para setup externo das que possibilitaram a mudança
6	Análise do procedimento final e melhoria geral
7	Revisão do procedimento com o suporte do especialista de processo da empresa
8	Treinamento dos operadores para execução do novo procedimento
9	Coleta de dados e análise dos resultados

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

4.1 Estágio preliminar: Acompanhamento do setup

Este estágio é de suma importância para o mapeamento e entendimento da situação atual e histórica do processo analisado, para dar início a execução da metodologia. Ele engloba as seguintes etapas realizadas pelos autores:

- 1) mapeamento dos dados históricos do setup.
- 2) acompanhamento da execução do setup junto a cada preparador.
- 3) montagem da lista de atividades que compõem o setup.

A primeira etapa consistiu no levantamento dos dados históricos do setup em questão. A empresa onde o estudo foi aplicado, recentemente implementou um novo sistema para controle da produção. Então, os dados do setup atualmente são coletados pelo sistema MES Prodwin, e, assim, foi possível adquirir dados históricos de execução desse procedimento, iniciado em janeiro de 2024. As informações

coletadas foram: o tempo de cada setup realizado e o número de setups realizados para assim obter o tempo médio de realização da atividade mensalmente. A segunda etapa compreende o acompanhamento dos quatro preparadores que executam o setup. As informações coletadas ao longo desse procedimento foram: nome do preparador, data e turno da realização do setup, máquina onde o setup foi realizado, pois ele é realizado em todas as máquinas da empresa, o mapeamento das atividades e o levantamento das particularidades na aplicação de cada preparador.

O Quadro 2 apresenta a ficha utilizada para o levantamento das informações de cada preparador.

QUADRO 2 - Ficha de avaliação de cada operador (estágio preliminar)

Nome do preparador:	
Turno:	
Data:	
Máquina:	
Produto que saiu:	
Produto que entrou:	
	Sequência de atividades realizadas
1	
2	
3	
4	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Com o mapeamento realizado, foi executada a etapa número três, que consistiu em agrupar todas as informações coletadas, e formar um único procedimento englobando todas as atividades realizadas pelos operadores no setup.

4.2 Estágio 1: Separação das operações de setup interno e externo

Neste estágio foi realizada a quarta etapa. Após o levantamento das atividades de cada preparador e montagem do procedimento, a próxima etapa consistiu em separar as atividades em setup interno (SI) e setup externo (SE), a fim de identificar possíveis melhorias nos procedimentos realizados. O Quadro 3 apresenta as atividades separadas em SE e SI antes da implementação da SMED.

QUADRO 3 - Sequência de atividades antes da implementação da SMED

Passo	Tarefa	Classificação da atividade (SI ou SE)
1	Preparação para a troca (reunir todo o material necessário)	SE
2	Desmontagem da ferramenta antiga	SI
3	Limpeza e inspeção do local de instalação	SI
4	Instalação da nova ferramenta	SI
5	Ajuste dos parâmetros de máquina	SI
6	Teste da nova ferramenta	SI
7	Ajustes finos e liberação para produção	SE

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Como se pode observar no Quadro 1, a maioria das atividades eram realizadas pelos preparadores quando a máquina se encontrava parada. As únicas tarefas executadas com a máquina em funcionamento foram atividades de preparação e de lançamentos dos dados.

4.3 Estágio 2: Converter o máximo possível de operações de setup interno em externo

Neste estágio, que engloba a quinta etapa, as atividades de SI apresentadas no Quadro 3 foram analisadas com intuito de convertê-las em SE. Dentre as atividades mapeadas, destacaram-se, as tarefas de desmontagem da ferramenta antiga e a instalação da ferramenta nova, incluindo a troca de ferramenta e a troca da castanha, que, juntas, representavam uma parcela significativa do tempo total de máquina parada.

Diante disso, foram priorizadas ações de melhoria especificamente voltadas a essas duas atividades, considerando seu impacto direto na eficiência do processo e seu potencial de ganho com a aplicação da metodologia SMED.

Para a troca da castanha, foi identificado que a falta de padronização e a ausência de instrumentos adequados para o aperto correto do conjunto contribuíam para a variabilidade no tempo de execução e para a ocorrência de retrabalhos. Como solução, foi desenvolvido um Procedimento Operacional Padrão (POP) que detalha, passo a passo, as instruções para a substituição da castanha, conforme o quadro

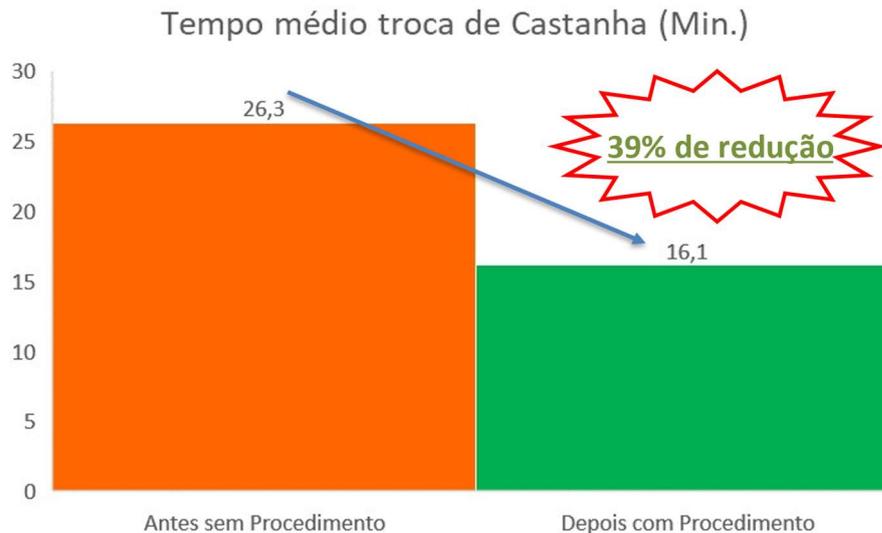
abaixo. Além disso, foram disponibilizadas ferramentas específicas para fixação e ajuste, garantindo torque adequado e a correta configuração do conjunto. Essa padronização não apenas reduziu o tempo da atividade, como também aumentou a segurança e a repetibilidade do processo.

QUADRO 4 – Procedimento Operacional Padrão para substituição da castanha

1	Aplicar desengripante M1 nos dentes da placa.
2	Usar a escova de aço para realizar a limpeza completa da placa.
3	Fixar a castanha e encostar os dois parafusos utilizando a chave allen.
4	Conferir a altura da castanha conforme descrição no programa.
5	Regular o torquímetro com 100N ou 10Kgf.
6	Aplicar o torquímetro primeiramente no parafuso mais próximo ao centro.
7	Aplicar o torquímetro no segundo parafuso.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

GRÁFICO 1: Tempo médio de troca das castanhas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Já para a troca de ferramenta, foi desenvolvido um dispositivo de apoio à montagem (Figura 2), com o objetivo de eliminar falhas de posicionamento e garantir maior confiabilidade no acoplamento das ferramentas ao torno CNC. Antes da intervenção, essa tarefa era realizada manualmente, com base na experiência individual dos preparadores, o que gerava inconsistências no alinhamento e demandava ajustes adicionais. O novo dispositivo permite a pré-montagem externa da ferramenta com referências fixas, otimizando o tempo de instalação e reduzindo a

necessidade de ajustes com a máquina parada.

FIGURA 2 – Dispositivo para alinhamento de ferramentas



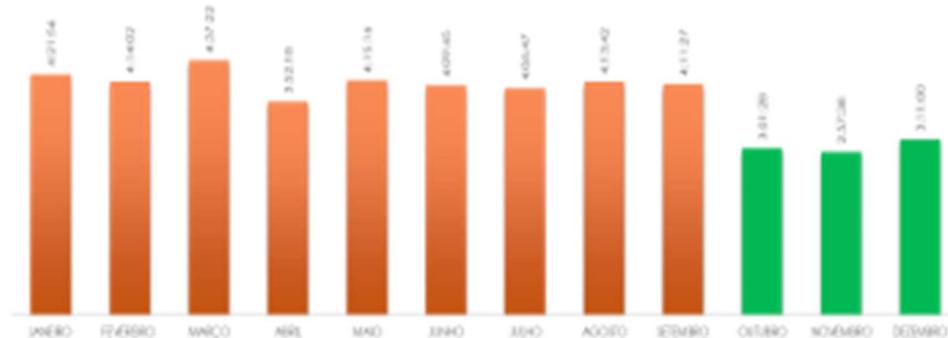
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base na metodologia SMED aplicada ao processo de setup no setor de Tornos, foram alcançados resultados significativos em termos de redução de tempo e impacto financeiro. O projeto tinha como objetivo inicial reduzir em 50% o tempo médio de setup, que em 2023 era de 4,1 horas. Diversas ações foram executadas, incluindo a elaboração de Procedimentos Operacionais Padrão (POP), desenvolvimento de dispositivos para alinhamento de ferramentas, e a capacitação das equipes de operação e manutenção.

Após a implementação das melhorias, observou-se uma redução progressiva dos tempos médios de setup. Em 2023, a redução foi de 28% em comparação ao período anterior (Gráfico 2). No início de 2024, com a introdução de novos dispositivos e procedimentos, a redução atingiu 44% em relação aos dados de 2023 (Gráfico 3).

GRÁFICO 2 – Tempo médio de setup entre janeiro e dezembro de 2023



Fonte: Dados do projeto, 2024.

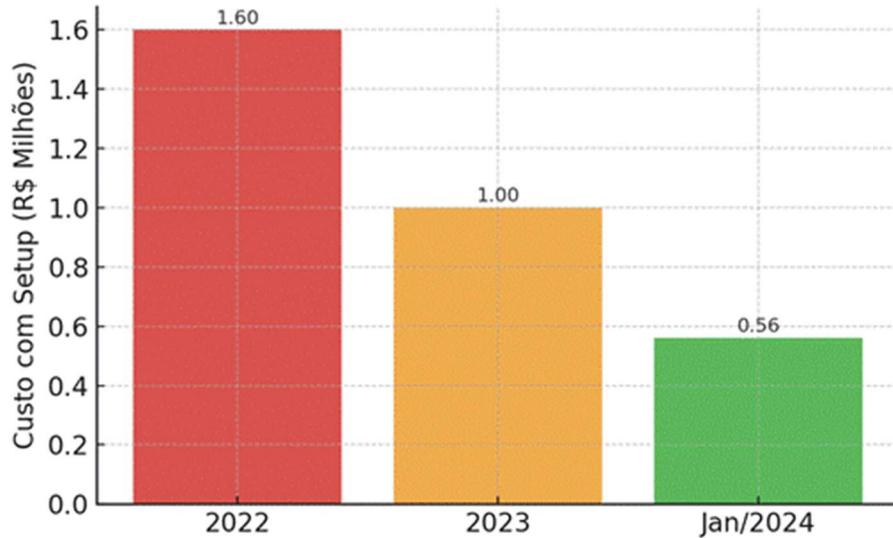
GRÁFICO 3 – Tempo médio de setup entre janeiro de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: Dados do projeto, 2024.

Além da diminuição dos tempos de setup, houve uma redução considerável dos custos associados às paradas de máquinas, impactando positivamente nos resultados financeiros da empresa. O custo total com setups nos tornos foi reduzido de R\$ 1,6 milhão em 2022 para R\$ 1,0 milhão em 2023, e projeta-se uma redução para R\$ 560 mil em 2024, conforme demonstrado no gráfico a seguir.

GRÁFICO 4 - Comparativo de custos com setup no setor de tornos (2022-2024)



Fonte: Dados do projeto, 2024.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como propósito apresentar o SMED como ferramenta de melhoria contínua no setup da usinagem, por meio de um estudo de caso em uma indústria do setor metalúrgico. O objetivo principal foi aplicar a metodologia SMED no processo de setup de tornos CNC, visando à redução do tempo de preparação das máquinas e ao aumento da eficiência operacional. A partir da aplicação prática desenvolvida, foi possível comprovar a eficácia do SMED como ferramenta de melhoria contínua e de apoio à gestão da produção.

A fundamentação teórica contemplou os conceitos de setup, a filosofia Lean Manufacturing e a metodologia SMED, ressaltando sua relevância para a eliminação de desperdícios e o aumento da competitividade no ambiente industrial. Na sequência, a aplicação prática foi detalhada, evidenciando as etapas de diagnóstico, análise e implementação das melhorias.

Os resultados obtidos demonstraram reduções expressivas no tempo de setup, com destaque para a diminuição de 44% no tempo médio das operações em relação ao período anterior. Além disso, verificou-se uma significativa redução nos custos associados às paradas de máquinas, passando de R\$ 1,6 milhão em 2022 para R\$ 1,0 milhão em 2023, com projeção de R\$ 560 mil para 2024. Esses ganhos foram viabilizados por meio da padronização de procedimentos, do desenvolvimento de dispositivos específicos e da capacitação das equipes envolvidas.

Observou-se ainda que a aplicação da metodologia SMED gerou benefícios não apenas financeiros e operacionais, mas também contribuiu para a melhoria das condições de trabalho, a redução de erros e o aumento da confiabilidade dos processos. A sistemática adotada proporcionou avanços significativos em ergonomia, segurança e qualidade, reforçando a importância da metodologia para uma gestão eficiente da produção.

Como limitação deste estudo, destaca-se a aplicação da metodologia em um ambiente específico, o que pode restringir a generalização dos resultados para outros setores ou processos. No entanto, a abordagem utilizada serve como referência para futuras implementações em contextos similares.

Para estudos futuros, ou para a continuidade deste estudo, recomenda-se a ampliação da aplicação da metodologia SMED a outros setores produtivos da empresa; a integração da SMED com outras ferramentas da filosofia Lean, como

Kaizen e 5S, a fim de potencializar os ganhos obtidos; a análise dos impactos da redução do setup na flexibilidade da produção e no *lead time* dos pedidos; a realização de estudos comparativos entre diferentes abordagens de redução de setup em distintos ambientes industriais.

Dessa forma, o trabalho reafirma a relevância da metodologia SMED como ferramenta estratégica para a melhoria dos processos produtivos e o aumento da competitividade nas organizações industriais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- BACK, L. A. **Aplicação da metodologia SMED para redução de setup em linha de produção de alimentos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2019.
- COSTA, A. L. **Lean manufacturing: uma introdução à produção enxuta**. São Paulo: Atlas, 2018.
- GOMES, R. S. **Aplicação da metodologia SMED em uma empresa de usinagem de componentes aeronáuticos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2016.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SHINGO, S. **Single Minute Exchange of Die: uma abordagem revolucionária para redução de setup**. São Paulo: IMAM, 2018.
- SUGAI, M.; MCINTOSH, R.; NOVASKI, O. **Aplicação da metodologia SMED para redução de setup em processos de manufatura**. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 120-138, 2007. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br>. Acesso em: 18 abr.2025.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- VIEIRA, D. C.; CAMBRUZZI, F. **Aplicação da metodologia SMED para redução de setup em máquina injetora de plásticos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2020.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.